

Effets de la fertilisation minérale sur la productivité du riz (*Oryza sativa* L., Poaceae) pluvial en zone soudano-guinéenne du Mali

[Effect of mineral fertilization on the productivity of rainfed rice (*Oryza sativa* L., Poaceae) in the Sudano-guinéenne of Mali]

Moussa Sylla¹, Yacouba Doumbia², and Mahamoudou Famanta³

¹Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Programme Riz de Bas-fond, Centre Régional de Recherche Agronomique, Institut d'Economie Rurale, BP 16 Sikasso, Mali

³DER Sciences du Sol, Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée, BP 06 Koulikoro, Mali

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This research was carried out on the rice farming sites of the agronomic research substation of Finkolo in the sudan-Guinean zone of Mali. The objective was to test the efficiency of the application of some dosage of mineral manure in the production of rain rice. Specifically the study aimed to evaluate the effect of different dosages in the use of the cereal complex and of urea within the agronomic parameters of rice varieties (NERICA 4 and 8). The experimental setup used was a bloc factorial conducted three times. The dosage of 100 and 200 kg ha⁻¹ of the cereal complex to the best performance on the whole parameters measured of the rice. Moreover, the growth in height and the straw yield were better due to the application of 100 and 150 Kg ha⁻¹ of urea. The Nerica 8 was more performant in paddy yield compared to Nerica 4. The application of mineral manure should be recommended in rain rice farming in order to improve the production in the ameliorated varieties because it enhances noticeably the yield. In order to obtain a better efficiency in the use of the mineral manure, above all the nitrogen fertilizer, a suited localisation for the application is required.

KEYWORDS: Agronomic parameters, ameliorated varieties, cereal complex, urea, rice farming.

RESUME: Cette étude a été réalisée sur les parcelles rizicoles de la sous-station de recherche agronomique de Finkolo en zone soudano-guinéenne du Mali. Elle avait pour objectif d'examiner l'efficacité de l'application des doses de fumure minérale pour la production du riz pluvial. De façon spécifique, l'étude visait à évaluer l'effet de différentes doses d'application du complexe céréale et de l'urée sur les paramètres agronomiques des variétés de riz (NERICA 4 et 8). Le dispositif expérimental utilisé était un factoriel en bloc à trois répétitions. Les doses de 100 et 200 kg ha⁻¹ de complexe céréale ont induit les meilleures performances chez le riz. De plus, la croissance en hauteur et le rendement paille ont été meilleurs suite à l'application des doses de 100 et 150 kg ha⁻¹ d'urée. La variété NERICA 8 a été beaucoup plus performante pour le paramètre rendement paddy comparativement à la variété NERICA 4. L'utilisation de la fumure minérale doit être recommandée en riziculture pluviale pour améliorer la productivité des variétés améliorées car elle augmente nettement les rendements. Pour une meilleure efficacité de la fumure minérale, surtout la fumure azotée, l'étude a suggéré la localisation et l'enfouissement des engrais.

MOTS-CLEFS: Paramètres agronomiques, variétés améliorées, complexe céréale, urée, parcelles rizicoles.

1 INTRODUCTION

Le riz (*Oryza sativa* L., Poaceae) est la première céréale mondiale en terme de consommation alimentaire humaine [1]. En effet, le riz assure 27 % des disponibilités alimentaires énergétiques et 20 % des apports protéiques dans le monde [2]. Il constitue de nos jours, la base du régime alimentaire dans les pays les moins avancés [2]. En Afrique, le riz fait partie intégrante des systèmes de production agricole. Son importance ne cesse de s'accroître, tant au plan alimentaire qu'économique [3]. Au Mali, le riz occupe une place importante dans le secteur agricole. La riziculture est pratiquée par 170 000 exploitations agricoles sur les 805 000 que compte le pays, soit 21 % [4]. La filière rizicole malienne génère environ 100 milliards de francs CFA (184 millions de dollars US) de revenu dont 60 milliards (110 millions de dollars US) pour les ruraux et 4 milliards (74 millions de dollars US) pour l'Etat. La part du riz dans le chiffre d'affaire agricole est de 8,3 %, juste après l'élevage et le coton [5]. Le riz, à lui seul, contribue à 5 % au produit intérieur brut [4]. De plus, cette céréale joue un rôle capital dans la sécurité alimentaire au Mali avec une consommation, en 2017, estimée à 2 083 280 tonnes de riz blanchi. La quantité consommée par tête d'habitant qui était de 57 kg en 2008 est passée à 80 kg en 2017 [6]. La production nationale pour la même année était de 1 805 941 tonnes de riz blanchi [6]. En dépit des importantes potentialités rizicoles dont regorge le pays, le Mali n'est pas autosuffisant en riz. En 2017, les importations de riz représentaient 277 339 tonnes soit plus 13 % de la consommation nationale [6].

Dans le souci d'améliorer la sécurité alimentaire, le Mali s'est engagé dans une politique de valorisation de tous les systèmes à haut potentiel productif de riz. C'est ainsi que durant la campagne agricole 2008, le gouvernement a initié et mis en œuvre « l'Initiative Riz ». Il s'est, en outre, doté au cours de la même année d'un document de stratégie nationale de développement de la riziculture. Dans ce cadre, la riziculture pluviale occupe une place capitale dans le secteur agricole du pays [4]. Celle-ci était pratiquée jusqu'à une époque récente sur des petites superficies. Ses rendements sont faibles, de l'ordre de 800 kg/ha [4]. Ce bas niveau de rendement est dû à des contraintes dont entre autres la pauvreté des sols, le faible potentiel productif des variétés locales, et leur faible réponse aux engrais.

S'agissant de la pauvreté des sols, plusieurs auteurs ont, en effet, signalé que les sols de riziculture pluviale sont généralement pauvres en azote, en phosphore et en matières organiques [7, 8, 9]. Ils ont, par ailleurs, souligné le rôle prépondérant de l'azote dans l'obtention des rendements de riz.

Concernant les variétés de riz pluvial, l'ADRAO a mis au point de nouvelles variétés de riz à haut rendement (4 à 7 t/ha) dénommées NERICA [9]. Celles-ci répondent bien à l'emploi des engrais et s'adaptent aux contraintes locales.

Au regard de la faible fertilité des sols de riziculture pluviale, des expérimentations sur les doses d'engrais et le régime de fertilisation ont été menées par l'Institut d'Economie Rurale du Mali [10].

La présente étude est une contribution à la levée des contraintes ci-dessus citées. L'hypothèse à vérifier est la suivante: la fumure minérale améliore les paramètres de croissance et le rendement du riz pluvial. Cette étude a pour objectif général de contribuer à l'augmentation de la productivité du riz en zone soudano-guinéenne du Mali. De façon spécifique, il s'agira de:

- Evaluer l'effet des différentes doses d'application de la fumure minérale sur les paramètres de croissance du riz pluvial;
- Déterminer l'effet des différentes doses d'application de la fumure minérale sur les rendements en riz paddy et en paille dans la riziculture pluviale;
- Identifier les doses d'application optimale de fumure minérale en riziculture pluviale.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée à la sous-station de recherche agronomique de Finkolo au Sud du Mali. Le site de Finkolo est situé à 19 km à l'Est de la ville de Sikasso (chef-lieu de la 3^{ème} région administrative du Mali) et à 383 km de la capitale Bamako (Figure 1). Les coordonnées géographiques du site sont comprises entre 11° 16' et 11° 39' de latitude Nord et entre 5° 30' et 5° 44' de longitude Ouest. La zone d'étude jouit d'un microclimat marquant la transition entre le climat de la zone soudanienne et celui de la zone guinéenne. Ce climat est marqué par une alternance très prononcée entre une saison sèche (Novembre à Avril) et une saison des pluies (Mai à Octobre). La végétation est caractérisée par les hautes herbes et les broussailles. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 100 mm d'eau et la température moyenne de 27,2 °C [11]. L'essai a été implanté sur un sol ferrugineux tropical lessivé. Ce type de sol présente une grande dominance de kaolinite et une capacité d'échange très faible. Il a une texture limoneuse à limono-sableuse en surface et limoneuse en profondeur.



● Zone d'étude

Fig. 1. Localisation de la zone d'étude

Source: Division Géographique de la Direction des Archives / Ministère des affaires étrangères, 2004

2.2 MATÉRIEL

2.2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est constitué de deux variétés de riz pluvial ayant toutes pour origine géographique ADRAO/Bouaké, Côte d'Ivoire. Il s'agit de:

- NERICA 4: cycle 95-100 jours, rendement potentiel en riz paddy 5 t/ ha;
- NERICA 8: cycle 75-85 jours, rendement potentiel en riz paddy 5 t/ ha.

2.2.2 MATÉRIEL CHIMIQUE

Le matériel chimique comprend essentiellement les engrais minéraux suivants:

- L'urée: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (46 %);
- Le complexe céréale NPK: (15-15-15).

2.3 MÉTHODES

2.3.1 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental utilisé a été un factoriel en bloc à trois répétitions. Les parcelles élémentaires mesuraient chacune 3 m x 3 m soit 9 m², avec des allées de 0,5 m entre les parcelles élémentaires. La superficie de chaque bloc (répétition) était de 269,7 m² soit 41,5 m x 6,5 m avec des allées de 1,5 m entre les blocs.

2.3.2 FACTEURS ET TRAITEMENTS ÉTUDIÉS

Les facteurs ayant fait l'objet de l'étude ont été au nombre de trois:

- La variété, le premier facteur à deux niveaux de variation:
 - V1: NERICA 4;
 - V2: NERICA 8.
- La dose de complexe céréale, le deuxième facteur à trois niveaux de variation:
 - NPK0: sans apport de complexe céréale;
 - NPK100: 100 kg/ha de complexe céréale soit 90 g de complexe céréale par parcelle élémentaire de 9 m²;
 - NPK200: 200 kg/ha de complexe céréale soit 180 g de complexe céréale par parcelle élémentaire de 9 m².
- La dose d'urée, le troisième facteur à quatre niveaux de variation:
 - N0: sans apport d'urée;
 - N50: 50 kg/ha d'urée soit 45 g d'urée par parcelle élémentaire de 9 m²;
 - N100: 100 kg/ha d'urée soit 90 g d'urée par parcelle élémentaire de 9 m²;
 - N150: 150 kg/ha d'urée soit 135 g d'urée par parcelle élémentaire de 9 m².

Les traitements ont été constitués par une combinaison factorielle entre les niveaux des facteurs étudiés. Le tableau 1 présente la description des 24 traitements mis en expérimentation.

Tableau 1. Différents traitements testés

Urée	Variétés					
	V1			V2		
	Complexe céréale			Complexe céréale		
	NPK0	NPK100	NPK200	NPK0	NPK100	NPK200
N0	V1 NPK0 N0	V1 NPK100 N0	V1 NPK200 N0	V2 NPK0 N0	V2 NPK100 N0	V2 NPK200 N0
N50	V1 NPK0 N50	V1 NPK100 N50	V1 NPK200 N50	V2 NPK0 N50	V2 NPK100 N50	V2 NPK200 N50
N100	V1 NPK0 N100	V1 NPK100 N100	V1 NPK200 N100	V2 NPK0 N100	V2 NPK100 N100	V2 NPK200 N100
N150	V1 NPK0 N150	V1 NPK100 N150	V1 NPK200 N150	V2 NPK0 N150	V2 NPK100 N150	V2 NPK200 N150

V1: NERICA 4; V2: NERICA 8; NPK0: sans apport de complexe céréale; NPK100: 100 kg ha⁻¹ de complexe céréale; NPK200: 200 kg ha⁻¹ de complexe céréale; N0: sans apport d'urée; N50: 50 kg ha⁻¹ d'urée; N100: 100 kg ha⁻¹ d'urée; N150: 150 kg ha⁻¹ d'urée.

2.3.3 CONDUITE DE L'ESSAI

La parcelle expérimentale a été labourée au moyen d'une charrue à disque montée sur un tracteur. Avant le semis, un test de germination des semences des deux variétés de NERICA a été fait afin d'apprécier la qualité des semences. Le semis a été effectué manuellement en lignes continues à raison de deux à trois grains par poquet. Des écartements de 20 cm sur la ligne et 20 cm entre les lignes ont été adoptés. Le complexe céréale a été apporté 15 jours après le semis et 7 jours après la levée tandis que, la dose d'urée a été fractionnée en deux apports égaux. La première application d'urée a été effectuée 32 jours après le semis (début de tallage). La deuxième application d'urée a été réalisée 49 jours après le semis (fin de montaison et début d'initiation paniculaire). Les différents types d'engrais ont été appliqués à la volée après un sarclage. L'entretien des parcelles a consisté à réduire la compétition entre les plantes de riz et les adventices. Trois entretiens ont été effectués à l'aide de la daba (respectivement 15, 34 et 51 jours après le semis). Pour finir, une chasse aviaire a été menée pour de réduire l'effet de l'attaque des oiseaux granivores.

2.3.4 DONNÉES COLLECTÉES

Le nombre de talles au mètre carré a été déterminé au stade tallage maximum. Une placette de 1 m² a été délimitée au hasard au niveau de la surface utile de chaque unité parcellaire après avoir éliminé les lignes et les plants de bordure. Le comptage des talles s'est effectué au niveau des poquets de chaque placette. La hauteur des plants (du collet à l'extrémité des panicules) a été mesurée à la maturité des grains de riz. Cette observation a portée sur 10 poquets sélectionnés de façon

aléatoire dans les placettes. Le nombre de panicule par mètre carré a été relevé avant la récolte sur les poquets au niveau de chaque placette.

Le rendement du riz paddy et de la paille à la récolte a été mesuré au niveau de la surface utile de chaque unité parcellaire. Les pailles de riz mature ont été coupées, mis en botte puis séchées au soleil afin de réduire le taux d'humidité. Les bottes de paille séchées ont été par la suite battues puis vannées. Les grains paddy résultant du vannage ont été séchés avant d'être pesés pour la détermination du rendement en riz paddy. La paille obtenue après battage a été également pesée afin d'obtenir le rendement paille ceci après un séchage.

2.3.5 TRAITEMENTS DES DONNÉES

Le logiciel StatBox (version 6.5) a été utilisé pour l'analyse des données. Des analyses de variance à trois facteurs (ANOVA 3) considérant les variétés de riz, les doses de complexe céréale et d'urée appliquées, ont été effectuées afin d'apprécier les effets de chaque facteur ainsi que ceux des interactions sur les paramètres mesurés. Les moyennes ont été comparées par le test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5 %.

3 RESULTATS

Le tableau 2 présente l'effet des traitements sur les paramètres agronomiques du riz. Il n'a pas été mis en évidence d'interaction entre les facteurs étudiés mais il existe des effets simples. Les coefficients de variation varient de 8,87 % pour la hauteur à 37,58 % pour le rendement de la paille (tableau 2).

Tableau 2. Effet des traitements sur les paramètres agronomiques du riz

Traitements	Talles au m ²	Hauteur (cm)	Panicules au m ²	Rdt paddy (kg/ha)	Rdt paille (kg/ha)
Facteur 1: variété					
V1	182	99,25	133	1603 b	1983
V2	185	96,28	139	2031 a	1782
Facteur 2: complexe céréale					
NPK0	154 b	91,25 b	107 b	1399 b	1055 b
NPK100	191 a	100,61 a	143 a	1904 a	2152 a
NPK200	206 a	101,43 a	157 a	2148 a	2441 a
Facteur 3: urée					
N0	169	91,14 c	122	1770	1481 b
N50	178	95,51 bc	132	1638	1641 b
N100	193	100,47 ab	146	2045	1986 ab
N150	194	103,94 a	144	1815	2422 a
Moyenne	183	97,76	136	1817	1882
Signification					
Variétés (F1)	NS	NS	NS	HS	NS
Complexe céréale (F2)	HS	HS	HS	HS	HS
Urée (F3)	NS	HS	NS	NS	HS
Interaction F1XF2	NS	NS	NS	NS	NS
Interaction F1XF3	NS	NS	NS	NS	NS
Interaction F2XF3	NS	NS	NS	NS	NS
Interaction F1XF2XF3	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	17,69	8,87	22,19	33,58	37,58

Les chiffres affectés par les mêmes lettres au niveau de chaque facteur sont statistiquement équivalents selon le test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5 %; V1: NERICA 4; V2: NERICA 8; NPK: Complexe céréale (15-15-15); N: Urée; CV: Coefficient de variation; NS: non significatif; HS: hautement significatif; Rdt: rendement.

3.1 EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE NOMBRE DE TALLES AU MÈTRE CARRÉ

Les résultats de l'analyse de variance des facteurs variété et urée sont sans effet sur la variable talles au mètre carré (tableau 2).

Par contre, une différence hautement significative a été enregistrée entre les effets des doses de complexe céréale. La dose de 200 kg/ha et la demi-dose de 100 kg/ha ont des effets statistiquement égaux sur la production de talle avec une moyenne de 198 talles au m². Ces doses restent supérieures aux traitements sans apport de NPK dont la production moyenne est de 154 talles au m² (tableau 2).

3.2 EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA HAUTEUR DES PLANTS

Les résultats de l'analyse de variance ont montré que les niveaux de fertilisation (complexe céréale et urée) ont un effet hautement significatif sur la hauteur moyenne des plants de riz. Par contre le facteur variétal a été sans effet sur la variable hauteur des plants (tableau 2).

Les doses de 100 et 200 kg/ha de complexe céréale ont des effets statistiquement identiques sur la hauteur des plants de riz des différentes parcelles élémentaires (hauteur moyenne des plants = 101,02 cm). Le traitement témoin (NPK0) a été moins performant, avec une hauteur moyenne des plants de 91,25 cm (tableau 2).

Concernant les doses d'urée appliquées, le traitement 150 kg/ha présente les plants qui ont les plus grandes tailles comparées aux doses 0 et 50 kg ha⁻¹ d'urée. Cependant, les doses de 100 et 150 kg/ha d'urée sont statistiquement équivalentes. Par ailleurs, les hauteurs observées avec les doses de 50 et 100 kg/ha d'urée sont statistiquement égales. Il en est de même pour les doses 0 et 50 kg/ha d'urée.

3.3 EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE NOMBRE DE PANICULES AU MÈTRE CARRÉ

Les résultats de l'analyse de variance révèlent un effet hautement significatif des niveaux de complexe céréale sur le nombre de panicules au mètre carré. Les autres facteurs n'ont pas eu d'effet sur cette variable (tableau 2). La comparaison des moyennes indique que les doses de 100 et 200 kg/ha de complexe céréale ont été identiquement plus favorables au développement paniculaire, avec une moyenne de 150 panicules au m², comparé au traitement sans apport de complexe céréale qui est de 107 panicules au m² (tableau 2).

3.4 EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE RENDEMENT PADDY

Les résultats de l'analyse de variance indiquent un effet hautement significatif pour les facteurs variété et dose de complexe céréale. Par contre, aucun effet n'a été signalé pour le facteur dose d'urée (tableau 2).

Le rendement paddy est plus important avec la variété NERICA 8 (rendement moyen = 2 031 kg/ha) comparé à la variété NERICA 4 dont le rendement moyen est de 1 603 kg/ha (tableau 2).

Les doses de 100 et 200 kg/ha de complexe céréale ont des effets statistiquement équivalents et plus performants sur le rendement paddy avec un rendement moyen de 2 026 kg/ha. Le rendement paddy le plus faible a été obtenu avec le traitement sans apport de NPK pour une moyenne de 1 399 kg/ ha (tableau 2).

3.5 EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE RENDEMENT PAILLE

Les résultats de l'analyse de variance montrent que les facteurs doses d'urée et de complexe céréale ont un effet hautement significatif sur la production de paille. Par contre, l'effet variétal n'est pas perçu sur la production de paille (tableau 2).

L'effet des doses de complexe céréale se traduit par l'équivalence statistique entre les doses de 100 et 200 kg/ha avec un rendement moyen de 2 296,5 kg/ha. Ces doses induisent un rendement supérieur à celui du traitement sans apport de complexe céréale.

Concernant les doses d'urée appliquées, la dose de 150 kg/ha donne le meilleur rendement (2 422 kg ha⁻¹) comparé aux doses de 0 et 50 kg/ha qui sont statistiquement identiques avec un rendement moyen de 1 561 kg/ha. Les doses de 0 et 50 kg/ha d'urée restent statistiquement équivalentes à la dose de 100 kg ha⁻¹ d'urée. Cependant, les doses de 100 et 150 kg/ha d'urée ont des effets statistiquement identiques.

4 DISCUSSION

Les doses de complexe céréale (100 et 200 kg/ha) ont induit des hauteurs de plants, des productions de talles et de panicules significativement plus élevées comparativement au traitement sans apport de NPK. Ces résultats témoignent de la nette importance des engrais de fond (NPK) en riziculture pluviale.

Les différentes doses d'urée n'ont pas eu d'effet sur la production de talles et de panicules. Ces résultats sont infirmés par certains auteurs dont [9, 12, 13]. Selon ces auteurs, l'apport de la fumure azotée aux jeunes plants de riz augmente d'une part le nombre de talles produites par touffe et d'autre part favorise la production d'un grand nombre de panicules. L'effet négatif induit par les apports d'urée perlée s'expliquerait par l'indisponibilité de l'azote dans le sol qui se serait probablement volatilisé sous la forme NH_3 juste après l'application. Selon [14], la quantité d'azote disponible dans le sol est prélevée par la végétation ou perdue soit par lessivage ou soit par volatilisation. Ce résultat est en partie imputable à un effet dépressif de l'urée sur la croissance des plants de riz. Ces effets négatifs de l'urée peuvent également relever du mode d'épandage à la volée lequel contribue fortement à la perte des nutriments dans le cas de l'azote notamment en milieu humide [15]. De plus, l'épandage à la volée engendre de faible recouvrement de l'azote [16].

Les niveaux de fertilisation azotée ont influencé la hauteur des plants de riz. Les résultats de cette étude sont conformes à ceux de [17] menée au Sud-Bénin en riziculture de bas-fond. Ces auteurs affirment que, la fumure azotée améliore la croissance végétative de la plante dont dépend la hauteur.

Il ressort des résultats de la présente étude que, l'apport des éléments azote, phosphore et potassium (NPK) a beaucoup plus induit une augmentation du rendement grain de riz paddy comparativement au traitement sans apport de NPK. Ceci pourrait certainement traduire la carence de la parcelle d'essai en éléments NPK. Les résultats d'analyse de sol pourront confirmer ou infirmer cette hypothèse. Le rendement paddy de la variété NERICA 8 a été plus élevé que celui de la variété NERICA 4. Ces résultats sont similaires à ceux de [18] dans la zone soudanienne du Mali en riziculture pluviale.

L'analyse des résultats relatifs au rendement paille montre que, l'apport de la fumure minérale a une influence positive sur le rendement paille. L'effet de la fumure minérale peut s'expliquer par le fait qu'elle apporte à la plante d'avantage d'éléments nutritifs, cela pourrait favoriser le développement de la paille. Les travaux de [19] ont prouvé que, l'apport incontrôlé de l'azote aux plants de riz favorise le développement végétatif en retardant la floraison.

5 CONCLUSION

Au terme de la présente étude il ressort que, les doses de 100 et 200 kg/ha de complexe céréale ont induit de meilleures performances sur l'ensemble des paramètres agronomiques mesurés sur le riz. Les doses 100 et 150 kg/ha d'urée ont induit les meilleurs paramètres agronomiques relatifs à la croissance en hauteur et au rendement paille. La variété NERICA 8 a été beaucoup plus performante pour le paramètre rendement paddy comparativement à la variété NERICA 4.

Les résultats de cette étude mettent en évidence l'importance de la fumure minérale dans la croissance, le développement et l'obtention de rendement du riz pluvial dans la zone soudano-guinéenne du Mali. Cependant, les pratiques culturales des riziculteurs doivent être prises en compte afin d'améliorer l'efficacité de l'utilisation des nutriments par la plante cause certaine du non effet des doses d'urée sur certains paramètres agronomiques (production de talles, de panicules et le rendement paddy) du riz.

REFERENCES

- [1] A.A. Fall & P.N. Dieye. Tendances rizicoles en Afrique, 2008 (5^{ème} édition), ADRAO. [Online] Available: <http://www.wadra.org>, (consulté le 13/07/2018).
- [2] FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nation, 2014. [Online] Available: <http://www.fao.org> (consulté le 05/03/2018).
- [3] E.Totin, L. Stroosnijder & E. Agbossou, "Mulchingupland rice for efficient water management: A collaborative approach in Benin", *Agricultural Water Management*, vol. 125, pp. 71-80, 2012.
- [4] Anonyme. Stratégie nationale de développement de la riziculture au Mali. Ministère de l'Agriculture du Mali. 29 p, 2009.
- [5] P. Baris, J. Zaslavsky & S. Perrin. Filière riz au Mali: compétitivité et perspective du marché. Agence Française de Développement (AFD). 63 p, 2005.
- [6] FAOSTAT. Annuaire statistique de la FAO, 2019. [Online] Available: <http://faostat.fao.org/Site/567/Desktop> (consulté 08/01/2019).

- [7] J.P. Dobelman. Riziculture Pratique 2 Riz pluvial. Presses universitaires de France. 123 p, 1976.
- [8] K.P. Hari, V.T. Dat & T.T. Trinh. Systèmes améliorés de riziculture pluviale, 1997.
[Online] Available: <http://www.Elyah> (consulté le 13/07/198).
- [9] I. Akintayo, B. Cissé & L.D. Zadji. Guide pratique de la culture des NERICA de plateau. Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO). 26 p, 2008.
- [10] IER. Institut d'Economie Rurale: Fiches techniques des NERICA 4, 8, 9 et 12, Programme riz bas-fond. 4 p, 2009.
- [11] D. Dembélé. Participation aux différentes activités menées sur les essais agronomiques. Rapport de stage de fin de cycle de l'Institut polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou, Mali. 28 p, 2010.
- [12] M. Jacquot & B. Courtois. Le riz pluvial. Edition Maisonneuve et Larose, Paris, France. 134 p, 1983.
- [13] M. Lacharme. La fertilisation minérale du riz. Mémento Technique de riziculture, Fascicule 6; Ministère de Développement Rural et de l'Environnement; Direction de la Recherche Formation Vulgarisation, Coopération française, 2001.
[Online] Available: <http://www.arid-afriqur.org> (consulté le 13/03/2011).
- [14] FAO. Produire plus avec moins d'intrant. Guide à l'intention des décideurs sur l'intensification durable de l'agriculture paysanne. 35 p, 2011.
- [15] A. Saidou & D. Kossou. Water management for enhancing land productivity in Benin: perceived constraints and opportunities for the development of smallholder farmers. In: A. van Huis and A. Youdeowei (Eds.), Proceedings of the 1st CoS-SIS International Conference, 22– 26 June, Elmina, Ghana, pp. 48–52, 2009.
- [16] A.A. Bandaogo. Effet de différentes sources d'azote sur la réponse de quatre variétés de riz à l'azote dans la Vallée du Kou au Burkina-Faso. Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) de l'Institut du Développement Rural, de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso. 45 p, 2010.
- [17] A. Saidou, K.D. Gnakpenou, I. Balogoun, S.R. Hounnahin & M.V. Kindomihou, "Effet de l'urée et du NPK 15-15-15 perlés et super granulés sur la productivité des variétés de riz IR841 et NERICA-L14 en zone de bas-fond au Sud-Bénin," Journal of Applied Biosciences, Vol. 77, pp. 6575 – 6589, 2014.
- [18] A.T. Gambo. Identification d'une formule de fumure optimale du NERICA en zone soudanienne du Mali. Mémoire d'Ingénieur Agronome de l'Institut polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou, Mali. 54 p, 2010.
- [19] E.A. Gandonou. Effets des dates de semis sur les rendements du riz pluvial de bas-fond dans la dépression de la Lama. Thèse d'Ingénieur Agronome de l'Université Nationale du Bénin. 116 p, 1995.