



**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Effet des précédents culturaux et de différents niveaux d'azote sur la productivité du riz pluvial strict sur sols ferrugineux tropicaux de la zone sud-soudanienne du Burkina Faso

Adama TRAORÉ<sup>1,2\*</sup>, Karim TRAORÉ<sup>1</sup>, Boubié V. BADO<sup>1</sup>, Ouola TRAORÉ<sup>1</sup>,  
Bismarck H. NACRO<sup>2</sup> et Michel P. SEDOGO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Département Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production (GRN/SP), INERA-Farako-Bâ, Laboratoire Sol-Eau-Plante (SEP), 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

<sup>2</sup> Université Polytechnique de Bobo, Ecole Doctorale, Sciences Naturelles et Agronomie, 01 BP. 1091 Bobo-Dioulasso 01 Burkina Faso.

<sup>3</sup> Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Département Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production (GRN/SP), INERA Kamboinsé Laboratoire Sol-Eau-Plante 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso.

\*Corresponding author; E-mail: [tr\\_adama@yahoo.fr](mailto:tr_adama@yahoo.fr), 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01 Burkina Faso

### REMERCIEMENTS

Les auteurs traduisent leur gratitude à AfricaRice pour l'appui financier de cette étude.

### RESUME

L'azote constitue un élément essentiel dans la nutrition minérale du riz. Au Burkina Faso, le riz pluvial entre de plus en plus dans les assolements. Cependant, le rendement du riz pluvial reste largement en deçà du potentiel des variétés. Afin de contribuer à une meilleure connaissance de la nutrition minérale du riz pluvial, un dispositif expérimental en split plot a été mis en place en station de recherche de Farako-Bâ en 2013 et 2014 pour évaluer l'effet des rotations et de la fertilisation azotée sur le rendement. Les résultats montrent que les meilleurs précédents du riz pluvial sont les légumineuses niébé et arachide. Ces deux précédents permettent un gain de rendements respectivement de 104% et 92% par rapport à la monoculture du riz. La dose de 90 kg N/ha a permis d'obtenir le rendement paddy le plus élevé soit une augmentation de 395% par rapport à la dose sans apport d'azote 0 kg N/ha et le poids de 1000 grains le plus élevé. Cependant la dose agronomique la plus efficace quel que soit le précédent cultural est de 60 kg N/ha. Les rotations et les doses d'azote ont un effet sur l'augmentation des rendements du riz paddy en culture pluviale.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés:** Riz pluvial, rotations, azote, légumineuses, Burkina Faso.

## Effect of previous crops and different nitrogen levels on the productivity of upland rice on ferruginous tropical soils of the South Sudan region of Burkina Faso

### ABSTRACT

Nitrogen is an essential element in the mineral nutrition of rice. In Burkina Faso, more and more, upland rice enters in the crop rotation. However, the yield of upland rice remains under the potential of varieties. To contribute to a better understanding of the mineral nutrition of upland rice, an experimental split plot was tested in Farako-Bâ research station in 2013 and 2014. This was to evaluate the effect of crop rotations and the effect of nitrogen fertilization on yield of upland rice. The results show that the best previous crops of upland rice are legumes, cowpea and peanut. Both previous crops allow a gain of respectively 104% and 92% of yields compared to rice monoculture. The dose of 90 kg N/ha permitted to have highest paddy yield and an increase of 395% compared to the dose without nitrogen 0 kg N/ha and the highest weight of 1000 grains. However, the most effective agronomic dose regardless of the previous crop is obtained with the dose of 60 kg N/ha. Crops rotation and nitrogen level have an effect on upland rice yield.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Upland rice, rotations, nitrogen, legumes, Burkina Faso.

### INTRODUCTION

Au Burkina Faso, le riz occupe la 4<sup>ème</sup> place des céréales cultivées après le sorgho, le mil et le maïs, tant du point de vue des superficies, de la production que de la consommation annuelle par tête (INERA, 2008). Trois (03) types de rizicultures se côtoient au Burkina Faso : la riziculture irriguée, la riziculture de bas-fond et la riziculture pluviale stricte. La riziculture pluviale stricte occupe seulement 10% des superficies dévolues au riz et ne fournit que 5% de la production nationale en riz avec un rendement moyen de 1t/ha (DGPER, 2009). Cette riziculture peu connue et la moins productive revêt cependant une grande importance pour la production nationale pour peu qu'elle puisse s'insérer efficacement dans les systèmes de production. Il existe très peu de données chiffrées sur la riziculture pluviale au Burkina Faso car les statistiques agricoles font rarement cas de la production par type de riziculture. Cependant, au cours de la campagne agricole 2010-2011, on avait une superficie de 21066 ha pour une production totale de 31186 tonnes (Kaboré, 2011).

Le potentiel du riz pluvial réside dans le fait que cette culture est peu exigeante et produite dans les mêmes conditions que les autres céréales. L'extension des surfaces ainsi

que l'intensification reste bien possible (MAHRH, 2010).

Le riz pluvial est une culture exigeante en azote et lorsqu'il est cultivé sur les sols pauvres en éléments minéraux (Compaoré et al., 2001; Traoré et al., 2001), cela conduit à de faibles rendements actuellement constatés. L'une des solutions est l'utilisation des engrais minéraux. Cependant, leur coût élevé ne permet pas d'être accessibles aux producteurs à faibles revenus. Selon NEPAD (2013), les doses d'engrais utilisés au Burkina Faso pour les terres cultivées sont évaluées à 9 kg/ha. Le défi actuel réside dans le développement d'options de fertilisation peu onéreuses et accessibles à la majorité des producteurs. Il est connu que l'azote est un élément indispensable pour une bonne production de riz (Fageria et Baligar, 2001 ; Dicko, 2005 ; Bandaogo, 2010 ; Haefele et al., 2013). Cependant, les sols du Burkina Faso sont pauvres en éléments nutritifs (Compaoré et al., 2001). Dans ces conditions, les rendements des cultures ne peuvent qu'être globalement faibles. Des travaux ont démontré l'efficacité de plusieurs plantes dans la fixation symbiotique de l'azote (Bagayoko et al., 2000; Bationo et Ntare, 2000), ce qui pourrait affecter la nutrition azoté de la culture suivante. La présente étude avait pour objectif

d'évaluer la contribution d'une précédente légumineuse sur la productivité d'un riz pluvial subséquent. Nous supposons qu'une précédente légumineuse associée à de petites quantités d'azote pourrait entraîner une bonne productivité du riz pluvial. La présente étude est une contribution à une meilleure productivité des systèmes de production à base de riz pluvial.

## MATERIEL ET METHODES

### Site d'étude

Les travaux ont été conduits pendant les saisons pluvieuses 2013 et 2014 au niveau de la station de recherche de Farako-Bâ dans la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso. Les coordonnées géographiques de la station de Farako-Bâ sont : longitude 4° 20' Ouest, latitude 11° 6' Nord et altitude de 405 m. Le climat est de type Sud soudanien avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1100 mm. Il est caractérisé par une courte saison de pluies de 4 mois (juin-septembre) suivie d'une longue saison sèche de 8 mois (octobre-mai).

Les sols du site sont de type ferrugineux tropical lessivé à texture sablo-limoneuse et pauvres en matière organique (Bado, 2002). Les caractéristiques du sol du site expérimental au départ après une jachère de 3 ans sont présentées dans le Tableau 1. Les teneurs en éléments chimiques sont en parfaite adéquation avec ceux rapportés par Bado (2002). On note que le sol est acide, pauvre en matière organique et en azote et déficient en phosphore disponible. Seul le taux de potassium est adéquat probablement suite aux résidus de la jachère brûlés sur place. Les résultats montrent une certaine migration du phosphore sur les profondeurs.

Durant la période d'expérimentation, la pluviométrie annuelle a été de 1127 mm en 2013 et 1187,8 mm en 2014. Le nombre de jours de pluies par année a varié entre 69 jours en 2013 et 80 jours en 2014.

### Matériel végétal

Six (06) cultures ont été utilisées dans le dispositif ; le maïs, le riz, l'arachide, le niébé et le mucuna. Les variétés utilisées sont

celles recommandées pour la zone. Les caractéristiques de ces variétés sont résumées dans le Tableau 2.

### Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental en année 1 (2013) était constitué d'un bloc de Fisher comportant 6 traitements avec 4 répétitions. Les traitements étaient composés des cultures dont on voulait évaluer les arrières effets sur le riz. Il s'agit du maïs, du riz, du coton, de l'arachide, du niébé, et du *mucuna*. Toutes les cultures à l'exception du *mucuna* ont été fertilisées selon les recommandations en fonction des besoins de chaque culture (Tableau 3).

Le dispositif expérimental en année 2 (2014) était constitué d'un split-plot dont les facteurs principaux étaient les cultures précédentes (les 6 cultures de 2013) et les facteurs secondaires des niveaux croissants d'azote à 4 niveaux : 0, 30, 60 et 90 kg N/ha. Toutes les parcelles en année 2 ont reçu le riz comme culture. Avant semis, les résidus des cultures précédentes ont été restitués dans les parcelles. Les doses d'azote ont été appliquées en utilisant de l'urée 46%. Les éléments P, et K ont été appliqués au semis sous forme de superphosphate tripe (TSP) et de chlorure de potassium (KCl) conformément aux besoins du riz.

### Observations, mesures et prélèvement

Des prélèvements de sol ont été effectués pendant les deux années avant semis sur deux horizons 0-20 cm et 20-40 cm en 1<sup>ère</sup> année et 0-20 cm en année 2. Des carrés de rendement ont été déposés dans chaque sous parcelle pour l'évaluation des rendements.

### Analyses de laboratoire

Le pH<sub>eau</sub> a été mesuré à partir d'une solution du sol obtenue suivant un rapport de masse/ volume de 1 g / 2,5 ml (BUNASOLS, 1986). Le pH<sub>KCL</sub> a été mesuré à partir d'une solution de chlorure de potassium. Le Phosphore total a été mesuré sur le condensé de la minéralisation (Anderson et Ingram, 1989). Le phosphore assimilable a été déterminé par la méthode de BRAY 1

(Dickman et al., 1940). L'azote total a été dosé par la méthode de Kjeldahl (Hillebrand et al., 1953). Le carbone organique a été déterminé selon la méthode de Walkley-Black (1934). Le taux de matière organique est alors obtenu par la formule = Taux de carbone \* 1,724. Le potassium total a été mesuré au spectro-photomètre à flamme à partir du reliquat du filtrat issu de la minéralisation des prises d'essai de sol.

#### **Efficacité Agronomique (EA)**

L'efficacité agronomique (EA) du riz pour chacun des précédents culturaux a été évalué par le gain de rendement grain (en kg) imputable à l'utilisation d'une unité supplémentaire (kg) d'N sur un hectare. La méthode suivante a été utilisée :

$$EA = \frac{\text{Rendement avec engrais (kg/ha)} - \text{Rendement sans engrais (kg/h)}}{\text{Dose appliquée de l'élément fertilisant (kg/ha)}}$$

#### **Analyse des données**

Les données collectées ont été saisies sur Excel et les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel XLSTAT 2007.5. Les moyennes ont été séparées par la méthode de Newman-Keuhls au seuil de confiance de 95%.

### **RESULTATS**

#### **Evolution des caractéristiques chimiques des sols au cours des 2 années d'expérimentation**

Les résultats des analyses de sols en année 2 (Tableau 4) indiquent une acidité stationnaire avec la mise en culture. Le taux de matière organique a connu une croissance pour toutes les parcelles par rapport au départ. Les teneurs en N, en P assimilable et P total sont restés stables après une année de mise en culture. On note une tendance à plus d'accumulation d'azote dans les parcelles ayant reçu les légumineuses, cependant cette accumulation n'est pas significative. On note en année 2 des sols à activité biologique plus importante exprimé par un rapport C/N plus faible et plus marquée dans les parcelles de maïs et de coton.

#### **Effets du précédent cultural sur le rendement du riz paddy**

Les résultats montrent des différences hautement significatives entre les rendements du riz paddy en fonction du précédent cultural (Tableau 5 et 6). Les légumineuses se sont révélées les plus efficaces comme précédents culturaux en donnant les meilleurs rendements de riz paddy. Le niébé donne le rendement le plus élevé suivi de l'arachide et du *mucuna*. Parmi les autres précédents (coton, maïs et riz), le coton a donné le rendement paddy le plus élevé. Le plus bas rendement paddy est obtenu sur la parcelle de riz continu.

#### **Rendement du riz paddy en fonction des niveaux d'azote**

Des quatre niveaux d'azote utilisé, on constate une augmentation des rendements de riz paddy au fur et à mesure que la dose d'azote augmente. Les analyses statistiques (Tableau 7) montrent des différences hautement significatives en fonction des doses. Le rendement paddy le plus élevé est obtenu avec la dose de 90 kg d'azote /ha avec une augmentation de rendement de 389% par rapport au traitement sans apport d'azote. En absence totale d'apport d'azote, le riz pluvial donne de faibles rendements.

#### **Effets du niveau d'azote et du précédent cultural sur le rendement du riz paddy**

L'interaction des précédents culturaux et des doses d'azote (Tableau 8) montre que quel que soit le niveau d'azote, les précédents légumineuses arachide et niébé enregistrent les rendements les plus élevés. A la dose 90N, le niébé a été plus performant que l'arachide.

#### **Effets du niveau d'azote et du précédent cultural sur le poids de 1000 grains**

Le Tableau 9 montre que les précédents culturaux n'ont pas eu un effet significatif sur le poids de 1000 grains du riz paddy. Tous les précédents culturaux ont été statistiquement équivalents en ce facteur. Cependant, au niveau des différents niveaux d'azote (Tableau 10), on constate une différence statistiquement significative. Le poids le plus

faible est obtenu avec le témoin sans apport d'azote 0N Les niveaux d'azote 30N et 60N sont équivalents et le poids le plus bas est obtenu avec la forte dose d'azote de 90 kg/ha.

**L'efficacité agronomique (EA) des niveaux d'azote**

L'efficacité agronomique (EA) des différentes doses calculées en fonction du témoin sans apport d'azote N0 montre que les

rendements les plus avantageux sont obtenus avec la dose N60 pour tous les précédents culturaux (Tableau 11). Corrélativement aux rendements, les meilleures efficacités agronomiques ont été obtenues avec les précédentes légumineuses. Les plus fortes EA sont obtenues avec le niébé et l'arachide pendant que la plus faible est obtenue avec la culture continue du riz.

**Tableau 1 :** Caractéristiques chimiques des sols du site expérimental avant la mise en place des essais. Farako-Bâ, 2013, Burkina Faso.

Paramètres chimiques	Horizons	
	0-20 cm	20-40 cm
pH <sub>eau</sub>	5,61	5,54
pH <sub>KCl</sub>	4,07	4,00
Carbone	0,40	0,39
M.O (%)	0,69	0,67
C/N	11,35	12,16
N (%)	0,04	0,03
P <sub>ass</sub> (Bray I) (mg/kg)	1,34	0,71
P <sub>total</sub> (mg/kg)	86,96	88,68
K <sub>total</sub> (mg/kg)	1506,40	2087,88

MO : Matière Organique ; P<sub>Total</sub> : Phosphore total ; P<sub>ass</sub> : Phosphore assimilable ; K<sub>total</sub> : Potassium total

**Tableau 2 :** Cultures utilisées dans le dispositif expérimental.

Cultures	Noms botaniques	Variétés
Arachide	<i>Arachis hypogaea</i>	RMP 91
Niébé	<i>Vigna unguiculata</i>	KVX-4-5-2D
Mucuna	<i>Mucuna sp.</i>	<i>Mucuna cochinchinensis</i>
Maïs	<i>Zea mays</i>	Espoir
Riz	<i>Oryza sativa</i>	FKR 45 N
Coton	<i>Gossypium sp</i>	FK 37

**Tableau 3 :** Quantités d'éléments N, P, K, S et B appliquées selon la culture en 2013.

Cultures	Quantités (kg/ha)				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	B
Maïs	60	23	14	6	1
Coton	44	34.5	21	9	1,5
Riz	76	40	30	12	2
Niébé	14	23	14	6	1
Arachide	14	23	14	6	1

N: Azote; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: Phosphore ; K<sub>2</sub>O: Potassium; S: Soufre; B: Bore

**Tableau 4** : Effets des cultures sur les propriétés chimiques des sols en 2<sup>ème</sup> année (2014).

Précédents culturaux	pH_eau	pH_kcl	Carbone (%)	M.O (%)	N_total (%)	C/N	P_total (mg/kg)	P_assimilable (mg/kg)	K_total (mg/kg)
Arachide	5,46 a	4,23 a	0,46 ab	0,79 a	0,045 ab	10,25 c	78,75 a	1,21 a	1435,71 a
Niébé	5,25 a	4,08 a	0,50 a	0,86 a	0,048 a	10,29 c	78,75 a	1,12 a	1441,53 a
Mucuna	5,11 a	4,01 a	0,47 ab	0,82 a	0,044 ab	10,81 bc	73,33 a	0,88 b	1501,22 a
Coton	5,14 a	4,16 a	0,44 abc	0,94 a	0,041 ab	11,14 b	85,75 a	1,23 a	1655,26 a
Maïs	3,30 a	4,20 a	0,43 bc	0,86 a	0,036 b	11,68 a	78,75 a	1,22 a	1532,71 a
Riz	3,35 a	4,21 a	0,40 c	0,85 a	0,036 b	10,76 bc	76,75 a	1,21 a	1490,43 a
<i>Probabilité</i>	<i>P=0,513</i>	<i>P=2,101</i>	<i>P=0,003</i>	<i>P=0,096</i>	<i>P=0,010</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,126</i>	<i>P=0,002</i>	<i>P=0,056</i>
<i>Signification</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>S</i>	<i>NS</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>NS</i>	<i>S</i>	<i>NS</i>

Les traitements suivis de la même lettre ne sont pas statistiquement différents au seuil de confiance de 95%.

N : Azote ; MO : Matière Organique ; P\_Total : Phosphore total ; P\_assimilable : Phosphore assimilable ; K\_total : Potassium total

NS : Non Significatif, S : Significatif.

**Tableau 5** : Rendement du riz paddy en fonction du précédent cultural.

Précédent culturaux	Rendements (kg/ha)
Niébé	1655 a
Arachide	1556 b
Mucuna	1370 c
Coton	1249 d
Maïs	1155 e
Riz	1065 f
<i>Probabilité</i>	<i>P &lt; 0,001</i>
<i>Signification</i>	<i>HS</i>

Les traitements suivis de la même lettre ne sont pas statistiquement différents au seuil de confiance de 95%.

HS : Hautement Significatif

**Tableau 6 :** Effet d'augmentation du rendement en fonction du précédent cultural.

Précédents culturaux	Rendements	Augmentation (%)
Niébé	367,25 a	104
Arachide	327,25 a	92
Mucuna	173,50 b	49
Coton	89,00 b	25
Mais	26,75 b	8
<i>Probabilité</i>	<i>P=0,001</i>	
<i>Signification</i>	<i>S</i>	

Les traitements suivis de la même lettre ne sont pas statistiquement différents au seuil de confiance de 95%. S : Significatif

**Tableau 7:** Rendement du riz paddy en fonction des niveaux d'azote.

Niveau d'azote	Rendements riz paddy (kg/ha)
N90	2021 a
N60	1755 b
N30	1052 c
N0	519 d
<i>Probabilité</i>	<i>P &lt; 0,001</i>
<i>Signification</i>	<i>HS</i>

Les traitements suivis de la même lettre ne sont pas statistiquement différents au seuil de confiance de 95%.  
HS : Hautement Significatif

**Tableau 8:** Effets du niveau d'azote et du précédent cultural sur le rendement du riz paddy.

	Rendement paddy (kg/ha)			
	0N	30N	60N	90N
Niébé	723 a	1323 a	2182 a	2392 a
Arachide	693 a	1236 a	2041 a	2267 b
Mucuna	529 b	1055 b	1807 c	2091 c
Coton	444 bc	997 b	1633 d	1922 d
Maïs	397 c	888 c	1484 e	1837 d
Riz	358 c	838 c	1375 e	1666 e
<i>Probabilité</i>	<i>P &lt; 0,001</i>	<i>P &lt; 0,001</i>	<i>P &lt; 0,001</i>	<i>P &lt; 0,001</i>
<i>Signification</i>	<i>HS</i>	<i>HS</i>	<i>HS</i>	<i>HS</i>

Les traitements suivis de la même lettre ne sont pas statistiquement différents au seuil de confiance de 95%.  
HS : Hautement Significatif.

**Tableau 9:** Poids de 1000 grains de riz paddy en fonction du précédent cultural.

Précédents culturaux	Poids 1000 grains (g)
Arachide	32,54 a
Mais	31,68 a
Niébé	31,90 a
Coton	31,79 a
Riz	31,75 a
Mucuna	31,14 a
<i>Probabilité</i>	<i>P = 0,40</i>
<i>Signification</i>	<i>NS</i>

Les traitements suivis de la même lettre ne sont pas statistiquement différents au seuil de confiance de 95%.  
NS : Non Significatif.

**Tableau 10:** Poids de 1000 grains de riz paddy en fonction du niveau d'azote.

Niveaux d'azote	Poids de 1000 grains
N90	32,78 a
N60	32,01 ab
N300	31,38 ab
N0	30,53 b
<i>Probabilité</i>	<i>P= 0,007</i>
<i>Signification</i>	<i>S</i>

Les traitements suivis de la même lettre ne sont pas statistiquement différents au seuil de confiance de 95%.  
S : Significatif.

**Tableau 11:** Efficacité agronomique en fonction des précédents culturaux.

Précédents	N30	N60	N90
Niébé	20,02 a	24,33 a	18,55 a
Arachide	18,44 a	22,64 ab	17,60 a
Mucuna	17,54 a	21,30 bc	17,36 a
Coton	18,43 a	19,81 bc	16,42 a
Maïs	16,95 a	18,85 cd	16,13 a
Riz	15,12 a	16,68 d	14,06 b
<i>Probabilité</i>	<i>P=0,251</i>	<i>P&lt; 0,0001</i>	<i>P=0,001</i>
<i>Signification</i>	<i>NS</i>	<i>HS</i>	<i>S</i>

Les traitements suivis de la même lettre ne sont pas statistiquement différents au seuil de confiance de 95%.  
HS : Hautement Significatif ; NS : Non Significatif ; S : Significatif.

## DISCUSSION

### Evolution des caractéristiques des sols et productivité du riz pluvial

Les analyses chimiques des sols démontrent une évolution positive du taux de matière organique probablement due à la restitution des résidus de récolte. Les précédents coton et maïs ont permis d'augmenter significativement le taux de matière organique. Ces résultats sont en ligne avec ceux de Bado (2002) qui indiquent que les résidus lignifiés permettent d'apporter de la matière organique stable dans le sol. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Traoré et al., 2007a et Traoré et al., 2007b sur les sols du site d'étude. Les précédents ont permis de stabiliser le sol pour favoriser une bonne productivité des sols.

On note cependant une légère augmentation du taux d'azote dans les parcelles ayant reçues les légumineuses en année 1. Cette situation est probablement imputable à la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique par les légumineuses. Selon Bado, (2002), les légumineuses niébé et arachide permettent d'améliorer les teneurs en

azote du sol. Les résultats ont révélé la pauvreté des sols ferrugineux tropicaux en P assimilable quelque soit le précédent cultural. Le facteur précédent cultural a eu très peu d'influence sur la disponibilité en cet élément. Cependant le taux de P total est resté stable ce qui montre une fixation de cet élément par ce type de sols comme indique par plusieurs auteurs (Sing et al., 2007, Liu et al., 2010, Bado et al., 2012). Pour une alimentation adéquate, cet élément doit être apporté sous forme minérale au riz pluvial. Ceci confirme la pauvreté du sol du site d'étude en azote et en phosphore comme l'ont confirmé Compaoré et al., (2001); Traoré et al., (2001). Les résultats des sols montrent bien les avantages des précédents culturaux sur la productivité du riz pluvial cependant, pour certains éléments minéraux indispensables comme le phosphore, l'apport d'engrais minéraux reste la seule solution.

### Effets des précédents et des niveaux d'azote sur le rendement du riz pluvial

Les résultats indiquent un impact significatif du précédent sur les rendements



paddy avec une bonne performance des précédents niébé et arachide. Cette performance des précédents niébé et arachide serait imputable à leur capacité de fixation de l'azote ce qui a enrichi le sol en cet élément bénéfique pour l'alimentation azotée du riz subséquent. Plusieurs études ont démontré les capacités fixatrices de ces plantes (Toomsan et al., 2000 ; Okonji, et al., 2011). Okonji, et al. (2011), indiquent que les légumineuses dans la production de riz sont connues pour améliorer la teneur en éléments nutritifs du sol, ainsi que ses propriétés physiques et chimiques. Cette pratique pourrait permettre de réduire les coûts de production et de la dépendance vis-à-vis des engrais minéraux. Selon Bado (2002), un précédent niébé ou arachide équivaut à une application de 25 kg N/ha d'engrais minéral pour la culture suivante sur sols ferrugineux tropicaux dans la zone sud soudanienne du Burkina. Plusieurs travaux effectués par Okeleye et al. (2009) et Okonji et al. (2011) ont démontré l'avantage du niébé sur l'augmentation des rendements du riz subséquent dans les systèmes de cultures.

L'utilisation de doses croissantes d'azote (N0, N30, N60 et N90) a démontré la grande place de l'azote dans la nutrition minérale et partant sur l'augmentation des rendements du riz pluvial. Selon Wopereis et al. (2008), l'azote est incontestablement l'élément nutritif le plus important en riziculture. Les résultats statistiques confirment cela par la forte corrélation entre dose d'azote et rendements du riz paddy. Selon Fageria (2007) et Bandaogo (2010), l'azote augmente significativement les rendements du riz par l'augmentation des différents composants de rendement tels que le nombre de panicules, le poids de 1000 grains et la réduction du nombre de graines stériles. Plusieurs travaux dont ceux de Manzoor et al. (2006) et Meena et al. (2003) ont démontré l'effet positif des doses croissantes d'azote sur l'augmentation des rendements du riz. Oikeh et al. (2008) rapportent que les meilleurs rendements sur les NERICA ont été obtenus par les paysans utilisant les plus fortes doses de 120 kg N/ha pendant que des doses plus modérées de 60 kg N/ha utilisées par Mghase et al. (2010), ont

permi de doubler le rendement des NERICA par rapport au zéro apport d'azote. Haefele et al. (2013), indiquent que la déficience en azote est généralement considérée comme la principale cause de baisse des rendements en riziculture. Nos résultats sont en adéquation avec ces études et démontrent la grande importance de l'azote dans les besoins nutritionnels du riz, les plus faibles rendements étant obtenus dans les parcelles ne bénéficiant d'aucun apport en azote.

### **Effets du précédent culturel et des niveaux d'azote sur le poids de 1000 grains du riz paddy**

Le poids de 1000 grains du riz est l'une des principales composantes de rendement du riz (Fageria, 2007). Les précédents culturels n'ont pas eu d'effet statistiquement significatif sur ce paramètre. Les quantités d'azote fixé par les légumineuses n'ont pas été assez suffisantes pour entraîner des variations de poids. Par conséquent, au niveau des doses d'azote, on note une augmentation du poids de 1000 grains avec les doses croissantes. Le meilleur poids étant obtenu avec la dose la plus élevée de 90 kg N/ha. Selon Fageria (2007) et Chaturvedi (2005), l'azote augmenterait significativement cette composante du rendement chez le riz. Des travaux de Fageria et al. (2011), sur des doses croissantes d'azote, ont démontré que les meilleurs poids de 1000 grains de riz paddy étaient obtenus avec 154 kg N/ha. Ce seuil était de 175 kg/ha selon Manzoor et al. (2006). Le poids décroissait avec des doses plus élevées.

### **L'efficacité agronomique**

Des doses d'azote utilisées (N0, N30, N60 et N90), la dose de 60 kg N/ha s'est révélée la plus efficace sur le plan agronomique avec tous les précédents culturels. Les meilleures efficacités étant obtenues avec les précédents légumineux niébé et l'arachide qui sont respectivement 24,33 et 22,64. Sur le plan agronomique, les recommandations à l'issue de l'étude sur les quatre (04) doses d'azote, serait la dose de 60 kg N/ha qui est celle recommandée par le CERICI et approche celle de l'INERA actuellement vulgarisée au Burkina qui est de

76 kg/ha. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par Mghase et al. (2010) qui rapportent que les doses modérées de 60 kg/ha permettent de doubler le rendement des NERICA par rapport au zéro apport.

### Conclusion

De nos travaux, nous pouvons retenir que l'azote est un élément déterminant dans la nutrition et les rendements du riz paddy sur les sols ferrugineux tropicaux du Burkina ; l'utilisation des légumineuses dans les rotations comme culture précédente permettent d'accroître les rendements du riz pluvial strict comme culture subséquente. Les meilleurs rendements sont obtenus avec les précédents légumineuses niébé et arachide par rapport aux autres précédents qui fournissent plus de matière organique au sol ; les rendements du riz paddy augmentent en fonction des doses d'azote apportées et montrent l'importance de l'azote dans la nutrition minérale du riz. Les rendements les plus élevés ont été obtenus avec la plus forte dose de 90 kg N/ha ; des quatre doses d'azote utilisées, la dose de 60 kg N/ha est la dose agronomique la plus efficace pour tous les précédents culturaux utilisés. Les rotations n'ont pas eu d'effet significatif sur le poids de 1000 grains du riz ; cependant, avec les doses d'azote, celle de 90 kg N/ha donne le meilleur poids de 1000 grains. Le plus faible poids étant obtenu avec la dose de 0 kg N/ha.

Nous pensons que ce travail pourrait être complété avec l'utilisation de dose croissantes de fumure organique afin d'apporter les éléments nutritifs nécessaires à la plante à moindre coût pour des producteurs à revenus modestes et soucieux de la diversification de leur production.

### CONFLITS D'INTERET

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt pour ce manuscrit.

### CONTRIBUTION DES AUTEURS

AT a conduit de l'étude sur le terrain, collecté les données, fait l'analyse statistique des données et la rédaction du manuscrit ; KT, OT, BVB et BHN ont encadré, orienté l'étude et corrigé le manuscrit ; MPS a contribué à la correction du manuscrit.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs traduisent également leur gratitude :

- Au Programme GRN/SP de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles/ Station de Recherches de Farako-Bâ pour son soutien multiforme à la réalisation de cette étude.

- Au Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PAAAO) / WAAPP pour son soutien multiforme.

### REFERENCES

- Bado BV, Bationo A, Cescas MP. 2005. Assessment of cowpea and groundnut contribution to soil fertility and succeeding sorghum yields in the Guinean savannah zone of Burkina Faso (West Africa). *Biol Fertit Soils*, **43**: 171-176. DOI 10.1007/s00374-006-0076-7
- Bado BV. 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de doctorat du troisième (3<sup>ème</sup>) cycle, Université Laval du Québec; 148
- Bado BV, Lompo F, Bationo A, Segda Z, Sedogo MP, Cescas P, Mel VC. 2012. Nitrogen Recoveries and Yields Improvement in Cowpea sorghum and Fallow sorghum Rotations in West Africa Savannah. *Journal of Agricultural Science and Technology*, **B 2**: 758-767.
- Bagayoko M, Buerkert A, Lung G, Bationo A, Römheld V. 2000. Cereal/legume rotation effects on cereal growth in Sudano-Sahelian West Africa: soil mineral nitrogen, mycorrhizae and nematodes. *Plant and Soil*, **218**:103-116.
- Bandaogo A. 2010. Amélioration de la fertilité azotée en riziculture irriguée dans la vallée du Kou à travers la technologie du placement profond de l'urée super granulée, mémoire DEA UPB, 66p.
- Bationo A, Ntare BR. 2000. Rotation and nitrogen fertilizer effects on pearl millet, cowpea and groundnut yield and soil chemical properties in a sandy soil in the semi-arid tropics. *West Africa. J. Agric. Sci.*, **134**: 277-284. DOI: <http://dx.doi.org/>

- Bationo A. 1998. Fertilité des sols pour la production céréalière en zone sahélo-soudanienne et valorisation des phosphates naturels. *Cahiers d'Agricultures*, **715** : 316-371.
- BUNASOLS, 1986. Méthodes d'analyse physique et chimique des sols, eaux et plantes. Document technique n° 3: 48-128.
- Chaturvedi I. 2005. Effect of nitrogen fertilizers on growth, yield and quality of hybrid rice (oryza sativa). *Journal of Central European Agriculture*, **6**(4): 611-618.
- Compaoré E, Fardeau JC, Morel JL, Sedogo MP. 2001. Le phosphore biodisponible des sols: une des clés de l'agriculture durable en Afrique de l'Ouest. *Cahiers Agriculture*, **2**: 81-85. <http://prodinra.inra.fr/record/68051>
- DGPER. 2009. Analyse de la compétitivité de la filière riz local au Burkina Faso. Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques.
- Dickman SR, Bray HR. 1940. Colorimetric determination of phosphate. *Ind. Eng. Chem, Anal. Ed*, **12**: 665-668.
- Dicko M. 2005. Analyse du fonctionnement d'une parcelle de riz irriguée sur sol alcalin. Application à la gestion intégrée de la fertilisation azotée et du calendrier cultural dans le delta intérieur du fleuve Niger, Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, France, 153p.
- Fageria NK, Baligar VC. 2001. Lowland rice response to nitrogen fertilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **32**: 1405-1429. DOI: 10.1081/CSS-100104202
- Fageria NK, Moreira A, Coelho AM. 2011. Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. *Journal of Plant Nutrition*, **34**: 361-370. DOI: 10.1080/01904167.2011.536878
- Fageria NK. 2007. Yield physiology of rice. *Journal of Plant Nutrition*, **30**: 843-879. DOI: 10.1080/15226510701374831
- Haefele SM, Saito K, Ndiaye K, Mussegnug F, Nelson A, Wopereis MCS. 2013: Innovations for increasing rice productivity through improved nutrient use in Africa rice. In *Reaizing Africa's Rice Promise*, Wopereis MCS, Johnson DE, Ahmadi N, Tollens E, Jalloh A. (eds). CAB International: Wallingford, UK; 249-263.
- Hillebrand WF, Lundell GEF, Bright HA, Hoffman JI. 1953. *Applied Inorganic Analysis* (2nd edn). John Wiley & Sons, Inc : New York, USA ; 1034.
- INERA. 2008. Synthèse des tests PVS conduits en riziculture au Burkina Faso en 2006 et 2007. Convention ADRAO / INERA - PNUD, Burkina Faso, 30 p.
- Kaboré SP. 2011. La riziculture pluviale stricte, une contribution à l'accroissement de la production du riz au Burkina Faso., Mémoire de fin de cycle Ingénieur, UPB, 65p.
- Liu E, Yan C, Mei X, He W, Bing SH, Ding L, Liu Q, Liu S, Fan T. 2010. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma*, **158**: 173-180. doi:10.1016/j.geoderma.2010.04.029
- MAHRH. 2010. Stratégie nationale de développement de la riziculture au Burkina Faso, Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, Burkina Faso, 43p.
- Manzoor Z, Awan TH, Zahid MA, Faiz FA. 2006. Response of rice crop (super basmati) to different nitrogen levels. *J. Anim. Pl. Sci.*, **16**: 1-2.
- Meena SL, Surendra S, Shivay YS, Singh S. 2003. Response of hybrid rice (*Oryza sativa*) to nitrogen and potassium application in sandy clay loam soils. *Indian J. Agric. Sci.*, **73**(1): 8-11.
- Mgbase JJ, Shiwachi H, Takahashi H, Irie K. 2010. Nutrient deficiencies and their symptoms in upland rice. *J. ISSAAS*, **17**(1): 59-67.
- NEPAD. 2013. Pratiques et options politiques pour améliorer l'élaboration et la mise en œuvre des programmes de subvention des engrais en Afrique subsaharienne. *Analyse de politiques publiques*, 93p.
- Oikeh S, Diatta S, Tsuboi T. 2008. Soil fertility and NERICA rice nutrition. In *NERICA: The New Rice for Africa- a*

- Compendium*, Somado EA, Guei RG, SO (eds). Africa Rice Center (WARDA): Cotonou, Benin; 75-82.
- Okeleye KA, Oikeh SO, Aderibigbe SG, Okonji CJ, Nwilene FE, Ajayi O. 2009. Influence of legume/rice sequence and nitrogen on NERICA rice in rainfed upland and lowland ecologies of West Africa. *Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI*. Paper 1423. (<http://repositories.cdlib.org/ipnc/xvi/1423>)
- Okonji CJ, Okeleye KA, Aderibigbe SG, Oyekanmi A, Sakariyawo OS, Okelana MAO, 2011. Effect of Cowpea Residue Incorporation and Nitrogen Application Rates on the Productivity of Upland Rice. *World Journal of Agricultural Sciences*, **7** (6): 710-717. DOI:10.5251/abjna.2011.2.12.1427.1436
- Singh M, Reddy SR, Singh VP, Rupa TR. 2007. Phosphorus availability to rice (*Oriza sativa* L.) wheat (*Triticum aestivum* L.) in a vertisol after eight years of inorganic and organic fertilizer additions. *Bioresour. Technol.*, **98**: 1474-1481. DOI: 10.1016/j.biortech.2006.02.045
- Toomsan BG, Cadisch M, Srichantawong C, Thongsodsang KE, Giller C, Limpinuntana V. 2000. Biological N<sub>2</sub> fixation and residual N benefit of pre-rice leguminous crops and green manures. *Netherlands J. Agric. Sci.*, **48**: 19-29. doi=10.1.1.11.2292&rep=rep1&type=pdf
- Traoré O, Koulibaly B, Dakuo D. 2007a. Effets comparés de deux formes d'engrais sur les rendements et la nutrition minérale en zone cotonnière au Burkina Faso. *TROPICULTURA*, **25**(4) : 200-203.
- Traoré O, Sinaj S, Frossard E. 2001. Disponibilité du phosphore de composts issus de déchets organiques pour le trèfle blanc (*Trifolium repens*). *Cahiers Agricultures*, **10**: 389-396.
- Traoré O, Traoré K, Bado BV, Lompo D J-P. 2007b. Crop rotation and soil amendments: impacts on cotton and maize production in a cotton-based system in western Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **1**(2): 143-150.
- Vlek PL, Byrnes BH. 1986. The efficacy and loss of fertilizer N in lowland rice. *Fertilizer Res.*, **9**: 131-147. DOI: 10.1007/BF01048699
- Walkley A, Black R N. 1934: An examination of the method Dedtjareff for determining soil organic matter and to proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, **37**: 29-38.
- Wopereis MCS, Defoer T, Idinoba P, Diack S, Dugué M-J. 2008. Curriculum d'apprentissage participatif et recherche action (APRA) pour la gestion intégrée de la culture de riz de bas-fonds (GIR) en Afrique subsaharienne: Manuel technique. Cotonou, Bénin: le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO), vi + 128 pp.