

Effets Du « Tang-Zèem » (Altérites Latéritiques) Sur La Productivité Du Riz De Bas-Fonds Dans La Zone Nord Soudanienne Du Burkina Faso

Sebgo Servienne^{1,2}, Traore Karim², Bazongo Pascal³, Coulibaly Kalifa¹

¹Nazi Boni University, Institute of Rural Development 01 BP. 1091 Bobo-Dioulasso 01 Burkina Faso.

²Institute of Environment and Agricultural Research (INERA), Department of Natural Resources Management and Production System, Farako-Ba. Soil Water Plant Laboratory, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

³Yembila Abdoulaye TOGUYENI University, High Institute for Sustainable Development, Fada N’Gourma, Burkina Faso.

Auteur Correspondant: Sebgo Servienne, servienne@gmail.com



Resume : L'amélioration de la productivité du riz en milieu tropical repose en grande partie sur une gestion efficace de la fertilisation et des mauvaises herbes. La présente étude a été conduite à travers un dispositif en split plot afin d'évaluer l'effet de différents traitements de fertilisation sur les paramètres de croissance et les rendements du riz, en présence ou pas d'herbicide, durant deux campagnes agricoles humides 2024 et 2025. Le facteur principal étudié, était composé de l'herbicide et le facteur secondaire était composé de la fertilisation. Les paramètres mesurés ont porté sur la hauteur des plantes, le nombre de talles, la biomasse aérienne, le rendement en paddy et l'indice de récolte. Les résultats montrent que la fertilisation exerce un effet hautement significatif ($p < 0,001$) sur l'ensemble des paramètres de croissance mesurés (hauteur des plantes et nombre de talles) et de rendement, tandis que l'interaction fertilisation $\times$ herbicide n'est pas significative. Les traitements F4 (« Tang-zèem » plus engrais minéraux) et F5 (compost plus engrais minéraux) se sont distingués par des hauteurs de plantes, des nombres de talles, des biomasses ainsi que des rendements en paddy significativement plus élevés que ceux observés pour les traitements (F1 : engrais minéral seul, F2 : « Tang-zèem » seul, F3 : compost seul) respectivement de (3529 ; 3556 ; 3707 kg/ha) et le témoin non fertilisé (F0) de 1735 kg/ha. Par ailleurs, l'indice de récolte est resté relativement stable pour les traitements et va de 0,2 pour l'année 2024 et de 0,19 pour l'année 2025, indiquant que l'augmentation du rendement est principalement liée à une amélioration de la production de biomasse. Dans l'ensemble, cette étude met en évidence le rôle central du « Tang-zèem » comme fertilisant local dans l'amélioration des paramètres de croissance et des rendements du riz, indépendamment de l'application d'herbicide.

Mots-clés : « Tang-zèem », amendement local, herbicide, tallage, rendement, riz, Burkina Faso.

Abstract: Improving rice productivity in tropical environments largely depends on efficient management of fertilization and weeds. The present study was conducted using a split-plot design to evaluate the effect of different fertilization treatments on rice growth parameters and yields, with or without herbicide, over two consecutive wet growing seasons in 2024 and 2025. The measured parameters included plant height, number of tillers, above-ground biomass, paddy yield, and harvest index. The results show that fertilization has a highly significant effect ($p < 0.001$) on all measured growth parameters (plant height and number of tillers) and yield, while the fertilization $\times$ herbicide interaction is not significant. Treatments F4 (« Tang-zèem » plus mineral fertilizer) and F5 (compost plus mineral fertilizer) were distinguished by significantly higher plant heights, tiller numbers, biomass, and paddy yields than those observed for the low-fertilizer treatments (F1, F2, F3), at (3529, 3556, and 3707) kg/ha, and for the unfertilized control (F0) of 1735 kg/ha. Furthermore, the harvest index remained relatively stable across treatments, ranging from 0.2 in 2024 to 0.19 in 2025, indicating that the increase in yield is primarily linked to improved biomass production. Overall, this study highlights the central role of organic and local fertilization in improving rice growth parameters and yields, regardless of herbicide application.

Keywords : « Tang-zèem », local organic fertilizer, herbicide, compost, yield, rice, mineral fertilizer.

I. Introduction

En Afrique subsaharienne, une des contraintes majeures à la productivité agricole reste la baisse progressive de la fertilité des sols [1]. Le Burkina Faso est fortement marqué par ce phénomène, dû aux effets néfastes des changements climatiques et aux mauvaises pratiques agricoles de gestion de la fertilité des sols [2]. Les rendements des spéculations les empêchant d'atteindre leurs rendements potentiels. En outre, la production du riz est confrontée à plusieurs contraintes parmi lesquelles, la pauvreté des sols, les pratiques agricoles inadaptées, le faible niveau technique et technologique des producteurs ainsi que des épisodes agro météorologiques extrêmes de sécheresse et d'inondations et une mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluviométrie [3]. Les pratiques agricoles inadaptées de gestion des mauvaises herbes constituent également un facteur limitant la production du riz [4]. Les mauvaises herbes entrent en compétition avec les cultures pour l'eau, les éléments nutritifs et la lumière. Face à ces défis d'amélioration des rendements agricoles, plusieurs études ont été menées en vue d'identifier des pratiques adaptées de gestion de la fertilité des sols d'une part et de lutte contre les mauvaises herbes [5] d'autre part. Certaines études ont mis en évidence l'efficacité des engrais organiques, organo-minéraux ainsi que des amendements naturels tels que le Burkina phosphate, la dolomie sur l'amélioration des rendements des cultures et des propriétés physico-chimiques des sols. Les travaux de [6] ont montré que le compost de *Jatropha curcas* L. associé à la fumure minérale permettait d'augmenter le rendement grain du maïs par rapport à l'utilisation exclusive de la fumure minérale. De même, [7] ont montré l'effet positif de l'apport de la dolomie rose de Kimpese et de la parche de café sur les indicateurs de la fertilité des sols. D'autres auteurs se sont intéressés à d'autres types de compost, à différentes formulations du Burkina phosphate, à la dolomie et ont obtenu des résultats satisfaisants en matière d'amélioration des rendements et des propriétés physico-chimiques des sols [8]. Toutefois, dans une dynamique de diversification des sources d'amendements, un amendement naturel, le « *Tang-zêem* » peu ou pas encore documenté scientifiquement est utilisé par des producteurs de la localité du Boulkiemdé dans la région de Nando. Cette pratique d'utilisation de « *Tang-zêem* » s'accompagne d'un emploi d'herbicides. C'est dans ce cadre que s'inscrivent ces travaux de recherche dont l'objectif de la présente étude était d'analyser les effets combinés de la fertilisation organique et naturel, notamment le « *Tang-zêem* » et de l'herbicide bensulfuron-méthyle, ainsi que de leur interaction, sur les paramètres de croissance et de rendement du riz.

II. Méthodologie

2.1. Zone d'étude

Les travaux ont été conduits au niveau du périmètre irrigué du monastère des bénédictins dans la commune rurale de Koubri, située dans la région du Kadiogo au Burkina Faso. Le site est à environ 25 km de Ouagadougou avec pour coordonnées N 12°13' 23.2" et W 1° 21' 03.8" . La Figure 1 donne la localisation du site.

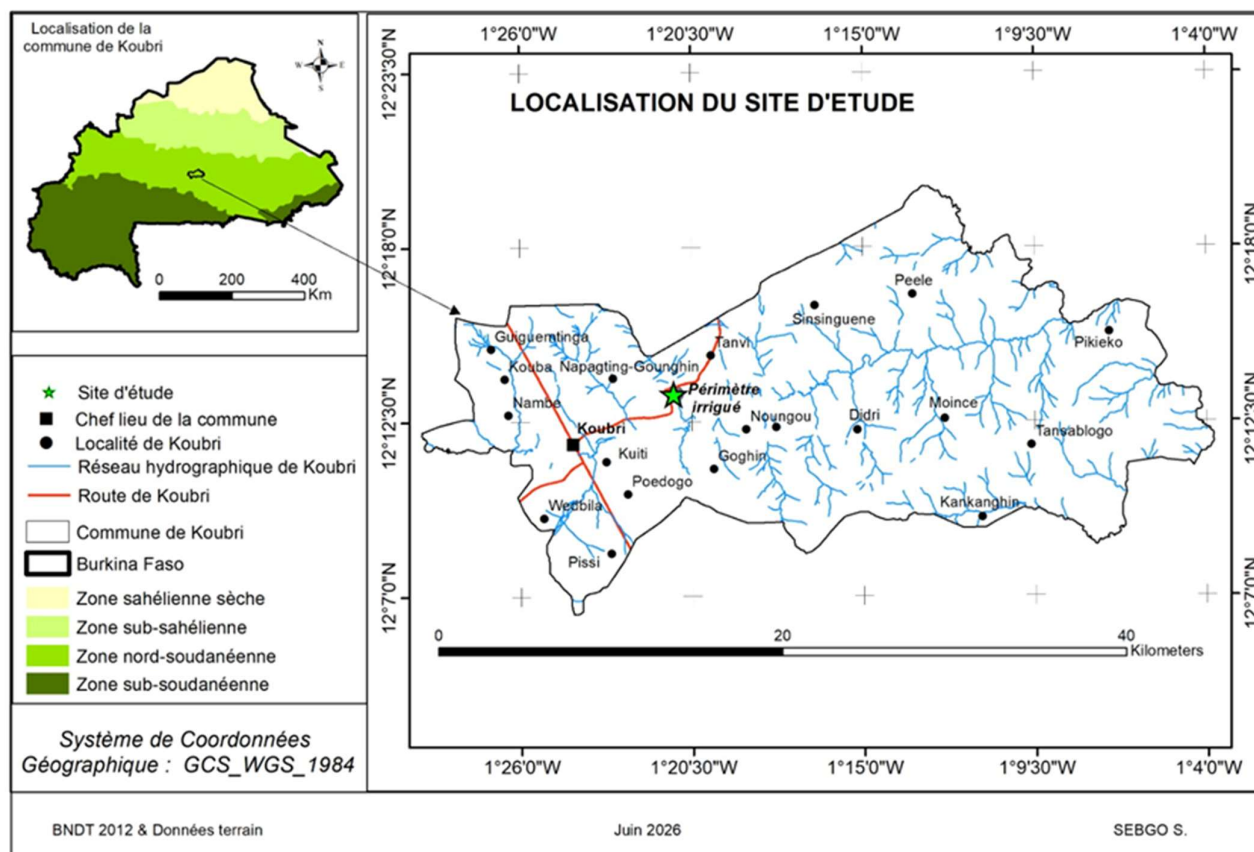


Figure 1 : Localisation du site d'étude

La zone d'étude se situe dans la zone Nord soudanienne caractérisée par deux saisons distinctes dont une saison sèche relativement longue de 7 à 8 mois qui va de mi-octobre à

mi-juin et une saison des pluies plus courte qui va de mi-juin à mi-octobre, avec un pic des pluies observé au cours du mois d'août. La pluviométrie a été relevée par la station synoptique de Ouagadougou sur la période de 2015 à 2024. L'année la plus arrosée fut 2024 avec 1 012,5 mm et 2023 la moins arrosée avec 816,5mm (ANAM, 2025).

L'évapotranspiration potentielle (ETP) mensuelle a été relevée par la station synoptique de Ouagadougou pour la période allant de 2015 à 2024.

Les températures moyennes varient de 16,92°C à 40,7°C (ANAM, 2025). Elles sont marquées par des périodes de basses températures (16°C à 26°C) couvrant les mois de novembre à février et une température chaude (32°C à 42°C) dont la plus longue période va de mars à mai et la petite période enregistrée en octobre (ANAM, 2025).

2.1.1. Sols du site d'essai

Une caractérisation du site d'étude a été réalisée avant la mise en place de l'essai afin d'identifier le type de sol. Le sol étudié est localisé en bas de pente, sur une pente faible (1%). Ce sol appartient à la classe des sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphes

selon la classification CPCS correspondant à un fluvisol gleyique ferrique selon la base de référence mondiale pour les ressources en sols 2015. La texture est limoneuse.

Le tableau 1 indique que le sol est moyennement riche avec un pH légèrement bas.

Tableau 1 : résultats analytiques du sol de l'essai

Carbone et matière organique								Bases échangeables en méq/100g							Réaction du sol
MO (%)	C total (%)	N total (%)	Pas s (pp m)	P. total (pm)	P. disp (pp m)	P. total (p)		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	T	S/T (%)	pH eau
1,0	0,6	0,149	8,5	209,78	84,8	3693,19		4,0	1,3	0,3	0,1	5,8	10,	56	5,3
50	61		1		3			7	5	1	3	6	40		

2.1.2. Végétation

La végétation est une savane arborée caractérisée par la présence des espèces suivantes : *Acacia nilotica* L., *Ficus sur Forssk.*, *Khaya senegalensis* (Desr.) A.Juss., *Mangifera indica* L., *Andropogon gayanus*.

2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est le riz (*Oryza sativa* (L)) plus précisément la variété TS2. Produit en système irrigué ou de bas-fond, son cycle semis-maturité est de 120 jours avec un rendement potentiel de 6 à 7 t/ha (INERA, 2024). Les semences ont été obtenues dans la boutique de vente de semences de l'INERA Kamboinsé.

2.3. Herbicide

L'herbicide de post-levée (bensulfuron méthyl) avec une concentration de 100 g/kg a été utilisé. Il est sélectif du riz et a été acheté dans une boutique témoin de vente de pesticides de la commune de Koubri au et a été pulvérisé à la dose de 600 g/ha.

2.4. Fertilisants

Les fertilisants utilisés sont l'engrais minéral NPK 14-23-14 en raison de 200 kg/ha l'urée 46% N à la dose de 150 kg/ha et les fertilisants (« *Tang-zēm* » et fumure organique).

- Le « *Tang zïim* »

Le «*Tang-zēm* », nom local utilisé par les producteurs dans la commune de Kindi au Burkina Faso, et classé par les géologues comme une altérite de granite et de gabbro est un amendement local obtenu à partir de l'extraction des fonds de grottes de certaines collines, utilisé par les producteurs pour fertiliser les sols. Sa texture est équilibrée (LAS), avec des teneurs en éléments minéraux comme suit dans le tableau 2 :

Tableau 2 : Caractéristiques du «Tang-zèem »

Carbone et matière organique								Bases échangeables en méq/100g								Réaction du sol
M	C	N total	Pass	P. total	k.	k. total		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na	S	CE	S/T		pH
O	tot	(%)	(pp	pm)	(p	disp	(p	+	+	+	+		C	(%)		eau
(%	al		m)			o	pm)						(T)			
)	(%					(pp										
)	)					m)										
1,5	0,9	0,149	111,	209,78	707,	3693,19		3,0	1,32	1,	0,5	6,	8,8	72		3,66
84	19		34		06			9		40	4	35	0			

- La fumure organique

Le compost utilisé dans l'expérimentation était du Super Teng-Noogo enrichi avec du Burkina phosphate et de la dolomie. Les caractéristiques du compost du Super Teng-Noogo sont résumés dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Caractéristiques du compost Super Teng-Noogo

Paramètre	Teneur
pH eau	8,4
MO	51,7%
N total	1,8%
C/N	19
P total	2,2%
K total	2%
CaO	3%
MgO	2%

2.5. Méthodes

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était un split-plot à quatre (04) répétitions avec l'herbicide comme facteur principal comprenant deux modalités et les options de fertilisation comme facteurs secondaires (six options). Les parcelles élémentaires sont séparées par des diguettes afin d'éviter le transfert des nutriments d'une parcelle à l'autre. Leur taille était de 3 m x 4 m (12m²). Une allée de deux mètres est laissée entre répétitions et un mètre à l'intérieur de chaque répétition séparant les modalités du facteur principal.

Tableau 4 : composition des traitements du dispositif

Objets du facteur principal (herbicide)	Description
H0	Témoin sans herbicide
H1	Herbicide post-levée à la dose de 600 g/ha
Objets du Facteur secondaire (fertilisation)	-
F0	Témoin absolu sans fertilisation
F1	NPK (200 kg/ha) + urée (150 kg/ha)

F2	« Tang-zêem » (10 t/ha)
F3	Compost (10 t/ha)
F4	« Tang-zêem » (10 t/ha) + NPK (200 kg/ha) + urée (150 kg/ha)
F5	Compost (10t/ha) + NPK (200 kg/ha) + urée (150 kg/ha)

2.5.2. Mise en place, suivi et entretien de l'essai

● Mise en place de la pépinière

Une pépinière d'une superficie de 50 m² a été aménagée à proximité de la parcelle expérimentale. Le sol a d'abord été labouré manuellement puis affiné par émiettement suivi d'un planage afin d'assurer une bonne répartition de l'eau et une levée homogène. Une quantité de 4 kg de semence de riz de variété TS2 a été semée puis recouverte d'une fine couche de paille pour éviter le déterrement des semences par les oiseaux granivores. La paille est retirée lorsque les plantules commencent à bien émerger.

● Préparation du terrain et repiquage

La préparation du sol a débuté par un labour mécanique réalisé à l'aide d'un tracteur. Cette opération a été suivie d'un nivellement manuel en vue d'aplanir la surface. Par la suite, des diguettes ont été aménagées. L'épandage des fumures de fond notamment le « Tang-zêem » et le compost a été effectué sur les micro-parcelles concernées. Cette opération a été succédée par le repiquage à raison de deux plants par poquet, avec un espacement de 20 cm x 20 cm.

● Entretien et fertilisation

Deux semaines après repiquage, l'engrais minéral NPK a été appliqué à la volée. La dose était de 200 kg/ha soit 0,24 kg par micro parcelle concernée. L'herbicide a été appliqué juste après à raison de 0,72g par micro parcelle concernée. L'urée a également été appliquée en deux fractions à la dose de 150 kg/ha soit deux fois 0,09 kg par micro parcelle concernée au 30^{ème} et au 45^{ème} jour après repiquage.

2.5.3. Collecte des données de croissance et de rendement du riz

Les données concernant la hauteur et le nombre de talles ont été collectées régulièrement à chaque deux semaines du 28^{ème} jour au 98^{ème} jour après quoi ?? car à cette période, la croissance est plus stable et représentative de l'effet réel des traitements. Avec une règle graduée, la hauteur a été mesurée de la base des plantes au sommet des panicules sur cinq (05) plantes choisies au hasard par parcelle élémentaire étiquetées à cet effet. Quant au nombre de talles, il est évalué par comptage de tous les talles sur les mêmes plants étiquetés et sur les mêmes période et fréquence de collecte de la hauteur.

Le taux de croissance relative en hauteur (TCRh) a été calculé selon la formule utilisée par Theodore et al. (1997) suivante : (hauteur au 56^{ème} jour – hauteur au 28^{ème} jour) / (temps au 56^{ème} jour – temps au 28^{ème} jour). Il en est de même pour le 84^{ème} jour et le 56^{ème} jour. TCRh avec t = durées de traitement en jours (d), et les indices 1 et 2 = hauteurs initiale et finale.

Pour les rendements, la récolte a été réalisée manuellement par parcelle élémentaire sur chaque carré de rendement de 1m² puis séché et pesé à la balance électronique. Le rendement (kg. ha-1) a été évalué à partir de ces poids obtenus. La formule suivante a été utilisée :

Rendement en paddy (ou biomasse) kg/ha = (Pp ou Pb /m²) × 10000 m²

Avec Pp = Poids paddy en kilogramme (kg) ; Pb = Poids biomasse en kilogramme (kg).

2.5.4. Analyses statistiques des données

Les données issues de l'expérimentation ont été préalablement saisies et organisées sous Microsoft Excel, puis importées et analysées à l'aide du logiciel R. Les analyses de variance ont été réalisées à l'aide des packages lme4, lmerTest, emmeans. La normalité des résidus a été vérifiée à l'aide du test de Shapiro-Wilk et l'homogénéité des variances a été évaluée à l'aide du test de

Levene. La comparaison des moyennes a été réalisée en utilisant le test de Tukey. L'ensemble des tests statistiques a été interprété au seuil de signification de 5 %.

III. RESULTATS

3.1. Effet des traitements sur la hauteur des plantes et le nombre de talles du riz

Les résultats (tableau 5) montrent que l'interaction fertilisation $\times$ herbicide n'est pas significative ($p \geq 0,05$) pour la hauteur des plantes aussi bien en 2024 qu'en 2025 et quelle que soit la date d'observation. Cela indique que l'effet de la fertilisation est indépendant de l'application ou non de l'herbicide. Cependant, malgré l'absence d'interaction significative, on observe des différences significatives entre traitements de fertilisation. Les traitements F4 (« Tang-zêem » + engrais minéral) et F5 (compost + engrais chimique) présentent les hauteurs de plantes les plus élevées (en 2024) et (57-103 cm pour F5). Quant aux traitements F0 (témoins), F2 (« Tang-zêem » seul) et F3 (compost seul), ils enregistrent les valeurs les plus faibles allant respectivement de 36-86 cm, 40-83 cm et de 38-88 cm pour F0 ; F2 et F3 du 28^{ème} au 84^{ème} jour après repiquage en 2025, traduisant une croissance végétative limitée. Ces tendances sont cohérentes sur les deux années.

Tableau 5 : Hauteur des plantes du riz

Traitements Dates d'observations	Hauteur des plantes (cm) en 2024			Hauteur des plantes (cm) en 2025		
	28 JAR	56 JAR	84 JAR	28 JAR	56 JAR	84 JAR
F0	40,02 $\pm$ 1,67 a	67,71 $\pm$ 1,67 a	86,24 $\pm$ 1,67 a	36,09 $\pm$ 1,67 a	63,78 $\pm$ 1,67 a	82,31 $\pm$ 1,67 a
F1	54,58 $\pm$ 1,67 b	82,27 $\pm$ 1,67 b	100,8 $\pm$ 1,67 b	50,66 $\pm$ 1,67 b	78,34 $\pm$ 1,67 b	96,87 $\pm$ 1,67 b
F2	41,5 $\pm$ 1,67 a	69,19 $\pm$ 1,67 a	87,72 $\pm$ 1,67 a	37,58 $\pm$ 1,67 a	65,26 $\pm$ 1,67 a	83,79 $\pm$ 1,67 a
F3	42,47 $\pm$ 1,67 a	70,16 $\pm$ 1,67 a	88,68 $\pm$ 1,67 a	38,54 $\pm$ 1,67 a	66,23 $\pm$ 1,67 a	84,76 $\pm$ 1,67 a
F4	55,61 $\pm$ 1,67 b	83,3 $\pm$ 1,67 b	101,83 $\pm$ 1,67 b	51,68 $\pm$ 1,67 b	79,37 $\pm$ 1,67 b	97,9 $\pm$ 1,67 b
F5	57,5 $\pm$ 1,67 b	85,19 $\pm$ 1,67 b	103,72 $\pm$ 1,67 b	53,57 $\pm$ 1,67 b	81,26 $\pm$ 1,67 b	99,79 $\pm$ 1,67 b
Probabilité	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Signification	THS	THS	THS	THS	THS	THS
SH	47,75 $\pm$ 1,57	75,44 $\pm$ 1,57	93,97 $\pm$ 1,57	43,83 $\pm$ 1,57	71,51 $\pm$ 1,57	90,04 $\pm$ 1,57
AH	49,48 $\pm$ 1,57	77,16 $\pm$ 1,57	95,69 $\pm$ 1,57	45,55 $\pm$ 1,57	73,24 $\pm$ 1,57	91,76 $\pm$ 1,57
Probabilité	0,518	0,518	0,518	0,512	0,512	0,512
Signification	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Probabilité	0,513	0,830	0,937	0,963	0,608	0,351
Interaction						
Signification	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Interaction						

Note : Codes de significativité : THS = Très hautement significatif ($p < 0.001$), NS = Non significatif ($p \geq 0.05$). Les valeurs sont Moyenne $\pm$ erreur LSD avec lettres Tukey, AH : avec herbicide ; SH : sans herbicide ; F0 : témoins ; F1 : fertilisation avec engrais (NPK + Urée) ; F2 : fertilisation avec « Tang-zêem » seul ; F3 : fertilisation avec le compost seul ; F4 : fertilisation avec « Tang-zêem » + NPK + urée ; F5 : fertilisation avec compost + NPK + urée ; JAR : jour après semis

3.1.2. Nombre de talles en fonction de la fertilisation et de l'herbicide

Le Tableau 6 indique un effet très hautement significatif ($p < 0,001$) de la fertilisation pour le nombre de talles du 56^{ème} jour au 84^{ème} JAR sur les deux années, et un effet significatif (S) au 28^{ème} JAR pour les 2 campagnes. Les traitements F4 et F5 forment les groupes statistiques supérieurs aux traitements F0, F2 et F3. F1 présente des performances intermédiaires tandis que F0, F2 et F3

affichent les valeurs les plus faibles. L'application de l'herbicide n'a pas eu d'effet significatif sur le tallage du riz quelle que soit la date de mesure. L'interaction entre la fertilisation et l'herbicide n'a pas été significative.

Tableau 6 : Nombre de talles par plante

Traitements	Nombre de talles/poquet en 2024			Nombre de talles/poquet en 2025		
Dates d'observations	28 JAR	56 JAR	84 JAR	28 JAR	56 JAR	84 JAR
F0	5,4 ± 1,2 a	12,0 ± 2,1 a	15,4 ± 2,5 a	4,8 ± 1,1 a	10,5 ± 1,9 a	13,2 ± 2,3 a
F1	6,8 ± 1,5 ab	25,0 ± 3,4 c	30,6 ± 4,2 c	6,2 ± 1,4 ab	22,3 ± 3,1 c	27,5 ± 3,9 c
F2	6,0 ± 1,3 a	11,2 ± 2,0 a	12,6 ± 2,2 a	5,5 ± 1,2 a	9,8 ± 1,8 a	11,4 ± 2,0 a
F3	5,8 ± 1,4 a	16,6 ± 2,8 b	13,4 ± 2,6 a	5,3 ± 1,3 a	14,7 ± 2,5 b	12,1 ± 2,1 a
F4	7,2 ± 1,6 b	26,8 ± 3,6 c	32,1 ± 4,5 c	6,6 ± 1,5 b	24,1 ± 3,3 c	29,0 ± 4,1 c
F5	7,5 ± 1,7 b	28,5 ± 3,8 c	34,0 ± 4,8 c	6,9 ± 1,6 b	25,8 ± 3,5 c	31,2 ± 4,3 c
Probabilité	0,032	0	0	0,041	0	0
Signification	S	THS	THS	S	THS	THS
SH	6,2 ± 1,4	19,5 ± 3,2	22,6 ± 3,8	5,6 ± 1,3	17,2 ± 2,9	20,4 ± 3,5
AH	6,4 ± 1,5	20,1 ± 3,3	23,4 ± 3,9	5,8 ± 1,4	17,8 ± 3,0	21,1 ± 3,6
Probabilité/ herbicide	0,612	0,488	0,533	0,574	0,521	0,547
Signification	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Probabilité interaction	0,482	0,671	0,733	0,503	0,689	0,742
Signification	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Note : Codes de significativité : THS = Très hautement significatif ($p < 0,001$), NS = Non significatif ($p \geq 0,05$), S= significatif. Les valeurs sont Moyenne ± écart-type avec lettres Tukey, AH : avec herbicide ; SH : sans herbicide ; F0 : témoins ; F1 : fertilisation avec engrais (NPK + Urée) ; F2 : fertilisation avec «Tang-zêem » seul ; F3 : fertilisation avec le compost seul ; F4 : fertilisation avec « Tang-zêem » + NPK + urée ; F5 : fertilisation avec compost + NPK + urée. JAR : jour après semis

2.1.3. Taux de croissance de la hauteur des plantes

L'interaction entre la fertilisation et l'herbicide n'a eu aucun effet significatif sur le taux de croissance en hauteur des plantes sur toutes les années ($p \geq 0,05$). L'herbicide n'a pas eu d'effet significatif sur le taux de croissance des plantes en 2024 et en 2025 sauf du 28^{ème} au 56^{ème} JAR de 2025. Aussi, la fertilisation, elle n'est pas significative au 84^{ème} JAR de l'année 2024 mais reste hautement significative au 56^{ème} JAR des deux années et très hautement significative au 84^{ème} JAR de l'année 2025. (Tableau 7)

Tableau 7 : taux de croissance de la hauteur des plantes

Campagne Traitement	2024			2025		
	28 ^{ème} JAR	au 56 ^{ème} JAR	56 ^{ème} au 84 ^{ème} JAR	28 ^{ème} JAR	au 56 ^{ème} JAR	56 ^{ème} au 84 ^{ème} JAR
F0	0,51 ± 0,12 a		0,09 ± 0,08 a	0,52 ± 0,07 ab		0,28 ± 0,13 a
F1	0,66 ± 0,19 abc		0,13 ± 0,10 a	0,6 ± 0,05 b		0,47 ± 0,08 bc
F2	0,53 ± 0,15 ab		0,12 ± 0,04 a	0,46 ± 0,17 ab		0,36 ± 0,12 abc
F3	0,57 ± 0,13 abc		0,13 ± 0,09 a	0,45 ± 0,07 a		0,33 ± 0,08 ab
F4	0,83 ± 0,15 c		0,11 ± 0,07 a	0,59 ± 0,08 ab		0,45 ± 0,05 bc
F5	0,80 ± 0,29 bc		0,14 ± 0,10 a	0,59 ± 0,1 ab		0,49 ± 0,08 c
Probabilité	0,002		0,885	0,009		0,000
Signification	HS		NS	HS		THS
AH	0,67 ± 0,2 a		0,13 ± 0,08 a	0,57 ± 0,12 b		0,39 ± 0,12 a
SH	0,63 ± 0,23 a		0,11 ± 0,08 a	0,5 ± 0,09 a		0,4 ± 0,11 a
Probabilité	0,52		0,486	0,034		0,692
Signification	NS		NS	S		NS
Probabilité Interaction	0,612		0,29	0,6		0,58
Signification Interaction	NS		NS	NS		NS

Note : Codes de significativité : THS = Très hautement significatif ($p < 0,001$), HS : hautement significatif, NS = Non significatif ($p \geq 0,05$). Les valeurs sont Moyenne ± écart-type avec lettres Tukey, AH : avec herbicide ; SH : sans herbicide ; F0 : témoins ; F1 : fertilisation avec engrais (NPK + Urée) ; F2 : fertilisation avec « " Tang-zêem » » seul ; F3 : fertilisation avec le compost seul ; F4 : fertilisation avec « " Tang-zêem » » + NPK + urée ; F5 : fertilisation avec compost + NPK + urée. JAR

3.2. Effet des traitements sur le rendement du riz

Les résultats montrent que la fertilisation a un effet très hautement significatif ($p=0,000$) sur le rendement en paddy, la biomasse produite, et cela pour les deux années d'expérimentation. Les rendements les plus élevés sont obtenus avec F4 et F5 sur les deux années, suivis de F1, tandis que F0 et F2 enregistrent les rendements les plus faibles sur toutes les années. Par contre, en 2024 et 2025, les résultats d'analyse de variance (ANOVA) ont indiqué que l'herbicide n'a pas eu d'effet significatif au seuil de 5 % ($p > 0,05$) sur le rendement du riz. Quant aux indices de récolte, l'effet des traitements sont restés non significatifs en 2024 comme en 2025.

Le Tableau 8 présente l'impact de la fertilisation et de l'herbicide sur le rendement en paddy, la biomasse du riz et l'indice de récolte.

Tableau 8 : rendement du riz en paddy et en biomasse et indice de récolte

Traitements	Paddy (unité)		Biomasse (unité)		Indice de récolte	
Campagnes	2024	2025	2024	2025	2024	2025
F0	1735 324,3 a	± 687,3 533,8 a	± 5851,3 1297,4 a	± 5762,3 2181,6 a	± 0,30 ± 0,04 a	0,12 ± 0,09 a
F1	3529,3 476 cd	± 2481,5 540 cd	± 12462,6 1609,9 bc	± 12373,6 3032,8 bc	± 0,28 ± 0,03 a	0,20 ± 0,04 a
F2	2632,2 510,8 b	± 1584,5 453,3 b	± 10283,5 2043 b	± 10194,4 3876,8 b	± 0,26 ± 0,03 a	0,16 ± 0,04 a
F3	2905,6 401,7 bc	± 1857,8 390,7 bc	± 10583,3 1606,5 b	± 10494,2 2179,5 b	± 0,27 ± 0,03 a	0,18 ± 0,04 a
F4	3556,1 600,5 cd	± 2508,3 453,4 cd	± 14470,4 2402,1 c	± 14381,3 4784,3 c	± 0,25 ± 0,04 a	0,17 ± 0,05 a
F5	3707,1 592,6 d	± 2659,3 594,7 d	± 14860,1 2370,3 c	± 14771 5027,1 c	± 0,25 ± 0,04 a	0,18 ± 0,05 a
Probabilité	0,000	0,000	0,000	0,000	0,264	0,205
Signification	THS	THS	THS	THS	NS	NS
AH	3007,5 1132 a	± 1959,7 601,4 a	± 11550,7 4375,8 a	± 11461,6 5196 a	± 0,26 ± 0,05 a	0,17 ± 0,06 a
SH	3014,3 1078,8 a	± 1966,5 839,4 a	± 11286,4 4293,3 a	± 11197,3 4249 a	± 0,27 ± 0,05 a	0,18 ± 0,06 a
Probabilité	0,892	0,887	0,943	0,650	0,892	0,887
Signification	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Interaction	0.275	0.275	0.369	0.369	0.580	0.580
Signification	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Note : Codes de significativité : NS = Non significatif ($p \geq 0.05$). Les valeurs sont Moyenne $\pm$ SE avec lettres Tukey, AH : avec herbicide ; SH : sans herbicide ; F0 : témoin ; F1 : fertilisation avec engrais (NPK + Urée) ; F2 : fertilisation avec « Tang-zêem » seul ; F3 : fertilisation avec le compost seul ; F4 : fertilisation avec « Tang-zêem » + NPK + urée ; F5 : fertilisation avec compost + NPK + urée

IV. Discussion

Pour le facteur fertilisation, les traitements qui combinent le « Tang-zêem » + engrais et le compost + engrais, ont induit un effet significatif sur les paramètres de croissance et le rendement du riz, comparativement aux traitements qui n'apportent qu'un seul de ces fertilisants et le témoin sans fertilisation. Cette amélioration de la croissance végétative peut être attribuée à une meilleure disponibilité en éléments nutritifs essentiels, notamment l'azote, qui joue un rôle déterminant dans la division cellulaire et l'élongation des tissus végétaux [9], [10]. Ces montrent les meilleures performances, traduisant un effet synergique entre la matière organique et les engrais minéraux [11]. Les traitements utilisant uniquement des sources organiques (F3) ou locales (F2) présentent des performances intermédiaires ou faibles, probablement en raison d'une minéralisation lente des nutriments, insuffisante pour satisfaire les besoins du riz aux stades critiques de croissance [12]. L'absence d'interaction significative avec l'herbicide suggère que les doses appliquées n'ont pas exercé de stress phytotoxique notable, la nutrition minérale reste le facteur déterminant de la croissance. Des résultats similaires ont été rapportés par [13] et [14] sur les sols ferrugineux tropicaux, où l'amélioration de la fertilité du sol a un effet dominant par rapport aux pratiques de désherbage chimique. Le nombre de talles a également été fortement influencé par la fertilisation, avec des effets significatifs à très hautement significatifs selon les stades et les années. Les traitements

en fertilisants organique et local en association avec les fertilisants minéraux (F4 et F5), enregistrent les valeurs les plus élevées, suivies de F1, tandis que le témoin absolu (F0) et les traitements en fertilisant organique et local sans apport de fertilisants minéraux (F2 et F3) restent inférieurs. Le tallage étant une composante essentielle du rendement du riz, cette augmentation s'explique principalement par l'apport d'azote, qui stimule l'émission et la survie des talles. La disponibilité continue en nutriments dans les traitements combinés favorise une croissance soutenue et une meilleure expression du potentiel génétique des plantes. Cela corrobore les travaux de [15] qui ont montré que les traitements au lombricompost ont suscité un meilleur tallage, comparativement au témoin absolu et au traitement avec l'engrais minéral. L'augmentation progressive de la hauteur et du nombre de talles entre 28, 56 et 84 JAR reflète le développement normal du riz. Toutefois, les écarts entre traitements fertilisés et non fertilisés s'accroissent avec le temps, indiquant que les effets de la fertilisation deviennent plus marqués aux stades avancés. Cela suggère que les traitements les mieux fertilisés assurent une alimentation continue en nutriments, permettant de soutenir la croissance pendant toute la phase végétative et reproductive. Les résultats montrent un effet très hautement significatif de la fertilisation sur le rendement en paddy et la biomasse pour les deux années. Les traitements au compost et « *Tang-zêem* » (F5 et F4) enregistrent les rendements les plus élevés pour les deux années 2024 et 2025. Les travaux de [16] ont montré que l'utilisation des roches volcaniques notamment les pyroclastites basaltiques comme intrants agricoles naturels améliorent certains paramètres physico-chimiques de fertilité des sols ferrallitiques, notamment le pH, la capacité d'échange cationique (CEC), la quantité de bases échangeables et le taux de saturation. Les traitements combinant fertilisation organique et minérale (F4 et F5) présentent les meilleures performances, confirmant l'intérêt d'une gestion intégrée de la fertilité des sols. À l'inverse, les traitements faiblement fertilisés (F1, F2, F3) ou non fertilisés (F0) ont enregistré les performances les plus faibles, confirmant l'importance d'un apport adéquat en éléments nutritifs pour l'expression du potentiel productif du riz [17]. Contrairement aux autres paramètres, l'indice de récolte ne présente pas de différence significative entre les traitements. Cela indique que, bien que la fertilisation augmente la biomasse totale et le rendement en grain, la proportion de biomasse allouée aux grains reste relativement stable. Ce résultat suggère que la fertilisation agit principalement sur la production globale de biomasse plutôt que sur la répartition des assimilats entre les organes végétatifs et reproducteurs. L'herbicide n'a pas montré d'effet significatif sur la plupart des paramètres étudiés (hauteur, tallage, rendement, biomasse). Les différences observées entre traitements avec et sans herbicide restent faibles et statistiquement non significatives. Cela pourrait s'expliquer par une faible pression des adventices, une efficacité comparable des modalités de désherbage [18]. Toutefois, un effet significatif ponctuel a été observé pour certains paramètres intermédiaires, suggérant que l'influence de l'herbicide peut être contextuelle. L'absence d'interaction significative indique que les effets de la fertilisation et de l'herbicide sont indépendants [19]. La réponse des plants à la fertilisation ne dépend pas du type d'herbicide utilisé. Cela confirme que la fertilisation pourrait constituer le principal facteur déterminant de la performance agronomique. Les résultats obtenus mettent en évidence l'importance de la fertilisation, en particulier des approches combinant sources organiques et minérales, pour améliorer la productivité du riz. Dans les contextes de sols tropicaux souvent pauvres en matière organique, l'intégration de compost ou de « *Tang-zêem* » avec des engrais minéraux permet d'améliorer la fertilité du sol à court et long terme, d'optimiser l'efficacité des nutriments et de soutenir une production durable. Des observations similaires ont été rapportées par [20], indiquant que dans les sols pauvres d'Afrique de l'Ouest, l'amélioration de la fertilité du sol a un impact plus marqué sur les rendements que les pratiques de désherbage, à condition que celles-ci soient correctement maîtrisées.

CONCLUSION

La présente étude avait pour objectif d'évaluer l'effet des traitements de fertilisation sur les paramètres de croissance et les rendements du riz. Les résultats obtenus mettent en évidence le rôle déterminant de la fertilisation à base des ressources locales « *Tang-zêem* » dans l'amélioration des performances agronomiques du riz. Les traitements avec le « *Tang-zêem* » (F4) et le compost (F5) en association avec l'engrais minéral se sont distingués par des valeurs supérieures, traduisant une meilleure vigueur végétative et un rendement plus élevé comparativement aux autres traitements. Les résultats montrent que l'application de l'herbicide n'a pas d'effet significatif sur les paramètres de croissance et le rendement du riz. Il en est de même pour l'interaction entre la fertilisation et l'application d'herbicide qui n'a pas influencé significativement les paramètres mesurés. Globalement, cette étude montre que la fertilisation, qui combine un amendement et un engrais, constitue un facteur déterminant de la productivité du riz. L'étude montre également que le « *Tang-zêem* » est une ressource locale qui se comporte comme un amendement organique. Cependant, il serait

intéressant de faire une meilleure prospection sur la dose d'application du « *Tang-zêem* » en vue d'une meilleure connaissance et exploitation de ce fertilisant naturel.

REFERENCES

- [1] N. Ravonjariason, E. Penot, A. Albrecht, et T. Razafimbelo-Andriamifidy, « Savoirs locaux et stratégies paysannes autour de la fertilité des sols au lac Alaotra, Madagascar », 2018.
- [2] A. C. N. Bassolé et A. M. Ouedraogo, « Incidences du changement climatique sur les pratiques agricoles au nord du Burkina Faso », p. 1-212, 2019.
- [3] G. A. Kouton, « REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DES PLUIES EXTRÊMES DANS LE DEPARTEMENT DE L'ATACORA AU BÉNIN : TRAJECTOIRE ET VULNERABILITE DES ETABLISSEMENTS HUMAINS », Theses, Université d'Abomey-Calavi, 2022. Consulté le: 29 avril 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://theses.hal.science/tel-03854304>
- [4] B. I. Kamaguru, A. M. Djamba, A. M. Kankolongo, et M. N. Luwawa, « Les Perceptions Des Riziculteurs Sur Les Contraintes De Rendement Du Riz Dans Les Conditions Agro-Écologiques Des Périmètres Irrigués Insécurisés De La Plaine De La Ruzizi. », *Int. J. Agric. Policy Res.*, vol. 8, n° 1, p. 17-36, janv. 2025, doi: 10.47941/jap.2478.
- [5] A. M. Stuart *et al.*, « Agriculture without paraquat is feasible without loss of productivity—lessons learned from phasing out a highly hazardous herbicide », *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 30, n° 7, p. 16984-17008, févr. 2023, doi: 10.1007/s11356-022-24951-0.
- [6] P. Bazongo, K. Traore, B. Kientore, I. A. N. Da, A. Coulibaly, et O. Traore, « Effets du compost de *Jatropha curcas* L. et de la fumure minérale vulgarisée sur les propriétés chimiques du sol et des rendements du maïs (*Zea mays*) à l'ouest du Burkina Faso: Effects of compost of *Jatropha curcas* L. and popularized mineral manure on soil chemical properties and yields of maize (*Zea mays*) in Western Burkina Faso », *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 17, n° 5, p. 2025-2036, oct. 2023, doi: 10.4314/ijbcs.v17i5.20.
- [7] R. Koy Kasongo, P. Kanyankogote Mpagazehe, P. Disa Disa, G. Baert, et E. Van Ranst, « Amélioration des propriétés de charge de surface des sols fortement altérés de l'Hinterland de Kinshasa par application de la dolomie rose de Kimpese et de la parche de café », *CONGO Sci.*, vol. 9, n° 1, p. 17-31, 2021.
- [8] B. Koulibaly, O. Traoré, D. Dakuo, et P. N. Zombré, « Effets des amendements locaux sur les rendements, les indices de nutrition et les bilans culturaux dans un système de rotation coton-maïs dans l'ouest du Burkina Faso », *BASE*, janv. 2009, Consulté le: 29 avril 2026. [En ligne]. Disponible sur: <http://bibli-cloud15.segi.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=3586>
- [9] L. T. Rakotoson, « Etude des bases génétiques de l'efficience de l'utilisation de l'azote du riz pluvial (*Oryza sativa* L.) à Madagascar », thesis, Université d'Antananarivo, 2019. Consulté le: 28 avril 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://agritrop.cirad.fr/592136/>
- [10] B. Sidsi, C. Vounba, S. D. Basga, A. N. Nzeukou, M. Gountie Dedzo, et D. Tsozué, « Soil characteristics, land suitability and effect of trachyte and basalt rock powders on maize (*Zea mays* L.) growth and yield on Fluvisols in Cameroon's Sudano-Sahelian zone (Central Africa) », *SOIL*, vol. 12, n° 1, p. 55-78, janv. 2026, doi: 10.5194/soil-12-55-2026.
- [11] S. Hamadé, « Valorisation des glumes de mil pour l'amélioration de la gestion intégrée de l'eau et de la fertilité des sols en production maraîchère », *Afr. Sci. J.*, vol. 3, n° 33, p. 1262-1262, déc. 2025, doi: 10.5281/zenodo.18097237.
- [12] M. Dieng, « Effets de différentes doses de fertilisation organo-minérale sur les propriétés chimiques du sol, sur la croissance et le rendement du riz (*Oryza sativa* L.) à Balmadou (Casamance-Sénégal) », 2022, Consulté le: 28 avril 2026. [En ligne]. Disponible sur: <http://riversdusud.uasz.sn/xmlui/handle/123456789/1430>
- [13] P. Dugue, N. Andrieu, et T. Bakker, « Pour une gestion durable des sols en Afrique subsaharienne », *Cah. Agric.*, 2024, doi: 10.1051/cagri/2024003.

- [14] A. Bationo, « Évaluation de l'état de fertilité des sols et gestion intégrée de la fertilité des sols au Ghana | Lien Springer Nature ». Consulté le: 23 mars 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-58789-9_7
- [15] N. Stanislas et C. Mamadou, « Effets de la fertilisation aux lombricomposts sur les paramètres agronomiques du riz irrigué », 2026.
- [16] D. Nkouathio, P. Wandji, J.-M. Bardintzeff, P. Tematio, A. K. Dongmo, et F. Tchoua, « Utilisation des roches volcaniques pour la reminéralisation des sols ferrallitiques des régions tropicales. Cas des pyroclastites basaltiques du graben de Tombel (Ligne volcanique du Cameroun) », 2008.
- [17] K. Rahajaharilaza, « Evaluation de la pertinence des mélanges variétaux de riz pluvial (*Oryza sativa*) pour l'optimisation du rendement et la résistance aux contraintes du milieu », thesis, Université d'Antananarivo, 2024. Consulté le: 28 avril 2026. [En ligne]. Disponible sur: <https://agritrop.cirad.fr/612661/>
- [18] Y. Diatta, « Effets de la mycorhization et des amendements organiques sur la diversité floristique, le sol et le rendement du riz (*Oryza sativa* L.) en milieu salin (Casamance, Sénégal) », 2023, Consulté le: 27 janvier 2026. [En ligne]. Disponible sur: <http://rivieresdusud.uasz.sn/xmlui/handle/123456789/2173>
- [19] É. Nivelle, « Évaluation des effets de l'azote et des herbicides sur les indicateurs qualitatifs du sol dans des agrosystèmes contrastés », 2017.
- [20] F. Maraun, P. Dugué, et F. Ganry, « Amélioration de la fertilité du sol et réhabilitation des terres dégradées : dynamiques socio-techniques en zones sèches d'Afriques de l'ouest et du centre », 2007.