

Effet des fertilisants organiques et inorganiques sur la production de riz (*Oryza sativa*) pluvial cultivé à Beré au Tchad

[Effect of organic and inorganic fertilizers on the production of rainfed rice (*Oryza sativa*) grown in Beré, Chad]

Alain Ignassou Djinet¹, Kilya Souang¹, and Memti Mberdoum Guinambaye²

¹Ecole Normale Supérieure de Bongor, Département des Sciences de la Vie et de la Terre, BP 15 Bongor, Chad

²Université de N'djaména, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées BP 1117, N'djaména, Chad

Copyright © 2025 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: Inadequate use of mineral fertilizers causes leaching and impoverishment of soil which results in a considerable drop in yield. The use of organic fertilizers seems to be a reliable alternative to improve yield. The objective of the work is to evaluate the effect of goat waste at different levels in order to determine the optimal dose for better rice production. It also aims to verify the idea that mineral fertilizer modifies the organoleptic quality of food. For this the length of the plants was measured and the associated maximum growth speed was determined. The number of tillers per plot, the number of panicles per plot, the number of grains per tiller, the weight of grains per tiller were recorded and the yield was estimated. The results showed that the parameters studied were significantly influenced by the fertilizer inputs. Thus the highest height (77.33 cm) was observed in the plants having received the dose of 2.5 kg/m² of goat waste with the maximum growth speed of 5.11 cm per day reached on the 85th day after sowing. The same goes for the number of tillers per plot (336) and the number of panicles per plot (329.33). While the highest number of grains per tiller (1253), weight of grains per tiller (26.42) and yield were noted in plants treated with 10 g NPK and 5g Urea. In addition, the rice having been treated with goat waste is sweet (60 %) and presents a good floury appearance (86.67 %). The dose of 2 kg/m² of goat waste seem to be optimal for the cultivation of rain fed rice. Thus goat waste could validly replace mineral fertilizer in soil fertilization.

KEYWORDS: river rice, fertilizers, growth, yield, Chad.

1 INTRODUCTION

Le riz occupe une place importante dans l'alimentation humaine et nourrit plus de la moitié de la population mondiale. C'est la première céréale dans l'alimentation humaine au monde et la deuxième céréale mondiale après le maïs en terme de production et de superficie emblavée [1]. Le riz est une céréale de la famille de poacées ou graminée, cultivé dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes pour son fruit ou caryopses, riche en amidon [2]. La population mondiale vient de franchir le cap de huit milliards d'habitant et la production du riz sur le plan mondial est de 757 millions de tonnes en 2020 [3]. Cette production est réduite à 512,8 millions de tonnes pour la campagne agricole 2022/2023 [3]. Nourrir cette population sans utiliser les fertilisants semble une mission impossible. Au Tchad la culture du riz a été introduite dès l'époque coloniale et est cultivée dans les plaines du mayo kebbi –Est, de la Tandjilé, des deux Lognes et du moyen chari [4].

Tant bien que la culture du riz pluvial est pénible, coûteuse et dépendante de la pluviométrie, cette culture a drainé la majorité de la population dans le département de la tandjilé Centre en défaveur de la culture du coton, pour ses multiples avantages. La qualité du sol de cette localité et les méthodes de labour permettent la production de meilleure qualité du riz

sur le plan national sans distinction de variétés cultivées. Sur le plan économique, le prix du riz de Béré reste toujours élevé sur le marché national, compte tenu de sa qualité appréciée par les consommateurs.

Plus d'un demi-siècle de labour du riz, les rizières sont lessivés et appauvries. Les rendements sont de plus en plus faibles. Les sels minéraux moins abondants dans le sol ne favorisent pas la croissance, la talle et le développement du riz [5]. La fertilisation des champs par les débris organiques est mal connue dans le milieu. Les producteurs ont une préférence pour les engrais minéral, mais le prix des intrants est élevé, parfois ils sont aussi introuvables. Cela ne permet pas aux agriculteurs de s'en procurer facilement.

Pour cela, l'utilisation des engrais organique semble être une alternative fiable. Le riz de Béré autrefois apprécié par les consommateurs pour son goût et sa matière sèche. Peut-il encore être apprécié? Car les producteurs utilisent l'engrais minéral pour pouvoir à assurer le rendement.

L'objectif général du travail est d'évaluer l'effet de déchets des cabris à différents niveaux afin de déterminer la dose optimale pour une meilleure production de riz. Ceci avec l'espoir de suppléer à la longue l'utilisation d'engrais minéral. En outre, il vise aussi à vérifier l'idée, selon laquelle l'engrais chimique modifie la qualité organoleptique des aliments.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL

SITE D'ÉTUDES

Béré est situé entre Kélo et Lai; distant de 42 km de Kélo et 18 km de Lai. Béré est l'un des cinq départements de la province de la Tandjilé dont les coordonnées géographiques sont: 16°10'12"E et 9°27'36"N. Il est situé au Nord et à l'Ouest par la Sous-préfecture de Kolon, Département de la Tandjilé Ouest, au Sud par la Sous-préfecture de Bao, Département de Ngoukoussou, à l'Est par Lai chef lieu de la province. La population de ce département est essentiellement agricole. Béré est soumis à un type soudano-guinéen avec deux saisons: une saison sèche plus longue et une saison de pluie qui dure environ 5 mois. La température au cours de l'année oscille entre 17° et 40°C avec une moyenne de 28,90°C. Le sol de type sablo-argilo-limoneux est favorable à la riziculture. La pluviométrie annuelle de cette localité varie entre 1200 et 1600 mm. La plus grande surface cultivable est une plaine, la culture du riz y pratiquée (figure 1).

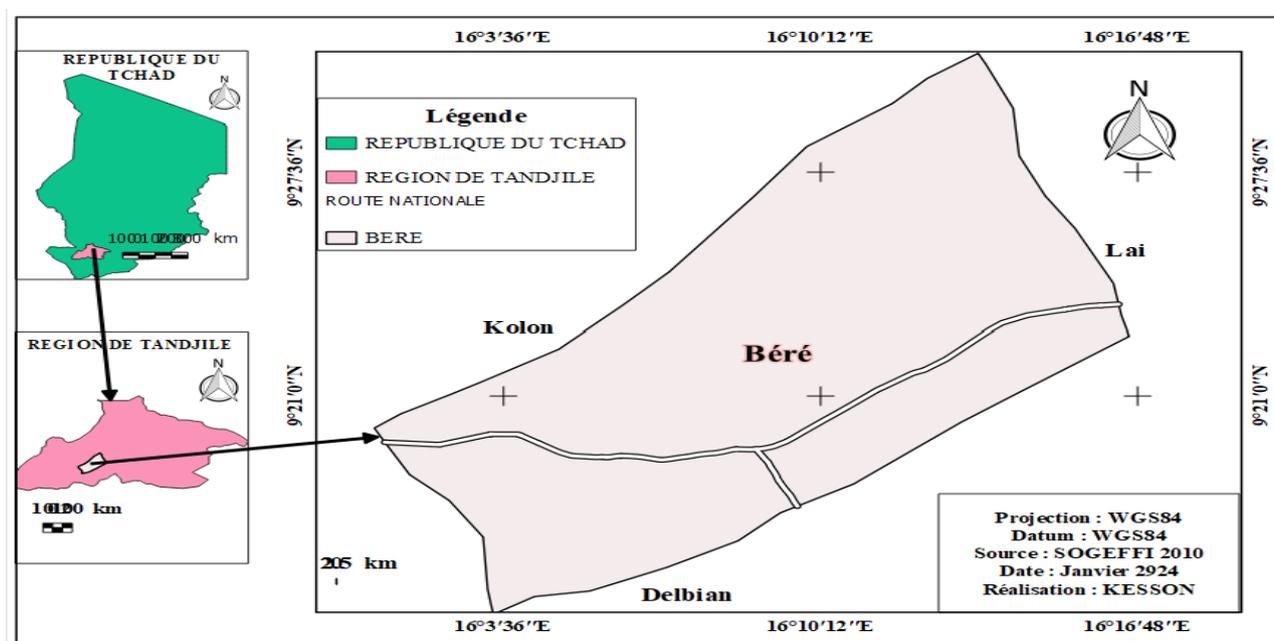


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude

MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal utilisé dans cette expérimentation est la semence de la variété de riz local dénommée "SK" par les populations de la localité. La. Cette variété de riz local présente les principales suivantes: La couleur roux du collet permet de la distinguer de riz sauvage, le développement rapide et son cycle court.

MATÉRIEL MINÉRAL UTILISÉ

Le NPK (20-10-10) et l'urée (46%) ont été utilisés comme engrais minéraux obtenus à l'ONDR de BERE.

MATÉRIEL ORGANIQUE UTILISÉ

Les déchets des cabris utilisés comme matière organique proviennent de l'enclos des éleveurs-agriculteurs de la place.

APPLICATION DES MATIÈRES ORGANIQUE ET MINÉRALE

La méthode de semis direct a été utilisée après le test germinatif. Les graines ont été semées directement sur la parcelle. Le déchet des cabris a été appliqué dans trois parcelles retenues au hasard dans chaque bloc selon les doses suivantes: Les parcelles témoins ont été notées (T0); les parcelles ayant reçu 1,5 kg au m² des déchets de cabris ont été notées (Tf1), les parcelles traitées avec 2 kg au m² des déchets de cabris ont été notées (Tf2), celles ayant reçu 2,5 kg au m² des déchets de cabris ont été notées (Tf3). L'application des différentes doses d'engrais chimiques (NPK et Urée) est la suivante : les parcelles ayant reçu 5g de NPK et 5g d'Urée au m² ont été notées (Teu1). Celles ayant reçu 7,5g de NPK et 5g d'Urée au m² ont été notées (Teu2) et enfin celles ayant reçu 10g de NPK et 5 g d'Urée au m² ont été notées (Teu3).

2.2 METHODES**DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL**

Le dispositif expérimental utilisé est celui d'un bloc de Fisher complètement randomisé comportant trois (3) répétitions sept (7) traitements. Chaque bloc compte neuf (9) parcelles élémentaires soit 27 parcelles pour l'expérimentation et. Le dispositif a une longueur de 20,20 m et une largeur de 6,40m soit une superficie de 129,28 m². La distance entre les blocs était de 50 cm et celle des parcelles élémentaires entre elles était de 20 cm. Une parcelle mesure 2 m X 2 m de côté soit 4m². Chaque parcelle élémentaire compte 13 lignes et 14 poquets par ligne soit 196 poquets par parcelle avec une distance d'inter poquet de 12,5 cm.

CONDUITE D'ESSAI

L'expérimentation a été conduite en saison des pluies (du 05 juillet au 14 Octobre 2023) dans un champ d'une superficie de 129,28 m².

- Préparation du champ expérimental.

La traction animale a été utilisée pour le labour du champ le 05/7/2023. Par contre le planage et la séparation des parcelles ont été faits manuellement à la houe.

- Amendement et semi des parcelles

Dans ce champ expérimental, 9 parcelles ont été amendé à raison de 3 parcelles par bloc avec des fertilisants organiques à différentes doses: Tf1=1,5 kg/ m² soit 15t/ha; Tf2=2 kg/ m² soit 20 t/ ha et Tf3= 2,5 kg/ m² soit 25t / ha. Le semi des 3 blocs de 27 parcelles a été fait le 08 Juillet 2023 en un seul jour. Le semi a été fait en ligne dans des poquets faits à l'aide de la houe. Avant de semer les grains, un test de germination a été fait au préalable après vannage de semences. Ce test de germination nous a servi d'assurance du pouvoir germinatif.

ANALYSE DES ÉCHANTILLONS DE SOLS ET DÉCHETS DES CABRIS

Les analyses des échantillons de sols et de déchet des cabris ont été faites à l'Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD) le 25/01/2024. Les analyses faites concernaient les paramètres physique et chimique. Des échantillons de sol ont été prélevés à une profondeur 0-20 cm à deux endroits différents du champ expérimental. Ils ont été

par la suite conservés dans les sachets. Par contre les déchets des cabris collectés ont été d'abord broyés puis tamisés et mis dans des sachets par dose.

MÉTHODES D'ANALYSE DU SOL

Les échantillons de sol prélevés ont été apportés au laboratoire pour déterminer la teneur en sable, argile et limon selon la méthode granulométrique.

MÉTHODES D'ANALYSE DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUE DES DÉCHETS DE CABRIS ET DE SOL.

Les échantillons de sol et les échantillons de déchets de cabris préalablement préparés ont été soumis aux analyses chimiques et physiques. Pour cela, plusieurs méthodes ont été utilisées. Ces analyses portaient sur la teneur en carbone (C%), en azote total (N%), en matière organique (MO), en phosphore assimilable (p.ass%), en potassium (K%), en calcium (Ca%), PH et la conductivité électrique.

Le pH a été déterminé par la méthode PH-mètre;

La Conductivité Electrique a été déterminé par la lecture direct sur le conductimètre;

Le Calcium a été déterminé par la méthode Palintest;

La matière Organique a été déterminé par la méthode de Walkey-black;

L'azote total a été déterminé par la méthode de Kjeldahl;

Le Phosphore assimilable a été déterminé par la méthode de Bray;

Le Potassium a été déterminé par la méthode de Photomètre à 520.

MESURE DU PARAMÈTRE MORPHOLOGIQUE

LA HAUTEUR DES PLANTS

La hauteur des plantes a été mesurée à l'aide d'un mètre Ruban. Le mètre ruban a été placé au collet jusqu'à l'extrémité apicale de la plante. Les mesures ont débuté deux semaines après la germination et elles s'effectuaient régulièrement toutes les semaines jusqu'à la maturité des panicules. Pour cela trois (3) pieds de riz ont été retenus au hasard dans chaque parcelle élémentaire soit au total 27 pieds par bloc et 81 pieds pour les trois blocs.

Les différentes mesures effectuées ont permis de déterminer la vitesse maximale de croissance de la plante selon la formule: $V=dl /dt$ exprimée en cm/jour

MESURE DES PARAMÈTRES AGRONOMIQUES

LE NOMBRE DE PANICULES PAR TOUFFE

La détermination du nombre des panicules par touffe au mètre carré de chaque parcelle issue des différents traitements des trois blocs a été faite. Pour cela trois plants de riz ont été choisis au hasard dans les parcelles élémentaires et étiquetés sur lesquels les panicules ont été comptées par la suite.

LE NOMBRE DE GRAINS PAR PANICULES

Les panicules préalablement comptées ont été récoltées puis étiquetées. En suite, le nombre des grains par panicules a été compté et noté.

LE NOMBRE DE GRAINS PAR TALLE

Des talles de pieds de riz ayant été choisis au hasard dans les parcelles élémentaires constituant les trois blocs ont été récoltées et étiquetées. Le nombre de grains a été compté et noté.

LE POIDS DE GRAINS PAR TALLE

Afin de bien évaluer le rendement en paddy par parcelle, les panicules des talles des parcelles ayant été choisies ont été récoltées. Les panicules ont été séchées puis égrainées. Les grains ont été pesés à la balance puis le poids a été noté. Le poids de grains par talle obtenu nous a permis de calculer le rendement de chacun des traitements.

DÉTERMINATION DE LA MATIÈRE SÈCHE

Les panicules à maturité ont été récoltées puis pesés et les poids ont été notés. Par la suite elles ont été séchées au soleil pendant trois jours puis pesés jusqu'à obtenir le poids constant. La matière sèche a été déterminée par la formule suivante:

$$\%H_2O = ((M_1 - M_2) / (M_1 - M_0)) \times 100\%$$

$$\%MS = 100 - \%H_2O$$

M_0 = poids du récipient à vide;

M_1 = poids du récipient contenant de la matière sèche;

M_2 = poids de l'ensemble récipient et matière séchée;

MS = matière sèche

ESTIMATION DU RENDEMENT

Le rendement en paddy a été estimé en ramenant la production parcellaire à l'hectare

TEST DE DÉGUSTATION

Les riz récoltés dans les parcelles selon les traitements ont été préparés séparément. Les préparations ont été présentées à 15 personnes choisies au hasard dans les ménages et sans distinction de sexe pour le test de dégustation. Les critères de test sont: bon et pas bon. Pour cela deux (2) éléments fondamentaux ont été retenus, il s'agit du goût sucré et l'aspect farineux.

TRAITEMENT ET ANALYSE STATISTIQUE DE DONNÉES

Les données collectées ont été saisies dans le tableur Excel et ont fait l'objet de traitement

à l'aide de logiciel XLSAT version 7.5.2. Ce qui a permis par la suite de faire des analyses de variance (ANOVA). Le test de comparaison des moyennes ont été effectués selon la méthode de Fisher au seuil de 5%.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 RESULTATS

Le tableau 1 présente le résultat de l'analyse granulométrique de l'échantillon du sol du site expérimental. Ce tableau montre que le sol est constitué de 68% de sable, 15,5% de limon et de 17% d'argile. Ainsi le sol est de type sablo-argilo-limoneux.

Tableau 1. *Résultat d'analyse de l'échantillon du sol.*

Sable	Limon	Argile
68 ± 1,41	15,5 ± 0,71	17 ± 1,14

Les résultats de l'analyse chimique et physique de l'échantillon de sol et des déchets de cabris sont présentés dans le tableau 2. Du tableau, on remarque que le taux des éléments minéraux tels que N(0,03%),P(357,6% mg/100gMS),Ca (75,1mg/100gMS),K(30 mg/100g MS) dans le sol est faible comparativement à celui des déchets des cabris soit respectivement 1,5% N,2647,75 mg /100g MS (P), 100,15 mg/100g MS (Ca) et 72,48 mg/100g MS (K). En outre le taux en éléments organiques dans le déchet des cabris est aussi supérieur à celui de l'échantillon de sol soit 1,23% (CO) et 2,22% (MO) contre 0,34% (CO) et 0,58% (MO). Par ailleurs, pour les éléments physiques, le déchet de cabris a une Conductivité Electrique (CE) plus élevée que

celle de l'échantillon de sol soit 16601,41µs/cm contre 130µs/cm. En ce qui concerne le pH, il est de 8,30 dans le sol alors que dans le déchet de cabris, il est de 8,65.

Tableau 2. Composition chimique de sols et déchet des cabris

Ph	CE (µs/cm)	CO (%)	MO (%)	Azote total (%)	P. ass. (mg/100gMS)	Ca (mg/100g MS)	K (mg/100gMS)
sol							
8,3±0,43	130±83,44	0,34±0,03	0,585±0,05	0,0305±0,0	357,6±9,62	75,1±0,14	30±7,07
Déchets de cabris							
8,65±03	1660±1,14	1,23±03	2,225±0	1,15±0,00	264775±4,60	100,15±0,21	72,48± 0,02

Légende: pH=Potentiel d'Hydrogène; CE=Conductivité Electrique; CO = teneur en Carbone; MO=Matière Organique; P.ass.= phosphore assimilable; Ca =Calcium; K =Potassium.

3.2 PARAMÈTRE MORPHOLOGIQUE

Le Tableau 3 présente la hauteur des plants de riz selon le traitement. Du tableau, on remarque que la hauteur de plants de riz varie de 59,11 à 77,33 cm. La plus grande hauteur a été notée chez le plant ayant reçu 2,5kg au m² de déchets des cabris (TF3). La plus faible hauteur a été observée chez le témoin (T0). Entre les traitements, il n'existe pas une différence significative au seuil 5%.

Tableau 3. Paramètres morphologiques

	F,Fisher	P. associé	T0	TEU1	TEU2	TEU3	TF1	TF2	TF3
HT	0,440	0,839	59 ,11 ^a	66,19 ^a	69,88 ^a	71,67 ^a	68,78 ^a	66,12 ^a	77,33 ^a

Légende: HT: hauteur de la plante; T0: témoin, TEU1: traitement avec 05g de NPK et 05g urée par m²; TEU2: traitement avec 7,5g de NPK et 05g d'urée p; TEU3: traitement par avec 10g de NPK et 05g d'urée par m²; TF1: traitement avec 1,5kg/m² de fumier; TF2: traitement avec 2kg/m² de fumier, TF3: traitement avec 2,5kg/m² de fumier

La figure 2 présente la vitesse de croissance maximale associée à la hauteur. La vitesse maximale de croissance varie de 3 à 5cm chez les plants traités avec les déchets de cabris comparativement à celle des plants traités avec les engrais qui varie de 2,8 à 3,7cm/jour et à celle de témoin qui varie de 2,5 à 3,4 cm/jour. La plus grande vitesse atteint est notée chez le plant ayant reçu 2,5kg de déchets des cabris (TF3) et elle se situe au 85^{ème} JAS. La plus faible vitesse est notée chez le témoin (T0) et elle se situe au 92^{ème} JAS.

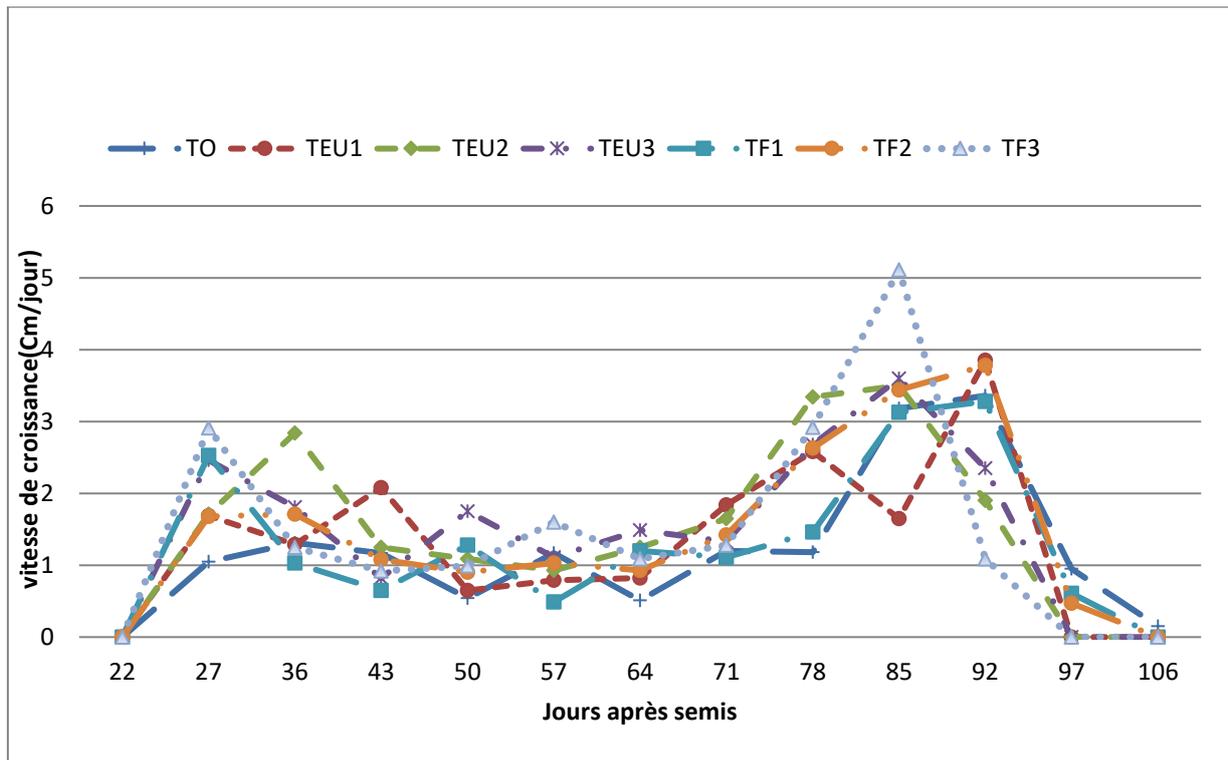


Fig. 2. Vitesse maximale de croissance du plant de riz (Cm/jour)

3.3 PARAMÈTRES AGRONOMIQUES

Le Tableau 4 présente les résultats des analyses statistiques des paramètres agronomiques. Il s'agit du nombre de tige par parcelle, le nombre de panicules par parcelle, le nombre de grains par talle, le poids de grains par talle et le rendement. Il ressort du tableau que les paramètres étudiés ont été significativement influencés par les doses des fertilisants organiques et minéraux apportés.

Le nombre de tige par parcelle a varié de 171,50 à 336. Le traitement avec les déchets de cabris (TF3) a donné le meilleur résultat (336,00) comparativement aux autres et au témoin.

Le nombre de panicules par parcelle (NP/P) a varié entre 171,50 et 329,33. Le traitement TF3 a donné un nombre de panicule élevé (329,33) comparativement aux autres et au témoin (171,00). Il existe entre les traitements une différence significative ($p=0,055$). Mais les valeurs obtenues pour les autres parcelles traitées avec les engrais ne sont pas significativement différentes de celles des parcelles traitées avec les déchets de cabris.

Le nombre de grain par talle (NG/T) a été obtenu dans la parcelle (TEU3) ayant reçue 10g soit 1756, 67 comparativement au TF3 ayant reçu 2,5 kg de déchets de cabris soit 1253,00 et au témoin ($T_0=345,00$). Entre les traitements il existe une différence significative ($p=0,036$).

Le poids de grains par talle (PG/T), a varié de 6,82 à 40,04 ou $TEU3=40,04$ et le témoin $T_0=6,82$). Le poids le plus élevé a été observé chez les plants issus traités avec l'engrais. Par contre, le poids le plus faible a été noté chez les plants issus de la parcelle témoin. Il existe une différence significative entre les traitements ($p=0,008$).

Le rendement (Rdt.) a varié selon le traitement. Il a varié de 407,93 à 2492,21 kg/ha. La valeur la plus élevée a été enregistrée chez les plants issus des parcelles ayant reçues 10g d'engrais minéral et la plus faible valeur a été notée chez les plants des parcelles témoins. Entre les traitements, il existe une différence significative ($p=0,028$).

Tableau 4. Paramètres agronomiques

	F. Fisher	P. associée	T0	TEU1	TEU2	TEU3	TF1	TF2	TF3
NT/P	3,603	0,025	171,50 ^a	280,67 ^a	291,67 ^a	316,33 ^a	278,67 ^a	312,00 ^a	336,00^a
NP/P	2,827	0,055	171,50 ^b	269,00 ^a	291,67 ^a	316,33 ^a	278,67 ^a	315,00 ^a	329,33^a
NG/T	3,243	0,036	345,00 ^c	976,00 ^{bc}	944,67 ^{bc}	1756,67 ^a	891,67 ^{bc}	1477,33 ^{ab}	1253,00 ^{ab}
PG/T	4,930	0,008	6,82 ^c	17,01 ^{bc}	19,08 ^{bc}	40,04 ^a	16,31 ^{bc}	30,34 ^{ab}	26,42 ^{ab}
Rdt.	3,481	0,028	407,93 ^c	1171,10 ^{bc}	1126,16 ^{bc}	2492,21 ^a	1277,23 ^{bc}	1820,73 ^{ab}	1522,67 ^{ab}

Légende: Les chiffres ayant la même lettre en exposant ne sont pas significativement différents. HT: hauteur de plant; NT/P: nombre de talle par parcelle; NP/P: nombre de panicule par parcelle; NG/T: nombre de grains par talle; PG/T: poids de grains par talle; Rdt: rendement; T0: témoin; TEU1: traitement avec 05g/m² de NPK et 05g/m² d'urée; TEU2 traitement avec 7,5g/m² de NPK et 05g/m² d'urée; TEU3 traitement avec 10g/m² de NPK et 05g/m² d'urée; TF1: traitement avec 1,5kg/m² les fumiers; TF2: traitement avec 2kg/m² de fumier; TF3: traitement avec 2,5kg/m² de fumier.

Le tableau 5 présente le résultat de test de dégustation. 66,12% des personnes ayant été soumis au test de dégustation ont déclaré que le riz n'ayant pas bénéficié d'un fertilisant quelconque a un bon goût, tandis que 60,50 % des personnes affirment que le riz ayant été soumis au traitement organique a un bon goût. S'agissant de l'aspect farineux (87,18 %) des goûteurs disent que le riz labouré avec les déchets de cabris a un bon aspect farineux comparativement au riz labouré avec l'engrais (66,78%) et au témoin (45,50 %). Pour les deux paramètres, les différences sont significatives entre les deux traitements. Entre le traitement avec le déchet de cabris et le témoin, l'écart n'est pas très grand. Cela peut s'expliquer que les fertilisants dans ces deux milieux sont les mêmes mais la teneur en sels minéraux n'est pas la même.

Tableau 5. Test de dégustation

		F. Fisher	P. associée	T0	TEU	TF
Sucré	Bon	2421,189	0,0001	66,12 ^a	19,50 ^c	60,50 ^b
	Pas Bon	0,970	0,50	31,33 ^a	60,50 ^a	36,43 ^a
Farineux	Bon	791,22	0,0001	45,50 ^c	66,78 ^b	87,18 ^a
	Pas Bon	0,50	0,63	53,33 ^a	23,91 ^a	33,69 ^a

4 DISCUSSION

Les paramètres étudiés ont été significativement affectés par les fertilisants apportés au sol.

La hauteur des plants a varié selon le traitement. La hauteur des plants des parcelles ayant reçu 2,5 kg/m² de déchets de cabris est plus élevée comparativement à celle ayant aussi reçu (10 g NPK et 5 g d'urée) et le témoin. Une bonne croissance et un bon développement de riz son liés à un certain nombre de facteurs abiotiques parmi lesquels le pH et la texture du sol. Le résultat de l'analyse a montré que le sol est basique (pH = 8) et contient 17% d'argile. Cette hauteur notée chez les plants issus des parcelles traitées avec les déchets de cabris peut être liée à la quantité importante d'azote contenu dans le déchet de cabris (1,15%). Ce déchet aurait subi une minéralisation pour libérer dans le sol une quantité d'azote suffisante et assimilable par la plante. Outre, le déchet de cabris a une conductivité électrique (CE) importante (1660 µs/cm) comparativement à l'échantillon du sol du site expérimental (130 µs/cm). L'apport de déchet de cabris aurait certainement modifié sa conductivité électrique favorisant ainsi la disponibilité des ions organiques. [6] qui ayant travaillé sur l'évolution de la matière organique du sol calcaire en méditerranée après application de fortes dose d'amendement organique ont montré que l'augmentation de la conductivité électrique des traitements amendés entraine systématiquement celle du sol après apport des doses d'amendement organique. [7] en travaillant sur le riz ont montré que l'augmentation des quantités d'azote améliorerait considérablement la croissance végétative de la plante. Cette idée corrobore celle de [8]. Ces auteurs ont montré que la bouse de vache est un bon fertilisant, elle améliorerait la hauteur et le diamètre au collet de l'Aubergine (*Solanuma ethiopicum L.*)

cultivé à Bongor. En outre, [9] a obtenu un résultat similaire lorsqu'il a fait une étude comparée sur les effets du mode cultural et de la fertilisation organo-minérale sur les propriétés chimiques du sol, la croissance et le rendement de riz en sol sulfatés acides en Basse-Casamance au Sénégal. L'auteur a montré aussi que la fertilisation organo-minérale améliorait la croissance et le rendement de riz en sol sulfaté.

En outre, le nombre de tige par parcelle dépendait du nombre de talle dans une parcelle. Dans cette expérimentation, le tallage a commencé au 20^{ème} jour après semis et s'est terminé à la montaison. Le milieu (qualité de sol et sa teneur en fertilisants) sur lequel le plant s'était développé peut considérablement influencer sur le tallage. [10] en faisant une évaluation variétale sur le riz de plateau avec de l'engrais NPK, a déclaré que la durée de la phase de tallage pour une variété de cycle moyen à long est plus importante, de même que son aptitude à taller. Le nombre de tiges significativement élevé obtenu chez les plants traités avec les déchets de cabris témoigne l'importance de cette fumure. Les déchets des cabris dont le taux d'azote est plus élevé a favorisé un bon tallage que celui d'engrais. C'est pourquoi le nombre de tiges élevé (336,00) a été aussi noté chez les plants issus des parcelles ayant reçu 2,5 kg/m² de fumure organique, dépassant celui (316,33) du traitement avec l'engrais. Les fertilisants minéraux et organiques, riche en azote favorise le développement de talle autrement dit l'augmentation du nombre de tiges. Selon [11], en évaluant la fertilisation minérale et organiques sur le rendement du piment (*Capsicum annuum L.*) déclare que les apports en fumures organiques ne rendent pas immédiatement disponible et facilement accessibles les éléments nutritifs qu'ils contiennent pour la plante, mais plutôt les associées avec les fertilisants minéraux; car les fertilisants organiques doivent être minéralisés par les microflore et la microfaune avant de libérer ces éléments nutritifs. [12] ont obtenu le résultat semblable lorsqu'ils ont utilisé l'urine des humains comme engrais dans la production de riz en zone soudano-sahélienne au Mali. Le résultat (94,53 pour le mode billon et 103,90 pour le mode plat) obtenu par [9] est inférieur à la nôtre (336,00), lorsqu'il a fait une étude comparée sur les effets du mode cultural et de la fertilisation organo-minérale sur les propriétés chimiques du sol, la croissance et le rendement de riz (*Oryza sativa L.*) en sol sulfatés acides en Basse-Casamance. Cette différence peut être liée à l'écart entre les plants, au type de sol et voire le climat. Alors [13] déclare que le développement d'un végétal est déterminé par son tallage qui est corrélé par l'alimentation azotée.

La variation de nombre de panicule est fonction du tallage. Le bon tallage indique la présence des éléments minéraux essentiels dans le sol tels que le Phosphore et le potassium. Le phosphore et le potassium sont indispensables à la formation des fruits. Le phosphore stimule le développement des racines, la floraison et la fructification. Si les plantes manquent de phosphore, leur feuillage est foncé, rouge ou marquée de tâches rouges, la floraison est peu abondante et la maturation des fruits est longue. Le potassium (K) est utile à la circulation de la sève et à l'assimilation des éléments nutritifs par les plantes. Il améliore la qualité gustative des fruits [9]. La teneur élevée en potassium dans les déchets des cabris associé à celle du phosphore assimilable dans le sol aurait induit une augmentation du nombre de panicule conformément à la qualité de tallage. Une corrélation a été établie entre le nombre de talle et le nombre de panicule. Le bon tallage est lié aux quantités de potassium et phosphore apportés dans le sol. Le nombre de panicule est un facteur majeur pour le rendement. C'est pourquoi une corrélation positive ($r=0,98$) a été établie entre les deux paramètres. [14] ont montré que le nombre de panicule par unité de surface est la composante le plus important du rendement en évaluant l'évolution du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidum L.*). Le résultat (78,90) nombre de panicules obtenu par [9] est inférieur à celui obtenu dans cette expérimentation soit 1756,67 panicules par talle. Cette différence peut être liée à la qualité du sol, à la densité.

Le nombre de grain par talle a varié selon le traitement. Les plants issus des parcelles ayant été traitées par l'engrais minéral ont donné un bon résultat en terme du nombre de grains par talle comparativement aux autres traitements. Les doses des fertilisants apportées au sol ont significativement influencé sur la production de nombre de grains par talle. Une étude similaire a été menée par [15], et a utilisé les fertilisants organiques et les engrais pour étudier l'effet de la densité de semences de riz sur le développement des plants et le rendement à Antananarivo en Madagascar. Cet auteur a trouvé (1068) grains par talle qui est inférieur à celui que nous avons obtenu (1756,67). Cette différence peut être lié au type de sol, au climat. Par ailleurs le résultat trouvé est semblable à celui obtenu par [10]. Ces auteurs ont trouvé (1325,25) grains lorsqu'ils ont utilisé l'engrais NPK (15-15-15) pour évaluer l'effet de la densité des plants sur le rendement de riz. D'une manière générale lorsque la plante est bien nourrie, elle doit se développer bien dont le résultat est le meilleur rendement. [15] affirme que lorsque les plantes ont beaucoup d'éléments nutritifs à leur disponibilité, la dégénérescence des épillets est moindre.

Le poids des grains a été influencé par le traitement. La valeur élevée du poids (40,04) a été observé chez le riz traité à forte dose avec le NPK (TUE3). Cette valeur élevée du poids noté pourrait s'expliquer par le fait que l'engrais utilisé aurait mis à la disposition de la plante, une quantité importante de potassium qui aurait aussi permis à la plante d'absorber une quantité aussi grande d'eau. La présence de l'eau dans la plante et les grains entraîne l'augmentation de poids des grains. Le poids (40,04) noté est supérieur à celui (29,67) obtenu par [16] lorsqu'il a utilisé les fertilisants organiques et inorganiques pour faire une étude comparée des rendements et de la rentabilité du Système de Riziculture Intensif (SRI) et du Système Traditionnel de NERICA 14 dans le département de Ziguinchor au Sénégal. Cette différence peut être liée au type de sol, à la variété labourée et au climat. Pour [17] le poids des grains de riz dépend de la grosseur de grains. La grosseur des grains peut être expliquée par

la présence du phosphore et du potassium dans le sol qui favorisent l'accumulation de l'eau par le mécanisme d'osmose. Notre résultat est supérieur à celui de [12] obtenu sur le riz soumis au traitement à l'urine des humains au Mali. Cette différence peut être liée à la composition chimique et la qualité des fertilisants apportés, au sol et au climat.

Le rendement a été aussi influencé significativement par les différentes doses de traitements. Les plants ayant reçu une forte dose d'engrais ont un bon résultat (2492,21) en termes de rendement comparativement à ceux traités avec les déchets des cabris et le témoin. Une forte corrélation a été établie entre le poids de grains et le rendement. Plus le poids de grains est important, plus le rendement est aussi significatif. Le rendement obtenu est supérieur à celui trouvé par [9] sur le riz cultivé en Casamance soit 1235,25 kg/ha. Cet auteur a utilisé également les fertilisants organiques et minéraux. Selon [18] les résidus organiques du fait de leur action améliorante de sol grâce à leur richesse en éléments nutritifs, ont la capacité de substituer à l'engrais minéral. Cela, montre combien, de fois la fumure organique est importante. Départ l'expérimentation, les écarts observés sur des résultats obtenus chez les plants ayant reçu l'engrais minéral et ceux traités avec le déchet de cabris ne sont pas grands. Ainsi le déchet de cabris peut valablement remplacer l'engrais minéral dans la production de riz pluvial.

Le test de dégustation réalisé a montré que le riz traité avec la fumure organique et le témoin ont un goût sucré et une bonne matière sèche (aspect farineux). Ce résultat est semblable à celui obtenu par [19] sur les variétés de riz FOFIFA et X265. Cet auteur a utilisé aussi les fertilisants organiques et l'engrais minéral dans son expérimentation. En outre ce résultat est aussi similaire à celui obtenu par [8] sur la patate douce cultivée à Bongor. Ces auteurs en utilisant l'engrais minéral et la fiente de poulet ont montré que les tubercules des plants ayant reçu le traitement aux fientes de poulet sont sucrés et ont une matière sèche (MS) aussi importante. Le résultat obtenu sur le goût sucré corrobore celui de [20] qui ont montré que le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) labouré en Côte d'Ivoire avec la bouse de vache a aussi un goût sucré. La fumure organique ne modifie pas la qualité organoleptique des aliments mais elle l'améliore.

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Malgré le rôle que joue le riz dans la sécurité alimentaire, sa production locale reste faible en raison des faibles rendements enregistrés, liés à la variabilité pluviométrique, à l'infertilité des sols, au manque de moyens matériels et au manqué d'intrants afin de maximiser le rendement. Ces intrants sont chers, souvent indisponibles et ne sont pas bons pour la santé. La solution la plus idéale c'est l'utilisation des fertilisants organiques.

Les paramètres morphologiques ont été évalués: La hauteur la plus grande a été notée chez les plants ayant reçu 2,5 kg/m² de déchets de cabris. La vitesse maximale de croissance associée a été notée chez les mêmes plants dont elle oscille entre 3 et 5 cm/jour.

Les plants ayant reçu la dose de 10g d'engrais et 05g d'urée au m² ont donné un meilleur résultat (2492,21 kg/ha) en termes de rendement comparativement aux autres traitements. Mais ceux ayant aussi reçu la dose de 2kg/m² de déchets de cabris ont aussi donné un rendement de 1820,73 kg /ha de paddy. En regardant cela, l'écart n'est pas grand. La dose de 2kg/m² de déchet de cabris semble être la dose optimale pour la production de riz pluvial. Ainsi le déchet de cabris peut considérablement remplacer l'engrais minéral dans la production de riz. En outre, il améliore également sa qualité organoleptique

En perspective, une étude va être menée en utilisant la combinaison des déchets de cabris et les fientes de volaille.

REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier les étudiants de Master du département des Sciences de la Vie et de la Terre de l'Ecole Normale Supérieure de Bongor pour avoir surveillé le champ expérimental

REFERENCES

- [1] Nikiéma D, Sawadogo N, Tiendrébéogo K.F et Sinaré Y.I Barry M.L., 2022. Diversité génétique, importance et production du riz (*Oryzasativa*.) sous différentes modes de gestion de l'eau dans un contexte de variabilité climatique au Burkina Faso. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 37 (1), pp139-153. <https://www.issr-journals.org/>.
- [2] Gaouna B.O, Traoré R.E, Assane S, Zongo J.D., 2012. Caractérisation agro-morphologique des accessions de riz adventice (*Oryza sp*) collectés dans les rizières de la zone interfluve du Tchad: *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 (6) 1774-1791. Doi: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i4.32>.
- [3] FAO., 2022. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture; Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales, <https://www.fao.org/markets- and/trade/commodities/rice/rapport-de-mise-a-jourdes-prix-du-riz-de-la-fao/consulté le 26/02/2024>.

- [4] Adil M, Dar G., 2015. organisation de Développement de la Filière Riz de la Tandjilé dans la région du Tchad, p.95.
- [5] Gogbeu SJ, Yapo S, Edwige S, Gore BB. N, Ayolie K, Kouassi N J, Nacanabo R., Dogbo DO, Kouadio Y J., 2019. Effet de traitement des plants de riz (*Oryzasativa L.*) au chlorure de sodium sur la synthèse et accumulation des sucres totaux et des composées phénoliques ethano-solubles dans les feuilles et racines. *Journal of Applied Bioscience*, 135: 73775-13787. Doi: <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v135i1.4>.
- [6] González-Ubierna S, Jorge-Mardomingo I, CarreroGonzález B, Cruz M, Casermeiro M., 2012. Soil organic matter evolution after the application of high doses of organic amendments in a Mediterranean calcareous soil. *Journal of Soils and Sediments*, 12 (8): 1257-68. DOI: 10.1007/s11368-012-0516-y.
- [7] Gala B, Trazie J, Camara M, Yao-Kouame A, Keli Z.J., 2011. Rentabilité des engrais minéraux en riziculture pluviale de plateau: cas de la zone de Gagnoa dans le centre Ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, (46) 3153 – 3162. www.biosciences.elewa.org
- [8] Djinet A.I, Ngaryam B., 2023. Mise en évidence des valeurs nutritionnelles de la patate douce *Ipomoea batatas* (L.) Lam soumise aux traitements de fiente de poules et de l'engrais minéral à Bongor au Tchad. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 17 (5): 1951-1959 Doi: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i5.14>.
- [9] Faye., 2011. Effets du mode cultuiral et de la fertilisation organo-minérale sur les propriétés chimiques du sol, la croissance et le trendement de riz en sol sulfatés acides en Basse-Casamence. Mémoire de Master en Aménagement et Gestion Durable des Ecosystèmes Forestiers et Agroforestiers. Université Assane Seck de Ziguinchor, Sénégal, p. 32
- [10] Thiam A, Kanfany G, Fofana A, Ndiaye J. B. P. M. 2019. Evaluation variétale de riz de plateau dans les conditions de culture du Sud Bassin Arachidier du Sénégal. *International Journal of Innovation and Applied Studies.*, 26 (1): 295-306. <https://www.issr-journals.org/>.
- [11] Segnou J, Akoa A, youmbi E et Njoya J., 2012. Effet de la fertilisation minérale et organique sur le rendement en fruits du piment (*Capsicum annum L.*; solanaceae) en zone forestière de basse altitude au cameroun. *Agronomie Africaine*, 24 (3): 231 - 240.
- [12] Coulibaly O, Sissoko S, Coulibaly A, Maiga Y, Dicko M, Dembele S.G, Maiga S.M., 2024. Efficacité économique de l'urine humaine comme engrais dans la production du riz NERICA 4 en zone soudano sahélienne du Mali. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 9 (1). <https://dx.doi.org/10.22161/ijeab.91.3>.
- [13] 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 (Mali). Thèse de doctorat: Biologie des systèmes intégrés, agronomie et environnement. Science du sol: Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier (ENSAM), p.170
- [14] Benbelkacem, A. & Kellou, K., 2000. Evaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidum L. var. durum*) cultivées en Algérie. *CIHEAM Options Méditerranéennes*, 1 (40): 105-110.
- [15] Rakotoarison H.A., 2012. Effet de la densité de semences de riz sur le développement des plants et le rendement. Mémoire de fin d'études en vue d'obtenir le diplôme d'ingénieur agronome « option agriculture » *Ecole Supérieure Des Sciences Agronomiques Département Agriculture; Université d'Atananarivo, Madagascar*, p. 75
- [16] Diedhiou P.C.R., 2019. Etude comparative des rendements et de la rentabilité du Système de Riziculture Intensif (SRI) et du Système Traditionnel dans le département de Ziguinchor. Mémoire de Master en Aménagement et Gestion Durable des Ecosystèmes Forestiers et Agroforestiers Université Assane Seck de Ziguinchor. 2019, 40p.40.
- [17] Moukoumbi Y.D., 2001. Caractérisation des lignées intra spécifiques (*O. sativa* X *O. sativa*) et interspécifiques (*O. glaberrima* X *O. sativa*) pour leur adaptabilité à la riziculture de bas -fond. Mémoire de fin d'étude Diplôme d'ingénieur du développement rural option: agronomie, université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Fasso. p. 98
- [18] Zadi F., 2016. Effet de la fumure minérale et de l'amendement organique sur le rendement de riz dans le bas-fond de second ordre de Mbé Foro-Foro (centre de côte d'Ivoire). Thèse unique, Université Felix Houphouet Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, P.176.
- [19] Barison, 2023. Rapport d'intervention sur le test de comportement variétal de quatre nouvelles variétés de riz de l'IRRI dans les zones d'intervention de Winner | USAID Contract. 2023 No. EPP-I-04-04-00020-00 Task Order No. 4.
- [20] Yéboué KH., Amoikon K E., Kouamé K G. et Kati-Coulibaly S., 2017. Valeur nutritive et propriétés organoleptiques de l'attiéké, de l'attoukpou et du placali, trois mets à base de manioc, couramment consommés en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 113: 11184-11191. Doi: <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v113i1.7>.