



Original Paper

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

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

Influence de la densité d'arbres sur le rendement de trois variétés de riz de coteau dans la Commune Rurale de Tindo en République de Guinée

Mohamed CISSE¹, Hamidou BAH^{1*} et Sara Bailo DIALLO²

¹Département Agriculture, Institut Supérieur Agronomique et Vétérinaire de Faranah (ISAV/F), BP : 131 Faranah, République de Guinée.

²Centre de Recherche et de Gestion du Système National de Recherche Agronomique, Zootechnique et Halieutique (CRG-SNRAH), Immeuble DIAKHABY INDUSTRIES SANGOYAH-T4, BP : 561 Conakry, République de Guinée

*Auteur correspondant ; E-mail : hamidoubah@isav.edu.gn ; Tel : +224 610700605.

Received: 25-08-2023

Accepted: 17-11-2023

Published: 31-12-2023

RESUME

Le riz pluvial de coteau exerce une grande pression sur les écosystèmes des zones tropicales. L'objectif général de cette étude était d'intégrer les arbres dans la riziculture pluviale de coteau et accroître la résilience aux changements climatiques des producteurs ruraux. Cette étude a porté sur quatre (4) densités d'arbres : la densité D₀ est le témoin (0 arbre/ha), D₁ (50 arbres/ha), D₂ (100 arbres/ha) et D₃ (150 arbres/ha) et trois (3) variétés de riz pluvial de coteau : Djoukèmè (V1), Djoni Djoni (V2) et Kogna (V3). Le dispositif expérimental utilisé était le factoriel en blocs. Les résultats ont montré que les paramètres étudiés sur les variétés de riz ont été significativement influencés par les densités d'arbres ($P < 0,05$). Cependant, épargner des arbres dans le système de culture sur coteau favorise la résilience des exploitants. Les densités D₁ et D₂ ont donné des rendements appréciables car ils sont relativement proche de ceux de D₀. Ce qui pourrait aider à la protection durable des ressources naturelles et lutter contre les changements climatiques tout en maintenant un rendement élevé de la culture de riz pluvial par unité de surface.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Riz de coteau (*Oryza sativa*), arbres au champ, densité d'arbres, République de Guinée.

Influence of tree density on the production performance of three hillside rice varieties in the Rural Community of Tindo in Republic of Guinea

ABSTRACT

Rice agroforestry practices is receiving a growing interest in tropical areas as a way to boost production and strengthen farmers' resilience to climate change. This study investigates the impacts of tree density on the performance of different varieties of upland rice. The treatments include four (4) tree densities namely D₀ as control (0 tree/ha), D₁ (50 trees/ha), D₂ (100 trees/ha) and D₃ (150 trees/ha) as well as three (3) varieties of upland hillside rice including Djoukèmè (V1), Djoni Djoni (V2) and Kogna (V3). The experiment design used was the block factorial. The results showed that tree density significantly influenced upland rice performance parameters. Trees densities (D₁ and D₂) showed appreciable yields relatively similar to those of density D₀.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i7.16>

9502-IJBSC

These results suggest some level of tree density could be beneficial for rice production and environmental sustainability. Considering the threat that climate change poses to rice production, rice agroforestry could contribute to sustainable protection of natural resources while maintaining a high yield per unit area.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Hilly rice (*Oryza sativa*), trees in the field, tree density, Republic of Guinea.

INTRODUCTION

Aujourd'hui, le monde entier est préoccupé du niveau des changements climatiques, et plusieurs organisations internationales sont à pied d'œuvre pour trouver des solutions idoines en parallèle avec les activités quotidiennes de l'Homme (Razafimbelo et al., 2018). La conséquence la plus connue est la déforestation qui menace la biodiversité, la destruction massive des arbres occasionnant la réduction de la capacité des écosystèmes mondiaux à stocker le gaz carbonique (Peya, 2021). Les forêts jouent un rôle fondamental dans les régulations du cycle du carbone et du climat ; en plus, elles fournissent assez de services écosystémiques (Dufraisse et Coubray, 2018). Récemment, les études sur la déforestation pour l'extension des terres agricoles et l'exploitation industrielle des forêts révèlent que la République de Guinée perd plus de 35000 ha de forêts chaque année à cause de l'action de l'homme sur la faune et la flore (Akobi et Poissonnier, 2021). L'une des solutions adéquates est la promotion des pratiques agroforestières dans le système de production agricole des producteurs de riz de coteau telle la pratique de l'arbre au champ (Dupraz et Capillon, 2006 ; Diallo et al., 2010). L'agroforesterie est pratiquée par environ 1,2 milliard de ruraux dans le monde en développement en raison de ses avantages pour la fertilité des sols, la disponibilité de l'eau, l'effet tampon du microclimat et l'atténuation des gaz à effet de serre (Penot et Feintrenie, 2014 ; Duan, 2020). Les racines des arbres participent non seulement à la conservation des sols en freinant l'érosion du sol, mais jouent aussi le rôle de filtre naturel en réduisant la pénétration des polluants dans les sous-sols et nappes phréatiques (Palvadeau et al., 2012). La densité des arbres peut fortement varier entre les systèmes et est souvent comprise entre 50 et

200 arbres/ha (Dupraz et Capillon, 2006). Selon les mêmes auteurs, pour une densité finale de 50 arbres à l'hectare une parcelle peut perdre seulement 8% de sa surface, avec une gestion adaptée des arbres sur le long terme.

En République de Guinée, la riziculture pluviale traditionnelle encore appelée riziculture sèche, est de loin la plus répandue (65% des superficies pour environ 1 tonne/ha) selon Simon et Thirion (2011). En effet, la riziculture pluviale traditionnelle se pratique sur coteaux, sur montagne, sur brûlis de forêts après un défrichement récent. Les opérations culturales se font à la main. Les rendements varient de 500 à 900 kg/ha en fonction de la fertilité naturelle des sols et de la régularité des précipitations. Les variétés à cycle court (90-110 jours) sont les plus couramment utilisées (Diallo et al., 2010). Pour faciliter la sédentarisation des exploitants agricoles et lutter contre la dégradation des sols et de l'environnement, une approche est de nos jours adoptée qui consiste à épargner des arbres au champ et qui serait très importante comme pratique agricole dans la riziculture pluviale sur coteau en République de Guinée (Azenge et Meniko, 2020). Les activités de cette étude devraient servir de pratique agricole et motiver un grand nombre d'exploitants agricoles à se sédentariser dans une exploitation.

Cette étude avait pour objectif général d'intégrer les arbres dans le système de culture pluvial sur coteau pour la résilience des exploitants agricoles face aux changements climatiques.

MATERIEL ET METHODES

Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude qui est la Commune Rurale de Tindo couvre une superficie de 1100 km² et une densité de 5,21 habitants par km² (Figure 1). Elle compte une population de 6117

habitants dont 3150 femmes répartie entre 11 districts et 15 secteurs. Les habitants pratiquent l'agriculture et principalement la culture du riz, de l'arachide, du maïs, du manioc et du fonio. On rencontre la production sur coteaux (les cultures itinérantes sur brûlis qui y sont pratiquées sont principalement le riz dès la première année, l'arachide, le manioc, le maïs et le fonio), la production dans les bas-fonds (le riz y est la principale culture pratiquée) et la production sur les plaines le long du fleuve Niger (la riziculture et le maraîchage y sont pratiquées pendant la période de saison sèche).

Caractérisation de la zone d'étude

L'essai a été conduit à Tindo centre à 400 m du bloc administratif de la Commune Rurale au Sud-Est du village. Le champ expérimental est situé à une altitude de 434 m du niveau de la mer. L'essai est situé sur une colline entre deux cours d'eau sur la route nationale Faranah-Kissidougou à 15 m celle-ci. Le domaine expérimental qui a abrité l'essai est une jachère de 20 ans appartenant à un habitant de Tindo centre. La sous-classe de sol rencontrée dans le champ expérimental est ferrallitique gravillonnaire. Les caractéristiques agrochimiques des différentes parcelles agricoles apparaissent dans le Tableau 1.

Matériel biologique

Dans la conduite de cette recherche, les variétés de riz pluvial (Djoukèmè, Yoni yoni, Kogna) et les espèces ligneuses (*Pterocarpus erinacus*, *Parkia biglobosa*, *Daniellia oliveri*) sont des matériels biologiques qui ont été mises en compétition. L'essai a été conduit sous les arbres à différentes densités ; les espèces d'arbres à épargner dans le domaine expérimental étaient des essences forestières locales et spontanées.

Les variétés de riz étudiées dans cet essai ont été collectées à Tindo. Elles sont cultivées par les agriculteurs sur le coteau. Ce sont des variétés à cycle court de 3 à 4 mois. Elles sont locales d'où leurs noms Djoukèmè, Yoni yoni et Kogna. La variété Djoukèmè a un cycle végétatif de 4 mois, son nom dans la langue locale Maninka veut dire 100 pieds, c'est-à-dire une variété de riz qui peut faire 100 talles. La graine est longue avec un caryopse

rayé. La couleur de la graine est jaune-vif. La variété Yoni yoni a 3 mois de cycle végétatif. Selon la communauté, elle prend son nom en langue locale Poular Djoni Djoni qui veut dire « tout de suite » c'est-à-dire que la variété atteint très tôt la maturité. La graine est courte et pleine, de couleur jaune. La variété Kogna a également 4 mois de cycle végétatif ; le nom Kogna signifie en langue locale Maninka une consigne ou un consensus.

Cependant, les espèces ligneuses épargnées dans l'essai laissent passer les rayons solaires à travers les feuilles (folioles et foliolules) comparativement à d'autres espèces locales touffues qui, groupées créent un ombrage très sombre. En plus, durant le temps de production du riz, ces espèces ligneuses ne donnent pas de fruits. Contrairement aux espèces qui font des fruits en période de culture, celle-ci peuvent servir d'abris pour les oiseaux et des insectes nuisibles contre la culture de riz.

Méthodes

Variantes

Les deux facteurs d'études ont été : (1) la variété de riz pluvial sur coteau avec trois niveaux qui sont Djoukèmè (V1), Yoni yoni (V2) et Kogna (V3) qui ont été semées en lignes continues avec un écartement 20 cm x 20 cm entre les lignes et (2) la densité d'arbres au champ à quatre niveaux qui ont été : D₀ (riziculture pure, c'est-à-dire 0 arbre/400 m²), D₁ (riziculture avec une densité de 50 arbres/ha, c'est-à-dire 2 arbres/400 m²), D₂ (riziculture avec une densité de 100 arbres/ha, c'est-à-dire 4 arbres/400 m²), et D₃ (riziculture avec une densité de 150 arbres/ha, c'est-à-dire 6 arbres/400 m²). Le nombre total de variantes factorielles est douze (12).

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental factoriel en blocs sans répétition avec une dimension de 60 m sur 50 m a été utilisé. Le terrain expérimental était divisé en 4 blocs de 20 m x 20 m, chaque bloc représente une densité d'arbres (D₀, D₁, D₂, D₃). Trois (3) planches de 39 m² ont été aménagées dans chaque bloc, pour un total 12

planches dans les 4 blocs. Au niveau de chaque bloc, trois (3) variétés de riz ont été expérimentées sans répétition avec une variété par planche. Dans chaque planche trois (3) prélèvements sur 1 m² chacun a été effectué pour répondre aux exigences de calcul dans les logiciels statistiques. Ces prélèvements sont dits des répétitions cachées.

Conduite de l'essai

Les opérations culturales ont débuté par la sélection des espèces d'arbres à épargner. Après la coupe des arbres, un nettoyage sans brûlis a été fait. Deux (2) labours ont été effectués afin de faciliter le montage du dispositif.

Le semis en ligne était appliqué à la norme de 80 kg/ha. Deux (2) types d'engrais ont été utilisés durant la réalisation de l'essai : (1) le triple 15 (une teneur de 45% de NPK dont 15% de chaque élément) a été apporté à la dose de 100 kg/ha ; l'urée technique a été appliquée à la dose de 100 kg/ha. Cette dernière avait une teneur de 46% de N, essentiel à la croissance et au développement des plants de riz. Elle a été appliquée en deux fractions les 27^e et 49^e jours après semis.

Observations météorologiques

Les données météorologiques ont été obtenues à la station météorologique régionale située dans le quartier Aviation (Ville de Faranah) à 5 km de la zone d'étude. La Figure 2 présente le diagramme ombrothermique au cours de l'essai.

Observations phénologiques

Les observations phénologiques ont été faites à 10 % marquant le début et 75 % comme fin de chaque phénophase ; ces observations ont porté sur les paramètres ci-après : levée, stade de trois feuilles, tallage, montaison, paniculation et maturation.

Observations phytosanitaires

Les observations phytosanitaires ont consisté à évaluer la pression des adventices, l'identification des maladies et l'attaque des insectes et autres animaux sur les plants de riz

dans les différentes parcelles sous différentes densités d'arbres. Ces observations sont faites sur l'ensemble des variétés de riz aux différentes phénophases.

Evaluations biométriques

Les évaluations biométriques des arbres épargnés ont porté sur : (1) le nombre d'arbres épargnés par parcelle agricole (par comptage) ; (2) le nombre d'espèces d'arbres épargnés par parcelle agricole (par comptage) ; (3) la hauteur des arbres épargnés par parcelle agricole par mesure à travers une règle graduée ; (4) le diamètre des arbres épargnés par parcelle à 1,30 m du sol sur le tronc de l'arbre par mesure à l'aide du centimètre ; (5) le taux d'ombrage des arbres épargnés par parcelle à l'aide de la formule (1) recommandée par Dramane et al. (2021).

$$T0 = \frac{r}{s} \times 100 \quad (1)$$

où ; T0 : Taux d'ombrage, r : = recouvrement en m², s : parcelle de 400 m² ;

Les évaluations biométriques des variétés de riz ont porté sur : (1) les poids de la biomasse aérienne et souterraine des plants de riz à la récolte par pesage ; (2) le nombre de talles fertiles par plant (par comptage) pendant la phase végétative du riz avec 10 pieds de riz choisis dans 1m² ; (3) la hauteur des plants à l'aide du centimètre avant la récolte dans 1m² ; (4) le poids moyen de mille grains (par pesage et comptage) déterminé après le séchage des grains de riz ; (5) le rendement moyen (t/ha) déterminé à la maturité sur 1m², après pesage extrapolation de la production du riz est extrapolé à t/ha.

Analyse statistique des données

L'analyse statistique des données collectées a été effectuée à l'aide des logiciels statistiques Microsoft Excel 2016, SPSS version 2022 et Sigma plot 12.5). L'analyse de variance (ANOVA) a été appliquée sur tous paramètres agronomiques pour détecter l'effet des densités d'arbres sur les variétés expérimentés.

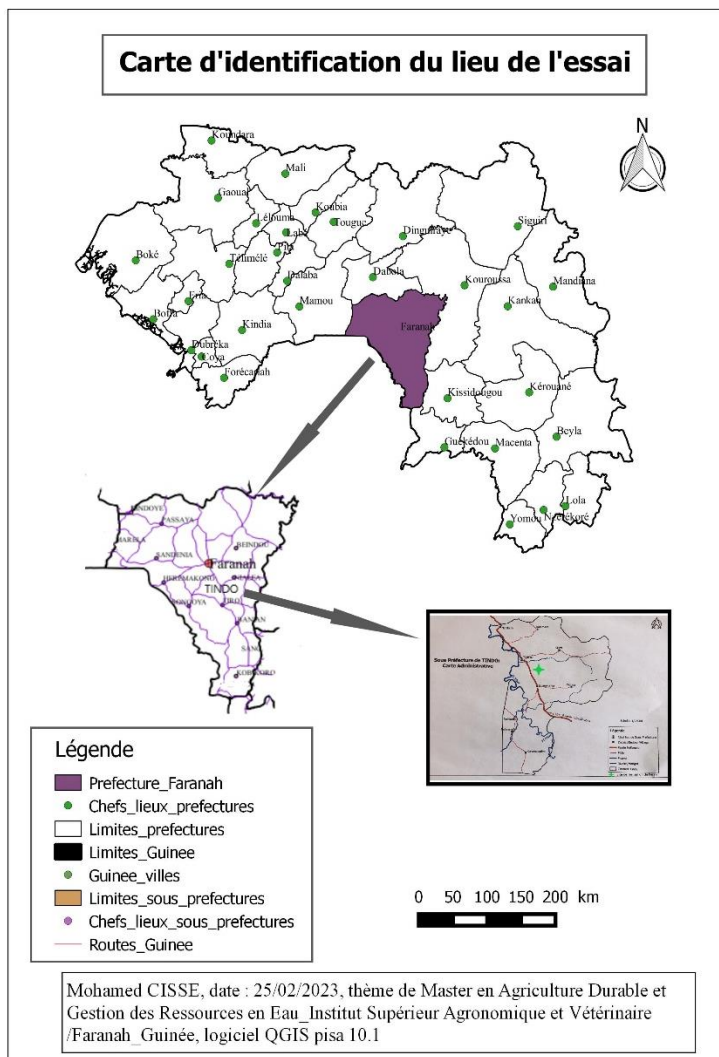


Figure 1 : Carte d'identification du lieu de l'essai.

Tableau 1 : Caractéristiques agrochimiques des différentes parcelles agricoles de l'étude.

Densités d'arbres dans les parcelles agricoles	pH	CO (%)	N _{Total} (%)	N _{ass} (mg/kg)	P ₂ O ₅ _{ass} (mg/kg)
D0 : Témoin (0 arbre/ ha)	5,0	6,02	0,517	0,258	0,68
D1 : 50 arbres/ha, soit 2 arbres/400m ²	5,2	4,55	0,391	0,195	1,10
D2 : 100 arbres/ha, soit 4 arbres/400m ²	5,1	5,04	0,43	0,21	0,93
D3 : 150 arbres/ha, soit 6 arbres/400m ²	5,2	5,04	0,43	0,21	1,02

CO : carbone organique, N_{Total}: azote total, Nass: azote assimilable, P₂O₅_{ass}: phosphore assimilable.

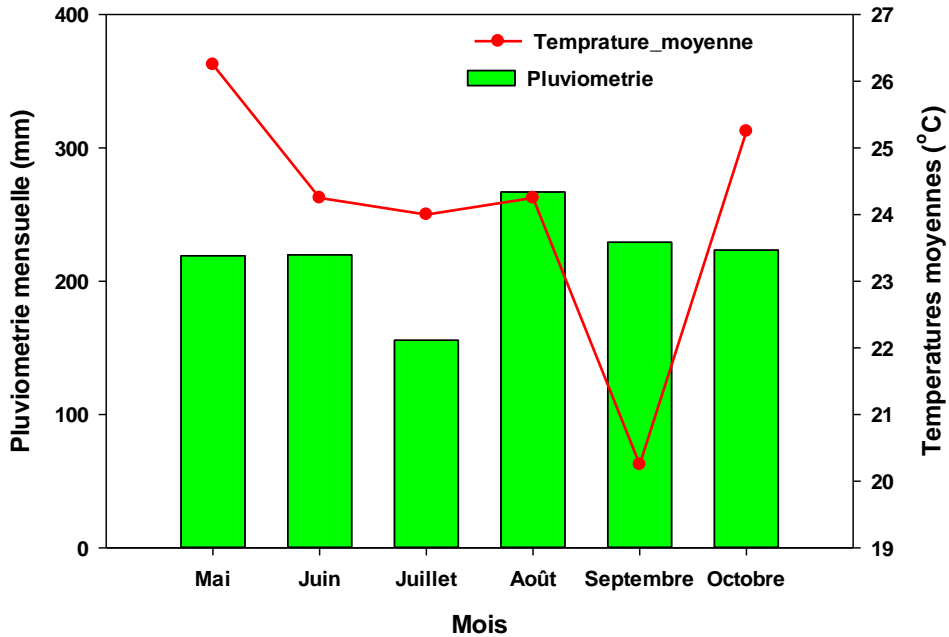


Figure 2 : Pluviométrie et température enregistrées au cours de l’essai à la station météorologique de Faranah.

RESULTATS

Caractéristiques des arbres épargnés dans l’essai

Le Tableau 2 montre les trois (3) espèces ligneuses d’arbres épargnés (*Pterocarpus erinaceus*, *Parkia biglobosa* et *Daniellia oliveri*) ; *Pterocarpus erinaceus* a été la plus abondante dans les différentes densités d’arbres. Cela est dû à son appréciation même en forte densité par les paysans de la zone d’étude. Le diamètre des arbres étaient variables : D₁ (91 cm), D₂ (75.27 cm) et D₃ (65.33 cm). Le nombre d’espèces d’arbres par densité, le diamètre, la hauteur et la distance moyenne entre les arbres pour toutes densités d’arbres étudiées se trouvent consignés dans le Tableau 2.

Ce Tableau 2 présente dans sa dernière colonne les rayons occupés par l’ombre des arbres. La Figure 3 montre le taux d’ombrage qui varie en fonction des différentes densités

d’arbres. *Pterocarpus erinaceus* et *Danellia oliveri* possèdent des folioles, tandis que *Parkia biglobosa* possède des foliolules.

Observations phénologiques des variétés de riz

Le Tableau 3 montre que le cycle végétatif des trois (3) variétés de riz dans D₀ comparé aux autres accuse une augmentation significative du cycle. La variété V1 a connu une légère augmentation de 3 jours dans D₁ et D₂ par rapport à D₀, quant à D₃ on observe une augmentation de 5 jours sur le cycle végétatif à cause de l’influence de la densité d’arbres (Tableau 3). Par ailleurs, la V2 a connu un prolongement de 20 jours sur son cycle végétatif dans D₁ par rapport à D₀. Dans les densités D₂ et D₃, V2 enregistre un prolongement de 22 jours sur le cycle végétatif par rapport à D₀ (Tableau 3). Enfin, la variété V3 montre une augmentation du cycle végétatif seulement dans D₃ avec 5 jours d’écart par

rapport aux autres. Les densités d'arbres ont aussi influencé la levée du riz ; en effet, les variétés de riz ont plus vite germé dans les densités D₁, D₂ et D₃ que dans D₀. Cette augmentation du cycle végétatif varie de 3 à 22 jours selon les variétés de riz.

Observations phytosanitaires

Le désherbage a été effectué 3 fois pour contrôler les adventices dans l'ensemble des parcelles. Les espèces rencontrées ont été les suivantes : *Rottboellia exaltata*, *Dioscorea dumetorum*, *Dioscorea alata*, *Pennisetum hordeoides* et les rejets de *Combretum nigrican*, *Pterocarpus erinaceus*, *Parkia biglobosa*, *Cassia siberiana*, *Hymenocardia acida*, *Daniellia oliveri*, *Terminalia macroptera*, *Cassia alata*. Durant les opérations d'entretien, D₀ a enregistré la plus grande pression d'adventices et de rejets. Plus la densité d'arbre augmente plus nous assistons à la diminution de la pression des adventices et rejets dans les parcelles.

Influence des densités d'arbres sur le nombre de talles fertiles

La Figure 4 montre l'influence des densités d'arbres sur le nombre de talles fertiles dénombrées. On remarque que dans la même densité d'arbres, il y a des différences significatives de talles fertiles entre les variétés (P < 0,05) (Figure 4). La variété V1 montre une différence significative de talles fertiles au niveau de toutes les densités d'arbres. L'observation de la Figure 4 montre une différence non significative entre les variétés V2 et V3 pour les densités D₁, D₂ et D₃ (P < 0,05). La faible variation du nombre de talles fertiles est observée entre les variétés de riz dans D₁ et D₂ où les variétés V1, V2 et V3 ont présenté les mêmes nombres de talles.

Influence des densités d'arbres sur la hauteur des plants de riz

La Figure 5 montre que la hauteur des plants de riz est significativement influencée par les densités d'arbres (P < 0,05). Au niveau des variétés V2 et V3, la hauteur des plants

augmente suivant les densités d'arbres. La hauteur moyenne des plants de riz enregistrée dans les densités d'arbres chez V3 est significativement supérieure à celle de V2 et de V1 (Figure 5). La remarque fondamentale est qu'au-delà de 1,10 m du sol, il a été constaté qu'au niveau de la densité D₃, les variétés V2 et V3 ont connu la verse à 80% pendant la phase de maturation.

Influences des densités d'arbres sur le poids de 1000 grains

La Figure 6 présente l'effet des 4 densités d'arbres sur le poids de 1000 grains sur les trois (3) variétés de riz. On observe une différence significative entre les densités d'arbres (P < 0,05) (Figure 6). Cependant, la densité D₃ enregistre le plus grand poids par rapport aux autres. Au sein d'une même densité d'arbres, les variétés présentent des différences significatives (P < 0,05). Plus la densité des arbres augmente plus le poids de 1000 grains augmente. Cette augmentation du poids de 1000 grains s'explique par le fait de l'augmentation du taux d'ombrage par unité de surface.

Influences des densités d'arbres sur la biomasse souterraine

La Figure 7 montre l'influence des densités d'arbres sur la biomasse souterraine des variétés de riz (P < 0,05). Il y ressort que les racines du riz ont connu une forte dépression en poids par la variation des densités d'arbres. La densité D₀ présente une forte augmentation du poids de la biomasse souterraine suivie de D₁, D₂ et D₃. Au sein de la même densité d'arbre, les variétés se sont comportées différemment. Ce qui démontre que l'augmentation du nombre d'arbres favorise la diminution en poids de la biomasse souterraine.

Influence des densités d'arbres sur la biomasse aérienne

La Figure 8 indique que la variation de la densité d'arbres a influencé la biomasse

aérienne des trois (3) variétés de riz ($P < 0,05$). La densité D_3 a enregistré les plus faibles poids de biomasse aérienne pour les 3 variétés comparativement à celle de D_1 où V1, V2 et V3 ont enregistré le plus grand poids. Au niveau des densités D_1 , D_2 et D_3 la variété V3 présente une faible variation du poids de la biomasse aérienne (Figure 8).

Influence des densités d'arbres sur le rendement des variétés de riz

La Figure 9 montre que le rendement du riz est significativement faible au fur et à mesure que la densité d'arbres augmente ($P < 0,05$). La décroissance du rendement indique que la densité D_0 enregistre le plus haut rendement des variétés expérimentées suivie de D_1 , D_2 et D_3 . La variation se fait sentir aussi entre les variétés dans la même densité d'arbres, sauf au niveau de V2 qui présente des rendements relativement proches au niveau de D_2 et D_3 . Au niveau de V1, les rendements

obtenus pour les densités de D_1 et D_2 sont proches. L'effet des densités d'arbres sur le rendement des trois (3) variétés de riz apparaît clairement dans la Figure 9 avec des différences significatives entre les densités mais aussi entre les variétés ($P < 0,05$).

Synthèse des analyses de variances (ANOVA) des paramètres agronomiques du riz

Dans le Tableau 4 on observe l'effet des densités d'arbres sur l'ensemble des paramètres agronomiques du riz pluvial de coteau. La synthèse des analyses de variances (ANOVA) révèle que les densités d'arbres ont eu de l'influence sur les trois variétés de riz pluvial de coteau. Les 6 paramètres observés sur 3 variétés de riz ont été significativement influencés par les différentes densités d'arbres au niveau de tous les facteurs d'études (densité d'arbres et variétés de riz) ainsi que leurs interactions.

Tableau 2 : Paramètres étudiés sur les arbres épargnés dans l'essai.

Densités d'arbres	Nombre d'espèces d'arbres par densité	Diamètre (cm)	Hauteur (m)	Distance moyenne entre les arbres (m)	Rayon de l'ombre (m)
D_0	-	-	-	-	-
D_1	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	69,00	10,50	11,30	3,27
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	113,00	10,90		4,10
D_2	<i>Parkia bigloboza</i>	71,00	9,30	9,33	3,67
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	73,00	10,80		3,67
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	72,50	9,20		3,91
	<i>Danellia oliveri</i>	84,60	10,60		2,86
D_3	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	47,00	10,00	7,84	2,30
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	74,00	10,60		3,72
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	54,00	9,50		3,05
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	89,00	10,90		5,67
	<i>Parkia bigloboza</i>	50,00	10,00		3,05
	<i>Parkia bigloboza</i>	78,00	10,00		3,52

D_0 est le témoin (0 arbre/ha), D_1 (50 arbres/ha), D_2 (100 arbres/ha) et D_3 (150 arbres/ha).

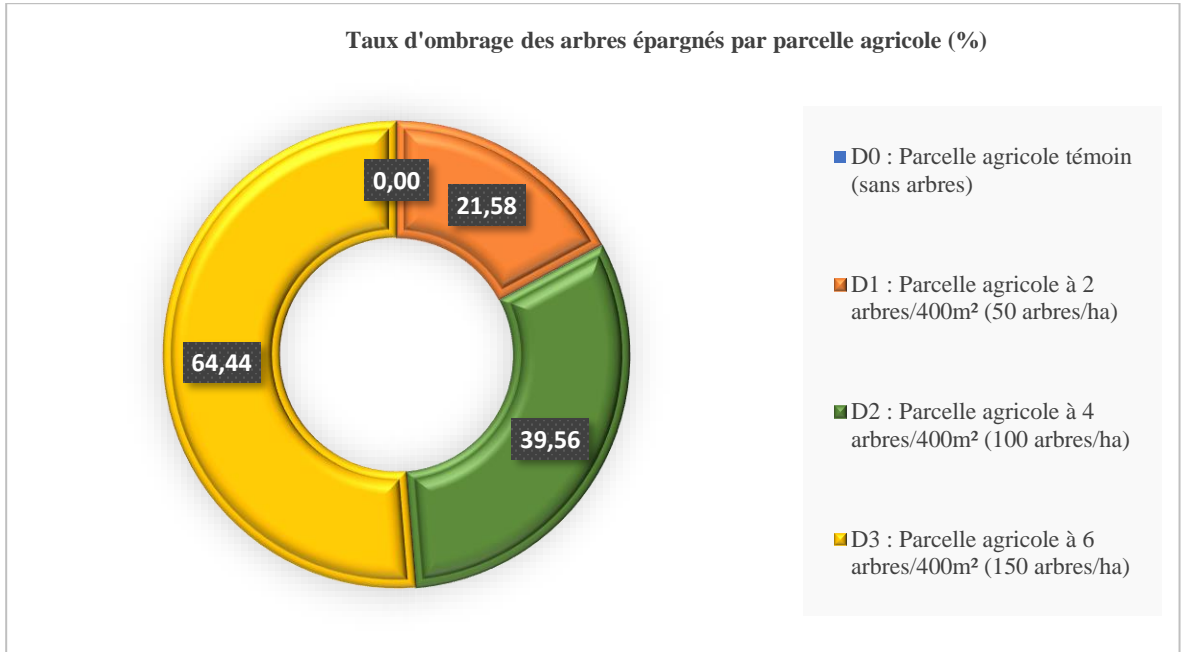


Figure 3 : Taux d'ombrage des arbres épargnées par densités d'arbres.

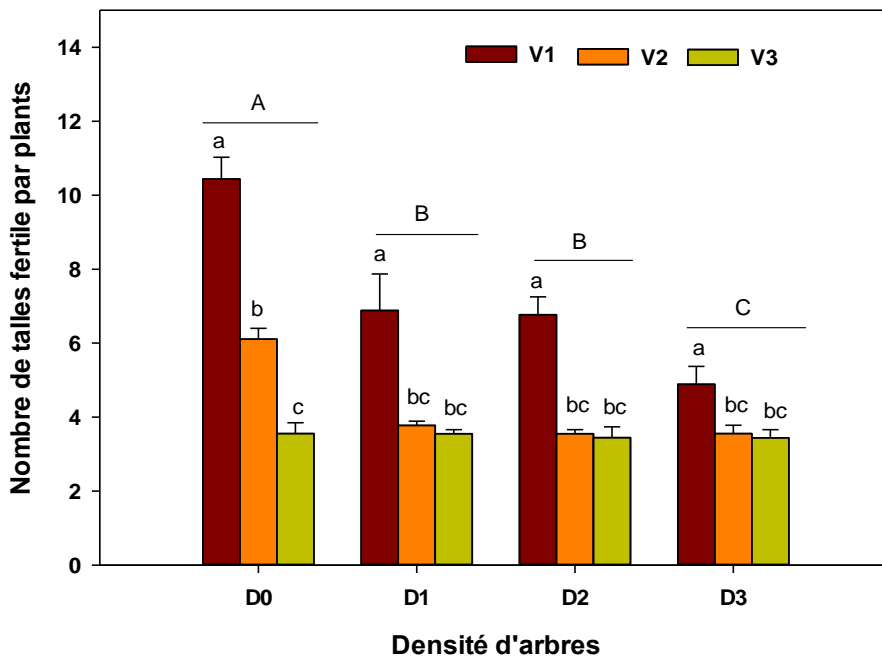


Figure 4 : Influence des densités d'arbres sur le nombre de talles fertiles des 3 variétés de riz pluvial. Les valeurs ayant les mêmes lettres indiquent des différences non significatives ($P < 0,05$) et les valeurs ayant de différentes lettres indique des différences significatives ($P < 0,05$).

Tableau 3 : Observations phénologiques des trois (3) variétés de riz pluvial de de coteau.

Densité d'arbre	Variété de riz de coteau	Date de semis	Levée			Stade de 3 feuilles			Tallage			Montaison			Paniculation			Maturation			Cycle (jour)
			D	F	d	D	F	d	D	F	d	D	F	d	D	F	d	D	F	d	
D ₀	Djoukèmè	19/06/2022	5e	9e	5	12e	15e	4	22e	46e	25	64e	73e	6	80e	86e	7	89e	110e	22	110
	Yoni yoni		5e	8e	4	11e	13e	3	21e	42e	22	53e	58e	6	64e	67e	7	70e	83e	22	83
	Kogna		5e	9e	5	11e	13e	3	21e	42e	22	87e	93e	6	96e	100e	5	104e	125e	22	125
D ₁	Djoukèmè		5e	8e	4	12e	15e	4	22e	48	27	70e	76e	7	82e	87e	6	80e	113e	25	113
	Yoni yoni		5e	7e	3	11e	13e	3	21e	40e	20	61e	66e	6	69e	69e	7	78e	103e	25	103
	Kogna		5e	7e	3	11e	13e	3	21e	41e	21	86e	91e	6	94e	99e	6	101e	125e	26	125
D ₂	Djoukèmè		5e	8e	4	12e	15e	4	22e	48e	27	72e	77e	6	81e	87e	7	89e	113e	25	113
	Yoni yoni		5e	7e	3	11e	13e	3	21e	42e	22	61e	66e	6	70	75e	6	78e	105e	28	105
	Kogna		5e	7e	3	11e	13e	3	21e	42e	22	87e	91e	5	95e	99e	5	105e	125e	52	125
D ₃	Djoukèmè	5e	8e	4	12e	15e	4	22e	50e	29	70e	76e	7	81e	86e	6	88e	115e	28	115	
	Yoni yoni	5e	7e	3	11e	13e	3	21e	40e	20	61e	66e	6	68e	72e	5	76	105e	29	105	
	Kogna	5e	7e	3	11e	13e	3	21e	42e	22	88e	92e	5	96e	100e	5	102e	130e	29	130	

D₀ est le témoin (0 arbre/ha), D₁ (50 arbres/ha), D₂ (100 arbres/ha) et D₃ (150 arbres/ha), D : début, F : fin et d : durée.

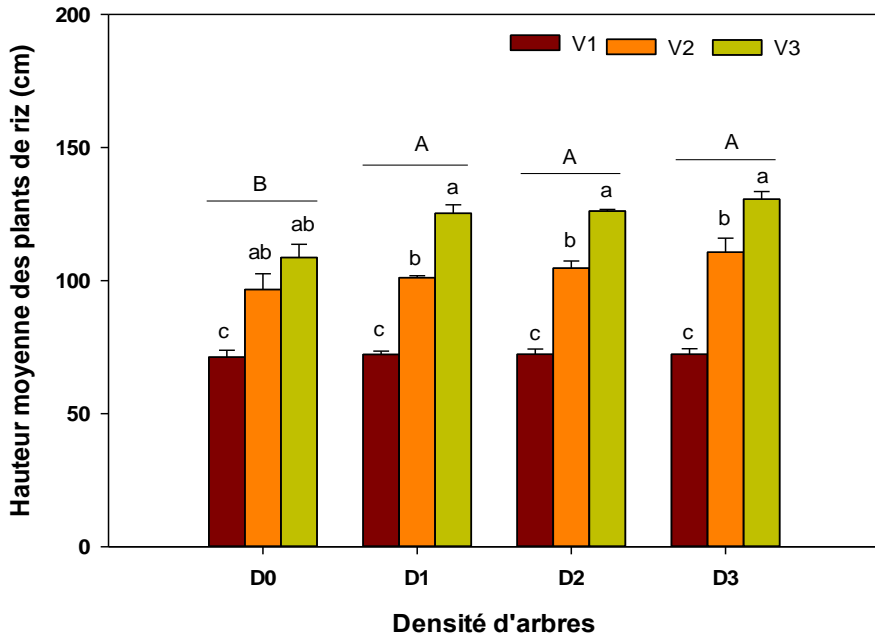


Figure 5 : Influence des densités d’arbres sur la hauteur des plants de trois variétés de riz pluvial. Les valeurs ayant les mêmes lettres indiquent des différences non significatives ($P < 0,05$) et les valeurs ayant de différentes lettres indique des différences significatives ($P < 0,05$).

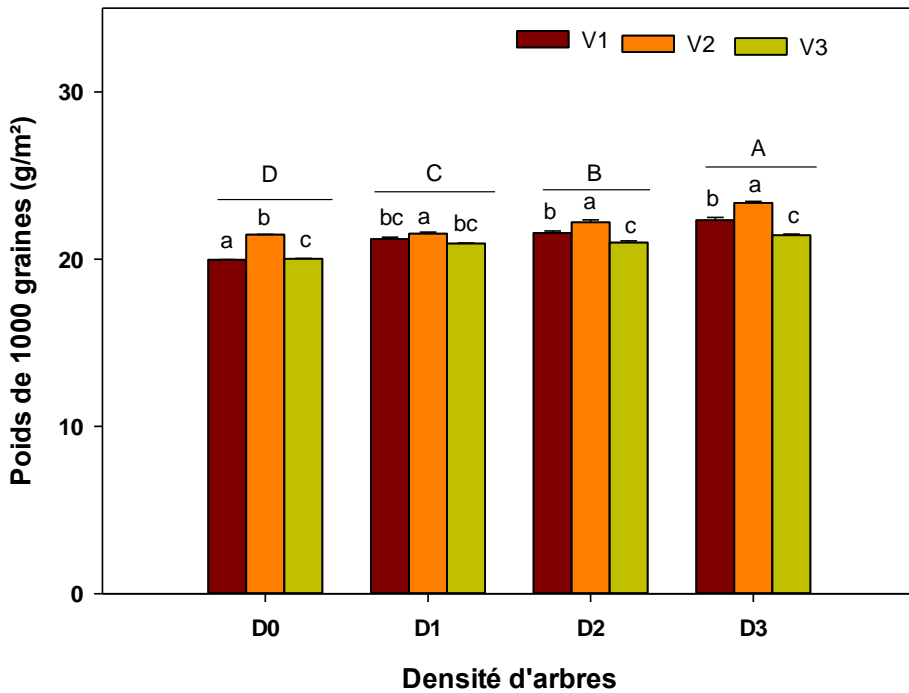


Figure 6 : Effet des densités d’arbres sur le poids de 1000 grains de trois variétés de riz pluvial. Les valeurs ayant les mêmes lettres indiquent des différences non significatives ($P < 0,05$) et les valeurs ayant de différentes lettres indique des différences significatives ($P < 0,05$).

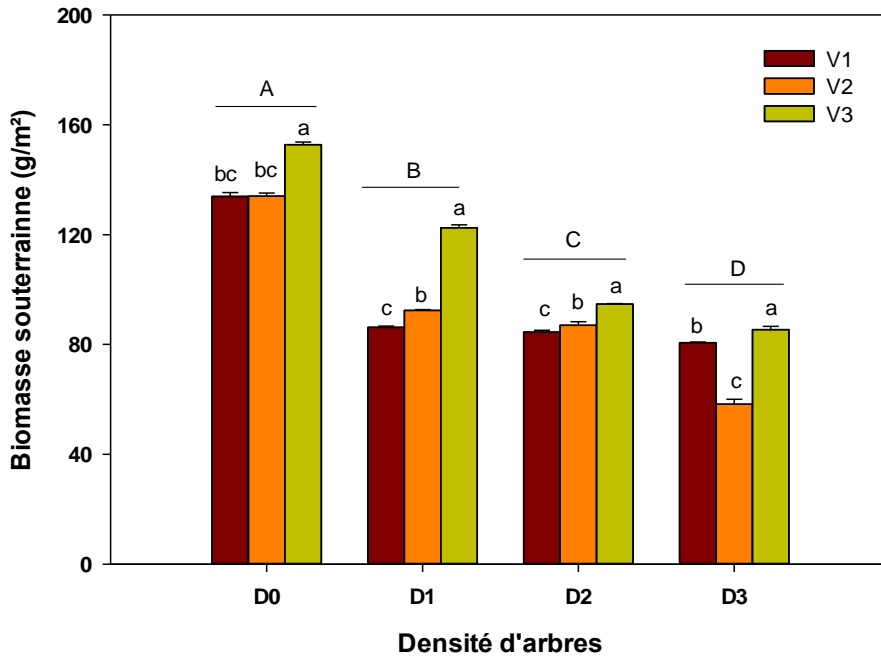


Figure 7 : Influence des densités d’arbres sur la biomasse souterraine de trois variétés de riz pluvial. Les valeurs ayant les mêmes lettres indiquent des différences non significatives ($P < 0,05$) et les valeurs ayant de différentes lettres indique des différences significatives ($P < 0,05$).

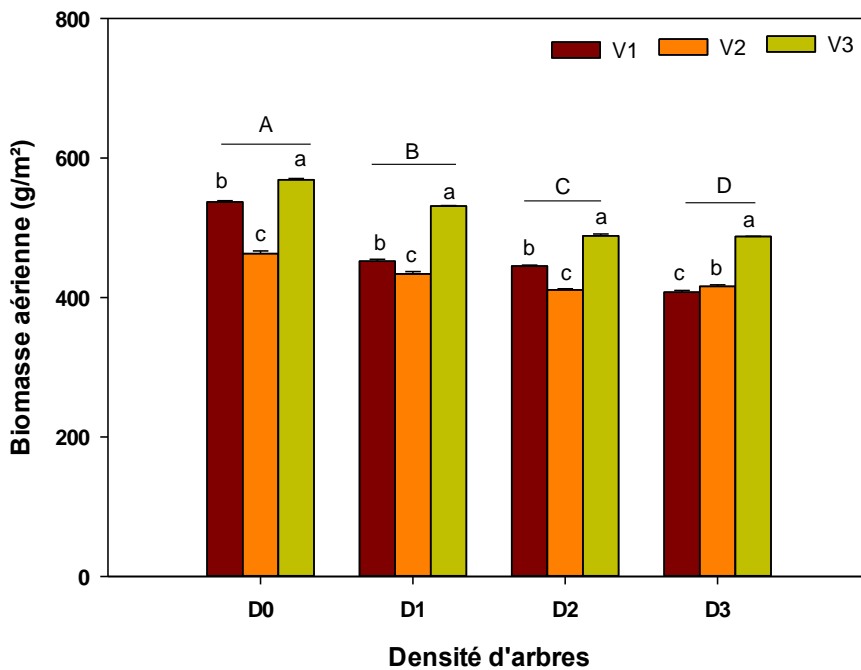


Figure 8 : Influence des densités d’arbres sur la biomasse aérienne des trois variétés de riz pluvial. Les valeurs ayant les mêmes lettres indiquent des différences non significatives ($P < 0,05$) et les valeurs ayant de différentes lettres indique des différences significatives ($P < 0,05$).

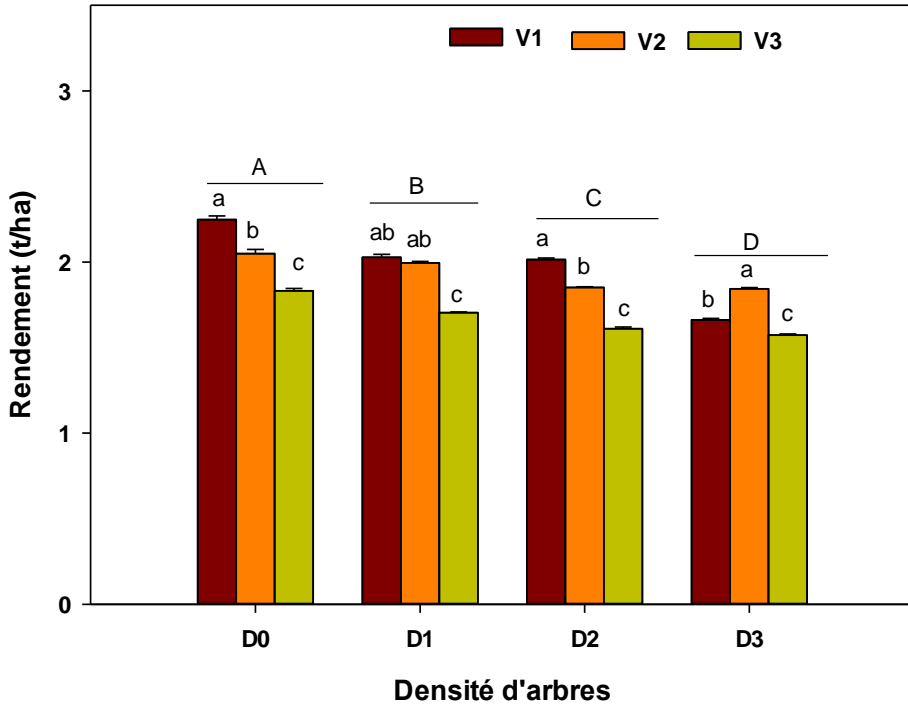


Figure 9 : Influence des densités d’arbres sur le rendement de trois variétés de riz pluvial. Les valeurs ayant les mêmes lettres indiquent des différences non significatives ($P < 0,05$) et les valeurs ayant de différentes lettres indique des différences significatives ($P < 0,05$).

Tableau 4 : Effets des densités d’arbres sur les paramètres agronomiques des variétés du riz pluvial.

Facteurs d'études	Valeurs	BA	BS	HMP	NTF	PMG	Rdt
Densité d’arbres	F	841,77	2320,32	7,32	23,19	46,30	404,75
	Signification	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
Variétés de riz (V)	F	1544,98	492,62	237,03	86,77	43,46	675,63
	Signification	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
Interactions (D*V)	F	66,50	74,27	2,13	7,48	3,05	55,02
	Signification	0,00**	0,00**	0,09*	0,00**	0,02**	0,00**

BA : biomasse aérienne, BS : biomasse souterraine, HMP : hauteur moyenne des plants, NTF : nombre de talles fertiles, PMG : poids de mille graines et Rdt : rendement

** indique une différence hautement significative au seuil de 1%

* indique une différence significative au seuil de 5%

DISCUSSION

Épargner les arbres dans le système de cultures est un moyen de diminuer la pression sur les écosystèmes naturels (Bellem et al., 2018). Cette étude a épargné trois espèces ligneuses (*Pterocarpus erinaceus*, *Parkia biglobosa* et *Daniellia oliveri*) avec des densités différentes (Missa et al., 2023). Ceci corrobore l'idée de Oke et al. (2016) qui confirment la pratique d'arbre au champ par les populations locales du Niger qui épargnent les pieds de *Parkia biglobosa* lors des défrichements et les techniques de multiplication et de traitement sylvicole de l'espèce ; ainsi les densités de régénération observées sont faibles et varient de 18 à 23 pieds/ha. Également, Rabiou (2015) montre que la densité de *Pterocarpus erinaceus* d'un diamètre supérieur à 5 cm à 1,30 m du sol augmente de manière significative de la zone sahélo-soudanienne à la zone soudano-guinéenne. Les résultats trouvés par Goba et al. (2019) révèlent que les plus grandes valeurs de densité d'arbres et de densité de régénération de *Pterocarpus erinaceus* ont été obtenues en savane guinéenne (9,9 arbres/ha et 33,8 tiges/ha) et sub-soudanienne (12,6 arbres/ha et 25,2 tiges/ha).

Parkia biglobosa est l'une des espèces les plus répandues dans la Préfecture de Faranah, et est épargné pour ses fruits et sa valeur thérapeutique. Simon (2021) confirme que le néré (*Parkia boglobosa*), le karité (*Vitellaria paradoxa*), le baobab (*Adansonia Digitata*) et le tamarinier (*Tamarindus indica*) sont les arbres conservés de génération en génération par habitude culturelle dans le paysage agraire et résistent aux feux saisonniers et au rude climat de la localité. Le même auteur confirme également que ces arbres ont des services écosystémiques d'approvisionnement comme les nourritures, les bois morts, les fruits, les noix, les feuilles et les médicaments, la régulation du microclimat, la pollinisation, l'apport d'ombre et les brise-vent. Dans cette étude, la hauteur des arbres épargnés dans l'essai varie de 9,5 m à 10,90 m avec des diamètres compris entre 54 cm à 69 cm (Tableau 2).

Fochola et al. (2019) confirment que les individus de *Daniellia oliveri* et de *Parkia biglobosa* de diamètre de 10 à 15 cm) et de 35 à 70 cm sont des espèces faiblement régénérées et fortement exploitées et qu'il devient impérieux d'intervenir afin d'assurer leur pérennité. Selon Gueye (2020), les populations sénégalaises ont tendance à s'orienter vers des modes d'exploitation plus respectueux de l'environnement, comme l'agroforesterie caractérisée par la conservation des ligneux d'intérêt dans les champs. L'auteur continue en disant que parmi les ligneux les plus abondantes sont *Parkia biglobosa*, *Terminalia macroptera*, *Guiera senegalensis* et les espèces les plus menacées de disparition sont *Khaya senegalensis* et *Pterocarpus erinaceus*.

Le cycle végétatif des trois variétés de riz a été influencés par les quatre densités d'arbres. La variation du cycle végétatif des variétés de riz est observée au niveau des stades de levée, tallage et maturité complète (Tableau 3). Ce que confirme l'idée de Mbodj et al. (2019), qui soutiennent que les variétés insensibles à la photopériode ont une durée totale de leur cycle végétatif variable sous climat tropical. Sie (1997) explique que l'augmentation du cycle des variétés est due à un retard de la germination et à une vitesse plus faible d'apparition des premières feuilles, un retard de l'induction florale dû à l'effet combiné de la photopériode et de la température pendant la phase inductive. Au cours de l'essai la pression des adventices était très faible. Husson et al., (2004) ont déjà confirmé que la dégradation du sol est accentuée par l'érosion qui fait suite à la déforestation et au brûlis sur les terres de pentes et que l'infestation par les mauvaises herbes est partout une autre contrainte majeure à la riziculture pluviale. Ainsi, épargner des arbres au champ peut diminuer la pression des adventices, donc réduire le temps alloué à l'entretien des cultures.

Au cours de l'essai le nombre talles fertiles a été influencé par les densités d'arbres ($P < 0,05$). Pour les trois variétés de riz, la variété V1 présente le plus grand nombre de talles fertiles soit 10 pour D_0 et 4 talles dans la densité D_3 (Fig. 3). Camara (2018) confirme que le nombre de talles par plant de riz est plus

élevé au niveau de la culture pure (21 talles) comparé à 16 talles sous *Elaeis guineensis* et 15 talles sous *Faidherbia albida*. Cette tendance est valable pour le rendement avec 5,66 t/ha pour la culture pure contre 3,06 t/ha sous *Elaeis guineensis* et 4,70 t/ha et 3,23 t/ha sous *Faidherbia albida*. En Casamance, les parcs agroforestiers à *Faidherbia albida* (Del) Chev., et *Elaeis guineensis* Jacq., ont toujours été associés à la riziculture pluviale selon Camara (2018). Les densités d'arbres ont significativement influencé la hauteur des plants de riz qui a progressivement augmenté en fonction des différentes densités d'arbres, ce qui est déjà confirmé par Camara (2018) qui atteste que hauteur des plants du riz est plus grande sous les arbres qu'en culture pure (105,13 cm contre 84,36 cm) pour *Faidherbia albida* (Del) Chev., et (90.75 cm contre 78.42 cm) pour *Elaeis guineensis*.

Les densités d'arbres ont influencé la biomasse aérienne et souterraine de riz ; on enregistre une diminution en poids au fur et à mesure que le nombre d'arbres augmente par surface. Ce qui démontre que l'augmentation du nombre d'arbres favorise la diminution du poids de la biomasse. Cependant Legare (2000) affirme que, le couvert forestier a une influence sur la biomasse de la strate de sous-bois, ce qui s'explique davantage par l'atténuation de la lumière puis par le couvert arborescent que par la disponibilité des éléments nutritifs.

Les rendements des trois variétés ont varié de 1.57 à 1,83 t/ha (Fig. 8), cela démontre que le rendement du riz de coteau obtenu à travers la pratique agricole arbres au champ est largement au-dessus de 1 t/ha. Cela est aussi rapporté par Zingore et al. (2014) qui disent le rendement du riz de coteau est autour de 1 t/ha. Enfin, Zounon et al. (2020) ont trouvé que les espèces *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum* et *Guiera senegalensis* dominent dans les champs à régénération naturelle assistée et contribuent énormément à la fertilité des sols à travers leurs biomasses.

Conclusion

Dans le but d'encourager la pratique de l'arbre au champ dans le système de culture pluviale sur coteau, favoriser la résilience des exploitants agricoles face au changement

climatique, cette étude portait sur l'effet de quatre densités d'arbres sur trois variétés de riz de coteau expérimentées en plein champ. Les résultats ont montré que les densités d'arbres ont eu de l'influence significative sur les paramètres agronomiques du riz étudiés. Le nombre de talles fertiles, les biomasses aérienne et souterraine et le rendement ont connu une diminution progressive par effet croissant des densités d'arbres, tandis que la hauteur moyenne des plants et le poids de mille grains ont enregistré une augmentation significative liée au nombre croissant de densités d'arbres. Cette variation due à la densité d'arbres est due à l'augmentation du taux d'ombrage. La pratique d'arbres au champ diminue la pression des adventices par le nombre croissant d'arbres épargnés. Il est alors préférable de conseiller aux exploitants d'introduire les arbres dans le système de production sur coteau avec une densité comprise entre 50 à 100 arbres/ha qui ont donné des résultats relativement proches du témoin sans arbre. Cette étude pourrait motiver les exploitants agricoles sur coteau à adopter la pratique d'arbre au champ afin de conserver et augmenter progressivement la fertilité de leur sol.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflits d'intérêts sur cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

MC, HB ont participé à la collecte de données, à l'analyse et au traitement des données. La supervision de ce travail a été réalisée par SBD. Tous ces auteurs ont contribué à la rédaction de ce manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de ce travail remercient vivement la division de la bourse d'étude de la Banque Islamique de Développement (BID) pour avoir financé entièrement les études de Master de Recherche en Agriculture Durable et Gestion des Ressources en Eau de Mohamed Cissé. Nos remerciements vont aussi à l'endroit des autorités villageoises et des producteurs de la Commune rurale de Tindo pour leur collaboration dans la réalisation de cette étude.

REFERENCES

- Akobi B, Poissonnier G. 2021. Les dernières forêts primaires de Guinée, un patrimoine mondial en danger. *Revue Internationale et Stratégique*, **1**: 51-61. DOI: <https://doi.org/10.3917/ris.121.0051>.
- Azenge C, Meniko JPP. 2020. Espèces et usages d'arbres hors forêt sur les terres agricoles dans la région de Kisangani en République Démocratique du Congo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, **8**(2): 163-169. URL: https://agrimaroc.org/index.php/Actes_I_AVH2/article/view/869/965
- Belem M, Zoungana M, Nabaloum M. 2018. Les effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la forêt classée de Toéssin, Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **12**(5): 2186-2201. DOI: 10.4314/ijbcs.v12i5.20.
- Camara B. 2018. Caractérisation agroécologique et socio-économique des parcs agroforestiers à *Elaeis guineensis* jacq., et *Faidherbia albida* (Del.) Chev., et leurs influences sur la productivité du riz pluvial. Ecole doctorale Sciences, Technologies et Ingénierie, Université Assane Seck de Ziguinchor, Casamance, Sénégal, p. 152.
- Diallo D, Tamini Z, Barry B, Ouendeno FA. 2010. Effet de la fumure organique sur la croissance et le rendement du riz NERICA 3 (WAB 450 IBP 28HB) à Faranah. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **4**(6): 2017-2025 DOI: 10.4314/ijbcs.v4i6.64979.
- Dramane BK, Koulibaly A, Boko BB. 2021. Déterminants du niveau d'ombrage des systèmes agroforestiers cacaoyers traditionnels de la région de Daloa Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, **33**(1): 51-60. URL: <https://www.ajol.info/index.php/aga/article/view/224376>
- Duan F. 2020. Aperçu Politique pour le Développement de l'Agroforesterie au Mali. OXFAM—Research *Backgrounder*: Boston, MA, USA, **88**(1): 31-34. URL: <https://www.oxfamamerica.org/explore/researchpublications/policy-landscape-scaling-agroforestry-mali/>
- Dufraisse A, Coubray S. 2018. De l'arbre à la forêt domestiquée : apport de l'anthracotypologie. *Les nouvelles de l'archéologie*, **152**: 54-61. DOI: <https://doi.org/10.4000/nda.4533>.
- Dupraz C, Capillon A. 2006. L'agroforesterie : une voie de diversification écologique de l'agriculture européenne. *Cahier d'étude DEMETER-Economie et Stratégies Agricoles*, **11**(1): 101-113. URL: <http://www.montpellier.inra.fr/safe/>
- Fachola BO, Gbesso GHF, Lougbegnon OT, Agossou N. 2019. Paramètres dendrométriques et structuraux de *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. et de *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalziel dans les phytodistricts Pobè et Plateau au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **13**(2): 652-661. DOI: 10.4314/ijbcs.v13i2.7.
- Goba AE, Koffi KG, Sie RS, Kouonon LC, Koffi YA. 2019. Structure démographique et régénération naturelle des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) des savanes de Côte d'Ivoire. *Bois & Forêts des Tropiques*, **341**: 5-14. DOI: <https://doi.org/10.19182/bft2019.341.a31750>.
- Gueye O. 2020. Caractérisation de la flore et de la végétation ligneuse des parcs agroforestiers et importance de l'espèce *Pterocarpus erinaceus* Poir., dans les exploitations agricoles de l'arrondissement de Sindian. Mémoire de Master, Aménagement et Gestion durable des Ecosystèmes forestiers et Agroforestiers. Université Assane Seck de Ziguinchor, Basse Casamance, Sénégal, p. 63.
- Husson O, Castella JC, Ha DT, Naudin K. 2004. Diagnostic agronomique des facteurs limitant le rendement du riz pluvial de montagne dans le nord du Vietnam. *Cahiers Agricultures*, **13**(5):

- 421-428. URL: <https://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/view/30461>
- Legare S. 2000. Influence du couvert forestier sur la composition et la biomasse de la strate de sous-bois en forêt boréale mixte. Doctoral dissertation, Sciences appliquées -Maîtrise en biologie, Université du Québec à Montréal, Canada, p. 77.
- Mbodj I, Camara M, Faye ON, Sarr F, Keny GG. 2019. Caractérisation physico-chimique de quinze (15) variétés de riz (*Oryza sativa* L.) produites dans la vallée du fleuve Sénégal. *Afrique Science*, **15**(3) : 222-233. URL: <http://www.afriquescience.net>
- Missa K, Yao K, Koffi JK, Soro K. 2023. Diversité floristique et structure de la végétation d'une carrière de granite dans le district de Yamoussoukro, Centre de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **17**(4): 1519-1529. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i4.18>
- Oke CM, Amoussou FL, Adjakpa J, Tchabi VI. 2016. Evaluation de la conservation et de la restauration de *Parkia biglobosa* dans la commune d'ABOMEY. Filière : Sciences Agricoles, UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI (EPAC/UAC), Benin, p. 61.
- Penot E, Feintrenie L. 2014. L'agroforesterie sous climat tropical humide : une diversité de pratiques pour répondre à des objectifs spécifiques et à des contraintes locales. *Bois & Forêts des Tropiques*, **321** : 5-6. URL: https://agritrop.cirad.fr/575361/1/document_575361.pdf
- Rabiou H, Diouf A, Bationo BA, Segla KN, Adjonou K, Kokutse AD, Saadou M. 2015. Structure des peuplements naturelles de *Pterocarpus erinaceus* Poir. dans le domaine soudanien au Niger et au Burkina Faso. *Bois & Forêts des Tropiques*, **325** : 71-83. DOI: <https://doi.org/10.19182/bft2015.325.a31274>.
- Razafimbelo T, Andriamananjara A, Rafolysy T, Razakamanarivo H, Masse D, Blanchart E, Albrecht A. 2018. Impact de l'agriculture climato-intelligente sur les stocks de carbone organique du sol à Madagascar. *Cahiers Agricultures*, **27**(3) : 35001. DOI: <https://doi.org/10.1051/cagri/2018017>.
- Sie M. 1997. Analyse des contraintes photo-thermiques en vue de l'adaptation des variétés de riz irrigué au Sahel. Doctoral dissertation, Thèse de doctorat. École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Montpellier, France, p. 197.
- Simon AN. 2021. Pratiques sociales de conservation des arbres dans le paysage agraire du département de Korhogo (nord, Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, **33**(3): 305-317. URL: <https://www.ajol.info/index.php/aga/article/view/220400>
- Simon D, Thirion MC. 2011. Les cultures vivrières pluviales en Afrique de l'Ouest et du Centre. *Agence Française de Développement*, **5** : 2105-2553. URL: https://agents.cirad.fr/pjjimg/nicolas.bricas@cirad.fr/Cultures_vivrieres_1_100.pdf
- Zingore S, Wairegi L, Ndiaye MK. 2014. Guide pour la gestion des systèmes de culture de riz. *Consortium Africain pour la Santé des Sols*, Nairobi, **60**(1) : 3-18. URL: <http://africasoilhealth.cabi.org/wpcms/wp-content/uploads/2016/06/French-Rice-Guide-A4-BW-lowres.pdf>
- Zongo NE. 2014. Effet de la salinité sur l'efficacité d'utilisation de l'azote par le riz. Mémoire de Master en Production Végétale, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, p. 74.
- Zounon CSF, Abasse T, Massaoudou M, Habou R, Tidjani D, Abouta KJM. 2020. Perception paysanne sur l'effet de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) sur les sols et les rendements des cultures suivant un gradient agroécologique du Centre-Sud du Niger. *Afrique Science*, **16**(5) : 272-283. URL: <http://www.afriquescience.net>