

Évaluation des performances agronomiques et économiques des systèmes de culture maïs-niébé sous différentes méthodes de travail du sol en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso

**Guialidou RAMDE^{1*},
Siébou PALE²,
Mahamoudou KOUMBEM²,
Edmond HIEN¹,
Hamidou TRAORE²,
Vara PV PRASAD^{3,4}
Jan B MIDDENDORF³**

Résumé

L'Agriculture au Burkina Faso est confrontée à la dégradation des sols et à la variabilité climatique, qui réduisent la productivité et la rentabilité des exploitations agricoles paysannes. Il est alors essentiel de développer des technologies agricoles à la fois performantes sur les plans agronomique et économique. Cette étude vise à évaluer les performances des associations maïs-niébé sous différentes méthodes de travail du sol et niveaux de fertilisation en milieu paysan. Les tests ont été conduits selon un dispositif en blocs dispersés avec randomisation complète, chaque bloc correspondant à une exploitation paysanne et constituant une répétition. Quatre traitements (technologies) ont été évalués, intégrant le labour (TS2) ou le billonnage cloisonné (TS3), le système de culture constitué d'une alternance d'une ligne de maïs et de niébé (SC1) ou deux lignes de maïs et de niébé (SC2) avec la fertilisation (F4). Les données collectées ont concerné les paramètres de rendement et la rentabilité économique avec comme indicateurs, la marge brute et le ratio bénéfice/coût (RBC). La technologie TS2-SC2-F4 a généré un rendement en fanes significativement plus élevé (1631,33 kg ha⁻¹), tandis que les rendements en paille (3914,92 à 4104,67 kg ha⁻¹) n'ont pas différé significativement entre les technologies. Les rendements en grains de maïs (1060,74 à 1339,27 kg ha⁻¹) et en graines de niébé (261,55 à 399,56 kg ha⁻¹) sont restés similaires entre les technologies. Toutes les technologies évaluées se sont révélées rentables, avec une performance optimale pour TS3-SC1-F4 caractérisée par une marge brute la plus élevée (421539 FCFA) et un RBC de 1,37. L'évaluation

¹ Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement, Université Joseph Ki-Zerbo, 03 B.P. 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

² Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, 04 B.P. 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso.

³ Feed the Future Innovation Lab for Collaborative Research on Sustainable Intensification, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA

⁴ Department of Agronomy, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA

***Auteur Correspondant :** Guialidou RAMDE E-mail : ramdeguialidou@yahoo.com; Tel : (+226) 65532553, <https://orcid.org/0009-0000-8659-3748>

DOI : <https://doi.org/10.64707/revstsna.v45i01.2255>

conjointe des performances agronomiques et économiques permet d'identifier les plus performantes dans les conditions de production en milieu réel.

Mots clés : maïs, niébé, performance agronomique, rentabilité économique, technologies

Evaluation of the agronomic and economic performance of maize-cowpea cropping systems under different tillage methods in the Sudanian-Sahelian zone of Burkina Faso

Abstract

Agriculture in Burkina Faso faces soil degradation and climate variability, which reduce the productivity and profitability of smallholder farms. Developing agricultural technologies that are both agronomically and economically efficient is therefore essential. This study aims to evaluate the performance of maize-cowpea intercropping under different tillage methods and fertilization levels in a smallholder farming environment. Tests were conducted using a randomized controlled trial design, with each block corresponding to a single farm and serving as a replication. Four treatments (technologies) were evaluated, including plowing (TS2) or ridge ridging (TS3), a cropping system consisting of alternating one row of maize and cowpea (SC1) or two rows of maize and cowpea (SC2), and fertilization (F4). The data collected concerned yield parameters and economic profitability, with gross margin and the profit/cost ratio (PCR) as indicators. The TS2-SC2-F4 technology generated a significantly higher haulm yield ($1631.33 \text{ kg ha}^{-1}$), while straw yields (3914.92 to $4104.67 \text{ kg ha}^{-1}$) did not differ significantly between the technologies. Maize grain yields (1060.74 to $1339.27 \text{ kg ha}^{-1}$) and cowpea seed yields (261.55 to $399.56 \text{ kg ha}^{-1}$) remained similar across the technologies. All evaluated technologies proved profitable, with TS3-SC1-F4 achieving optimal performance, characterized by the highest gross margin ($421,539 \text{ FCFA}$) and a return on capital (ROC) of 1.37. The combined evaluation of agronomic and economic performance allows for the identification of the most efficient technologies under real-world production conditions.

Keywords: maize, cowpea, agronomic performance, economic profitability, technologies

Introduction

L'Agriculture en Afrique sub-saharienne est confrontée à la dégradation et à la baisse de la fertilité des sols, ainsi qu'à la variabilité climatique. Au Burkina Faso, ces contraintes sont aggravées par l'accès limité aux intrants agricoles, en raison de leur coût élevé et de leur faible disponibilité, ce qui freine la productivité agricole (MARAH / DGESS, 2024). Par ailleurs, le Burkina Faso demeure dépendant des importations d'engrais minéraux, le NPK représentant plus de 75% des

importations totales (IFDC, 2024). En zone soudano-sahélienne, la faible fertilité des sols constitue une contrainte à l'augmentation des rendements agricoles (FAO, 2011). Ces sols sont caractérisés par des teneurs faibles en matière organique et en nutriments essentiels pour la croissance des plants et à leur productivité. En effet, selon Pallo et *al.* (2008, 2009), en zone sahélienne, notamment au Burkina Faso, la teneur des sols en matière organique est inférieure à 1%. La capacité d'échange cationique (CEC) reste également faible (2,0 à 2,4 cmol⁺/kg), tout comme les teneurs en carbone organique et en azote.

L'adoption des méthodes de gestion intégrée des sols associant le travail du sol, les systèmes de culture avec fertilisation organo-minérale peut améliorer la fertilité des sols et accroître la productivité agricole. En Afrique de l'Ouest, en particulier au Burkina-Faso, les associations céréales-légumineuses, notamment le maïs (*Zea Mays* L.) et le niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) sont pratiquées dans les systèmes agricoles. Ces associations présentent de nombreux avantages agronomiques, notamment dans l'amélioration de la fertilité chimique des sols à travers la fixation biologique de l'azote et l'utilisation efficiente des nutriments (Malézieux et *al.*, 2009 ; Sanginga et Woomer, 2009).

Par ailleurs, les techniques de travail du sol contribuent à améliorer la structure du sol et à optimiser l'humidité. En zone semi-aride, le billonnage cloisonné permet de réduire les pertes d'eau par ruissellement et favorise une meilleure conservation de l'humidité du sol, assurant des conditions de croissance optimales pour les cultures (Bationo et *al.*, 2011, Koumbem et *al* 2022).

De même, l'apport d'intrants organiques et minéraux contribue à augmenter la disponibilité des nutriments du sol, la productivité et à générer une valeur économique ajoutée (Palé et *al.*, 2024). Par ailleurs, les paysans adoptent les intrants minéraux de manière rationnelle et ne les adoptent que lorsqu'ils présentent une marge bénéficiaire acceptable (Ouedraogo, 2005). Bationo et *al.* (2007) ont souligné ainsi que les technologies doivent être non seulement efficaces sur le plan agronomique, mais également économiquement attractives afin de favoriser leur adoption et leur vulgarisation.

Au Burkina Faso, le choix du maïs et du niébé se justifie par leur importance dans les systèmes de production et l'alimentation. Parmi les principales cultures vivrières, le maïs (*Zea mays* L.) est la deuxième céréale la plus produite après le sorgho avec une production nationale

de 1 995 359 tonnes en 2023 (FAO, 2023 ; MARAH, 2024). Le niébé, légumineuse essentielle pour la sécurité alimentaire et les revenus des ménages ruraux affiche une production d'environ 737 105 tonnes (CBF, 2025). L'importance de ces deux cultures justifie une évaluation agronomique et économique pour une amélioration durable de leur productivité.

Ainsi, bien que les recherches antérieures aient fourni des données importantes sur les effets du travail du sol, des systèmes de culture et de la fertilisation organo-minérale (Malézieux *et al.*, 2009 ; Ganeme *et al.*, 2021 ; Koumbem *et al.*, 2022 ; Dimande *et al.*, 2024 ; Palé *et al.*, 2024), des limites subsistent. En particulier, peu de ces études ont analysé les effets combinés de ces technologies, évalué simultanément leurs performances agronomiques et économiques en milieu paysan. L'évaluation conjointe de ces performances apparaît donc nécessaire pour identifier les options les plus adaptées et les plus rentables économiquement pour les producteurs (Perin *et al.*, 1976 ; Yeo et Keske, 2024). C'est dans ce contexte que la présente étude vise à évaluer les performances agronomiques et économiques des technologies agricoles combinant les associations maïs-niébé sous des méthodes de travail du sol avec la fertilisation organo-minérale en milieu paysan.

II. Matériel et méthodes

II.1. Site d'étude

Cette étude a été menée dans les localités de Saria, Villy et Nandiala, situées dans la province du Boulkiemdé, région du Nando, en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso, autour de la Station de Recherches de Saria (Figure 1). Cette zone est caractérisée par un climat à forte variabilité interannuelle des précipitations, avec une pluviométrie annuelle comprise entre 600 mm et 900 mm. L'étude a été conduite en conditions pluviales durant la campagne agricole 2024-2025, avec une pluviométrie annuelle de 821,5 mm. Les tests ont été réalisés sur des sols de type lxisols ferriques (FAO, 2015). Les températures minimales ont varié de 14,34 °C à 26,03 °C contre 30,37 °C à 40,70 °C pour les maxima.

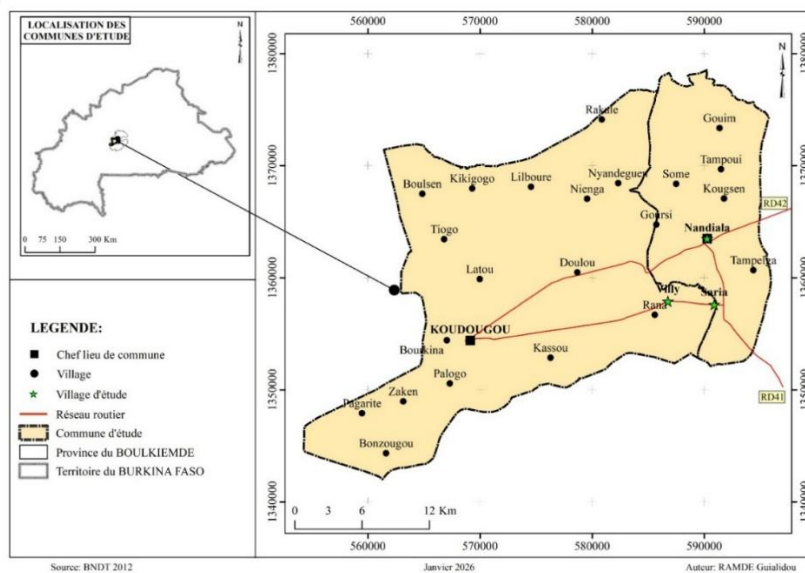


Figure 1 : Carte de localisation des villages des producteurs.

II.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est composé d’une variété FBC6 de maïs et d’une variété Teek-songo de niébé, toutes mises au point par l’Institut de l’Environnement et de Recherches Agricoles (INERA). La variété FBC6 est une variété composite à double objectif (grain et fourrage) avec un cycle végétatif de 91 jours et pouvant atteindre 2,15 m de hauteur. Elle a un rendement potentiel de 5,6 t ha⁻¹. La variété Teek-songo du niébé est aussi une variété à double usage avec une bonne couverture du sol. Elle a un rendement potentiel en grain de 1,5 t ha⁻¹ et en fane de 4,5 t ha⁻¹ avec un cycle végétatif de 70 jours. Les deux variétés présentent une bonne adaptation aux conditions agro climatiques difficiles des zones soudano-sahéliennes et bien appréciées par la population locale.

II.3. Fertilisants

Le compost dont les caractéristiques sont consignées dans le tableau I et les engrais minéraux (NPK 14 N-23 P₂O₅-14 K₂O-6 SO₃-2 B ; l’urée 30 N-3 MgO-8 S-0,3 Zn-0,2 B) ont servi de fertilisants.

Tableau I : Caractéristiques chimiques du compost

Carbone et matière organique				Phosphore		Potassium	Eléments totaux		pH (eau)
MO total	C	N	C/N	P	P	K disponible	K	Ca	Mg
	<u>total</u>	<u>total</u>		<u>assimilable</u>	<u>total</u>		total	<u>total</u>	<u>total</u>
	----- (%) -----			(mg/Kg)	----- g/Kg -----			----- (mg/Kg) ---	
28,26	16,39	0,91	18	311,18	5,99	14,1	14,39	654,30	178,96
									7,82

Note : C = Carbone, N = Azote, P = Phosphore, K = potassium, Ca = Calcium, Mg = Magnésium

II.4. Méthodologie

L'étude a consisté à évaluer en milieu paysan les performances agronomiques et économiques de quatre technologies jugées les plus prometteuses. Celles-ci ont été choisies par les producteurs à l'issue d'une visite participative organisée (avec des exploitants agricoles) au cours de la campagne agricole 2023-2024 sur des parcelles d'un essai agronomique à la station de recherches de Saria, où dix traitements combinant le travail du sol, les systèmes de culture avec fertilisation organique et minérale ont été testés. Les quatre technologies retenues ont ensuite été testées en milieu paysan durant la campagne 2024-2025 afin d'en évaluer les performances agronomiques et économiques.

II.4.1. Dispositif expérimental des tests

Les tests ont été conduits selon un dispositif en blocs dispersés avec randomisation complète, chaque bloc correspondant à l'exploitation d'un producteur et constituant une répétition. Chaque bloc comprenait quatre parcelles élémentaires (une technologie par parcelle), d'une superficie de 320 m² (20 m x 16 m), séparées par des allées d'un mètre. Les producteurs ont appliqué les quatre technologies selon l'itinéraire technique recommandée. Les technologies sont consignées dans le tableau II.

II.4.2. Conduite des tests

Avant le travail du sol à la traction bovine (labour et billonnage), 2500 kg ha⁻¹ de compost ont été épandus dans toutes les parcelles avant le semis. Les semis de maïs et niébé, réalisés en lignes alternées durant la troisième semaine de juillet, ont utilisé des semences traitées au fongicide. L'espacement entre les semis était de 80 cm x 40 cm, avec un démariage à deux plants par poquet après levée. Le NPK a été appliqué par microdose à 14 jours après semis, tandis que, l'urée a été apportée uniquement aux maïs en deux fractions, à 30 et 45 jours après semis.

Tableau II : Récapitulatif des technologies testées en milieu réel, campagne agricole 2024-2025, villages de Saria, Vily, Nandiala au Burkina Faso.

Technologies
TS2-SC1-F4 : Labour avec association de maïs et de niébé en lignes alternées : 1 ligne de maïs suivie de 1 ligne de niébé avec le niveau de fertilisation F4 TS2-SC2-F4 : Labour avec association de maïs et de niébé en lignes alternées : 2 lignes de maïs suivies de 2 lignes de niébé avec le niveau de fertilisation F4 TS3-SC1-F4 : Billonnage cloisonné avec association de maïs et de niébé en lignes alternées : 1 ligne de maïs suivie de 1 ligne de niébé avec le niveau de fertilisation F4 TS3-SC2-F4 : Billonnage cloisonné avec association de maïs et de niébé en lignes alternées : 2 lignes de maïs suivies de 2 lignes de niébé avec le niveau de fertilisation F4
F4 : 200 kg ha ⁻¹ de NPK (14 N-23 P ₂ O ₅ -14 K ₂ O-6 SO ₃ -2 B) + 200 kg ha ⁻¹ d'urée 30N (30 N-3 MgO-8 S-0,3 Zn-0,2 B) sur le maïs ; 100 kg NPK ha ⁻¹ sur le niébé + 2500 kg ha ⁻¹ de compost.

Les doses appliquées ont été de 200 kg ha⁻¹ de NPK et 200 kg ha⁻¹ d'urée (30N) sur le maïs ; 100 kg ha⁻¹ de NPK sur le niébé, et 2500 kg ha⁻¹ de compost. L'entretien des parcelles a reposé sur deux sarclages à la daba et un désherbage manuel. La lutte contre les pucerons (aphidés) du niébé (*Aphis craccivora* Koch.) a été assuré par des traitements phytosanitaires : une première application à la floraison avec un insecticide à base d'acétamipride et de lambda cyhalothrine, suivie d'un second traitement à la formation des gousses avec une formulation similaire.

II.4.3. Collecte des données

Paramètres agronomiques mesurés

Les données agronomiques collectées ont porté sur les paramètres de rendement, notamment le poids des grains du maïs et des graines de niébé, ainsi que le poids de la paille du maïs et de la fane de niébé.

Estimation des rendements

Le rendement a été déterminé par la formule suivante : $Rdt_i = \frac{Pi}{Sup}$ où Rdt_i est le rendement (kg ha⁻¹) du traitement i , Pi le poids de la récolte (kg) d'une parcelle élémentaire et Sup la superficie de la parcelle élémentaire (ha).

Paramètres économiques mesurés

Les données collectées pour l'analyse de la rentabilité économique des technologies ont concerné le temps des travaux, le coût des intrants, le poids et les prix moyens du kilogramme des produits (grains et biomasse) du maïs et du niébé.

Outils d'évaluation de la performance économique

Pour évaluer la rentabilité économique, l'analyse a consisté à prendre en compte les prix perçus ou payés par les producteurs pour évaluer le profit réel de l'exploitant agricole (Koumbem 2023). La rentabilité financière de chaque technologie a été évaluée à l'hectare à partir de l'estimation des charges variables et des recettes brutes issues du compte d'exploitation. Les indicateurs de la rentabilité financière utilisés ont été la marge brute (MB) en FCFA ha⁻¹ et le Ratio Bénéfice /Coût (RBC).

Calcul de la marge brute

La marge brute correspond à la différence entre la valeur de la production (P) et le coût total de production (CTP) ou charges variables de production, incluant le coût des intrants (semences, engrais, pesticides, main d'œuvre). Elle est donnée par la relation suivante : (1) $MB = P - CTP$. Une marge brute positive indique que la technologie est financièrement rentable, tandis qu'une marge négative traduit une non-rentabilité.

Calcul du Ratio bénéfice/coût

Le ratio bénéfice/coût (RBC) est le rapport entre la marge brute (MB) et le coût total de production (CTP). C'est un indicateur de performance financière permettant d'évaluer le gain obtenu pour une unité monétaire investie. Elle est donnée par l'équation suivante :

(2) $RBC = \frac{MB}{CTP}$. Un $RBC > 1$ indique une activité rentable, la marge brute excédant les coûts de production, tandis qu'un $RBC < 1$, traduit une activité non rentable (perte).

II.4.4. Analyse statistique des données

Les données ont été saisies sous Microsoft Excel. Une analyse de variance a été réalisée avec le logiciel SAS/STAT® pour tester l'égalité des rendements entre les technologies, au seuil de significativité de 5%. L'analyse de la rentabilité économique a été effectuée à l'aide de Microsoft Excel.

III. Résultats

III.1. Performances agronomiques des technologies testées en milieu paysan

L'analyse de variance a indiqué que seul le rendement fane du niébé a été significativement affecté ($P = 0,02$) par les différentes technologies (Tableau III). A cet effet, à l'exception de la technologie TS3-SC2-F4 (billonnage cloisonné associé au système de culture deux lignes de maïs suivies de deux lignes de niébé avec 200 kg ha⁻¹ de NPK + 200 kg ha⁻¹ d'urée 30N sur le maïs et 100 kg NPK ha⁻¹ sur le niébé + 2500 kg ha⁻¹ de compost), les rendements en fanes du niébé des différentes technologies (1353,89 et 1469,14 kg ha⁻¹) sont similaires. Le plus faible rendement (643,4 kg ha⁻¹) est obtenu avec TS3-SC2-F4. Cependant, il n'y a pas eu d'effets significatifs des différentes technologies sur les rendements en grains, pailles du maïs ainsi qu'en graines du niébé. Par ailleurs, les rendements en grains du maïs varient de 1060,74 à 1339,27 kg ha⁻¹, ceux du niébé de 261,55 à 399,56 kg ha⁻¹ et de 3914,92 à 4104,67 kg ha⁻¹ pour la paille du maïs.

La variabilité des rendements d'un producteur à l'autre a été mise en évidence par les coefficients de variation. En effet, ces coefficients sont compris entre 16,28% et 22%, indiquant que la dispersion des rendements est faible à modérée.

Tableau III : Rendement des grains et paille du maïs, des graines et fane du niébé suivant les technologies à Nandiala, Saria et Villy, Burkina Faso, 2025.

Technologies	Rendement (kg ha ⁻¹)			
	Grains Maïs	Paille Maïs	Graines Niébé	Fane Niébé
TS2-SC1-F4	1060,74	4104,67	261,55	1353,89a
TS2-SC2-F4	1125,05	3914,92	399,56	1631,33a
TS3-SC1-F4	1162,74	3990,62	317,21	1469,14a
TS3-SC2-F4	1339,27	4049,32	316	643,4b
Probabilité	0,39	0,98	0,15	0,02*
Coefficient de variation (%)	22	19,8	16,28	19,63

Note TS2 : Labour ; TS3 ; Billonnage cloisonné ; F4 : 200 kg ha⁻¹ de NPK + 200 kg ha⁻¹ d'urée 30N sur le maïs ; 100 kg ha⁻¹ NPK sur le niébé + 2500 kg ha⁻¹ de Compost. Les valeurs suivies de la même lettre en minuscule dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à $P \leq 0,05$.

III.2. Performances économiques des technologies testées en milieu paysan

Après analyse du compte d’exploitation, il ressort que l’ensemble des technologies ont induit des marges brutes positives (Tableau IV). Par ailleurs, ces technologies ont généré des RBC supérieurs à 1 compris entre 1,09 et 1,37. Ainsi, l’investissement d’un franc monétaire rapporte entre 1,09 et 1,37 francs. Par ailleurs, la technologie ayant le ratio bénéfice/ coût le plus élevé est TS3-SC1-F4 (billonnage cloisonné avec le mode de semis une ligne de maïs suivie d’une ligne de niébé avec 200 kg ha⁻¹ de NPK + 200 kg ha⁻¹ d’urée 30N sur le maïs et 100 kg NPK ha⁻¹ sur le niébé + 2500 kg ha⁻¹ de compost) avec une marge brute de 421539 FCFA à l’hectare et un RBC de 1,37.

Tableau IV : Résultats du compte d’exploitation d’un hectare de maïs et de niébé produits en association à Nandiala, Saria et Villy, Burkina Faso, 2025.

Technologies	CMD	CI	CV	P	MB	RBC
	----- FCFA -----					
TS2-SC1-F4	136068	187750	323818	676857,6507	353040	1,09
TS2-SC2-F4	136423	187750	324173	748728,5625	424556	1,31
TS3-SC1-F4	119551	187750	307301	728839,3638	421539	1,37
TS3-SC2-F4	111156	187750	298906	652193,4423	353288	1,18

Note : CMD : Coût Main d’œuvre ; CI : Coût des Intrants ; CV : Charges Variables ; CTP : Coût Total de Production ; MB : Marges Brutes ; RVC : Ratio valeur/coût.

IV. Discussion

IV. 1. Performances agronomiques des technologies testées en milieu paysan

Les rendements en fanes du niébé ont été significativement plus élevés avec les technologies TS2-SC1-F4, TS2-SC2-F4 et TS3-SC1-F4. En revanche, la technologie TS3-SC2-F4, qui associe le billonnage cloisonné au système de culture alternant deux lignes de maïs et deux lignes de niébé avec le niveau de fertilisation F4, n'a pas présenté cette amélioration significative. Les trois premières technologies ont des rendements similaires, compris entre 1353,89 et 1469,14 kg ha⁻¹, contre 643,4 kg ha⁻¹ pour TS3-SC2-F4. La similitude observée entre les trois

premières technologies, suggère que dans les conditions de l'étude, ni le travail du sol, la fertilisation et ni l'agencement spatial n'ont eu d'effets significatifs sur la production en fanes du niébé. Les espacements (80 cm entre les lignes et 40 cm entre les poquets) identiques ont probablement maintenu les conditions de croissance comparables. Elle pourrait également s'expliquer par la plasticité phénotypique du niébé. En effet, le niébé est une espèce capable de maintenir sa capacité et sa production dans des systèmes de systèmes variés lorsque la disponibilité des ressources est favorable. Par ailleurs, le niébé est une légumineuse avec une forte capacité de fixation de l'azote atmosphérique qui lui permet de maintenir une production en biomasse relativement stable. Selon Bationo *et al.* (2011), le niébé en culture intercalée avec les céréales dans les systèmes de production agricole permet une amélioration de la fertilité chimique des sols et un maintien de la stabilité des productions. Cependant, La baisse significative du rendement en fanes du niébé observée avec TS3-SC2-F4 s'expliquerait par l'interaction entre le billonnage cloisonné et l'association des cultures. En effet, le billonnage, en améliorant la disponibilité en eau est susceptible de favoriser la croissance du maïs (Bationo *et al.*, 2011 ; Koumbem *et al.*, 2022). Dans la configuration alternant deux lignes de maïs et deux lignes de niébé, l'amélioration des conditions de croissance pourrait intensifier la compétition interspécifique pour la lumière, l'eau et les nutriments. L'ombrage exercé par le maïs peut ainsi limiter le développement végétatif du niébé, entraînant une réduction de la production de biomasse aérienne, notamment des fanes (Malézieux *et al.*, 2009).

Les rendements en grains du maïs (1060,74 à 1339,27 kg ha⁻¹), en graines du niébé (261,55 à 399,56 kg ha⁻¹) et en paille du maïs (3914,92 à 4104,67 kg ha⁻¹) n'ont pas varié significativement entre les technologies. Ces résultats suggèrent que les différentes combinaisons des modes de travail du sol, de systèmes de culture et de la fertilisation organo-minérale testées en milieu réel ont généré dans les conditions de l'étude des niveaux de production similaires. En effet, dans les systèmes de culture associées, la complémentarité dans l'utilisation des ressources (lumière, l'eau et nutriments) limite la compétition entre cultures et favorise des rendements comparables entre traitements. Les technologies testées n'ont pas modifié les conditions de croissance des plantes et donc les rendements sont restés similaires. Sanginga et Woome. (2009) ont montré que l'association céréales-légumineuses permet une utilisation efficiente des ressources, contribuant à la stabilité

des rendements malgré la disparité des conditions culturales. L'absence de différences significatives indiquent que, dans les conditions agroécologiques de l'étude, certaines combinaisons ont permis d'obtenir des rendements comparables. Par ailleurs, les technologies évaluées avaient été préalablement choisies en station comme prometteuses sur le plan agronomique. Leur évaluation, avait pour objectif de vérifier, en milieu réel, caractérisé par une variabilité des pratiques et de l'environnement, leur capacité à maintenir ces performances. Les résultats indiquent que certaines technologies ont conservé des niveaux de performance similaires en milieu paysan.

D'autre part, les rendements en grains du maïs observés (1060,74 à 1339,27 kg ha⁻¹) se situent dans la plage généralement observée en milieu paysan (300 kg ha⁻¹ à plus de 2000 kg ha⁻¹). Ils traduisent un niveau de productivité intermédiaire, indiquant que les technologies testées ont permis d'obtenir des performances agronomiques comparables avec celles habituellement observées dans les systèmes de production.

En outre, les rendements du niébé observés (261,55 kg ha⁻¹ à 399,56 kg ha⁻¹) sont relativement faibles et se rapproches des niveaux les plus bas (240 kg ha⁻¹) en cultures associées rapportés dans la littérature (Ganeme *et al.*, 2021). Ces résultats restent toutefois inférieurs aux rendements en milieu réel pouvant atteindre 1074 kg ha⁻¹ (selon Rabe *et al.*, 2017). Ces écarts suggèrent que les conditions de l'étude ont limité l'expression du potentiel agronomique du niébé.

.

IV. 2. Performances économiques des technologies testées en milieu paysan

Les résultats du compte d'exploitation montrent que les technologies ont généré des marges brutes positives avec des ratio bénéfice/coût (RBC) supérieurs à 1, indiquant leur rentabilité financière. En effet, un RBC > 1 indique que les bénéfices couvrent les coûts de production. Selon Perrin *et al.* (1976), ces indicateurs sont essentiels pour évaluer la rentabilité et l'adoptabilité des technologies en milieu paysan.

Les RBC compris entre 1,09 et 1,37 indiquent que les technologies sont rentables avec des marges bénéficiaires modestes. Ces types de résultats sont fréquents en Afrique sub-saharienne où la rentabilité économique est souvent limitée par les contraintes pédoclimatiques et le coût des intrants (FAO, 2001 ; Dugué *et al.*, 2024). La technologie combinant

une ligne de maïs suivie d'une ligne de niébé avec le niveau de fertilisation F4 sur le billonnage cloisonné (TS3-SC1-F4) apparaît comme la plus rentable, avec une marge brute de 421539 FCFA et un RBC de 1,37. Cette performance s'explique par les effets combinés de l'association maïs-niébé et de la fertilisation, qui améliore la disponibilité des nutriments et l'efficacité de l'azote (Sanginga et Woomer, 2009). Par ailleurs, le billonnage favorise la conservation de l'eau et réduit les pertes par ruissellement, contribuant à des meilleures performances agronomiques et économiques (Bationo et *al.*, 2011 ; Labiyi et *al.*, 2018). A contrario, le traitement réalisé sous labour, associant une ligne de maïs suivie d'une ligne de niébé avec la fertilisation F4 (TS2-SC1-F4) a présenté la plus faible rentabilité avec une marge brute de 353040 FCFA et un RBC de 1,09. Cette rentabilité pourrait être due aux coûts de production élevée liés au temps de travail du sol (labour) qui réduisent les bénéfices nets malgré les productions obtenues. Dans les systèmes de production où les sols sont pauvres en éléments nutritifs, la production et la rentabilité économique est fortement corrélée par les intrants à apporter (FAO, 2017). Globalement, les technologies testées ont présenté une rentabilité positive avec des niveaux variables. Ainsi, l'intégration des techniques de gestion des sols peut contribuer à améliorer le revenu des producteurs.

Conclusion

L'étude conduite dans trois localités autour de la station de recherche de Saria a révélé une homogénéité des rendements entre les quatre technologies étudiées, notamment pour les grains, et la paille du maïs ainsi que les graines du niébé. Cependant, pour le rendement en fane du niébé, le labour associé au système de culture deux lignes avec 200 kg ha⁻¹ de NPK + 200 kg ha⁻¹ d'urée 30N sur le maïs et 100 kg NPK ha⁻¹ sur le niébé + 2500 kg ha⁻¹ de compost a été plus performant (1631,33 kg ha⁻¹).

En outre, les technologies testées se sont révélées toutes rentables avec des ratios bénéfice/coût (RBC) supérieurs à 1. Le billonnage avec une ligne de maïs suivie d'une ligne de niébé et la fertilisation 200 kg ha⁻¹ de NPK + 200 kg ha⁻¹ d'urée 30N sur le maïs et 100 kg NPK ha⁻¹ sur le niébé + 2500 kg ha⁻¹ de compost s'impose comme la plus rentable avec une marge brute de 421539 FCFA et un RBC de 1,37. A l'inverse, la technologie combinant le labour, une ligne de maïs suivie d'une ligne

de niébé et le niveau de fertilisation F4 a présenté le ratio bénéfice/cout le plus faible parmi les technologies étudiées (marge brute de 353040 FCFA et RBC de 1,09) dont les coûts de production sont plus élevés. Toutefois, de façon globale, la rentabilité est restée modeste et l'adoption de ces technologies à grande échelle dépendra de la capacité des producteurs à supporter les coûts de production.

Conflit d'intérêts

Tous les auteurs ayant pris part à cette étude déclarent l'inexistence de conflits d'intérêts.

Contribution des auteurs

RG, PS, KM ont conçu l'étude, rédigé le protocole expérimental, collecté les données de terrain, fait le traitement statistique et l'interprétation des résultats. TH, P V P V et M J B ont facilité l'acquisition des moyens financiers. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit.

Remerciements

Nous exprimons notre profonde gratitude à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) du Burkina Faso pour son soutien administratif et matériel, au Programme de Laboratoire d'Innovation et d'Intensification Durable (accord de coopération n° AID-OAA-L-14-00006) (SIIL-Burkina) pour son soutien financier, ainsi que son accompagnement matériel et administratif dans la conduite de l'étude.

Références Bibliographiques

- Bationo, A., Waswa, B., Kihara, J., et Kimetu, J. (Eds.). (2007). *Advances in integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: Challenges and opportunities*. Dordrecht: Springer
- Bationo, A., Waswa, B., Okeyo, J. M., Maina, F., et Kihara, J. M. (Eds.). (2011). *Innovations as key to the green revolution in Africa: Exploring*

the scientific facts. Dordrecht, Netherlands : Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-90-481-2543-2>

Conseil Burkinabè des Filières Agropastorales et Halieutiques (CBF). (2025). *Présentation détaillée des filières de production agricole, Burkina Faso*. <https://www.cbf.bf/presentation-detaillée-des-filières-agricoles/>

Dimande, P., Arrobas, M., et Rodrigues, M. Â. (2024). Intercropped maize and cowpea increased the land equivalent ratio and enhanced crop access to more nitrogen and phosphorus compared to cultivation as sole crops. *Sustainability*, 16(4), 1440.
<https://doi.org/10.3390/su16041440>

Dugue, P., Andrieu, N., et Bakker, T. (2024). Pour une gestion durable des sols en Afrique subsaharienne, *Cahiers Agricultures*, 33(6), 12.
<https://doi.org/10.1051/cagri/2024003>

Food and Agriculture Organization (FAO). (2001). *L'économie de la productivité des sols en Afrique subsaharienne*. Organisation de nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.
<https://www.fao.org/4/X8827F/x8827f00.htm>

Food and Agriculture Organization (FAO). (2011). *Produire plus avec moins : Guide à l'intention des décideurs sur l'intensification durable de la production végétale*. Rome, Italie.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2015). *World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. World Soil Resources Reports No. 106. IUSS Working Group WRB, Rome, Italy, 192p.

Ganeme, A., Douzet, J.M., Traore, S., Dusserre, J., Kabore, R., Tirogo, H., Nabaloum, O., Ouedraogo, N. W.Z. S., et Adam, M. (2021). L'association sorgho/niébé au poquet, une pratique traditionnelle en zone soudano-sahélienne à faible rendement : Etat des lieux et pistes d'amélioration. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 31, 836-848.

International Fertilizer Development Center (IFDC). (2024). *Aperçu des Statistiques sur les Engrais Burkina Faso 2019 – 2023*.
<https://hub.ifdc.org/handle/20.500.14297/3278>

Koumbem, M., Pale, S., Hien, E., Yonli, D., Traore, H., Pale, G., Prasad, V.V., et Middendorff, B.J. (2022). Effets du travail du sol et de la

fertilisation organo-minérale sur l'humidité du sol et l'assimilation chlorophyllienne du sorgho en culture associée avec le niébé. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16(5), 2396-2412. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v16i5.45>

Labiya, A., Yegbemey, R., Yabi, J., et Olodo, V. (2018). Pratiques culturelles de gestion de la fertilité des sols et performance économique des producteurs de maïs au Nord- Bénin, *Ann. UP, Série Sci. Nat. Agron*, 8(2), 115-124.

Malézieux, E., Crozat, Y., Dupraz, C., Laurans, M., Makowski, D., Ozier-Lafontaine, H., Rapidel, B., De Tourdonnet, S., et Valantin-Morison, M. (2009). Mélanger des espèces végétales dans les systèmes de culture : concepts, outils et modèles. Une critique. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 43–62. <https://doi.org/10.1051/agro:2007057>

Ministère de l'Agriculture, des Ressources Animales et Halieutiques (MARAH). (2024). Enquête Permanente Agricole 2023-2024 : *Résultats définitifs de la campagne agricole*. Ouagadougou, Burkina Faso. <https://microdata.insd.bf/index.php/catalog/83>

Ouedraogo, S. (2005). *Intensification de l'agriculture dans le Plateau Central du Burkina Faso : Une analyse des possibilités à partir des nouvelles technologies*. Thèse de doctorat, Université de Groningen, Pays-Bas.

Pale, S., Koumbem, M., Traore, A., Hien, E., Yonli, D., Traore, H., Pale, G., Prasad, P.V.V. et Middendorf, B.J. (2024). Performances agro-économiques de l'association sorgho-niébé sous différentes méthodes de gestion de l'eau et de la fertilisation organo-minérale en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *Science et Technique, Sciences Naturelles et Appliquées*, spécial hors-série n° 7, 55-78.

Pallo, F. J. P., Sawadogo, N., Sawadogo, L., Sedogo, M. P. et Assa, A. (2008). Statut de la matière organique des sols dans la zone sud-soudanienne au Burkina Faso. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement/Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 12(3), 291-301.

Pallo, F. J. P., Sawadogo, N., Zombre, N. P. et Sedogo, P. M. (2009). Statut de la matière organique des sols de la zone nord soudanienne au Burkina Faso. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 13(1), 139-142. <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=3623>

Rabe, M. M., Baoua, I. B., Sitou, L., et Amadou, L. (2017). Champ école paysan, une approche participative pour l'amélioration du rendement du niébé : résultats d'expériences pilotes conduites dans les régions de Maradi et Zinder au Niger. *Agronomie Africaine*, 29(2), 1–9.

Sanginga, N. et Woomer, P. L. (Eds.). (2009). *Integrated Soil Fertility Management in Africa: Principles, Practices and Developmental Process*. Tropical Soil Biology and Fertility Institute of the International Centre for Tropical Agriculture. Nairobi. 263p.

Yeo, M.L et Keske, C.M. (2024). From profitability to trust: factors shaping digital agriculture adoption. *Front. Sustain. Food Syst.* 8:1456991. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1456991>.