



Original Paper

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

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

Effets de différents modes de gestion de la fertilité du sol sur les performances du niébé (*Vigna unguiculata*) et de l'Ambérique (*Vigna radiata*) à l'Ouest du Burkina Faso

Kalifa COULIBALY^{1*}, Mamadou TRAORE¹, Alain P.K. GOMGNIMBOU²,
Louis P. YAMEOGO², Bernard BACYE¹ et Hassan B. NACRO¹

¹Laboratoire d'étude et de recherche sur la fertilité du sol (LERF), Institut du Développement Rural (IDR), Université Nazi Boni (UNB), BP 1091, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

²Laboratoire Sol-Eau-Plantes, Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA)/Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Station de Farako-Bâ, 01 BP 910 Bobo 01, Burkina Faso.

*Auteur correspondant ; E-mail : kalifacoul1@yahoo.fr

Received: 06-11-2022

Accepted: 19-01-2023

Published: 31-01-2023

RESUME

La gestion durable des terres reste une problématique majeure dans le contexte agricole du Burkina Faso. Cette étude a été conduite afin d'évaluer les effets de la combinaison de différentes techniques de gestion de la fertilité du sol sur le développement de 2 légumineuses, à l'Ouest du Burkina Faso. Pour ce faire, un dispositif à trois facteurs (Travail du sol, système de culture et fertilisation) et 4 répétitions a été mis en place. Le facteur travail du sol était composé des traitements T1 (Labour + RdC exportés), T2 (Labour + Enfouissement des RdC de la parcelle) et T3 (Semis direct + paillage avec RdC de la parcelle). Le facteur système de culture était constitué des traitements Ma (Maïs en culture pure), Ni (Niébé en culture pure), Am (Ambérique en culture pure), MN (Maïs en association avec le niébé) et MA (Maïs en association avec l'Ambérique). Le facteur fertilisation était composé de FM (Fumure minérale à la dose vulgarisée), fom (Fumure organo-minérale avec 2 t/ha de FO et la dose vulgarisée de FM) et FOM (Fumure organo-minérale avec 5 t/ha de FO chaque 2 ans et la dose vulgarisée de FM). Une rotation de cultures entre les légumineuses et le maïs a été effectuée sur les parcelles de culture pure de légumineuse. Le taux de couverture du sol par les légumineuses, le nombre de nodules et la biomasse racinaire des légumineuses ont été évalués au 30^{ème}, 45^{ème} et 60^{ème} jours après semis (JAS) en 2018 et 2020. Les résultats montrent une augmentation significative du nombre de nodules avec T2 (25,74 nodules/pied) par rapport aux autres modes de travail du sol. Concernant le système de culture et la fertilisation, c'est le niébé en culture pure et le traitement FOM qui ont enregistré les valeurs élevées de taux de couverture du sol, de nombre de nodules et de biomasse racinaire, comparativement aux autres traitements. Les résultats montrent également que c'est l'interaction système de culture et fertilisation qui est significative pour le taux de couverture du sol, le nombre de nodules et la biomasse racinaire. On peut retenir de l'étude que le niébé se présente comme la légumineuse ayant les meilleures performances en culture pure et sous fertilisation organo-minérale avec 5 t/ha de FO chaque 2 ans et la dose vulgarisée de FM.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Couverture du sol, nodule, biomasse racinaire, légumineuse, Burkina Faso.

Effects of different soil fertility management methods on the performance of cowpea (*Vigna unguiculata*) and amber (*Vigna radiata*) in western Burkina Faso

ABSTRACT

Sustainable land management remains a major issue in the agricultural context of Burkina Faso. This study was conducted to evaluate the effects of combining different soil fertility management techniques on the development of two legumes in western Burkina Faso. To do so, a three-factor design (soil tillage, cropping system and fertilization) and 4 replications were set up. The soil tillage factor was composed of treatments T1 (Ploughing + exported CR), T2 (Ploughing + burial of plot CR) and T3 (Direct seeding + mulching with plot CR). The cropping system factor was composed of treatments Ma (Maize in pure culture), Ni (Cowpea in pure culture), Am (Amber in pure culture), MN (Maize in association with cowpea) and MA (Maize in association with Amber). The fertilization factor was composed of FM (mineral fertilizer at the popularized rate), fom (organo-mineral fertilizer with 2 t/ha of FO and the popularized rate of FM) and FOM (organo-mineral fertilizer with 5 t/ha of FO every 2 years and the popularized rate of FM). A crop rotation between legumes and maize was conducted on the pure legume plots. Legume soil cover rate, nodule number, and root biomass of legumes were assessed at 30, 45, and 60 days after sowing (DAS) in 2018 and 2020. The results show a significant increase in nodule number with T2 (25.74 nodules/foot) compared to the other tillage modes. Regarding the cropping system and fertilization, the cowpea in pure cultivation and the FOM treatment recorded the highest values of soil cover rate, number of nodules and root biomass compared to the other treatments. The results also show that it is the cropping system and fertilization interaction that is significant for soil cover rate, number of nodules and root biomass. The study shows that cowpea is the legume with the best performance in pure culture and under organo-mineral fertilization with 5 t/ha of FO every two years and the popularized dose of FM.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Soil cover, nodule, root biomass, legume, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Dans le secteur agricole, la dégradation des terres est au cœur des problématiques majeures posées au Burkina Faso. Pour assurer une gestion durable des terres, différentes pratiques agricoles ont fait l'objet d'expérimentation, de promotion et de mise en œuvre en milieu paysan. Selon Da (2008), après plus de deux décennies de pratiques, le paysage agricole de la région de Dem au Burkina Faso, est aménagé en partie suivant différentes techniques de conservation des eaux et des sols et de défense et restauration des sols (CES/DRS) qui sont les cordons pierreux, cordons d'*Andropogon gayanus*, le paillage et le zaï. Les expérimentations de Garané et al. (2017) sur 6 techniques de travail du sol, ont montré que le labour minimum a présenté une activité biologique plus importante sur les horizons supérieurs 0-10 cm, et celle-ci décroît plus ou moins rapidement avec la profondeur de labour. Ils ont observé également que le

labour traditionnel à la charrue à soc à 27-30 cm de profondeur, par son action plus profonde dans le sol, a permis un fort rendement. Les travaux de Bacyé et al. (2019) ont montré que les apports organiques ont permis une amélioration significative des teneurs en matières organiques, de la capacité d'échange cationique (CEC), de la somme de bases échangeables et du pH du sol. Ils suggèrent donc pour l'utilisation durable des sols dans la zone cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso, de renforcer l'apport de la fumure organique à travers le développement de nouveaux modèles de restitutions organiques. Par ailleurs, les légumineuses sont réputées avoir une capacité à fixer l'azote atmosphérique de l'air via les nodules qu'elles portent sur les racines (Kouassi et al., 2019 ; Chotangui et al., 2022). Elles ont aussi cette capacité de produire beaucoup de biomasse pouvant servir dans la couverture du sol et la réduction de la perte du sol par érosion (Razafindramanana et al.,

2012). Pour valoriser ces potentialités des légumineuses, des auteurs suggèrent de les insérer dans les systèmes de culture soit en association (Kouamé et al., 2020), soit en rotation (Akanza et al., 2020 ; Yoboué et al., 2020), ou dans les jachères améliorées. Les travaux sur les légumineuses, montrent que leur association avec du sorgho et d'autres cultures est avantageuse, car elle permet d'augmenter la productivité, l'utilisation efficace des ressources disponibles, la conservation et l'amélioration des ressources et donc bénéfique pour la durabilité de l'agriculture (Duvvada et Maitra, 2020).

Parmi cette diversité de pratiques agricoles, quelle technique ou combinaison de techniques permettra d'améliorer durablement la productivité des systèmes de culture à l'Ouest du Burkina Faso ? C'est pour répondre à cette question, qu'un dispositif expérimental a été mis en place en 2018, pour évaluer les effets de la combinaison de différentes techniques de gestion de la fertilité du sol sur la production du maïs et de 2 légumineuses ainsi que sur les propriétés du sol. Il s'est agi pour les travaux présentés ici, d'évaluer les effets du travail du sol, du système de culture et de la fertilisation sur le développement aérien et souterrain des légumineuses.

MATERIEL ET METHODES

Présentation de la zone d'étude

L'étude a été conduite sur le domaine de l'Université Nazi BONI (UNB), implanté dans le village de Nasso au Burkina Faso. Ce village est rattaché à la commune urbaine de Bobo-Dioulasso, chef-lieu de la région des Hauts-Bassins à l'Ouest du Burkina Faso. Les coordonnées du site sont : 11°13'0'' N et 4°25'60'' W (

Figure 1). Avec une pluviosité annuelle comprise entre 800 mm et 1200 mm, le village de Nasso appartient au climat sud soudanien (Fontes et Guinko, 1995). Les hauteurs d'eau ont été recueillies durant la période allant de la mise en place des cultures (juillet) jusqu'à l'arrêt des pluies (octobre) par un pluviomètre installé sur notre dispositif expérimental. La pluviosité était de 1016,25 mm en 51 jours pour

la campagne 2018 et de 1132,5 mm en 42 jours pour la campagne 2020. Le mois d'Août représente le mois le plus pluvieux avec 398,25 et 486 mm respectivement pour 2018 et 2020.

La zone d'étude se caractérise par une végétation plus dense, portant les formations forestières les plus denses du pays. La savane y est globalement plus haute et mieux couvrante (Diallo, 1997). C'est une savane boisée divisée en trois strates : arborée, arbustive et herbacée. La strate arborée comporte des espèces comme *Vittelaria paradoxa* Gaerth.f., *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G Don, *Tamarindus indica* L. La strate arbustive est constituée par les Combretacées et des espèces comme *Piliostigma thonningii* (Schumach.) Milne-Redh, *P. reticulatum* (OC.) Hochst et *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. et Dalz. La strate herbacée est dominée par, les espèces telles, *Andropogon gayanus* Kunth, *Crotalaria retusa* Linnaeus. On y rencontre, à part la végétation naturelle, des plantations d'arbre notamment : *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm. et *Tecnona grandis* L.f.

Les sols de la zone d'étude sont des sols ferrallitiques faiblement désaturés, remaniés modaux. Ils sont caractérisés par une texture sablo-limoneuse en surface (30 premiers cm), et limono-argilo-sableuse plus en profondeur, et un faible contenu en carbone organique et en azote total (Tour B7, 1998 cité par Nacro et al., 2006). Les sols de notre site d'étude sont de type ferrugineux tropical lessivé à taches et à concrétions de texture limono-sableux à argilo-sableux.

Matériel d'étude

Le matériel végétal qui a été utilisé au cours de l'étude est composé de la variété SR21 de maïs (*Zea mays* L.), l'Ambérique (*Vigna radiata* L. Wilczek) et la variété K VX 745-11P de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.). Les semences ont été acquises auprès de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles à Farakô-ba (INERA-Farakô-ba). La variété SR21 de maïs a un cycle de 95 jours. La variété K VX 745-11P de niébé a un cycle semis-maturité de 75 jours. L'Ambérique a un cycle 75-90 jours.

Les fertilisants utilisés sont la fumure organique et les engrais minéraux à savoir le complexe NPK (15-15-15) et l'Urée (46% N). La fumure organique a été achetée au niveau de l'INERA-Farakô-ba en 2018 (Tableau 1) et au niveau d'une entreprise de commercialisation de fertilisants en 2020 (Tableau 2). Les fertilisants minéraux ont été achetés sur le marché local de Bobo-Dioulasso.

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était un strip split plot à trois (03) facteurs (Travail du sol, système de culture, fertilisation). Il s'étendait sur 94 m de longueur et 41 m de largeur, soit 3 854 m² de superficie totale. Il comprenait quatre (04) blocs séparés entre eux par une allée de deux (02) mètres. Les facteurs principaux (modes de gestion des résidus de culture) sont séparés entre eux par une allée de 1 m tandis que les parcelles élémentaires sont séparées entre elles par une allée de 0,5 m. Chaque parcelle élémentaire a une superficie de seize mètre carré (16 m²) soit 4 m x 4 m. Au total, on dénombrait cent quatre-vingt (180) parcelles élémentaires. Les différents traitements formulés tenant compte des différents facteurs, sont :

Travail du sol

T1 : labour + exportation de résidus de récolte ;

T2 : labour + Enfouissement de tous les résidus de récolte de la parcelle ;

T3 : semis direct + paillage de la parcelle.

Système de culture :

Ma : maïs en culture pure ;

Ni : niébé en culture pure ;

Am : Ambérique en culture pure ;

MN : maïs en association avec le niébé ;

MA : maïs en association avec l'Ambérique.

Fertilisation

FM : fumure minérale : 150kg/ha de NPK et 50 kg/ha d'Urée pour le maïs (en pur ou en association) ; 100 kg/ha de NPK pour les légumineuses ;

fom : fumure organo-minérale faible dose (2t/ha de fumure organique et FM) ;

FOM : fumure organo-minérale forte dose (5t/ha de fumure organique et FM).

Une rotation de cultures entre les légumineuses et le maïs a été effectuée sur les parcelles de culture pure de légumineuse. Pour le présent article, ce sont donc les données de la campagne 2018 et 2020 qui ont été utilisées.

Conduite de l'expérimentation

En 2018, toute la parcelle a été défrichée et labourée à une profondeur de 20 cm. Il n'y avait donc pas de différence entre T1, T2 et T3 durant cette campagne. La fumure organique a été apportée à des doses de 2 t/ha tous les ans, et 5 t/ha en 2018 et 2020 suivant les traitements. Le semis du maïs a été fait à raison de 2 à 3 grains par poquet, avec des écartements de 40 cm entre les poquets et 80 cm entre les lignes. Un démariage à 2 plants par poquet a été effectué 15 jours après semis (JAS). L'apport de NPK a été fait aux poquets, à raison de 150 kg/ha dans les parcelles du maïs à 15 JAS. Au 30^e JAS en 2018 et au 35^e JAS en 2020, l'Urée a été apporté aux poquets, à la dose de 50 kg/ha dans les parcelles du maïs. Les semis du niébé et de l'Ambérique ont été réalisés 15 JAS du maïs, aussi bien en association qu'en culture pure. Le semis de ces légumineuses a été effectué entre les lignes du maïs sur les parcelles d'association à un écartement de 40 cm entre les poquets et aux écartements de 40 cm x 80 cm en culture pure. Un apport de 100 kg/ha de NPK aux parcelles des légumineuses en pure et en association, a été effectué au 15^e JAS des légumineuses dans les poquets. Deux à trois sarclages ont été effectués selon le niveau d'enherbement des parcelles.

Variables collectées

Les variables déterminées sont le taux de couverture du sol par les légumineuses après 30, 45 et 60 JAS aussi sur les parcelles d'association que sur les parcelles de culture pure de légumineuse. Le nombre de nodules des racines des légumineuses et la biomasse racinaire des légumineuses à 30, 45 et 60 JAS ont également été mesurés.

Le taux de couverture du sol a été évalué à l'aide d'un cadre de 1,4 m de long sur 0,7 m de large, avec 98 mailles de 10 cm x 10 cm chacune. Le cadre est placé une fois au

centre de chaque parcelle élémentaire, et le taux de couverture (TC) a été déterminé en comptant le nombre de mailles occupées par le feuillage :

$$TC(\%) = \frac{N_{bmO}}{98} * 100,$$

avec TC : taux de couverture en %; N_{bmO} : nombre de mailles occupées par le feuillage.

Pour déterminer le nombre de nodules et la biomasse racinaire, un carré de 1 m x 1 m a été délimité de façon aléatoire sur chaque parcelle élémentaire. Dans ce carré était effectué un prélèvement des plantes d'un poquet tous les 15 jours (à partir du 30^{ème} jour jusqu'au 60^{ème} jour après semis des légumineuses), en creusant soigneusement autour de la rhizosphère à l'aide d'une daba. Le système racinaire ainsi récupéré était lavé à l'eau en vue de le débarrasser des particules de

terres et rendre plus facile le comptage des nodules (N'gbesso et al., 2013). Les plantes récupérées pour les nodosités ont été sectionnées au niveau du collet pour garder le système racinaire. Les racines ont ensuite été pesées à l'aide d'une balance électronique en vue d'obtenir les poids frais. Elles ont été mises après à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures pour séchage et pesées de nouveau pour obtenir le poids sec.

Analyse de données

Les données ont été analysées avec le logiciel Stata version 12.0. Les analyses de variance (ANOVA) ont été réalisées et le test de Newman student Keuls au seuil de 5% a permis de comparer les moyennes lorsque les différences étaient significatives.

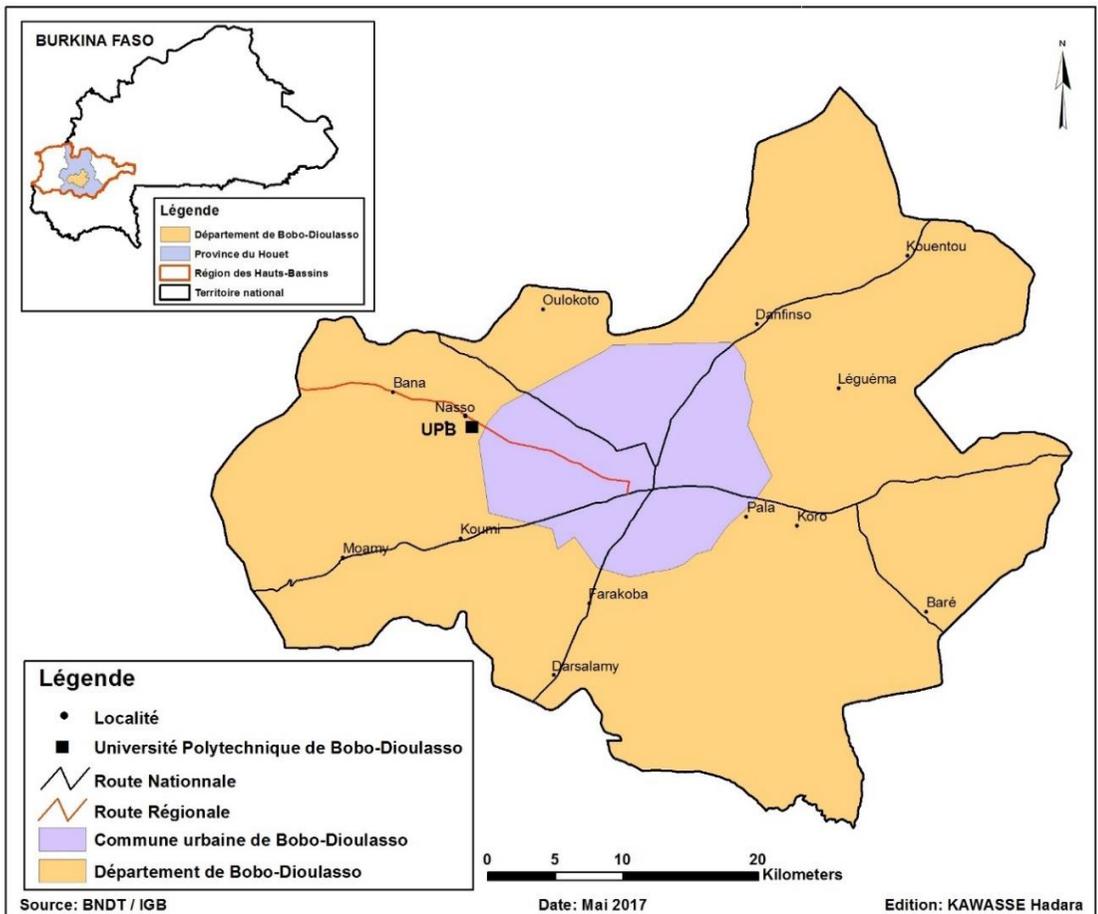


Figure 1 : Localisation de Nasso dans le département de Bobo-Dioulasso.**Tableau 1** : Teneurs des différents paramètres chimiques de la fumure organique (FO) utilisée en 2018.

Paramètres chimiques	pH-eau	pH-KCl	Carbone (%)	MO (%)	N (%)	C/N	P-total (mg/kg)	K-total (mg/kg)
Teneur dans la FO	8,30	7,63	22,10	38,10	1,67	13	2296,43	30439,33

Tableau 2 : Teneurs des différents paramètres chimiques de la fumure organique (FO) utilisée en 2020.

Paramètres chimiques	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Oligo-éléments (Fe, B, Zn, Mo)	M.O	C/N
Teneur dans la FO	2%	3%	2%	Traces	26%	12

Légende : M.O = matière organique, N = azote, P_{total} = phosphore total, K_{total} = potassium total, P₂O₅ = pentoxyde de phosphore et K₂O = Oxyde de potassium

RESULTATS

Effets de la date d'observation, du travail du sol, du système de culture et de la fertilisation sur le taux de couverture du sol, le nombre de nodules et la biomasse racinaire des légumineuses

Les résultats montrent que le taux de couverture du sol par les légumineuses augmente avec le temps et dépasse 50% au 60^{ème} JAS (Tableau 3). Le nombre de nodules a varié entre 17 nodules/pied (60 JAS) et 26 nodules/pied (45 JAS) en 2018 et entre 15 nodules/pied (45 JAS) et 29 nodules/pied (60 JAS) en 2020. La biomasse racinaire a varié entre 0,29 g/pied (30 JAS) et 2,11 g/pied (60 JAS) en 2018 et entre 1,07 g/pied (30 JAS) et 2,78 g/pied (60 JAS) en 2020. Les analyses de variance montrent que pour l'ensemble des variables aussi bien en 2018 qu'en 2020, il y a une différence significative ($p < 0,05$) en fonction du temps.

Concernant le facteur travail du sol qui n'a été évalué qu'en 2020, on note que le taux de couverture du sol par les légumineuses a varié entre 39,46% (T3) et 43,85% (T1). Le nombre de nodules a varié entre 19 nodules/pied (T3) et 25 nodules/pied (T2). La

biomasse racinaire a varié entre 1,77 g/pied (T3) et 1,91 g/pied (T2). La différence enregistrée entre les modes de travail du sol n'a pas été significative ($p > 0,05$) pour le taux de couverture du sol et la biomasse racinaire. Elle a par contre été significative ($p = 0,011$) pour le nombre de nodules.

Concernant le facteur système de culture, on note qu'en 2018, le niébé en culture pure se distingue avec les valeurs les plus élevées de taux de couverture du sol (51,28%), de nombre de nodules (40 nodules/pied) et de biomasse racinaire (1,86 g/pied). L'Ambérie en association avec le maïs, a enregistré les plus faibles valeurs de taux de couverture du sol (16,41 %) et de nombre de nodules (5 nodules/pied) et de biomasse racinaire (0,62 g/pied). En 2020, le niébé en culture pure a encore enregistré le taux de couverture le plus élevé (60,73%) et la biomasse racinaire la plus importante (2,56 g/pied). Toutefois, le nombre de nodules le plus élevé (40 nodules/pied), a été obtenu par le niébé en association avec le maïs. Pour la campagne 2020 et pour l'ensemble des variables, l'ambérie se caractérise encore par des valeurs faibles. La différence observée entre les systèmes de culture est très hautement

significative ($p < 0,0001$) pour l'ensemble des variables et ce, quelle que soit l'année.

Pour le facteur fertilisation, les résultats montrent que le traitement FOM a enregistré les valeurs élevées en 2018 et en 2020, quelle que soit la variable. En revanche, le traitement FM a enregistré les plus faibles valeurs aussi bien en 2018 qu'en 2020, et ce quelle que soit la variable. Le taux de couverture du sol a varié entre 29,81% et 40,46% en 2018 et entre 35,07% et 46,62% en 2020. Le nombre de nodules a varié entre 17 et 26 nodules/pied en 2018, et entre 19 et 23 nodules/pied en 2020. Quant à la biomasse racinaire, sa masse a varié entre 1 et 1,49 g/pied en 2018 et entre 1,65 et 2,02 g/pied en 2020. Excepté le nombre de nodules pour lequel la différence n'est pas significative ($p > 0,05$) entre les traitements en 2020, on observe une différence significative ($p < 0,05$) entre les traitements pour les autres paramètres aussi bien en 2018 qu'en 2020.

Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** montre une interaction significative entre les systèmes de culture et la fertilisation pour tous les paramètres en 2018, et uniquement pour le taux de couverture du sol en 2020. L'interaction entre les systèmes de culture et les dates d'observations a été très hautement significative pour tous les paramètres aussi bien 2018 qu'en 2020. L'interaction entre la fertilisation et les dates d'observation a été significative uniquement pour le taux de couverture du sol en 2018. L'interaction travail du sol, systèmes de culture et dates d'observations, a été significative en 2020 pour le nombre de nodules et la biomasse racinaire.

Effets de l'interaction entre le système de culture et la date d'observation sur le taux de couverture du sol, le nombre de nodules et la biomasse racinaire des légumineuses

Les résultats de l'interaction entre les systèmes de culture et les dates d'observations sont consignés dans le Tableau 5. Les valeurs du taux de couverture du sol, ont varié entre 7,37% et 81,72% en 2018 et entre 15,17% et 86,71% en 2020. Le nombre de nodules a varié entre 3 et 46 nodules/pied en 2018 et entre 2 et 52 nodules/pied en 2020. La biomasse racinaire

a varié entre 0,19 et 3,23 g/pied en 2018 et entre 0,68 et 4,32 g/pied en 2020. La combinaison Ni*60JAS a donné les valeurs les plus élevées pour le taux de couverture du sol et pour la biomasse racinaire en 2018 et en 2020. Pour le nombre de nodules, c'est la combinaison Ni*45JAS qui a donné la valeur la plus élevée en 2018, et les combinaisons Ni*60JAS, MN*60JAS et MN*30JAS qui ont donné la valeur élevée en 2020. Les plus faibles valeurs ont été enregistrées par la combinaison MA*30JAS. La différence notée entre les différentes combinaisons est très hautement significative ($p < 0,0001$) pour les tous les paramètres.

Effets de l'interaction entre la fertilisation et la date d'observation sur le taux de couverture du sol en 2018

L'interaction entre la fertilisation et les dates d'observation, montre que les fertilisations fo (59,31 %) et FOM (63,73%) ont induit des taux de couverture du sol plus élevés au 60^{ème} JAS (

Tableau 6). Le plus faible taux de couverture du sol a été enregistré au 30^{ème} JAS avec la fertilisation FM (11,63%) qui est similaire aux 2 autres types de fertilisation à la même date. La différence observée entre les combinaisons de fumures*dates d'observation, a été hautement significative (< 0,001).

Effets de l'interaction entre le système de culture et la fertilisation sur le taux de couverture du sol, le nombre de nodules et la biomasse racinaire des légumineuses

Le

Tableau 7 donne les résultats de l'interaction entre les systèmes de culture et la fertilisation. Les valeurs du taux de couverture du sol ont varié entre 12,44 % et 59,21% en 2018, et entre 22,31% et 68,45% en 2020. Le nombre de nodules a varié entre 4 et 50 nodules/pied. La biomasse racinaire a varié entre 0,44 et 2,40 g/pied. Les valeurs les plus élevées pour tous les paramètres, ont été obtenues avec la combinaison niébé en culture pure et la fertilisation FOM. La combinaison

fumure minérale (FM) et ambérique associé au maïs, a enregistré les plus faibles valeurs pour tous les paramètres excepté le taux de couverture du sol en 2020. La différence notée entre les différentes combinaisons est significative (p<0,05) pour les tous les paramètres.

Effets de l'interaction entre le travail du sol, le système de culture et la date d'observation sur le nombre de nodules et la biomasse racinaire des légumineuses en 2020

L'interaction entre le travail du sol, les systèmes de culture et les dates d'observation, a été significative en 2020 pour le nombre de nodules (p=0,032) et la biomasse racinaire (p=0,046) (Tableau 8). La combinaison T2*Ni*60JAS a donné le nombre de nodules le plus élevé (69 nodules/pied) et la biomasse racinaire la plus importante (4,96 g/pied). Le plus faible nombre de nodules a été obtenu par la combinaison T1*MA*30JAS (0,05 nodule/pied). La combinaison T2*Am*30JAS, a enregistré la plus faible biomasse racinaire (0,54 g/pied).

Tableau 3 : variation du taux de couverture (%), du nombre de nodules/pied et la biomasse racinaire (g/pied) en fonction de la date d'observation, du mode de travail du sol, du système de culture et la fertilisation pour les campagnes 2018 et 2020.

Facteurs	2018			2020			
	TC (%)	Nod	Biom rac	TC (%)	Nod	Biom rac	
Dates d'observation	30 JAS	13,37 ^a ±0,56	21,51 ^a ±1,80	0,29 ^a ±0,01	22,29 ^a ±0,86	19,07 ^a ±1,85	1,07 ^a ±0,06
	45 JAS	38,37 ^b ±1,54	26,38 ^b ±2,22	1,48 ^b ±0,10	41,91 ^b ±1,94	15,89 ^a ±1,45	1,67 ^b ±0,09
	60 JAS	56,21 ^c ±2,28	17,79 ^a ±1,44	2,11 ^c ±0,13	59,92 ^c ±2,54	29,87 ^b ±2,95	2,78 ^c ±0,15
	Pr > F	< 0,0001	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
	Significatif	THS	HS	THS	THS	THS	THS
Travail du sol	T1	-	-	-	43,85±2,44	19,97 ^a ±1,99	1,84±0,13
	T2	-	-	-	40,81±2,18	25,74 ^b ±2,66	1,91±0,13
	T3	-	-	-	39,46±2,26	19,12 ^a ±1,94	1,77±0,11
	Pr > F	-	-	-	0,090	0,011	0,579
	Significatif	-	-	-	NS	S	NS
Système de culture	Am	35,80 ^b ±2,30	12,12 ^b ±1,32	1,54 ^c ±0,16	30,37 ^b ±2,22	6,49 ^a ±1,07	1,34 ^a ±0,11
	Ni	51,28 ^d ±2,95	40,03 ^d ±2,44	1,86 ^d ±0,16	60,73 ^d ±2,72	33,78 ^b ±2,82	2,56 ^c ±0,17
	MN	40,46 ^c ±2,18	29,95 ^c ±1,90	1,14 ^b ±0,07	49,99 ^c ±2,49	40,90 ^c ±2,74	2,17 ^b ±0,13
	MA	16,41 ^a ±0,91	5,49 ^a ±0,54	0,62 ^a ±0,05	24,42 ^a ±1,35	5,27 ^a ±0,74	1,29 ^a ±0,09
	Pr > F	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

	Significatif	THS	THS	THS	THS	THS	THS
Fertilisation	FM	29,81 ^a ±1,80	17,74 ^a ±1,46	1,00 ^a ±0,08	35,07 ^a ±1,98	19,76±2,37	1,65 ^a ±0,10
	fom	37,68 ^b ±2,25	21,38 ^a ±1,64	1,38 ^b ±0,12	42,44 ^b ±2,33	21,44±2,11	1,85 ^{ab} ±0,13
	FOM	40,46 ^c ±2,37	26,57 ^b ±2,32	1,49 ^b ±0,13	46,62 ^c ±2,47	23,63±2,20	2,02 ^b ±0,13
	Pr > F	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,272	0,016
	Significatif	THS	THS	THS	THS	NS	S

Légende : TC = taux de couverture du sol, Nod = nombre de nodules, Biom rac = biomasse racinaire, THS = très hautement significatif, HS = hautement significatif, S = significatif, NS = non significatif, JAS = jours après semis, T1 : labour + exportation de résidus de récolte, T2 : labour + Enfouissement de tous les résidus de récolte de la parcelle, T3 : semis direct + paillage de la parcelle, Ma : maïs en culture pure, Ni : niébé en culture pure, Am : américaine en culture pure, MN : maïs en association avec le niébé, MA : maïs en association avec l'américaine, FM : fumure minérale : 100 kg/ha de NPK pour les légumineuses, fom : fumure organo-minérale faible dose (2t/ha de fumure organique et FM), FOM : fumure organo-minérale forte dose (5t/ha de fumure organique et FM). Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne et pour un facteur, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau 4 : Variation des interactions entre les facteurs étudiés en 2018 et 2020.

Interactions	2018			2020		
	TC (%)	Nod	Biom rac	TC (%)	Nod	Biom rac
TdS*SdC	-	-	-	0,944	0,713	0,112
TdS* Fertilisation	-	-	-	0,219	0,086	0,157
TdS*Dates	-	-	-	0,694	0,526	0,263
SdC*Fertilisation	0,01	0,045	0,003	0,005	0,984	0,419
SdC*Dates	Pr >F < 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,001	< 0,0001
Fertilisation*Dates	< 0,001	0,216	0,096	0,266	0,079	0,249
TdS*SdC*Fertilisation	-	-	-	0,735	0,907	0,561
TdS*SdC*Dates	-	-	-	0,692	0,032	0,046
SdC*Fertilisation*Dates	0,818	0,142	0,387	0,879	0,936	0,163

Légende : TC = taux de couverture du sol, Nod = nombre de nodules, Biom rac = biomasse racinaire, TdS = travail du sol, SdC = système de culture, Dates = dates d'observation. L'interaction est significative lorsque la probabilité est inférieure à 5%.

Tableau 5 : variation du taux de couverture (%), du nombre de nodules/pied et la biomasse racinaire (g/pied) en fonction de l'interaction entre le système de culture et la date d'observation en 2018 et 2020.

Interactions	2018			2020		
	TC	Nod	Biom rac	TC	Nod	Biom rac
MA*30JAS	7,37 ^a ±0,53	3,54 ^a ±0,73	0,19 ^a ±0,02	15,17 ^a ±1,24	2,47 ^a ±0,85	0,94 ^a ±0,11
Am*30JAS	11,14 ^{ab} ±0,79	6,70 ^{ab} ±1,62	0,20 ^a ±0,02	17,52 ^a ±1,30	3,36 ^a ±0,78	0,68 ^a ±0,08
MN*30JAS	17,35 ^{bc} ±0,97	37,55 ^d ±2,99	0,38 ^{ab} ±0,03	24,77 ^{ab} ±1,26	44,56 ^c ±3,78	1,40 ^{abc} ±0,11
Ni*30JAS	17,63 ^{bc} ±1,10	38,24 ^d ±3,20	0,37 ^{ab} ±0,02	31,51 ^b ±1,62	25,89 ^b ±2,35	1,26 ^{ab} ±0,11
MA*45JAS	18,82 ^c ±1,95	7,40 ^{abc} ±1,12	0,81 ^b ±0,07	23,47 ^{ab} ±1,45	3,69 ^a ±0,86	1,21 ^{ab} ±0,16
MA*60JAS	23,04 ^c ±2,96	5,52 ^{ab} ±0,83	0,86 ^b ±0,11	37,74 ^b ±2,85	9,64 ^a ±1,66	1,73 ^{bc} ±0,17
Am*45JAS	39,46 ^d ±2,48	15,73 ^{bc} ±2,59	1,81 ^d ±0,23	29,32 ^b ±3,30	3,97 ^a ±0,80	1,30 ^{ab} ±0,15
MN*45JAS	40,73 ^d ±1,95	37,75 ^d ±3,58	1,30 ^c ±0,12	50,43 ^c ±2,79	32,56 ^b ±2,81	2,07 ^c ±0,17

Ni*45JAS	54,48 ^c ±2,92	46,67 ^e ±5,62	1,99 ^d ±0,23	63,77 ^d ±3,30	23,33 ^b ±2,69	2,09 ^c ±0,18
Am*60JAS	56,80 ^e ±3,38	13,92 ^{abc} ±2,28	2,59 ^e ±0,30	44,26 ^c ±4,71	12,14 ^a ±2,82	2,03 ^c ±0,23
MN*60JAS	63,29 ^f ±2,96	16,56 ^c ±1,88	1,75 ^d ±0,09	74,76 ^e ±3,45	45,58 ^c ±6,61	3,05 ^d ±0,29
Ni*60JAS	81,72 ^g ±3,31	35,16 ^d ±3,30	3,23 ^f ±0,24	86,71 ^f ±3,20	52,11 ^c ±6,76	4,32 ^e ±0,28
Pr >F	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0011	< 0,0001
Signification	THS	THS	THS	THS	HS	THS

Légende : TC = taux de couverture du sol, Nod = nombre de nodules, Biom rac = biomasse racinaire, THS = très hautement significatif, HS = hautement significatif, JAS = jours après semis, Ma : maïs en culture pure, Ni : niébé en culture pure, Am : ambérique en culture pure, MN : maïs en association avec le niébé, MA : maïs en association avec l'ambérique. Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau 6 : variation du taux de couverture (%) en fonction de l'interaction fertilisation et date d'observation en 2018.

Interactions	TC
FM*30JAS	11,63 ^a ±0,90
fom*30JAS	13,73 ^a ±0,97
FOM*30JAS	14,75 ^a ±1,02
FM*45JAS	32,21 ^b ±2,41
fom*45JAS	40,01 ^c ±2,61
FOM*45JAS	42,90 ^c ±2,77
FM*60JAS	45,60 ^c ±3,22
fom*60JAS	59,31 ^d ±4,02
FOM*60JAS	63,73 ^d ±4,12
Pr >F	< 0,001
Signification	HS

Légende : TC = taux de couverture du sol, HS = hautement significatif, JAS = jours après semis, FM : fumure minérale : 100 kg/ha de NPK pour les légumineuses, fom : fumure organo-minérale faible dose (2t/ha de fumure organique et FM), FOM : fumure organo-minérale forte dose (5t/ha de fumure organique et FM). Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau 7 : variation du taux de couverture (%), du nombre de nodules/pied et la biomasse racinaire (g/pied) en fonction de l'interaction entre le système de culture et la fertilisation.

Interactions	2018			2020
	TC	Nod	Biom rac	TC
MA*FM	12,44 ^a ±1,36	4,71 ^a ±1,01	0,44 ^a ±0,05	23,80 ^a ±2,69
MA*fo	17,72 ^{ab} ±1,58	6,05 ^a ±0,83	0,62 ^{ab} ±0,07	22,31 ^a ±2,01
MA*FOM	19,08 ^b ±1,62	5,70 ^a ±0,98	0,80 ^{abc} ±0,13	26,28 ^a ±2,28
Am*FM	30,53 ^c ±3,32	8,29 ^{ab} ±1,87	1,13 ^{bcd} ±0,16	25,67 ^a ±3,32
Am*fo	36,59 ^{cd} ±4,24	11,66 ^{ab} ±2,27	1,99 ^f ±0,33	28,33 ^a ±3,28
MN*FM	36,71 ^{cd} ±2,99	25,19 ^c ±2,47	1,02 ^{bcd} ±0,13	42,47 ^{bc} ±3,58
Ni*FM	39,57 ^d ±4,26	32,77 ^{cd} ±2,96	1,41 ^{de} ±0,19	48,36 ^{cd} ±4,50
Am*FOM	40,28 ^d ±4,26	16,39 ^b ±2,51	1,49 ^{de} ±0,28	37,10 ^b ±4,61
MN*fo	41,38 ^d ±3,88	31,34 ^{cd} ±3,30	1,13 ^{bcd} ±0,12	53,40 ^d ±4,32
MN*FOM	43,28 ^d ±4,36	33,32 ^{cd} ±3,88	1,27 ^{cde} ±0,13	54,08 ^d ±4,80
Ni*fo	55,05 ^e ±5,17	36,46 ^d ±2,96	1,78 ^{ef} ±0,24	65,38 ^e ±4,45
Ni*FOM	59,21 ^e ±5,37	50,85 ^e ±5,66	2,40 ^g ±0,35	68,45 ^e ±4,58
Pr >F	0,010	0,045	0,003	0,005
Signification	S	S	S	S

Légende : Ma : maïs en culture pure, Ni : niébé en culture pure, Am : ambérique en culture pure, MN : maïs en association avec le niébé, MA : maïs en association avec l'ambérique, FM : fumure minérale : 100 kg/ha de NPK pour les légumineuses, fom : fumure organo-minérale faible dose (2t/ha de fumure organique et FM), FOM : fumure organo-minérale forte dose (5t/ha de fumure organique et FM). TC = taux de couverture du sol, Nod = nombre de nodules, Biom rac = biomasse racinaire, S = significatif. Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau 8 : variation du nombre de nodules/pied et de la biomasse racinaire (g/pied) en fonction de l'interaction entre le travail du sol, le système de culture et la date d'observation.

Interactions	Nod	Biom rac
T1*MA*30JAS	0,05 ^a ±0,66	0,67 ^{ab} ±0,20
T1*Am*45JAS	1,83 ^a ±0,52	1,38 ^{abcd} ±0,32
T1*MA*45JAS	2,09 ^a ±1,14	0,83 ^{abc} ±0,14
T3*MA*45JAS	2,17 ^a ±0,92	1,51 ^{abcd} ±0,32
T3*MA*30JAS	2,33 ^a ±0,76	1,13 ^{abc} ±0,17
T3*Am*30JAS	2,50 ^a ±1,10	0,67 ^{ab} ±0,13
T3*Am*45JAS	2,92 ^a ±0,87	0,94 ^{abc} ±0,12
T2*Am*30JAS	3,08 ^a ±1,35	0,54 ^a ±0,15
T2*MA*30JAS	3,55 ^a ±2,31	0,95 ^{abc} ±0,20
T1*Am*30JAS	4,50 ^a ±1,63	0,82 ^{abc} ±0,15
T2*MA*45JAS	6,37 ^{ab} ±1,90	1,28 ^{abcd} ±0,30
T2*Am*45JAS	7,17 ^{abc} ±1,89	1,59 ^{abcd} ±0,28
T1*Am*60JAS	8,00 ^{abc} ±2,75	1,67 ^{abcd} ±0,28
T3*Am*60JAS	8,08 ^{abc} ±2,23	2,15 ^{bcd} ±0,37
T2*MA*60JAS	9,62 ^{abc} ±3,45	1,72 ^{abcd} ±0,34
T1*MA*60JAS	9,66 ^{abc} ±2,92	1,75 ^{abcd} ±0,30
T3*MA*60JAS	10,08 ^{abc} ±2,38	1,71 ^{abcd} ±0,27
T3*Ni*30JAS	19,67 ^{abcd} ±4,33	1,19 ^{abcd} ±0,28
T1*Ni*45JAS	20,17 ^{abcd} ±3,01	1,75 ^{abcd} ±0,29
T2*Am*60JAS	20,33 ^{abcd} ±7,36	2,27 ^{bcd} ±0,53
T1*MN*45JAS	24,17 ^{abcde} ±4,83	1,94 ^{abcd} ±0,26
T2*Ni*45JAS	24,25 ^{abcde} ±5,57	2,21 ^{bcd} ±0,24
T3*Ni*45JAS	25,58 ^{abcde} ±5,27	2,30 ^{cd} ±0,40
T2*Ni*30JAS	28,83 ^{abcdef} ±3,84	1,31 ^{abcd} ±0,13
T1*Ni*30JAS	29,17 ^{abcdef} ±3,73	1,27 ^{abcd} ±0,17
T3*MN*60JAS	33,33 ^{bcdef} ±8,32	2,77 ^d ±0,48
T3*MN*45JAS	35,17 ^{cdefg} ±4,11	1,95 ^{abcd} ±0,23
T2*MN*45JAS	38,33 ^{defg} ±4,98	2,32 ^{cd} ±0,38
T1*Ni*60JAS	38,42 ^{defg} ±5,30	4,37 ^{ef} ±0,53
T3*MN*30JAS	39,17 ^{defg} ±8,12	1,32 ^{abcd} ±0,26
T1*MN*30JAS	40,75 ^{defg} ±5,34	1,48 ^{abcd} ±0,21
T2*MN*60JAS	43,25 ^{defg} ±13,54	2,31 ^{cd} ±0,36
T3*Ni*60JAS	48,42 ^{efgh} ±9,60	3,64 ^e ±0,35
T2*MN*30JAS	53,75 ^{fgh} ±5,49	1,40 ^{abcd} ±0,12
T1*MN*60JAS	60,17 ^{gh} ±11,46	4,06 ^{ef} ±0,55
T2*Ni*60JAS	69,50 ^h ±16,42	4,96 ^f ±0,52
Pr >F	0,032	0,046
Signification	S	S

Légende : T1 : labour + exportation de résidus de récolte, T2 : labour + Enfouissement de tous les résidus de récolte de la parcelle, T3 : semis direct + paillage de la parcelle, Ma : maïs en culture pure, Ni : niébé en culture pure, Am : ambérique en culture pure, MN : maïs en association avec le niébé, MA : maïs en association avec l'ambérique, FM : fumure minérale : 100 kg/ha de NPK pour les légumineuses, fom : fumure organo-minérale faible dose (2t/ha de fumure organique et FM), FOM : fumure organo-minérale forte dose (5t/ha de fumure organique et FM), Nod = nombre de nodules, Biom rac = biomasse racinaire, S = significatif. Les valeurs affectées d'une même lettre dans une même colonne, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

DISCUSSION

Les résultats montrent que la culture pure du niébé est le système qui permet d'obtenir un bon taux de couverture du sol, une bonne nodulation et une importante biomasse racinaire par rapport à l'association maïs/niébé et à l'Ambérique (en culture pure et en association). On peut dire que le niébé et l'Ambérique étant des espèces différentes, n'ont pas les mêmes potentialités et les mêmes besoins. Des résultats similaires ont été obtenus par Muhammad et al. (2010) sur le niébé et le soja et par Hamidou et al. (2018) sur le niébé et l'arachide. Ces auteurs expliquent les variations entre les différentes légumineuses par la différence de génotype entre elles. Les légumineuses en culture pure, présentent les meilleures performances que leur association au maïs. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la compétition entre les légumineuses et la céréale affecte négativement la performance des légumineuses. Kouamé et al. (2020) ont montré que la concurrence pour la lumière et les ressources disponibles dans le sol aurait influencé la plante en général et plus spécifiquement sa capacité de nodulation. Pour Dabré et al. (2016), la performance à noduler est plus importante en monoculture qu'en association, où la compétition pour l'assimilation de l'azote pourrait s'accroître entre le niébé et le sorgho.

Les données montrent que l'application combinée de 5 t/ha tous les 2 ans de la fumure organique et de la fumure minérale vulgarisée, permet une meilleure couverture du sol par les légumineuses, une bonne nodulation et une bonne production de biomasse racinaire, comparativement à l'application de la fumure minérale vulgarisée et à la combinaison de la fumure minérale avec de 2 t/ha fumure organique (chaque année). Ces résultats sont en accord avec ceux de Dabré et al. (2016), Kouassi et al. (2019) et Koffi et al. (2022). Les fertilisants organiques augmentent la capacité nutritive des sols et améliorent ses propriétés physiques. Pour Kouassi et al. (2019), les intrants organiques créent un environnement favorable pour le développement des racines des légumineuses, améliorent l'accessibilité des racines des plantes au phosphore en rendant

le nutriment disponible. Selon Dabré et al. (2016), quand la teneur minimale en azote est atteinte, le processus de la nodulation se déclenche et son importance est fonction de la teneur en azote de la matière organique. Ils ajoutent qu'une bonne croissance racinaire entraîne une bonne nodulation qui permet de ce fait une meilleure nutrition du niébé. Les résultats suggèrent que l'enfouissement des résidus de culture par le labour, est le mode de gestion des résidus qui permet d'améliorer la nodulation par rapport au labour avec exportation de résidus et au semis direct. Cela s'expliquerait par le fait que les résidus enfouis vont se décomposer et améliorer les différentes propriétés du sol grâce aux éléments minéraux libérés.

Les résultats montrent qu'au 30^{ème} JAS, la fertilisation n'a pas un effet significatif sur le taux de couverture du sol par les légumineuses. Cet effet n'est perceptible qu'au 45^{ème} et au 60^{ème} JAS. On pourrait expliquer cela par le fait que la mise à disposition des nutriments pour les plantes n'est pas immédiate et que l'effet de ces nutriments sur les cultures augmente au fil de leur croissance et développement.

Les résultats montrent une interaction significative entre la fertilisation et les systèmes de culture. C'est l'interaction entre la fertilisation organo-minérale (FOM et fom) et le niébé en culture pure qui donne de bonnes performances. Cela confirme l'importance de la fertilisation organo-minérale et de la monoculture du niébé pour assurer une bonne couverture du sol et une bonne nodulation. La fertilisation du niébé en culture pure peut donc être envisagée dans le contexte actuel de dégradation des terres au Burkina Faso, comme une technique de gestion durable la fertilité du sol. En effet, la production importante de biomasse comme couverture du sol va réduire la dégradation du sol par l'érosion hydrique. Les travaux de Razafindramanana et al. (2012) ont montré que les pertes en terre sur les parcelles labourées et la parcelle nue sont respectivement de 7,6 et 22,1 t/ha/an alors que sur les parcelles avec couverture du sol, elles sont d'environ 0,13 t/ha/ an. La nodulation va permettre une bonne fixation de l'azote atmosphérique et un enrichissement du sol en

cet élément. Akanza et al. (2020) ont montré que le niébé améliore le statut organique et azoté du sol respectivement de 11 et 5% par rapport à une jachère. Ces auteurs suggèrent la culture du niébé comme un bon précédent cultural du maïs en Côte d'Ivoire. Pour Yoboué et al. (2020), les résidus de légumineuses laissés sur le sol, peuvent non seulement permettre d'augmenter la matière organique du sol, mais aussi maintenir l'humidité du sol. Ces résidus vont restituer au sol les minéraux qu'ils contiennent, surtout l'azote qui joue un rôle déterminant sur le rendement des cultures.

Conclusion

L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets de la combinaison de différentes techniques de gestion de la fertilité du sol sur le développement du niébé et de l'ambérique. Il ressort que le travail du sol qui consiste à enfouir les résidus de culture, améliore la nodulation des légumineuses. Le niébé en culture pure se caractérise par un taux important de couverture du sol, une meilleure nodulation et une importante biomasse racinaire, comparativement à son association avec le maïs et l'ambérique en culture pure et en association. La fertilisation FOM qui consiste à apporter 5 t/ha de fumure organique tous les 2 ans plus la fumure minérale, permet d'avoir de meilleures performances de légumineuses par rapport à la fumure minérale toute seule (FM) ou à la combinaison fumure minérale et 2 t/ha de fumure organique tous les ans (fom). Il ressort également que c'est l'interaction système de culture et fertilisation qui est significative avec la culture pure de niébé et la fertilisation FOM qui donne de meilleures performances. En perspectives, il faut évaluer les rendements des légumineuses et l'arrière effet des pratiques sur la productivité du maïs.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts pour cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

KC, MT, APKG, BB et HBN ont tous travaillé sur l'élaboration du protocole et la

mise en place de l'essai sur le terrain. LPY a fait le traitement statistique des données. KC a travaillé sur la rédaction du manuscrit qui a été relu par les autres co-auteurs.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le FONRID qui a financé les travaux de recherches et les étudiants qui participer à la collecte des données.

REFERENCES

- Akanza KP, N'Da HA, Gbakatchetche HC, 2020. La culture du niébé : bon précédent cultural du maïs en Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, **149**: 15338–15343. DOI : <https://doi.org/10.35759/JABs.149.8>
- Bacyé B, Kambiré HS, Somé AS, 2019. Effets des pratiques paysannes de fertilisation sur les caractéristiques chimiques d'un sol ferrugineux tropical lessivé en zone cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(6) : 2930-2941, DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i6.39>
- Chotangui AH, Hachim KN, Adamou S, Mandou MS, Solange MS, Beyegue-Djonko H, Assonfack BRT, Kouam EB, Tankou CM, 2022. Growth and Yield Response of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to Rhizobial and Arbuscular Mycorrhiza Fungal Inoculations in the Western Highlands of Cameroon. *J. Plant.*, **10**(3): 69-75. DOI: 10.11648/j.plant.20221003.11
- Da CÉD. 2008. Impact des techniques de conservation des eaux et des sols sur le rendement du sorgho au centre-nord du Burkina Faso. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 241-242
- Dabré A, Hien E, Somé D, Drevon JJ, 2016. Impacts des pratiques culturales sur la production du sorgho (*Sorghum bicolor* L.) et du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) et sur le bilan partiel de l'azote sous niébé au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(5): 2215-2230. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i5.22>
- Diallo MS. 1997. Recherches sur l'évolution de la végétation sous l'effet du pâturage dans

- l'ouest du Burkina Faso (zone soudanienne). Cas de Bondoukuy, Kassaha et Kourouma. Thèse de Doctorat de troisième cycle. Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 132p.
- Duvvada SK, Maitra S. 2020. Sorghum-based Intercropping System for Agricultural Sustainability. *Indian Journal of Natural Sciences*, **10**(60) : 20306-20313.
- Fontes J, Guinko S. 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Ministère de la coopération Française. Projet Campus (88 313 101) p.57.
- Garané A, Somé K, Traoré M, Sawadogo M. 2017. Effets du travail du sol sur le comportement chimique et biologique du sol et les conséquences sur le rendement d'un blé tendre (*Triticum aestivum* L.) dans la région « non chernozem » de la fédération de Russie. *J. Appl. Biosci.*, **115**: 11454-11464. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jab/v115i1.5>
- Hamidou F, Harou A, Achirou BF, Halilou O, Bakasso Y. 2018. Fixation de l'azote chez l'arachide et le niébé en conditions de sécheresse pour l'amélioration de la productivité au Sahel. *Tropicultura*, **36**(1) : 63-79.
- Koffi MHA, Kouassi AK, Yah MN'G, Fofana A, Atta HDT. 2022. Efficacité de différentes doses d'extraits de *Chromolaena odorata* et d'*Ocimum gratissimum* sur l'activité des bactéries nodulantes de deux accessions d'arachide (*Arachis hypogaea*) à Daloa (Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine Sp.*, **34**(1): 11 – 20.
- Kouamé N'G, Kouassi N'D J, Ayolie K, Yao KB, Yatty KJ. 2020. Influence de l'association culturale sur la capacité de nodulation de trois espèces de légumineuses : Arachide, Niébé et Soja vert. *J. Appl. Biosci.*, **145**: 14930 – 14937. DOI: <https://doi.org/10.35759/JABs.145.8>
- Kouassi N'DJ, Kouamé N'G, Ayolie K, Yao KJ, Yatty KJ. 2019. Influence de la fertilisation sur la capacité de nodulation de deux espèces de légumineuses, *Vigna radiata* L. Walp et *Vigna unguiculata* L. Walp (Fabaceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(7): 3079-3086.
- Muhammad A, Dikko AU, Audu M, Singhet A, 2010. Comparative Effects of Cowpea and Soybean Genotypes on N₂ - Fixation and N-Balance in Sokoto Dry Sub-Humid Agro-Ecological Zone of Nigeria. *Nigerian Journal of Basic and Applied Science*, **18**(2): 297-303. <http://ajol.info/index.php/njbas/index>
- Nacro HB, Sawadogo L, Sanon D. 2006. Etude exploratoire sur l'agriculture urbaine dans la ville de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Rapport, Coordination du Projet Agriculture Urbaine de Bobo-Dioulasso CP/AU-B, Burkina Faso, 71p.
- N'gbesso MFDP, Fondio L, Dibi BEK, Djidji HA, Kouamé N. 2013. Etude des composantes du rendement de six variétés améliorées de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *Journal of Applied Biosciences*, **63**: 4754 – 4762.
- Razafindramanana NC, Douzet J-M, Barthès B, Rabeharisoa L, Albrecht A. 2012. Evaluation des effets de systèmes de semis direct à couverture végétale pérenne (SCV) sur l'érosion hydrique et la production agricole sur les Hautes-Terres de Antsirabe (Madagascar). In Lutte antiérosive, réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles, Roose E, Duchaufour H, De Noni G (eds). IRD Editions : Marseille, France ; 1-13.
- Yoboué-Kouakou AN, N'Goran KE, Tamia JA, Kouassi YF, Yao GF. 2020. Effets du précédent cultural arachide (*Arachis hypogaea* L.) et de la charge en éléments grossiers du sol sur la production du coton (*Gossypium hirsutum* L.). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(6): 2120-2133. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i6.15>