

Science **et** technique

Revue burkinabè de la recherche

Sciences naturelles et appliquées

Vol. 39, n° 2 (1) — Juillet-Décembre 2020 — ISSN 1011-6028



Centre national de la recherche scientifique et technologique 03 B.P. 7047
Ouagadougou 03 – Burkina Fas

Revue semestrielle de la recherche
du **Centre National de la
Recherche
Scientifique et Technologique
(CNRST)**



Série Sciences naturelles et Appliquées

Volume 39, numéro 2 (1)

Juillet-Décembre 2020

Prix : 3 000 F CFA

Directeur de publication

NEBIE Roger Honorat Charles, Délégué général du CNRST

Directeurs adjoints de publication : TRAORE Hamidou ;

SAWADOGO/LINGANI Hagrétou

Comité de publication

Président : YAMEOGO Georges

Editeur scientifique : HALPOUGDOU Martial

Comité de rédaction

Coordonnateurs : Hadja SANON Oumou
NANEMA Emmanuel

Rédacteurs en Chef : YONLI Djibril
IGO Serges

Rédacteurs en Chef adjoints : DAMA Mariam Myriam
NAREALice

Comité scientifique

1. Pr SAWADOGO Mahamoudou, Professeur titulaire, Génétique, Université Ouaga I, Pr Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso
2. Pr BOUSSIM I. Joseph, Professeur titulaire, Biologie et Ecologie végétales, Université Ouaga I, Pr Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso
3. Dr SEREME Paco, Directeur de Recherche, Phytopathologie, INERA, Burkina Faso
4. Dr LOMPO François, Directeur de Recherche, Agronomie/Science du Sol, INERA, Burkina Faso
5. Dr TAMBOURA H. Hamidou, Directeur de Recherche, Génétique animale, INERA, Burkina Faso
6. Pr KONE Daouda, Professeur titulaire, Science des Sols et des Plantes, Université Félix Houphouët- Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire
7. Pr BIELDERS Charles, Professeur titulaire, Science des sols, Université Catholique de Louvain-la- Neuve, Belgique
8. Dr BRUGIDOU Christophe, Directeur de recherche, Inter action Plantes-Parasites, Institut de Recherche pour de Développement, Montpellier, France
9. Pr LEBEAU Frédéric, Professeur titulaire, Machinisme agricole, Université de Liège, Gembloux Agro-Biotech



10. Dr. SEREME Abdoulaye, Maître de recherche, Agronomie/Botanique, IRSAT, Burkina Faso
11. Dr. KONATE Yacouba, Maître de Conférences, Assainissement, 2iE, Burkina Faso
12. Dr PARKOUDA Charles, Maître de Recherche, Science des aliments/Biochimie, Burkina Faso
13. Dr OUATTARA/SONGRE Laurencia, Maître de recherche, Nutrition/Science des aliments, Burkina Faso
14. Pr. SISSOKO Grégoire, Professeur titulaire, Physique/Energétique, Université Cheick Anta Diop, Sénégal
15. Pr. OUATTARA Frédéric, Professeur titulaire, Géophysique, UNZ, Burkina Faso

Comité de lecture

1. Dr ZIDA Elizabeth, Maître de Recherche, Phytopathologie, INERA, Burkina Faso
2. Dr BATIONO B. André, Maître de Recherche, Agroforesterie, INERA, Burkina Faso
3. Dr KIEMA André, Maître de Recherche, Pastoralisme, INERA, Burkina Faso
4. Dr ADJANOHOUN Adolphe, Directeur de recherche, Agropédologie, INRAB, Bénin
5. Dr BOUKAR Ousmane, Maître de Recherche, Génétique végétale, IITA, Kano, Nigéria
6. Dr MENSAH G. Appolinaire, Directeur de Recherche, Production animale, INRAB, Bénin
7. Dr DRAME-YAYE Aissétou, Maître de Conférences, Agroforesterie, Université Abdou Moumouni, Niger
8. Pr IPOU-IPOU Joseph, Professeur, Malherbologie, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
9. Dr COMPAORE Emmanuel, Maître de Recherche, Agrochimie, INERA, Burkina Faso
10. Dr BA Malick, Maître de Recherche, Entomologie, INERA, Burkina Faso
11. Dr TRAORE Oumar, Directeur de Recherche, Virologie-Biotechnologie, INERA, Burkina Faso
12. Dr SAWADOGO Louis, Directeur de Recherche, Sylvo-pastoralisme, INERA, Burkina Faso
13. Dr ZAGRE M'Bi Bertin, Maître de Recherche, Génétique végétale, INERA, Burkina Faso
14. Dr TRAORE Amadou, Directeur de Recherche, Génétique animale, INERA, Burkina Faso
15. Dr THIOMBIANO Adjima, Professeur titulaire, Botanique/Ecologie végétale, Université Ouaga 2, Burkina Faso
16. Dr YE Siédouba Georges, Maître de Recherche, Conception machinisme agricole, IRSAT, Burkina Faso
17. Dr KAMBIRE Fabékouré Cedric, Chargée de recherche, Agro pédologie, IRSAT, Burkina Faso
18. Dr KABORE Donatien, Maître de recherche, Microbiologie/Biochimie, IRSAT, Burkina Faso
19. Dr BA/FATOUMATA Hama, Maître de recherche, Nutrition/Sciences des aliments IRSAT, Burkina Faso
20. Dr SANOGO Oumar, Maître de recherche, Physique, IRSAT, Burkina Faso
21. Dr DIANDA Boureima, Chargé de recherche, Physique, IRSAT, Burkina Faso
22. Dr OUE'DRAOGO Issaka, Maître de recherche, Physique, IRSAT, Burkina Faso
23. Dr DIALLO/KONE Martine, Maître de recherche, Chimie, IRSAT, Burkina Faso
24. Dr BONKOUNGOU Isidore, Maître assistant, Biologie, IRSAT, Burkina Faso
25. Dr SAVADOGO Salfo, Chargé de recherche, Biologie et Ecologie végétales, IRSAT, Burkina Faso
26. Pr LY Ibrahima, Professeur Titulaire, Physique/Energétique, ESP Thiès, Sénégal
27. Pr PADONOU Wilfrid, Professeur Titulaire, Biochimie, Université d'Agriculture de Kétou, Bénin
28. Dr DAKO Enock G. Achigan, Maître de conférences, Génétique et Sélection des plantes, Université Abomey Calavi, Bénin
29. Pr AMEYAPOH Yaovi, Professeur Titulaire, Microbiologie/Biochimie, Université de Lomé, Togo
30. Pr AZOUMA Yaovi Ouezou, Professeur Titulaire, Conception machinisme agricole, Université de Lomé, Togo

Abonnement - Distribution

DIST/DGA-V/CNRST, 03 B.P. 7047 Ouagadougou 03

Rédaction et administration

- Comité de rédaction, INERA 03 B.P. 8645 Ouagadougou 03 Burkina Faso ; Tél : (00226) 25 34 02 70/

25 34 71 12 ; Fax : (226) 25 34 02 71 ; Email : inera.direction@fasonet.bf

- Comité de rédaction, IRSAT 03 B.P. 7047 Ouagadougou 03 Burkina Faso ; Tél : (226) 25 35 60 31 ;

Fax : (226) 25 35 70 29 ; Email : dirsat@fasonet.bf ; Site web : www.irsat-burkina-net

Mise en page : ILBOUDO W. Alassane, Infographe, Presses Universitaires

Impression : Presses Universitaires

Numéro tiré à 50 exemplaires.

SOMMAIRE

Ismael BIO, Idrissa SOUMANA, Idi Saidou SANI, Abdou LAOUALI, Habou RABIOU, Ali MAHAMANE

Morphometric characters and pods production of *Vachellia tortilis* subsp. raddiana (Savi) according to toposequence in the department of Goure (Niger)..11

Souleymane SANOGO, Drissa TRAORE, BiramaT.OGOLA, Bréhima BENGALY, Mahamadou COULIBALY, Drissa OUATTARA¹, Bréhima COULIBALY, Babou BA, Siaka DIALLO, Nouhoum ONGOIBA

Aspects épidémiologiques du cancer de l'estomac au CHU Point g de Bamako (Mali).....29

Patricia SOUBEIGA, Magloire BOUNGOU, Yamba SINARE, Noel Gabiliga THIOMBIANO, Gustave B. KABRE

Cestodes des amphibiens de la province du Ganzourgou, Burkina Faso.....43

Arahama TRAORE, Souleymane OUEDRAOGO

Caractérisation des systèmes de production utilisant les bonnes pratiques d'adaptation aux changements climatiques dans le Nord du Burkina Faso.....57

Mah Alima Esther TRAORE, Palpougouini LOMPO, Marc Christian TAHITA, Halidou TINTO, Jan JABOBS

Prévalence et résistance aux antimicrobiens des salmonelles isolés dans la viande des animaux abattus à Nanoro (Burkina Faso).....75

Sanouon Frédéric DABIRE, Delphine OUATTARA, Souleymane NACRO

Ecologie des insectes foreurs de tige du riz dans l'Ouest du Burkina Faso.....91

Adama OUEDRAOGO, Laurence RICHARD, Prisca LEBEAU, Franck STURTZ, Jean-Michel VALLAT, Benoît FUNALOT, Balé BAYALA

Self-delivery siRNA as a versatile tool to study molecular effectors of myelin maintenance in vivo.....115

OUEDRAOGO Rayagnéwendé Adèle, POODA Lamine, KAMBIRE Fabèkourè Cédric, KONE Martine

Risques de pollution environnementale par l'utilisation des pesticides en maraîchage : cas des exploitations de Sakaby et de Dogona à Bobo-Dioulasso..131

Windpouiré Vianney TARPAGA, Cheick Omar TRAORÉ, Wendkouni Lucie NANA, Albert ROUAMBA

Evaluation agro-morphologique d'accessions d'oignon (*Allium cepa* L.) du Burkina Faso.....149

Julien NIKIEMA, Anja BRETZLER, Suzanne YAMEOGO, Abdoul Azize BARRY, Richard SANOU, Mario SCHIRMER

Variation spatiale et saisonnière de la qualité physico-chimique et des ions majeurs des eaux souterraines dans les granitoïdes de la zone de Tiébélé (extrême sud, Burkina Faso).....169

Daouda GUEBRE, Salifou TRAORE, Mamoudou TRAORE, Boussa Tockville MARE, Edmond HIEN

Conservation des sols en zone soudano-sahélienne : quelle est l'efficience des amendements ligneux ?199

Conservation des sols en zone soudano-sahélienne : quelle est l'efficacité des amendements ligneux ?

Daouda GUEBRE^{1,2}, Salifou TRAORE^{1,2},
Mamoudou TRAORE⁴, Boussa Tockville MARE^{1,2}
Edmond HIEN^{1,2,3}

Résumé

Afin de contribuer à la gestion durable des sols, cette étude vise à déterminer en quoi l'épandage de bois et rameaux fragmentés (BRF) de *Piliostigma reticulatum* (D.C.) Hochst sur des sols, améliore la conservation des sols. L'expérience a été conduite en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso à travers la mise en place d'un essai constitué de quatre blocs de Fisher randomisés, contenant des parcelles amendées chaque année (2013-2019) avec des BRF de *P. reticulatum* (3 t MS ha⁻¹) et leur témoin respectif. Après sept années d'amendements consécutifs, les BRF ont amélioré l'humidité du sol au niveau de l'horizon 0-10 cm (+22%) ainsi que le long du profil pédologique jusqu'à 100 cm de profondeur. L'activité du macrofaune a été significativement affectée (+215%) par les apports de BRF, améliorant ainsi la stabilité hydro-structurale des sols. L'amélioration des paramètres biophysiques se traduit par une croissance végétative (+38%) et l'augmentation des rendements du sorgho (+364%) comparativement aux sols témoins. Nous concluons que les amendements à base de la biomasse des arbustes agroforestiers sont des pratiques agroécologiques efficaces qui mériteraient d'être vulgarisées pour une intensification durable.

Mots Clés : Agroécologie, Macrofaune, Agrégats, Humidité du sol, Stabilité structurale, Productivité du sorgho

Soil conservation in the Sudano-Sahelian zone: What's the efficiency of woody amendments?

Abstract

In order to develop sustainable soil management practices, this study aims to determine whether fragmented wood and branches of *Piliostigma reticulatum* (BRF) used as soil amendments improve soil conservation. The experiment was conducted from 2013 to 2019 in the Sudano-Sahelian zone of Burkina Faso, through a design including four randomized Fisher blocks. The treatments consisted of stem and

¹ Université Joseph Ki-Zerbo (UJKZ), UFR Sciences de la Vie et de la Terre, 03 BP 7021 Ouagadougou, Burkina Faso ; daoudaguebre12@gmail.com

² LMI-IESOL, Centre de Recherche de Bel Air, BP 1386, Dakar, Sénégal

³ Institut de Recherche pour le Développement (IRD), 01 BP 182, Ouagadougou 01, Burkina Faso

⁴ Institut de l'Environnement et Recherches Agricoles (INERA), 01 BP 476 Ouagadougou, Burkina Faso

leaves amended plots (3 Mg DM ha⁻¹) and non-amended plots (controls). After seven years of consecutive annual amendments, BRF amendments improved soil moisture in 0-10 cm layer (+ 22%) and throughout the soil profile up to 100 cm deep. The activity of the macrofauna was significantly affected (+ 215%) by the amendments, which improved the soil structure. This improvement of soil biophysical properties in amended plots improved growth of sorghum (+ 38%) and increased yield (+ 364%) compared to control plots. We concluded that the stem and leaves amendments from agroforestry shrubs are affordable and efficient agroecological practices needing optimization in the framework of sustainable.

Keywords: Agroecology, macrofauna, soil aggregates, soil moisture, structural stability, sorghum productivity

Introduction

La dégradation des sols est un problème crucial en expansion dans le monde (ANDREA et al., 2013). Elle est causée par des multiples facteurs dont le climat et la pression anthropique sans cesse croissante sur les terres cultivables. Au Burkina Faso comme dans le reste de l'Afrique subsaharienne, les processus naturels de dégradation des sols sont accélérés par l'agriculture extensive et les pratiques agricoles non appropriées pour soutenir une production durable (THIOMBIANO et TOURINO-SOTO, 2007). La dégradation des sols a un impact négatif considérable sur les services des écosystèmes et la sécurité alimentaire. Dans ces régions subsahariennes, les formes de dégradation les plus répandues sont l'érosion, la perte de la fertilité et de la matière organique des sols. A titre indicatif, un épuisement de 30-70% de la matière organique des sols sont rapportés (TRAORE et al., 2015 ; HOUNKPATIN et al., 2018) et une perte annuelle de N (-34 kg ha⁻¹), P (-8 kg ha⁻¹) et K (-13 kg ha⁻¹) par érosion (BASHAGALUKE et al., 2018).

L'amélioration des pratiques agricoles peut réduire ou ralentir la dégradation des sols (HIEN et al., 2011). Avec une faible utilisation des engrais minéraux, les nutriments proviennent principalement des apports organiques (fumure, composts, résidus de plantes) qui ont l'avantage d'améliorer en plus, les propriétés physiques et biologiques des sols. Une meilleure gestion de la biomasse dans les agrosystèmes pour améliorer la fertilité chimique et physique du sol, s'avère être une alternative viable pour relever le défi de la conservation des sols. Face à la compétition récurrente de la gestion des résidus de cultures utilisés également pour le fourrage, la gestion de la biomasse des arbres/arbustes montre un intérêt grandissant. Les premiers résultats obtenus avec les amendements à base des résidus de plantes ont montré une amélioration de la structure

des sols encroutés (MANDO et STROOSNIJDER, 1999), de la libération des nutriments (BAYALA et al., 2005) et de la conservation de l'eau (TILANDER et BONZI, 1997).

En particulier, des études ont montré que la litière de *Piliostigma reticulatum* stimule l'activité du macrofaune, augmente l'infiltration et réduit l'évaporation (KIZITO et al., 2012 ; YELEMOU et al., 2014). Par la bioturbation, la macrofaune influence les processus biologiques, chimiques et physiques du sol qui affectent le flux d'énergie et de matière (LAVELLE et al., 1997 ; PULLEMAN et al., 2012).

En améliorant les multiples fonctions des sols, les amendements à base de ligneux constituent alors une pratique écologique de conservation et de restauration des sols. Ces pratiques agroécologiques capables d'améliorer la fertilité des sols des régions semi-arides (HIEN et al., 2010) ne sont pas très bien documentés et nécessitent des résultats scientifiques suffisants pour soutenir leur promotion et leur vulgarisation dans les différentes zones agroécologiques. Cette présente étude contribuera à approfondir particulièrement les aspects liés aux indicateurs bio-physiques des sols afin de mieux les optimiser pour une production durable.

L'objectif de cette étude est de déterminer dans quelles mesures les amendements ligneux à base de bois et de rameaux fragmentés (BRF) de *P. reticulatum*, affectent la conservation des sols. Plus spécifiquement, il s'agit de déterminer l'effet des amendements à base de ligneux sur les indicateurs biophysiques ainsi que sur la productivité des sols. Les hypothèses suivantes sont testées : les amendements à base de ligneux améliorent (i) le taux de carbone et des nutriments majeurs (N, P), (ii) la structure du sol et la rétention en eau des sols et (iii) la productivité des cultures.

1. Matériel et Méthodes

1.1. Site d'étude

L'étude a été conduite sur le site expérimental de Gampèla (lat: 12,4167 N et long :1,3479 W) situé en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Le climat est de type tropical chaud et sec qui se caractérise par des précipitations annuelles variant entre 700 et 800 mm (FICK et HIJMANS, 2017). La figure 1 montre les variations pluviométriques mensuelles des trois dernières années dans la zone d'étude avec une saison sèche qui dure entre 7 et 8 mois. La moyenne des températures annuelles varie de 22°C pendant la période la plus froide à 38°C pendant la période la plus chaude.

Les sols appartiennent au groupe Endogleyic Acrisol selon la classification de la World Reference Base (WRB, 2015). La texture est sablo-limoneuse dans l'horizon de surface et argileuse dans les horizons inférieurs. Ces sols sont pauvres en matière organique (moins de 1% de carbone) avec une CEC moyenne allant de 7 à 12 cmol kg⁻¹.

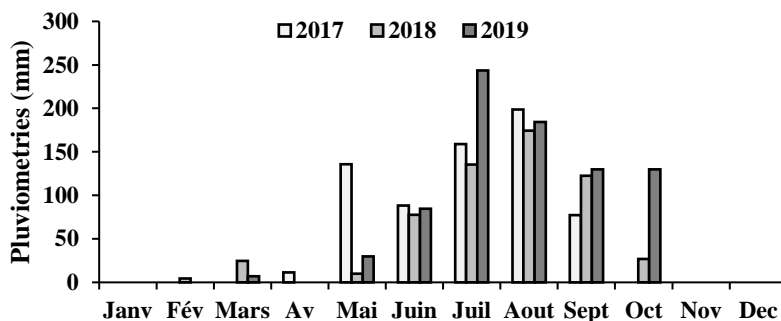


Figure 1: Pluviométries moyennes mensuelles des trois années consécutives (2017, 2018 et 2019) dans la zone de Gampèla (source : station météo de Gampèla)

1.2. Dispositif expérimental et traitements

Le dispositif expérimental est organisé en 4 blocs de Fisher complètement randomisés comportant quatre parcelles élémentaires amendées en BRF de *P. reticulatum* et quatre parcelles non amendées servant de contrôle (témoin). Ces amendements BRF sont composés de 40% de fragments de branches et de 60% de feuilles. Les BRF découpés grossièrement (15 à 30 cm) ont été appliqués à la surface du sol à raison de 3 t MS ha⁻¹ an⁻¹ (1,7 t C ha⁻¹ an⁻¹ et 55 kg N ha⁻¹). L'application des BRF a été effectuée annuellement en début de saison pluvieuse pendant sept années consécutives (2013-2019). Les parcelles élémentaires (5 m x 5 m) ont été séparées les unes des autres de 1 m et toutes cultivées avec du sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de variété Kapèlga). Toutes les parcelles ont été labourées (5 cm) avant l'application des traitements.

Les graines de sorgho ont été semées 30 jours après l'application des BRF. Le démariage a consisté à laisser deux plants de sorgho dans le même poquet. Le désherbage a été fait manuellement selon la pratique paysanne et les densités de semis ont été de 33 600 poquets ha⁻¹.

1.3. Prélèvement et préparation des échantillons de sol

Cinq échantillons élémentaires de sol (0-10 cm de profondeur) ont été prélevés à la sixième année d'expérimentation (2018), compte tenu des limitations probables en nutriments et du caractère récalcitrant des résidus ligneux à la décomposition. Le prélèvement a été effectué en quinconce sur chaque parcelle non perturbée avant semis, à l'aide d'une tarière (diamètre 3 cm). Ensuite, des échantillons composites ont été constitués pour chaque parcelle concernée en mélangeant les échantillons élémentaires. Ces échantillons composites ont été séchés à l'air ambiant et tamisés à 2 mm pour l'évaluation de la texture, du COS, du N total et du P assimilable.

1.4. Paramètres mesurés

La température ($^{\circ}\text{C}$) de surface (0-10 cm) ainsi que les humidités volumétriques (%) de surface (0-10 cm) et de profondeur du sol (0-100 cm) ont été mesurées sur toutes les parcelles, à l'aide d'un humidimètre à sonde (IMKO Model HD2, Allemagne) en 2018. Les mesures ont été faites à partir du cinquième jour après application des BRF. Pour l'humidité de l'horizon de surface (0-10 cm), trois mesures répétitives ont été effectuées entre deux poquets et de façon diagonale sur chaque parcelle pendant un mois. Concernant l'humidité de profondeur, des sondes de 1 m ont été installées le long du profil pédologique et au centre des parcelles. Cinq mesures d'humidité ont été effectuées également pendant un mois respectivement dans les horizons 0-20 cm ; 20-40 cm ; 40-60 cm ; 60-80 cm et 80-100 cm en utilisant l'humidimètre à sonde précité.

L'état de perméabilité du sol a été évaluée en période sèche après récolte (2018) sur l'ensemble des parcelles par la méthode BEST (LASSABATERE et *al.*, 2006). Elle consiste à mesurer la vitesse d'infiltration d'une lame d'eau de volume connu, versée dans un anneau de diamètre connu et légèrement enfoncé (1 cm) dans le sol. L'étude des propriétés hydrodynamiques du sol a été basée sur la comparaison de l'infiltration cumulée en fonction du temps.

L'activité de la macrofaune du sol a été déterminée par comptage de la densité des placages des termites (*Nasutitermes torquatus*), des turricules des vers de terre (*Milsonia inermis*) et des galeries des fourmis (*Messor galla* et *pachycondyla rufipes*), à partir de cinq jours après application des BRF. Le comptage s'est fait sur chaque parcelle en utilisant une grille de 1m^2 subdivisée en 100 petites grilles (LEPAGE, 1972) sur des intervalles de trois jours pendant 21 jours (2018). Ensuite, le nombre moyen cumulé de

structures biogéniques a été déterminé en fonction des traitements et des espèces considérées.

La croissance végétative et les rendements du sorgho ont été évalués de 2017 à 2019. Les biomasses racinaires du sorgho (g) ont été évaluées sur cinq plants de la deuxième ligne de chaque parcelle, 60 jours après semis, tout en excluant les deux premiers poquets extrêmes. Dans chaque poquet, la plante identifiée a été prélevée en déterrants ses racines dans un volume de terre de 20 cm de côté et 25 cm de profondeur. La partie racinaire après trempage dans de l'eau, a été soigneusement nettoyée puis séparée de la partie aérienne au niveau du nœud cotylédonaire et conservée dans des papiers filtres pour être séchée au laboratoire (70°C) pendant 48 h puis pesée. Ensuite, deux lignes de poquets ont été laissées sur le pourtour de chaque parcelle pour définir un carré de rendement composé de trois lignes de huit poquets chacune, soit 24 poquets pour une surface utile de 7,68 m². Les hauteurs (en cm) des plants de sorgho ont été mesurées sur la surface utile, à partir de 45 jours après semis à l'aide d'un bâton gradué et sur des intervalles de deux semaines. Les rendements (t ha⁻¹) du sorgho (grains et pailles) ont été déterminés au stade maturité en récoltant l'ensemble du carré de rendement par année (de 2017 à 2019). L'efficacité de l'utilisation de l'eau (EUE) en kg ha⁻¹ mm⁻¹ de pluie (BRIGHT et *al.*, 2017) a été calculée en divisant les rendements grains du sorgho de chaque année d'expérimentation, par les précipitations annuelles respectives.

1.5. Mesures de laboratoire

La texture du sol a été déterminée à travers l'étude des fractions granulométriques (5 fractions) par la méthode internationale à la pipette Robinson.

La densité apparente a été déterminée par la méthode des cylindres (le sol étant non graveleux) sur la couche 0-5 cm (AFNOR, 1992 normes NF X 31-511), sur des sols non perturbés avant semis en 2018.

Les teneurs en carbone organique (COS) et en azote total des sols (N) en g kg⁻¹ de sol ont été déterminées par combustion sèche à l'aide d'un analyseur élémentaire CNS (Hekatech, Allemagne).

Le phosphore assimilable (en mg kg⁻¹ sol) a été déterminé par la méthode de Bray I (BRAY et KURTZ, 1945).

Les polyphénols totaux (mg EAG/ 100g MS) dans les tissus des plantes de *P. reticulatum* ont été déterminés par la méthode de Folin-Ciocalteu colorimetry (SINGLETON et al., 1999).

1.6. Analyses statistiques

Les statistiques descriptives (moyennes, écart types) ont été calculées par traitement. Les hypothèses d'égalité des moyennes entre traitements ont été testées en utilisant les modèles linéaires généralisés (GLM) permettant d'ajuster les variables à une loi de distribution appropriée. Ainsi, les données issues du comptage des structures biogéniques de la macrofaune du sol, ont été ajustées à la distribution de poisson et celles continues ont été ajustées avec la distribution gaussienne. Les tests de comparaison de moyenne deux à deux (comparaison post-hoc) ont ensuite été effectués avec les contrastes de Tukey au seuil de 5%. Toutes ces analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel statistique R (3.5.2).

2. Résultats

2.1. Effets des BRF sur l'humidité de surface et de profondeur du sol

L'humidité journalière de surface a été plus élevée sous les sols amendés avec BRF que sous les sols témoins (TA) (Figure 2a). C'est surtout en deuxième partie de saison (17^e jour après semis) que les différences entre les traitements ont été les plus importantes. Au 29^e jour après amendement BRF, l'humidité journalière a atteint un pic de 22% sous BRF contre 18% sous TA. L'humidité moyenne saisonnière le long du profil du sol a été également plus importante sous traitement BRF que sous témoin TA (Figure 2b). En constat général, les taux moyens d'humidité ont augmenté avec la profondeur avec une influence variable des amendements BRF d'un horizon à un autre. Ainsi, les apports de BRF ont induit des augmentations en taux moyens d'humidité saisonnière de +14% ; +12% ; +8% ; +3% et +19% respectivement pour les horizons de 0-20 cm ; 20-40 cm ; 40-60 cm ; 60-80 cm et 80-100 cm.

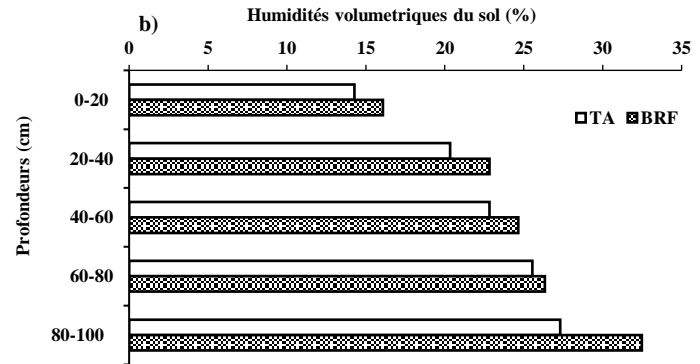
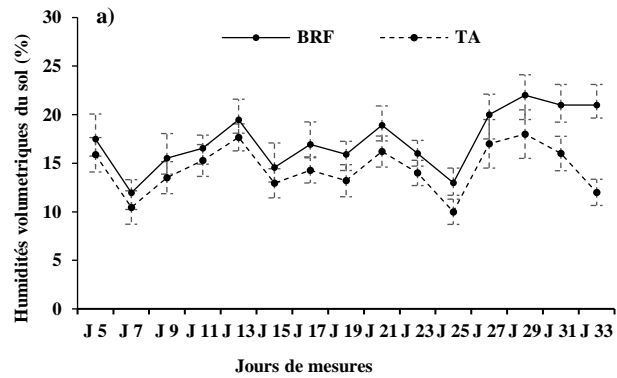


Figure 2 : Effet des amendements BRF sur la variation de l'humidité moyenne journalière du sol en surface (a) ainsi que sur l'humidité saisonnière moyenne le long du profil du sol (b)

BRF : bois et rameaux fragmentés ; **TA :** Témoin absolu

Les barres sur les courbes correspondent aux écarts types des moyennes ; $n = 4$

2.2. Effets des BRF sur la texture du sol

A la sixième année d'amendements BRF, les proportions de sable grossier et d'argile ont respectivement diminué et augmenté de 1%, contrairement à celles des autres fractions granulométriques qui sont restées inchangées (figure 3). En outre, l'analyse statistique des fractions granulométriques n'a révélé aucune différence significative entre traitements TA et BRF.

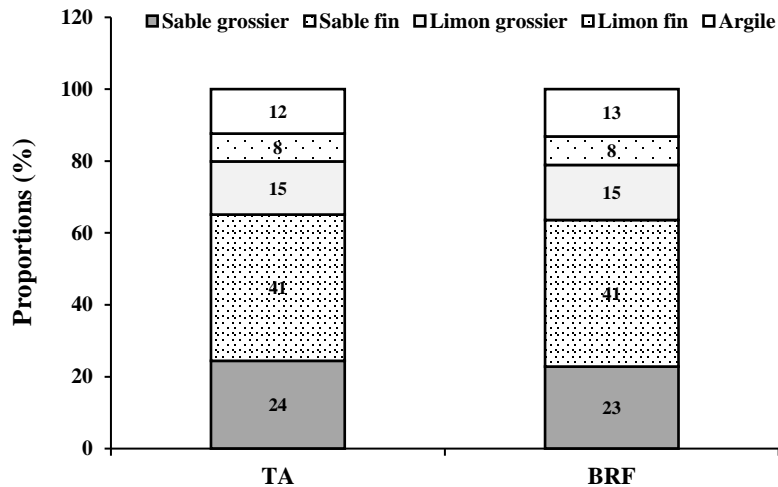


Figure 3 : Proportions granulométriques des sols (0-10 cm) du site expérimental

BRF : bois et rameaux fragmentés ; *TA* : Témoin absolu

2.3. Effets des BRF sur la température, la densité apparente et l'infiltration du sol

Les amendements BRF n'ont eu aucun effet significatif sur la température moyenne saisonnière en surface du sol, malgré les années d'apports consécutifs. En revanche, la densité apparente et la perméabilité de l'horizon de surface du sol ont été significativement affectées par le traitement BRF par rapport au témoin (Figure 4). Ainsi, la densité apparente sous BRF a été 1,3% moins élevée que celle observée sous le témoin. De même, la perméabilité des sols a augmenté à travers une hausse de la vitesse d'infiltration (+27%) comparé aux témoins (TA).

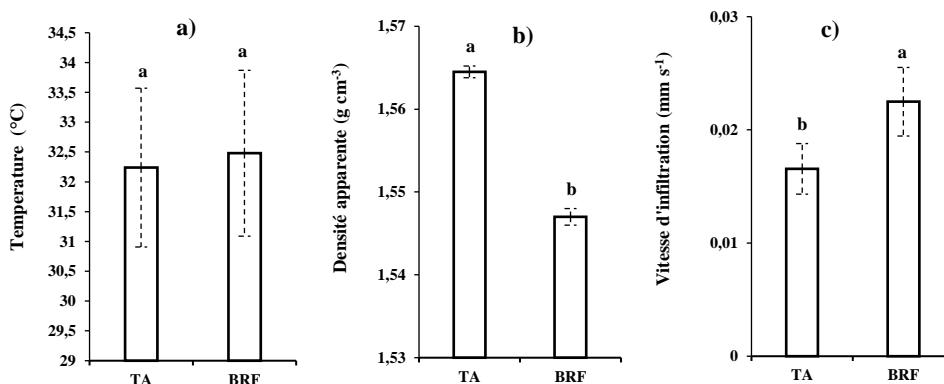


Figure 4 : Température (a), densité apparente (b) et perméabilité (c) du sol en fonction des traitements (n=4)

BRF : bois et rameaux fragmentés ; **TA** : Témoin absolu

Les barres sur les histogrammes correspondent aux écarts types des moyennes. Les écarts types des moyennes affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% ; n =4

2.4. Effets des BRF sur l'activité de la macrofaune du sol

L'effet des BRF sur l'activité de la macrofaune du sol a été variable selon l'espèce et le traitement considérés (Figure 5). Cependant, les quantités de structures biogéniques ont été plus importantes sous traitement BRF par rapport au traitement TA. Contrairement aux turricules des vers de terre (*Milsonia inermis*), ce sont les galeries des fourmis (*Messor galla* et *pachycondyla rufipes*) et les placages des termites (*Nasutitermes torquatus*) qui ont significativement augmenté suite aux apports de BRF. Ainsi, les activités de *Messor galla* et *pachycondyla rufipes* d'une part et ceux de *Nasutitermes torquatus* d'autre part, ont été respectivement 3 et 12 fois plus importantes sur les sols amendés avec BRF comparés aux sols témoins (TA).

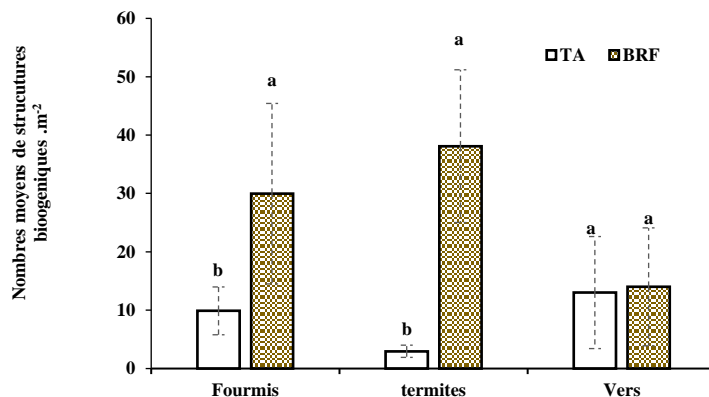


Figure 5

Structures biogéniques des macrofaunes du sol en fonction des traitements (n=4)
BRF : bois et rameaux fragmentés ; **TA** : témoin absolu
 Les barres sur les histogrammes correspondent aux écarts types des moyennes.
 Les écarts types des moyennes affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% ; n =4.

2.5. Effets des BRF sur le carbone total, l'azote total et le phosphore assimilable des sols

Les teneurs en COS, N total et P assimilable ont été plus élevées dans les sols amendés avec BRF comparativement aux sols témoins (Tableau I). Cependant, seules les teneurs en COS ont montré des différences significatives (+15 % sous BRF) entre traitements. De même, le rapport C/N a significativement augmenté (14,22 vs 12,00) suite aux ajouts des BRF par rapport aux sols sans BRF (TA).

Tableau I : Variation du carbone organique (COS), de l'azote total (N total), du rapport C/N et du phosphore (P) assimilable du sol (0-10cm) en fonction des traitements (moyennes ± écart-types ; n=4)

Traitements	COS (g kg ⁻¹)	N total (g kg ⁻¹)	C/N	P assimilable (mg kg ⁻¹)
Témoin absolu	3,19±0,14 ^b	0,23±0,04 ^a	12,00±0,61 ^b	4,08±0,52 ^a
Amendement BRF	3,67±0,19 ^a	0,24±0,03 ^a	14,22±0,52 ^a	4,72±0,61 ^a

2.6. Effets des BRF sur la croissance racinaire et aérienne du sorgho

Sur l'ensemble des trois années de culture considérées (2017, 2018 et 2019), les traitements BRF ont favorisé des augmentations en biomasses racinaires au stade croissance du sorgho, comparativement aux témoins (TA) (Figure 6). Ces augmentations ont été statistiquement significatives avec des hausses en biomasses racinaires de +2 g ; +1,4 g et +5,4 g respectivement pour les années 2017, 2018 et 2019.

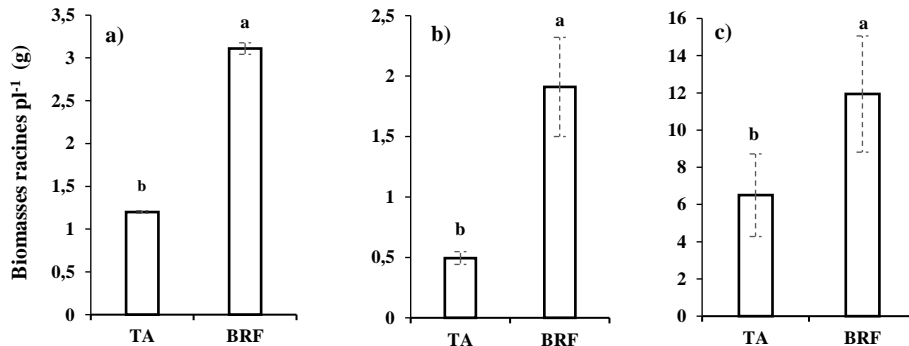


Figure 6 : Evolution de la biomasse racinaire du sorgho en fonction des traitements en 2017 (a), 2018 (b) et 2019 (c) (n=4)

Pl : Plant ; *BRF* : bois et rameaux fragmentés ; *TA* : Témoin absolu

Les barres sur les histogrammes correspondent aux écarts types des moyennes. Les écarts types des moyennes affectés de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% ; n =4

Un effet similaire des traitements BRF sur la biomasse racinaire a été observé sur les croissances aériennes du sorgho en 2017, 2018 et 2019 (Figure 7). Les plants sous traitement BRF ont enregistré des hauteurs moyennes supérieures à celles enregistrées sous traitement TA. Considérant les valeurs cumulées des hauteurs des plants, les amendements BRF ont induit des gains moyens en hauteurs du sorgho de +8% (2017), +28% (2018) et de +78% (2019) par rapport au témoin TA. Ces augmentations ont été statistiquement significatives pour l'ensemble des trois années.

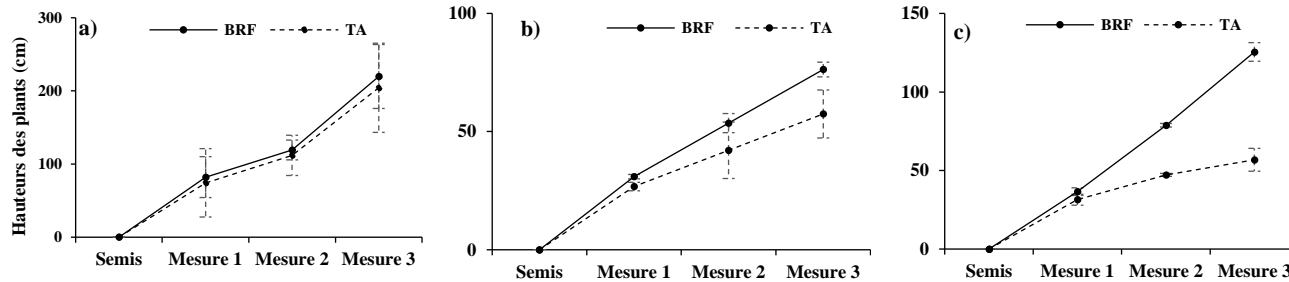


Figure 7 : Croissance (cm) moyenne du sorgho en fonction des traitements en 2017 (a), 2018 (b) et 2019 (c) (n=4).

BRF : bois et rameaux fragmentés ; **TA** : Témoin absolu

Les barres sur les courbes correspondent aux écarts types des moyennes ; n = 4

2.7. Effets des BRF sur les rendements du sorgho

Les rendements grains et pailles, ainsi que l'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE) par le sorgho ont été variables en fonction des traitements pour les trois années de récolte (figure 7). Cependant, le traitement BRF a affiché des valeurs plus élevées pour l'ensemble des variables de rendement précitées et pour les trois années consécutives de récolte, en comparaison au traitement TA. Toutefois, seules les années 2017 et 2018 ont montré des différences significatives entre traitements. Ainsi, les rendements grains du sorgho de 2017, 2018 et 2019 ont augmenté respectivement de +987%, +52% et de +52% sous application de BRF par rapport au témoin (TA). Les augmentations respectives pour les rendements pailles ont été de +1045%, +71% et de +11% et celles relatives à l'EUE ont été de +1014%, +85% et de +35%.

Le tableau III traduit les interactions entre les déterminants de la fertilité du sol et leur lien avec l'évolution des rendements moyens des cultures. Ainsi, les teneurs en COS ont fortement augmenté avec la hausse de l'infiltration ($r = 0,766$) et la densité des structures biogéniques ($r = 0,864$). Cependant, une relation négative a été observée entre la densité apparente d'une part, et le COS ($r = -0,904$) ainsi que l'infiltration ($r = -0,879$) d'autre part. L'infiltration à son tour, a été positivement corrélée à la densité des structures biogéniques et aux rendements pailles ($r = 0,961$ et

$r = 0,763$, respectivement). Une relation étroite a été également observée entre l'EUE et les teneurs en eau et en azote du sol ($r = 0,723$ et $r = 0,753$; respectivement).

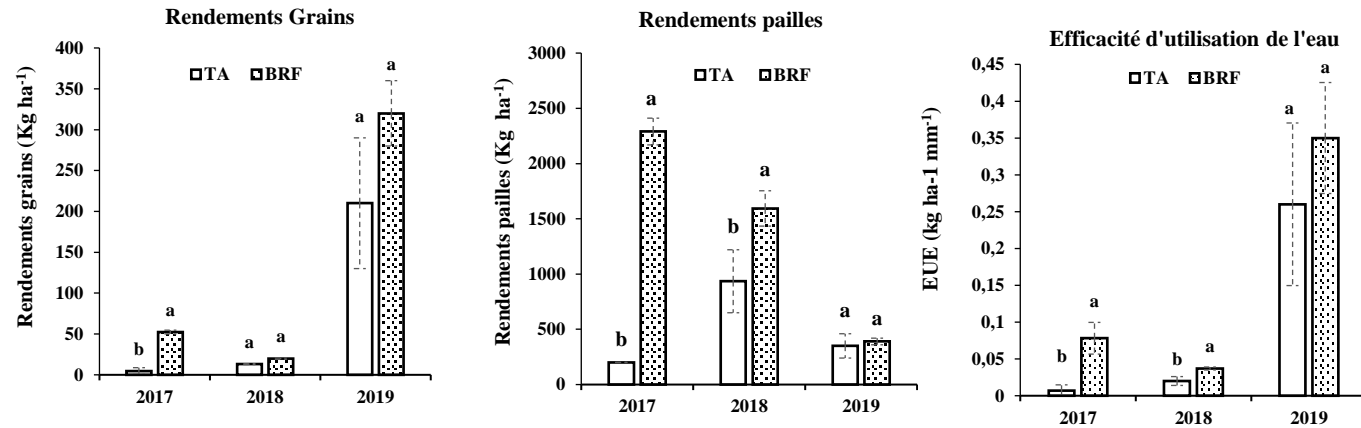


Figure 7 : Rendements moyens du sorgho en fonction des années et des traitements (n=4)

BRF : bois et rameaux fragmentés ; *TA* : Témoin absolu ; *EUE* : Efficacité d'utilisation de l'eau

Les barres sur les histogrammes correspondent aux écarts types des moyennes. Les écarts types des moyennes affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% ; n = 4

Tableau II: Corrélation entre paramètres du sol et rendements du sorgho

Variables	COS	N	P	Humidité	Infiltration	D. A	D. S
COS							
N	0,471						
P	0,607	-0,059					
Humidité	0,332	0,644	-0,398				
Infiltration	0,766	-0,032	0,607	-0,176			
D.A	-0,906	-0,140	-0,620	-0,193	-0,879		
D. S	0,854	0,070	0,646	-0,026	0,961	-0,927	
Grains	-0,067	0,353	-0,588	0,634	-0,269	0,156	-0,144
Pailles	0,369	-0,408	0,111	-0,096	0,763	-0,619	0,711
EUE	0,507	0,753	-0,013	0,723	-0,037	-0,254	0,037

COS : Carbone organique du sol ; *N* : Azote ; *P* : Phosphore ; *D.A* : Densité apparente ; *D.S* : Densité des structures biogéniques ; *EUE* : Efficacité d'utilisation de l'eau

Les valeurs en gras sont hautement significatives ($\alpha=0,05$)

3. Discussion

Les amendements consécutifs de BRF ont significativement augmenté la rétention en eau du sol, démontrant ainsi le rôle clé des amendements ligneux appliqués en mulch sur l'amélioration des caractéristiques hydriques des sols. Les taux élevés d'humidité s'expliquent par le fait que les amendements BRF limitent les pertes d'eau par ruissellement ainsi que les pertes par évaporation (COPPENS *et al.*, 2006) et favorisent ainsi l'infiltration (IBRAHIM *et al.*, 2018). La hausse de l'activité macrofaunique du sol et sa relation positive avec l'augmentation du COS, traduisent bien son rôle spécifique dans la décomposition des résidus de *P. reticulatum*. Ces résultats mettent en évidence les fonctions spécifiques des espèces *Messor galla* et *pachycondyla rufipes* des fourmis et *Nasutitermes torquatus* des termites, dans la décomposition des résidus végétaux ligneux dans les habitats tropicaux secs (JOUQUET *et al.*, 2011) et le développement structural du sol (BARTHES *et al.*, 2010 ; BRIGHT *et al.*, 2017 ; FELIX *et al.*, 2018). Cependant, la différence dans le régime alimentaire (vers de terre humivores et les autres lignivores) pourrait justifier le rôle secondaire des vers de terre qui vont intervenir sur des produits transformés par les deux premiers. Nos résultats montrent le rôle fondamental desdites espèces de termites et de fourmis dans la formation des sols et le maintien de leur fertilité, en creusant des tunnels qui aèrent et ameublissent les différents horizons du sol favorisant ainsi sa perméabilité. En témoigne la vitesse d'infiltration plus élevée sous BRF comparé à TA, ainsi que sa relation étroite avec l'activité de la macrofaune ($r = 0,961$). Cette hausse de l'infiltration aurait sans doute favorisé une stabilité hydrostructurale qui a permis de lutter efficacement contre les changements de structure et de constituants (tassement, gonflement, dispersion, lessivage, etc.) survenant dans les sols (SCHÄFFER *et al.*, 2008). Cette stabilité se traduit ici par une augmentation de l'espace poral dans les sols ; justifiant ainsi les faibles valeurs de densités apparentes sous BRF par rapport à TA. De plus, les relations inverses entre la densité apparente d'une part, et l'infiltration ($r = -0,879$) ou l'activité de la macrofaune ($r = -0,927$) d'autre part, expliquent bien ce résultat. La densité apparente peut renseigner sur le ralentissement de la diffusion en oxygène, dû à la disparition de la porosité libre à l'air dans les sols à densité apparente élevée (MONIER et STENGEL, 1982). Il s'en suit alors un risque d'asphyxie pour les plantes notamment les organes souterrains des plantes cultivées. Les racines seront donc incapables de pénétrer des sols à tendance compact ; justifiant ainsi nos faibles valeurs de biomasses racinaires sous traitement TA comparées à celles observées sous traitement BRF.

En outre, les travaux de SEUGUE (2002) ont montré que les termites peuvent améliorer la structure physique des sols, grâce à l'enrichissement en éléments fins que réalisent les ouvriers, de sorte que l'horizon superficiel évolue vers une structure fine et dépourvue de graviers. De plus, MANDO (1997) avait expliqué que les termites améliorent la structure du sol par la bioturbation, à travers un brassage du sol remanié et apporté en surface à partir des horizons profonds. Ces résultats expliquent bien les tendances inverses entre les quantités d'argile et de sable grossier dans l'horizon de surface sur nos parcelles amendées avec BRF. L'épandage de BRF de *P. reticulatum*, serait donc à mesure de favoriser une élimination progressive des éléments grossiers de surface peu actif, augmentant de ce fait le volume utile du sol.

Par ailleurs, il est connu que les vers de terre participent fortement à la fertilité des sols et à la croissance des plantes à travers les turricules qu'ils produisent (HATTI *et al.*, 2012). Le passage de la matière organique à travers le tractus digestif du ver de terre améliore la composition microbienne et la teneur en élément minéraux du sol (LEMTIRI *et al.*, 2014). Néanmoins, les vers de terre restent très sensibles à la qualité et à la quantité des apports organiques qui influent sur leur abondance (TRAORE *et al.*, 2012). Au regard de nos résultats, des recherches supplémentaires sont nécessaires afin de mieux comprendre la dynamique de leur activité et les interactions spécifiques entre macrofaunes du sol en réponse aux apports de BRF dans les agrosystèmes soudano-sahéliens.

L'ensemble de ces avantages liés à l'activité de la macrofaune serait donc responsable de la hausse du COS et des nutriments, de la bonne croissance végétative et des meilleurs rendements du sorgho sous BRF par rapport à TA. En témoignent les corrélations positives entre les rendements pailles, l'activité de la macrofaune ($r = 0,711$) et l'infiltration ($r = 0,763$), ainsi que la relation étroite enregistrée entre EUE, l'humidité ($r = 0,723$) et la teneur en azote ($r = 0,753$). L'augmentation significative du ratio C/N des sols sous BRF, suggère une hausse des besoins azotés des microorganismes suite aux apports de BRF, entraînant ainsi une immobilisation de l'azote. Nos résultats démontrent une contribution significative de ces espèces termites et des fourmis au bon fonctionnement du sol et de l'écosystème, assurant la décomposition de la matière organique et influençant de manière directe et indirecte la croissance et les rendements des cultures dans les agrosystèmes soudano-sahéliens.

La relation étroite entre la densité des bio-structures et la quantité des COS, suggère des effets bénéfiques pour la séquestration du COS. Toutefois, des études complémentaires

sur la dynamique des agrégats de bio-structures et les changements du sol causés par les pratiques de gestion en contexte soudano-sahélien sont nécessaires, car la perturbation par le travail mécanique du sol, contribue à la dégradation des agrégats du sol (GUIDI et al., 2013 ; MARE, 2014).

A contrario, la macrofaune peut provoquer une bio-érosion du sol lorsque les apports sont insuffisants pour contrebalancer les déplacements et les ingestions de matière organique particulaire. Dans ce contexte, modifier significativement la température et la texture des sols par des apports de BRF, exigerait donc des doses considérables d'amendements. Cette hypothèse pourrait justifier les températures moyennes élevées dans la couche supérieure du sol, malgré les apports de BRF. Ainsi, il ressort de cette étude que la température du sol sous climat tropical chaud et sec, n'a pas un effet prépondérant sur la décomposition de résidus ligneux utilisés en paillis à la surface du sol. Ce constat confirme l'hypothèse selon laquelle sous climat tropical, c'est plutôt le régime des pluies qui pilote la décomposition alors même que la température des sols varie peu ou pas (VANLAUWE et al., 1995).

Au regard de nos résultats, les espèces de termites (*Nasutitermes torquatus*), et de fourmis (*Messor galla* et *pachycondyla rufipes*) ayant principalement favorisé l'aération du sol et ses propriétés hydriques conjuguées au bon enracinement et à la croissance des plantes, pourraient être utilisées comme bio-indicateurs de la qualité physique des sols en contexte soudano-sahélien. L'intérêt d'utiliser les organismes clés du sol comme bio-indicateurs avait déjà été investigué par les travaux de BISPO et al. (2009).

Conclusion

Le paillage consécutif de BRF de *P. reticulatum* de 3t MS ha⁻¹ a des effets favorables sur les propriétés physiques du sol. Les résidus de *P. reticulatum* améliorent la structure et la rétention en eau des sols par l'intermédiaire de la bioturbation. Les remaniements structuraux du sol plus ou moins importants qui en résultent, ont des conséquences déterminantes sur le fonctionnement physique (aération, infiltration, densité apparente, texture) des couches de sols intéressées et par conséquent, sur la croissance et les rendements des plantes cultivées. L'augmentation des rendements est due à l'amélioration des propriétés physiques et chimiques des sols. Il ressort également de cette étude que les BRF présentent des potentialités importantes de séquestration du carbone organique du sol à travers la formation des agrégats de bio-structures.

Références bibliographiques

- AFNOR, 1992. Qualité des sols, méthodes physiques, mesure de la masse volumique apparente d'un échantillon de sol non remanié, méthode du cylindre. NF X31-501.
- ANDREA K., ALEX M.C., MARK A., DAMIEN F., ROBERT H., JOHN C., *et al.*, 2013. Soil Security: Solving the Global Soil Crisis. *Global Policy*, 434.
- BARTHES B. G., MANLAY R. J. et PORTE O., 2010. Effets de l'apport de bois raméal sur la plante et le sol : une revue des résultats expérimentaux. *Cah Agric.*, 19 : pp 280-287.
- BASHAGALUKE J.B., LOGAH, V., OPOKU, A., SARKODIE-ADDO, J., QUANSAH, C., 2018. Soil nutrient loss through erosion: Impact of different cropping systems and soil amendments in Ghana. *PLoS One* 13, e0208250.
- BAYALA J., MANDO A., TEKLEHAIMANOT Z., OUEDRAOGO S.J., 2005. Nutrient release from decomposing leaf mulches of karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) under semi-arid conditions in Burkina Faso, West Africa. *Soil Biology and Biochemistry* 37, 533-539.
- BISPO A., CLUZEAU D., CREAMER R., DOMBOS M., GRAEFE U., KROGH P.H., *et al.*, 2009. Indicateurs de surveillance de la biodiversité des sols. *Integrated Environmental Assessment and Management* 5 (4), 717-719.
- BRAY R.H. et KURTZ L.T., 1945. Détermination des formes totales, organiques, et disponibles de phosphore dans les sols, *Soil Science*, 59(1), 39-46.
- BRIGHT M.B.H., DIEDHIOU I., BALAYA R., ASSIGBETSE K., CHAPUIS-LARDY L., NDOUR Y. *et al.*, 2017. Long-term *Piliostigma reticulatum* intercropping in the Sahel: crop productivity, carbon sequestration, nutrient cycling, and soil quality. *Agriculture, ecosystems and environment*, 242: 9-22.
- COPPENS F., GARNIER P., DE GRYZE S., MERCKX R. et RECOUS S., 2006. Soil moisture, carbon and nitrogen dynamics following incorporation and surface application of labelled crop residues in soil columns. *Eur. J. Soil Sci.* 57, 894–905.
- FÉLIX G.F., CLERMONT-DAUPHIN C., HIEN E., GROOT C.J., PENCHE A., BARTHÈS G. B., *et al.*, 2018. Ramial wood amendments (*Piliostigma reticulatum*) mitigate degradation of tropical soils but do not replenish nutrient exports. *Land Degradation & Development*, 29: 2694-2706. [doi:10.1002/ldr.3033](https://doi.org/10.1002/ldr.3033)

- FICK S.E. et HIJMANS R.J., 2017. Worldclim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37, 4302-4315.
- GUIDI P., FALSONE G., MARE B. T. et VIANELLO G., 2013. Relationships between soil microbial biomass, aggregate stability and aggregate associated-C: a mechanistic approach. *EQA-Environmental quality*. 12: 01-12.
- HATTI S.S., LONDONKAR, R.L., PATIL S.B., BIRADAR P.M. et PATIL S.A., 2012. Effect of *Eudrilus eugeniae* vermiwash on the growth of plants. *J. Experiment. Zool.*, 15 : 63-67.
- HIEN E., KABORE W., MASSE D. et DUGUE P., 2010. Sustainable Farming Systems in the Sub-Saharan Zone of Burkina Faso - Key Factors. In, doi:10.18472/SustDeb.v1n2.2010.1686
- HIEN E., MASSE D., KABORE W.T., DUGUE P. et LEPAGE M., 2011. Soil Organic Inputs and Water Conservation Practices Are the Keys of the Sustainable Farming Systems in the Sub-Saharan Zone of Burkina Faso. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 1193-1201.
- HOUNKPATIN K.O.L., WELP G., AKPONIKPÈ P.B.I., ROSENDAHL I. et AMELUNG W., 2018. Carbon losses from prolonged arable cropping of Plinthosols in Southwest Burkina Faso. *Soil and Tillage Research* 175, 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.12.024>
- IBRAHIM A., ABAIDOO R.C., ILIASSO A.D.K.T. et FATONDI D., 2018. Nutrient release dynamics from decomposing organic materials and their mulching-effect on pearl millet yields in a low-input Sahelian cropping system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 112:45-59 [doi:10.1007/s10705-018-9928-4](https://doi.org/10.1007/s10705-018-9928-4)
- JOUQUET P., TRAORÉ S., CHOOSAI C., HARTMANN C. and BIGNELL D., 2011. Influence of termites on ecosystem functioning. Ecosystem services provided by termites. *European Journal of Soil Biology* 47:215-222. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2011.05.005>.
- KIZITO F., DRAGILA M.I., SENE M., BROOKS R.J., MEINZER F.C., DIEDHIU I., et al., 2012. Hydraulic redistribution by two semi-arid shrub species: implications for Sahelian Agro-ecosystems. *Journal of arid environments*. 83: 69-77.
- LASSABATERE L., ANGULO-JARAMILLO R., SORIA UGALDE J. M., CUENCA R., BRAUD I., et HAVERKAMP R., 2006. Beerkan Estimation of Soil Transfer Parameters through infiltration Experiments-BEST. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 70 : 521-532.

- LAVELLE P., BEGON M. et FITTER A.H., 1997. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. *Adv. Ecol. Res.* 27, 93–132.
- LEMTIRI A., COLINET G., ALABI T., CLUZEAU D., ZIRBES L., HAUBRUGE E. *et al.*, 2014. Impacts of earthworms on soil components and dynamics. A review. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 18: 121-133.
- LEPAGE M., 1972. Données préliminaires sur l'écologie des termites. *Revue d'Ecologie, La Terre et la vie* 3:383-409.
- MANDO A., 1997. Effect of termites and mulch on the physical rehabilitation of structurally crusted soils in the Sahel. *Land Degrad Dev* 8:269-278.
- MANDO A. et STROOSNIJDER L., 1999. The biological and physical role of mulch in the rehabilitation of crusted soil in the Sahel. *Soil Use Manage* 15, 123-127.
- MARE B. T., 2014. Physical land degradation and loss of soil fertility: soil structural stability and bio-physical indicator, these de Doctorat, Italy, 106p.
- MONNIER G. et STENGEL P., 1982. Structure et état physique du sol. 4. Genese et évolution de la structure. 5. Correction des comportements structuraux. *Techniques agricoles*, 1982 :1-18.
- PULLEMAN M.M., CREAMER R., HAMER U., HELDER J., PELOSI C., PERES G., *et al.*, 2012. Soil biodiversity, biological indicators and soil ecosystem services-an overview of European approaches. *Curr. Opin. Environ. Sustainability* 4, 529–538.
- SCHÄFFER B., SCHULIN R. et BOIVIN P., 2008. Changes in shrinkage of restored soil caused by compaction beneath heavy agricultural machinery. *European Journal of Soil Science*, 59 (4) : 771-783.
- SEUGUE C., 2002. Les structures biogéniques de termites et vers de terre dans un écosystème sub-saharien : quantification et typologie. Thèse de Doctorat Université Paris XII, 130 p.
- SINGLETON V. L., ORTHOFER R. et LAMUELA-RAVENTOS R. M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In: *Methods in Enzymology*, vol 299. *Academic Press*, pp 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- THIOMBIANO L. et TOURINO-SOTO I., 2007. Status and Trends in Land Degradation in Africa. In: Sivakumar, M.V.K., Ndiang'ui, N. (Eds.), *Climate and Land Degradation*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 39-53.

TILANDER Y. and BONZI M., 1997. Water and nutrient conservation through the use of agroforestry mulches, and sorghum yield response. *Plant and Soil*, 197:219–232.

TRAORE M., LOMPO F., AYUKE F., OUATTARA B., OUATTARA K. et SEDOGO M., 2012. Influence des pratiques agricoles sur la macrofaune du sol : cas de l'enfouissement de la paille et du fumier. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(4): 1761-1773. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>

TRAORE S., OUATTARA K., ILSTEDT U., SCHMIDT M., THIOMBIANO A., MALMER A. *et al.*, 2015. Effect of land degradation on carbon and nitrogen pools in two soil types

of a semi-arid landscape in West Africa *Geoderma*, 241(242): 330-338. doi:<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.11.027>

VANLAUWE B., VANLANGENHOVE G., MERCKX R., et VLASSAK K., 1995. Impact du régime pluviométrique sur la décomposition de la litière de feuilles avec une qualité contrastée dans des conditions tropicales subhumides. *Biol Fert Soils* 20: 8-16. <https://doi.org/10.1007/BF00307835>

WRB IWG, World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. FAO, Rome.

YELEMOU B., YAMEOGO G., KOALA J., BATIONO B. A. and HIEN V., 2014. Influence of the Leaf Biomass of *Piliostigma reticulatum* on Sorghum Production in North Sudanian Region of Burkina Faso. *J. Plant Stud.* 3: 80-90.

Remerciements

Les auteurs sont reconnaissants au projet Amélioration de la résilience des agrosystèmes (AmREACCAF) du CORAF, au Programme de Recherche du CGIAR sur les légumineuses à grains et les céréales des terres arides (GLDC), pour leur contribution financière à la réalisation des travaux. Ils remercient également Prosper Sadaré Sawadogo, technicien au Laboratoire d'Agroécologie, UMR 210, Eco&Sols de l'IRD de Ouagadougou, pour son soutien.