ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/361844919

Corresponding Author: Bègnileyaon Béatrice Somda 734 Effets de pratiques agroécologiques sur la macrofaune dans les lixisols ferriques en zone Soudano-Sahélienne du Burkina Faso [...

Article *in* International Journal of Innovation and Applied Studies · June 2022

CITATIONS
0

READS
41

9 authors, including:



Somda B. Béatrice
Centre National de Recherche Scientifique et Technologique
5 PUBLICATIONS **24** CITATIONS
SEE PROFILE



Georges Zomboudre
Centre National de Recherche Scientifique et Technologique
6 PUBLICATIONS **35** CITATIONS
SEE PROFILE



Steven Vanek
Colorado State University
33 PUBLICATIONS **827** CITATIONS
SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Agroecology View project

Estado de Arte: Opciones Agroecológicos para el manejo de la fertilidad del suelo en zonas alto-andinos View project

All content following this page was uploaded by Somda B. Béatrice on 08 July 2022.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 3 Jun. 2022, pp. 734-744
© 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Effets de pratiques agroécologiques sur la macrofaune dans les lixisols ferriques en zone Soudano-Sahélienne du Burkina Faso

[Effects of agroecological practices on macrofauna in ferric lixisols in the Sudano-Sahelian area of Burkina Faso]

Bègnileyaon Béatrice Somda[1], Badiori Ouattara[2], Georges Zomboudre[1], Mamoudou Traore[2], Steven Vanek[3], Roger Kabore[5], Clarisse Diasso[6], Hassan Bismarck Nacro[6], and P. Michel Sedogo[2]

[1]Département Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Production, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (CNRST, INERA), BP 208 Fada N'Gourma, Burkina Faso

[2]Département Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Production, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (CNRST, INERA), 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso

[3]Depatment of Soil and Crop Sciences, Colorado State University, Colorado, USA

[4]Association Minim Song Panga (AMSP), BP 268 Kaya, Burkina Faso

[5]Association Nourrir Sans Détruire, BP 9360 Ouagadougou, Burkina Faso

[6]Laboratoire d'étude et de recherche sur la fertilité du sol, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Due to its multiple functions, soil macrofauna plays a major role in the functioning of agroecosystems. However, its abundance and diversity can be influenced by various human activities such as agricultural practices. This study, initiated on ferric lixisols in the Sudano-Sahelian zone of Burkina Faso, aims to evaluate the effects of four agroecological practices on soil macrofauna. So, forty farmers' plots were sampled, based on a typology of cropping practices, associating water and soil conservation techniques (stone barriers) with generalized or localized (zaï) application of organic matter. Generalized input of organic matter is combined with mineral fertilization by microdose or not and localized input is combined with crop rotation or not. Macrofauna was collected, sixty days after sowing, using the monolith method. Three (3) monoliths were collected per plot. Manually sorted macrofauna was identified in the laboratory. The results allowed that thirty-six (36) families were identified whom the best abundant are: Termitidae (35 %), Formicidae (18 %) and Iulidae (7.7 %). Functionally, saprophages constitute 61.4 % of the population against 16.6 % of phytophagous, 13.9% of predators and 7.6 % of geophagous. Agroecological practices with uniform application of organic manure yielded the highest number of invertebrates (62.2 %) compared to localized application (37.8 %). The use of organic manure as an agroecological practice allows for better colonization of the soil by living organisms, provided that it is evenly distributed throughout the plot.

KEYWORDS: Soil biology, stone barriers, zaï, organic manure, microdose.

RESUME: De par ses multiples fonctions, la macrofaune du sol joue un rôle prépondérant dans le fonctionnement des agroécosystèmes. Toutefois, son abondance et sa diversité peuvent être influencées par diverses activités humaines telles que les pratiques agricoles. Cette étude initiée sur des lixisols ferriques en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso, vise à évaluer

les effets de quatre pratiques agroécologiques sur la macrofaune du sol. Pour ce faire, quarante parcelles paysannes ont été échantillonnées, à partir d'une typologie de pratiques culturales, associant une technique de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux) à l'application généralisée ou localisée (zaï) de matière organique. L'apport généralisé de matière organique est combiné à la fertilisation minérale par microdose ou non, et celui localisé à la rotation culturale ou non. La macrofaune a été inventoriée soixante jours après semis, selon la méthode des monolithes. Trois (3) monolithes par parcelle ont été prélevés. La macrofaune manuellement triée, a été identifiée au laboratoire. Les résultats ont permis de recenser trente-six (36) familles dont les plus abondantes sont: *Termitidae (35%), Formicidae* (18%), *Iulidae (7,7%).* Sur le plan fonctionnel, les saprophages constituent 61,4% de la population, contre 16,6% de phytophages, 13,9% de prédateurs et 7,6% de géophages. Les pratiques agroécologiques avec un épandage uniforme de la fumure organique, ont donné le plus grand nombre d'invertébrés (62,2%), comparativement à l'application localisée (37,8%). L'utilisation de la matière organique comme pratique agroécologique permet une meilleure colonisation du sol par les organismes vivants, à condition qu'elle soit répartie uniformément sur la parcelle.

MOTS-CLEFS: Biologie du sol, cordons pierreux, zaï, matière organique, microdose.

1 INTRODUCTION

La macrofaune du sol constitue une composante essentielle pour le fonctionnement biologique des sols [1], le maintien et l'amélioration de la fertilité du sol. En effet, elle participe activement à l'organisation physico-chimique des constituants du sol et au maintien des propriétés édaphiques. Ces rôles sont perçus à travers ses effets sur la décomposition de la matière organique, la concentration et le stockage des nutriments, la redistribution des constituants organo-minéraux du sol, et aussi par l'élaboration de structures physiques comme les galeries et les agrégats [2]. Les macroorganismes interviennent ainsi dans l'amélioration des caractéristiques aussi bien physiques que chimiques du sol, de par leurs fonctions complémentaires de fragmentation de débris végétaux, de creusage de galeries, d'incorporation de matière organique dans les horizons minéraux du sol [3].

Aussi, de nombreux auteurs ont-ils montré l'importance de la macrofaune dans le fonctionnement du sol. Certains ont relevé notamment que certaines espèces comme les fourmis, les termites et les vers de terre, sont très actives dans la dégradation de la matière organique [4]. De même, ces invertébrés remanient de grandes quantités de sol [5]. Ils contribuent ainsi à rendre plus disponibles les éléments nutritifs tels que l'azote et le phosphore [6], [7], [8]. D'autres études ont montré que les pratiques culturales ont une influence sur la diversité, la densité et l'activité de la macrofaune du sol. En effet, comparant des pratiques agricoles sur la production de tomate, [9] ont observé une augmentation de la population de vers de terre avec l'utilisation de la matière organique seule (compost, fumier de bovin, fumier de porcs) ou combinée à des insecticides et une baisse de la population de termites sur les parcelles avec insecticides. [10] ont fait les mêmes observations sur la macrofaune totale en culture de sésame.

Du fait de leurs actions diverses, ces invertébrés jouent un rôle inestimable dans la production primaire [2], [9], [10], [11]. L'effet de la faune du sol sur la production primaire peut être expliqué par ses effets sur les fonctions de recyclage, de nutriments, d'amélioration et d'entretien de la structure du sol, de contrôle des bio agresseurs, de soutien de la biodiversité [8]. Le maintien d'une activité biologique importante et diversifiée dans les écosystèmes, principalement dans les sols, s'avère alors essentiel [12].

Toutefois, il a été démontré que les activités humaines impactent négativement ou positivement sur ces êtres vivants [9], [10]. Leur abondance varie non seulement en fonction de la qualité du sol, mais aussi des activités anthropiques telles que le défrichement, le surpâturage, les feux de brousse, la pollution etc. [11]. En effet, la mise en culture des sols a toujours des effets destructeurs sur les organismes du sol, en entrainant une baisse de la biodiversité [13], ce qui n'est pas sans conséquences sur le sol et la végétation.

La plupart des sols du Burkina Faso sont sous culture depuis des décennies avec beaucoup de pression, et cela a probablement eu des effets sur la biodiversité. Au regard de la baisse continuelle de la fertilité des sols et de la production agricole, des producteurs se sont engagés dans des pratiques diverses associant l'utilisation de la matière organique, le mode d'apport de cette matière organique et le type de travail du sol, pour maintenir ou améliorer la santé des sols. Ces différents modes de gestion des sols impactent vraisemblablement la composition et l'abondance des organismes du sol [14]. La présente étude a pour objectif d'évaluer les effets de quatre pratiques agroécologiques sur l'abondance relative, la densité et la diversité

de la macrofaune du sol, dans une zone où les sols sont plus ou moins dégradés, et où on enregistre une variabilité spatio-temporelle importante des pluies.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 DESCRIPTION DES SITES D'ÉTUDE

L'étude a été conduite dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso, en particulier sur les sites de Bilanga (12°33'00" Nord; 0°02'00"Ouest) et Gayéri (12° 39' Nord; 0° 29' Est) localisés dans la région de l'Est, ceux de Korsimoro (13° 22' 00" Nord; 0° 01' 07" Ouest) et Andemtenga (12° 19'37.2" Nord; 0° 18' 36" Ouest) dans les régions du Centre-Nord et du Centre-Est respectivement.

C'est une zone caractérisée par une longue saison sèche allant du mois d'octobre au mois de mai, et une saison humide de juin à septembre [15]. Les précipitations moyennes annuelles sur la dernière décennie sont situées entre les isohyètes 694 mm et 855 mm.

Les sols sont en majorité de types ferrugineux tropicaux [16], s'apparentant aux lixisols ferriques selon la classification de la « World Reference Base (WRB) for soil resources » des sols [17].

Les sites ont été choisis sur la base de facteurs communs qui sont la faible pluviosité, la pauvreté des sols et leur dégradation par des facteurs défavorables naturels et/ou anthropiques [15].

2.2 DISPOSITIF DE RECHERCHE

Le dispositif de recherche est du type blocs dispersés. Chaque producteur y constitue une répétition, et a mis en œuvre une pratique agroécologique. Ce dispositif comprend quatre traitements:

- Apport généralisé de la matière organique sur la parcelle à raison de 14 charrettes de compost par hectare soit environ 2,5 tonnes par hectare en moyenne, et son enfouissement au sol à l'aide d'un labour en billons (FO),
- Apport généralisé de la matière organique avec une quantité moyenne de 2,5 tonnes par hectare, enfouie au sol à l'aide d'un labour en billons. Cette matière organique est associée à l'apport d'engrais minéral en microdose à raison de 2 g de l'engrais composé NPK (14-23-14-6B-1S) par poquet aux pieds des plantes, 10 jours après semis (FO + MD);
- Apport localisé de la matière organique dans des trous de zaï. Le zaï est une sorte de cuvette de 10-15 cm de profondeur et de 25-40 cm de diamètre, dans lequel la matière organique est apportée, à raison de deux poignées par trou correspondant à environ 2,5 tonnes par hectare (Zaï);
- Apport localisé de la matière organique dans des trous de zaï, associé la rotation annuelle céréales-légumineuses (Zaï + Rotation), où la matière organique est apportée à 2,5 tonnes par hectare. Les trous de zaï correspondent aux poquets de semis.

Les caractéristiques des matières organiques utilisées en fonction des pratiques sont consignées dans le tableau 1. Ces matières comprennent du fumier et des composts mal décomposés.

Tableau 1. Caractéristiques chimiques des matières organiques utilisées

Pratique	C/N	Calcium total (mg/kg)	COT(%)	MO(%)	Mg(mg/kg)	Nt(%)	Pt(mg/kg)	Kt(mg/kg)	pHeau
FO	24,9	2682	11,5	19,8	1142	0,463	490,7	2425	7,7
FO + MD	25,7	3533	15,0	25,8	1260	0,645	1326,3	7239	8,1
Zaï	19,9	5198	16,1	27,6	1517	0,814	1403,0	7441	8,3
Zaï + Rot	19,9	2979	9,3	16,0	918	0,459	775,8	3915	8,0
F pr	**0,343**	**0,634**	**0,259**	**0,259**	**0,308**	**0,245**	**0,132**	**0,081**	**0,561**
LSD	**12,42**	**5032**	**11,1**	**19**	**881**	**0,5**	**1070**	**5525**	**1,03**

Les parcelles sont toutes aménagées en cordons pierreux isohypses (CP), végétalisés ou non, séparés les unes des autres d'environ 33 à 50 m. Dans les zones où les moellons sont difficiles d'accès, des espèces végétales telles qu'*Andropogon gayanus* sont utilisées à la place des pierres. Chaque traitement représente le choix de plusieurs producteurs.

2.3 MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA MACROFAUNE DU SOL

La macrofaune a été échantillonnée huit semaines après les semis, par la méthode des monolithes [18]. Le monolithe est un bloc de terre de 25 cm de côté et de 30 cm de profondeur, prélevé dans le sol en raison de trois (03) monolithes par parcelle de culture. Les prélèvements ont été effectués entre les poquets de semis dans toutes les parcelles de 6h à 11h du matin. La macrofaune a été recueillie par tri manuel à l'aide de pincettes sur des plateaux en plastique.

Pour les termites, une fouille complémentaire a été réalisée dans un transect de 5 x 2 m autour du monolithe [19]. Le transect a été fouillé en surface et à une profondeur de 5 cm à la daba. Les termites et les autres groupes de macrofaune ont été conservés dans des flacons de conservation contenant de l'alcool à 75 %. Les espèces de macrofaune ont été identifiées au Laboratoire d'Histoire Naturelle du Département Environnement et Forêt de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, à l'aide d'une loupe et des clés de détermination [20], [21].

2.4 CALCUL DES INDICES ÉCOLOGIQUES

La fréquence centésimale ou abondance relative (AR): elle correspond à la proportion des individus en pourcentage par rapport à l'ensemble des individus de l'échantillon. Elle est obtenue par la formule suivante:

$$\mathbf{AR\ (\%) = ni/N*100}$$

AR: abondance relative,
ni: nombre d'individus de l'espèce i,
N: nombre total des individus de l'échantillon

La densité moyenne de la macrofaune correspond au nombre d'individus d'une espèce par mètre carré. Elle est obtenue en multipliant par 16 le nombre moyen de macrofaune par monolithe, la surface du monolithe étant égale à 1/16 de mètre carré (nombre d'individus d'une espèce divisé par le nombre total de monolithes).

L'indice de diversité de Shannon-Weaver: la diversité prend en compte le nombre d'espèces et la distribution des individus au sein de ces espèces [22]. Deux indices sont principalement utilisés pour mesurer la diversité de la macrofaune: l'indice de diversité de Shannon-Weaver, et l'indice de diversité de Simpson. Dans la présente étude, l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') qui convient bien à l'étude comparative de communautés, a été utilisé car il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon [23]. Sa valeur varie de 0 à log S (S = nombre total des espèces). Elle est proche de 0 lorsque la communauté est composée d'une seule espèce, ou d'une espèce très largement dominante de toutes les autres et de log S lorsque toutes les espèces ont la même abondance. L'indice est calculé selon la formule suivante, dérivée de la théorie de l'information [24]:

$$\boldsymbol{H' = -\sum_{i=1}^{S} \mathbf{pi}\,\mathbf{log2}\,pi}$$

Avec :

pi = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce i, pi = ni/N; ni = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon; N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

L'indice d'équitabilité de Piélou **(E)** a été calculé selon la formule suivante:

$$\mathbf{E = H'/log2\ (S)}\ [22]$$

Où : **H'** représente l'indice de diversité de Shannon-Weaver et **S** le nombre total des espèces du peuplement.

2.5 ANALYSES STATISTIQUES

Les données recueillies ont fait l'objet d'analyses statistiques à l'aide du package « Linear Mix Models » du logiciel Genstat 12ème édition. Les moyennes ont été comparées en utilisant la plus petite différence significative (LSD = Least Significant Difference) au seuil de 5 %.

3 RÉSULTATS

3.1 VARIATION DE LA DENSITÉ TOTALE DE LA MACROFAUNE EN FONCTION DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES

La densité totale de la macrofaune du sol est présentée sur la figure 1.

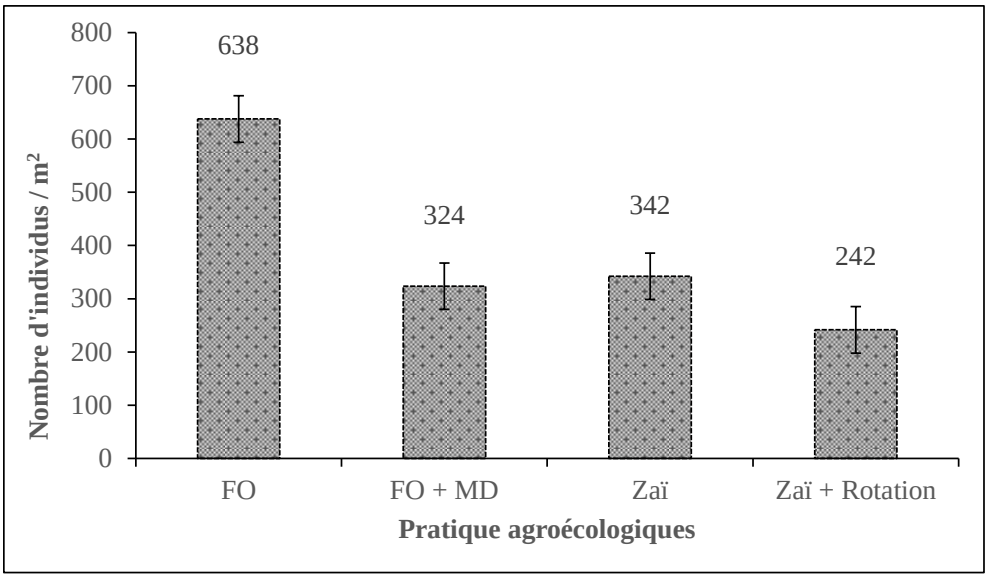


Fig. 1. Densité totale de la macrofaune du sol

FO = fumure organique, MD = engrais minéral en microdose, les barres représentent l'erreur standard

Les parcelles à épandage généralisé de matière organique (FO) sont les plus densément peuplées avec six cent trente-huit (638) individus par mètre carré. Elles sont suivies par les parcelles de zaï et celles combinant la matière organique sur toute la parcelle et l'apport d'engrais minéral en microdose (FO + MD). Les parcelles de zaï associé à la rotation céréales-légumineuses (Zaï + rotation) ont induit les plus faibles densités. Toutefois, les analyses statistiques n'ont pas indiqué de différences significatives entre les pratiques agroécologiques ($P < 0,067$).

3.2 VARIATION DE L'ABONDANCE RELATIVE (%) ET DE LA DENSITÉ (INDIVIDUS / M2) DES FAMILLES DE LA MACROFAUNE DU SOL EN FONCTION DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES

L'échantillonnage de la macrofaune du sol a permis de collecter trente-trois (33) familles ou superfamilles d'arthropodes et deux (2) familles d'annélides (Tableau 2).

Vingt-six (26) familles ont été recensées sur les parcelles à épandage généralisé de la matière organique sans engrais minéraux, contre dix-huit (18) sur les parcelles à épandage généralisé de matière organique combinée à l'engrais minéral en microdose, seize (16) sur les parcelles de zaï, et dix-sept (17) sur les parcelles de zaï associé à la rotation. Toutefois, l'essentiel des invertébrés identifiés est constitué par dix (10) familles qui occupent à elles seules 85 % de la population totale. Parmi ces familles, les *Termitidae* sont les plus abondants avec 35 % de la population totale; ils sont suivis par les *Formicidae* qui représentent 18 % des invertébrés. Les *Iulidae*, les *Acanthodrilidae*, les *Scarabaeidae* et les Sthaphylinidae représentent respectivement, 7,7 %, 5 %, 4 % et 3,8 %. Les *Enchytraeidae*, les *Octochaeitidae*, les *Tenebrionidae*, les *Scolopendridae* et les *Carabidae* quant à eux, comptent chacun pour environ 2 % de la population totale. Les vingt-deux familles restantes représentent 15 % de la population de macrofaune.

L'analyse des pratiques agroécologiques montre que les parcelles avec épandage généralisé de la matière organique ont enregistré l'abondance relative la plus importante (41,3 %). Les parcelles de zaï et celles associant la fumure organique généralisée et l'apport de l'engrais minéral en microdose, ont enregistré respectivement 22 % et 20,9 %. L'abondance relative la plus faible est relevée sur les parcelles de zaï combiné à la rotation des cultures (15,6 %).

La densité des groupes taxonomiques est pprésentée sur le tableau 2. Les résultats des analyses statistiques révèlent des différences significatives entre les taxa (P < 0,001). En effet, les *Termitidae* et les *Formicidae* sont les plus densément représentés sur les parcelles à épandage généralisé de la matière organique uniquement (283 et 113 individus par m^2 respectivement). Ils sont suivis par les *Acanthodrilidae* avec quarante-huit (48 individus par m^2), les *Iulidae* (30 individus par m^2) et les *Enchytreidae* (21 individus par m^2). Parmi les familles les plus représentées, les *Scarabaeidae*, (17 individus), les *Staphylinidae* (16 individus), les *Tenebrionidae* (13 individus), les *Scolopendridae* (11 individus) et les *Chrysomelidae* (10 individus) ont enregistré les plus faibles densités.

Tableau 2. Variation de la densité (individus/m²) et de l'abondance relative de la macrofaune du sol

Phylum	Classe	Ordre	Famille	FO	FO + MD	Zaï	Zaï + Rotation	AR (%)
Annelida	Oligocheta	Haplotaxida	Acanthodrilidae	21	20	32	5	**5,05**
			Enchytraeidae	21	12	5	0	**2,53**
			Octochaetidae	27	5	0	0	**2,07**
Arthropoda	Arachnida	Araneae	Araneae	8	7	7	7	**1,90**
			Solifugae	0	0	16	0	**1,04**
			Pseudoscorpionidae	0	0	0	5	**0,35**
			Ricinuleidae	5	0	5	0	**0,69**
	Myriapoda	Chilopoda	Scolopendridae	11	10	7	5	**2,19**
		Diplopoda	Iulidae	30	18	12	60	**7,72**
			Japygidae	5	0	5	0	**0,69**
	Insecta	Coleoptera	Anthicidae	3	11	0	11	**1,59**
			Carabidae	7	9	12	5	**2,14**
			Chrysomelidae	10	11	0	0	**1,31**
			Cleridae	0	5	0	0	**0,35**
			Coccinellidae	5	0	0	0	**0,35**
			Curculionidae	6	0	5	0	**0,71**
			Geotrupidae	0	5	0	0	**0,35**
			Scarabaeidae	17	17	16	16	**4,27**
			Sthaphylinidae	16	23	11	10	**3,83**
			Tenebrionidae	13	5	11	5	**2,24**
			Trogidae	0	0	0	5	**0,35**
		Collembola		0	5	0	0	**0,35**
		Diptera	Ceratopogonidae	3	0	0	0	**0,21**
			Lonchopteridae	0	0	11	0	**0,69**
			Phoridae	5	0	0	0	**0,35**
		Hemiptera	Hebridae	3	0	0	0	**0,21**
			Nabidae	5	0	0	0	**0,35**
			Miridae	0	0	0	5	**0,35**
		Gamasida	Gamasidae	3	0	0	0	**0,21**
		Hymenoptera	Formicidae	113	61	94	12	**18,09**
			Ichneumonidae	0	0	0	5	**0,35**
		Isoptera	Termitidae	283	95	92	72	**35,11**
		Lepidoptera	Noctuidae	5	5	0	0	**0,69**
			Sphingidae	5	0	0	0	**0,35**
		Orthoptera	Acrididae	0	0	0	5	**0,35**
			Gryllidae	5	0	0	5	**0,69**

FO = fumure organique, MD = apport d'engrais minéral en microdose, Rot = Rotation, AR = Abondance Relative

De même, sur les parcelles à épandage généralisé de matière organique combinée à l'apport de l'engrais minéral en microdose, les *Termitidae* et les *Formicidae* sont les groupes les plus densément peuplés avec respectivement quatre-vingt-quinze (95) et soixante un (61) individus par m^2. En revanche, les *Acanthodrilidae* (25 individus), les *Staphylinidae* (23 individus), les *Iulidae* (18 individus), les *Scarabaeidae* (17 individus), les *Enchytreidae* (12 individus), les *Anthicidae* et les *Chrysomelidae* (11 individus chacun) ont enregistré moins d'individus au mètre carré.

Contrairement aux pratiques précédentes, sur les parcelles de zaï, les densités les plus élevées ont été relevées chez les *Formicidae* avec quatre-vingt-quatorze (94) individus par mètre carré. Les *Termitidae* sont relégués au deuxième rang avec quatre-vingt-douze (92) individus, suivis par les *Acanthodrilidae* avec trente-deux (32) individus. Seize (16) individus de *Galeolidae* et de *Scarabaeidae* chacun, douze (12) individus de *Carabidae* et *d'Iulidae*, onze (11) de *Lonchopteridae*, de *Staphylinidae* et de *Tenebrionidae* ont été également collectés.

Enfin, sur les parcelles de zaï associé à la rotation qui ont enregistré les plus faibles densités, on note que les *Termitidae* et les *Iulidae* ont les densités les plus élevées (72 et 60 individus par m^2 respectivement). Ces groupes sont suivis par les *Scarabaeidae* (16 individus), les *Formicidae* (12 individus), les *Anthicidae* (11 individus) et les *Staphylinidae* (10 individus).

3.3 VARIATION DES GROUPES FONCTIONNELS DE LA MACROFAUNE DU SOL EN FONCTION DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES

Des taxa recensés, se dégagent quatre (4) groupes fonctionnels: les géophages, les phytophages, les prédateurs et les saprophages (Tableau 3).

Tableau 3. Variation de la densité des groupes fonctionnels de la macrofaune du sol (nombre d'individus par m^2) en fonction des pratiques agroécologiques

Groupes-fonctionnels	FO	FO + MD	Zaï	Zaï + Rotation
Saprophage	148^a	65^a	76^a	34^a
Géophage	20^b	20^b	25^b	–
Phytophage	19^b	17^b	13^b	28^a
Prédateur	11^b	13^b	7^b	6^a
F pr	0,002	<0,001	<0,001	0,189
LSD au seuil de 5%	37	10	14	15
Signification	HS	THS	THS	NS

FO = fumure organique, MD = apport d'engrais minéral en microdose, HS = hautement significatif, THS = très hautement significatif, NS = non significatif, LSD = least significant difference. Les valeurs affectées de la même lettre dans la même colonne diffèrent significativement au seuil de 5 %.

Les saprophages constituent le groupe le plus abondant sur l'ensemble des parcelles, avec des densités variant entre 34 (Zaï + Rotation) et 148 (FO) individus par m^2. Contrairement aux saprophages, les prédateurs ont enregistré les plus faibles densités sur toutes les pratiques agroécologiques, avec des valeurs de densités comprises entre six (6) et onze (11) individus par m^2. L'analyse statistique révèle des différences hautement à très hautement significatives concernant les groupes fonctionnels des pratiques agroécologiques FO, FO + MD, et Zaï.

Les phytophages et les géophages ont des densités intermédiaires entre les deux groupes précédents, avec des valeurs plus élevées sur les parcelles de zaï combiné à la rotation (28 individus par m^2) pour les phytophages, et sur les parcelles de zaï (25 individus par m^2) pour les géophages. Toutefois, l'analyse statistique n'indique pas de différences significatives entre les pratiques agroécologiques. Mais, à l'exception des parcelles de zaï avec rotation, les autres parcelles prises isolément ont affecté significativement les densités des groupes fonctionnels. Ainsi, les saprophages se démarquent des géophages, des phytophages et des prédateurs dans tous les cas.

3.4 DIVERSITÉ DE LA MACROFAUNE DU SOL EN FONCTION DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES

Les indices de diversité de Shannon-Weaver et les indices d'équitabilité de Piélou sont présentés dans le tableau 4. Les indices de diversité varient entre 1,65 (Zaï + Rotation) et 2,13 (FO). A l'instar de la densité, les indices de diversité de Shannon sont également plus élevés sur les parcelles à épandage généralisé de matière organique sans engrais minéraux,

comparativement aux autres. Les parcelles de zaï combiné à la rotation des cultures quant à elles, ont les indices les moins élevés.

Tableau 4. Variation des indices de diversité de Shannon-Weaver et d'équitabilité de Piélou en fonction des pratiques agroécologiques

Pratiques	Indice de diversité	Indice d'équitabilité
FO	2,13	0,71
FO + MD	1,95	0,70
Zaï	1,88	0,67
Zaï + Rotation	1,65	0,78
Probabilité	**0,38**	**0,61**
Erreur Standard	**0,1**	**0,03**
Signification	**NS**	**NS**

FO = fumure organique, MD = engrais minéral en microdose, NS = non significatif

Par contre, les indices d'équitabilité de Piélou indiquent des valeurs plus faibles sur les parcelles de zaï (0,67), et plus élevées sur les parcelles de zaï combiné à la rotation (0,78). Toutefois, l'analyse statistique n'a pas révélé de différences significatives entre les pratiques agroécologiques.

4 DISCUSSION

4.1 EFFETS DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES SUR LA DENSITÉ DE LA MACROFAUNE, L'ABONDANCE RELATIVE ET LA DENSITÉ DES FAMILLES

Les résultats des analyses statistiques ont montré que les pratiques agroécologiques n'impactent pas significativement la densité totale de la macrofaune du sol. Cela suggère que la macrofaune du sol n'est pas seulement influencée par les pratiques agricoles, mais par d'autres facteurs tels que la qualité et la quantité des ressources organiques [25]. Toutefois, il faut noter que les caractéristiques chimiques des substrats organiques utilisés dans la présente étude, ne diffèrent pas non plus significativement, ce qui pourrait expliquer ces similitudes entre les pratiques. En effet, les teneurs en carbone organique total sont comprises entre 9 et 16 %, et les teneurs en éléments majeurs (azote, phosphore et potassium) sont quasi identiques sur les quatre pratiques.

L'analyse de l'abondance relative des groupes taxonomiques a montré que les familles des Isoptères, des Coléoptères et des Hyménoptères représentent les taxa dominants des macro-invertébrés de la zone d'étude et sur l'ensemble des pratiques. Ils représentent à eux seuls, près de 71 % de la population totale de macrofaune. D'une manière générale, ces insectes sont les plus nombreux dans la nature et constitueraient 80 % de la faune du sol comme le soulignait [26]. L'abondance de ces groupes taxonomiques indiquerait un milieu favorable à leur développement. Ce sont des invertébrés qualifiés par certains auteurs, des plus abondants de la macrofaune du sol [27], [28]. La prédominance de ces êtres pourrait également s'expliquer par la capacité de certaines espèces d'Hyménoptères comme les fourmis, à s'adapter à des biotopes diversifiés. Ils sont en effet, bien connus pour leur bonne représentation dans le monde et surtout dans les régions tropicales, subtropicales et semi-arides [29]. Ces résultats corroborent ceux de nombreux auteurs [12], [5], [11], [28] ayant fait les mêmes observations dans des zones similaires.

4.2 EFFETS DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES SUR LA DENSITÉ DES GROUPES FONCTIONNELS DE LA MACROFAUNE

Les résultats ont révélé que les saprophages constituent le groupe fonctionnel qui discrimine le plus les pratiques agroécologiques par leur densité. En effet, ils sont beaucoup plus importants sur les parcelles avec épandage généralisé de la matière organique. Cette pratique culturale qui semble plus favorable à leur développement. Toutefois, les organismes de ce groupe sont susceptibles de vivre dans des milieux divers. Aussi, représentent-ils les plus nombreux sur les autres parcelles. Ces observations pourraient être attribuées au régime alimentaire diversifié de ce groupe, comparativement aux autres groupes. Les saprophages se nourrissent en effet de matières en décomposition qu'elles soient animales ou végétales (litières de racines mortes et de bois en décomposition), leur donnant un large spectre d'habitats. L'importance de de ce groupe présente des intérêts sur le plan agronomique, notamment la décomposition et la minéralisation de la matière organique, devant aboutir à la libération d'éléments nutritifs en vue d'améliorer la nutrition des plantes.

Appartenant à cette catégorie, les géophages constitués essentiellement de vers de terre, ingèrent la terre et utilisent la matière organique plus ou moins associée aux éléments minéraux [30]. Leur nombre réduit pourrait se rapporter à la pauvreté en éléments nutritifs des matières organiques apportées. En effet, les substrats organiques appliqués par les producteurs sont le plus souvent de mauvaise qualité et mal décomposés. Les phytophages et les prédateurs ont été moins densément présents sur toutes les parcelles. Cela serait probablement imputable aux sources d'aliments beaucoup plus réduites du fait de leur régime alimentaire plus spécifique. Les phytophages sont responsables de la fragmentation, première étape de la dégradation de la matière organique, de ce fait, ils favorisent les activités des micro-organismes.

Les analyses statistiques n'ont pas indiqué de différences significatives entre les pratiques agroécologiques, en ce qui concerne la densité. Par contre, il existe des différences significatives entre les taxa, et pour les groupes fonctionnels des pratiques agroécologiques FO, FO + MD, et Zaï. Les pratiques agroécologiques n'ont donc pas un impact sur la quantité de la macrofaune (densité), mais sur la composition de cette macrofaune (taxa et groupes fonctionnels). Le choix de la pratique agroécologique peut donc être déterminé par la qualité de la matière organique disponible, afin d'orienter la composition de la macrofaune et optimiser ses activités, et donc la mise à disposition des nutriments pour les plantes

4.3 EFFETS DES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES SUR LA DIVERSITÉ DE LA MACROFAUNE DU SOL

On note des indices de diversité de Shannon faibles, comparés à l'indice maximal qui est de 3,10. Ces faibles valeurs de l'indice de Shannon indiqueraient une faible diversité et une structure déséquilibrée de la population de macrofaune sur l'ensemble des pratiques. Ces résultats pourraient se justifier par la pauvreté des sols sous l'effet de la dégradation. En effet, ce sont des parcelles en exploitation depuis plus de 30 ans pour la majorité d'entre elles, avec des apports en matière organique très faibles. Ce résultat est conforme à celui de [31] qui rapporte que des valeurs d'indices de diversité de Shannon supérieures ou égales à 3 traduiraient une bonne diversité et une structure stable et équilibrée d'un peuplement, alors que des valeurs inférieures à un, seraient signes de dégradation et de pollution de la structure de l'habitat [32]. Nos résultats révèlent des indices compris entre 2,13 et 1,65, qui sont intermédiaires aux valeurs de références relevées par ces auteurs, et pourraient indiquer des structures moyennement dégradées des sols étudiés. Des pratiques agricoles adéquates associant l'utilisation de substrats organiques de qualité et en quantité suffisantes et les techniques de récupération des terres comme la pratique du zaï et les aménagements antiérosifs, sont donc nécessaires pour améliorer la structure de ces sols et partant leur productivité.

5 CONCLUSION

La macrofaune totale à travers sa densité et sa diversité ne constitue pas à elle seule un facteur discriminant des pratiques culturales en place. On note également que les modes d'apport de la matière organique ainsi que la rotation des cultures n'ont pas influé sur la densité et la diversité de la macrofaune du sol mais plutôt sur la composition des groupes taxonomiques et fonctionnels. Les saprophages et les géophages qui dominent dans les quatre pratiques agroécologiques, sont d'un intérêt agronomique primordial, en ce sens qu'ils interviennent dans le cycle de la matière organique, permettant de libérer les éléments nutritifs pour les plantes. Le choix de la pratique agroécologique peut donc être déterminé par la qualité de la matière organique disponible, afin d'orienter la composition de la macrofaune et d'optimiser ses activités, et donc la mise à disposition des nutriments pour les plantes. L'analyse de la diversité, notamment les indices de diversité de Shannon montrent que les sols étudiés ont des structures moyennement dégradées, nécessitant des pratiques agricoles appropriées pour les réhabiliter.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons nos sincères remerciements à la Fondation Mcknight pour son appui financier, aux partenaires techniques, les associations « Nourrir Sans Détruire (ANSD) » et « Minim Song Panga (AMSP) » à travers leurs animateurs pour leur appui technique sur le terrain et les producteurs d'Andemtenga, de Bilanga, de Gayéri et Korsimoro pour leur dynamisme, leur dévouement et leur collaboration dans le travail.

REFERENCES

[1] D. Rakotomanga, E. Blanchart, B. Rabary, R. Randriamanantsoa, M. Razafindrakoto et P. Autfray, «Diversité de la macrofaune des sols cultivés sur les Hautes-Terres de Madagascar, » Biotechnol. Agron. Soc. Environ. vol. 4, n° 20, pp. 495-507, 2016.

[2] P. Lavelle, T. Decaëns, M. Aubert, S. Barot, M. Blouin, F. Bureau, P. Margerie, P. Mora et J.-P. Rossi, «Soil invertebrates and ecosystem services, » European Journal of Soil Biology, vol. 2006, n° 42, p. S3–S15, 2006.

[3] M. Coulis, «Effets de la conversion à l'agriculture biologique sur l'abondance et la diversité de la macrofaune saprophage dans la canne à sucre en Martinique. Technical report. NEISSON, Martinique, 2015.
[4] A. Diop, A. B. Ndiaye et C. T. Ba, «Décompositions de la bouse de bovin sèche et macrofaune associée en zone, » Int. J. Biol. Chem. Sci, vol. 1, n° 7, pp. 147-162, 2013.
[5] M. M. Dieng, A. B. Ndiaye, C. T. Ba et B. Taylor, «Les fourmis (Hymenoptera, Formicidae) de l'enclos d'acclimatation de Katané, » Int. J. Biol. Chem. Sci., vol. 4, n° 10, pp. 1626-1636, 2016.
[6] F. Dubs, «Les TRAits de la faune du sol pour relier les Changements Environnementaux aux fonctions du Sol (TRACES), » IRD-UMR BIOEMCO. 32, Av. H de Varagnat. 93143 Bondy Cedex, Varagnat, 2014.
[7] J. Ouedraogo, E. Ouedraogo et H. B. Nacro, «La macrofaune du sol améliore l'efficience de l'utilisation de l'énergie par les microorganismes, » Journal of Applied Biosciences, Vol 114, pp. 11345-11356, 2017.
[8] M. Hedde, «Indicateurs basés sur la faune des sols: des outils pour l'agriculture innovante ?., » Innovations Agronomiques, n° 69, pp. 15-26, 2018.
[9] A. R. W. Naré, P. W. Savadogo, M. Traoré, A. Gountan, H. B. Nacro et M. P. Sedogo, «Soil Macrofauna Behaviour in the Presence of Pesticides and Organic Amendments, » Journal of Geoscience and Environment Protection, vol. 5, pp. 202-212, 2017.
[10] W. P. Savadogo, Y. ZI, A. K. Sanou, H. B. Nacro, F. LOMPO et M. P. Sedogo, «Effets combinés du compost, du Paraquat et de la Lambdacyhalothrine sur la macrofaune du sol sous culture pluviale de sésame (Sesamum indicum L.) au Burkina Faso, » International Journal of Biological and Chemical Science, vol. 6, n° 11, pp. 2658-2670, 2017.
[11] S. Dushimirimana, «Abondance et interactions écologiques de différents groupes taxonomiques d'invertébrés du sol de la région de Bugesera du Burundi, » Bull. sci. environ. biodivers, vol. 2, pp. 9-16, 2017.
[12] N. I. El Alami, «La faune du sol: reconnaissance et biologie des principaux groupes, » Rev. Mar. Sci. Agron. Vét, Vol 3, pp. 60-66, 2013.
[13] P. Lavelle, C. Villenave, C. Rouland et L. Derouard, Dynamique des peuplements de macro-invertébrés du sol aux diverses étapes de la jachère en Afrique tropicale, Dakar: Éditions John Libbey Eurotext, 2000, pp. 236-241.
[14] C. Petitjean, A. Philibert, V. Manneville, B. Amiaud, A.-S. Perrin, X. Charrier, F. Gastal, A. de Vliegher, K. Willekens, D. Montenach, S. Houot, T. Morvan et S. Piutti, «Biomasse microbienne carbonée et activités enzymatiques: gammes de valeurs obtenues pour différents sols agricoles français et belges, » Etude et Gestion des Sols, vol. 26, n° 2019, pp. 81-92, 2019.
[15] A. I. Youma, O. Ouédraogo, L. Yé et G. Zomboudré, «Impact du travail du sol, de la rotation et de l'association culturale sur le Striga hermonthica (Del) Benth et sur le rendement des céréales, » Science et technique, n° 34-37, pp. 53-64, 2018.
[16] C.P.C.S, Classification des sols. Commission de pe´dologie et de classification des sols, ENSA-Grignon: Laboratoire de pédologie-géologie, 1967, p. 87.
[17] B. Ouattara, B. B. Somda, I. Sermé, A. Traoré, D. Peak, F. Lompo, S. J. B. Taonda, M. P. Sedogo et A. Bationo, «Improving Agronomic Efficiency of Mineral Fertilizers through Microdose on Sorghum in the Sub-arid Zone of Burkina Faso, » in Improving the Profitability, Sustainability and Efficiency of Nutrients Through Site Specific Fertilizer Recommendations in West Africa Agro-Ecosystems, Springer International Publishing AG 2018 éd., vol. 1, Bationo, Anfré;, Ngaradoum, Djimasbé;, Youl, Sansan;, F. Lompo et J. O. Fening, Éds., Springer, 2018, pp. 241-252.
[18] J. M. Anderson et J. Ingram, Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods, 2nd ed. éd., Willingford: UK: CAB International, 1993.
[19] D. T. Eggleton et P. Jones, «Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol, » Journal of Applied Ecology, n° 37, pp. 191-203, 2000.
[20] M. Chinery, Le multiguide nature des insectes d'Europe en couleurs, Eidtion Bordas éd., 1986.
[21] D. V. J. Stanek, Encyclopée des insectes, Coléoptères, 270 illustrations en couleurs, Editions Gründ éd., Paris, 1984.
[22] J. Grall et N. Coic, «Rebent, » 2005. [En ligne]. Available: www.rebent.org. [Accès le 15 Novembre 2017].
[23] N. Daouda, F. Olimata, D. Nouhou et A. L. E., «Le zonage ou la spatialisation des fonctions de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord-Sénégal), » International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol. VI, n° 6, pp. 5042-5055, 2012.
[24] C. E. Shannon, «A Mathematical Theory of Communication, » Reprinted with corrections from The Bell System Technical Journal, vol. 27, pp. 319-423, 623-656, 1948.
[25] M. Aubert, M. Hedde, T. Decaëns, P. Margerie, D. Alard et F. Bureau, «Facteurs contrôlant la variabilité spatiale de la macrofaune du sol dans une hêtraie pure et une hêtraie–charmaie, » Comptes Rendus Biologies, vol. 328, n° 2005, pp. 57-74, 2004.
[26] M. Hedde, «Etude de la relation entre la diversité des macro-invertébrés et la dynamique de la matière organique des sols limoneux de Haute-Normandie, » Laboratoire d'Ecologie, groupe ECODIV, UPRES EA 1293, Université de Rouen, Haute-Normandie, 2006.

[27] T. Samb, C. T. Ba et A. B. Ndiaye, «Etude de l'effet des cannes de petit mil et de la fumure d'ovins et de caprins sur la macrofaune du sol en zone sahélienne (Matam, Sénégal)., » Bulletin de l'IFAN Ch. A. Diop, Sér. A, vol. 2, n° 53, pp. 101-115, 2014.

[28] T. Samb, A. Cissé et A. B. Ndiaye, «Diversité De La Macrofaune Du Sol Dans Les Parcelles De Reboisement De La Grande Muraille Verte Au Sénégal, » European Scientific Journal, vol. 13, n° 15, p. 185, 2017.

[29] A. N. C. Dao, S. Nacambo, F. Sankara, S. Pousga, K. Coulibaly, J. P. Nacoulma, I. Somda et M. Kenis, «Evaluation des méthodes de piégeage des termites au nord du Burkina Faso, » International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol. 7, n° 14, pp. 2556-2566, 2020.

[30] M. Pussard, «Faune du sol et microflore. II. Saprophagie, prédation et médiation chimique, » Agronomie, EDP Science, vol. 11, n° 5, pp. 411-422, 1991.

[31] Biotope, «Suivi des macroinvertébrés benthiques des rivières du bassin Réunion, campagne 2016, » Office de l'Eau Réunion, Réunion, 2017.

[32] G. Türkmen et N. Kazanci, «Applications of various biodiversity indices to benthic macroinvertebrate assemblages in Streams of a National park in Turkey., » Review of Hydrobiology, vol. 2, n° 3, pp. 111-125, 2010.

View publication stats