

Effet combiné du zaï mécanisé et du compost à base de *Loudetia togoensis* sur la croissance du sorgho et la dynamique de la macrofaune du sol au Nord du Burkina Faso

André BEYE^{1*};
Mamoudou TRAORE²;
Ibrahim OUEDRAOGO³,
Youssef OUEDRAOGO⁴;
Hassan Bismarck NACRO¹

Résumé

Dans le Nord du Burkina Faso, le zaï manuel contribue à la restauration des terres dégradées, mais son adoption à grande échelle reste limitée en raison de sa forte exigence en main-d'œuvre et de la rareté de la fumure organique, dont l'absence ou la faible disponibilité réduit son efficacité. À Arboillé, les producteurs ont trouvé une alternative avec l'utilisation combinée du compost à base de *Loudetia togoensis* et du "zaï" mécanisé. L'objectif de cette étude, conduite pendant deux ans en milieu paysan suivant un dispositif en blocs dispersés chez huit (8) producteurs, était d'évaluer l'effet de cette combinaison sur la croissance du sorgho et la macrofaune du sol. Les traitements comparés étaient la combinaison entre zaï manuel ou mécanisé avec fumure organique producteur ou compost de *Loudetia togoensis enrichi au Bukina phosphate (BP)*. La macrofaune a été inventoriée huit semaines après semis suivant la méthode Tropical Soil Biology and Fertility. Le zaï mécanisé + fumure organique producteur + microdose de fumure minérale et le zaï mécanisé+ compost à base de *Loudetia* enrichi en BP + microdose ont permis d'enregistrer les meilleures productions de biomasse respectivement de 3194,69 kg/ha et 2392,84 kg/ha et de densité de macrofaune avec respectivement 346 et 308 individus/m² en 2023. Le zaï mécanisé combiné à la fumure organique producteur (T3) et zaï manuel combiné au compost de *Loudetia togoensis* enrichi en BP avec microdose ont présenté les

¹Université Nazi BONI (UNB), Laboratoire d'étude et de recherche sur la fertilité du sol et des systèmes de production (LERF-SP), 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

²CNRST/Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles/, Centre de Recherches Agricoles et de Formation de Kamboinsé, Laboratoire Ressources Naturelles et Innovations Agricoles (LaReNiA), 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso

³CNRST/Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles/, Centre de Recherches Agricoles et de Formation de Kamboinsé, Laboratoire Ressources Naturelles et Innovations Agricoles (LaReNiA) 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso

⁴Direction régionale de l'Agriculture, des Ressources Animales et Halieutiques- Yaadga, Ouahigouya, Burkina Faso

*Auteur correspondant : BEYE André, mail : beyeandre@live.fr

meilleurs développements de saprophages qui sont respectivement de 82 et 44 individus/m². Ainsi, l'association du zaï mécanisé ou manuel avec la fumure organique producteur ou le compost de *Loudetia togoensis* avec microdose constitue une option pertinente pour initier la restauration des terres dégradées par l'amélioration des indicateurs biologiques du sol.

Mots clés : Burkina Faso, macrofaune du sol, compost de *Loudetia togoensis*, zaï manuel, zaï mécanisé, macrofaune du sol.

Combined Effects of Mechanized Zaï and *Loudetia togoensis*-Based Compost on Sorghum Growth and Soil Macrofauna Dynamics in Northern Burkina Faso

Abstract

In northern Burkina Faso, manual *zaï* contributes to the restoration of degraded lands; however, its large-scale adoption remains limited due to its high labor requirements and the scarcity of organic manure, whose absence or limited availability reduces its effectiveness. In Arbolé, farmers have developed an alternative strategy combining compost derived from *Loudetia togoensis* with mechanized *zaï*. This study, conducted over two consecutive years under on-farm conditions using a dispersed block design involving eight (8) farmers, aimed to assess the effects of this combination on sorghum growth and soil macrofauna. The treatments compared manual or mechanized *zaï* combined with farmers' organic manure or compost based on *Loudetia togoensis* enriched with Burkina phosphate (BP). Soil macrofauna was sampled eight weeks after sowing using the Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) method. Mechanized *zaï* combined with farmers' organic manure plus a microdose of mineral fertilizer, and mechanized *zaï* combined with *Loudetia*-based compost enriched with BP plus a microdose, resulted in the highest biomass yields (3,194.69 kg ha⁻¹ and 2,392.84 kg ha⁻¹, respectively) and macrofauna densities (346 and 308 individuals m⁻², respectively) in 2023. Mechanized *zaï* combined with farmers' organic manure (T3) and manual *zaï* combined with *Loudetia togoensis* compost enriched with BP plus a microdose showed the highest saprophagous macrofauna abundance, with 82 and 44 individuals m⁻², respectively. Overall, the integration of mechanized or manual *zaï* with farmers' organic manure or *Loudetia togoensis*-based compost supplemented with a mineral fertilizer microdose represents a promising strategy for initiating the restoration of degraded lands through improvements in soil biological indicators.

Keywords: Burkina Faso; soil macrofauna; *Loudetia togoensis*-based compost; manual *zaï*; mechanized *zaï*; land restoration

Introduction

La faible fertilité des sols est considérée comme l'une des contraintes majeures limitant la productivité de l'agriculture subsaharienne (BATIONO, 2009). A cela, s'ajoute les facteurs anthropiques basés sur

la pratique d'une agriculture extensive avec un faible niveau de restitutions organiques (BLANCHARD *et al.*, 2014). Ces facteurs et actions ont contribué fortement à la dégradation des sols. Dans les régions du Nord du Burkina Faso, la dégradation des sols est marquée par la présence de croûtes imperméables qui se traduit par l'apparition des terres nues appelées clairières ou zipella en langue locale mooré (YAMEOGO *et al.*, 2013). Cette dégradation pourrait affecter la fertilité physique et biologique du sol. La dégradation biologique qui constitue une des formes de dégradation des sols résulte principalement de la baisse de l'activité biologique du sol, laquelle activité est entretenue par l'apport de matières organiques et par la présence de divers êtres vivants (ZOMBRE, 2006). De même, cette dégradation se traduit par la baisse des activités microbiennes de minéralisation de la matière organique, mais aussi par la réduction de l'activité de la macrofaune du sol consécutive à la dégradation physique des sols et à la baisse de la matière organique du sol (DOAMBA *et al.*, 2011). Pourtant, la macrofaune du sol joue un rôle important dans l'amélioration de la fertilité du sol. En effet, DOAMBA *et al.* (2011) et TRAORE (2012) ont montré qu'en présence de la macrofaune, on observait une augmentation de la teneur en éléments fins du sol, du carbone et de l'azote total et une amélioration du potentiel de minéralisation du carbone.

Face à la dégradation des sols, les producteurs ont adopté des pratiques de résilience notamment le zaï manuel. Cette technique traditionnelle de récupération des sols est une forme particulière de culture en poquets concentrant les eaux de ruissellement dans un micro bassin (ROOSE *et al.*, 1993) associée à un apport de fumure organique. Cette technique est aussi appelée « tassa » au Mali ou « towalen » au Niger (ZOMBRE, 2006). Le zaï déclenche l'activité des termites et tire partie de leurs services écosystémiques pour restaurer les sols dégradés et encroûtés en Afrique de l'Ouest semi-aride (REIJ *et al.*, 2009).

En dépit de ses performances agronomiques avérées, la pratique du zaï est limitée en milieu paysan (MAAH, 2018). Cette faible adoption du zaï s'explique par un certain nombre de contraintes dont l'une des principales est la forte demande en main d'œuvre et la pénibilité du travail (BARRO *et al.*, 2005). De même, plusieurs auteurs ont montré que pour une meilleure valorisation de la pratique du zaï et pour améliorer la fertilité des sols, il est nécessaire de disposer d'une fumure organique de qualité et en quantité (ZOUGMORE *et al.*, 2004 ; SAWADOGO *et al.*, 2008 ; DABRE *et al.*, 2017). Cependant, les

restitutions organiques sont faiblement pratiquées par les producteurs à cause de nombreuses contraintes, notamment la mauvaise gestion des résidus de récoltes qui font l'objet de plusieurs usages (BACYE, 1993, KOULIBALY *et al.*, 2010). En effet, il existe une forte compétition sur l'usage de ces résidus de récoltes, première source de matière pour la production de fumure organique (OUATTARA, 2022).

Face à la faible utilisation de la fumure organique due à la forte compétition sur les résidus de récolte et à la pénibilité du zaï manuel, il est nécessaire de trouver des alternatives afin d'améliorer la fertilité biologique du sol. Ainsi, l'utilisation de *Loudetia togoensis* (Pilg.) C.E. Hubbard comme alternative à la faible disponibilité des résidus de récolte pour la production de fumure organique et le zaï mécanisé pour pallier la pénibilité et la forte demande en main d'œuvre du zaï manuel ont été identifiés par les producteurs de Arbolle en co-construction. L'intérêt porté à *Loudetia togoensis* se justifie par sa forte présence dans la zone d'étude et le fait qu'elle soit faiblement appréciée par les animaux. Toutefois, il est nécessaire d'évaluer l'efficacité des différentes pratiques co-construites sur la fertilité biologique du sol.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet combiné du zaï mécanisé avec apport de compost à base de *Loudetia togoensis* sur la dynamique de la macrofaune du sol.

I. Matériel

Description du site d'étude de la commune de Arbolle

L'étude a été menée dans le village de Saaba dans la commune de Arbolle, située dans la province du Passoré au Nord du Burkina Faso (12°58'40''–12°40'20'' N ; 1°50'16''–2°9'23'' O). La région du Nord (Yaadga) connaît un climat tropical nord-soudanien avec une saison sèche d'octobre à mai, dominée par l'harmattan, et une saison humide de juin à septembre, influencée par la mousson (NGUEALBAYE, 2017). Les précipitations annuelles varient de 400 à 600 mm (TIAMA *et al.*, 2018). Les quantités de pluie tombées dans cette localité durant les deux années de l'étude sont respectivement de 926 mm en 50 jours de pluie en 2022 et de 534 mm en 31 jours en 2023. Les sols sont de type ferrugineux tropicaux lessivés (BUNASOLS, 2002).


Matériel végétal utilisé

La variété de sorgho Kapèlga avec un cycle semis-maturité de 90 à 100 jours a été utilisée en raison de sa résistance à la verse et de sa précocité. Son rendement potentiel est de 1200 kg/ha en milieu paysan.


Fertilisants organiques et minéraux utilisés

La fertilisation organique a consisté en un apport de 5 t/ha/an de fumure, dose recommandée par l'INERA et reprise par (IFDC, 2018). Pour la fertilisation minérale, le NPK (14-23-14) et l'urée (46 % N) ont été appliqués en microdose, respectivement à 62,5 kg/ha (2 g/poquet) et 31,25 kg/ha (1 g/poquet), à 15 et 45 jours après semis (JAS)

Description des différentes fumures organiques utilisées

 Fumure organique producteur

La fumure organique producteur est celle communément utilisée par les producteurs et est issue des fosses compostières, ou produite à partir de la litière des animaux (bovins et petits ruminants), du fumier de petits ruminants ou des refus. Sa qualité varie d'un producteur à un autre.

 Compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate

Le compost à base de *Loudetia togoensis* a été produit par la méthode du compostage en tas. Dans le processus de production, pour une quantité de 500 kg de biomasse de *Loudetia togoensis*, il a été ajouté du Burkina Phosphate de 75 kg, 90 kg de bouse de vache, et 60 kg de cendre de bois. Ces proportions ont été inspirées de SEGDA *et al.* (2001)

Caractéristiques chimiques des différents types de fumures organiques utilisées

La variation moyenne des caractéristiques chimiques des différents types de fumures organiques utilisées en 2022 et 2023 est présentée dans le tableau I. Le compost à base de *Loudetia togoensis* a enregistré les teneurs les plus importantes de carbone (21,5%), de phosphore (9834,35 mg/kg), de calcium (41675 mg/kg) et de magnésium (13525,98 mg/kg). Toutefois, le pH eau (7,59), les teneurs en azote (1,49 mg/kg) et en potassium (7711,23 mg/kg) ont été les meilleurs dans la fumure organique producteur.

Tableau I : Caractéristiques chimiques moyennes des différents types de fumures organiques utilisées en 2022 et 2023 dans la commune de Arbollé

Type de fumure	pH _e au	C	N	C/N	P	K	Ca	Mg
	-	%	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
F1	6,21 ^a	21,5 ^{0b}	1,2 ¹	27,4 ^{0b}	9834,35 ^b	5380,6 ²	41675 ^b	13525,98 ^b
F0	7,59 ^b	17,9 ^a	1,4 ⁹	13,2 ^{0a}	4648,79 ^a	7711,2 ³	13486,03 ^a	5081,9 ^{4a}
Prob (5%)	0,008	0,02 ²	0,1 ²⁰	0,00 ⁰	0,000	0,058	0,000	0,000
Signi	S	S	NS	S	S	NS	S	S

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher. NS : non significatif, S : significatif, HS : hautement significatif. C : carbone, N_{total} : azote total, MO : matière organique, C/N : rapport C/N, P_{total} : phosphore total, K_{total} : potassium total, Ca : calcium et Mg : magnésium. F0 : fumure organique producteur, F1 : compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate

II. Méthodes

Dispositif expérimental

L'essai a été conduit en milieu paysan durant les saisons hivernales 2022 et 2023 sur les mêmes parcelles selon un dispositif en blocs dispersés, impliquant huit (08) producteurs représentant chacune une répétition. Chaque producteur, le dispositif comportait sept traitements avec des parcelles élémentaires de 100 m² (10 × 10 m) séparées par 1 m d'allée. Les traitements combinaient deux types de zaï (manuel et mécanisé) et deux types de fumures organiques : la fumure organique producteur et le compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en phosphate naturel avec un traitement témoin sans travail du sol et apport de fertilisant. Le tableau II présente la description des traitements et la figure 1, le schéma expérimental.

Tableau II: Description des traitements

Traitement	Caractéristiques du traitement
T0	Semis direct sans préparation du sol + sans apport de fertilisant
T1	fumure organique producteur + Zaï manuel + fumure minérale par micro dose
T2	fumure organique producteur + Zaï manuel
T3	fumure organique producteur + Zaï mécanisé + fumure minérale par micro dose
T4	compost à base de <i>Loudetia togoensis</i> avec adjonction de Burkina phosphate + Zaï manuel
T5	compost à base de <i>Loudetia togoensis</i> avec adjonction de Burkina phosphate + Zaï manuel + fumure minérale par micro dose
T6	compost à base de <i>Loudetia togoensis</i> avec adjonction de Burkina phosphate + Zaï mécanisé + fumure minérale par micro dose

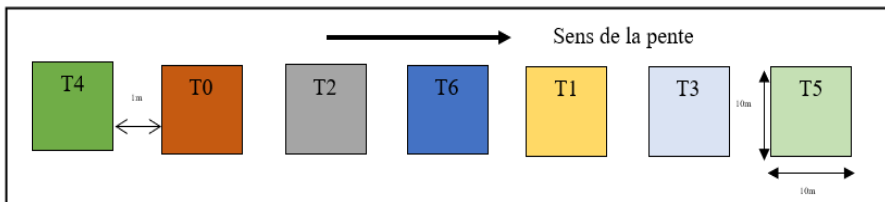


Figure 1: Plan du dispositif expérimental chez un producteur

Réalisation du zaï

Le zaï mécanisé a été réalisé à l'aide de la dent IR12 montée à traction bovine, avec des espacements de 80 cm entre les lignes et 40 cm sur les lignes. Deux passages ont été effectués en enfonçant la dent dans le sol pour faire des sillons : le premier dans le sens de la pente (40 cm), et le second perpendiculaire (80 cm). Les cuvettes, formées à l'intersection des sillons, ont été excavées sur 8 à 12 cm de profondeur pour un diamètre de 25 à 30 cm, et la terre extraite déposée en aval.

Pour ce qui est du zaï manuel, elle est une technique traditionnelle de récupération des terres dégradées. Elle consiste à creuser manuellement des poquets de plantation afin de capter l'eau de pluie et les matières

organiques, améliorant ainsi l'infiltration de l'eau, la fertilité du sol et la productivité des cultures.

Méthode d'échantillonnage

La macrofaune a été échantillonnée à la huitième semaine après semis selon la méthode standard TSBF décrite par ANDERSON & INGRAM (1993), période correspondant au développement optimum de la faune du sol (JONES & EGGLETON, 2000) Pour chaque traitement, deux monolithes de 25 × 25 × 30 cm ont été prélevés au niveau des poquets sur une diagonale (AYUKE *et al.*, 2009). Une fouille complémentaire de 5 cm de profondeur en cinq points autour de chaque monolithe a permis de collecter les termites JONES & EGGLETON (2000). Les organismes ont été triés manuellement à la pincette, conservés dans l'alcool à 70 %, puis identifiés et dénombrés sous loupe binoculaire au Laboratoire d'Histoire Naturelle de l'INERA, à l'aide de clés dichotomiques (BOUILLON ET MATHOT, 2022).

Paramètres évalués

○ **Croissance du sorgho**

La croissance du sorgho a été évaluée au 30^e et 45^e jours après semis à l'aide d'une règle graduée, du collet jusqu'à l'extrémité de la feuille terminale, afin d'apprécier l'effet des traitements sur la croissance et son influence sur la macrofaune du sol.

○ **Production de biomasse**

Pour ce qui est du rendement biomasse, les tiges de sorgho pour chaque carré de rendement, ont été coupées au niveau du collet et pesées à l'aide d'une balance pour obtenir le poids frais. Par la suite, cette paille a été séchée au soleil jusqu'à obtenir un poids constant après pesée. Le rendement a été déterminé à partir de la formule suivante :

$$Rdt\left(\frac{kg}{ha}\right) = \frac{\text{Poids biomasse du carré (kg)}}{\text{Surface du carré (m}^2\text{)}} \times 10000 \text{ m}^2$$

❖ **Macrofaune du sol**

Concernant l'effet des différents traitements sur la macrofaune du sol, plusieurs paramètres ont été évalués.

○ **Indice de Shannon-Weaver**

La diversité spécifique a été exprimée par l'Indice de Shannon-Weaver (H'). Il prend en compte le nombre d'espèces et la distribution des individus au sein de ces espèces (SHANNON & WEAVER, 1949). Cet indice est nul quand il n'y a qu'un taxon, et sa valeur est maximale quand tous les taxons ont la même abondance. Sa valeur est obtenue selon la formule ci-dessous :

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i * \log_2(p_i)$$

On a : H' : indice de diversité de Shannon, i : une espèce du milieu d'étude, p_i : proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu). Cette proportion se calcule par la formule suivante : $p(i) = n_i / N$ où n_i est le nombre d'individus pour l'espèce i et N est l'effectif total (les individus de toutes les espèces) (Magurran, 1988)

○ **Indice d'équitabilité**

L'indice d'Equitabilité (IE), traduit l'abondance relative des différentes espèces au sein du peuplement (MAGURRAN, 2006). Elle se calcule selon la formule suivante :

$$IE = H' / \log_2(S)$$

On a H' qui est l'indice de diversité de Shannon, et S le nombre total des espèces du peuplement. IE tend vers 0 lorsqu'un taxon domine largement un peuplement et est égale à 1 lorsque tous les taxons ont la même abondance.

○ **Densité moyenne par m²**

Elle exprime le nombre moyen d'individus par unité de surface qui est le m². Elle a été déterminée en comptant le nombre d'individus d'une espèce et par régime alimentaire par unité de surface. La densité de la macrofaune du sol a été calculée par extrapolation à partir des effectifs recensés par monolithe, en considérant la surface d'échantillonnage de chaque monolithe (25 cm* 25 cm, soit 0,0625 m²), puis ramenée à une base de 1m².

○ **Densité des groupes fonctionnels**

Elle a été déterminée en comptant le nombre d'individus d'une espèce et par régime alimentaire par unité de surface.

Analyse statistique

Les données collectées ont été analysées à l'aide du logiciel XLSTAT version 2016. Le test de Fisher a été utilisé pour la séparation des moyennes lorsqu'une différence significative se présente au seuil de probabilité de 5%.

III. Résultats

III.1. Effet des traitements sur la croissance et la production de biomasse du sorgho

❖ Effet des traitements sur la croissance

Le tableau III montre l'effet des traitements sur la croissance du sorgho à 30 et 45 JAS en 2022 et 2023. L'analyse de variance indique que tous les traitements ont significativement influencé la croissance. Les combinaisons de zaï (manuel ou mécanisé) avec fumure organo-minérale (fumure organique producteur ou compost à base de *Loudetia togoensis*, T1, T3, T5 et T6) ont favorisé les croissances les plus élevées, tandis que le témoin (T0) a présenté les valeurs les plus faibles. Le zaï mécanisé avec fumure organique producteur et microdose (T3) s'est distingué par la croissance maximale sur l'ensemble des périodes.

Tableau III : variation de la croissance du sorgho

Traitement	2022		2023	
	30 JAS	45 JAS	30 JAS	45 JAS
T0	11,29 ^a	21,50 ^a	20,12 ^a	22,36 ^a
T1	25,46 ^c	66,31 ^c	41,56 ^c	50,15 ^d
T2	23,34 ^{bc}	50,67 ^b	33,98 ^{bc}	41,52 ^{bc}
T3	31,79 ^d	72,91 ^c	41,03 ^c	48,00 ^{cd}
T4	19,45 ^b	47,875 ^b	31,88 ^b	37,16 ^b
T5	23,47 ^{bc}	60,00 ^{bc}	40,88 ^c	46,54 ^{cd}
T6	25,42 ^c	64,81 ^c	36,74 ^{bc}	43,10 ^{bcd}
Probabilité (5%)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Signification	S	S	S	S

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher. S: significatif, NS : non significatif. T0: semi direct sans préparation du sol + sans apport de fertilisant; T1: fumure organique des producteurs + zaï manuel + microdose; T2: fumure organique des

producteurs + zaï manuel; T3: fumure organique des producteurs + zaï mécanisé + microdose; T4:compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel; T5: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel + microdose; T6: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï mécanisé + microdose

❖ Effet des traitements sur la production de biomasse du sorgho

Le tableau IV montre l'effet des traitements sur la production de biomasse du sorgho en 2022 et 2023. Les traitements ont significativement influencé la biomasse du sorgho en 2022 et 2023. Le zaï mécanisé combiné à la fumure organique producteur avec microdose (T3) a produit la biomasse la plus élevée, suivi par le zaï manuel avec compost de *Loudetia togoensis* (T5) en 2022 et le zaï mécanisé avec compost de *Loudetia togoensis* (T6) en 2023. À l'inverse, le témoin sans apport (T0) a présenté les valeurs les plus faibles. De manière générale, les traitements combinant zaï et fumure organo-minérale (T1, T3, T5 et T6) ont favorisé la production de biomasse la plus importante.

Tableau IV : variation de la production de biomasse

Traitements	Biomasse_2022	Biomasse_2023
	Kg/ha	Kg/ha
T0	432,92 ^a ±69,20	279,08 ^a ±85,23
T1	3723,12 ^{cd} ±932,57	1989,66 ^{bc} ±265,2
T2	2437,83 ^{bc} ±355,16	946,09 ^a ±175,2
T3	5444,03 ^e ±821,88	3194,69 ^d ±654,9
T4	1909,81 ^{ab} ±382,63	1257,03 ^{ab} ±409,3
T5	4265,75 ^{de} ±653,55	2144,00 ^{bc} ±375,4
T6	3965,43 ^{cde} ±374,40	2392,84 ^{cd} ±234,4
Probabilité (5%)	<0,0001	<0,0001
Signification	S	S

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher. S: significatif, NS : non significatif. T0: semi direct sans préparation du sol + sans apport de fertilisant; T1: fumure organique des producteurs + zaï manuel + microdose; T2: fumure organique des producteurs + zaï manuel; T3: fumure organique des producteurs + zaï mécanisé + microdose; T4:compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate +

zaï manuel; T5: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel + microdose; T6: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï mécanisé + microdose

III.2. Effet des traitements sur la dynamique de la macrofaune du sol

La composition de la macrofaune sous les différents types de zaï durant la campagne 2022 est présentée dans le tableau III. Au total vingt-deux (22) familles ont été identifiées sur l'ensemble des parcelles. Toutefois, neuf (9) familles occupent à elles seules plus de 80% de la population de la macrofaune. Ces familles sont les *Termitidae*, les *Octochaetidae*, les *Formicidae*, les *Iulidae*, les *Geophilidae*, les *Carabidae*, les *Scolopendridae*, les *Scarabaeidae* et les *Tetranychidae*. Parmi ces familles, celles des *Termitidae* est la plus importante avec 31,87% de la population totale d'invertébrés du sol identifiés. Elle est suivie des *Octochaetidae* et des *Formicidae* qui occupent respectivement 15,13 et 10,84% de la macrofaune du sol totale recensée. Les parcelles avec zaï manuel combiné à l'apport de compost à base de *Loudetia togoensis* avec microdose (T5) ont enregistré les plus grands nombres de familles (14 familles). Elles sont suivies par le semis direct sans fertilisants (T0) avec 13 familles. Par contre le zaï mécanisé avec apport de fumure organique produite localement avec microdose (T3) et le zaï manuel combiné au compost à base de *Loudetia* (T4) ont présenté le plus faible nombre de familles (11 familles).

Le tableau IV présente la composition de la macrofaune sous différents traitements durant la campagne 2023. Les résultats montrent que vingt et sept (27) familles ont été identifiées. Comparativement à la campagne 2022, on observe une augmentation de 22,72% du nombre de famille identifiée. Il ressort également des résultats que les parcelles sous zaï manuel avec apport de fumure organique avec microdose (T1) ont présenté le plus de familles (16), suivi des parcelles sous zaï manuel avec apport de compost de *Loudetia togoensis* (T4), zaï manuel avec apport de compost de *Loudetia* avec microdose (T5) et zaï mécanisé avec apport de compost de *Loudetia togoensis* avec microdose (T6) avec tous 14 familles identifiées. Toutefois, le plus faible nombre de familles identifiées a été observé sous les parcelles avec semis direct sans apport de fumure organique ni minérale (T0) où 8 familles ont été identifiées.

Tableau V: Composition de la macrofaune sous différents traitements en 2022

Ordre	Famille	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Acariens	<i>Tetranychidae</i>	0	8	8	12	12	16	0
Araneae	<i>Anyphaenidae</i>	8	0	0	8	8	8	8
	<i>Clubionidae</i>	16	8	0	0	0	0	0
	<i>Dysderidae</i>	0	8	0	0	0	0	0
Chilopodes	<i>Geophilidae</i>	0	16	28	16	12	13	0
	<i>Scolopendridae</i>	16	8	12	0	8	8	8
Coléoptères	<i>Anthicidae</i>	8	8	0	0	0	0	8
	<i>Bostrychidae</i>	0	0	0	0	0	8	0
	<i>carabidae</i>	8	8	13	12	8	8	10
	<i>chrysomelidae</i>	0	8	0	0	0	0	0
	<i>Curculionidae</i>	8	0	0	0	0	8	8
	<i>Hydrophilidae</i>	0	0	0	8	0	0	0
	<i>Scarabaeidae</i>	8	0	12	12	0	8	20
	<i>Staphylinidae</i>	8	0	13	8	16	0	8
	<i>Trogositidae</i>	0	0	8	0	0	0	8
Diplopodes	<i>Iulidae</i>	8	22	26	27	32	42	20
Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>	8	0	0	0	8	16	0
	<i>Octochaetidae</i>	19	35	64	64	30	34	29
Hyménoptères	<i>Formicidae</i>	13	31	45	15	65	15	13
Isoptères	<i>Termitidae</i>	63	81	48	139	151	22	75
Lépidoptères	<i>Hepialidae</i>	0	0	0	0	0	8	0
Orthoptères	<i>Acrididae</i>	0	0	8	0	0	0	0

T0: semi direct sans préparation du sol + sans apport de fertilisant; T1: fumure organique des producteurs + zaï manuel + microdose; T2: fumure organique des producteurs + zaï manuel; T3: fumure organique des producteurs + zaï mécanisé + microdose; T4: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel; T5: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel + microdose; T6: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï mécanisé + microdose

Par ailleurs durant cette campagne, les *Termitidae*, les *Formicidae*, les *Iulidae*, les *Scarabaeidae*, les *Scolopendridae*, les *Octochaetidae*, les *Carabidae*, les *Tetranychidae*, les *Anthicidae*, les *Curculionidae* et les *Geophilidae* représentent la majorité des invertébrés identifiés car elles constituent plus de 80% de la population de macrofaune identifiée. Parmi ces différentes familles, la plus importante est celle des *Termitidae* avec 28,77% de la population suivi des *Formicidae* avec 13,01% de la population d'invertébrée identifiée.

La figure 2 présente les résultats de l'effet des différentes combinaisons de pratiques sur la densité de la macrofaune du sol durant les campagnes 2022 et 2023. L'analyse de variance révèle que les différentes pratiques ont influencé significativement la densité de la macrofaune du sol au seuil de 5% ($p=0,039$) en 2022. Cette densité a varié de 103 individus/m² sous les parcelles de zaï manuel avec apport de compost à base de *Loudetia* et fertilisées en microdose (T5) à 370 individus/m² obtenu sous les parcelles de zaï mécanisé avec apport de fumure organique produite localement avec microdose de fumure minérale (T3) durant cette première année. Par la suite, on observe également un bon développement de la macrofaune pour le zaï manuel avec apport de compost à base de *Loudetia* sans apport de fumure minérale (T4 avec 278 individus/m²), qui est suivi par le zaï mécanique combinant compost à base de *Loudetia* enrichi en BP et microdose (T6=231 individus/m²). Toutefois, en 2023, la densité de la macrofaune du sol n'a pas été significativement affectée par les différentes combinaisons de pratiques ($p=0,593$). Néanmoins, les parcelles avec zaï mécanisé (T3 et T6) ont présenté les meilleures densités avec respectivement 346 individus/m² et 308 individus/m². Il faut noter que les parcelles avec semis direct sans apport de fertilisants organiques et minéraux (T0) ont présenté les plus faibles densités de macrofaune (86 individus/m²) au cours de l'année 2023.

Tableau IV: composition de la macrofaune sous différents traitements en 2023

<i>Ordres</i>	<i>Familles</i>	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Arachnides</i>	<i>Pseudoscorpionidae</i>	0	0	0	16	16	0	0
<i>Araneae</i>	<i>Anyphaenidae</i>	0	16	0	0	16	16	16
	<i>Eutichuridae</i>	0	16	0	0	0	0	0
<i>Chilopodes</i>	<i>Scolopendridae</i>	0	24	16	32	0	24	27
<i>Coléoptères</i>	<i>Anthicidae</i>	16	16	0	0	16	16	16
	<i>Bastrychidae</i>	0	16	0	0	0	0	0
	<i>Carabidae</i>	16	16	16	16	16	19	16
	<i>Chrysomelidae</i>	0	0	16	16	0	0	0
	<i>Curculionidae</i>	16	0	32	0	0	16	16
	<i>Hygrobiidae</i>	0	0	0	0	16	0	16
	<i>Scarabaeidae</i>	16	16	16	16	48	0	16
	<i>Staphylinidae</i>	0	16	16	0	0	0	0
	<i>Tenebrionidae</i>	0	16	0	0	0	0	0
<i>Diplopodes</i>	<i>Iulidae</i>	16	24	27	40	32	56	38
<i>Geophilomorpha</i>	<i>Geophilidae</i>	0	16	16	0	16	16	16
<i>Haplotaaxida</i>	<i>Octochaetidae</i>	0	40	16	16	16	48	16
<i>Hemiptères</i>	<i>Alydidae</i>	0	0	0	16	0	16	0
	<i>Aquatatomidae</i>	0	0	0	0	16	0	0
	<i>Berytidae</i>	0	0	0	0	0	16	0
	<i>Miridae</i>	0	0	16	0	0	0	0
	<i>Pyrrhocoridae</i>	0	0	0	0	16	16	0
	<i>Reduviidae</i>	0	0	0	0	0	16	0
	<i>Stenocephalidae</i>	0	0	0	0	0	0	16
<i>Hyménoptères</i>	<i>Formicidae</i>	40	48	62	87	110	69	47
<i>Isoptères</i>	<i>Termitidae</i>	36	173	92	293	24	130	94
<i>Lepidoptères</i>	<i>Geometridae</i>	0	16	0	0	0	0	0
<i>Pseudoscorpionida</i>	<i>Pseudoscorpionidae</i>	0	0	0	16	0	0	0
<i>Trombidiformes</i>	<i>Tetranychidae</i>	16	16	16	16	16	0	16

T0: semi direct sans préparation du sol + sans apport de fertilisant; T1: fumure organique des producteurs + zaï manuel + microdose; T2: fumure organique des producteurs + zaï manuel; T3: fumure organique des producteurs + zaï mécanisé + microdose; T4:compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel; T5: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel + microdose; T6: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï mécanisé + microdose.

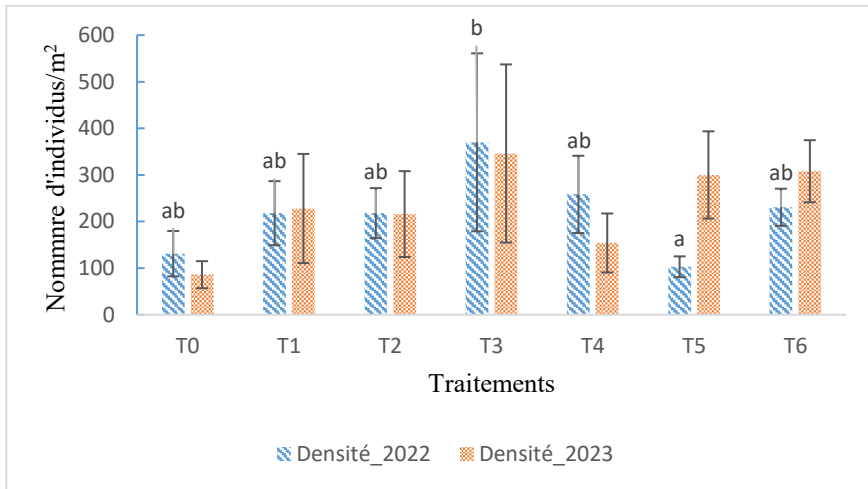


Figure 2: variation de la densité de macrofaune du sol en fonction des traitements en 2022 et 2023.

T0: semi direct sans préparation du sol + sans apport de fertilisant; T1: fumure organique des producteurs + zaï manuel + microdose; T2: fumure organique des producteurs + zaï manuel; T3: fumure organique des producteurs + zaï mécanisé + microdose; T4:compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel; T5: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel + microdose; T6: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï mécanisé + microdose

Le tableau V présente les variations de l'indice de diversité et d'équitabilité en fonction des traitements sur les deux campagnes. L'analyse de variance montre que l'indice de diversité a été significativement influencé ($p=0,017$ et $p= 0,020$) par les différents traitements en 2022 et en 2023. En effet, le zaï mécanisé avec apport de compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en BP avec microdose (2,11 ; 1,98) et le zaï manuel avec compost de *Loudetia* avec ajout du BP avec microdose (2,03 ; 1,88) ont présenté les meilleurs indices de diversité respectivement, durant les campagnes 2022 et 2023.

Pour ce qui est de l'indice d'équitabilité, l'analyse de variance révèle que seul l'indice de 2023 a été significativement (0,027) affecté par les différents traitements. Les parcelles ayant reçu de la fumure organique sous zaï ont présenté les meilleurs indices comparativement aux parcelles semées directement sans apport de fumure minérale (T0). En outre, les parcelles sous zaï manuel avec apport de fumure organique avec microdose (T1) et les parcelles sous zaï manuel avec apport de compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en BP (T4) ont présenté les meilleurs indices respectivement de 0,87 et 0,86 en 2023. De façon générale, on constate que l'indice d'équitabilité est proche de 1 pour les traitements ayant reçu la fumure organo-minérale (T1, T3, T5 et T6) avec respectivement des indices de 0,87, 0,73, 0,80 et 0,77 en 2023. Il faut aussi noter que de façon générale, on constate une baisse de l'indice d'équitabilité en 2023 comparativement à 2022.

Tableau VI: variation de l'indice de diversité et d'équitabilité en fonction des traitements en 2022 et 2023

Traitements	H' 2022	IE 2022	H' 2023	IE 2023
T0	1,34 ^a ±0,19	0,71±0,09	1,06 ^a ±0,35	0,54 ^a ±0,16
T1	1,92 ^b ±0,18	0,81±0,06	1,92 ^b ±0,22	0,87 ^b ±0,04
T2	2,02 ^b ±0,22	0,77±0,04	1,30 ^a ±0,35	0,59 ^{ab} ±0,14
T3	1,58 ^{ab} ±0,15	0,69±0,08	1,30 ^{ab} ±0,23	0,73 ^{ab} ±0,11
T4	1,68 ^{ab} ±0,21	0,73±0,10	1,37 ^{ab} ±0,23	0,86 ^b ±0,09
T5	2,03 ^b ±0,19	0,88±0,04	1,88 ^b ±0,25	0,80 ^{ab} ±0,07
T6	2,11 ^b ±0,22	0,79±0,06	1,98 ^b ±0,23	0,77 ^{ab} ±0,05
Probabilité (5%)	0,017	0,549	0,020	0,027
Signification	S	NS	S	S

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher. S: significatif, NS : non significatif. T0: semi direct sans préparation du sol + sans apport de fertilisant; T1: fumure organique des producteurs + zaï manuel + microdose; T2: fumure organique des producteurs + zaï manuel; T3: fumure organique des producteurs + zaï mécanisé + microdose; T4:compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel; T5: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel + microdose; T6: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï mécanisé + microdose, H': indice de diversité IE: indice d'équitabilité

Le tableau VI présente la densité des différents groupes fonctionnels en fonction des traitements en 2022 et 2023 sous le sorgho. Les résultats montrent qu'en 2022 trois (3) principaux groupes fonctionnels ont été

identifiés sous les différents traitements. Ces groupes sont les saprophages les phytophages et les prédateurs. Il ressort de ses résultats en 2022 que les saprophages ont été significativement affectés par les différents traitements. En effet, le zaï mécanisé avec apport de fumure organique avec microdose (T3) a permis un bon développement des saprophages avec en moyenne 60 individus/m². Ce traitement est suivi du zaï manuel avec apport de compost de *Loudetia* enrichi en BP (T4) qui a permis d'enregistrer 45 individus saprophages par m².

Pour ce qui est de l'effet des différents traitements sur les différents groupes fonctionnels en 2023, il ressort que trois (3) groupes fonctionnels ont été identifiés parmi la population de macrofaunes observées. Ces trois groupes fonctionnels sont constitués des saprophages, des phytophages et des prédateurs. Il ressort des résultats que dans l'ensemble des trois groupes fonctionnels, les saprophages sont les plus importants quel que soit le traitement. Toutefois, les parcelles en semis direct sans apport de fumure organique et minérale (T0), présentent un faible développement des saprophages (25 individus/m²), des phytophages (4 individus/m²) et les prédateurs (2 individus/m²). Par contre sur les parcelles de zaï mécanisé combiné à la fumure organique avec microdose (T3) et le zaï manuel combiné au compost de *Loudetia togoensis* enrichi en BP avec microdose (T5) ont présenté les meilleurs développements de saprophages qui sont respectivement de 82 et 44 individus/m².

Tableau VI: variation de la densité en nombre d'individus par m² des différents groupes fonctionnels sous différents traitements en 2022 et 2023

Traitements	2022			2023		
	Saprophage	Phytophage	Prédateur	Saprophage	Phytophage	Prédateur
T0	29 ^{ab} ±13	1±1	2±1	25±6	4±1	2±1
T1	33 ^{ab} ±12	4±1	2±1	32±13	6±2	5±1
T2	25 ^{ab} ±7	5±2	4±1	39±14	7±2	2±1
T3	60 ^b ±32	4±1	2±	82±54	8±3	5±2
T4	45 ^{ab} ±20	4±3	3±1	31±19	10±4	5±1
T5	10 ^a ±3	6±2	2±1	44±16	5±2	5±1
T6	23 ^{ab} ±8	4±1	2±1	37±10	5±2	6±2
Probabilité (5%)	0,025	0,819	0,512	0,695	0,723	0,474
Signification	S	NS	NS	NS	NS	NS

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher. S : significatif. T0: semi direct sans

préparation du sol + sans apport de fertilisant; T1: fumure organique des producteurs + zaï manuel + microdose; T2: fumure organique des producteurs + zaï manuel; T3: fumure organique des producteurs + zaï mécanisé + microdose; T4:compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel; T5: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï manuel + microdose; T6: compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en Burkina phosphate + zaï mécanisé + microdose.

IV. Discussion

IV.1. Effet des traitements sur la croissance et la production de biomasse du sorgho

Les résultats montrent que le zaï mécanisé associé à la fumure organique producteur avec microdose (T3) a enregistré la croissance et la production de biomasse les plus élevées. Cette efficacité pourrait s'expliquer par l'effet combiné du zaï et des apports organo-minéraux. Le zaï améliore le développement racinaire et l'exploitation du sol, rendant les nutriments plus accessibles aux plantes, même à faible quantité. De plus, le zaï mécanisé, en ameublissant davantage la couche superficielle, facilite l'infiltration de l'eau et réduit la résistance du sol à la croissance racinaire (BARRO *et al.*, 2005). Parallèlement, la fumure organo-minérale apporte de manière synergique des éléments nutritifs immédiatement et progressivement tout en améliorant les propriétés physiques et biologiques du sol, ce qui contribue à l'augmentation de la biomasse. Ces observations confirment que les traitements combinant zaï et fumure organo-minérale optimisent la croissance et la production végétative du sorgho (T1, T3, T5 et T6), en accord avec les résultats de SANON *et al.* (2021) et SHER *et al.* (2022). Par ailleurs, plusieurs études ont montré que le zaï améliore la fertilité du sol et, par conséquent, la croissance et le rendement des cultures. KEBENEI *et al.* (2021) ont rapporté une augmentation de la fertilité du sol et des rendements du sorgho lorsque le zaï était combiné à des amendements organiques ou minéraux. De même, OUEDRAOGO *et al.* (2024) ont observé que l'association du zaï à des pratiques de conservation du sol influençait favorablement certains indicateurs biologiques, contribuant ainsi à la performance des cultures.

IV.2. Effet des traitements sur la dynamique de la macrofaune du sol

Les résultats concernant la composition de la macrofaune du sol, ont montré que le zaï manuel avec apport de fumure organique (fumure

organique producteur ou compost de *Loudetia*) avec microdose de fumure minérale a enregistré le plus grand nombre de familles. Des résultats similaires ont été obtenus par KOUADIO *et al.* (2021) qui avaient mis en évidence le développement de la macrofaune du sol sous des parcelles avec apport d'engrais minérale en présence de la matière organique. De même TRAORE *et al.* (2012) et TRAORE *et al.* (2022) avaient obtenus une diversité plus élevée de la macrofaune du sol en condition d'apport de l'azote sous une forme plus assimilable. Ces résultats pourraient s'expliquer par la synergie entre le zaï, qui améliore l'humidité et concentre la matière organique, et les apports organo-minéraux, qui fournissent substrats et nutriments, stimulent la croissance des cultures et augmentent l'accumulation de résidus organiques, créant ainsi un habitat favorable à la macrofaune du sol. L'enrichissement du compost en phosphate naturel du Burkina renforce cet effet en améliorant la disponibilité progressive du phosphore, favorisant indirectement l'apport de résidus organiques via la stimulation de la croissance du sorgho. Ces résultats sont en accord avec ceux de KOUADIO *et al.* (2021) qui ont montré que l'application d'engrais phosphatés et potassiques sur les sols sous cacaoyers avait un effet positif sur la macrofaune du sol. Des résultats similaires ont été rapportés par COULIBALY *et al.*, (2016) et (ANYANGO, 2022) sur l'efficacité des substrats organiques et du phosphate naturel à améliorer les populations de termites du sol. Le compost de *Loudetia togoensis*, avec un C/N de 27, correspond à une matière organique modérément décomposée favorisant un développement progressif de la macrofaune du sol. Cela suggère que le compost à base de *Loudetia togoensis* enrichi en BP est une source de nutriment pour la macrofaune du sol contribuant à préserver le développement de celle-ci. Il est également ressorti des résultats que de façon générale le nombre de familles a augmenté de 22,72% entre les deux campagnes. Parmi les familles inventoriées, nos résultats ont montré que les isoptères avec en majorité les Termitidae avec 28,77% en 2022 et 31,87% en 2023 et les hyménoptères majoritairement représenté par les Formicidae avec 13,01% en 2022 et 10,84% en 2023 de la population des invertébrés identifiés sont les plus abondants. Des résultats similaires ont été obtenus par SAMB *et al.* (2014), TAMSIRE *et al.*(2017) et SOMDA *et al.* (2022) qui ont trouvés que les Hyménoptères et les Isoptères étaient les insectes dominants de la macrofaune du sol dans l'écosystème sahélien. D'une manière générale, les isoptères et les hyménoptères sont les plus nombreux dans la nature et constitueraient 80 % de la faune du sol comme le soulignait HEDDE (2006). 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 (SOMDA *et al.*, 2022). Par ailleurs, il faut noter que l'abondance de ces insectes indiquerait que les parcelles sous zaï (manuel ou mécanisé) avec apport de fumure organique (fumure organique producteur ou compost de *Loudetia togoensis*) est favorable à leur développement. Les termitidae à travers les termites améliorent l'augmentation des réserves minérales échangeables et totales du sol par les produits de assurent leur métabolisme, les remontées à la surface d'éléments minéraux encore peu décomposés (BACHELIER, 1971; DUBOISSET & SEIGNOBOS, 2005). De même, les termites favorisent indirectement la disponibilité des éléments minéraux en améliorant la perméabilité du sol et l'infiltration des eaux de pluie, contribuant ainsi à la récupération et à la redistribution des nutriments (BOYER, 1971).

Les résultats sur l'effet des différentes pratiques co-construites sur la densité de la macrofaune du sol ont montré que la densité de la macrofaune du sol a été significativement influencée par les différentes pratiques agroécologiques en 2022. Toutefois, en 2023, les pratiques agroécologiques co-construites n'ont pas eu d'effets significatifs sur la densité de la macrofaune du sol. Ces résultats dénotent la complexité des facteurs pouvant influencer la densité de la macrofaune du sol. En effet, AUBERT *et al.* (2005) ; TRAORE (2012) et, RAKOTOMANGA *et al.* (2016) avaient montré que la macrofaune du sol n'est pas seulement influencée par la qualité et la quantité de la matière organique, mais aussi par d'autres facteurs tels que les pratiques agricoles. Par ailleurs, il est ressorti des résultats que les parcelles avec zaï mécanisé combiné à l'apport de compost à base de *Loudetia togoensis* ou à la fumure organique producteur avec microdose (T6 et T3) ont présenté les meilleures densités de macrofaune du sol en 2023. Ces résultats pourraient s'expliquer par l'humidité créée par le zaï mécanisé au niveau du sol et l'apport de fumure organique. Selon BARRO *et al.* (2005), le zaï mécanisé donnait une possibilité d'infiltration de l'eau plus importante que le zaï manuel du fait d'un ameublissement plus important de la couche superficielle du sol. Dans une étude sur les facteurs influençant la macrofaune du sol, MATHIEU (2004) a montré que le développement et la richesse spécifique de la macrofaune du sol était bien corrélé avec l'humidité du sol à l'échelle de la parcelle. Toutefois pour BOLVANSKÝ *et al.* (2014) l'humidité du sol influence très peu la densité de la macrofaune mais plutôt la

richesse spécifique. A cela pourrait s'ajouter la croissance du sorgho sur la densité de macrofaune. En effet, la bonne croissance végétative observée sur le T3 et l'ensemble des traitements avec apport de fumure organo-minérale avec zaï augmente l'ombre et la couverture du sol, limitant l'évaporation et créant des conditions favorables à la macrofaune comme l'ont montré TANTACHASATID *et al.* (2017) dans des systèmes avec couverture végétale accrue. De plus, les résidus de biomasse constituent des sources de nourriture et des habitats pour les saprophages et autres organismes, soutenant ainsi leur densité et diversité. Les résultats pourraient aussi s'expliquer par le fait que l'apport de fumure organique, fourni une source d'éléments nutritifs aux organismes présents dans le sol, entraînant ainsi leur croissance et leur développement (CHARLAND *et al.*, 2001). Cela suggère que la fumure organique producteur et le compost à base de *Loudetia togoensis* sont de bonne qualité pour influencer la macrofaune du sol. Nos résultats sont conformes à ceux obtenus par d'autres auteurs (TRAORE *et al.*, 2012, CLUZEAU *et al.*, 2012, MBAU *et al.*, 2015; NARE *et al.*, 2014, SAVADOGO *et al.*, 2017). En effet, l'étude de SAVADOGO *et al.* (2017) a révélé une augmentation de 84,14%% la densité totale de la macrofaune du sol suite à l'apport de compost comparativement aux parcelles sans amendement organique. Ainsi, la disponibilité de matière organique et d'humidité du sol dans les parcelles, le long des profils du sol, pourrait être l'un des principaux déterminants de l'abondance, de l'activité et de la diversité de la macrofaune (AYUKE *et al.*, 2011; ANYANGO *et al.*, 2020).

La combinaison entre le type de zaï et apport de fumure organique a présenté des meilleurs indices de diversité et d'équitabilité. Ces résultats sont la résultante de l'effet de l'apport de fumure organique et du zaï. Pour ce qui est de l'apport de fumure organique, des résultats similaires ont été obtenus par OUEDRAOGO (2015) qui avait fait le constat de meilleurs indices de diversité et d'équitabilité avec l'apport de compost au sol. La diversité est plus attribuée à l'apport de la fumure organique qui est une source d'énergie et de nutriment pour la macrofaune du sol. Par ailleurs, le compost favorise également le développement de la macrofaune du sol grâce aux nutriments divers qu'il renferme (CHARLAND *et al.*, 2001). L'amélioration de la diversité de la macrofaune du sol avec l'ensemble des traitements avec apport de fumure organique témoigne de la qualité des deux types de fumures organiques utilisés et en particulier celui fait à base de *Loudetia togoensis* enrichi en phosphate naturel du Burkina. Cela suggère que le

compost à base de *Loudetia togoensis* appliqué sous zaï contribue efficacement à l'amélioration des indicateurs de fertilité biologique du sol. En ce qui concerne l'effet du zaï sur la diversité, il influence la diversité de la macrofaune du sol en modifiant la structure physique du sol. En effet, en creusant les poquets, il concentre l'humidité et la matière organique, créant des micro-habitats variés et stables. Ces conditions permettent à différentes familles de macrofaune de coexister et contribuent à maintenir l'équilibre des communautés biologiques du sol. Cela souligne que le zaï, manuel ou mécanisé, améliore la diversité de la macrofaune du sol lorsqu'il est combiné à la fumure organique. De même, la forte diversité et équitabilité des parcelles avec zaï et fumure organique pourrait s'expliquer par la bonne croissance et forte biomasse du sorgho. Les résidus végétaux et les micro-habitats créés favorisent la coexistence des différentes familles de macrofaune et stabilisent la communauté du sol.

Nos résultats indiquent des indices de diversité de Shannon compris entre 1,06 et 2,11 qui sont dans l'ensemble inférieurs à 3, mais supérieurs à 1, indiquant ainsi des structures moyennement dégradées. Cela suggère que les différentes pratiques mises en œuvre pourraient contribuer à l'amélioration et le maintien de la fertilité des sols. BIOTOPE (2017) a rapporté 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 (TÜRKMEN & KAZANC, 2010). Cependant, la macrofaune est menacée car la plupart des interventions humaines, en particulier l'usage des pesticides de synthèse et le labour, réduisent fortement sa diversité et son abondance (NONGUIERMA, 2006). Par ailleurs, l'indice d'équitabilité variant de 0,54 à 0,88 est inférieure à 1 traduisant ainsi un déséquilibre au sein de la population de macrofaune identifiée

Les résultats indiquent que les saprophages constituent le groupe de macrofaune le plus abondant, quel que soit le traitement, comme l'ont également observé SOMDA *et al.* (2022) sous différentes pratiques agroécologiques. Cette dominance peut s'expliquer par leur régime alimentaire diversifié, leur conférant un large éventail d'habitats. Leur développement est particulièrement marqué sous le zaï mécanisé associé à la fumure organique avec microdose (T3), avec 71 individus/m², et sous le zaï manuel combiné au compost de *Loudetia togoensis* avec microdose (T5), avec 44 individus/m² en 2023. Ces

résultats suggèrent que ces pratiques favorisent les saprophages, probablement en lien avec la forte production de biomasse du sorgho en 2022 sur les parcelles T5 (4265,75 kg/ha), qui constitue une source de nutriments. L'abondance de résidus végétaux fournit des substrats riches en carbone, favorisant la nutrition, la reproduction et l'activité des saprophages, ce qui explique leur forte densité sur ces parcelles (T3 et T5). En effet, les termites exploitant la litière (TRAORE *et al.*, 2015), leur abondance augmente avec l'apport de résidus organiques tels que la paille (TRAORE, 2012). Par leur activité, les saprophages accélèrent la décomposition et la minéralisation de la matière organique, améliorant ainsi la disponibilité des nutriments pour les cultures (OUEDRAOGO,

2015). De même, on constate un bon développement des saprophages sur les parcelles avec le

zaï manuel combiné à l'apport de compost à base de *Loudetia togoensis* avec microdose (T5) présentant 44 individus/m² en 2023. Cela suggère que ces pratiques sont encore plus favorables au développement des saprophages. En revanche, les phytophages et les prédateurs n'ont pas été significativement affectés par les pratiques, probablement en raison de ressources alimentaires plus limitées et spécifiques (SOMDA *et al.*, 2022).

Conclusion

Cette étude visait à évaluer l'effet du zaï mécanisé associé au compost de *Loudetia togoensis* sur la macrofaune du sol et la croissance du sorgho. Les résultats montrent que le zaï mécanisé combiné à la fumure organique producteur avec microdose (T3) et le zaï mécanisé avec apport de compost de *Loudetia* avec microdose (T6) ont induit les meilleures production de biomasse du sorgho de 3194,69 kg/ha et 2392,84 kg/ha en 2023 et les densités les plus élevées de macrofaune du sol, tandis que le zaï mécanisé combiné à la fumure organique producteur (T3) et zaï manuel combiné au compost de *Loudetia togoensis* enrichi en BP avec microdose ont présenté les meilleurs développements de saprophages qui sont respectivement de 82 et 44 individus/m². Ainsi, l'association du zaï mécanisé ou manuel avec la fumure organique producteur ou le compost de *Loudetia togoensis* avec microdose constitue une option pertinente pour la restauration des terres dégradées par l'amélioration de la dynamique de la macrofaune du sol.

Remerciements

Cette étude a été rendue possible par le financement du projet FAIR-Sahel. Nous tenons à remercier ce projet pour cet appui financier. De même, notre remerciement va l'endroit de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) pour l'appui technique.

Conflits d'intérêts

Tous les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

Contribution des auteurs

AB a conduit les travaux, collecté, analysé les données et rédigé le manuscrit. MT a encadré, orienté dans la collecte des données, dans l'identification de la macrofaune du sol et corrigé le manuscrit. IO et YO ont contribué à la collecte et au traitement des données. HBN a contribué par des orientations, encadrement et corrigé le manuscrit.

Références bibliographiques

Anderson, J. M., & Ingram, J. S. I. (1993). *Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods*, Second edition. Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods, Second edition, 237.

ANYANGO, J. J. (2022). *Abundance, Diversity and Foraging Activities of Termites Under Conventional and Organic Farming Systems in the Central Highlands of Kenya*. PhD Thesis, Omo Kenyatta University of Agriculture and Technology, Kenya, 134p.

Anyango, J. J., Bautze, D., Fiaboe, K. K. M., Lagat, Z. O., Muriuki, A. W., Stöckli, S., Riedel, J., Onyambu, G. K., Musyoka, M. W., Karanja, E. N., & Adamtey, N. (2020). The impact of conventional and organic farming on soil biodiversity conservation: A case study on termites in the long-term farming systems comparison trials in Kenya. *BMC Ecology*, 20(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12898-020-00282-x>

Aubert, M., Hedde, M., Decaëns, T., Margerie, P., Alard, D., & Bureau, F. (2005). Facteurs contrôlant la variabilité spatiale de la macrofaune du sol dans une hêtraie pure et une hêtraie-charmaie. *Comptes Rendus - Biologies*, 328(1), 57-74. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2004.10.008>

Ayuke, F. O., Brussaard, L., Vanlauwe, B., Six, J., Lelei, D. K., Kibunja, C. N., & Pulleman, M. M. (2011). Soil fertility management: Impacts on soil macrofauna, soil aggregation and soil organic matter allocation. *Applied Soil Ecology*, 48(1), 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.02.001>

Bachelier, G. (1971). La vie animale dans les sols : I. Déterminisme de la faune des sols. II. Action de la faune dans l'évolution des sols considérés en tant qu'équilibres naturels. : : Pesson P. (Ed.), la vie dans les sols : aspects nouveaux, études expérimentales, 45-82.

Barro, A., Zougmoré, R., & Taonda, J.-B. S. (2005). Mécanisation de la technique du zaï manuel en zone semi-aride. Cahiers Agricultures vol., 14(6), 549-559.

Bationo, A. (2009). Constraints and new opportunities for achieving a green revolution in Sub-Saharan Africa through Integrated Soil Fertility Management. The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI, 6p. <https://escholarship.org/uc/item/7hr282j2>

Biotope. (2017). Suivi des macroinvertébrés benthiques des rivières du bassin Réunion, campagne 2016.

Blanchard, M., Coulibaly, K., Bognini, S., Dugué, P., & Vall, É. (2014). Diversité de la qualité des engrais organiques produits par les paysans d'Afrique de l'ouest: Quelles conséquences sur les recommandations de fumure? *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 18(4), 512-523.

Bolvanský, M., Adamčíková, K., & Kobza, M. (2014). Screening resistance to chestnut blight in young chestnut trees derived from *Castanea sativa* × *C. crenata* hybrids. *Folia Oecologica*, 41(1), 1-7.

Bouillon, A. et Mathot, G. (2022). Quel est ce Terme africain ? *Zooleo*, n°1, 1965. *Revue d'Histoire naturelle*, 2, 204-204.

Boyer, P. (1971). Les différents aspects de l'action des termites sur les sols tropicaux. (Gauthier Villars (éd.); In : Pesson).

BUNASOLS. (2002). Etude morpho-pédologiques des provinces du Passoré et du Sanguié. Echelle 1/100000e. Rapport technique (p. 50).

Charland, M., Cantin, S., St-Pierre, M., & Côte, L. (2001). Recherche sur les avantages à utiliser le compost. Centre de recherche industrielle du Québec (CIRQ), (p. 49).

Cluzeau, D., Guernion, M., Chaussod, R., Martin-Laurent, F., Villenave, C., Cortet, J., Ruiz-Camacho, N., Pernin, C., Mateille, T., Philippot, L., Bellido, A., Rougé, L., Arrouays, D., Bispo, A., & Pérès, G. (2012). Integration of biodiversity in soil quality monitoring: Baselines for microbial and soil fauna parameters for different land-use

types. *European Journal of Soil Biology*, 49, 63-72.
<https://doi.org/10.1016/J.EJSOBI.2011.11.003>

Coulibaly, T., Akpesse, A. A. M., Boga, J. P., Yapi, A., Kouassi, K. P., & Roisin, Y. (2016). Change in termite communities along a chronosequence of mango tree orchards in the north of Côte d'Ivoire. *Journal of Insect Conservation*, 20(6), 1011-1019.
<https://doi.org/10.1007/s10841-016-9935-1>

Dabre, A., Hien, E., Some, D., & Drevon, J. J. (2017). Effets d'amendements organiques et phosphatés sous zaï sur les propriétés chimiques et biologiques du sol et la qualité de la matière organique en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(1), 473.
<https://doi.org/10.4314/ijbcs.v11i1.38>

Doamba, S., Nacro, H., Sanon, A., & Sedogo, M. (2011). Effet des cordons pierreux sur l'activité biologique d'un sol ferrugineux tropical lessivé (Province du Kouritenga au Burkina Faso). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(1), 304-313.
<https://doi.org/10.4314/ijbcs.v5i1.68106>

Duboisset, A., & Seignobos, C. (2005). Petite histoire des connaissances acquises sur les termites et leur rôle agroécologique. *Etude et Gestion des Sols*, 12(2), 153 – 164.

Dugué, P., L., R., B., O., & Issa, S. (1994). Techniques d'amélioration de la production agricole en zone soudano-sahélienne: manuel à l'usage des techniciens du développement rural, élaboré au Yatenga, Burkina Faso (p. 212).

Förster, B., Garcia, M., Francimari, O., & Römbke, J. (2006). Effects of carbendazim and lambda-cyhalothrin on soil invertebrates and leaf litter decomposition in semi-field and field tests under tropical conditions (Amazônia, Brazil). *European Journal of Soil Biology*, 42(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.07.011>

Hedde, M. (2006). Etude de la relation entre la diversité des macro-invertébrés et la dynamique de la matière organique des sols limoneux de Haute-Normandie. Université de Rouen. Thèse de doctorat en chimie-biologie, option biologie, spécialité : écologie, Université de Rouen, France. 208p

IFDC. (2018). Recommandations 2018 d'engrais pour l'Afrique de l'Ouest (p. 42).

Jones, D. T., & Eggleton, P. (2000). Sampling termite assemblages in tropical forests: Testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology*, 37(1), 191-203. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00464.x>

Kabore, V. S. (1995). Amélioration de la production végétale des sols dégradés (zipelles) du Burkina-Faso par la technique des poquets (“zai”). No. 1302. EPFL.

Kouadio, H. K., Kotaix, A. J. A., Bakayoko, S., Kassin, E. K., Sékou, A., Ehounou, J. N., Kouamé, N. N., Assi, M. E., & Koko, L. (2021). Mineral Fertilizers Influence the Macrofauna of Soils Under Cocoa Trees in the South-Western Côte d ’ Ivoire. 13(2), 32-48. <https://doi.org/10.5539/jas.v13n2p32>

Koulibaly, B., Traoré, O., Dakuo, D., Zombré, P. N., & Bondé, D. (2010). Effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d ’ une rotation cotonnier-maïs-sorgho au Burkina Faso. *Tropicultura*, 28(3), 184-189.

MAAH. (2018). Situation de référence des terres dégradées et de la CES au Burkina Faso, rapport situation de référence, 154p

Magurran, A. (2006). *Measuring Biological Diversity*. In Blackwell Publishing (p. 256).

Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. In *Nucl. Phys.* (Vol. 13, Numéro 1, p. 180).

Mathieu, J. (2004). Étude de la macrofaune du sol dans une zone de déforestation en Amazonie du sud-est, au Brésil, dans le contexte de l’agriculture familiale. Université Pierre et Marie Curie.

Mbau, S. K., Karanja, N., & Ayuke, F. (2015). Short-term influence of compost application on maize yield, soil macrofauna diversity and abundance in nutrient deficient soils of Kakamega County, Kenya. *Plant and Soil*, 387(1-2), 379-394. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2305-4>

Nguealbaye, A. (2017). Les déterminants de l’adoption des pratiques innovantes de gestion durable des terres dans la commune rurale de Arbolé au Burkina Faso. Mémoire de Master en Développement, Département Environnement, Spécialité : Gestion de l’Environnement, Université Senghor, Alexendrie, Egypte, 76p.

Nonguierma, G. . (2006). Contribution à l'évaluation des effets de l'utilisation des pesticides en production maraîchère dans la plaine périurbaine de Boulmiougou- Ouagadougou. Université de Ouagadougou.

Ouattara, S. (2022). Pression des usages sur les résidus de récolte dans les villages environnants les zones pastorales : quels effets sur les conditions de vie des éleveurs de la zone pastorale de yalle au centre-ouest du Burkina Faso. Mémoire de master en pastoralisme, Centre Régional AGRHYMET, Niamey, Niger, 87 p. 2022.

Ouedraogo, J. (2015). Impacts de la macrofaune et de modes de gestion de la fertilité des sols sur quelques propriétés du sol et le rendement des cultures en zone semi-aride. Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles, Option: Système de production végétale Spécialité: Sciences du sol, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 89p.

Rakotomanga, D., Blanchart, É., Rabary, B., Randriamanantsoa, R., Razafindrakoto, M., & Autfray, P. (2016). Crop management and soil macrofauna diversity in the highlands of madagascar. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 20(4), 495-507.

Reij, C., Tappan, G., & Smale, M. (2009). Agroenvironmental Transformation in the Sahel: Another Kind of “Green Revolution”. *Food policy*, November, 52. <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ifpridp00914.pdf>

Samb, T., Ba, T. C., & Ndiaye, A. B. (2014). Étude de l'effet des de cannes du 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*, 53((2)), 101-115.

Sanon A, Gomgnimbou APK, Coulibaly K, Nacro B. 2021. Effets de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur la production du riz pluvial strict en zone SudSoudanienne du Burkina Faso. *Afrique Science*, 18(1): 230 – 241

Savadogo, P. W., Zi, Y., Sanou, A. K., Nacro, H. B., Et, F. L., & Sedogo, M. P. (2017). 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 Combined effects of compost , Paraquat and Lambdacyhalothrine on soil macrofauna under rai. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11(December), 2658-2670.

Sawadogo, H., Bock, L., Lacroix, D., & Zombre, N. P. (2008). Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso). *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 12(3), 3-9.

Segda Z, F. Lompo, C. S. M. Wopereis, et M. P. Sedogo, « Amélioration de la fertilité du sol par utilisation du compost en riziculture irriguée dans la vallée du Kou au Burkina Faso », *Agronomie Africaine* , vol. 13, no 2. p. 45-58, 2001.

Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Theory of Mathematical Communication*. International Business, 131p. https://pure.mpg.de/rest/items/item_2383164_3/component/file_2383163/content

Sher A, Adnan M, Sattar A, Ul-Allah S, Umair Hassan MIM, Manaf A, Qayyum A, Elesawy BH, Ismail KA, Gharib AF, El Askary A. 2022. Combined Application of Organic and Inorganic Amendments Improved the Yield and Nutritional Quality of Forage Sorghum. *Agronomy*, 12: 896. DOI: doi.org/10.3390/agronomy12040896.

Sileshi, G. W., Arshad, M. A., Konaté, S., & Nkunika, P. O. Y. (2010). Termite-induced heterogeneity in African savanna vegetation: Mechanisms and patterns. *Journal of Vegetation Science*, 21(5), 923-937. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2010.01197>.

Somda, B. B., Ouattara, B., Zomboudre, G., Traore, M., Vanek, S., Kabore, R., Diasso, C., Nacro, H. B., & Sedogo, and P. M. (2022). Effets de pratiques agroécologiques sur la macrofaune dans les lxisols ferriques en zone Soudano-Sahélienne du Burkina Faso [Effects of agroecological practices on macrofauna in ferric lxisols in the Sudano-Sahelian area of Burkina Faso]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 36(3), 734-744. <http://www.ijias.issr-journals.org/>

Tamsire, S., Ababacar, C., & Baïla, N. A. (2017). Diversité De La Macrofaune Du Sol Dans Les Parcelles De Reboisement De La Grande Muraille Verte Au Sénégal. *European Scientific Journal*, ESJ, 13(15), 185-194. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n15p185>

Tiama, D., Nanema, K. R., Kabore, B., & Melanie, D. (2018). Systèmes de culture et caractérisation paysanne des ignames du Passoré au Burkina Faso. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 38(October), 203-211.

TRAORE, M. (2012). Impact des pratiques agricoles (rotation, fertilisation et labour) sur la dynamique de la microfaune et la macrofaune du sol sous culture de sorgho et de niébé au Centre Ouest du Burkina Faso. Thèse de Doctorat en Développement Rural, Option : Système de Productions Végétales Spécialité : Science du Sol. Université Polytechnique De Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 169p.

Traore, M., Gadiaga, A. D., Garane, A., & Some, K. (2022). Effet de différents types de fertilisants sur la dynamique de la macrofaune du sol et les rendements en culture de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Centre du Burkina Faso Title : Study of the effect of different types of fertilizers on the dynamics. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 16(February), 134-144.

Traore, M., Lompo, F., Ayuke, F., Ouattara, B., Ouattara, K., & Sedogo, M. (2012a). Influence des pratiques agricoles sur la macrofaune du sol : Cas de l'enfouissement de la paille et du fumier. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(4), 1761-1773. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i4.31>

Traore, M., Lompo, F., Ayuke, F., Ouattara, B., Ouattara, K., & Sedogo, M. (2012b). Influence des pratiques agricoles sur la macrofaune du sol : cas de l'enfouissement de la paille et du fumier. 6(August), 1761-1773.

Türkmen, G., & Kazanc, N. (2010). Applications of various diversity indices to benthic macroinvertebrate assemblages in streams of a natural park in Turkey. *BALWOIS 2010 - Ohrid, Republic of Macedonia*, May, 1-10.

Yaméogo, J. T., Somé, a N., Lykke, a M., Hien, M., & Nacro, H. B. (2013). Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et des cordons pierreux à l'Ouest du Burkina Faso. *Tropicultura*, 3, 224-230.

Zombre, P. N. (2006). Variation de l'activité biologique dans les zipella (sols nus) en zone subsahélienne du Burkina Faso et impact de la technique du zaï (techniques des poquets). *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 10(2), 139-148.

Zougmoré, R., Ouattara, K., Mando, A., & Ouattara, B. (2004). Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. 15(1), 41-48.