

---

## Influence de la macrofaune et du paillage sur la performance des cordons pierreux contre le ruissellement en zone semi-aride (Burkina Faso)

Jean Ouédraogo<sup>1\*</sup>, Mamadou Traoré<sup>3</sup>, Idriss Sermé<sup>1</sup>, Élisée Ouédraogo<sup>2</sup>, Hassan Bismarck Nacro<sup>3</sup>

<sup>(1)</sup>Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique. Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles. Laboratoire Ressources Naturelles et Innovations Agricoles. BP 10 Koudougou (Burkina Faso). E-mail: jeanouedraogo84@yahoo.fr

<sup>(2)</sup>Banque Mondiale. 01 BP 622 Ouagadougou 01 (Burkina Faso)

<sup>(3)</sup>Université Nazi Boni. Institut du Développement Rural. Laboratoire d'étude de recherche sur la fertilité des sols (LERF). 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso (Burkina Faso).

Reçu le 09 mars 2023, accepté le 19 mai 2023, publié en ligne le 30 juin 2023

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v6i2.3>

---

### RESUME

**Description du sujet.** La macrofaune du sol, de par son action sur les propriétés physico-chimiques du sol, pourrait jouer un rôle primordial dans la lutte contre le ruissellement.

**Objectif.** Cette étude vise à évaluer l'impact de l'interaction entre la macrofaune du sol et les différents modes de restitution de la paille sur le ruissellement en zone semi-aride (Burkina Faso).

**Méthodes.** Un dispositif en split-plot comprenant deux traitements principaux (parcelles avec macrofaune et sans macrofaune du sol) et trois traitements secondaires avec trois répétitions a été installé sur un Lixisol ayant une pente d'environ de 1,5 %. Des traitements pesticides ont permis d'établir les parcelles sans macrofaune. La quantité d'eau ruisselée a été mesurée pour chaque pluie ayant causé du ruissellement à l'aide du dispositif de collecte d'eau de ruissellement sur une placette de ruissellement de 1,04 m<sup>2</sup>. La macrofaune a été évalué à l'aide de la méthode *Tropical Soil Biology and Fertility*.

**Résultats.** Les résultats obtenus ont montré qu'au cours de deux années, l'application des pesticides a permis d'éliminer respectivement 99,79 % et 97,04 % de la macrofaune du sol. Par ailleurs, la population de la macrofaune était dominée par les *Termitidae* dans les parcelles sans pesticides. L'élimination de la macrofaune par l'application pesticides a entraîné une augmentation du taux de ruissellement de 58,68 % et de 44,09 % au cours de deux années par rapport aux parcelles sans pesticides. Aussi, le paillage a amélioré la performance des cordons pierreux dans la lutte contre le ruissellement. Les taux de ruissellement ont été plus faible lorsque le paillage a été appliqué en présence de la macrofaune du sol.

**Conclusion.** Ces résultats montrent clairement que la restitution de la paille en présence de la macrofaune du sol permet de réduire le ruissellement. Par conséquent, les stratégies agroécologiques de lutte contre les bioagresseurs des cultures devraient être privilégiées au détriment des pesticides chimiques de synthèse afin de préserver la macrofaune du sol.

**Mots-clés :** Restauration des sols, biologie du sol, agroécologie, Burkina Faso.

### ABSTRACT

**Influence of macrofauna and mulching on the performance of stone barriers against runoff in semi-arid zones (Burkina Faso)**

**Description of the subject.** The soil macrofauna, through its action on the physico-chemical properties of the soil, could play a key role in combating runoff.

**Objective.** This study was aimed to assess the impact of the interaction between soil macrofauna and different modes of straw restitution on runoff in semi-arid zone (Burkina Faso).

**Methods.** A split-plot design including two primary treatments (plots with soil macrofauna and without) and three secondary treatments with three replications was set up on a Lixisol with a slope of approximately 1.5 %. Pesticide treatments were used to establish the plots without macrofauna. The amount of runoff was measured for each rainfall event that caused runoff using the runoff collection device on a 1.04 m<sup>2</sup> runoff plot. Macrofauna was assessed using the *Tropical Soil Biology and Fertility* method.

**Results.** The results obtained showed that in both years, the application of pesticides eliminated 99.79 % and 97.04 % of the soil macrofauna, respectively. Furthermore, the macrofauna population was dominated by Termitidae in the plots without pesticides. The elimination of macrofauna by pesticide application resulted in an increase in runoff rate of 58.68 % and 44.09 % in both years compared to the plots without pesticides. Also, mulching improved the performance of the stone bunds in controlling runoff. Runoff rates were lower when mulch was applied in the presence of soil macrofauna.

**Conclusion.** These results clearly show that straw return as mulch in the presence of soil macrofauna reduces runoff. Therefore, agroecological crop pest management strategies should be favored over synthetic chemical pesticides to preserve soil macrofauna.

**Keywords:** Soil restoration, soil biology, agroecology, Burkina Faso.

## 1. INTRODUCTION

Les sols tropicaux sont généralement caractérisés par leur faible teneur en matière organique et leur faible stabilité structurale (Roose, 2017), d'où leur susceptibilité à l'érosion. En effet, la pression démographique a poussé les agriculteurs à mettre en culture des terres marginales et cette situation a entraîné une accélération de la dégradation des agroécosystèmes déjà fragiles. En outre, l'agressivité des pluies associée aux caractéristiques du sol et à l'absence de mesures appropriées de conservation des sols ont accéléré le ruissellement, principal agent de l'érosion hydrique des sols. Cette érosion des sols pourrait s'aggraver sous l'effet des changements climatiques, marqués par la recrudescence des phénomènes climatiques extrêmes (Zougmore *et al.*, 2014).

Par ailleurs, l'agriculture restée en majorité pluviale et peu productive dispose de faibles moyens pour anticiper et enrayer les effets des fluctuations climatiques (Sultan *et al.*, 2015). Ainsi, la mise en place des mesures de conservation des eaux et des sols tels que les cordons pierreux, sont nécessaires pour atténuer le ruissellement. Couplées aux apports de matières organiques, elles améliorent l'efficacité de l'utilisation de l'eau et des nutriments par les cultures (Zougmore *et al.*, 2014 ; Bender et van der Heijden, 2015). Par ailleurs, la performance de ces ouvrages antiérosifs est fortement améliorée par la macrofaune du sol. En effet, Ouédraogo *et al.* (2017) ont montré que la contribution de la macrofaune à la réduction du ruissellement variait entre 24,58 % et 30,74 %.

La gestion efficace de la macrofaune dont l'activité contribue à l'amélioration des propriétés physico-chimiques des sols (Lavelle *et al.*, 2006 ; Jouquet *et al.*, 2007), pourrait être une opportunité pour réduire le ruissellement et accroître la production agricole. A ce sujet, plusieurs auteurs ont montré que l'apport de matière organique notamment les pailles amélioraient significativement l'abondance et la diversité de la macrofaune du sol (Pauli *et al.*, 2016 ; Ouédraogo *et al.*, 2017 ; Jiang *et al.*, 2018 ; Ayuke *et al.*, 2019 ; Bach *et al.*, 2020 ; Petrikovszki *et al.*, 2021).

L'objectif de l'étude est d'évaluer l'impact de l'interaction entre la macrofaune du sol et les différents modes de restitution de la paille sur le ruissellement en zone semi-aride (Burkina Faso). L'étude donne des éléments permettant d'apporter un appui-conseil aux producteurs pour une meilleure valorisation des résidus de culture afin de lutter contre la dégradation des sols.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Description du site

L'étude a été menée au cours de deux campagnes agricoles successives 2008-2009 et 2009-2010 en zone nord-soudanienne du Burkina Faso, dans le village Gomtoaga (entre 12°08 '02 " latitude Nord et 1°24 '54" longitude Ouest). La pluviosité moyenne annuelle de dix dernières années (2003-2012) était de 749 mm. L'essai a été conduit sur un Lixisol ayant 1,5 % de pente avec une texture limono – sableuse sur l'horizon de surface (0-20 cm) (9 % d'argiles, 32 % de limons et 59 % de sables). Ce sol est acide (pH-eau = 6,06) et pauvre en matière organique (0,84 %).

### 2.2. Dispositif expérimental

Un dispositif expérimental en split-plot à trois répétitions a été utilisé. Le facteur principal comprend deux modalités et le facteur secondaire, quatre modalités. Les traitements principaux ont consisté en la destruction de la macrofaune par l'application de pesticides (parcelles sans macrofaune du sol) et en la non application de pesticides (parcelles avec macrofaune du sol). La destruction de la macrofaune a été réalisée par application au sol des pesticides chimiques de synthèse : un organophosphoré (Chlorpyrifos-éthyl) appliqué à la dose de 240 g ha<sup>-1</sup>, et un organochloré (Endosulfan) à la dose de 250 g ha<sup>-1</sup>. L'Endosulfan et le Chlorpyrifos-éthyl ont été appliqués à la dose respectivement de 1,25 g et 1,2 g par parcelle élémentaire à l'aide d'un pulvérisateur à dos à pression soutenue. Les applications des pesticides au sol ont été faites pendant le semis, 35 jours après le semis (JAS) et à 80 JAS en 2008-2009. En 2009-2010, les pesticides ont été appliqués au semis, à 33 JAS et à 89 JAS.

Les traitements secondaires sont constitués de : cordon pierreux + tiges mulch + urée, cordon pierreux + tiges mulch, cordon pierreux seul et témoin absolu sans cordon pierreux. Les tiges de sorgho ont été appliquées à la dose de 4 tonnes de matières sèches/ha trois jours avant le semis, et l'urée à la dose de 30 kg N ha<sup>-1</sup> au semis. Les parcelles élémentaires avaient une superficie de 50 m<sup>2</sup> (10 m x 5 m). Une allée principale de 10 m sépare

deux blocs consécutifs. Dans chaque bloc, les traitements principaux sont séparés entre eux par des allées secondaires de 5 m, et les traitements secondaires par des allées de 3 m. Pour chaque campagne agricole, les tiges de sorgho de la campagne agricole précédente ont été utilisées. Le tableau 1 présente la composition chimique des substrats organiques apportés au sol.

**Tableau 1.** Composition chimique des tiges utilisées

Paramètres mesurés	Campagne 2008-2009	Campagne 2009-2010
Carbone totale (g kg <sup>-1</sup> )	546,0 ± 0,2	548,3 ± 2,1
Azote total (g kg <sup>-1</sup> )	12,7 ± 0,2	2,0 ± 0,5
C/N	42,9	274,1
Phosphore total (mg kg <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2900,0 ± 0,0	210,0 ± 0,0
Potassium total (mg kg <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O)	2200,0 ± 500,0	6760,0 ± 1050,0

### 2.3. Estimation de la population de la macrofaune du sol

La méthode *Tropical Soil Biology and Fertility* (TSBF) (Anderson et Ingram, 1993) a été utilisée pour l'inventaire de la macrofaune du sol. L'échantillonnage a été fait à 74 JAS en 2008-2009 et à 79 JAS en 2009-2010. Il s'est déroulé le matin à partir de 7h jusqu'à 10 h. Ainsi, un cadre métallique de dimensions 25 cm x 25 cm x 30 cm a été rapidement enfoncé dans le sol. Puis, une tranchée a été creusée pour dégager la terre afin de prélever les monolithes. Ces derniers ont été fractionnés et émiettés à la main selon les horizons 0–10 cm et 10–30 cm, et un monolithe par parcelle élémentaire a été fouillé. La macrofaune récoltée a été conservée dans des bocaux contenant de l'alcool à 70 %. Elle a été ensuite identifiée au laboratoire à l'aide d'une loupe en utilisant des clés de détermination de Bland et Jaques (1947) ; Bachelier (1978) ; Villiers (1979) ; Grassé (1986) ; Delaware et Aberlenc (1989).

### 2.4. Pluviosité et quantité d'eau ruisselée

La hauteur d'eau tombée à chaque pluie a été mesurée à l'aide d'un pluviomètre à lecture directe, installé sur le site d'expérimentation. La quantité d'eau ruisselée a été mesurée pour chaque pluie ayant causé du ruissellement à l'aide du dispositif de collecte d'eau de ruissellement. Dans chaque parcelle élémentaire, une placette de ruissellement de dimension 1,30 m x 0,80 m (1,04 m<sup>2</sup>) a été installée. Elle est connectée par un tuyau à un tonnelet implanté dans le sol à l'extérieur de la parcelle élémentaire, et servant de conteneur. L'eau recueillie dans le conteneur est vidée à l'aide d'un seau et d'une éponge, puis quantifiée.

### 2.5. Analyse des données

Pour le calcul du ruissellement cumulé, la quantité d'eau ruisselée (mm) a été déterminée en considérant qu'un millimètre d'eau tombée correspond à un litre

d'eau par mètre carré. Le taux de ruissellement a été calculé en faisant le rapport entre la quantité d'eau ruisselée cumulée (mm) par traitement, et la quantité totale d'eau tombée pour les pluies ayant causé du ruissellement. Les données ont été soumises à une analyse de variance à l'aide du logiciel Genstat 12. La séparation des moyennes a été faite à l'aide du test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 %. Les données sur la macrofaune ont été utilisées pour calculer la densité (nombre d'individus/m<sup>2</sup> moyenne).

## 3. RÉSULTATS

### 3.1. Effet des pesticides et de modes de restitution de la paille sur la macrofaune du sol

Les résultats ont montré qu'en 2008, 4 687 individus m<sup>-1</sup> de macrofaune ont été collectés dans les parcelles sans application de pesticides contre 10 individus m<sup>-1</sup> dans les parcelles traitées aux pesticides. L'analyse statistique a montré qu'il y'a une différence très hautement significative entre les parcelles traitées et celles non traitées. En 2009, 3 238 individus m<sup>-1</sup> ont été collectés dans les parcelles non traitées aux pesticides contre 96 individus m<sup>-1</sup> dans les parcelles traitées. De même, l'analyse statistique a montré qu'il y'a une différence très hautement significative entre les parcelles traitées et celles non traitées. Au cours des deux années, l'application des pesticides a permis d'éliminer respectivement 99,79 % et 97,04 % de la macrofaune du sol. Ainsi, les parcelles non traitées aux pesticides peuvent être assimilées à des parcelles avec macrofaune, et celles traitées aux pesticides, comme des parcelles sans macrofaune du sol.

Au cours de deux années, la plus forte densité de macrofaune dans les parcelles non traitées aux pesticides a été observée dans le traitement Cordons pierreux + tiges mulch avec respectivement 2 997 individus m<sup>-1</sup> en 2008 et 1 696 individus m<sup>-1</sup> en 2009 (Tableau 2 a et b). L'adjonction d'urée a donc induit

une baisse de la densité de la macrofaune du sol. Les plus faibles densités ont été observées sur les parcelles sans restitution de la paille. La population de la macrofaune est dominée par les *Termitidae* qui représentent 90,59 % de la population en 2008 et 86,33 % en 2009 dans les parcelles non traitées. Les

vers de terre ne représentent que 1,73 % et 0,82 % de la macrofaune inventoriée respectivement en 2008 et en 2009. Dans les parcelles traitées, toute la macrofaune a été éliminée en 2008 dans la parcelle sans restitution de paille.

**Tableau 2 a.** Effet des pesticides et du paillage sur la macrofaune du sol en 2008

Groupes	Cordon pierreux + tiges mulch + urée		Cordon pierreux + tiges mulch		Cordon pierreux seul	
	Sans pesticides	Avec pesticides	Sans pesticides	Avec pesticides	Sans pesticides	Avec pesticides
<i>Termitidae</i>	720	-	2 939	-	587	-
<i>Staphylinidae</i>	22	-	-	-	11	-
<i>Carabidae</i>	5	-	-	-	11	-
<i>Scarabeidae</i>	-	5	-	-	21	-
<i>Elateridae</i>	5	-	5	-	-	-
<i>Tipulidae</i>	11	-	5	-	-	-
<i>Myrmicinae</i>	11	-	-	-	160	-
<i>Ponerinae</i>	5	-	5	-	-	-
Dermaptères	11	-	-	-	-	-
Solifugae	-	-	-	-	-	-
Agelenidae	5	-	-	-	5	-
Scolopendrellidae	-	-	-	-	5	-
<i>Iulidae</i>	-	-	21	5	21	-
<i>Acanthodrilidae</i>	53	-	17	-	11	-
Autres insectes	5	-	5	-	5	-
<b>Total (nombre/m<sup>2</sup>)</b>	<b>853</b>	<b>5</b>	<b>2997</b>	<b>5</b>	<b>837</b>	<b>0</b>

**Tableau 2 b.** Effet des pesticides et du paillage sur la macrofaune du sol en 2009

Groupes	Cordon pierreux + tiges mulch + urée		Cordon pierreux + tiges mulch		Cordon pierreux seul	
	Sans pesticides	Avec pesticides	Sans pesticides	Avec pesticides	Sans pesticides	Avec pesticides
<i>Termitidae</i>	965	59	1 573	-	256	-
<i>Staphylinidae</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Scarabeidae</i>	-	-	5	-	-	-
<i>Elateridae</i>	5	11	-	-	-	-
<i>Tenebroïdae</i>	-	-	-	-	-	5
<i>Tipulidae</i>	-	-	-	-	5	-
<i>Myrmicinae</i>	80	-	59	16	160	-
<i>Ponerinae</i>	5	-	16	5	-	-
<i>Formicinae</i>	-	-	-	-	11	-
<i>Cydninae</i>	5	-	-	-	-	-
<i>Forficulae</i>	5	-	-	-	-	-
<i>Iulidae</i>	-	-	16	-	5	-
<i>Polydesmidae</i>	16	-	5	-	-	-
Agelenidae	-	-	11	-	5	-
<i>Acanthodrilidae</i>	16	-	11	-	-	-
<b>Total (nombre/m<sup>2</sup>)</b>	<b>1 099</b>	<b>70</b>	<b>1 696</b>	<b>21</b>	<b>443</b>	<b>5</b>

### 3.2. Effet de la macrofaune et de modes de restitution de la paille sur le taux de ruissellement

Les résultats ont montré qu'au cours des deux années, la suppression de la macrofaune a induit les taux de ruissellement les plus élevés (Tableau 3). Ainsi, la suppression de la macrofaune a augmenté le taux de ruissellement de 58,68 % en 2008 et de 44,09 % en 2009. L'analyse de variance a révélé des différences significatives entre les parcelles avec macrofaune et les parcelles sans macrofaune du sol.

**Tableau 3.** Effet de la macrofaune et du paillage sur le taux de ruissellement

Facteurs	Traitements	Taux de ruissellement (%)	
		2008	2009
Macrofaune	Parcelle avec macrofaune	12,44±5,52 <sup>a</sup>	4,99±2,07 <sup>a</sup>
	Parcelle sans macrofaune	19,74±6,01 <sup>b</sup>	7,19±2,82 <sup>b</sup>
	<b>Probabilité</b>	<b>0,003</b>	<b>0,016</b>
Modes de restitution de la paille	Cordon pierreux + tiges mulch + urée	10,29±3,57 <sup>a</sup>	4,85±1,16 <sup>a</sup>
	Cordon pierreux + tiges mulch	14,79±4,61 <sup>b</sup>	4,18±0,93 <sup>a</sup>
	Cordon pierreux seul	23,19±4,19 <sup>c</sup>	9,24±1,91 <sup>b</sup>
	<b>Probabilité</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
Interaction	Macrofaune*modes de restitution de la paille	<b>NS (p=0,367)</b>	<b>NS (p&lt;0,082)</b>

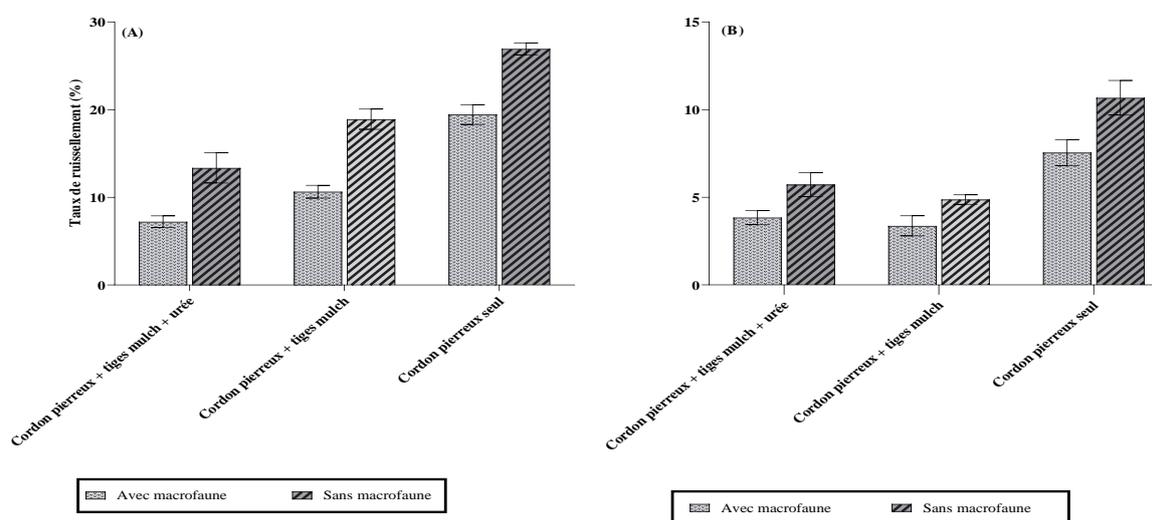
Les moyennes portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % ; ± représentent les écarts types ; Ns : Non Significatif ; THS : Très Hautement Significativement.

Les résultats ont montré que la restitution des pailles combinée aux cordons pierreux a significativement réduit le ruissellement au cours des deux années. En effet, en 2008, le plus faible taux de ruissellement a été enregistré avec le traitement Cordon pierreux + tiges mulch + urée avec 10,29 %. Les taux de ruissellement les plus élevés ont été enregistrés sur le traitement Cordons pierreux seul avec 23,19 %. Les traitements Cordon pierreux + tiges mulch + urée et Cordon pierreux + tiges mulch ont réduit respectivement le taux de ruissellement de 55,66 % et 36,25 % par rapport au Cordon pierreux seul.

En 2009, le plus faible taux de ruissellement a été enregistré avec le traitement Cordon pierreux + tiges mulch avec 4,18 % et du traitement Cordon pierreux + tiges mulch + urée (4,85 %). Ces deux traitements ne diffèrent pas significativement entre eux. Les taux de ruissellement les plus élevés ont été enregistrés avec le traitement Cordons pierreux seul avec 9,24 %. La réduction du taux de ruissellement a été de l'ordre de 54,78 % et 47,54 % par rapport au traitement Cordons pierreux seul pour les traitements Cordon pierreux + tiges mulch et Cordon pierreux + tiges enfouies + urée respectivement.

### 3.3. Effet de l'interaction entre la macrofaune et les modes de restitution de la paille sur le taux de ruissellement.

La figure 1 présente les résultats de l'effet des modes de restitution de la paille et de la macrofaune sur le taux de ruissellement.



**Figure 1.** Effet de l'interaction entre la macrofaune et les modes de restitution de la paille sur le taux de ruissellement (A) : année 2008 ; (B) : année 2009. Les histogrammes portant les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement au seuil de probabilité de 5 % ; les barres d'erreurs représentent les écarts types.

En présence de la macrofaune, les taux de ruissellement ont varié entre 7,21 % avec le traitement Cordon pierreux + tiges mulch + urée et 19,45 % avec le Cordon pierreux seul en 2008 ;

contre des taux de ruissellement de 13,36 % et 36,94 % pour les mêmes traitements en absence de la macrofaune du sol. En 2009, les taux de ruissellement ont varié entre 3,37 % avec le

traitement Cordon pierreux + tiges mulch et 7,55 % avec le Cordon pierreux seul en présence de la macrofaune ; contre des taux de ruissellement de 4,87 % et 10,68 % pour les mêmes traitements en absence de la macrofaune du sol. La présence de la macrofaune a réduit le ruissellement respectivement de 46,05 %, 43,70 %, 43,63 % et 27,81 % avec les traitements Cordon pierreux + tiges mulch + urée, Cordon pierreux + tiges mulch et Cordon pierreux seul comparativement aux mêmes traitements sans macrofaune du sol en 2008. Aussi, la présence de la macrofaune a induit des réductions variant entre 29,29 % et 32,78 % du taux de ruissellement par rapport à l'absence de la macrofaune en 2009.

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Effet de l'application des pesticides et du paillage sur la macrofaune

L'application des pesticides a éliminé 99,79 % et 97,04 % de la macrofaune respectivement au cours des deux années d'études. Des résultats similaires ont été rapportés par Ouédraogo *et al.* (2017). En effet, l'usage des pesticides entraîne une réduction de l'abondance et de la diversité de la macrofaune du sol (Rashmi *et al.*, 2009 ; Paul *et al.*, 2015). Naré *et al.* (2017) ont aussi observé une élimination complète des termites avec l'application de Lambda associé au compost. Cependant, ces auteurs ont noté que l'apport de la matière organique permet de réduire l'effet néfaste des pesticides sur la macrofaune.

La restitution des tiges sous forme de paillage a engendré de forte densité de la macrofaune notamment des termites. Ces résultats corroborent ceux de plusieurs auteurs qui avaient observé une densité élevée des termites sur les parcelles ayant reçu les tiges (Ouédraogo *et al.*, 2004 ; Zida *et al.*, 2011 ; Savadogo *et al.*, 2016 ; Traoré *et al.*, 2016 ; Ouédraogo *et al.*, 2017 et Baga, 2022). La forte densité de termites pourrait s'expliquer par la teneur en cellulose des tiges de sorgho qui attirerait les termites (Zaremski *et al.*, 2009 ; Diop *et al.*, 2013). En effet, Tarmadi *et al.* (2017) soulignaient que la cellulose et la lignine constituent les principales sources de nutriments pour les termites. Par ailleurs, les paramètres abiotiques comme la précipitation, la température, l'humidité relative influenceraient l'abondance et l'activité des termites (Davies *et al.*, 2015 ; Avinash et Kumar, 2019). L'absence des vers de terre sur le cordon pierreux seul est sans doute due à la faible teneur en matière organique du sol et à la non application de matière organique.

Dans les parcelles ayant reçu des pesticides, la densité de la macrofaune a été plus élevée sur les parcelles avec restitution des tiges comparativement au témoin. Ces résultats démontrent que l'apport de la matière organique permet de réduire l'effet néfaste

des pesticides sur la macrofaune comme l'ont souligné Naré *et al.* (2017).

### 4.2. Effet de la macrofaune, du paillage et de leur interaction sur le ruissellement

Les résultats ont montré que la présence de la macrofaune a réduit le ruissellement de 58,68 % et de 44,09 % au cours des deux années. Aussi, quel que soit le mode de restitution des tiges, la présence de la macrofaune a induit de faibles taux de ruissellement. Ces résultats confirment plusieurs études antérieures qui avaient montré que la présence de la macrofaune était favorable à la réduction du ruissellement (Larsen *et al.*, 2012 ; Ouédraogo *et al.*, 2017). En effet, les travaux de Ouédraogo *et al.* (2017) ont montré que la suppression de la macrofaune augmentait le ruissellement de 18,24 % à 24,68 %. Les travaux de Larsen *et al.* (2012) ont également montré que la suppression des vers de terre a entraîné un doublement du ruissellement. Par ailleurs, Keesstra *et al.* (2016) ont montré que l'usage des herbicides qui peuvent perturber la macrofaune du sol, entraîne une augmentation du coefficient de ruissellement et de l'érosion. La réduction du ruissellement par la macrofaune s'explique d'une part par les structures biogéniques produites par ces macro-invertébrés qui augmentent la rugosité du sol et constituent des obstacles à l'écoulement de l'eau (Hallaire *et al.*, 2004 ; Jouquet *et al.*, 2007), et d'autre part, par le forage de pores et de galeries (Blouin *et al.*, 2013 ; Apori *et al.*, 2020). Ainsi, Galindo *et al.* (2022) ont observé une corrélation positive entre la macrofaune notamment la diversité des décomposeurs et le taux d'agrégation et d'infiltration. Aussi, Wen et Shao (2022) ont-ils montré que l'activité des vers de terre augmente le délai d'initiation du ruissellement qui améliore ainsi le taux d'infiltration.

Les résultats ont montré que la restitution des tiges a réduit le ruissellement par rapport au cordon pierreux seul en présence comme en absence de la macrofaune du sol. Ces résultats pourraient s'expliquer d'une part par le fait que la paille protège le sol contre l'effet splash des gouttes de pluies et constitue des obstacles à l'écoulement de l'eau. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Gholami *et al.* (2014), Zhang *et al.* (2016), Ben-Salem *et al.* (2018), Kavian *et al.* (2018), Keesstra *et al.* (2019), Rahma *et al.* (2019), Kavian *et al.* (2020), Gao *et al.* (2022), qui ont montré l'efficacité et l'efficacité du paillage dans la lutte contre le ruissellement et l'érosion hydrique. Par ailleurs, les taux de ruissellement ont été plus faibles en présence de la macrofaune du sol. Cela est sans doute due à la stimulation de l'activité de la macrofaune du sol par les pailles comme l'ont rapporté Savadogo *et al.* (2016), Traoré *et al.* (2016), Ouédraogo *et al.* (2017).

## 5. CONCLUSION

L'application des pesticides a permis d'établir les parcelles sans macrofaune du sol. Les résultats ont montré que la présence de la macrofaune a été favorable à la réduction du ruissellement sur tous les traitements. En effet, l'absence de la macrofaune a entraîné une augmentation du ruissellement de 58,68 % et de 44,09 % au cours des deux années. La restitution des tiges sous forme de paillage a également entraîné une réduction du ruissellement. En effet, en 2008, les traitements Cordon pierreux + tiges mulch + urée et Cordon pierreux + tiges mulch ont réduit respectivement le taux de ruissellement de 55,66 % et 36,25 % par rapport au cordon pierreux seul.

En 2009, la réduction du taux de ruissellement a été de l'ordre de 54,78 % et 47,54 % par rapport au traitement Cordons pierreux seul pour les traitements Cordon pierreux + tiges mulch et Cordon pierreux + tiges mulch + urée. Par ailleurs, la restitution des tiges a engendré de forte densité de la macrofaune notamment des termites ; ce qui a amélioré la performance des parcelles avec macrofaune dans la réduction du ruissellement. Ces résultats démontrent clairement l'impact positif du mulch combiné ou non à l'urée sur l'amélioration de la performance des cordons pierreux dans le contrôle du ruissellement. Cette performance est fortement améliorée par la présence de la macrofaune du sol. Ainsi, la préservation de la macrofaune du sol grâce à une utilisation raisonnée des pesticides de synthèse, de même que leur stimulation par des apports de paille, permettrait de lutter contre le ruissellement et par conséquent la dégradation des sols.

## Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce à l'appui financier de la Fondation Internationale de Science (IFS) et à la contribution du Centre Écologique Albert Schweitzer du Burkina.

## Références

Anderson JM. & Ingram JSI., 1993. *Tropical Soil Biology and Fertility*. A handbook of methods, 2<sup>nd</sup> edn. CAB International, Wallingford, 221 p.

Apori SO., Flarian MM., Hanyabui E., Muli GK. & Wamuyu B., 2020. Role of Military Termites (*Pseudocanthotermes militaris*) in Improving Soil Productivity in Tropical Agroecosystems. *Annu. Res. Rev. Biol.*, 35 (5), 14-19.

Avinash TG. & Kumar NG., 2019. Pest status and seasonal activity of termites in relation to abiotic factors in different field crops. *J. Entomol. Zool.*, 7(1), 1235-1239.

Ayuke FO., Kihara J., Ayaga G. & Micheni AN., 2019. Conservation Agriculture Enhances Soil Fauna Richness and Abundance in Low Input Systems Examples From Kenya. *Front. Environ. Sci.*, 17, 97.

Bach EM., Ramirez KS., Fraser TD. & Wall DH., 2020. Soil Biodiversity Integrates Solutions for a Sustainable Future. *Sustainability*, 12, 26-62.

Bachelier G., 1978. *La faune des sols. Son écologie et son action*. Initiations – Documentations techniques N° 38, O.R.S.T.O.M., Paris, France, 391 p.

Baga S., 2022. *Effet de modes d'occupation du sol et de la zone agro-climatique sur la macrofaune du sol*. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master Géoressources, Spécialité : Sols et Environnement. Université Joseph Ki-Zerbo (UJKZ), 48 p.

Bender SF. & van der Heijden MGA., 2015. Soil biota enhance agricultural sustainability by improving crop yield, nutrient uptake and reducing nitrogen leaching losses. *J. Appl. Ecol.*, 52, 228–239.

Ben-Salem N., Álvarez S. & López-Vicente M., 2018. Soil and Water Conservation in Rainfed Vineyards with Common Sainfoin and Spontaneous Vegetation under Different Ground Conditions. *Water*, 10, 1058.

Bland RG. & Jaques HE., 1947. *How to know the insects*. Wm. C. Brown Company Publishers, 3<sup>rd</sup> edn Dubrique, Iowa, 409 p.

Blouin M., Hodson ME., Delgado EA., Baker G., Brussaard L., Butt KR., Dai J., Dendooven L., Peres G., Tondoh JE., Cluzeau D. & Brun JJ., 2013. A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *Eur. J. Soil Sci.*, 64, 161–182.

Davies AB., Eggleton P., van Rensburg BJ. & Parr CL. 2015. Seasonal activity patterns of African savanna termites vary across a rainfall gradient. *Insect. Soc.*, DOI 10.1007/s00040-014-0386-y.

Delware G. & Aberlenc HP., 1989. *Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale. Clés pour la reconnaissance des familles*. CIRAD–GERDAT, Montpellier, France, 298 p.

Diop A., Ndiaye AB. & Ba CT., 2013. Décomposition de la bouse de bovin sèche et macrofaune associée en zone sahéenne semi-aride (Matam, Sénégal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(1), 147-162.

Galindo V., Giraldo C., Lavelle P., Armbrrecht I. & Fonte SJ., 2022. Land use conversion to agriculture impacts biodiversity, erosion control, and key soil properties in an Andean watershed. *Ecosphere*, 13, e3979.

Gao Z., Xu Q., Si Q., Zhang S., Fu Z. & Chen H., 2022. Effects of Different Straw Mulch Rates on the Runoff and Sediment Yield of Young Citrus Orchards with Lime Soil and Red Soil under Simulated Rainfall Conditions in Southwest China. *Water*, 14, 1119.

Gholami L., Banasik K., Sadeghi SH., Darvishan AK. & Hejduk L., 2014. Effectiveness of straw mulch on infiltration, splash erosion, runoff and sediment in laboratory conditions. *J. Water Land Dev.*, 22 (VII–IX), 51–60.

Grassé PP., 1986. *Termitologia*. Tome III : Comportement – Socialité – Ecologie – Evolution – Systématique. Masson, Paris, France, 715 p.

- Hallaire V., Lamandé M. & Heddadj D., 2004. Effet de l'activité biologique sur la structure des sols soumis à différentes pratiques culturales. Impact sur leurs propriétés de transfert. *Etude et Gestion des Sols*, 11(1), 47–58.
- Jiang Y., Ma N., Chen Z. & Xie H., 2018. Soil macrofauna assemblage composition and functional groups in no-tillage with corn stover mulch agroecosystems in a mollisol area of northeastern China. *Appl. Soil Ecol.*, 28, 61-70.
- Jouquet P., Bottinelli N., Mathieu J., Orange D., Podwojewski P., Henri des Tureaux T. & Tran Duc T., 2007. Impact of Land-Use Change on Earthworm Diversity and Activity: the Consequences for Soil Fertility and Soil Erosion. In: *Gebbie L., Glendinning A., Lefroy-Braun R. & Victor M., eds. Proceedings of the International Conference on Sustainable Sloping Lands and Watershed Management: linking research to strengthen upland policies and practices*. Vientiane: National Agriculture and Forestry Research Institute, Lao PDR, 130-141.
- Kavian A., Gholami L., Mohammadi M., Spalevic V. & Falah Soraki M., 2018. Impact of Wheat Residue on Soil Erosion Processes. *Not Bot Horti Agrobo*, 46(2), 553-562.
- Kavian A., Kalehouei M., Gholami L., Jafarian Z., Mohammadi M. & Rodrigo-Comino J., 2020. The Use of Straw Mulches to Mitigate Soil Erosion under Different Antecedent Soil Moistures. *Water*, 12, 2518.
- Keesstra S., Pereira P., Novara A., Brevik EC., Azorin-Molina C., Parras-Alcántara L. Jordán A. & Cerdà A., 2016. Effects of soil management techniques on soil water erosion in apricot orchards. *Sci Total Environ.*, 551-552, 357-366.
- Keesstra S., Rodrigo-Comino J., Novara A., Giménez-Morera A., Pulido M., Di Prima S. & Cerdà A., 2019. Straw mulch as a sustainable solution to decrease runoff and erosion in glyphosate-treated clementine plantations in Eastern Spain. An assessment using rainfall simulation experiments. *Catena*, 174, 95–103.
- Larsen M.C., Liu Z. & Zou X., 2012. Effects of Earthworms on Slopewash, Surface Runoff, and Fine-Litter Transport on a Humid-Tropical Forested Hillslope in Eastern Puerto Rico. In: *Murphy SF. and Stallard RF., eds. Water Quality and Landscape Processes of Four Watersheds in Eastern Puerto Rico*. Professional paper 1789-G, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, pp. 183-197.
- Lavelle P., Decaëns T., Aubert M., Barot S., Blouin M., Bureau F., Margerie P., Mora P., & Rossi J-P., 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. *Eur J Soil Biol*, 42, S3-S15.
- Naré RWA., Savadogo PW., Traore M., Gountan A., Nacro HB. & Sedogo MP., 2017. Soil Macrofauna Behaviour in the Presence of Pesticides and Organic Amendments. *J. Geosci. Environ. Prot.*, 5, 202-212.
- Ouédraogo E., Mando A. & Brussaard L., 2004. Soil macrofaunal-mediated organic resource disappearance in semi-arid West Africa. *Appl. Soil Ecol.*, 27, 259-267.
- Ouédraogo J., Ouédraogo E., Traoré M., Youl S. & Nacro HB., 2017. Interaction between the management of soil fertility and macrofauna reduces runoff on a lixisol in the north-sudanian zone of Burkina Faso. *Expl Agric.*, 53(1), 12-26.
- Paul BK., Vanlauwe B., Hoogmoed M., Hurisso TT., Ndabamenye T., Terano Y., Six J., Ayuke FO. & Pulleman MM., 2015. Exclusion of soil macrofauna did not affect soil quality but increased crop yields in a sub-humid tropical maize-based system. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 208, 75–85.
- Pauli N., Abbott LK., Negrete-Yankelevich S. & Pilar A., 2016. Farmers' knowledge and use of soil fauna in agriculture: a worldwide review. *Ecol. Soc.*, 21(3), 19.
- Petrikovszki R., Bárányos F., Molnár AG., Tóth F. & Boros G., 2021. Different organic mulch materials affect the abundance of enchytraeids in an open-field experiment. *Columella – J. Agric. Environ. Sci.*, 8(1), 13-24.
- Rahma AE., Warrington DN. & Lei T., 2019. Efficiency of wheat straw mulching in reducing soil and water losses from three typical soils of the Loess Plateau, China. *Int. Soil and Water Conserv. Res.*, 7, 335-345.
- Rashmi MA., Kumar NG. & Mallikarjuna J., 2009. Effects of pesticides and agro-inputs on the abundance of soil macro fauna. *Karnataka. J. Agric. Sci.*, 22(3-Spl. Issue), 635-636.
- Roose E., Arabi M., Bourougaa A., Hamoudi A., Morsli B., Mededjel N., Mazour M. & Brahamia K., 2017. Chapitre 33. La lutte antiérosive, la GCES et la restauration de la productivité de sols dans les montagnes du nord de l'Algérie. In : *Roose E., ed. Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens : Contribution à l'agroécologie*, IRD Éditions, pp. 429-446.
- Savadogo OM., Ouattara K., Ouédraogo I., Sawadogo/Kabore S., Traoré M., Barron J., Gordon L., Pare S. & Zombré NP., 2016. Vegetation improvement and soil biological quality in the Sahel of Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10(3), 1048-1058.
- Sultan B., Roudier P. & Traoré S., 2015. Les impacts du changement climatique sur les rendements agricoles en Afrique de l'Ouest. In : *Sultan B., Lalou R., Sanni AM., Oumarou A. & Soumaré MA., eds. Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*. IRD, Marseille, pp. 209-225.
- Tarmadi D., Yoshimura T., Tobimatsu Y., Yamamura M., Miyamoto T., Miyagawa Y. & Umezawa T., 2017. The effects of various lignocelluloses and lignins on physiological responses of a lower termite, *Coptotermes formosanus*. *J. Wood Sci.*, 63, 464–472.
- Traoré M., Yonli D., Garané A., Birba S., Sawadogo A. & Nikiéma J., 2016. Etude de la dynamique de la macrofaune du sol en culture d'ognon sous usage de diverses pratiques agricoles. *Agronomie Africaine*, 28(2), 73 -83.
- Villiers A., 1979. *Initiation à l'entomologie*. Tome 1 : Anatomie, Biologie et Classification. Nouvelle société des éditions Boubée et Cie, Paris, France, 324 p.
- Wen S. & Shao M., 2022. Effects of anecic earthworms on runoff and erosion on the slope with soil from the loess plateau under a rainfall simulation experiment. *Agric. Water Manag.*, 259, 107230.

Zaremski A., Fouquet D. & Louppe D., 2009. *Les termites dans le monde*. Editions Quæ, 94 p.

Zhang Y., Li H., He J., Wang Q., Chen Y., Chen W. & Ma S., 2016. Effect of mulching with maize straw on water infiltration and soil loss at different initial soil moistures in a rainfall simulation. *Front. Agr. Sci. Eng.*, 3(2), 161–170.

Zida Z., Ouédraogo E., Mando A. & Stroosnijder L., 2011. Termite and earthworm abundance and taxonomic richness under long-term conservation soil management in Saria, Burkina Faso, West Africa. *Appl. Soil Ecol.*, 51, 122-129.

Zougmoré R., Jalloh A. & Tioro A., 2014. Climate-smart soil water and nutrient management options in semiarid West Africa: a review of evidence and analysis of stone bunds and zaï techniques. *Agric. & Food Secur.*, 3(16), 1-8.