

**Dynamique de la Macrofaune des Bas-fonds Soundano –
sahéliens dans un Contexte de Changement Climatique:
Étude de cas dans le Sous-bassin Versant du Nakanbé-Dem au
Centre-nord du Burkina**

Adama Ilboudo

Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement,
Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

Mamoudou Traore

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, INERA,
Ouagadougou, Burkina Faso

Edmond Hien

Zombre Prosper

Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement,
Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

[Doi: 10.19044/esipreprint.11.2022.p95](https://doi.org/10.19044/esipreprint.11.2022.p95)

Approved: 06 November 2022

Posted: 08 November 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Ilboudo A., Traore M., Hien E. & Zombre P (2022). *Dynamique de la Macrofaune des Bas-fonds Soundano – sahéliens dans un Contexte de Changement Climatique: Étude de cas dans le Sous-bassin Versant du Nakanbé-Dem au Centre-nord du Burkina*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.11.2022.p95>

Résumé

La dégradation des bassins versants est une preuve du changement environnemental que connaît l'Afrique de l'ouest. Elle s'exprime par la dégradation des sols de bas-fonds qui demeure une préoccupation récurrente dans les pays sahéliens comme le Burkina Faso. Cette étude analyse la dynamique de la macrofaune des sols de bas-fonds et a pour objectif principal de contribuer à la gestion durable des bas-fonds de la zone soudano-sahélienne. De façon spécifique, il s'est agi de (i) évaluer la richesse spécifique de la macrofaune des sols de bas-fonds, (ii) déterminer la composition de cette macrofaune et (iii) analyser sa distribution selon les sous unités géomorphologiques des bas-fonds et la profondeur du sol. L'étude a été conduite dans le sous-bassin versant du Nakanbé-Dem au

Centre-nord du Burkina Faso. Un échantillonnage spatialisé de la macrofaune du sol par la méthode TSBF a été réalisé pour analyser les principaux facteurs explicatifs de la variabilité spatiale de la macrofaune dans les bas-fonds. La fertilité chimique des sols de bas-fonds en milieu plutonique est faible par rapport au degré moyen de la fertilité des sols de bas-fonds en milieu de l'ensemble volcano sédimentaire. L'évaluation de la macrofaune du sol a révélé que les indices de diversité les plus élevés ne dépassent guère $2,40 \pm 0,09$ pour Shannon et $1,09 \pm 0,02$ pour Piélou. La plus grande proportion de la macrofaune est relevée dans les profondeurs de plus de 20 cm du sol. L'étude a relevé un état dégradé des bas-fonds dont les sols sont de fertilité basse à moyenne. La restauration des écosystèmes de ces bas-fonds nécessite une correction des éléments déficitaires si l'on veut gérer durablement les sols de ces bas-fonds.

Mots-clés: Bas-fonds, dégradation, morphopédologie, macrofaune, fertilité chimique du sol

Macrofauna Dynamics in Sudano-sahelian Lowlands in Climate Change Context: Case Study in Nakanbé-Dem Sub-Watershed In Center-Nord Of Burkina Faso (West Africa)

Adama Ilboudo

Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement,
Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

Mamoudou Traore

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, INERA,
Ouagadougou, Burkina Faso

Edmond Hien

Zombre Prosper

Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement,
Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

Abstract

The degradation of watersheds is proof of the environmental change that West Africa is experiencing. It is expressed by the degradation of lowland soils which remains a recurring concern in Sahelian countries such as Burkina Faso. This study analyzes the dynamics of the macrofauna of lowland soils and has the main objective of contributing to the sustainable management of lowlands in the Sudano-Sahelian zone. It was conducted in

the Nakanbé-Dem sub-watershed in the Center-North of Burkina Faso. The morphological and chemical parameters of lowland soils were determined by the method of soil prospecting according to the toposequence of the lowland including the glaxis, the slope and the central zone. A spatialized sampling of the soil macrofauna by the TSBF method was carried out to analyze the main explanatory factors of the spatial variability of the macrofauna in the lowlands. The chemical fertility of lowland soils in a plutonic environment is low compared to the average degree of fertility of lowland soils in the middle of the sedimentary volcano complex. The evaluation of the soil macrofauna revealed that the highest diversity indices hardly exceed 2.40 ± 0.09 for Shannon and 1.09 ± 0.02 for Piélou. The greatest proportion of macrofauna is found in depths of more than 20 cm from the ground. The study noted a degraded state of the lowlands whose soils are of low to medium fertility. The restoration of the ecosystems of these lowlands requires a correction of the deficit elements if we want to sustainably manage the soils of these lowlands.

Keywords: Lowlands, degradation, morphopedology, macrofauna, soil chemical fertility

Introduction

Les sécheresses sévères des décennies 1970 et 1980 ont durement éprouvé les potentialités des ressources en eau et sol de la sous-région ouest-africaine et produit des conséquences dramatiques au Burkina Faso (Cudennec & Y. Sinaré, 2000) . La production céréalière est de plus en plus déficitaire, les débits des grands cours d'eau et leurs affluents ont baissé de l'ordre de 30 à 60% (Barbier et al., 2011), le tarissement précoce des mares et les lacs est fréquent, le couvert végétal est dégradé et la fertilité des sols fortement réduite. Cette dégradation s'est accompagnée d'une croissance démographique ayant accentué la pression foncière. Les terres cultivables sont surexploitées. Un tel contexte a suscité un intérêt accru des populations pour les zones humides tels que les bas-fonds qui sont devenus des sites privilégiés pour une production mieux sécurisée. Du point de vue technique, les bas-fonds regroupent les fonds de vallée au sens strict, les petites plaines alluviales inondables une partie de l'année, les glaxis et les versants qui contribuent au fonctionnement hydrique des zones dépressionnaires (Lidon et al., 1998). Ils sont situés en amont du réseau hydrographique et constituent des axes élémentaires de drainage des eaux (Houngkpetin, 2003). Utilisant des critères pédologiques, Prince (1999) définit les bas-fonds comme des sols à texture hétérogène situés en position topographique provoquant l'engorgement des sols lors de la saison pluvieuse. En zone soudano-sahélienne, une zone de bas-fond inclue les trois sous unités

géomorphologiques à savoir les zones centrales, les glacis et les versants qui contribuent à son fonctionnement hydrique (Fig.1) (Ilboudo, 2021).

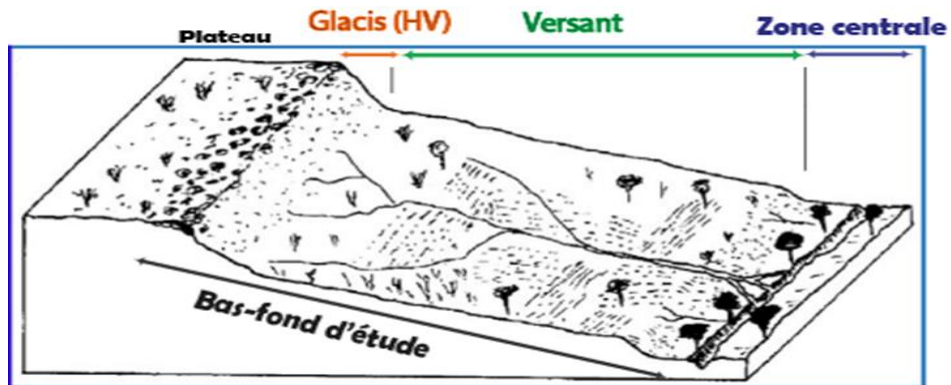


Figure 1. Schéma de la toposéquence du bas-fond

Au regard de leur rôle dans la dynamique de surface du milieu, la valorisation des bas-fonds représente une alternative sérieuse de gestion rationnelle des ressources hydriques dans un contexte de pluviosité limitée. Avec leur richesse naturelle, leur bonne alimentation en eau, les bas-fonds se révèlent, dans ce contexte de changement climatique, comme un potentiel socio-économique très important. Ils font d'ailleurs aujourd'hui l'objet d'une dynamique d'exploitation dans toute l'Afrique sub-saharienne (Windmeijer et al., 2002 ; Barbier et al., 2011). L'exploitation des bas-fonds constitue l'une des stratégies d'adaptation des agriculteurs au changement climatique (Ilboudo, Soulama, Hien, et al., 2020).

La pression foncière sur les bas-fonds est telle qu'il faut désormais concilier l'exploitation et les fonctions des bas-fonds afin d'améliorer leur capacité à fournir des avantages et des services écosystémiques aux communautés locales. Cette pression est particulièrement importante dans le sous-bassin versant du Nakanbé-Dem où la pauvreté de la biodiversité faunique et l'absence de zones de protection de la flore se sont accentuées ces dernières années (Ilboudo, 2020). La faune du sol, sensée contribuer à sa fertilité en a été fortement réduite. Ces organismes telle que la macrofaune contribue à la régulation de la dynamique de la matière organique du sol, la séquestration du carbone, la modification de la structure physique du sol et à l'augmentation de l'acquisition des nutriments par la végétation (Ouédraogo et al., 2004).

La durabilité des fonctions naturelles et agricoles des écosystèmes dépend des organismes du sol (Barrios, 2007). En effet, les « ingénieurs de l'écosystème » (vers de terres, fourmis, termites ...) augmentent la porosité des sols par la formation de galeries et favorisent la stabilité de l'écosystème. Ils contribuent à la rétention de l'eau et constituent une ressource alimentaire

importante pour de nombreux autres animaux. L'action de la macrofaune sur le sol repose sur la remontée des éléments fins, son enrichissement chimique. Elle participe à la formation des réseaux de galeries très importants pour l'aération du sol en favorisant l'infiltration des eaux de surface et offrant des voies de pénétration préférentielles aux racines (Bikay, 2005 ;Sarr et al., 2011). La présence de la macrofaune du sol représentée par les principaux groupes (termites, fourmis et les vers de terre) entraîne une économie d'eau en culture de sorgho et une utilisation efficace des ressources organiques (Ouédraogo et al., 2004).

L'objectif de ce travail est d'étudier la dynamique de la macrofaune des sols de bas-fonds afin d'en évaluer l'état de dégradation. L'hypothèse est que la composition et la diversité de la macrofaune est fonction de l'état de fertilité du sol et varie avec les sous unités géomorphologiques des bas-fonds et de la profondeur du sol.

Zone d'étude

La zone d'étude correspond au sous bassin versant du Nakanbé-Dem, reparté entre les longitudes $1^{\circ}26'30''$ et $0^{\circ}57'43''$ Ouest et les latitudes $13^{\circ}58'58''$ et $13^{\circ}31'48''$ Nord (Fig.2).

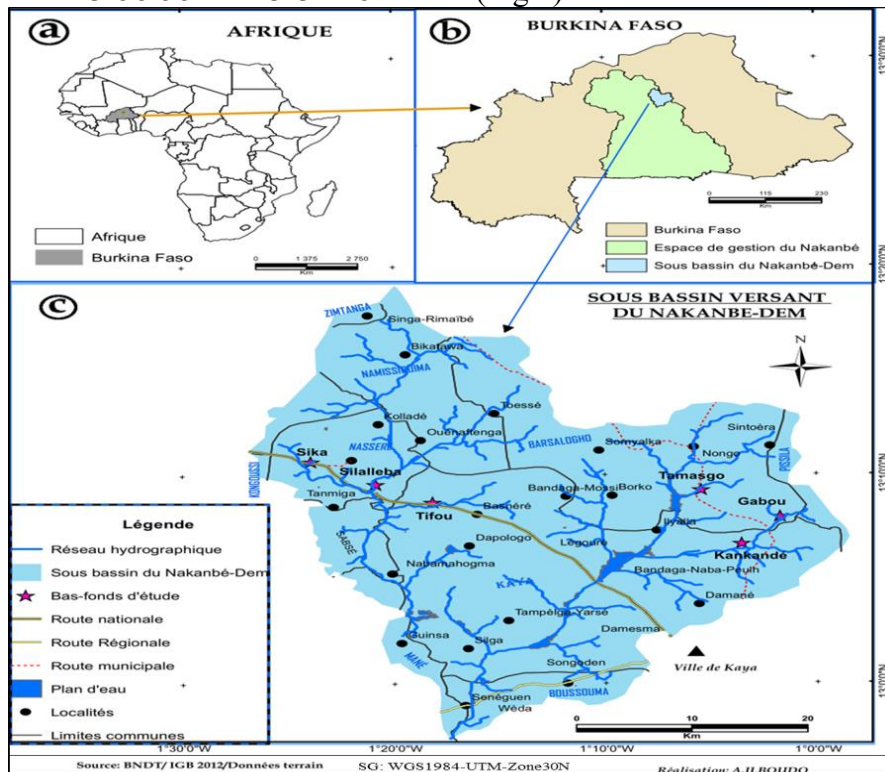


Figure 2. Localisation de la zone et des bas-fonds d'étude

Il est situé administrativement dans la région du Centre-nord du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest). Les données socio-économiques n'étant pas disponibles à l'échelle du sous-bassin du Nakanbé-Dem, celles de la région du Centre-nord ont été considérées. Le régime pluviométrique de la zone est marqué par une seule saison pluvieuse allant de juin à octobre et une saison sèche pour le reste de l'année. Les moyennes annuelles varient entre 600 et 700 mm (Da et al., 2008). Sur la période récente de 1981 à 2015, une hausse des précipitations a été observée dans les localités de Bourzanga, Kaya, Mané, Barsalogo, Boussouma de la zone d'étude (INSD, 2017).

Les températures moyennes annuelles varient entre 20 à 28 °C pendant la saison humide et très élevées en saison sèche, situant entre 35 et 40 °C.

La géologie du sous bassin du Nakanbé-Dem est caractérisée par la prédominance des formations précambriennes, constituées par des volcano-sédimentaires, des sédimentaires et des plutoniques (Fig.3). La géomorphologie fait ressortir des témoins de cuirassement et de ferruginisation typique de cette zone climatique intertropicale. Le modelé s'articule autour des chaînes de collines birrimiennes, constituées de roches vertes (métabasaltes) et de schistes. Sur ces sous unités géomorphologiques, se développent six classes de sols à savoir, les sols minéraux bruts d'érosion (sous-groupe des lithosols), les sols peu évolués d'érosion (sous-groupe des régosols), les sols ferrugineux tropicaux lessivés (sous-groupes indurés, à taches ou concrétions), les sols bruns eutrophes tropicaux, les sols hydromorphes ainsi que les vertisols et paravertisols non grumosoliques (CPCS, 1967). Le réseau hydrographique est constitué de cours d'eau temporaires alimentés en saison des pluies par les eaux de ruissellement provenant des collines avoisinantes. Selon le découpage phytogéographique du Burkina Faso réalisé par Fontès et Guinko (1995), le sous-bassin du Nakanbé-Dem appartient au secteur phytogéographique subsahélien. L'état des formations végétales traduit le caractère sahélien de la zone d'étude. La végétation, à dominante herbacée, est une savane arbustive, et dans le nord, une steppe à arbrisseaux, arbustes et arbres très éparpillés. Elle est jalonnée de forêt-galerie correspondant aux zones humides tels que les bas-fonds (A. K. Ouédraogo, 1999). La savane arborée, très rare, s'observe uniquement le long des plaines, les bas-fonds et les axes des cours d'eau.

La population de la zone d'étude est caractérisée par une croissance démographique de 2,6 % en moyenne est estimée à 1 593 214 habitants en 2016 et 1 787 082 en 2020 (DREP/CN, 2017). Deux ethnies sont prédominantes ; les mossis suivis des peulhs. Les mossis, majoritaires (86, 27%) sont traditionnellement des agriculteurs sédentaires, tandis que les peulhs (9,7 %) sont des pasteurs semi-nomades. Plus de 80 % des habitants dépendent de l'activité agricole qui constitue à 41 % la principale source de

revenus des ménages (SP/CPSA, 2008). L'agriculture est pratiquée en général sur les pénélaines et préférentiellement dans les zones basses telles que les bas-fonds. Elle est pratiquées cumulativement avec l'élevage qui constitue la deuxième grande activité (INSD, 2017) mais très généralisée. Le système d'élevage est de type extensif.

La population majoritairement agricole exploite intensément les bas-fonds qu'ils considèrent comme une alternation face au changement climatique. L'étude a concerné six bas-fonds localisés dans les provinces de Sanmatenga et de Bam (tableau 1).

Tableau 1. Coordonnées géographiques des bas-fonds d'étude

Nom de bas-fonds	Commune	Province	Contexte géologique	Coordonnées géographiques	
				UTM (Zone 30)	
				X	Y
Bas-fond de Kankandé	Kaya	Sanmantenga	Plutonique	711 358	1 462 307
Bas-fond de Gagou	Barsalogho	Sanmantenga	Plutonique	714 671	1 465 896
Bas-fond de Tamasgo	Barsalogho	Sanmantenga	Plutonique	707 859	1 469 414
Bas-fond de Tifou	Kaya	Sanmantenga	Volcano-sédimentaire	684 610	1 467 617
Bas-fond de Fénéguéné	Nasséré	Bam	Volcano-sédimentaire	679 694	1 469 457
Bas-fond de Sika	Nasséré	Bam	Volcano-sédimentaire	674 038	1 472 939

Données et méthodes utilisées

Collecte des données

Les échantillons de sol ont été prélevés à la tarière sur les trois sous unités géomorphologiques des bas-fonds à savoir le glacis, le versant et la zone centrale. Ces échantillons prélevés à trois profondeurs d'horizon de sol (de 0 à 20 cm, de 20 à 40 cm et de 40 à 60 cm) ont fait l'objet d'analyses granulométrique et chimique au Bureau National des Sols (BUNASOLS) du Burkina Faso. Sur chacune des sous unités géomorphologiques des bas-fonds, des prélèvements de la macrofaune ont également été réalisés selon la méthode standard du programme international Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF).

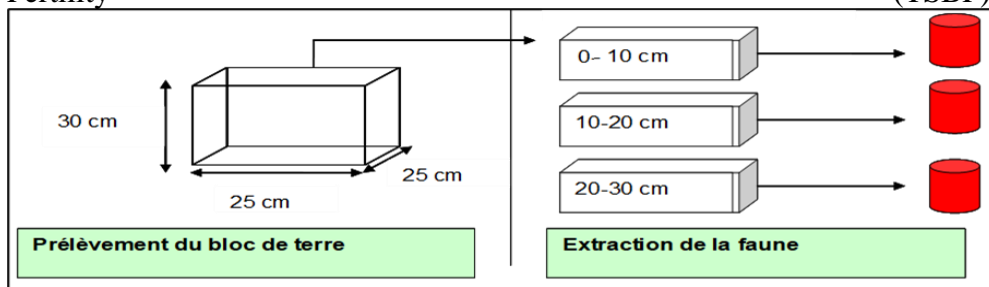


Figure 3. Schéma de prélèvement du bloc de terre et d'extraction de la macrofaune

Source : Anderson *et al.*(1993)

La méthode consiste à isoler un monolithe de sol de 25 cm x 25 cm x 30 cm de profondeur (Anderson & Ingram, 1993). Le monolithe a été débité en trois strates : 0-10 cm, 10-20 cm et 20-30 cm (Fig.4). Chacune des strates a été déposée dans un plateau et ses macro- invertébrés triés manuellement à l'aide d'une loupe binoculaire (Fig.4). La litière du monolithe a été rassemblée et sa faune immédiatement triée. Les macro-invertébrés récoltés ont été fixés dans l'alcool à 75 %. Ils ont ensuite été identifiés au laboratoire de Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (CNRST) et classés en fonction de leur groupe taxonomique à l'aide de la clé de la reconnaissance (Delvare & Aberlenc, 1989).

Les opérations de prélèvement ont eu lieu dans le mois d'octobre entre 06 et 10 heures du matin. La température à cette période de la journée est moins élevée justifiant une densité plus élevée de la macrofaune dans le sol. Au total, dix-huit (18) monolithes de terre (Fig.6.2-a) ont été prélevés sur les six bas-fonds dont trois par bas-fond en fonction des sous unités géomorphologiques considérées (glacis, versant et zone centrale).

Analyses des données

L'analyse granulométrique a été effectuée pour estimer les dépôts au niveau de chaque sous unité géomorphologique des bas-fonds. L'analyse chimique a été effectuée dans le but d'estimer le niveau de fertilité des sols de bas-fonds

La description de la macrofaune s'est basée sur deux principaux paramètres d'appréciation :

- La diversité spécifique, exprimée par l'Indice de Shannon-Weiner (Legendre & Legendre, 1984) selon la formule:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln (P_i)$$

où H' : indice de biodiversité de Shannon, p_i : probabilité de rencontrer une espèce i sur la placette (monolithe) par rapport au nombre total d'espèces (S) rencontrées dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu). $P(i) = n_i / N$ où n_i est le nombre d'individus pour l'espèce i et N l'effectif d'individus de toutes les espèces. H' est nul quand une seule et même espèce est représentée ; sa valeur est maximale quand toutes les espèces ont la même abondance.

- L'équitabilité (IE) ou régularité ou l'indice de Pielou (1996) qui mesure la répartition équitable des espèces et permet de comparer des peuplements comportant des nombres d'espèces différentes. L'objectif étant d'observer l'équilibre des populations présentes. Sa valeur est donnée par la formule:

$$IE = \frac{H'}{\ln(s)}$$

où S est la richesse spécifique du peuplement. L'équitabilité traduit l'abondance relative des différentes espèces au sein du peuplement. Sa valeur tend vers 0 lorsqu'une espèce domine assez largement un peuplement et est égale à 1 lorsque tous les groupes sont uniformément représentés.

Les données collectées et mesurées sont saisies à l'aide du tableur EXCEL 2016. L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel R. Le test statistique a été appliqué à un niveau de probabilité de $p = 0,05$ pour trouver des différences significatives entre les moyennes.

Résultats

Texture et fertilité chimique du sol

Les sols de bas-fonds du sous-bassin du Nakanbé-Dem ont présenté quasiment les mêmes caractéristiques sur le plan textural (tableau 3).

Tableau 2. Paramètres physico-chimiques des sols de bas-fonds

Bas-fond de Kankandé en milieu d'ensemble plutonique										
Sous unité Géomorph.	Hz (cm)	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)	Ca++ (még)	Mg++ (még)	K+ (még)	pHeau	C tot (%)	CEC (még)
Glacis	0-20	15,69	23,53	60,78	1,69	0,83	0,02	7,29	0,52	2,94
	20--40	17,65	27,45	54,90	2,67	1,16	0,02	8,08	0,39	4,23
	40-60	23,53	23,53	52,94	2,60	0,23	0,02	8,06	0,36	5,20
Versant	0-20	27,45	15,69	56,86	1,45	0,49	0,03	5,40	0,55	3,68
	20--40	31,37	15,69	52,94	1,67	0,91	0,04	5,21	0,32	4,62
	40-60	37,25	17,65	45,10	1,85	0,66	0,02	5,66	0,29	4,09
Zone centrale	0-20	19,61	31,37	49,02	1,52	0,86	0,06	6,43	0,78	3,31
	20--40	25,49	33,33	41,18	1,49	1,24	0,02	6,41	0,56	3,61
	40-60	33,33	29,42	37,25	1,68	0,66	0,01	6,55	0,47	3,07
Bas-fond de Tifou en milieu d'ensemble volcano-sédimentaire										
Unité Géomorph.	Hz (cm)	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)	Ca++ (még)	Mg++ (még)	K+ (még)	pHeau	C tot (%)	CEC (még)
Glacis	0-20	27,45	27,44	45,10	1,28	0,06	0,05	5,29	0,24	2,53
	20--40	15,69	7,84	76,50	1,41	0,10	0,07	5,09	0,32	2,62
	40-60	19,61	11,76	68,60	1,66	0,22	0,03	5,66	0,27	2,90
Versant	0-20	17,65	15,68	66,70	1,70	0,24	0,27	6,60	0,82	3,66
	20--40	21,57	17,65	60,80	1,82	0,81	0,18	7,88	0,65	4,14
	40-60	29,41	13,73	56,90	1,82	0,68	0,12	7,66	0,32	3,53
Zone centrale	0-20	23,53	19,61	56,90	1,62	0,45	0,20	5,79	0,87	4,14
	20--40	27,45	20,61	52,90	2,14	0,55	0,23	5,89	0,81	4,43
	40-60	33,33	23,91	47,10	2,23	1,82	0,12	6,02	0,41	5,53

Sur les deux milieux géologiques, le sable est dominant sur toutes les sous unités géomorphologiques de bas-fonds et dans tous les horizons de sol. Cependant des spécificités granulométriques peuvent être distinguées.

En milieu d'ensemble plutonique les sols des glacis sont de texture d'ensemble argileuse dont la proportion de sable atteint 60,78% dans les horizons de surface suivie de celle de limon (27,45 %) et d'argile (23,53 %). Sur les versants se développent des sols de texture limono-argileuse avec une proportion de sable à 56,86 % et d'argile à 37,25 % tandis que dans les zones centrales des bas-fonds, la texture d'ensemble est limoneuse avec du sable dominant (49,02 %) dans les horizons de surface et de profondeur (37,25%).

En milieu d'ensemble volcano-sédimentaire, les caractéristiques granulométriques ont peu différencié. Le sable reste dominant sur les glacis atteignant une proportion de 76,5% dans les horizons intermédiaires suivi de limon (27,44 %) en surface et d'argile (19,61) en profondeur donnant une texture d'ensemble limono-argileuse à limoneuse. Sur les versants, les sols sont de texture d'ensemble limono-argileuse avec 17,65 % d'argile en surface et 29,41% en profondeur. Dans les zones centrales des bas-fonds, les sols sont de texture d'ensemble limono-sablo-argileuse dans les horizons de surface (23, 53 % d'argile et 19,61 % de limon) et limono-argileuse en profondeur (23,91 % de limon et 33,33 % d'argile).

Quant aux éléments chimiques du sol, l'analyse a relevé que sur les glacis, les bases échangeables varient entre 1,4 cmol/kg à 2,64 cmol/kg. Il y est également relevé un faible taux de carbone (0,60%) et une acidification faible (pH eau=5,29). Sur les versants, les bases échangeables fluctuent entre 2,8 cmol/kg et 1,71 cmol/kg dans un sol présentant une faible acidification (pH eau=6,3) et un taux de carbone de 0,56 %.

Dans les zones centrales, les bases échangeables sont faibles, variant de 2,28 cmol/kg à 3,72 cmol/kg. Le sol y est faiblement basique (pH eau= 7,32) à tendance acide faible (pH eau = 6,3) avec un taux de carbone total relativement plus élevé (0,78%).

En milieu d'ensemble plutonique, les sols ont une faible fertilité dans les 40 cm de profondeur sauf dans les zones centrales où elle est moyenne. Les éléments minéraux y sont en faible quantité. En milieu d'ensemble volcano-sédimentaire, la fertilité est moyenne dans les zones centrales, moyenne à faible sur les versants et faible (basse) sur les glacis (Fig.5).

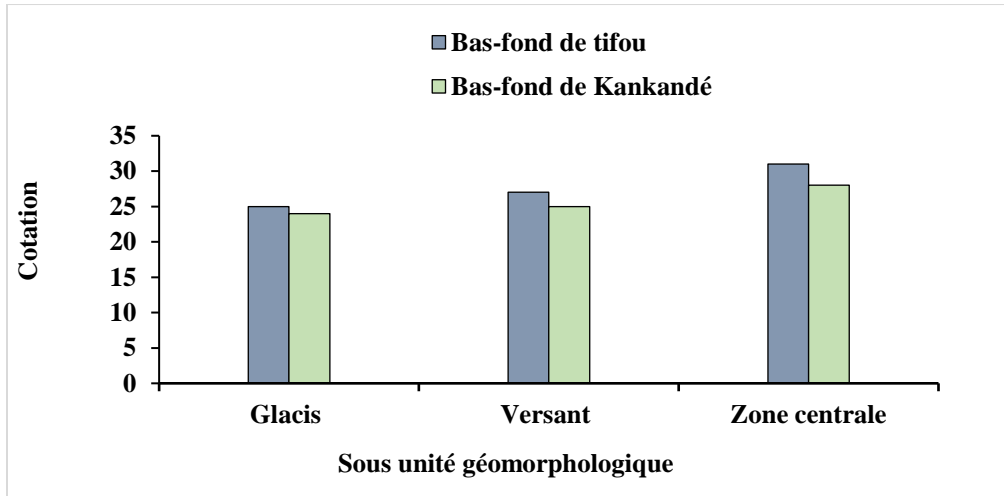


Figure 4. Fertilité des sols selon les sous unités géomorphologiques

Inventaire de la macrofaune des sols de bas-fonds

L'inventaire de la macrofaune a recensé au total, 282 individus pour une richesse spécifique de 63 espèces regroupées en 9 familles et réparties en 6 ordres (Tableaux 6.1 ; et 6.2. Il a montré une dominance de l'ordre des Hyménoptères (47,62 %) suivi des Diplopodes (25,40 %) et des Isoptères (17,46 %). L'ordre des Coléoptères est le moins représenté (1,60 %).

Quant aux familles, les plus dominantes sont les Formicidae (47,62 %), les Iulidae (22,22 %) et les Termitidae (17,46%). Les familles des Anthicidae, des Cimicidae et des Pseudoscorpionidae sont les moins représentées, chacune n'atteignant guère 2%.

En comparant la macrofaune des contextes géologiques considérés, le milieu volcano-sédimentaire a montré une richesse spécifique plus élevée (35 %) que le milieu plutonique (28%). Le plus grand nombre d'espèces, de familles et d'ordres en milieu volcano-sédimentaire. Les ordres de Hyménoptères et les Diplopodes sont les plus dominants dans les deux contextes géologiques. Les espèces les plus représentées dans ces deux contextes géologiques sont les *Microtermes sp* (33,57%), *Orthoporus ornatus* (25,09 %), les *Monomorium pharaonis* (11,66 %) sont, chacune dépassant la proportion 10 % de l'ensemble de la macrofaune inventoriée (Fig.7).

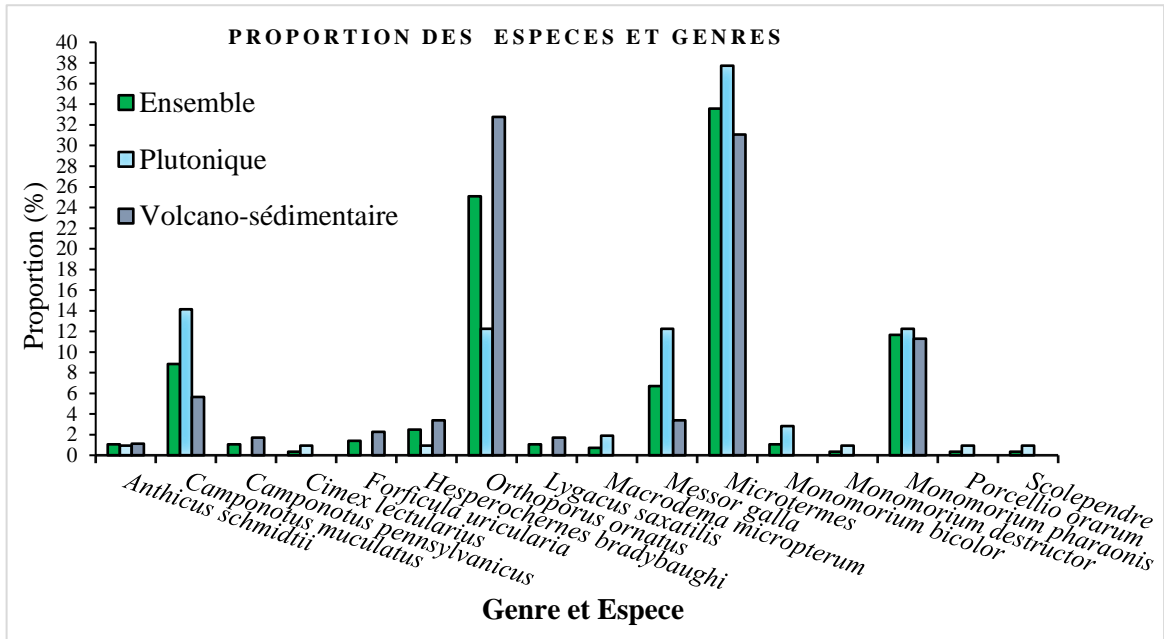


Figure 5. Proportion des espèces en fonction du contexte géologique

Les espèces les plus dominantes sont *Camponotus maculatus*, *Monomorium pharaonis*, *Orthoporus ornatus*, *Microtermes sp* et *Messor galla* et ce quelle que soit la sous unité géomorphologique considérée (tableau 4). La proportion d'individus des zones centrales (57,66%) reste la plus élevée suivie de celle des versant (31,23 %) et de glacis (11, 11 %).

Tableau 3. Liste de la macrofaune recensée en milieu plutonique

Horizon (cm)	Ordre	Famille	Genre et Espece	Nombre par cm ²
Bas-fond de Kankandé				27
k0-10	Hyménoptères	Formicidae	Camponotus maculatus	6
	Hyménoptères	Formicidae	Monomorium pharaonis	4
	Arachnides	Pseudoscorpionidae	Hesperoernes bradybaugl	1
	Coléoptères	Anthicidae	Anthicus schmidtii	1
k10-20	Isoptères	Termitidae	Microtermes	5
	Hyménoptères	Formicidae	Monomorium pharaonis	2
k20-30	Hyménoptères	Formicidae	Monomorium bicolor	3
	Hyménoptères	Formicidae	Camponotus maculatus	2
	Hyménoptères	Formicidae	Messor galla	1
	Isoptères	Termitidae	Microtermes	2
Bas-fond de Gabou				60
G0-10	Hyménoptères	Formicidae	Messor galla	9
	Diplopodes	Iulidae	Iule	2
	Isoptères	termitidae	microtermes	12
	Hyménoptères	Formicidae	Monomorium pharaonés	6
	Diplopodes	Scolopendridae	Scolopendre	1
	Hémiptères	Lygaeidae	Macrodera micropterum	1
G10-20	Hyménoptères	Formicidae	Messor galla	3
	Hyménoptères	Formicidae	Camponotus maculatus	4
	Hémiptères	Cimicidae	Cimex lectularius	1
	Diplopodes	Iulidae	Iule	2
	Hémiptères	Lygaeidae	Macrodera micropterum	1
	Arachnides	Isopodes(Crustacés)	Porcellio orarum	1
G20-30	Isoptères	Termitidae	Microtermes	12
	Hyménoptères	formicidae	Camponotus muculatus	3
	Hyménoptères	Formicidae	Monomorium destructor	1
	Coléoptères	Scarabaeidae	Larve	1
Bas-fond deTamasogo				19
Ta0-10	Diplopodes	Iulidae	Iule	3
	Isoptères	Termitidae	Microtermes	1
	Hyménoptères	Formicidae	Monomorium pharaonis	1
Ta10-20	Diplopodes	Iulidae	Iule	2
Ta20-30	Isoptères	Termitidae	Microtermes	8
	Diplopodes	Iulidae	Iule	4

Légende. **K0-10** = Profondeur du sol entre 0 et 10 cm dans le bas-fond de Kankandé, **K10-20** = Profondeur du sol entre 10 et 20 cm dans le bas-fond de Kankandé, **K20-30** = Profondeur du sol entre 20 et 30 cm dans le bas-fond de Kankandé, **G0-10** = Profondeur du sol entre 0 et 10 cm dans le bas-fond de Gabou, **G10-20** = Profondeur du sol entre 10 et 20 cm dans le bas-fond de Gabou, **G20-30** = Profondeur du sol entre 20 et 30 cm dans le bas-fond de Gabou, **Ta0-10** = Profondeur du sol entre 0 et 10 cm dans le bas-fond de Tamasogo, **Ta10-20** = Profondeur du sol entre 10 et 20 cm dans le bas-fond de Tamasogo, **Ta20-30** = Profondeur du sol entre 20 et 30 cm dans le bas-fond de Tamasogo.

Tableau 4.Liste de la macrofaune recensée en milieu volcano-sédimentaire

Horizon (cm)	Ordre	Famille	Genre et Espece	Nombre par cm ²
bas-fond de Tifou				64
Ti0-10	Hyménoptères	Formicidae	Camponotus pennsylvanicu	3
	Coléoptères	Scarabaeidae	Larves	3
	Diplopodes	Iulidae	Iule	8
	Hyménoptères	Formicidae	Messor gala	3
	Arachnides	Pseudoncorpronidae	Hesperochnes bradybaugl	2
Ti0-20	Dermaptères	Forficuclidae	forficula uricularia	4
	Arachnides	Pseudoncorpronidae	Hesperochnes bradybaugl	4
	Isoptères	Termitidae	Microtermes	9
Ti0-30	Isoptères	Termitidae	Microtermes	10
	Diplopodes	Iulidae	Iule	7
	Hémiptères	Lygaeidae	Lygacus saxatilis	3
	Coléoptères	Anthicidae	Anthicus schmidtii	2
	Hyménoptères	Formicidae	Camponotus muculatus	6
Bas-fond de Fénéguéné				60
F0-10	Diplopodes	Iulidae	Iule	39
	Hyménoptères	Formicidae	Monomorium pharaonis	2
F10-20	Hyménoptères	Formicidae	Monomorium pharaonis	5
	Hyménoptères	Formicidae	Camponotus maculatus	3
F20-30	Coléoptères	Staphylinidae	Larves	4
	Hyménoptères	Formicidae	Monomorium pharaonis	2
	Hyménoptères	Formitidae	Microtermes	1
	Hyménoptères	Formicidae	Messor galla	2
	Diplopodes	Iulidae	Iule	2
Bas-fond de Sika				53
S0-10	Coléoptères	Scarabaeidae	Larves	1
	Hyménoptères	Formicidae	Monomorium pharaonis	4
	Hyménoptères	Formicidae	Messor galla	1
	Hyménoptères	Formicidae	Camponotus maculatus	1
S10-20	Diplopodes	Iulidae	Iule	1
	Hyménoptères	Formicidae	Monomorium pharaonis	2
	Isoptères	Termitidae	Microtermes	30
	Coléoptères	Staphylinidae	Larves	2
S20-30	Hyménoptères	Formicidae	Monomorium pharaonis	5
	Diplopodes	Iulidae	Iule	1
	Isoptères	Termitidae	Microtermes	5

Légende. **Ti0-10** = Profondeur du sol entre 0 et 10 cm dans le bas-fond de Tifou, **Ti10-20** = Profondeur du sol entre 10 et 20 cm dans le bas-fond de Tifou, **Ti20-30** = Profondeur du sol entre 20 et 30 cm dans le bas-fond de Tifou, **F0-10** = Profondeur du sol entre 0 et 10 cm dans le bas-fond de Fénéguéné, **F10-20** = Profondeur du sol entre 10 et 20 cm dans le bas-fond de Fénéguéné, **F20-30** = Profondeur du sol entre 20 et 30 cm dans le bas-fond de Fénéguéné, **S0-10** = Profondeur du sol entre 0 et 10 cm dans le bas-fond de Sika, **Ta10-20** = Profondeur du sol entre 10 et 20 cm dans le bas-fond de Sika, **Ta20-30** = Profondeur du sol entre 20 et 30 cm dans le bas-fond de Sika.

Richesse spécifique de la macrofaune

Les richesses spécifiques les plus élevées (tableau 6) sont rencontrées dans le bas-fond de Gabou (7 espèces). Pour une densité moyenne de 6,4/m² d'individus, on y a dénombré quatre (4) familles. Le bas-fond de Sika a enregistré la plus grande densité de macrofaune (10,13 ind/m²) n'appartenant pourtant qu'à trois familles.

Tableau 5. Variation de la densité et de la diversité de la macrofaune en fonction des bas-fonds

Bas-fonds	Nombre Moy.d'ind./ m2	Nombre de familles	Richesse spécifique	H'	IE	Contexte géologique
Kankandé	2,72	5	6	2,20	1,23	Plutonique
Gabou	6,40	4	7	1,78	0,91	
Tamasgo	7,47	2	3	0,66	0,60	
Féneguéné	3,20	1	1	0,56	0,81	Volcano-sédimentaire
Sika	10,13	3	5	0,76	0,47	
Tifou	7,60	3	3	1,24	1,13	

Selon l'Indice de Shannon (H'), la plus grande diversité de macrofaune est observée en milieu plutonique. L'Indice d'Equitabilité (IE) a également montré une meilleure répartition des espèces dans les bas-fonds du milieu plutonique. L'Indice de Shannon et celui d'Equitabilité ont des valeurs plus élevées dans les bas-fonds de Kankandé (H'= 2,20 et IE= 1,23) et Gabou (H'= 1,78 et IE= 0,91). Le bas-fond de Tamasgo a présenté l'Indice de Shannon et l'Indice d'Equitabilité les plus faibles (H'= 0,66 et IE= 0,60).

Distribution de la macrofaune

En fonction des sous unités géomorphologiques des bas-fonds

Une analyse en composantes principales (ACP) a indiqué que l'axe 1 et l'axe 2 expliquent presque 100% de la variabilité des espèces entre les trois sous unités géomorphologiques des bas-fonds (Fig.9). La superposition des projections des espèces et des sous unités géomorphologiques dans le plan factoriel formé par ces deux axes a permis de définir l'axe 1 comme étant celui qui distingue la macrofaune du versant de celle des autres sous unités géomorphologiques (zone centrale et glaciaire). L'axe 2 sépare la macrofaune du glaciaire de celle de la zone centrale et du versant.

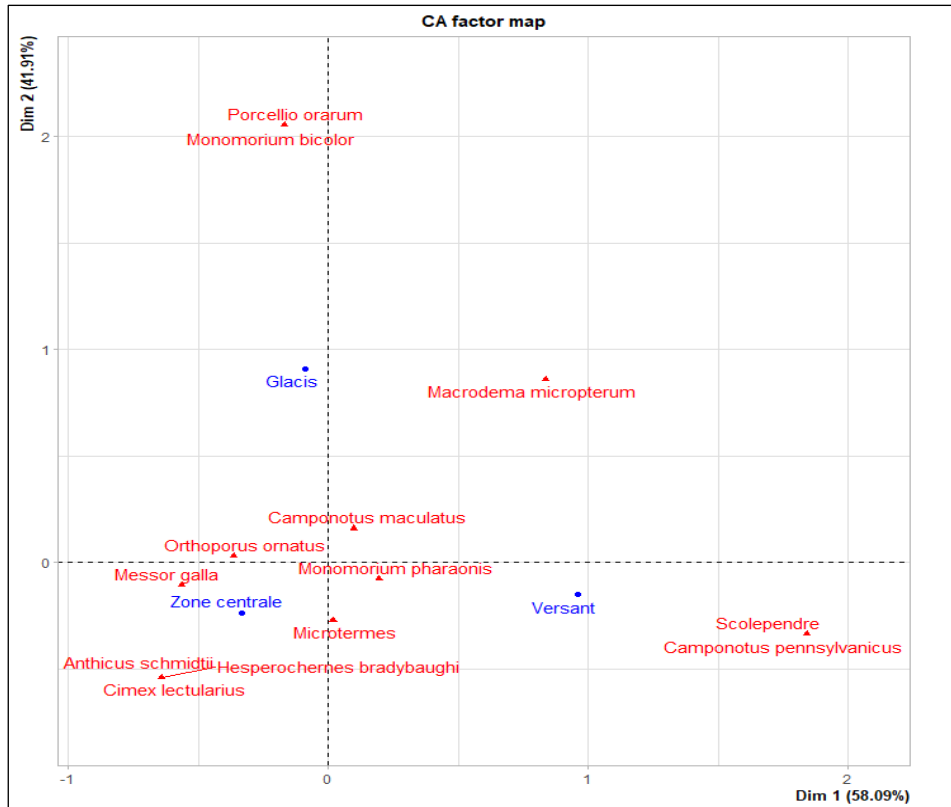


Figure 6. Analyse de la distribution des espèces dans les bas-fonds

L'analyse des variables ayant fortement contribué à l'inertie des axes (Fig. 6.5) a montré que la macrofaune du versant est principalement constituée de *Scolependre*, de *Camponotus pennsylvanicus* tandis que la zone centrale a tendance à abriter les espèces tels que *Messor galla*, *Microtermes*, *Monomorium pharaonis* et *Orthoporus ornatus* qui y sont dominants. A l'inverse, les espèces comme *Porcellio orarum*, *Monomorium bicolor* et *Macrodema micropterum* sont éloignées de la zone centrale des bas-fonds. Elles sont plus portées vers le glacis. Il en ressort que les zones centrales des bas-fonds regorgent plus de macrofaune que les autres sous unités géomorphologiques. Les indices de diversité et d'équitabilité les plus élevés sont enregistrés dans la zone centrale. L'indice de shannon y est de $2,20 \pm 0,32$ et celui de Pélou donne $1,23 \pm 0,12$.

En fonction de la profondeur

La Figure 10 présente la répartition de la macrofaune en fonction de la profondeur. La distribution des espèces le long de l'axe1 indique l'existence d'un gradient de profondeur. La dispersion des relevés sur l'axe 2 a également fait ressortir l'existence d'un gradient responsable de cette

répartition des espèces. Les deux premiers axes expliquent 100 % de la dimension expliquée. L'axe 1 explique 58, 09% de la variance et oppose les espèces des dix premiers centimètres de profondeur à celles se trouvant à plus de 10 cm de profondeur.

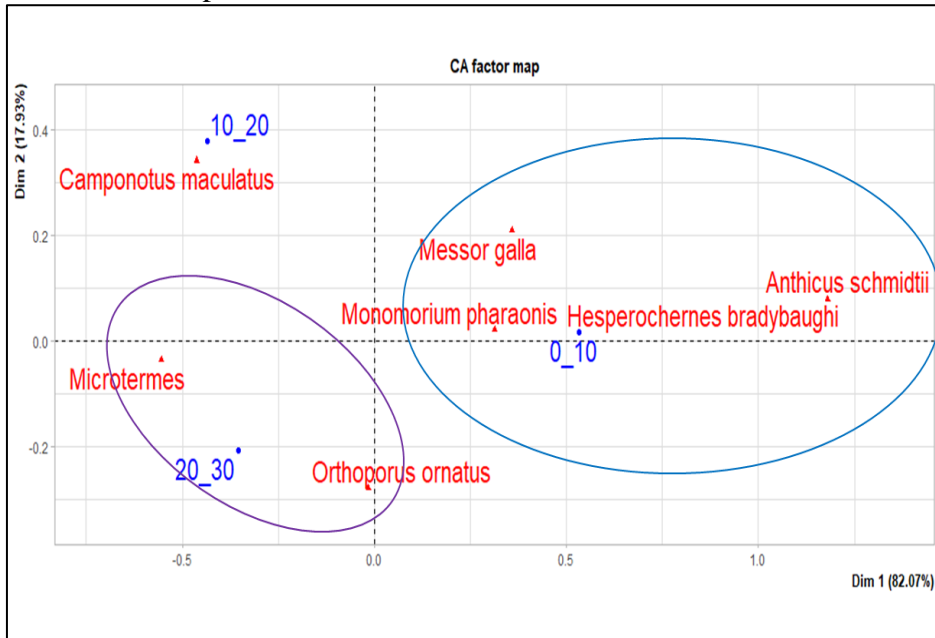


Figure 7. Analyse factorielle de la distribution des espèces dans les zones centrales des bas-fonds

Les espèces comme *Messor galla*, *Monomorium pharaonis*, *Anthicus schmidti*, et *herperochernes bradybaughi* sont plus portées vers les 10 premiers centimètres du sol. Les profondeurs de plus de 10 cm ont enregistré les *Microtermes* sp, *Orthoporus ornatus* et les *Camponotus maculatus*.

Discussion

Rôle de la macrofaune dans l'amélioration de la fertilité du sol

L'analyse a montré que la distribution de la macrofaune varie d'un bas-fond à un autre et, au sein d'un même bas-fond, en fonction de la profondeur du sol. Les bas-fonds du milieu volcano-sédimentaire présentent des richesses spécifiques les plus élevées. La macrofaune est y plus abondante et diversifiée comparativement aux versant et au glaciais. L'Indice de Shannon (H'), la plus grande diversité de macrofaune est observée en milieu plutonique. L'Indice d'Equitabilité (IE) a également montré une meilleure répartition des espèces dans les bas-fonds du milieu plutonique. La relative bonne fertilité du sol dans les zones centrales pourrait être aussi liée à la présence de la macrofaune qui constitue un élément essentiel dans le processus de décomposition et de minéralisation de la matière organique

(Hallaire et al., 2004). La présence de macrofaune appartenant à différents groupes trophiques dans les écosystèmes permet d'améliorer la structure du sol. La productivité des sols est largement influencée par la dynamique des organismes du sol, ses capacités physiques et chimiques (Traore et al., 2012). Selon Ouédraogo et al. (2006), la macrofaune a un important effet sur la dynamique de la matière organique des sols. Elle exerce un rôle important sur la pédogenèse et les propriétés édaphiques à travers ses effets de décomposition des matières organiques, la concentration et le stockage des nutriments, la redistribution et l'organisation des constituants organiques du sol. La présence des termites, en occurrence les humivores, est très étroitement liée à la teneur en matière organique du sol plus élevée qui influence l'installation de ces groupes d'organismes (Ouedraogo et al., 2015).

La macrofaune, par son activité de fouissage, de transport de matière ainsi que par son action sur la microflore et la dégradation de la matière organique contribue à définir les caractéristiques physico-chimiques des sols (Bachelier, 1978). En présence de la macrofaune, 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 sont constatées sur les sols (Doamba et al., 2011 ; Traoré, 2012). Dans les zones centrales des bas-fonds, l'action positive de la macrofaune du sol sur l'agroécosystème se traduit par ses effets sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol d'une part et la régulation de son équilibre biologique d'autre part. Selon Bikay (2005), ce rôle essentiel de la macrofaune résulte de deux types d'activités : le fouissage et la nutrition. Ces activités contribuent à la création de galeries et par conséquent à l'augmentation de la macroporosité du sol. Elles permettent également une distribution plus ou moins homogène de la matière organique le long du profil cultural et son brassage intime avec la matière minérale. Selon Savadogo (2017), la macrofaune, dans la zone en reverdissement, est plus diversifiée et participe pleinement à la qualité des sols. Ilboudo-Tapsoba et al. (2011) ont relevé que la faible proportion de la macrofaune dans les bas-fonds est un indicateur de l'état de dégradation des bas-fonds. Les fourmis, les diplopodes, les vers de terre et les coléoptères plus sensibles aux effets de la dégradation du sol sont des « bio-indicateurs » de l'état de dégradation des écosystèmes (Tondoh, 2008).

Répartition de la macrofaune du sol de bas-fonds

Le nombre d'individus recensés dans les zones centrales des bas-fonds sont plus élevés que celui des versants et des glacis. Nos résultats ont également relevé que le faible couvert végétal sur les versants et les glacis des bas-fonds d'étude correspond à une faible densité en macrofaune. Les zones centrales des bas-fonds, en raison de la matière organique plus

abondante, constituent une source d'énergie et un réservoir d'azote pour la macrofaune dont la densité en dépend (Ouedraogo *et al.*, 2004 ; Zida *et al.*, 2011). Aussi, la forte densité de la végétation dans la zone centrale des bas-fonds est associée à une forte densité en macrofaune. Dans les zones centrales des bas-fonds où l'humidité est élevée, le couvert végétal plus dense protège le sol contre des agressions hydriques et éoliennes ainsi que des variations brutales de température et d'humidité créant ainsi un milieu favorable au développement de la macrofaune (Römbke *et al.*, 2005). Traore *et al.* (2012) ont également trouvé que la diversité de la macrofaune était plus importante dans les jachères riches en matière organique. La formation ripicole plus épanouie dans la zone centrale des bas-fonds y augmente la quantité de la matière organique. Dans une étude similaire Savadogo (2017) a montré que les zones à dense couvert végétal regorgent beaucoup plus de macrofaune que les autres unités due à l'humidité et à la présence des ligneux. Les litières, par leur contenu minéral, leur richesse en glucides, en protéines, en lignines influencent le déterminisme et l'activité de la macrofaune du sol dans les zones centrales (J. Ouedraogo, 2009).

Nos résultats ont montré que la proportion d'individus des zones centrales (57,66%) reste la plus élevée que celles des versant (31,23 %) et de glacis (11, 11 %). Cette faible proportion d'individus sur les versants et les glacis pourrait s'expliquer par le fait le labour mécanisé y est plus pratiqué. Le labour perturbe l'environnement de la macrofaune et concourt aussi à leur destruction par exposition de ceux-ci aux rayons du soleil et aux prédateurs. De plus, il accélère la dégradation de la matière organique, diminuant la part utilisable par la macrofaune. Ces résultats corroborent ceux de Bikay, (2005);Traoré, (2012) qui ont trouvé que les sols très labourés ont les plus faibles proportions de la macrofaune.

Selon la profondeur du sol, les richesses spécifiques sont plus élevées dans les horizons de surface (0-10 cm) où dominent les espèces comme *Messor galla*, *Monomorium pharaonis*, *Anthicus schmidtii*, et *herperochernes bradybaughi* qui sont plus portées vers les 10 premiers centimètres du sol. A l'inverse, les *Microtermes sp* et les *Camponotus maculatus* sont rencontrés dans les profondeurs de plus de 10 cm. L'analyse des variables ayant fortement contribué à l'inertie des axes a montré que les *Microtermes sp* et *Orthoporus ornatus* sont des espèces de profondeur se trouvant à plus 20 cm du sol. Par contre dans les profondeurs inférieures, la macrofaune rencontrée est constituée de *Camponotus maculatus*, *Messor galla*, *Monomorium pharaonis*, *Hesperochernes bradybaughi* et *Anthicus schmidtii*.

Le macro-brassage contribue à la circulation d'importants volumes de sol et la remontée en surface des horizons riches en matière minérale (Zirbes *et al.*, 2009).. Ce qui expliquerait la proportion importante de la macrofaune

dans les horizons de 0-10 cm sur les glacis et les versants. A cette profondeur, la proportion de la macrofaune est encore plus importante dans les zones centrales (41,67%). Les *Microtermes sp* et *Orthoporus ornatus* sont des espèces se situant dans les horizons de profondeur (20-30 cm). Bikay (2005) a relevé que ces organismes étant très sensibles à l'humidité du sol, vont souvent chercher l'eau jusqu'à 30 m de profondeur, contribuant ainsi à l'humidification du profil cultural.

Conclusion

Notre travail visait à étudier la dynamique de la macrofaune dans les sols de bas-fonds de la zone soudano-sahélienne. Les résultats montrent qu'au sein d'un bas-fond, le nombre et les espèces de la macrofaune ont varié le long du gradient géomorphologique et en fonction de la profondeur du sol de fertilité chimique moyenne. La richesse la plus élevée est observée dans les zones centrales des bas-fonds. La faible présence de ces bio-indicateurs révèle un état dégradé des bas-fonds étudiés et peuvent servir à l'élaboration et à la promotion de stratégies de mise en valeur des bas-fonds soudano-sahéliens afin d'améliorer leur état écologique. En outre, la fertilité faible des sols de bas-fonds en milieu plutonique par rapport au degré moyen de la fertilité des sols de bas-fonds du milieu de l'ensemble volcano sédimentaire nécessite une correction des éléments déficitaires si l'on veut gérer durablement les sols de ces bas-fonds

Conflit d'intérêts: Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts sur cet article.

References:

1. Anderson, J., & Ingram, J. (1993). Tropical soil biology and fertility: a Handbook of Metsu. *GeoJournal*, 48, 299-311.
2. Bachelier, G. (1978). *La faune des sols - son écologie et son action*. https://doi.org/http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/Idt/09691.pdf
3. Barbier, B., Ouedraogo, H., Dembélé, Y., Yacouba, H., Barry, B., & Jamin, J. (2011). L'agriculture irriguée dans le Sahel Ouest-africain. *Cahiers Agricultures*, 20, 24–33.
4. Barrios, E. (2007). Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological Economics*, 64(2), 269–285.
5. Bikay, B. S. B. (2005). *Inventaire de la macrofaune en culture cotonnière sous quatre modes de gestion des sols: cas de Windé Pintchoumba (Nord) et Zouana (extrême -Nord)*. Université de Dschang.
6. BUNASOLS. (1990). Manuel pour l'évaluation des terres.

- Documentations Techniques*, 181p.
7. Cudennec, C., & Y. Sinaré. (2000). Relations terre-eau dans les bassins versants ruraux Atelier électronique Interrelations entre agriculture et hydrologie en zone de bas-fond . Exemple du bassin versant. *Etude de Cas. FAO*, 4p.
 8. Da, D., Yacouba, H., & Yonkeu, S. (2008). Unités morphopédologiques et gestion de la fertilité des sols dans le Centre-Nord du Burkina Faso par les populations locales. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 2(3), 306–315. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v2i3.39746>
 9. Delvare, G., & Aberlenc, H.-P. (1989). *Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale: Clés pour la reconnaissance des familles. Montpellier cedex 1 - France.*
 10. Doamba, S. M. F., Nacro, H. B., 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(February), 304–313.
 11. DREP/CN. (2017). Profil régional 2017 du centre-Nord. *Direction Régionale de l'économie et de La Planification Du Centre-Nord*, 52p.
 12. Hallaire, V., Lamandé, M., & Heddadj, D. (2004). Effet de l'activité biologique sur la structure de sols soumis à différentes pratiques culturales. Impact sur leurs propriétés de transfert. *Étude et Gestion Des Sols*, 11, 47–58.
 13. Hounkpetin, C. (2003). Contribution à la mise en valeur du bas-fond de Okeita dans la commune de Pobé (département du Plateau). *Université d'Abomey-Calavi. Thèse*, 134p.
 14. Ilboudo-Tapsoba, E., Tankoano, H., Ouédraogo, M., Dicko, I. O., & Sanon, A. (2011). Diversité des insectes actifs au sol dans quatre écosystèmes de bas-fonds du Burkina Faso: importance pour la détermination de bio-indicateurs caractérisant ces milieux. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5(April), 724–738. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v5i2.72146>
 15. Ilboudo, A. (2020). Spatial dynamics and risks analysis of lowlands degradation potential around of watershed in Center-nord of Burkina Faso (West Africa): Through multi-date Study and satellite tele-analysis. *European Scientific Journal, ESJ*, 16(33), 122–148. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n33p122>
 16. Ilboudo, A. (2021). *Dynamique de dégradation des bas-fonds soudano-sahéliens dans un contexte de changement climatique: étude de cas dans le sous-bassin versant du Nakanbé-Dem au Centre-nord du Burkina Faso.* Joseph KI-ZERBO.

17. Ilboudo, A., Soulama, S., & Hien, E. (2020). Perceptions paysannes de la dégradation des ressources naturelles des bas-fonds en zone soudano-sahélienne : cas du sous bassin versant du Nakanbé-Dem au Burkina. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 14(April), 883–895. <https://doi.org/http://ajol.info/index.php/ijbcs>
18. Ilboudo, A., Soulama, S., Hien, E., & Zombre, P. (2020). Perceptions paysannes de la dégradation des ressources naturelles des bas-fonds en zone soudano-sahélienne: cas du sous bassin versant du Nakanbé-Dem au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(3), 883–895. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i3.19>
19. INSD. (2017). *Projections démographiques des communes du burkina faso de 2007 a 2020*.
20. Legendre, P., & Legendre, L. (1984). *Ecologie Numérique. Le Traitement Multiple des Données Ecologiques (Tome 1)*. (Masson).
21. Lidon, B., Legoupil, J.-C., Blanchet, F., Simpara, M., & Sanogo, I. (1998). Le diagnostic rapide de pré-aménagement (DIARPA). *Agriculture et Développement*, 20, 61–80.
22. Ouédraogo, A. K. (1999). Télédétection et cartographie des sols dégradés dans quelques terroirs du Centre-Nord du Burkina-Faso: Cas des villages de Loaga, Niénéga, Dablo, Namissiguima et Soubeira. *Mémoire de Fin d'études*, 147p.
23. Ouédraogo, E., Mando, A., & Brussaard, L. (2004). Soil macrofaunal-mediated organic resource disappearance in semi-arid West Africa. *Applied Soil Ecology*, 27(3), 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2004.03.003>
24. Ouédraogo, E., Mando, A., & Brussaard, L. (2006). Soil macrofauna affect crop nitrogen and water use efficiencies in semi-arid West Africa. *European Journal of Soil Biology*, 42(SUPPL. 1), 275–277. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.07.021>
25. Ouedraogo, I., Omer, H. S., & Mamoudou, T. (2015). *Diversité des termites et leur Impacts dans les champs de maïs dans deux zones agro écologiques au Burkina Faso* . 26(3), 4150–4160.
26. Ouedraogo, J. (2009). Evaluation de la contribution de la macrofaune du sol sur la performance des mesures de conservation des eaux et des sols. In *Mémoire de fin de cycle*. Université polytechnique de Bobo.
27. Piélou, E. C. (1996). Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.*, 370-383.
28. Prince, A. A. (1999). Etude du fonctionnement hydraulique d'un bas-fond en vue de l'aménagement en zone soudano-guinéenne. Cas du bas-fond d'Akouégba (Glazoué). *Rapport*, 167p.

29. Römbke, J., Jänsch, S., & Didden, W. (2005). The use of earthworms in ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 62(2 SPEC. ISS.), 249–265. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.03.027>
30. Sarr, A., Thiam, A., & Tidiane Bâ, A. (2011). Macrophytes et groupements végétaux aquatiques et amphibies de la basse vallée du ferlo (Sénégal). *African Journal of Science and Technology*, 2(1), 89–97. <https://doi.org/10.4314/ajst.v2i1.44651>
31. Savadogo, M. (2017). Reverdissement au sahel : résilience, diversité biologique et dynamique de la végétation des écosystèmes. *Université Joseph Ki-ZERBO. Thèse*, 135p.
32. SP/CPSA. (2008). Programme de Spécialisation Régionale du Centre-Nord. Burkina Faso. *Ministère de l'Agriculture, de l'Hydrauliques et Des Ressources Halieutiques.*, 108p.
33. Tondoh, J. E. (2008). Effet de la mise en culture des forêts secondaires sur les peuplements de macroinvertébrés du sol dans la zone de contact forêt-savane de Côte d'Ivoire. *Sciences & Nature*, 4(2), 197–204. <https://doi.org/10.4314/scinat.v4i2.42144>
34. Traoré, 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 Impact des pratiques agricoles (rotation , fertilisation et. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso.*
35. Traore, M., Lompo, F., AYUKE, F., Ouattara, B., Ouattara, K., & Sedogo, M. (2012). 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/https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i4.31>
36. Windmeijer, P., Dugué, M., Jamin, J., & Van de Giesen, N. (2002). *Présentation des caractéristiques hydrologiques de la mise en valeur des bas-fonds. Bouaké (Côte d'Ivoire).* 64p.
37. 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. *Applied Soil Ecology*, 51(1), 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.09.001>
38. Zirbes, L., Collin, C., Dufey, J., Tu, P. K., Nguyen, D., Francis, F., Lebailly, P., Haubruge, E., & Brostaux, Y. (2009). Mise en relation de la diversité des vers de terre et des caractéristiques du sol de Thua Thien Hue (Centre Vietnam). *Tropical Conservtion Science*, 2(3), 282–298.