



## DIVERSITE ET STRUCTURATION VERTICALE DE LA MACROFAUNE DU SOL SELON UN GRADIENT D'USAGE AGRICOLE A MBANZA-NGUNGU, RDC

MAMBAKA BUNZE Nathan (1\*), MILAU EMPWAL Fils (2), MASIKA TUTONDELE Jethro(1),  
NZUIKI MBUNGU Alphonse (3), KIWIDI DIANZENZA Loïs (1), NSOMBI DIAMBI Priscille (1)

(1) Faculté des sciences agronomiques et environnement, Université Kongo, Mbanza-Ngungu, RDC

(2) Faculté des sciences agronomiques et environnement, Université de Kinshasa, Kinshasa, RDC

(3) Faculté des sciences agronomiques et environnement, Université Président Joseph Kasa Vubu, Boma, RDC

**Résumé :** La macrofaune du sol joue un rôle clé dans le fonctionnement écologique des écosystèmes, en particulier dans les zones tropicales, mais reste peu étudiée en Afrique centrale. Cette étude a évalué l'effet de trois types d'usage du sol (forêt périurbaine, agroécosystème traditionnel et agroécosystème intensif) sur la densité, la diversité et la distribution verticale de la macrofaune dans la région de Mbanza-Ngungu (République Démocratique du Congo). L'échantillonnage a été réalisé selon la méthode TSBF, sur dix monolithes par site, avec tri manuel des macroinvertébrés et identification au niveau des ordres. Les analyses statistiques ont révélé une diminution significative de la densité et de la diversité (indice de Shannon,  $p < 0,05$ ) avec l'intensification de l'usage du sol. Les Hymenoptera et Gastropoda se sont avérés particulièrement sensibles à l'anthropisation. La stratification verticale de la faune, marquée en forêt (40 % de la densité concentrée en 0–10 cm), s'estompe dans les systèmes cultivés, surtout dans le site intensif où la densité est répartie uniformément entre les couches. Ces résultats confirment que l'intensification agricole perturbe la structure écologique du sol et compromettent les fonctions assurées par la macrofaune. La prise en compte de la biodiversité édaphique dans les pratiques agricoles apparaît essentielle pour garantir la durabilité des agroécosystèmes tropicaux.

**Mots-clés :** macrofaune du sol, biodiversité, usage du sol, stratification verticale, agroécosystème, Mbanza-Ngungu

**Digital Object Identifier (DOI):** <https://doi.org/10.5281/zenodo.18412202>

### 1 Introduction

Les sols représentent l'un des réservoirs de biodiversité les plus complexes et les plus dynamiques de la biosphère. Ils abritent environ un quart des espèces vivantes de la planète (FAO, 2020), jouant un rôle clé dans le maintien des fonctions écosystémiques essentielles telles que la régulation du climat, le cycle des nutriments, la structuration du sol et la production primaire (Orgiazzi *et al.*, 2016; Bardgett & van der Putten, 2014). Parmi les composantes biologiques du sol, la macrofaune édaphique incluant principalement les annélides, arthropodes et mollusques visibles à l'œil nu est reconnue pour son importance fonctionnelle dans la décomposition de la matière organique,

l'aération et le mélange des horizons, et la stimulation des microorganismes (Lavelle *et al.*, 2006; Blouin *et al.*, 2013).

La diversité et l'abondance de cette macrofaune sont fortement influencées par l'usage du sol. Plusieurs études ont montré que les systèmes naturels tels que les forêts primaires ou secondaires présentent une richesse faunique nettement supérieure aux systèmes agricoles, notamment dans les régions tropicales (Decaëns *et al.*, 2006; Tsiafouli *et al.*, 2015). En effet, les pratiques agricoles intensives, telles que le labour, la suppression de la litière, l'utilisation d'intrants chimiques et la monoculture, perturbent l'habitat du sol et réduisent la disponibilité en matière organique, entraînant une perte de biodiversité et d'équilibre fonctionnel (Brussaard *et al.*, 2007; Gholami *et al.*, 2020; Römcke *et al.*, 2020).

Cependant, certains agroécosystèmes à faible intrant, dits « traditionnels », peuvent partiellement conserver une biodiversité fonctionnelle intermédiaire, en particulier lorsqu'ils intègrent des pratiques agroécologiques comme la couverture végétale, l'association culturale et l'apport de résidus organiques (Altieri & Nicholls, 2003; Cardoso *et al.*, 2020). La macrofaune du sol est de ce fait considérée comme un bioindicateur fiable de la qualité des sols tropicaux, car elle réagit rapidement aux changements d'usage du sol et à la gestion agricole (Decaëns *et al.*, 2004; van den Hoogen *et al.*, 2019).

En Afrique centrale, et en particulier en République Démocratique du Congo, peu d'études ont été consacrées à la caractérisation de la macrofaune dans les gradients d'usage du sol, notamment dans les zones périurbaines soumises à une pression agricole croissante. La région de Mbanza-Ngungu, bien que marquée par une diversité de systèmes de culture, n'a jusqu'à présent fait l'objet que d'un nombre limité de travaux sur la biodiversité fonctionnelle du sol. Pourtant, cette zone est représentative des dynamiques agricoles actuelles à la croisée entre pratiques traditionnelles et intensification non régulée.

Dans ce contexte, la présente étude vise à évaluer l'impact de trois types d'usage du sol (forêt périurbaine, agroécosystème traditionnel et agroécosystème intensif) sur la densité, la diversité et la structure verticale de la macrofaune du sol. Elle repose sur l'hypothèse que l'intensification de l'usage du sol entraîne une perte significative de biodiversité et une désorganisation verticale des communautés fauniques. L'objectif est d'identifier les groupes sensibles à l'anthropisation et d'établir un diagnostic écologique de la qualité biologique des sols dans cette région, en vue de soutenir des pratiques agricoles durables et conservatrices des fonctions du sol.

## 2 Matériels et Méthodes

### 2.1 Zone d'étude

Cette étude a été menée dans trois types d'usage du sol situés dans la région de Mbanza-Ngungu (Kongo-Central, RDC) : une forêt périurbaine, un agroécosystème traditionnel et un agroécosystème intensif. Mbanza-Ngungu est une ville agricole importante localisée le long du corridor ferroviaire Matadi-Kinshasa, à environ 150 km à l'ouest de Kinshasa. Elle présente un fort potentiel agricole, notamment en maraîchage, qui constitue l'activité principale de la population locale.

La région bénéficie d'un climat de type Aw4 selon la classification de Köppen, caractérisé par une saison sèche modérée en milieu d'année. La température annuelle moyenne est de 24 °C, avec une pluviométrie moyenne de 1500 mm (Millau *et al.*, 2020). Les sols sont peu structurés, présentant une texture élémentaire défavorable à l'agrégation naturelle. La végétation dominante est une savane herbeuse à graminées, typique des zones soudano-guinéennes.

Les trois sites d'étude sélectionnés sont : - Le site intensif, localisé dans le périmètre ONATRA à Mbanza-Ngungu, caractérisé par une exploitation agricole quasi-régulière, l'usage d'intrants chimiques et un faible couvert végétal permanent ; - Le site traditionnel, situé au village Luvaka (1 km de Mbanza-Ngungu), cultivé avec des pratiques agroécologiques peu intensives, une rotation des cultures, et parfois une couverture organique superficielle ; - La forêt périurbaine, au village Londé (3 km de Mbanza-Ngungu), représentative d'un écosystème semi-naturel à faible perturbation anthropique.

## 2.2 Méthodologie d'échantillonnage

L'échantillonnage de la macrofaune du sol a été effectué en février 2025, en pleine petite saison sèche. La méthode utilisée est celle de référence du programme TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility), recommandée par la FAO pour l'étude de la macrofaune dans les zones tropicales (Anderson & Ingram, 1993). Sur chaque site, un transect de 50 m a été implanté de manière aléatoire. Dix monolithes de sol ont été extraits à intervalles réguliers de 5 m. Chaque monolithe mesurait 25 cm × 25 cm × 30 cm. La litière a été collectée séparément, et la macrofaune visible a été triée manuellement sur le terrain. Le sol de chaque monolithe a été découpé en trois horizons : 0–10 cm, 10–20 cm et 20–30 cm. Chaque horizon a été trié manuellement à l'aide d'un plateau, et les macroinvertébrés visibles à l'œil nu ont été collectés, puis conservés dans de l'éthanol à 90 %. Les spécimens ont été classés selon leur ordre taxonomique, sur la base de clés morphologiques générales (Lavelle & Spain, 2001; Decaëns *et al.*, 2006).

## 2.3 Traitement des données

### Densité de la macrofaune

La densité a été calculée en exprimant le nombre moyen d'individus collectés par mètre carré (ind./m<sup>2</sup>). Le total des individus par taxon a été divisé par le nombre de monolithes (n = 10), puis extrapolé à l'unité de surface (1 m<sup>2</sup>), chaque monolithe couvrant 0,0625 m<sup>2</sup> (25 × 25 cm). Les données de densité ont été utilisées pour comparer les taxons entre les sites et selon la profondeur.

### Indices de diversité

Les indices de diversité taxonomique ont été estimés au niveau des ordres identifiés. Les indices de Shannon-Wiener (H'), de Simpson (1-D) et d'équitabilité de Pielou (J) ont été calculés pour chaque site à l'aide du logiciel PAST v4.13 (Hammer *et al.*, 2001). Ces indices permettent d'évaluer à la fois la richesse, la dominance et la régularité de répartition des groupes taxonomiques.

## 2.4 Analyses statistiques

Avant toute analyse, les données ont été soumises aux tests de Shapiro-Wilk pour la normalité des résidus et Bartlett pour l'homogénéité des variances. Les analyses de variance (ANOVA) ont été réalisées pour comparer : (i) La densité par taxon selon les sites, (ii) Les indices de diversité entre les types d'usage du sol, (iii) La répartition verticale de la densité selon les couches de sol. Les analyses ont été effectuées avec le logiciel R (v4.4.1) (R Core Team, 2024), en utilisant les packages MASS (Venables & Ripley, 2002) et multcomp pour les comparaisons post-hoc de Tukey. Le seuil de signification statistique a été fixé à  $p < 0,05$ .

## 2.5 Figure

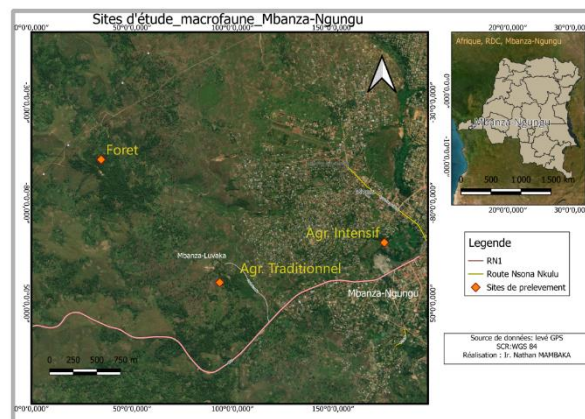


Figure 1. zone d'étude.

## 3 Résultats et discussion

### 3.1 Résultats

#### 3.1.1 Abondance et structure des communautés de la macrofaune selon l'usage du sol

Les résultats montrent des différences marquées dans la densité des taxons de la macrofaune du sol selon les types d'usage du sol étudiés (forêt périurbaine, agroécosystème traditionnel et agroécosystème intensif). La densité moyenne par mètre carré, ainsi que l'erreur standard (se) associé, sont présentés dans le tableau 1 pour chaque ordre.

Les Hymenoptera (principalement des fourmis) ont montré une variation statistiquement significative entre les sites ( $p = 0,006$ ). La forêt et l'agroécosystème traditionnel ont présenté des densités comparables ( $242,8 \pm 17,2$  ind./m<sup>2</sup> et  $232,0 \pm 77,6$  ind./m<sup>2</sup> respectivement), mais une chute nette a été observée dans l'agroécosystème intensif ( $38,4 \pm 12,8$  ind./m<sup>2</sup>). Cette baisse pourrait s'expliquer par la perturbation physique accrue et l'usage intensif d'intrants chimiques dans les champs cultivés, qui réduisent la disponibilité de ressources et perturbent les niches écologiques nécessaires aux Hymenoptera.

Les Haplotaxida (vers de terre) n'ont pas montré de différence significative entre les sites ( $p = 0,271$ ). Toutefois, une tendance à la diminution de la densité du site forestier ( $317 \pm 45,6$  ind./m<sup>2</sup>) vers l'agroécosystème intensif ( $248 \pm 13,3$  ind./m<sup>2</sup>) est observable. La persistance des Haplotaxida malgré l'intensification agricole pourrait être attribuée à certaines espèces opportunistes tolérantes aux perturbations, capables d'exploiter les résidus organiques issus de cultures intensives.

Pour les Diplopoda (mille-pattes), aucune différence significative n'a été détectée ( $p = 0,868$ ). Les densités relativement proches dans les trois systèmes ( $46,1 \pm 8,3$  ind./m<sup>2</sup> en forêt,  $57,8 \pm 21,6$  en agroécosystème traditionnel et  $43,2 \pm 26,8$  en intensif) suggèrent une certaine résilience de ce groupe, probablement liée à leur capacité à se nourrir de divers types de matières organiques en décomposition.

Les Gastropoda (escargots et limaces) ont présenté une variation significative entre les sites ( $p = 0,034$ ). La densité était nettement plus élevée en forêt ( $35,2 \pm 8,8$  ind./m<sup>2</sup>), diminuant dans l'agroécosystème traditionnel ( $12,8 \pm 7,0$  ind./m<sup>2</sup>) et atteignant son plus bas niveau dans l'agroécosystème intensif ( $9,6 \pm 4,8$  ind./m<sup>2</sup>). Cette tendance reflète probablement la dépendance des Gastropoda à des microclimats humides et à des couvertures végétales continues, caractéristiques de l'écosystème forestier.

En revanche, les Coleoptera, Isopoda, Arachnida, Isoptera, Lepidoptera, Blattodea et Orthoptera ont montré une tendance non significative (leurs p-values étant toutes supérieures à 0,05) mais écologiquement pertinentes, entre les types d'usage du sol. Certaines tendances intéressantes méritent d'être notées :

- Les Isopoda (cloportes) et Blattodea (cafards) sont absents ou presque dans les agroécosystèmes intensifs, traduisant une sensibilité à la réduction de l'humidité et à la perte de matière organique en surface.
- Les Isoptera (termites) ont été totalement absents des agroécosystèmes, ne se maintenant que dans la forêt ( $134 \pm 79,1$  ind./m<sup>2</sup>), ce qui souligne leur forte dépendance aux structures boisées et aux ressources lignocellulosiques disponibles dans les milieux forestiers.
- Les Orthoptera (criquets, grillons) étaient totalement absents en forêt, mais présents dans les deux types d'agroécosystèmes ( $14,4 \pm 6,5$  ind./m<sup>2</sup> en traditionnel et  $14,4 \pm 5,0$  ind./m<sup>2</sup> en intensif), illustrant leur préférence pour des milieux ouverts et perturbés.

Enfin, bien que non significatif ( $p = 0,063$  pour Orthoptera ;  $p = 0,073$  pour Isoptera), certaines valeurs approchent le seuil de signification de 0,05, ce qui pourrait suggérer des tendances intéressantes qui mériteraient d'être explorées avec un plus grand nombre d'échantillons.

**Tableau 1.** Abondance et structure des communautés de la macrofaune selon l'usage du sol

Ordre	Forêt	Agroécosystème traditionnel	Agroécosystème intensif
Hymenoptera	242.8±17.2a	232.0±77.6a	38.4±12.8b
Haplotaxida	317±45.6a	270±21.1a	248±13.3a
Diplopoda	46.1±8.3a	57.8±21.6a	43.2±26.8a
Gastropoda	35.2±8.8a	12.8±7.0ab	9.6±4.8b
Coleoptera	39.5±4.6a	43.2±13.5a	32.0±14.3a
Isopoda	11.2±5.3a	6.4±3.5a	0.0±0.0a
Arachnida	17.6±6.5a	9.6±5.4a	11.2±4.8a
Isoptera	134±79.1a	0.0±0.0a	0.0±0.0a
Lepidoptera	14.4±7.3a	28.8±9.1a	38.4±15.4a
Blattodea	4.8±3.4a	0.0±0.0a	0.0±0.0a
Orthoptera	0.0±0.0a	14.4±6.5a	14.4±5.031457a

Les moyennes dans les colonnes suivies de lettres différentes sont significativement différentes pour un seuil de 5 %

### 3.1.2 Indices de diversité de la macrofaune selon l'usage du sol

Les indices de diversité de la macrofaune du sol, calculés à partir des données collectées dans les trois types d'usage du sol, révèlent des variations significatives liées à l'intensification de l'exploitation. Les résultats des indices de Shannon, Simpson et d'équitabilité sont présentés dans le tableau 2.

L'indice de Shannon (H'), qui mesure à la fois la richesse spécifique et l'équitabilité des abondances, montre une différence significative entre les sites ( $p = 0,025$ ). La forêt périurbaine présente la valeur la plus élevée ( $1,410 \pm 0,067$ ), suivie de l'agroécosystème traditionnel ( $1,190 \pm 0,101$ ), et enfin de l'agroécosystème intensif ( $1,070 \pm 0,079$ ). Cette diminution progressive de H' avec l'intensification du système confirme que la diversité fonctionnelle de la macrofaune est affectée négativement par l'agriculture intensive, probablement en raison de la simplification du milieu, de la perturbation du sol et de la diminution de la variété des ressources alimentaires disponibles.

L'indice de Simpson (D), qui met davantage en évidence la dominance d'un ou de quelques groupes dans la communauté, présente une tendance similaire, bien que la différence globale entre sites soit moins marquée ( $p = 0,051$ , limite de la significativité). La forêt conserve la valeur la plus élevée ( $0,675 \pm 0,023$ ), tandis que l'agroécosystème intensif présente la plus faible diversité effective ( $0,562 \pm 0,032$ ). Cette évolution indique une augmentation relative de la dominance de quelques groupes résistants aux perturbations dans les systèmes plus intensifs, alors que les communautés forestières restent plus équilibrées.

L'équitabilité (E), qui exprime la régularité de la distribution des individus entre les taxons, n'a pas montré de différence significative entre les trois types d'usage du sol ( $p = 0,263$ ). Les valeurs observées (Forêt :  $0,606 \pm 0,028$  ; Agroécosystème traditionnel :  $0,678 \pm 0,041$  ; Agroécosystème intensif :  $0,661 \pm 0,021$ ) restent relativement proches. Cela suggère que, malgré la perte de diversité taxonomique totale dans les systèmes agricoles, la répartition des abondances parmi les taxons restants reste globalement équilibrée. En d'autres termes, même si certains groupes disparaissent ou sont fortement réduits, ceux qui persistent tendent à se répartir de manière relativement homogène en termes d'abondance.

Globalement, ces résultats confirment que l'intensification agricole réduit principalement la diversité taxonomique et la complexité fonctionnelle de la macrofaune du sol, sans pour autant affecter drastiquement l'équilibre relatif entre les taxons présents. Ces tendances mettent en évidence l'importance de préserver des pratiques agricoles durables pour maintenir la biodiversité fonctionnelle des sols tropicaux

**Tableau 2.** Indices de diversité de la macrofaune selon l'usage du sol

Site	Shannon (H')	Simpson (D)	Équitabilité (E)
Forêt	1.410±0.067a	0.675±0.023a	0.606±0.028a
Agroécosystème traditionnel	1.190±0.101ab	0.610±0.035ab	0.678±0.041a
Agroécosystème intensif	1.070±0.079b	0.562±0.032b	0.661±0.021a

Les moyennes dans les colonnes suivies de lettres différentes sont significativement différentes pour un seuil de 5 %

### 3.1.3 Répartition verticale relative de la macrofaune du sol

L'analyse de la répartition verticale relative de la macrofaune du sol (figure 1) révèle des profils contrastés selon les types d'usage du sol, illustrant les effets différenciés des pratiques agricoles sur la structuration verticale des communautés édaphiques.

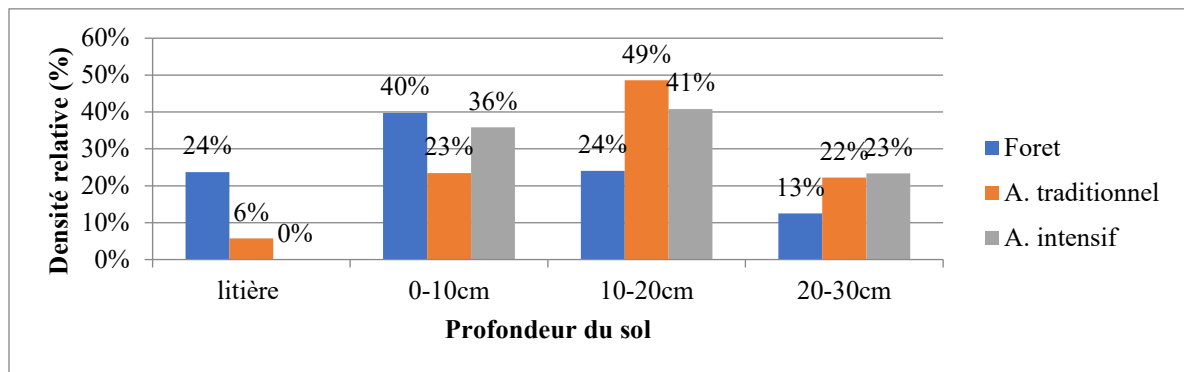
Dans la forêt périurbaine, la macrofaune est principalement concentrée dans les couches superficielles du sol, avec 24 % des individus dans la litière, 40 % dans la couche 0–10 cm, et 24 % dans la couche 10–20 cm, contre seulement 13 % dans la couche 20–30 cm. Cette distribution traduit une stratification verticale naturelle typique des écosystèmes forestiers, où la disponibilité en matière organique fraîche, l'humidité stable et les conditions microclimatiques favorables en surface soutiennent des communautés riches et actives. L'ANOVA significative ( $p = 0,02$ ) confirme l'existence d'un gradient vertical structuré, et suggère que la majorité des processus biologiques se concentrent dans les 10 premiers centimètres du sol, avec un appauvrissement progressif en profondeur.

Dans l'agroécosystème traditionnel, la structure verticale est inversée : seulement 6 % de la macrofaune est présente dans la litière, tandis que les couches 10–20 cm et 20–30 cm regroupent 49 % et 22 % des individus, respectivement. La couche 0–10 cm héberge 23 % des effectifs. Ce profil indique une migration ou une concentration de la macrofaune dans les couches plus profondes, probablement en réponse à une altération de la litière, une sécheresse de surface, ou une réduction de la matière organique facilement disponible en surface. Bien que l'ANOVA globale ne soit pas significative au seuil de 5 % ( $p = 0,06$ ), une différence significative entre la litière et la couche 10–20 cm a été détectée, suggérant que l'impact de certaines pratiques agricoles modérées (sarclage, élimination partielle des résidus, compactage léger) perturbe la distribution verticale naturelle, sans l'homogénéiser complètement.

Dans l'agroécosystème intensif, aucun individu n'a été retrouvé dans la litière (absence totale ou très faible couverture organique), et la macrofaune se concentre à 41 % dans la couche 10–20 cm, 31 % dans la couche 0–10 cm, et 23 % dans la couche 20–30 cm. L'absence de litière et la répartition plus homogène de la densité dans les couches minérales illustrent une perturbation forte du profil écologique du sol, typique des systèmes intensifs où le labour, l'absence de restitution organique, et les intrants chimiques altèrent fortement les habitats souterrains. L'absence de structuration significative ( $p = 0,22$ ) confirme l'idée d'une désorganisation verticale de la macrofaune, où les conditions sont globalement défavorables dans l'ensemble du profil.

Globalement l'Analyse transversale montre donc que : En forêt, on observe une stratification verticale équilibrée (forte activité dans la litière et le haut du sol), caractéristique des systèmes naturels ; Dans le système traditionnel, la macrofaune semble se réfugier en profondeur, traduisant un début de perturbation écologique mais avec maintien partiel de la biodiversité fonctionnelle ; et Dans le système intensif, la perte de litière et l'homogénéisation appauvrie du profil illustrent une altération profonde des niches écologiques verticales.





**Figure 1.** Répartition verticale relative (%) de la densité de la macrofaune du sol selon la profondeur et le type d'usage du sol.

### 3.2 Discussion

Cette étude visait à évaluer l'effet de l'usage du sol sur la diversité et la structure des communautés de macrofaune dans les sols tropicaux, en comparant une forêt périurbaine, un agroécosystème traditionnel et un agroécosystème intensif. Les résultats révèlent une influence nette de l'intensification agricole sur la composition, la densité, la diversité taxonomique et la répartition verticale de la macrofaune.

#### Effets de l'usage du sol sur la densité et la composition de la macrofaune

Les variations d'abondance entre les systèmes d'usage du sol montrent que la forêt périurbaine héberge les densités les plus élevées de macrofaune, suivie de l'agroécosystème traditionnel, puis de l'agroécosystème intensif. Ce gradient est cohérent avec les observations faites par Lavelle *et al.* (2006) et Decaëns *et al.* (2004), qui ont démontré que l'intensification agricole réduit la densité de la faune du sol en diminuant la matière organique disponible, en perturbant le sol (labour) et en modifiant les microclimats. Les Hymenoptera (principalement les fourmis), significativement affectés ( $p < 0,01$ ), étaient plus abondants dans les systèmes peu perturbés, confirmant leur rôle d'indicateurs biologiques sensibles à l'anthropisation (Folgarait, 1998). À l'inverse, des groupes comme les Lepidoptera ou les Orthoptera, souvent mieux adaptés aux milieux ouverts, se retrouvent davantage dans les agroécosystèmes, comme l'ont aussi rapporté Rousseau *et al.* (2012) au Bénin. La présence exclusive ou majoritaire des Isoptera (termites) en forêt soutient les travaux de Jouquet *et al.* (2006), qui soulignent leur forte dépendance aux substrats ligneux et aux conditions microclimatiques stables. Leur disparition dans les champs cultivés traduit donc une altération majeure de l'habitat.

#### Impact sur la diversité taxonomique et la régularité

Les indices de Shannon et Simpson ont montré une diminution significative de la diversité de la macrofaune avec l'intensification de l'usage du sol. Cette tendance, observée également par Barros *et al.* (2002) en Amazonie et Gholami *et al.* (2020) en Iran, confirme que la richesse spécifique et la complexité trophique diminuent dans les systèmes agricoles conventionnels. L'absence de variation significative de l'équitabilité (J) suggère que, même si certaines espèces disparaissent, celles qui persistent tendent à se répartir de manière plus homogène. Cela reflète une résilience fonctionnelle partielle, mais aussi une banalisation écologique (Tsiafouli *et al.*, 2015), où seules les espèces tolérantes et généralistes survivent.

#### Modification de la stratification verticale de la macrofaune

La répartition verticale de la macrofaune est indéniablement affectée par le type d'usage du sol. En forêt, la macrofaune est majoritairement concentrée dans la litière et la couche 0–10 cm, en accord avec les observations de Rossi *et al.* (2006) et Lavelle *et al.* (1995). Cette stratification, perdue dans les systèmes agricoles intensifs, indique une perturbation des niches écologiques et une homogénéisation du profil biologique, comme aussi décrit par Brussaard *et al.* (2007). L'accumulation de la macrofaune dans la couche 10–20 cm dans l'agroécosystème traditionnel pourrait s'expliquer par la migration vers des couches moins perturbées ou plus humides, phénomène également observé par Decaëns *et al.* (2003) sous régime pluvial modéré.

### Enjeux agroécologiques et perspectives

Ces résultats confirment l'impact négatif de l'intensification agricole sur la macrofaune du sol, et donc sur les fonctions écologiques qu'elle soutient, telles que la décomposition de la matière organique, la structuration du sol, et la régulation des pathogènes (Blouin *et al.*, 2013). La macrofaune est un élément fondamental de la qualité biologique des sols tropicaux (FAO, 2020).

Il est donc crucial d'intégrer les approches agroécologiques, telles que la restauration des litières, la limitation du travail mécanique du sol, et la diversification végétale, afin de restaurer la biodiversité fonctionnelle du sol (Altieri et Nicholls, 2003 ; Vanek *et al.*, 2016). Une attention particulière doit également être portée à la conservation des habitats naturels tels que les fragments forestiers, véritables réservoirs de biodiversité.

### 4 Conclusion

Cette étude met en évidence l'impact significatif de l'usage du sol sur la biodiversité et la distribution verticale de la macrofaune dans un contexte tropical. Les résultats montrent une nette diminution de la densité et de la diversité taxonomique dans les systèmes agricoles, particulièrement dans les systèmes intensifs, accompagnée d'une désorganisation de la stratification verticale naturelle observée en forêt. Ces changements reflètent une altération des conditions écologiques du sol induite par les pratiques agricoles intensives (labour, suppression de la litière, intrants chimiques), qui compromettent les fonctions assurées par les organismes du sol. L'agroécosystème traditionnel, bien que moins performant que la forêt, conserve une biodiversité partielle, indiquant que des pratiques agricoles alternatives, moins perturbatrices, peuvent contribuer à maintenir les communautés fauniques du sol et leurs fonctions écologiques. Ces résultats soulignent l'urgence de promouvoir une gestion durable du sol, intégrant la conservation de la faune édaphique comme indicateur de la santé des sols et levier de productivité agroécologique. Pour approfondir cette approche, des études complémentaires à une échelle temporelle plus longue et intégrant d'autres composantes biologiques du sol (microfaune, nématodes, microbiote) sont recommandées, ainsi qu'une analyse plus fine des traits fonctionnels des macroinvertébrés en lien avec les pratiques agricoles locales.

### REFERENCES

- [1] Altieri M.A. & Nicholls C.I., 2003. Soil fertility management and insect pests: Harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil Till. Res.*, 72(2), 203-211.
- [2] Anderson J.M. & Ingram J.S.I., 1993. *Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods*. Wallingford, UK: CAB International.
- [3] Barros E., Pashanasi B., Constantino R. & Lavelle P., 2002. Litter fauna in secondary forests and polyculture systems in the Brazilian Amazon. *Appl. Soil Ecol.*, 20(1), 17-28.
- [4] Blouin M., Hodson M.E., Delgado E.A. et al., 2013. A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *Eur. J. Soil Sci.*, 64(2), 161-182.
- [5] Brussaard L., de Ruiter P.C. & Brown G.G., 2007. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 121(3), 233-244.
- [6] Decaëns T., Lavelle P., Jimenez J.J. et al., 2004. Earthworm community patterns under different land uses in tropical savannas. *Appl. Soil Ecol.*, 27(3), 133-147.
- [7] FAO, 2020. *State of knowledge of soil biodiversity – Status, challenges and potentialities*. Rome, Italy: FAO.
- [8] Fils Milau-Empwal J., Aloni J., Mahele E., Lema A.K. & Francis F., 2020. Contribution à l'étude de la biodiversité entomologique associée à la culture de manioc (*Manihot esculanta* Crantz) dans le territoire de Mbanza-Ngungu (RDC). Thèse de doctorat : Université de Kinshasa, RDC.
- [9] Folgarait P., 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodivers. Conserv.*, 7(9), 1221-1244.
- [10] Gholami S., Kooch Y. & Mohammadi J., 2020. Effects of land use on soil macrofauna in arid and semi-arid regions. *J. Arid Land*, 12(2), 313-324.



- [11] Hammer Ø., Harper D.A.T. & Ryan P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electronica*, 4(1), 9.
- [12] Jouquet P., Dauber J., Lagerlöf J. et al., 2006. Influence of termites on ecosystem functioning. *Ecosyst. Serv.*, 8(4), 469-484.
- [13] Lavelle P. & Spain A.V., 2001. *Soil Ecology*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- [14] Lavelle P., Bignell D., Lepage M. et al., 1995. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. *Biotropica*, 27(4), 436-447.
- [15] Lavelle P., Decaëns T., Aubert M. et al., 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. *Eur. J. Soil Biol.*, 42, S3-S15.
- [16] Orgiazzi A., Bardgett R.D., Barrios E. et al., 2016. *Global Soil Biodiversity Atlas*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- [17] R Core Team, 2024. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- [18] Rossi J.-P., Mathieu J., Cooper M. & Grimaldi M., 2006. Vertical distribution of macrofauna in a tropical soil: variation with depth, rainfall and tree presence. *Eur. J. Soil Biol.*, 42, S110-S113.
- [19] Rousseau L., Tondoh J.E., Hien V. & Lepage M., 2012. Diversité de la macrofaune du sol selon l'usage des terres dans la vallée de l'Ouémé. *Agron. Afr.*, 24(2), 127-138.
- [20] Tsiafouli M.A., Thébault E., Sgardelis S.P. et al., 2015. Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Glob. Change Biol.*, 21(2), 973-985.
- [21] Vanek S.J., Meza K., Ccanto R. et al., 2016. Agroecological benefits and limitations of reduced tillage in tropical smallholder systems. *Renew. Agric. Food Syst.*, 31(6), 437-449.