UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Analyse de la biodiversité des invertébrés du sol du Parc National de la Rusizi et la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena

Dushimirimana, S; Et al.

2021

Bulletin Scientifique sur l'Environnement et la Biodiversité

https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/1906

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

ISSN 2519-0113 (Imprimé)
Bulletin scientifique sur l'environnement et la biodiversité
ISSN 2519-0121 (En ligne)

Bull. sci. environ. biodivers. 5(b): 44-58

ARTICLE DE RECHERCHE

Analyse de la biodiversité des invertébrés du sol du Parc National de la Rusizi et la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena.

Dushimirimana S.*, Kazitsa E.-G., Buhintahe R. & Ndayisenga M.
Ecole Normale Supérieure
Bujumbura-Burundi
Auteur de correspondance: **Dushimirimana S**, **E-mail: dusev2001@yahoo.fr**

Reçu: *le 14 Juin 2021* Accepté: *le 10 Septembe 2021* Publié: *le 29 Septembre 2021*

RESUME :

Cette étude concerne l'analyse de la biodiversité des invertébrés du sol du Parc National de la Rusizi et la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena. L'échantillonnage des invertébrés du sol a été fait en utilisant la méthode de Lavelle & Spain (2001.Au total, 12 698 invertébrés du sol ont été capturés au niveau des localités de Kigwena et Rusizi. Ils ont été classés dans 13 ordres appartenant aux phylla des Arthropodes, des Mollusques et des Annélides. Pour le phylum des arthropodes, les résultats montrent que les Aranéides, les Blattoptères, les Coléoptères, les Hyménoptères, les Isoptères et les Diplopodes ont été trouvés à la fois dans la litière, le sol forestier et dans le sol agricole des deux localités soit 46,15 % des arthropodes trouvés. Le phylum des Mollusques occupe la deuxième position avec 3 ordres, soit 5,62 % de la biodiversité totale alors que les annélides sont seulement représentés par un seul ordre des Opisthopores représentant 2,37 % de la biodiversité totale. En comparant la part de chacune de ces localités dans la biodiversité globale, nous avons trouvé que la localité de Rusizi héberge significativement plus d'ordres que celle de Kigwena.

Mots clés : Invertébrés, sol, biodiversité, réserves naturelles, réserves forestières.

ABSTRACT

This study concerns the analysis of the biodiversity of invertebrates in the soil of the Rusizi National Park the Kigwena Natural Forest Reserve. Sampling of soil invertebrates was done using the method of Lavelle and Spain. A total of 12,698 soil invertebrates were recorded in the localities of Kigwena and Rusizi. They have been classified into 13 orders belonging to the phylla of Arthropods, Molluscs and Annelids. For the arthropod phylum, the results show that Araneids, Blattoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Isoptera and Diplopods were found both in litter, forest soil and in the agricultural soil of the two localities, which represent 46.15% of the arthropods found. The phylum of molluscs comes in second position with 3 orders, which represent 5.62% of total biodiversity, while annelids are only represented by a single order of opisthopores and represent 2.37% of total biodiversity. By comparing the part of each of these localities in the global biodiversity we found that the locality of Rusizi hosts significantly more orders than Kigwena

Key words*:* Arthropods, litter, orders, relative abundance, anthropogenic practices.

I. INTRODUCTION

Les invertébrés du sol jouent un rôle clé dans le bon fonctionnement et la productivité des écosystèmes agricoles ou non agricoles. Ils assurent divers services à l'humanité dont les principaux sont, la dépollution des sols pollués en favorisant l'adsorption des polluants et en les rendant accessibles à la dégradation par les micro-organismes; la fragmentation et l'enfouissement de la matière organique; la structuration du sol en favorisant la circulation de l'eau et la résistance à l'érosion ; le recyclage du carbone et des nutriments minéraux; la redistribution et l'organisation des constituants organiques et minéraux du sol (Beare *et al*. 1997, Girard *et al.* 2005, Decaëns *et al.* 2006, Lavelle *et al*.1992.

Quoique les invertébrés du sol rendent d'importants services à l'humanité, la biodiversité de ces animaux reste curieusement peu connue. En effet, environ 170 000 espèces d'invertébrés du sol sont actuellement connues. Mais, le nombre réel d'espèces doit être plus élevé (Dajoz 2006). Alors que certaines espèces d'invertébrés du sol figurent sur la liste rouge de l'Union Internationale pourla Conservation de la Nature (UICN), ces animaux font relativement objet de peu de recherches dans une perspective de conservation comparativement aux autres groupes d'animaux (Granval 1988).

Au Burundi, quelques inventaires et collections faunistiques réalisés notamment par les chercheurs et amateurs nationaux ou par les étudiants de l'Université du Burundi (UB) et de l'Ecole Normale Supérieure (ENS) lors de leurs travaux de recherche et travaux pratiques existent. Ces inventaires et collections concernent essentiellement les vertébrés comme les oiseaux, les poissons, les mammifères, etc. La faune du sol n'a pas encore fait objet de recherche soutenue et très peu de publications sont disponibles. Elle ne se rencontre que sous formes de quelques vieilles collections réalisées par l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) et l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature (INECN).

Bien que les régions tropicales connaissent une biodiversité élevée (Dajoz 2000), la dégradation de la biodiversité du sol du Burundi ne cesse d'augmenter. Plusieurs écosystèmes naturels sont en état de santé très précaire. Plusieurs espèces se perdraient chaque année suite à diverses activités anthropiques tels les feux de brousse, l'orpaillage, déforestation, la mise en culture, les pastoralismes (INECN, 2000) sans oublier les conséquences du changement climatique qui ne cessent de se manifester dans ces régions.

Alors que ces pressions sur les ressources du sol entrainent la destruction de ces biotopes et altèrent de cette façon la faune y associée (Lévêque et Mounolou 2001), à notre connaissance, la biodiversité des animaux du sol du Burundi n'a pas encore été étudiée. Peu de publications scientifiques dans le Bulletin Scientifique de l'INECN, ou dans des journaux ou revues internationaux existent. Elle n'apparait nulle part aussi dans la Stratégie Nationale et Plan d'Actions en matière de la Diversité Biologique (2000) qui prévoit pourtant (Objectif 6 de conservation) le maintien et l'amélioration de la productivité des sols mais paradoxalement ne prévoit rien sur la conservation de la faune du sol.

L'Objectif global de cette étude est d'analyser l'impact des pratiques anthropiques et changements climatiques sur les invertébrées du sol deux aires protégées, la Reserve Naturelle de la Rusizi et de la Réserve Forestière de Kigwena. De façon spécifique, cette étude a pour objectifs de :

- Déterminer les ordres taxonomiques et leur distribution dans les compartiments (litière et sol) de milieux forestiers et de jachères ;
- Déterminer la variabilité des ordres et leur abondance dans ces compartiments.

Notre hypothèse est que la diversité et l'abondance des taxons de la faune du sol devraient être comparables au sein d'une même région naturelle et ces paramètres devraient par contre différer entre les aires protégées et les milieux agricoles du Burundi. A notre connaissance, ces hypothèses n'ont jamais été testées et tous ces paramètres restent donc à découvrir.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Description de la zone d'étude

La présente étude a concerné le Parc National de la Rusizi (PNR) et de la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena (RNFK) de la région naturelle de l'Imbo. Cette région est située à l'Ouest du Burundi et longe toute la frontière entre le Burundi et la République Démocratique du Congo (RDC) et la rive Est du lac Tanganyika. Son relief est dominé par une plaine située entre 775-1000 m d'altitude. Les sols de la région naturelle de l'Imbo sont des formations récentes établies sur des sédiments lacustres ou des alluvions. Du point de vue agricole, cette région est dominée par les cultures annuelles (le riz, le maïs, le haricot, le cotonnier) et quelques cultures pluriannuelles comme le palmier à huile, des arbres fruitiers et les bananiers (Ford 1990).

II.2. Sites d'étude

A l'intérieur de la Réserve Naturelle de la Rusizi et de la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena, et dans le milieu agricole environnant, un site et les biotopes (litière et sol ont été choisis). Au total, 6 sites situés dans les localités de Mushasha (delta de la rivière Rusizi) en Commune Mutimbuzi, Zone Gatumba et de Kigwena en commune de Rumonge, zone Kigwena ont fait l'objet d'échantillonnage.

Le PN de la Rusizi est situé dans la plaine de la rivière Rusizi au Nord -Est du lac Tanganyika. Elle fait partie des principales aires protégées du rift albertin (Plumptre *et al*, 2007). Les sols de la localité de Mushasha sont, comme sur l'ensemble de la plaine de la Ruzizi, des sols argileux imperméables et gorgés d'eau pendant toute la saison des pluies. Aux abords immédiats de la rivière Rusizi et sur la plage du lac Tanganyika, les sols sont sablonneux. Les sols alluvionnaires dominent lors des inondations (Ntakimazi *et al* 2000).

La forêt péri-guinéenne de la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena (RNFK) se situe au Sud-ouest du Burundi, dans la région naturelle de l'Imbo, dans la province Rumomge en commune Rumonge. Elle se trouve précisément à 14 km de la ville de Rumonge, en bordure du lac Tanganyika à 773-820 m d'altitude. Elle occupe 500 ha, protégée depuis 1952 et est entièrement dominée par la forêt mésophile péri-guinéenne à *Newtonia buchananii* et Albizia *zygia* (Ntakimazi *et al.* 2000).

II.3. Echantillonnage des invertébrés du sol

L'échantillonnage des invertébrés du sol a été fait en utilisant la méthode de Lavelle & Spain (2001). Au niveau des sites choisis, pendant chacun des mois d'avril, juin, août, et Octobre 2014 et 2015, à un intervalle de 30 jours, un échantillon (25 cm ×25 cm) a été prélevé dans la litière (si elle existe). Un autre échantillon (25 cm × 25 cm × 40 cm) était prélevé en creusant le sol ainsi dénudé à l'aide des coups de machette. Chaque site d'étude a été échantillonné 9 fois (2 échantillonnages pour chacun des mois d'avril, juin et août, 3 échantillonnages en Octobre) à des emplacements distants de 50-100 m en différente direction. Dans les milieux naturel et agricole, l'échantillonnage était effectué quasi simultanément.

Après prélèvement, sans tarder, les échantillons étaient transportés dans des sacs en plastiques fermés jusqu' au Laboratoire de Biologie de l'Ecole Normale Supérieure (ENS). Manuellement, tous les invertébrés facilement visibles étaient extraits du sol de chaque échantillon placé dans un bassin et conservés

dans l'éthanol (70 %) à l'air ambiant selon la technique utilisee par Tavernier B. *et al*.1993 et Aubert *et a*l. (2005). A l'instar de Tavernier B. et al.1993 et N'Dri (2010), chaque échantillon était mis dans un entonnoir dont la sortie était fermée par un grillage (7 mm × 7 mm de maille). Il était soumis à la chaleur d'une lampe à incandescence (60 W) placée à 25 cm au-dessus pendant 7 jours consécutifs. Les invertébrés, chassés par la chaleur, migraient vers le fond de l'entonnoir et étaient progressivement récoltés dans des flacons contenant de l'alcool.

II.4. Identification des invertébrés

Sur base des caractéristiques morphologiques externes décrites dans les ouvrages d'Alford 2012, Chinery (2005), Commeau *et al.* (2002), Tavernier B.*et al* 1993, tous les spécimens récoltés ont été identifiés et classés dans leurs ordres respectifs.

II.5. Traitement des données

Afin de caractériser la structure des peuplements des invertébrés dont étaient issus les spécimens collectés, pour chacun des échantillons, l'abondance relative (*AR*) et la fréquence de chaque ordre (Faurie et Ferra, 2012), ont été calculées.

Seuls les ordres présents dans au moins 9 échantillons (sur 27) ont été considérés pour calculer l'abondance relative et pour ne pas biaiser les résultats. La comparaison de la structure des communautés d'invertébrés des différents sites étudiés a été faite à l'aide de l'ANOVA en utilisant le logiciel statistica au seuil de significativité de 5 % ($p < 0,05$). Le test de Mann-Whitney nous a permis de comparer deux groupes et ceux de Kruskal-Wallis et de Scheffé, ont été utilisés lors de la comparaison de plus de trois groupes.

III. RESULTATS

III.1. Biodiversité globale

Au total, 12 698 invertébrés du sol ont été capturés au niveau des localités de Kigwena et Rusizi. Ils ont été classés dans 13 ordres appartenant aux phylla des Arthropodes, des Mollusques et des Annélides. 52,03 % des invertébrés ont été capturés dans la litière et le sol forestier et le reste, soit 47,96 % ont été capturés dans le sol agricole (Tableau 1).
Avec 9 ordres, le phylum des Arthropodes est le plus diversifié. Il rassemble 92 % de la biodiversité totale observée. Pour ce phylum, les Aranéides, les Blattoptères, les Coléoptères, les Hyménoptères, les Isoptères et les Diplopodes (soit 46,15 % des Arthropodes) ont été trouvés à la fois dans la litière, le sol forestiers et dans le sol agricole des deux localités. Les Orthoptères sont communs aux deux localités. Mais, ils ont uniquement été capturés dans le sol agricole. Les Isopodes ont été uniquement enregistrés dans la localité de Rusizi. Les Collemboles sont absents du milieu naturel de Kigwena mais aussi du sol agricole de Rusizi (Tableau 1).

En termes de diversité, le phylum des Mollusques occupe la deuxième position avec 3 ordres, soit 5,62 % de la biodiversité totale. Pour ce phylum, seul l'ordre des Monotocardes (soit 33,33 % des Mollusques) est commun au sol et à la litière des localités échantillonnées. Les Basommatophores ont été trouvés dans la litière et le sol du milieu naturel de Kigwena mais aussi dans le sol agricole de Rusizi. Les Stylommatophores n'ont été enregistrés que dans le sol agricole de cette dernière localité (Tableau 1).

Le phylum des Annélides était le moins diversifié. Il était représenté par le seul ordre des Opisthopores, soit 2,37 % de la biodiversité totale commune à la litière et au sol des localités de Kigwena et Rusizi (tableau 1).

Tableau 1 : Nombre d'individus capturés pour chaque ordre et pour chaque milieu écologique

Phylla	Ordre	Milieu écologique						Total
		Milieu forestier				Milieu agricole		
		Rusizi		Kigwena		Rusizi	Kigwena	
		Litière	Sol	Litière	Sol	Sol	Sol	
Arthropodes	Aranéides	160	25	68	53	153	50	509
	Orthoptères	0	0	0	0	42	5	47
	Blattoptères	116	24	56	8	226	60	490
	Coléoptères	126	88	137	41	281	82	755
	Collemboles	11	18	0	0	0	3	29
	Hyménoptères	620	662	1575	680	1017	2804	7358
	Isopodes	490	105	0	0	769	0	1364
	Isoptères	93	9	46	621	21	169	735
	Diplopodes	151	40	92	17	20	76	396
	Nombre d'ordres	8	8	6	6	8	8	
	% d'Arthropodes							92 %
Mollusques	Stylommatophores	0	0	0	0	56	0	56
	Monotocardes	117	60	158	21	114	50	520
	Basommatophores	0	0	17	6	138	0	138
	Nombre d'ordres	1	1	2	2	3	2	2
	% des Mollusques							5,62 %
Annélides	Opisthophores	27	11	18	40	167	38	301
	Nombre d'ordres	1	1	1	1	1	1	
	% d'Annélides							2,37 %
NTO	**13**	10	10	9	9	12	10	
NTI		1911	1033	2104	1481	3004	3165	12698

NTO: Nombre total d'ordres, NTI : Nombre total d' individus

III.2. Biodiversité de la localité de Kigwena

Au total, 11 ordres ont été observés dans la localité de Kigwena dont 9 proviennent du milieu forestier et 10 du milieu agricole (tableau 1). Toutefois, le nombre d'ordres ne diffère pas significativement entre ces deux milieux (tableau 2).

Dans cette localité, la litière et le sol forestiers ont totalisé chacun 9 ordres contre 10 pour le sol agricole (tableaux 1). Cependant, la comparaison statistique de ces compartiments montre que la litière forestière héberge significativement plus d'ordres que le sol forestier. Il n'y a pas de différence entre ce premier compartiment et le sol agricole (tableau 2).

Tableau 2. Résultats statistiques de la comparaison du nombre d'ordres recensés dans la litière et le sol des milieux forestier et agricole de Kigwena.

a. Synhthèse de l'ANOVA de KrusSAKl-Wallis					
Compartiments	**N**	**∑rangs**	**Moy. des rangs**	**H (2, N = 81)**	**p-valeur**
LF	27	1450,50	53,72	16,26	0,0003*
SF	27	765,50	28,35		
SA	27	1105,00	40,93		
b. Comparaison multiples des rangs moyens (test de Scheffé)					
Libellés			**p-valeur**		
LF *vs* SF			0,0002*		
LF *vs* SA			0,1370		
SF *vs* SA			0,1487		

LF: litière forestière; SF: sol forestier ; SA: sol agricole; *: statistiquement significatif; N: nombre d'observation.

III.3. Biodiversité de la localité de Rusizi

La localité de Rusizi a totalisé 13 ordres différents dont 10 et 12 ordres proviennent respectivement du milieu forestier et du milieu agricole (tableau 1).

La litière et le sol forestiers ont totalisé chacun 10 ordres (tableau 1). Cependant, la comparaison statistique du nombre d'ordres entre ces compartiments révèle que ce nombre est significativement plus important dans la litière forestière que dans le sol forestier (tableau 3). Avec 12 ordres au total (tableau 1), le sol agricole héberge significativement plus d'ordres que le sol forestier (tableau 3). Il n'y a pas de différence entre la litière forestière et le sol agricole (tableau 3).

Tableau 3. Résultats statistiques de la comparaison du nombre d'ordres recensés dans la litière et le sol des milieux forestier et agricole de Rusizi.

a. Synthèse de l'ANOVA de KrusSAKl-Wallis				
Compartiments	**N**	**∑rangs**	**Moyenne des rangs**	**H (2, N = 81)**
LF	27	1272,50	47,20	0,0000*
SF	27	635,50	23,54	
SA	27	1413,00	52,33	
b. Comparaison multiples des rangs moyens (test de Scheffé)				
Libellés			**p-valeur**	
LF *vs* SF			0,0007*	
LF *vs* SA			1,00	
SF *vs* SA			0,00002*	

(LF : litière forestière ; SF : sol forestier ; SA : sol agricole ; * : statistiquement significatif).

III.4. Comparaison de la biodiversité entre les localités de Kigwena et Rusizi

III.4.1. Comparaison de la biodiversité globale

Les localités de Kigwena et Rusizi ont respectivement totalisé 11 et 13 ordres. 91,48 % des Arthropodes, 5,90 % des Mollusques et 2,61 % des Annélides sont communs à ces deux localités (tableaux 1). En comparant la part de chacune de ces localités dans la biodiversité globale observée, le test de Mann-Whitney révèle que la localité de Rusizi héberge significativement plus d'ordres que celle de Kigwena (tableau 4).

Tableau 4. Résultats statistiques de la comparaison du nombre d'ordres entre les localités de Kigwena et Rusizi N: Nombre d'observation

Résultats du test de Mann-Whitney & médiane					
Localité	**N**	**Somme de rangs**	**Médiane**	**U**	**p- valeur**
Kigwena	81	5725,50	4	2404,50	0,003
Rusizi	81	7477,50	6		

III.4.2. Comparaison de la biodiversité de la litière, du sol forestiers et du sol agricole

La litière forestière de Kigwena compte significativement plus d'ordres que le sol forestier de Rusizi. Par contre, le sol forestier et le sol agricole de Kigwena comptent significativement et respectivement moins d'ordres que la litière forestière et le sol agricole de Rusizi. (Tableau 5).

Tableau 5. Résultats statistiques de la comparaison du nombre d'ordres de la litière, du sol forestiers et du sol agricole

a. Synthèse de l'ANOVA de KrusSAKl-Wallis					
Compartiments	**N**	**Moyenne des rangs**	**Somme des rangs**	**H (5, N = 162)**	**p- valeur**
LFK	27	93,96	2537,00	47,66	0,000*
SFK	27	46,94	1267,50		
SAK	27	71,15	1921,00		
LFR	27	105,83	2857,50		
SFR	27	58,26	1519,00		
SAR	27	114,85	3101,00		

b. Comparaison multiples de moyennes des rangs (test de Scheffé)	
Libellés	**p-valeur**
LFK *vs* LFR	1,00
LFK *vs* SAR	1,00
LFK *vs* SFR	0,047*
SAK *vs* SAR	0,0093*
SAK *vs* SFR	1,00
SAK vs LFR	0,099
SFK *vs* SFR	1,00
SFK *vs* LFR	0,00006*
SFK *vs* SAR	0,000002*

LFK : Litière forestière de Kigwena, LFR : Litière forestière de Rusizi, SFK : sol forestier de Kigwena, SFR : sol forestier de Rusizi, SAK : sol agricole de Kigwena, SAR : sol agricole de Rusizi, N : Nombre d'observation, *: statistiquement significatif.

III.5. Fréquence des ordres par milieu écologique

Parmi les Arthropodes, les Hyménoptères sont fréquents à plus de 81 %, les Aranéides et les Coléoptères à plus de 40 % dans tous les milieux faisant objet de notre étude. Les Isopodes capturés seulement à Rusizi, sont fréquents à plus de 37 % dans le milieu forestier et agricole de cette localité (tableau 6).

Parmi, les Mollusques, les Monotocardes sont plus fréquents que ce soit dans la litière, sol forestier et dans le sol agricole de ces deux milieux d'étude à plus de 14 % (tableau 6).
Pour ce qui est des Annélides, les Opistophores sont fréquents à plus de 3 % dans tous les milieux naturels forestiers de Kigwena et de Rusizi mais avec une fréquence de plus de 50 % dans les milieux agricoles de ces deux localités (tableau 6).

Tableau 6 : Fréquence des ordres par milieu écologique

Phylla	Ordres	Fréquence (%) des ordres par type de milieu					
		Milieu naturel				Milieu agricole	
		Rusizi		Kigwena		Rusizi	Kigwena
		Litière	Sol	Litière	Sol	Sol	Sol
Arthropodes	Aranéides	96,30	29,62	70,37	40,74	74,07	51,85
	Blattoptères	59,26	22,22	66,67	14,81	62,96	66,67
	Coléoptères	66,67	70,37	77,78	66,67	92,26	48,81
	Collemboles	29,62	29,62	-	-	-	11,11
	Diplopodes	29,62	33,33	77,78	22,22	29,62	51,19
	Hyménoptères	100,00	100,00	100,00	81,48	96,30	100
	Isopodes	66,67	37,03	-	-	96,30	-
	Orthoptères	-	-	-	-	37,04	14,81
	Isoptères	51,18	7,41	18,52	48,15	33,33	11,11
Mollusques	Basommatophores	-	-	-	3,70	29,62	-
	Monotocardes	66,67	33,33	85,19	14,81	62,96	33,33
	Stylommatophores	-	-	-	-	33,33	-
Annélides	Opisthophores	29,62	3,70	29,62	25,92	33,33	55,56

III.6. Abondance relative des ordres

III.6.1. Abondance relative globale des ordres

Les Arthropodes étaient plus abondants que n'importe quel autre phylum. Ils ont totalisé 92 % des individus capturés contre 5,62, et 2,37 % respectivement pour les Mollusques et les Annélides.

Parmi les Arthropodes, l'ordre des Hyménoptèresest le plus abondant (plus de 57,95 %) quel que soit la région et le compartiment considérés. Les Isopodes apparaissaient avec une abondance totale de plus de 10 % dans la localité de Rusizi (tableau 7).

Parmi les Mollusques, les Monotocardes comptaient le plus d'individus quel que soit le compartiment considéré. Ils rassemblaient 4,09 % des captures. Les Basommatophores et les Stylommatophores rassemblaient respectivement 1,2 et 0,44 % des captures (tableau 7).

Quel que soit le compartiment considéré, l'abondance totale des Annélides ne dépasse pas 2,37 % (tableau 7).

Tableau 7. Abondance relative des ordres

Phylla	Ordres	Abondance relative des ordres (en %)						
		Milieu naturel				Milieu agricole		
		Rusizi		Kigwena		Rusizi	Kigwena	
		Litière	Sol	Litière	Sol	Sol	Sol	Ab. globale
Arthropodes	Aranéides	10,23	15,59	3,37	2,83	4,97	2,12	4,00
	Orthoptères	0,00	0,00	0,00	0,00	1,48	0,15	0,37
	Blattoptères	6,52	2,30	3,03	0,54	8,28	7,41	3,86
	Coléoptères	6,30	11,54	5,47	13,93	10,08	5,46	5,94
	Collemboles	0,35	0,67	0,00	0,00	0,00	0,09	0,25
	Hyménoptères	35,38	61,49	72,75	51,13	32,40	77,82	57,95
	Isopodes	19,83	4,99	0,00	0,00	24,49	0,00	10,74
	Isoptères	2,32	0,86	2,12	32,11	0,73	5,06	7,55
	Diplopodes	4,71	1,94	5,86	1,14	0,59	2,82	3,19
Mollusques	Stylommatophores	0,00	0,00	0,00	0,00	1,95	0,00	0,44
	Monotocardes	12,57	2,69	8,74	1,41	3,46	2,46	4,09
	Basommatophores	0,00	0,00	0,78	0,40	5,34	0,00	1,27
Annélides	Opistophores	1,79	1,05	0,78	2,69	6,23	1,90	2,37

Ab: Abondance

III.6.4. Comparaison de l'abondance des ordres entre les localités de Kigwena et de Rusizi

La comparaison statistique révèle que, parmi les Arthropodes, les Coléoptères sont significativement plus abondants dans le sol agricole de la Rusizi que dans le sol agricole et le sol forestier de Kigwena. Les Aranéides sont moins abondants dans le sol forestier de Kigwena que dans la litière forestière et le sol agricole de Rusizi. Les Diplopodes sont plus abondants dans la litière forestière de Kigwena que dans le sol agricole de Rusizi (tableau 8).

Parmi les Mollusques, les Monotocardes sont significativement plus abondants dans la litière forestière de Kigwena que dans le sol forestier de la Rusizi (tableau 8).

Quel que soit le compartiment considéré, l'abondance des Opisthopores reste comparable dans les localités de Kigwena et de Rusizi.

Tableau 8 : Résultats statistiques de la comparaison de l'abondance des ordres entre les localités de Kigwena et Rusizi

Ordre	Kigwena									Rusizi								
	LFK			SFK			SAK			LFR			SFR			SAR		
	N	R moy	Méd	N	R moy	Méd	N	R moy	Méd	N	R moy	Méd	N	R moy	Méd	N	R moy	Méd
Aran.	27	82,05	2	27	65,51	0	27	68,57	1	27	116,11	5	27	52,27	0	27	104,46	5
Blatt.	27	87,27	0	27	50,51	0	27	89,79	2	27	98,77	4	27	59,11	0	27	103,51	4
Coléo	27	89,25	1	27	53,07	1	27	64,66	0	27	84,07	0	27	71,40	0	27	126,51	10
Hyme	27	112,66	5	27	54,20	7	27	106,98	59	27	63,42	5	27	64,64	3	27	87,07	33
Isopt.	27	74,77	46	27	99,85	0	27	68,81	0	27	97,29	17	27	64,64	20	27	83,85	19
Mono	27	113,25	0	27	52,64	0	27	67,20	0	27	96,81	6	27	69,79	0	27	89,27	2
Opis.	27	78,57	0	27	79,96	0	27	98,22	1	27	80,61	1	27	61,07	0	27	90,55	0
Diplo	27	110,57	0	27	63,88	0	27	90,90	1	27	79,05	3	27	75,83	0	27	68,74	0

N: nombre d'observations; LFK: Litière forestière de Kigwena; SFK: Sol forestier de Kigwena; SAK: Sol agricole de Kigwena; LFR: Litière forestière de Rusizi; SFR: Sol forestier de Rusizi; SAR: Sol agricole de Rusizi; Méd: médiane, Rmoy: rang moyen

IV. DISCUSSION

IV.1. Biodiversité globale

Dans notre étude, 12 698 spécimens d'invertébrés du sol ont été capturés dans les deux localités de Kigwena et Rusizi. Ils ont été classés en 13 ordres appartenant aux phylla des Arthropodes, Mollusques et celui des Annélides. Les zones tropicales se caractérisent généralement par une grande biodiversité de la faune du sol (Nsabimana 2013 ; Muchane *et al*., 2012 ; Siqueira *et al*., 2014 ; Ayuke *et al*., 2009). Plus de 45 % et de 66 % de ces ordres ont été trouvés au Kenya respectivement par Muchane et ses collaborateurs, 2012 dans la région de Massai Mara et Ayuke *et al*., 2009 dans la localité d'Embu.

En considérant le milieu écologique et n'importe quel compartiment de ces milieux, la plupart des ordres trouvés sont des Arthropodes. Les Monotocardes, les Basommatophores et les Stylommatophores sont des Mollusques tandis que les Annélides ne sont représentés que par un seul ordre des Opistophores. Ce résultat s'explique par le fait que la diversité des Arthropodes du sol est de loin supérieure à celle de ces deux autres phylla (Decaëns *et al*.,2006) et également, ils sont ubiquistes (Métral, 2007). Elle s'explique aussi par le fait que d'après Collins 1980, Dangerfield 1990 et Gilot *et al* 1994 leur abondance varie en fonction des conditions climatiques, du type ou qualite du sol et du type de végétation. Bachelier 1978, Koller 2004, Gobat et al (2003), Ramade 2003 et Dajoz 2000 ont montré que la température, le pH, l'humidité du sol ainsi que le régime trophique déterminent la diversité des Arthropodes.

Pour les Arthropodes, les Aranéides, les Coléoptères, les Blattoptères, les Hyménoptères, les Diplopodes et les Isoptères (soit 66 % des Arthropodes) ont été trouvés à la fois dans la litière et sol forestiers ainsi que dans le sol agricole de ces deux localités. Parmi ces ordres les Hyménoptères se sont montrés les plus abondants dans n'importe quelle localité et quel soit le compartiment. La faune du sol vit essentiellement dans la partie superficielle du sol et la majorité de cette faune consomme les débris végétaux en décomposition Pesson, 1971 ; Métral, 2007 et ceci explique la présence de ces ordres dans la litière. L'horizon superficiel du sol présente une forte diversité d'espèces (ordres) animales dont les individus sont généralement en grand nombre (Deprince, 2003). La plupart des Arthropodes sont des transformateurs de la litière (Lavelle & Spain, 2001 ; Bachelier, 1979).

La présence de ces ordres dans le sol forestier et agricole pourrait s'expliquer par la diversité végétale qui y est présente appartenant aux groupes trophiques variés (Métral, 2007), ces ordres peuvent se rencontrer à la fois dans le sol forestier et dans le sol agricole. Les Orthoptères (grillons) ont été inventoriés uniquement dans le sol agricole de la Rusizi et de Kigwena. Ces derniers sont des ravageurs des cultures et ceci explique leurs présences dans le sol meuble agricole et qui constitue aussi leur lieu d'incubation des œufs. Les Isopodes ont été trouvés uniquement dans la localité de la Rusizi. D'après Hamaied *et al*. 2005 les Isopodes préfèrent les sols basiques que les sols acides. Nous avons trouvé que la localité de Rusizi présente un pH basique contrairement à la localité de Kigwena qui est acide ce qui explique la présence de ces isoptères.

A l'intérieur de ce phylum de mollusque, les Monotocardes ont été à la fois trouvés dans la litière, sol forestier et dans le sol agricole de Rusizi et Kigwena. L'ordre des Stylommatophores a été trouvé seulement dans le sol agricole Rusizi. Le fait que les mollusques sont constamment inféodés à l'eau et qu'ils ont été trouvés en abondance à Kigwena et Rusizicela démontre que ces deux sites étudiés disposent des biotopes humides.

Pour ce qui des Annélides (représentés uniquement par les Opisthophores) les résultats montent que les Opistophores sont communs dans toutes les localités et tous les compartiments de Rusizi et de Kigwena. D'après Pesson 1971, les Annélides vivent dans les milieux humides. Des chercheurs ont montré que les Opistophores semblent peu

affectés par le pH du sol (Lavelle *et al*., 1997) et que les sols présentant un pH > à 10 sont défavorables à ces derniers (Bhatti, 1962). Cela explique nos résultats où les Annélides sont représentés uniquement par les Opisthophores.

La localité de la Rusizi héberge 13 ordres alors que celle de Kigwena héberge 11 ordres. Deux ordres (les Isopodes et les Stylommatophores) ont été trouvés uniquement dans la localité de Rusizi. Du point de vue pH, nous avons trouvé que la localité de Rusizi est basique (pH variant de 7,28 à 9,97) alors que celle de Kigwena (pH variant de 3,06 à 6,27) est acide. Les Stylommatophores ont été uniquement inventoriés dans le sol agricole de Rusizi où les cultures étaient dominées par les légumes, les bananiers alors qu'à Kigwena les milieux agricoles échantillonnés étaient dominés par la culture du manioc et était plus sec.

Il a été démontré que la pédofaune est plus réduite dans les sols acides que dans les sols basiques (Deprince, 2003). D'après Muchane *et al*. (2009) et Métral 2007, la disponibilité de la nourriture conditionne la présence de tel ou tel autre ordre. Hamaied et ses collaborateurs 2005 ont montré que les Isopodes vivent dans les milieux basiques.

Nous avons trouvé que la litière forestière de Kigwena et de la Rusizi renferme plus d'ordres que le sol forestier de ces deux localités. Le sol forestier de Kigwena compte significativement moins d'ordres que la litière forestière et le sol agricole de la Rusizi. Aussi, le sol agricole de la Rusizi compte significativement plus d'ordres que le sol agricole de Kigwena.

De nombreux travaux ont montré la grande partie de la faune du sol vit dans la partie superficielle de ce dernier (Idrissi, 2012 ; Pesson, 1971 ; Lavelle & Spain, 2001 ; Bachelier, 1979). Il a été rapporté que la litière est l'horizon superficiel, qui abrite une forte diversité d'espèces (ordres) animales dont les individus sont généralement en grand nombres (Deprince, 2003). Aussi, il a été montré que la plupart des arthropodes (Aranéides, Blattoptères, Coléoptères, Hyménoptères, Isoptères, Collemboles, Acariens et Diplopodes) habitent dans la litière et au niveau de la surface du sol (Métral, 2007) et que ces derniers sont des groupes zoologiques qui sont spécifiques des forêts et plus précisément dans la litière (Mathieu, 2004). Meyer et Maldague 1957 ont également remarqué que, dans les sols du Zaïre, actuelle RDC, plus de 80 % de la faune du sol étaient situés dans l'horizon de fragmentation de la litière. La présence de cette faune est conditionnée par la qualité de la litière présente (Leroy *et al*., 1992 ; Loranger *et al*., 2002 ; Ponge, 2003)**.**

IV.2. Abondance relative des ordres

Les Arthropodes sont les plus abondants dans tous les milieux écologiques échantillonnés et parmi ces derniers, les Hyménoptères (représentés uniquement par des fourmis) viennent en tête. Dans les régions tropicales, parmi les invertébrés du sol, ce sont les vers de terre, les fourmis, les termites et même les Coléoptères qui déploient une activité particulièrement impressionnante dans le sol (Bachelier, 1971 et Deprince, 2003). Les autres chercheurs ont montré que l'abondance varie en fonction des conditions climatiques, du sol et de la végétation (Collins, 1980 ; Dangerfield, 1990 ; Gilot *et al*., 1994). Dans un milieu, l'abondance des invertébrés du sol dépend de la température, du pH, de l'humidité ainsi que le régime trophique (Bachelier, 1978 ; Koller, 2004 ; Gobat *et al*., 2003 ; Ramade, 2003 et Dajoz., 2000).

En effet, l'abondance des Arthropodes pourrait s'expliquer par le fait qu'ils présentent un régime alimentaire varié. Certains sont phytophages (Orthoptères), d'autres phytosaprophages (Isopodes), granivores (Hyménoptères), carnivores (Hyménoptères), coprophage (Diplopodes), etc., les fourmis sont omnivores et ubiquistes. Les Hyménoptères étant également les plus distribués et dominants, ils sont aussi les plus abondants dans différents écosystèmes terrestres (Naiti-Kaci *et al*., 2014). Les Hyménoptères sont des individus pionniers et cosmopolites qui peuvent coloniser n'importe quel milieu ou type du sol (Kusnezov, 1957).

Les Diplopodes et les Monotocardes sont les plus abondants dans la litière forestière de Kigwena que dans le sol. Par contre, dans la localité de Rusizi, les Coléoptères, les Aranéides et les Isopodes sont plus abondants dans le sol agricole que dans le sol forestier. Les Isopodes et les Aranéides sont les plus abondants dans la litière que dans le sol forestier.

En effet, de nombreux travaux sont concordants avec nos résultats. Les études déjà réalisées ont montré que les Diplopodes et les Monotocardes sont des organismes de litière par excellence (Mathieu, 2004) et sont parmi les acteurs principaux dans les processus de dégradation de la litière (Bonkowski *et al.,* 1998). Diplopodes et Monotocardes du sol vivent essentiellement dans la partie superficielle du sol (0 à 10 cm de profondeur) correspondant à la couche de la litière (Pesson, 1971). La litière qui dépend de la végétation et des propriétés physico-chimiques du sol, conditionne la présence de telle ou telle espèce de la faune du sol (Deprince, 2003). Les chercheurs ont montré que les Diplopodes et les Monotocardes font partie de la faune de la litière forestière (Lavelle et al., 1990). Leurs régimes alimentaires en font des occupants du milieu forestier et plus principalement dans la litière (Métral, 2007). Il a été rapporté que les Coléoptères sont des ravageurs des cultures et, l'abondance au sien de ce groupe en fait un acteur important du fonctionnement du sol et particulièrement les sols agricoles. Aussi, il a été mis en evidence que les Aranéides habitent dans la litière et au niveau de la surface du sol (Métral, 2007) et que ces derniers sont des groupes zoologiques qui sont spécifiques des forêts et plus précisément dans la litière (Mathieu,2004). Les Isopodes sont plus abondants dans les milieux agricoles que dans les milieux forestiers (Mathieu, 2004) et ne tolèrent pas les milieux peu ensoleillés (Hamaied et al., 2005).

Les Coléoptères sont plus abondants dans le sol agricole de Rusizi que dans celui agricole et forestier de Kigwena. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que le sol agricole de Rusizi échantillonné est beaucoup plus amandé par la bouse des vaches ce qui favorise la reproduction des coléoptères.

V. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alford D.V., 2012. A Colour Atlas of Pests of ornemental Trees, Shrubs and Flowers, Manson Publishing Ltd, Londres, 480 p. version originale.

Aubert M., Hedde M., Decaëns T., Margerie P., Alard D. & Bureau F., 2005. Facteurs contrôlant la variabilité spatiale du macrofaune du sol dans le hêtraie-charmaie.C.R. Biologies 328 (2005) 57-74.

Ayuke F.O., Karanja N.K., Muya E.M., Musombi. B.K., Mungatu J. & Nyamasyo G.H.N., 2009. Macrofauna diversity and abundance across different land use systems in embu, kenya, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 11 (2009): 371 -384.

Bachelier G., 1978. La faune des sols. Son écologie et son action. ORSTOM 391p.

Bhatti H.K., 1962. Experimental study of burrowing activities of earthworms. Agric.pakistan, 13pp.779-794.

Beare M.H., ReddyM.V., Tian G. & Srivastava S.C,.1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agrosystem function in the tropics; the role of decomposer biota. *Applied soil Ecology* 6,87-108.

Bonkowski M. & Scheu Schaeffer M., 1998. Interactions of earthworms (Octolasion lacteum), millipedes (Glomeris marginata) and plants (Hordelymuseuropeaus) in a beachwood on a basalt hill: implications for litter decomposition and soil formation. Applied Soil Ecology 9, 161-166.

Chinery M., 2005. Insectes de France et d'Europe occidental, édition Flammarion, 320 pp.

Collins N.M., 1980.The distribution of the soil macrofauna on west ridge of gunung (Mount)

Mulu, sarawak. Oecologia (Berlin) 51 : 389-399.

Commeau M. F., Coutin R. & Fraval A., 2002. Ravageurs des végétaux d'ornement : Arbres, Arbustes et Fleurs, 3ème tirage, éditions INRA. Version française d'Alford, D.V. ,1991. A Colour Atlas of Pests of ornemental Trees, Shrubs and Flowers, Manson Publishing Ltd, Londres, 480.

Dajoz R., 2000. Précis d ' Ecologies. 7ème édition, Dunod (Ed), 615pp.
Dajoz R., 2006. Précis d'Ecologie : Cours et questions de réflexion, 8 ème édition, Dunod, paris.
Dangerfield J.M. & Kaunda S.K., 1994. Millipede behaviour in a Savanna woodland habitat in South-East Bostwana. African journal of Ecology 32: 337-341.

Dangerfield J.M., 1990. Abundance, biomass and diversity of soil macrofauna in savanna woodland and associated managed habitats pedobiologia 34: 141-150.

Decaëns T., Jiménez J.J., Gioia C., Measey G.J. & Lavelle P., 2006. "The values of soil animals for conservation biology", *European Journal of Soil Biology,* vol. 42, no. SUPPL. 1, pp. S23-S38.

Deprince A., 2003. La faune du sol, diversité, méthodes d'études, fonction et perspectives. Le courrier de l'environnement de l'INRA nº 49, pp 123-138.

Faurie C., Ferra C., 2012. Ecologie, approche scientifique et pratique, 6 ème édition.

Ford R.E. 1990. The dynamics of human environment interactions in the tropical montane agrosystems of Rwanda: Implications for economic development and environmental stability "Mountain Research and development"10: 43-63.

Gilot C., Lavelle P., Blanchart E., Kouassi P. & Guillaume G.,1994. Biological activity of soils in Hevea stards of different ages in Cote d'Ivoire; Acta zoologica Fennica 196, 186-189.

Girard M.C, Walter C., Remy J.C, Berthelin J. & Morel J.L., 2005. Sols et Environnement, Dunod, 818p.

Gobat J.M., Aragno M. & Matthey W., 2003. Le sol vivant : Bases de pédologie, Biologie des sols. Presses polytechniques et universitaires romandes (Ed), 528p.

Grandval P., 1988. Approche ecologique de la gestion de l'espace rurale : des besoins de la bécasse (Scolopax rusticola L.) à la qualité des milieux, Ph.D. thesis, Université de Rennes I, 1988.

Hamaied S., Achouri M. S., Medini L. & Charfi-Cheik hrouha F., 2005. Isopodes terrestres ; diversité spécifique. Les Blattes de Guyane française : Structure du peuplement et étude éco-éthologique des Zetoborinae. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1.

Idrissi A. E.N., 2012. La faune de la litière de la suberaie de la Mamora. Rev. Mar. Sci. Agron. Vét 2, 50-57.

INECN, 2000. Stratégie nationale et plan d'actions en matière de la diversité biologique

Koller E., 2004. Traitement des pollutions industrielles : Eau, air, déchets, sols, boues, Edition Dunod, Paris, pp 424.

Kusnezov N., 1957." Number of species of ants in fauna of different latitude" Evolution, vol 11, pp 295-299.

Lavelle P., Blanchart E., Martin A., Spain A.V. & Martin S., 1992. Impact of soi1 fauna on the properties of soils in the humid tropics. soi1. Science Society of America and American Socity of Agronomy, 677 S. Segoe Rd, Madison, Myths and Science of Soils of the Tropics. SSSA Special Publication 29, 157-185.

Lavelle D., Malloch W., Rusek J., Söderström B., Tiedje J. M. & Virginia R.A..,1997.

Biodiversity and Ecosystem Functionning in soil. Ambio 26: 563-570.

Lavelle P., Decaëns T., Aubert M., Barot S., Blouin M., Bureau F., Margerie P., Mora P. & Rossi J., 2006. "Soil invertebrates and ecosystem services", *European Journal of Soil Biology,* vol. 42, no. SUPPL. 1, pp. S3-S15.

Lavelle P. & Spain A. V., 2001. Soil Ecology. Kluwer scientific publications, Amsterdam.

Lévêque C. & Mounolou J.C., 2001. Biodiversité : Dynamique biologique et conservation. Dunod, Paris 248 pp.

Leroy C., Toutain F. & Lavelle, P., 1992. Variations des caractéristiques de l'humus forestier d'un sol ferralitique (Guyane) selon l'essence arborée considérée. Résultats préliminaires. Cahier de l'O.R.S.T.O.M., Série Pédologique 27, 37-48.

Loranger G., Ponge J.F., Imbert D. & Lavelle, P., 2002. Leaf decomposition in two semi evergreen tropical forests: influence of litter quality. Biology and Fertility of Soils 35, 247-252.

Mathieu J., 2004. Etude de la macrofaune du sol dans une zone de déforestation en Amazonie au Sud-Est, au Brésil, dans le contexte de l'agriculture familiale. Thèse de doctorat des Sciences en Ecologie, Université Pierre et Marie Curie-Paris 6, France, 237 pp.

Métral R., 2007. Etude de la diversité de la pédofaune dans les systèmes agro forestiers. Programme CAS DAR Agroforesterie 2006/2008, Recherche et développement (Centre de transfert de Montpellier SupAgro).

Meyer J.A. & Maldague M., 1957. Observations simultanées sur la microflore et la microfaune de certains sols du Congo belge. Pédologie 7, 110-118.

Muchane M.N., Karanja D., Wambugu G.M., Mutahi J.M., Masiga C.W., Mugoya C & Muchai, M., 2012. Land use practices and their implications on soil macro-fauna in Maasai Mara ecosystem International Journal of Biodiversity and Conservation Vol. 4(13), pp. 500-514.

Naiti-Kaci M.B., Hedde M., Bourdia M.S. & Derridj A., 2014. Hierarchization of factors driving soil macrofauna North Algeria Groves.

N'dri K.J. 2010. Diversité biologique des acariens du sol de la côte d'Ivoire : Ecologie des communautés. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en science. Faculté des sciences (Université Catholique de Louvain).

Nsabimana D., 2013. Influence of Seasonality and Eucalyptus Plantation Types on the Ruhande in Southern Rwanda. Journal of Natural Sciences Research ISSN 2224-3186 (Paper) ISSN 2225-0921, Vol.3, No.8, 2013.

Ntakimazi G., Nzigidahera B., Nicayenzi F. & West K., 2000. L'Etat de la biodiversité du lac Tanganyika, Bujumbura.

Pesson P., 1971. La vie dans les sols. Aspects nouveaux études expérimentales. Gauthier villars (Ed), 471p.

Ponge J.F., 2003. Humus forms in terrestrial ecosystems: a framework to biodiversity. Soil biology & Biochemistry 35, 935-945.

Ramade F., 2003. Elément d'écologie; Ecologie fondamentale, Edition Dunod, Paris, 689p.

Siqueira G. M., Silva E. F. F. & Paz-Ferreiro, J., 2014. *Land* Use Intensification Effects in Soil Arthropod Community of an Entisol in Pernambuco State, Brazil Hindawi Publishing Corporation the Scientific World Journal Volume 2014, Article ID 625856, 7 pages.

Tavernier R., Lizeaux C., Vareille A., Faurie C., Lamarque J. & Lamarque P., 1993. Sciences de la vie et de la terre. Edition Jacqueline Erb, Bordas, Paris, 264 pp.