

Inventaire des macro-invertébrés benthiques des rivières Cirhindiro et Nkene dans la région de Katana, Est de la RD Congo

ZIGASHANE KAICUYA Olivier*

BUNANI LUSHOMBO Emmanuel**

BAWILI BITALE Austin***

MUTABAZI MUHINDO Jonas****

Résumé

Une étude sur l'inventaire des macro-invertébrés benthiques des rivières Cirhindiro et Nkene a été conduite dans l'objectif de contribuer à l'étude de la biodiversité aquatiques de la région du Sud-Kivu en général et de Katana en particulier. Les macro-invertébrés benthiques sont la source principale de nourriture pour plusieurs poissons, insectes et amphibiens ; ils doivent donc être présents en quantité suffisante et avec une diversité importante pour maintenir les écosystèmes des rivières en équilibre fonctionnel. Pour atteindre cet objectif, les méthodes de collecte des spécimens par raclage à l'aide d'un filet troubleau et le ramassage simple ont été utilisés. Ainsi, avons-nous obtenu les résultats suivants: 30 espèces de macro-invertébrés benthiques ont été inventoriées; toutes ces espèces sont constantes et seule l'espèce *Coenagrion sp* est abondante; les deux rivières ont un indice de similarité de 0,6 et enfin, les paramètres physico-chimiques varient d'une rivière à une autre et d'un site à un autre dans une même rivière. La conservation de la biodiversité aquatique sont à encourager pour protéger les macro-invertébrés benthiques de ces deux rivières, car menacées par les activités anthropiques.

Mots clés : Inventaire, Abondance, Fréquence, Espèces, Macro-invertébrés, Taxa.

* Enseignant – Chercheur à l'**Institut Supérieur Pédagogique – ISP – de Kabare**, Sud-Kivu/RD Congo, Département de Biologie ; et au Département d'Hydrobiologie, Faculté de Sciences, de l'**Université Officielle de Bukavu – UOB –**, Sud-Kivu/RD Congo, E-mail : jlkayeye@gmail.com.

** Enseignant – Chercheur à l'**Institut Supérieur Pédagogique – ISP – de Kabare**, Sud-Kivu/RD Congo, Département de Biologie ; et au Département de Biologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles – CRSN – de Lwiro, Sud-Kivu en, RD Congo.

*** Enseignant – Chercheur à l'**Institut Supérieur Pédagogique – ISP – de Kabare**, Sud-Kivu/RD Congo, Département de Biologie ; et au Département de Biologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles – CRSN – de Lwiro, Sud-Kivu en, RD Congo.

**** Enseignant – Chercheur à l'**Institut Supérieur Pédagogique – ISP – de Kabare**, Sud-Kivu/RD Congo, Département de Biologie.

Abstract

A study on the inventory of benthic macroinvertebrates in the Cirhindiro and Nkene rivers was conducted with the aim of contributing to the study of aquatic biodiversity in the South Kivu region in general and Katana in particular. Benthic macroinvertebrates are the primary food source for several fish, insects, and amphibians; therefore, they must be present in sufficient quantities and with significant diversity to maintain the functional balance of river ecosystems. To achieve this objective, specimen collection methods by scraping using a net and simple collection were used. Thus, we obtained the following results: 30 species of benthic macroinvertebrates were inventoried; all these species are constant and only the species *Coenagrion sp* is abundant; the two rivers have a similarity index of 0.6 and finally, the physicochemical parameters vary from one river to another and from one site to another in the same river. The conservation of aquatic biodiversity should be encouraged to protect the benthic macroinvertebrates of these two rivers because they are threatened by human activities.

Key words: Inventory, Abundance, Frequency, Species, Macroinvertebrates, Taxa.

1. Introduction

Les rivières du monde sont sujettes à des dégradations physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques, qui sont à l'origine d'une dégradation croissante de la qualité de l'eau. Cette qualité peut être évaluée par les analyses des paramètres physico-chimiques qui déterminent l'origine des dégradations physiques et chimiques et visent la nature des polluants, ou par les analyses bactériologiques qui permettent d'identifier la qualité bactériologique des eaux ou encore par une analyse biologique qui permet d'analyser ces mêmes dégradations par leurs effets sur les communautés animales et végétales en place (Bouchez et al., 2010). Les macro-invertébrés benthiques sont la source principale de nourriture pour plusieurs poissons, insectes et amphibiens. Ils doivent donc être présents en quantité suffisante et avec une diversité importante pour maintenir les écosystèmes des rivières en équilibre fonctionnel (Touzin et Roy, 2008).

En effet, les communautés des macro-vertèbres aquatiques indiquant l'intégrité écologique globale des systèmes, (ou benthos) sont des organismes sans colonne vertébrale et visibles à l'œil nu, tels que les insectes, les mollusques, les crustacés et les vers qui habitent les fonds des cours d'eau et les lacs; ils sont reconnus pour être des bons

indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques. Ils intègrent les effets cumulatifs et synergiques des perturbations physiques, biologiques et chimiques des cours d'eau; ce qui permet d'évaluer les répercussions réelles de la pollution et de l'altération des habitats aquatiques et riverains sur les écosystèmes. Ils ont la capacité d'intégrer l'effet des différents facteurs de stress et fournissent ainsi une large mesure de leur impact global (USEPA, 1996). En outre, ils dépendent grandement de la qualité et de la quantité d'eau dans laquelle ils vivent pour leur survie et leur développement. Ils ont des tolérances différentielles vis-à-vis des changements de l'environnement. Certaines espèces sont très sensibles à des changements spécifiques tels que l'enrichissement en éléments nutritifs ou la pollution des métaux et peuvent être utilisés comme indicateurs de ces changements. Ce sont toutes ces caractéristiques qui les rendent utiles dans l'évaluation de la qualité des écosystèmes. La surveillance biologique est le moyen d'utiliser les organismes biologiques dans le programme de contrôle de la qualité de l'eau (Matthews *et al.*, 1982). Les macro-invertébrés, ainsi que les algues sont les deux groupes d'organismes les plus souvent recommandés pour l'évaluation de la qualité de l'eau, bien que les macro-invertébrés soient de loin le groupe le plus utilisé (Hellawell, 1986).

Les pollutions environnementales dues aux activités anthropogéniques telles que l'agriculture, l'industrie et les activités domestiques se multiplient dans de nombreuses régions du globe et entraînent diverses pollutions des eaux courantes (Malmqvist et Rudle, 2000 ; Bagalwa, 2006). Ces pollutions causent des problèmes régionaux et locaux, provoquant la dégradation des écosystèmes aquatiques et rendant la vie difficile aux êtres vivants de ces écosystèmes aquatiques, dont les macro-invertébrés benthiques (Labbo *et al.*, 2003, Alhou, 2007 ; Zirirane *et al.*, 2014). Les macro-invertébrés benthiques ont été utilisés avec beaucoup de succès dans le monde, dans divers programmes de la surveillance de la qualité biologique des eaux et les études des organismes aquatiques comme indicateurs de la dégradation ou de la restauration de l'environnement (Labbo *et al.*, 2000; Metcalfe-Smith, 1994 ; Resh, 1995 ; Deshon, 1995 ; USEPA, 1996 ; Barbour *et al.*, 1999). Au Sud-Kivu en particulier, les eaux des ruisseaux, rivières, lacs, étangs et des sources sont polluées par des déchets divers (Zirirane *et al.*, 2014 ; Bagalwa *et al.*, 2013 ; Bagalwa *et al.*, 2016), alors que hébergent une biodiversité importante des macro-invertébrés benthiques. Cependant, les rivières Cirhindiro et Nkene sont utilisées de l'amont en aval par les paysans sans se soucier de la pollution des eaux.

À notre connaissance, aucune étude sur l'inventaire de la biodiversité n'a été faite dans ces rivières Cirhindi et Nkene. Néanmoins, des études sur l'inventaire de la biodiversité des macro-invertébrés et influence du marais Mubuya sur la qualité physico-chimique des eaux de ces rivières ont été réalisées par nos prédécesseurs (Lounga, 1999). Le travail de Matungulu (1999) porte sur la contribution à la connaissance de la pollution et à l'inventaire des macro-invertébrés dans les rivières en utilisant les indices chimiques (O_2 , DBO5 et le DCO) et bactériologiques (germes totaux et fécaux). La qualité de l'eau des rivières Nkene et Cirhindi varie d'un site à un autre suite à la pollution due aux activités anthropiques réalisées dans et autour de ces rivières. Cette pollution organique et fécale est favorisée par les eaux de pluie qui lors du ruissellement emportent tous les déchets organiques, alors que départ cette dégradation des écosystèmes aquatiques des rivières Nkene et Cirhindi, les macro-invertébrés qui y vivent ne sont pas connus. Cependant, les études portant sur la connaissance de la biodiversité des macro-invertébrés benthiques restent encore fragmentaires dans la région de Katana en général et les rivières Cirhindi et Nkene en particulier car aucune étude de ce genre n'a jamais été effectuée sur ces deux rivières. Ce présent travail qui vise à contribuer à l'étude de la biodiversité aquatique de la région du Sud-Kivu en général et de Katana en particulier ; plus spécifiquement, identifier les espèces des macro-invertébrés benthiques des rivières Nkene et Cirhindi, déterminer leur fréquence et leur abondance, calculer leur indice de similarité et prélever quelques paramètres physico-chimiques de ces rivières.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

Le présent travail s'est effectué dans les rivières Cirhindi et Nkene situées dans le groupement d'Irhambi-Katana (117 km²), qui fait partie de 17 groupements que compte la collectivité-chefferie de Kabare qui porte le même nom du territoire et est situé à environ 45 Km au Nord de Bukavu, le chef-lieu de la province du Sud-Kivu. Le groupement d'Irhambi-Katana est constitué de 6 localités dont Mwanda, Kahungu, Kabushwa, Mabingu, Kadjuchu et Kabamba. Le groupement d'Irhambi-Katana est localisé entre 2° 50' de l'altitude Sud et 28° 30' de longitude Est entre 1470 m et 220 m d'altitude. Le groupement d'Irhambi-Katana est limité au Nord par la rivière Nyabarongo, la séparant du territoire de Kalehe, au Sud par le groupement de Bugorhe, à l'Est par le Lac Kivu et à l'Ouest par le PNKB.

Le groupement d'Irhambi-Katana bénéficie d'un climat tropical humide comprenant une longue saison des pluies de 9 mois (de Septembre à Mai) et une courte saison sèche de 3 mois (de Juin à Août). La température annuelle moyenne de l'air est de 19,5°C, l'humidité relative varie entre 68 et 75% (Service climatologique du CRSN-LWIRO, 1973-2008 cité par Furaha *et al.*, 2013) et la pluviosité annuelle de 1500 mm. La végétation est constituée d'une savane cultivée qui a remplacé la forêt à *Albizia grandibracteata* (Bagalwa et Baluku, 1997 ; Furaha *et al.*, 2013, Bisusa *et al.*, 2014). L'agriculture est l'activité principale de 92,6% des ménages bien que les sols soient de plus en plus épuisés. Entre outre, la forte densité démographique a transformé le paysage en un damier de très petites parcelles, cultivées sans respecter le temps de repos du sol (jachère). Bien plus, en la quasi-absence de variétés améliorées, de produits phytopharmaceutiques et d'engrais chimiques, la seule manière de s'en sortir est d'emmener de la matière organique aux sols et de corriger progressivement leur acidité (pH) par des applications de travertin ou de chaux, deux opérations difficiles, lentes et onéreuses (Didier de Failly, 2000 cité par Furaha *et al.*, 2013). Le commerce est la seconde activité économique qui attire les ménages et favorise ainsi une forte concentration de la population et cela le long de la route principale n°2, Bukavu-Goma.

2.2. Récolte des macro-invertébrés

Les macro-invertébrés benthiques (insectes, vers, crustacés, mollusques, ...) ont été récoltés à l'aide d'un filet troubleau (de 30cm de diamètre) muni d'une mâche en bois suivant la méthode de ramassage simple (Olivier et Scheiderman, 1956). Les prélèvements des macro-invertébrés ont été effectués selon qu'il s'agit des fond érodés ou durs (roches fixées, roches déplaçables,...) ou des fonds meublés (sables, vase, limons, ...). Le prélèvement a été fait dans chaque site par une personne pendant 10 minutes et par mois durant tout le temps d'étude. Le filet troubleau tenu par la mâche est placé en aval du fond à racler avec ouverture face au courant; le substrat est ensuite raclé ou secoué à la main et les organismes (macro-invertébrés) délogés puis entraînés par le courant sont retenus par le filet. L'opération a été réalisée successivement sur des macrophytes, selon le cas, dans chacun des sites (zone à courant lent) et pendant le temps de récolte (10 minutes). Le tri se faisait au même moment que les échantillons ont été récoltés. Les macro-invertébrés ainsi triés sur le terrain ont été introduits dans des tubes contenant du formol à 4% et de l'alcool éthylique à 70 %. Les échantillons ont été

acheminés au laboratoire de malacologie du CRSN LWIRO pour identification. Cette dernière a été faite à l'aide des clés de Micha et Noiset (1982), Tachet et Noiset (1980) et Pennak (1952). Les macro-invertébrés ont été observés à la loupe binoculaire au grossissement de 40 X et 100 X au cours de l'identification d'une unité systématique et le comptage des macro-invertébrés de cette unité a été réalisé sur une boîte de pétri.

2.3. Analyses des données

➤ Richesse spécifique

La richesse spécifique S représente le nombre d'espèces recensées par site.

S= nombre d'espèces de la zone d'étude. Cet indice S peut être utilisé pour analyser la structure taxonomique du peuplement. Il permet également de distinguer :

- Des variations spatiales : des secteurs faunistiquement riches et des secteurs plus pauvres ;
- Des variations temporelles : des minima et maxima en fonction des saisons et échantillons (le nombre d'espèces échantillonnées augmentent avec la surface échantillonnée et le temps de récolte) et du type d'habitat (la richesse spécifique varie en fonction du type de substrat, de la profondeur, de la salinité...) (Simboura et Zenetos, 2002)

➤ Abondance relative

L'abondance relative des taxa est obtenue par la connaissance du nombre d'individus d'une espèce ou d'une famille. Elle se calcule par le rapport du nombre d'individus d'une espèce ou famille au nombre total d'individus de l'espèce ou de la famille dans l'échantillonnage. Elle s'exprime en pourcentage. Abondance relative d'une espèce =

$$\frac{ne}{N} \times 100$$

Où Ne= nombre d'individus d'une espèce

N= nombre total d'individus ou de la famille dans l'échantillon

Face à une pollution, les espèces vont suivre trois types de réactions selon leur sensibilité : disparaître pour les plus sensibles ; se maintenir pour les indifférentes et profiter des nouvelles conditions mises en place et se développer pour les tolérantes et les opportunistes (Simboura et Zenetos, 2002). Ces différentes réponses vont se traduire au niveau de l'abondance des espèces. Les profils d'abondance dans le temps sont donc

largement utilisés comme indicateurs des effets des polluants dans les eaux et sédiments, au même titre que les courbes de biomasse et de richesse spécifique.

➤ **Fréquence**

La fréquence des macro-invertébrés benthiques dans l'échantillonnage a été calculée par la formule suivante:

$$\text{Fréquence(\%)} = \frac{\text{Nombre des sites positifs à une espèce de mollusques terrestres} \times 100}{\text{Nombre total de sites prospectés}}$$

(Dash, 1995)

➤ **Dominance**

La détermination des paramètres de dominance permet d'appréhender la structure taxonomique des peuplements. La dominance est calculée à partir des abondances relatives des différents groupes taxonomiques.

➤ **Indice de diversité**

La diversité prend en compte non seulement le nombre d'espèces, mais également la distribution des individus au sein de ces espèces. L'indice de Shannon-Weaver est le plus couramment utilisé et est recommandé par différents auteurs (Gray *et al.*, 1992).

Il est donné par la formule suivante : $H = - \sum_{t=1}^S P_t \log P_t$

Où P_t = Abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $P_t = \frac{n_i}{N}$

S = nombre total d'espèces

N_i = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ;

N = nombre d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

Il est nécessaire de préciser la base du logarithme utilisée (base 2 (la plus courante), base 10, etc.). L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont co-dominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominante très largement toutes les autres) à $\log S$ (lorsque toutes les espèces ont même abondance).

➤ **Indice de similarité**

L'indice de similarité de SORENSEN (S)

$$S = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

Avec a = nombre d'espèces présentes dans la première station

b = nombre d'espèces présentes dans la seconde station

c = nombre d'espèces communes aux deux stations, il est utilisé pour comparer les différentes stations entre elles.

3. Résultats

3.1 Classification taxonomique des espèces de macro-invertébrés benthiques récoltés dans les rivières Cirhindiro et Nkene

Tableau 1. Classification taxonomique des espèces de macro-invertébrés benthiques récoltés dans les rivières Cirhindiro et Nkene

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèces
Mollusca	Gasteropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i>	<i>L. natalensis</i>
			Planorbidae	<i>Biomphalaria</i>	<i>B. pfeifferi</i>
			Physidae	<i>Physa</i>	<i>P. acuta</i>
			Ampullaridae	<i>Pila</i>	<i>P. ovata</i>
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Limnephilidae	<i>Pschopsche</i>	<i>P. scabripennis</i>
				<i>Limnephilis</i>	<i>L. combunatus</i>
				<i>Hesperophylax</i>	<i>H. designatus</i>
				<i>Neophylax</i>	<i>N. concinnis</i>
			Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	<i>H. simulans</i>
			Lepidaeostomatidae	<i>Lepidostoma</i>	<i>L. sp</i>
		Odonata	Libellulidae	<i>Tachopteryx</i>	<i>T. thoreyi</i>
			Gomphidae	<i>Progomphus</i>	<i>P. obscuris</i>
			Coenagrionidae	<i>Coenagrion</i>	<i>C. sp</i>
		Heteroptera	Gerridae	<i>Gerris</i>	<i>G. lacustris</i>
					<i>G. notatura</i>
		Diptera	Psychodidae	<i>Psychoda</i>	<i>P. sp</i>
			Thaumaleidae	<i>Thaumaleides</i>	<i>T. sp</i>
			Similidae	<i>Simulius</i>	<i>S. venastum</i>
			Ceratopogonidae	<i>Palpomyia</i>	<i>P. sp</i>
			Chironomidae	<i>Chironomus</i>	<i>C. tentans</i>
		Arenidae	Agynectidae	<i>Agyronecta</i>	<i>A. aquatica</i>

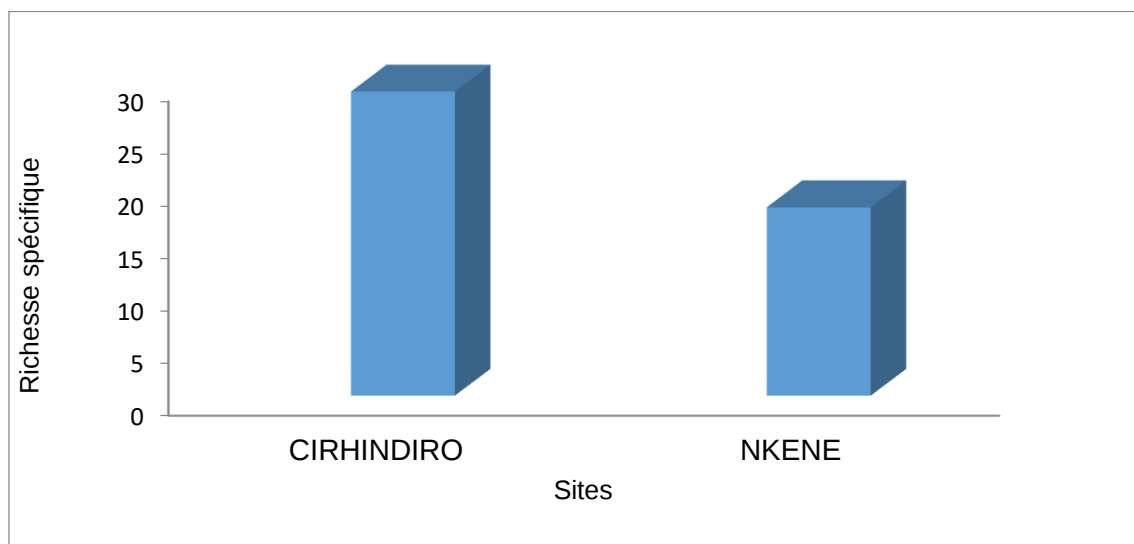
		Arhynchobdellide	Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia</i>	<i>G. complanata</i>
				<i>Haemopsis</i>	<i>H. grandis</i>
				<i>Haemopsis</i>	<i>H. sangsuga</i>
		Hemiptera	Nepidae	<i>Nepa</i>	<i>N. cirenea</i>
			Lumbriculidae	<i>Lumbriculus</i>	<i>L. inconstans</i>
		Coleoptera	Elimidae	<i>Stenelmis</i>	<i>S. lateralis</i>
				<i>Phanocerus</i>	<i>P. clavicorni</i>
			Gyrinidae	<i>Gyrinus</i>	<i>G. notatore</i>

Source : Nos données collectées sur terrain

Ce tableau sur la classification taxonomique des macro-invertébrés benthiques récoltés dans les rivières Cirhindiro et Nkene montré la présence de 30 espèces qui sont *Lymnaea natalensis*, *Biomphalaria pfeifferi*, *Physa acuta*, *Pschopsche scabripennis*, *Limnephilis combunatus*, *Limnephilis consocius*, *Hesperophylax designates*, *Neophylax concinnis*, *Tachopteryx thoreyi*, *Progomphus obscuris*, *Coenagrion sp*, *Hydropsyche simulans*, *Stenelmis lateralis*, *Gerris lacustris*, *Psychoda sp*, *Thaumaleides sp*, *Simulius venastum*, *Palpomyia sp*, *Chironomus tentans*, *Gerris notatura*, *Lepidostoma sp*, *Glossiphonia complanata*, *Agyronecta aquatica*, *Haemopsis grandis*, *Haemopsis sangsuga*, *Pila ovata*, *Nepa cirenea*, *Lumbriculus inconstans*, *Phanocerus clavicorni* et *Gyrinus notatore*. Ces espèces sont subdivisées en 2 embranchements (Mollusca et Arthropoda) ; chaque embranchement porte sur une seule classe dont pour les mollusca, la classe Gasteropoda et pour les arthropoda, la classe insecta. Chez les Gasteropoda, on compte 1 ordre, 4 familles formant aussi 4 genres pour 4 espèces et les insecta sont formés de 8 ordres et 18 familles.

3.2 Richesse spécifique

Les résultats de la richesse spécifique des macro-invertébrés benthiques récoltés dans les rivières Cirhindi et Nkene sont repris dans la figure ci-dessous.



Source : Nos données collectées sur terrain

Figure 1. Richesse spécifique des rivières Cirhindi et Nkene

Il ressort de cette figure que la rivière Cirhindi est plus riche en espèces (29 espèces) plus que la rivière Nkene (18 espèces).

3.3 Abondance

Le tableau ci-dessous montre l'abondance des espèces de macro-invertébrés benthiques récoltés dans les 2 rivières au cours de notre période d'étude.

Tableau 2. Abondance des espèces de macro-invertébrés benthiques récoltés dans les rivières Cirhindi et Nkene au cours de notre période d'étude

Taxa	Abondance (en %)	Caractérisation
<i>Lymnaea natalensis</i>	6,9	Espèce peu abondante
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	6,8	Espèce peu abondante
<i>Physa acuta</i>	3,9	Espèce peu abondante
<i>Pschopsche scabripennis</i>	1	Espèce peu abondante
<i>Limnephilis combunatus</i>	3,4	Espèce peu abondante
<i>Limnephilis consocius</i>	0,2	Espèce rare
<i>Hesperophylax designatus</i>	0,5	Espèce rare
<i>Neophylax concinnis</i>	0,5	Espèce rare
<i>Tachopteryx thoreyi</i>	7,4	Espèce peu abondante
<i>Progomphus obscuris</i>	5,5	Espèce peu abondante
<i>Coenagrion sp</i>	30,3	Espèce abondante
<i>Hydropsyche simulans</i>	2,5	Espèce peu abondante
<i>Gerris lacustris</i>	1,6	Espèce peu abondante

<i>Psychoda sp</i>	1,4	Espèce peu abondante
<i>Thaumaleides sp</i>	0,2	Espèce rare
<i>Simulius venastum</i>	5,5	Espèce peu abondante
<i>Palpomyia sp</i>	2,6	Espèce peu abondante
<i>Chironomus tentans</i>	4,3	Espèce peu abondante
<i>Stenelmis lateralis</i>	1,1	Espèce peu abondante
<i>Gerris notatura</i>	0,8	Espèce rare
<i>Lepidostoma sp</i>	9,1	Espèce peu abondante
<i>Glossiphonia complanata</i>	0,6	Espèce rare
<i>Agyronecta aquatica</i>	0,8	Espèce rare
<i>Haemopsis grandis</i>	0,2	Espèce rare
<i>Haemopsis sangsuga</i>	0,2	Espèce rare
<i>Pila ovata</i>	0,2	Espèce rare
<i>Nepa cirenea</i>	0,8	Espèce rare
<i>Lumbriculus inconstans</i>	0,2	Espèce rare
<i>Phanocerus clavicorni</i>	0,2	Espèce rare
<i>Gyrinus notatore</i>	1	Espèce peu abondante
Total	100	-

Source : Nos données collectées sur terrain

Espèce abondante ($A \geq 25\%$), Espèce moyennement abondante ($10 < A < 25\%$), Espèce peu abondante ($1 \leq A \leq 10\%$) et Espèce rare ($A < 1\%$) ((Dajoz, 1985). Il ressort de ce tableau que seule l'espèce *Coenagrion sp* est abondante, alors que les autres sont soit peu abondantes ou rares : 16 espèces, constituant la moitié des espèces de macro-invertébrés capturés dans les rivières Cirhindiro et Nkene sont peu abondantes, alors que 13 autres espèces sont rares.

3.4 Fréquence

Le tableau ci-dessous montre la fréquence des espèces de macro-invertébrés benthiques récoltés dans les 2 rivières au cours de notre période d'étude.

Tableau 3. Fréquence des espèces de macro-invertébrés benthiques récoltés dans les rivières Cirhindiro et Nkene au cours de notre période d'étude

Taxa	Fréquence (en %)	Caractérisation
<i>Lymnaea natalensis</i>	100	Espèce constante
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	100	Espèce constante
<i>Physa acuta</i>	100	Espèce constante
<i>Pschopsche scabripennis</i>	50	Espèce constante
<i>Limnephilis combunatus</i>	50	Espèce constante
<i>Limnephilis consocius</i>	50	Espèce constante
<i>Hesperophylax designatus</i>	50	Espèce constante
<i>Neophylax concinnis</i>	50	Espèce constante
<i>Tachopteryx thoreyi</i>	100	Espèce constante

<i>Progomphus obscuris</i>	100	Espèce constante
<i>Coenagrion sp</i>	100	Espèce constante
<i>Hydropsyche simulans</i>	50	Espèce constante
<i>Gerris lacustris</i>	100	Espèce constante
<i>Psychoda sp</i>	100	Espèce constante
<i>Thaumaleides sp</i>	50	Espèce constante
<i>Simulius venustum</i>	100	Espèce constante
<i>Palpomyia sp</i>	100	Espèce constante
<i>Chironomus tentans</i>	100	Espèce constante
<i>Stenelmis lateralis</i>	100	Espèce constante
<i>Gerris notatura</i>	50	Espèce constante
<i>Lepidostoma sp</i>	50	Espèce constante
<i>Glossiphonia complanata</i>	100	Espèce constante
<i>Agyronecta aquatica</i>	50	Espèce constante
<i>Haemopis grandis</i>	50	Espèce constante
<i>Haemopis sangsuga</i>	100	Espèce constante
<i>Pila ovata</i>	50	Espèce constante
<i>Nepa cirenea</i>	50	Espèce constante
<i>Lumbriculus inconstans</i>	50	Espèce constante
<i>Phanocerus clavicorni</i>	50	Espèce constante
<i>Gyrinus notatore</i>	50	Espèce constante

Source : Nos données collectées sur terrain

Espèce constante ($F \geq 50 \%$), Espèce accessoire ($25 < F < 50 \%$), Espèce accidentelle ($F \leq 25 \%$) (Dajoz, 1985). Il ressort de ce tableau que toutes les espèces des macro-invertébrés que nous avons récoltées sont constantes.

3.5 Indice de diversité spécifique (H) et Dominance

Le tableau ci-dessous montre les résultats se rapportant à l'indice de diversité spécifique (H) et Dominance des espèces de macro-invertébrés benthiques récoltés dans les 2 rivières au cours de notre période d'étude.

Tableau 4. Indice de diversité spécifique (H) et Dominance des espèces de macro-invertébrés benthiques récoltés dans les rivières Cirhindiro et Nkene au cours de notre période d'étude.

	CIRHINDIRO	NKENE
Taxa	29	18
Individus	338	283
Dominance	0,1056	0,2053
Indice de diversité Shannon-Weaver	2,633	2,108

Source : Nos analyses statistiques des données collectées sur terrain

Ce tableau montre que les espèces de macro-invertébrés benthiques récoltés dans la rivière Nkene au cours de notre période d'étude sont les plus dominantes que celles récoltées dans la rivière Cirhindi, alors que la rivière Cirhindi est plus diversifiée en espèces de macro-invertébrés benthiques plus que la rivière Nkene.

3.6 Indice de similarité

Le tableau ci-dessous montre les résultats se rapportant à la similarité entre les deux rivières dans lesquelles nous avons récolté les macro-invertébrés benthiques.

Tableau 5. Similarité entre les rivières Cirhindi et Nkene au cours de notre période d'étude.

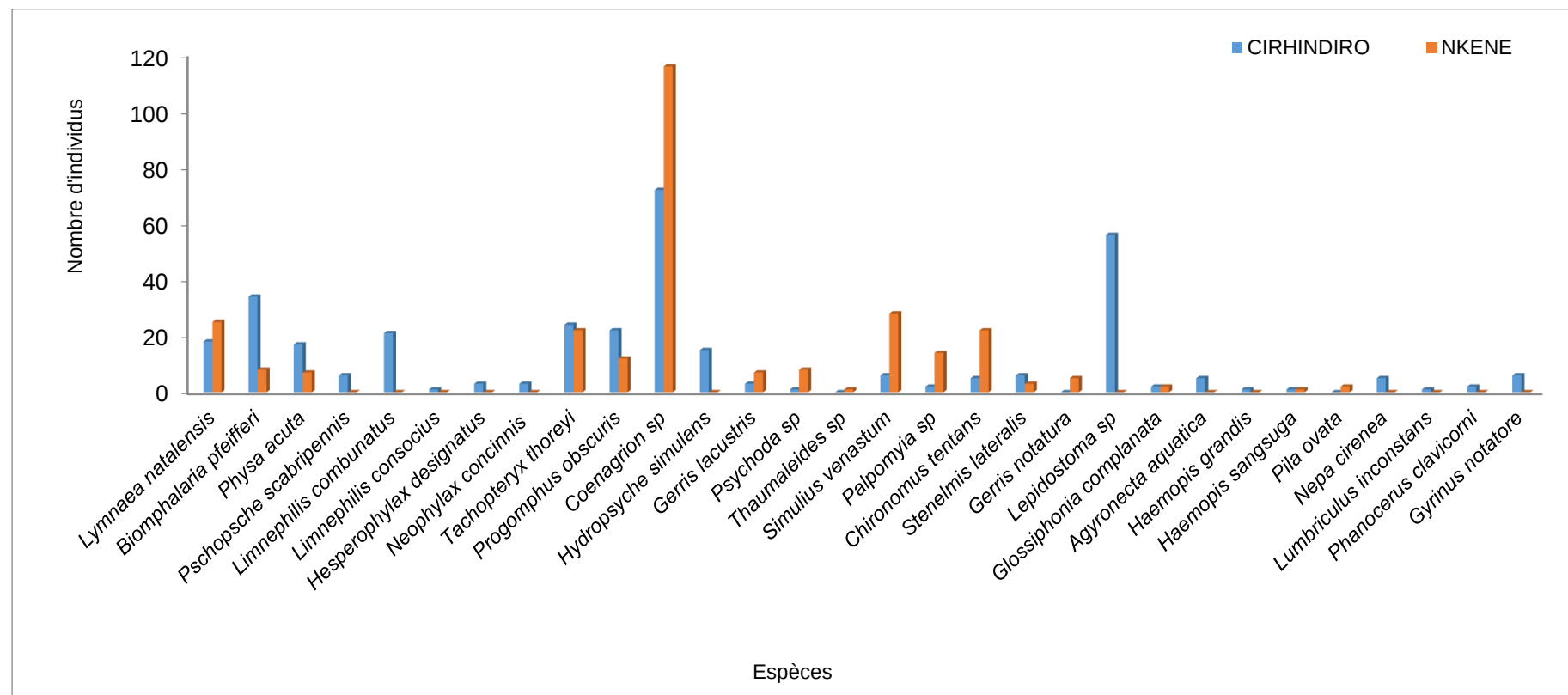
	CIRHINDIRO	NKENE
CIRHINDIRO	0	88,493
NKENE	88,493	0

Source : *Nos analyses statistiques des données collectées sur terrain*

Ce tableau montre que les deux rivières ont une similarité de 88, 5 avec un indice de similarité de 0,6.

3.7 Nombre d'individus de chaque espèce capturées dans les rivières Cirhindirot et Nkene

La figure ci-dessous montre le nombre d'individus de chaque espèce de macro-invertébrés benthiques récoltés dans les deux rivières au cours de notre période d'étude.



Source : Nos données collectées sur terrain

Figure 2. Nombre d'individus de chaque espèce de macro-invertébrés benthiques récoltés dans les rivières Cirhindirot et Nkene au cours de notre période d'étude.

Cette figure montre que l'espèce *Coenagrion sp* est celle ayant le plus grand nombre d'individus dans les deux rivières (72 individus dans la rivière Cirhindirot et 116 individus dans la rivière Nkene), suivi de l'espèce *Lepidostoma sp* (56 individus dans la rivière Cirhindirot). Cependant, les analyses statistiques montrent une différence statistiquement significative entre le nombre d'individus des macro-invertébrés benthiques dans les deux rivières comme le montre le tableau ci-dessous.

Tableau 6. Analyse statistique du nombre d'individus des macro-invertébrés benthiques récoltés dans les rivières Cirhindirot et Nkene.

CIRHINDIRO	NKENE
N:	32
Moyenne : 10,563	Moyenne: 8,8438
Médiane: 3,5	Médiane: 1
T TEST	
t:	0,6155
pvalue:	0,5427
WILCOXON TEST	
W:	262,5
z:	0,9738
pvalue:	0,33018

Source : Nos analyses statistiques des données collectées sur terrain

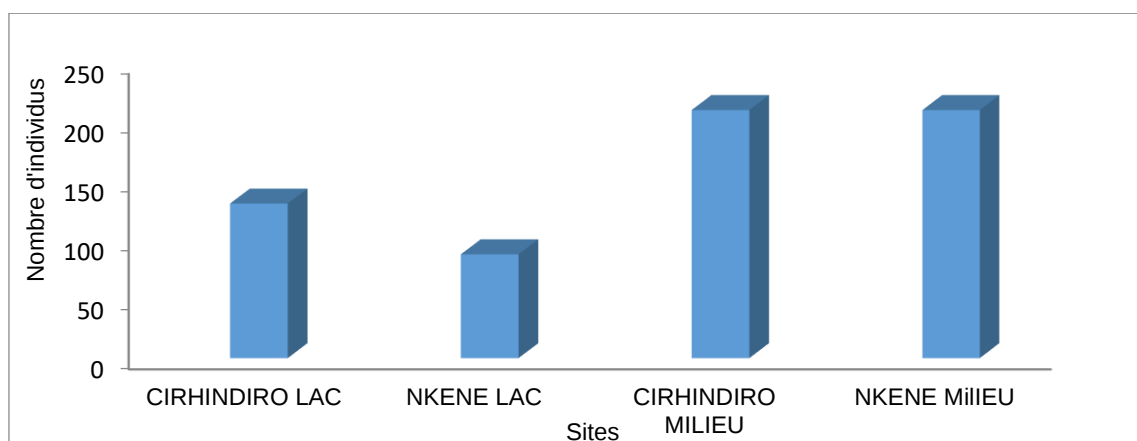
De ce tableau, nous constatons que la moyenne et la médiane de la rivière Cirhindirot sont supérieures à celles de la rivière Nkene. Ceci car 10,563 sont supérieurs à 8,8438 et 3,5 sont supérieurs à 1. Par le test paramétrique *t* de student, nous constatons que $t = 0,6155$ est supérieur à $p = 0,5427$, c'est qui prouve la différence statistiquement significative entre les deux rivières et le test non paramétrique *W*, nous remarquons que $W = 262,5$ avec $Z = 0,9738$ qui est supérieur à $p = 0,33018$; cela prouve encore une fois, une différence statistiquement significative. Ceci s'explique par la différence entre les deux rivières sur le plan écologique et le nombre d'individus dans chaque rivière. Cependant, l'analyse statistique par le test d'ANOVA I entre le nombre d'individus des espèces des macro-invertébrés benthiques dans les deux rivières, montre qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les moyennes des espèces des macro-invertébrés benthiques récoltés dans les deux rivières (car *F* est inférieur à *p* avec $F = 0,1307$ et $p = 0,719$). La différence entre les nombres d'individus des espèces des macro-invertébrés benthiques récoltés dans les deux rivières est due à la différence des paramètres physico-chimiques entre les deux rivières, comme le montre le tableau ci-dessous.

Tableau 7. Paramètres physico-chimiques des rivières Cirhindirot et Nkene

Sites	T ° C	pH
CIRHINDIROLAC	23,2 ±0,4	8,7±0,03
CIRHINDIROMILIEU	22,1±0,7	7,4±0,03
NKENE LAC	25,1±0,4	8,7±0,03
NKENE MILIEU	23,9±0,7	7,1±0,07

Source : Nos données collectées sur terrain

Ce tableau montre que les paramètres physico-chimiques varient d'une rivière à une autre et d'un site à un autre dans une même rivière. La température est plus élevée dans la rivière Nkene que dans la rivière Cirhindirot et cela aux embouchures des rivières qu'au milieu d'elles ; le pH est élevé au milieu de la rivière Cirhindirot plus que le milieu de la rivière Nkene, mais cependant les embouchures de ces rivières ont même pH et ce dernier est plus élevé à ceux des milieux des rivières. La température et le pH élevés au niveau des embouchures, s'expliquent par le fait que, c'est au niveau des embouchures qu'il y a plus de matières organiques mortes influençant la variation de la température suite à la décomposition qu'elles subissent. Cette variation des paramètres physico-chimiques entre sites est la source de la différence entre le nombre d'individus des espèces des macro-invertébrés benthiques dans les deux rivières aux embouchures et dans les milieux de ces dernières comme le montre la figure ci-dessous.



Source : Nos données collectées sur terrain

Figure 3. Comparaison du nombre d'individus des macro-invertébrés benthiques dans les deux rivières aux embouchures et dans les milieux.

Cette figure montre que ce sont les milieux des rivières qui ont plus d'individus que les embouchures. Cependant, les analyses statistiques montrent aussi une différence statistiquement significative entre les nombres des macro-invertébrés benthiques récoltés

dans les deux rivières en tenant compte des sites de récolte ($F = 0,8255$ et $p = 0,3693$; $t = 2,02$ et $p = 0,05773$; $W = 94,5$ avec $z = 1,375$ et $p = 0,1691$).

4. Discussion

L'inventaire des macro-invertébrés benthiques des rivières Cirhindiro et Nkene, situées dans la région de Katana en République Démocratique du Congo, est essentiel pour évaluer la biodiversité aquatique et la santé des écosystèmes fluviaux locaux. Ces organismes, sensibles aux variations environnementales, servent de bioindicateurs de la qualité de l'eau (Rosenberg et Resh, 1993). Leur étude permet d'évaluer l'impact des activités anthropiques sur ces écosystèmes et d'approfondir la compréhension des interactions écologiques au sein des communautés aquatiques (Allan et Castillo, 2007). Les résultats de l'étude indiquent des différences significatives dans la composition des communautés de macro-invertébrés entre les deux rivières, avec une prédominance de l'espèce *Coenagrion sp.* Ces résultats soulèvent des questions sur les facteurs écologiques, notamment les caractéristiques physico-chimiques de l'eau, qui pourraient influencer cette variabilité (Merritt et Cummins, 1996). Les résultats sur la richesse spécifique des rivières Cirhindiro et Nkene montrent que la première contient plus de matière organique morte, ce qui est favorisé par sa longueur et sa source plus éloignée par rapport au Lac Kivu. Cette situation permet à la rivière Cirhindiro de recevoir davantage de déchets organiques provenant des activités humaines, augmentant ainsi sa capacité à héberger des macro-invertébrés benthiques. Ces constatations corroborent celles de Bagalwa *et al.* (2015), qui ont démontré qu'une augmentation des matières organiques mortes dans un écosystème aquatique favorise le nombre d'espèces de macro-invertébrés. Abdelkader (2014) souligne également l'influence des activités anthropiques sur la diversité des macro-invertébrés benthiques, montrant qu'un écosystème avec plus de matières organiques d'origine anthropique contient plus d'espèces. Nos résultats indiquent que l'espèce *Coenagrion sp.* est abondante dans les deux rivières, en raison de sa préférence pour les écosystèmes aquatiques riches en boue et en matières organiques mortes, avec peu de végétation aquatique vivante (Abdelkader, 2014 ; Melhaoui et Berrahou, 2009). L'étude révèle également une variation dans la fréquence des espèces de macro-invertébrés, avec des espèces constantes, peu abondantes et rares. Les résultats de Gagneur et Thomas (1988), Gauthier (2008) et Mouloud (1988) montrent des tendances similaires dans d'autres contextes. En revanche, les espèces de la rivière Nkene

étaient plus dominantes, malgré une diversité plus faible comparée à la Cirhindiro. Cela s'explique par les différences écologiques et physico-chimiques des deux rivières, corroborant les résultats de Bagalwa et al. (2015). L'indice de similarité entre les deux rivières, qui est de 88,5 %, indique une certaine homogénéité dans les communautés, suggérant que les deux rivières partagent des caractéristiques communes. *Coenagrion* sp est l'espèce la plus nombreuse, avec 72 individus dans la Cirhindiro et 116 dans la Nkene, suivie par *Lepidostoma* sp (56 individus dans la Cirhindiro). Cependant, des analyses statistiques montrent des différences significatives entre les nombres d'individus dans les deux rivières, soulevant des questions sur les facteurs environnementaux influençant cette disparité. Des études antérieures ont montré que des variations dans les paramètres physiques et chimiques de l'eau, comme le pH, la température et la concentration en nutriments, peuvent affecter la composition et l'abondance des communautés benthiques (Allan et Castillo, 2007). Les résultats sur les paramètres physico-chimiques révèlent également que la température est plus élevée dans la rivière Nkene que dans la Cirhindiro, tandis que le pH est plus élevé dans cette dernière. Ces variations peuvent être attribuées aux matières organiques mortes qui influencent la température et le pH, comme l'indiquent les travaux de Bagalwa et al. (2015). La pollution des embouchures des rivières, plus élevée que celle des milieux, contribue également à la différence dans le nombre d'individus des macro-invertébrés, car les sites moins pollués accueillent une plus grande diversité. Les analyses statistiques confirment des différences significatives entre les nombres de macro-invertébrés récoltés dans les deux rivières, soulignant l'importance d'études supplémentaires sur l'influence des activités humaines sur la distribution des macro-invertébrés dans les rivières Cirhindiro et Nkene. Enfin, ces résultats mettent en lumière la nécessité d'une gestion et d'une conservation adéquates des rivières de la région de Katana, tout en soulignant l'importance d'étudier les facteurs environnementaux déterminants pour la biodiversité aquatique locale.

Conclusion

Les études de la biodiversité aquatique est un atout car c'est un travail des biologistes. En effet, ce travail qui porte sur la contribution à l'inventaire des macro-invertébrés benthiques des rivières Cirhindiro et Nkene avait comme objectif de contribuer à l'étude de la biodiversité aquatiques de la région du Sud-Kivu en général et de Katana en particulier. Cependant, les méthodes de collecte des spécimens a porté sur

le raclage à l'aide d'un filet troubleau et le ramassage simple. Ainsi, après investigation, nous avons obtenus les résultats ci-après: 30 espèces qui sont *Lymnaea natalensis*, *Biomphalaria pfeifferi*, *Physa acuta*, *Pschopsche scabripennis*, *Limnephilis combunatus*, *Limnephilis consocius*, *Hesperophylax designates*, *Neophylax concinnis*, *Tachopteryx thoreyi*, *Progomphus obscuris*, *Coenagrion sp*, *Hydropsyche simulans*, *Stenelmis lateralis*, *Gerris lacustris*, *Psychoda sp*, *Thaumaleides sp*, *Simulius venastum*, *Palpomyia sp*, *Chironomus tentans*, *Gerris notatura*, *Lepidostoma sp*, *Glossiphonia complanata*, *Agyronecta aquatica*, *Haemopsis grandis*, *Haemopsis sangsuga*, *Pila ovata*, *Nepa cirenea*, *Lumbriculus inconstans*, *Phanocerus clavicorni* et *Gyrinus notatore* ont été inventoriées; seule l'espèce *Coenagrion sp* est abondante, alors que les autres sont soit peu abondantes ou rares : 16 espèces, constituant la moitié des espèces de macro-invertébrés capturés dans les rivières Cirhindi et Nkene sont peu abondantes, alors que 13 autres espèces sont rares et toutes les espèces des macro-invertébrés que nous avons récoltées sont constantes ; les deux rivières ont une similarité de 88, 5 avec un indice de similarité de 0,6 et enfin, les paramètres physico-chimiques varient d'une rivière à une autre et d'un site à un autre dans une même rivière. La température est plus élevée dans la rivière Nkene que dans la rivière Cirhindi et cela aux embouchures des rivières qu'au milieu d'elles ; le pH est élevé au milieu de la rivière Cirhindi plus que le milieu de la rivière Nkene, mais cependant les embouchures de ces rivières ont le même pH et ce dernier est plus élevé à ceux des milieux des rivières. Les études portant sur la conservation de la biodiversité aquatique sont à encourager pour protéger les macro-invertébrés benthiques de ces deux rivières car menacées par les activités anthropiques.

Références bibliographiques

- Abdelkader L., 2014. Diversité de la faune macro-invertébré benthique d'Algérie. Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 4ème Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie & 5èmes Journées Franco-Tunisiennes de Zoologie Korba –Tunisie, 9 p.
- Alhou B., 2007. Impact des rejets de la ville de Niamey (Niger) sur la qualité des eaux du fleuve Niger. Thèse de doctorant, Faculté Universitaire Notre-Dame de la paix, Namur, Faculté des Sciences, 199p.
- Allan J.D. et Castillo M.M., 2007. Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters. Springer.
- Bagalwa M. et Baluku B., 1997. Distribution des mollusques hôtes intermédiaires des Schistosomiasis humains à Katana, Sud-Kivu, Est du Zaïre. *Med. Trop.* 57, 369-372.
- Bagalwa M., 2006. The impact of land use on water quality of the Lwiro River, DRC, Central Africa, *African Journal of Aquatic Science*, 31,1, 137-143.
- Bagalwa M., Majaliwa J.G.M, Kansiime F., Bashwira S., Tenywa M., Karume K., 2016. Sediment and nutriment loads into river Lwiro, in the Lake Kivu basin, Democratic Republic of Congo. *Inst. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol, 9, 3, 1976-1960
- Bagalwa M., Majaliwa J.G.M., Mushagalusa N., Karume K., 2013. Estimation of transported pollutant load from small urban Kahuwa river microcatshment in Lake Kivu, Democratic Republic of Congo. *Journal of Environment Science and Engineering*, 2, 460-472.
- Barbour M.T; Gemisen J.; Snyder B.D.; Stribling J.B.; 1999. Rapid bioassessment protocols for use in steams and wadeable rivers: perphyton, benthic macro-invertebrates and fish. Second edition, EPA841-B-99-002. US Environmental Protection Agency; office of water, Washington DC, USA
- Bisusa M., Bagalwa M. et Mushayuma N., 2014. La prévalence de la raciologie animale dans les groupements d'Irhambi-Katana et Bugorhe, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo. *Annales de l'UEA*, 59-68.
- Bouchez A., Dorigo U. et Rimet F., 2010. Surveillance des impacts environnementaux d'effluents aqueux des sites industriels par les diatomées dulçaquicoles. INRA Thonon, 175p. n°07-1016/1A.

- Dajoz, R., 1985. *Précis d'écologie*. Ed. Bordas, Paris, 505p.
- Dash M.C., 1995, *Fundamentals of ecology*, School of life science, Sambalpur University, Jyoti vihar, Orissa, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 203-204 pp.
- Deshon J.E., 1995. Development and application of the invertebrate community index (IC). In Davis and Simon: Biological Assessment and Criteria, Tools for Water resource planning and decision making. CRC Press, Inc. USA
- Furaha G., Mastaki L. et Le Bailly P., 2013. L'impact des activités non-agricoles sur la pauvreté et l'inégalité rurales. Cas des groupements Bugorhe et Irhambi-Katana (Territoire de Kabare, Province du Sud-Kivu). Rapport, 23p
- Gagneur J. et Thomas A.G.B., 1988. Contribution à la connaissance des Ephéméroptères d'Algérie. I. Répartition et écologie (1ère partie) (Insecta, Ephemeroptera). *Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse*, 124: 213-223.
- Gauthier H., 2008. Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. Minerva, Alger. 149p.
- Gray J.S., McIntyre A.D. et Strim J., 1992. Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, en égard en particulier au benthos. FAO Document technique sur les pêches, N°324, 53
- Hellawell N., 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier Applied Science Publishers Ltd, United Kingdom, 546p.
- Labbo R., Ernould J.C., Djinrilla A., Sadiki A. et Chippaux J.P., 2003. Transmission de *Schistosoma haematobium* dans la ville de Niamey, Niger. Bulletin de la société de pathologie Exotique, 96, 3; 178-182.
- Luonga K., 1999. Contribution à la connaissance de la pollution organique dans la rivière Lwiro : Recherche des indices biologiques (macro-invertébrés et algues). TFC, ISEC/Katana, inédit, 32p.
- Malmqvist B. et Rundle S., 2000. Threats to the running water ecosystems of the world. Environmental conservation, 29, 2, 134-153.
- Matthews R.A., Buikema A.L., Cairns J. et Rodgers J.H., 1982. Biological monitoring. Part IIA. Receiving system functional methods, relationship and indices. Water Research, 16, 129-139.

- Matungulu M., 1999. Contribution à la connaissance de la pollution organique dans la rivière Lwiro 1: recherché des indices chimiques et bactériologiques. TFC, ISEC/Katana, Inédit, 33p.
- Melhaoui M. et Berrahou A., 2009. Echantillonnage et etude des macro-invertébres de la Moulouya, Document du stage de formation à la connaissance et la gestion de la biodiversité aquatique, Projet UICN Med/ABHM Moulouya – Maroc, 40 p.
- Merritt R.W. et Cummins K.W., 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company.
- Metcalfe-Smith J. L. (1994). Biological water-quality assessment of rivers: Use of macroinvertebrate communities. In P. Calow & G. E. Petts (Eds.), The rivers handbook: Hydrological and ecological principles. Blackwell Scientific Publications, 1, 523p.
- Micha J.C. et Noiset J.L., 1982. Evaluation biologique de la pollution de ruisseaux et rivières par les macroinvertébrés aquatiques. Probio Revue, 5, 1, 142p.
- Mouloud S. A., 1988. Essais de recherches sur la dérive des macro-invertébrés dans l'oued Aïssi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse Magister, Université d'Alger, 118p.
- Olivier L. et Scheidrmann M., 1956. A method for estimating the density of aquatic snail populations. Experimental Parasitology, 15, 2, 109-117.
- Pennak R.W. 1952. Fresh water invertebrate of the USA, the Ronald press company, New York, 769p.
- Resh, V. H. (1995). Freshwater benthic macroinvertebrates. In J. H. Thorp & A. P. Covich (Eds.), Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Academic Press, pp. 247-307.
- Rosenberg D. M. et Resh V. H., 1993. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall.
- Simboura N. et Zenetos A., 2002. Benthic to use in ecological quality classification of mediterranean marine ecosystems, including a new biotic index. Mediterranean Marine Science, 3, 2, 77-111.
- Tachet H. et Noiset J.L, 1980. Introduction à l'étude des macro-invertébrés des eaux douces, Paris, 148p.

Touzin D. et Roy A., 2008. Utilisation des macro-invertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec. Mémoire de Maitrise, Université Laval, Québec, 40p.

USEPA, 1996. Quality criteria for water-1996. United State Environmental Protection Agency Office of Water Regulations and Standards, Washington DC, 20460. Report N° 440/5-86-001.

Zirirane N.D., Majaliwa J.G.M., Muhigirwa B.J.B., Karume K., Bagalwa M., 2014. Effet des flux d'eau sur la capacité de retention des marais Ciranga et Kabamba, Lac Kivu, République Démocratique du Congo. *Afrique Science*, 10, 4, 169-179.