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

Contribution à l'étude des communautés de macro invertébrés benthiques de la zone littorale du lac Tanganyika aux embouchures des cours d'eau de la ville de Bujumbura

NDAYIIDMBAZE, Epimaque; Sous la Direction de: Dr. Claver SmOMANA

2018-05
UB, INSTITUT DE PEDAGOGIE APPUQUEE
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/820

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

UNIVERSITE DU BURUNDI

INSTITUT DE PEDAGOGIE APPLIQUEE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES COMMUNAUTES DE MACROINVERTEBRES BENTHIQUES DE LA ZONE LITTORALE DU LAC TANGANYIKA AUX EMBOUCHURES DES COURS D'EAU DE LA VILLE DE BUJUMBURA

Par :
Epimaque NDAYIHIMBAZE

Sous la Direction de:

Dr. Claver SIBOMANA

Mémoire présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention du Grade de **Licencié en Pédagogie Appliquée, Agrégé de l'enseignement secondaire en Biologie**

Bujumbura, Mai 2018

DEDICACE

A nos chers parents et particulièrement à notre très chère mère,

A nos chers oncles et tantes,

A nos chers frères et sœurs, cousins et cousines,

A tous ceux qui nous ont été et qui nous sont chers,

Nous dédions ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Que la grâce et la gloire soient rendues à l'Eternel notre Dieu pour nous avoir gardé la vie, donné la force et le courage de réaliser ce travail.

Cette étude n'aurait pu être menée à bien sans le concours de tous ceux qui, à des titres différents, ont voulu nous apporter leurs précieuses contributions.

Nos remerciements s'adressent plus particulièrement au Dr. Claver SIBOMANA qui a accepté d'assurer la direction de ce travail malgré ses multiples engagements. Ses pertinentes remarques, ses conseils, sa disponibilité et sa rigueur scientifique nous ont été très utiles. Ce travail a été réalisé grâce à l'appui financier du VLIRUOS qui nous a permis de faire les travaux de terrain et d'échantillonnage, nous en serons toujours reconnaissant.

A tous les enseignants depuis l'école primaire, eux, qui ont ouvert pour nous les vastes horizons qui ont permis notre épanouissement tant intellectuel que moral, jusqu'à ceux de l'Université du Burundi, nous adressons notre sincère gratitude, spécialement à ceux du département de Biologie à l'Institut de Pédagogie Appliquée.

Une grande reconnaissance sera toujours rendue à notre mère, celle qui a su son rôle fondamental et irréprochable de mère et qui nous a montré le bon chemin vers l'école, qu'elle soit couronnée par les résultats de ce travail.

Nous devons aussi une reconnaissance à Helménégilde HABARUGIRA, technicien de laboratoire de la Faculté des Sciences, Département de Biologie, qui nous guidait beaucoup sur terrain. Que nos collègues qui nous ont encouragé durant la période d'échantillonnage et nous ont également aidés à surmonter les obstacles qui se présentaient, trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Notre gratitude s'adresse également à la famille Salvator NYABENDA qui s'est investie tant moralement que financièrement pour notre éducation et instruction. Que notre travail couronne tous leurs sacrifices et privatisations consentis pour sa réalisation.

Nous devons également une grande reconnaissance à tous nos camarades de classe depuis l'école primaire jusqu'à l'université, avec qui nous avons partagé le meilleur et le pire ; ceux qui nous ont aidé dans diverses situations ou prodigué des divers conseils, nous leur disons merci.

Enfin, ça serait pour nous une grande dette si nous terminions ces remerciements sans nous adresser à toute personne qui de près ou de loin, d'une ou d'autre manière, a contribué à la réalisation de ce travail, nous disons à chacune grand merci.

Epimaque NDAYIHIMBAZE

SIGLES ET ABREVIATIONS

Km: kilomètre

Km^2 : kilomètre carré

Km^3 : kilomètre cube

m : mètre

°C: degré Celsius

% : pourcentage

G.P.S.: Global Positioning System

Al.: alli

pH : potentiel d'hydrogène

IGEBU : Institut Géographique du Burundi

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

FIGURES

Figure 1 : Situation géographique du lac Tanganyika, modifiée d'après Langenberg *et al.* (1997)....4
Figure 2 : Bassin du lac Tanganyika au Burundi avec stations d'échantillonnage, modifiée d'après IGEBU (1984)....9
Figure 3 : Embouchure de la rivière Ntahangwa....10
Figure 4 : Canal collecteur R3 à l'embouchure du lac Tanganyika....11
Figure 5 : La rivière Kanyosha à l'embouchure du lac Tanganyika....11
Figure 6 : Abondance des familles aux points échantillonnés à la station Ntahangwa....16
Figure 7 : Abondance relative des familles inventoriées à la station Ntahangwa....17
Figure 8 : Abondance des familles aux points échantillonnés à la station canal collecteur R3....18
Figure 9 : Abondance relative des familles inventoriées à de la station canal collecteur R3....18
Figure 10 : Abondance des familles aux points échantillonnés à la station Kanyosha....19
Figure 11 : Abondance relative des familles inventoriées à la station Kanyosha....20
Figure 12 : Abondance relative des ordres des taxons récoltés....22
Figure 13 : Abondance relative des classes des familles inventoriées....22
Figure 14 : Abondance relative des embranchements des taxons récoltés....23

TABLEAUX

Tableau 1 : Autres caractéristiques physiographiques du lac Tanganyika selon West (2001)....5
Tableau 2 : Abondance des familles de macroinvertébrés à la station Ntahangwa....16
Tableau 3 : Abondance des familles de macroinvertébrés à la station canal collecteur R3....17
Tableau 4 : Abondance des familles de macroinvertébrés à la station Kanyosha....19
Tableau 5 : Position systématique et occurrence des familles selon les stations....20
Tableau 6 : Tableau synthétique des différentes familles inventoriées avec leurs moyennes....21
Tableau 7 : Effectif des ordres des différentes familles inventoriées....21
Tableau 8: Abondance des classes des différentes familles inventoriées....22
Tableau 9 : Effectifs des individus des différents embranchements inventoriés....23
Tableau 10 : Effectifs totaux, richesse taxonomique (S), indices de diversité de Shannon-Weaver (H') et d'équitabilité selon les stations....23
Tableau 11 : Indice de similarité de Jaccard entre les stations étudiées....24

RESUME

Malgré sa richesse en biodiversité et son degré d'endémisme élevé, les communautés du lac Tanganyika ont été peu explorées à l'exception de l'ichtyofaune et plus particulièrement des espèces des cichlidés et les mollusques dans une moindre mesure. Une attention particulière devrait être accordée à la diversité des invertébrés aussi bien du point de vue de l'évolution que celui de la gestion. Malgré leur importance, les macroinvertébrés benthiques ont été peu étudiés au lac Tanganyika notamment dans la zone littorale.

Notre étude a été menée dans la zone littorale du lac Tanganyika aux embouchures des cours d'eau traversant la ville de Bujumbura : Ntahangwa, Kanyosha et canal collecteur R3 ; et a été entreprise entre Octobre 2016 et Mars 2017. L'objectif poursuivi était d'évaluer la biodiversité et la structure des peuplements des macroinvertébrés benthiques dans les stations d'étude. La collecte des échantillons a été faite à l'aide d'une benne Ekman en suivant un transect perpendiculairement aux rives du lac. A chaque station, nous avons fait des prélèvements à 5 points différents.

Au total, 1729 spécimens de macroinvertébrés benthiques représentant 8 familles regroupées en 7 ordres, 5 classes et 3 embranchements ont été inventoriés. Les familles inventoriées sont : Chironomidae, Lumbriculidae, Tubificidae, Thiaridae, Hirudidae, Paludomidae, Corixidae et Potamonautidae. A la station Ntahangwa la famille des Chironomidae est la plus abondante alors qu'à la station canal collecteur R3, nous observons la dominance des familles des Chironomidae et des Lumbriculidae. A la station Kanyosha, ce sont les Lumbriculidae et les Tubificidae qui constituent les familles les plus abondantes. Au niveau de toutes les stations, les familles dominantes échantillonnées sont essentiellement des taxons indicateurs de pollution : les Chironomidae et les Lumbriculidae, ce qui montre que le lac Tanganyika est en train de subir une pollution de la part des affluents qui traversent la ville de Bujumbura. L'indice de diversité le plus élevé a été observé à la station Kanyosha alors que l'indice d'équitabilité le plus élevé s'observe à la station Ntahangwa. L'indice d'équitabilité nous a permis de remarquer que les peuplements de macroinvertébrés aux différentes stations ne sont pas bien structurés et sont moins stables et surtout pour la station R3 malgré son effectif assez élevé de spécimens.

ABSTRACT

Despite its high biodiversity and high endemism level, communities in Lake Tanganyika have been little explored except ichtyofauna and particularly cichlids and molluscs to a lesser extent. Particular attention should be drawn to the diversity of invertebrates for both evolution and management point of view. Despite their importance, benthic macroinvertebrates have been poorly studied in Lake Tanganyika, particularly in the littoral zone.

Our study was conducted in the littoral zone of Lake Tanganyika at the mouths of watercourses crossing the city of Bujumbura: Ntahangwa, Kanyosha and collector channel R3 and was undertaken between October 2016 and March 2017. The objective of this study was to assess the biodiversity and structure of benthic macroinvertebrate communities at these three sites. Sampling was done using an Ekman grab on 5 different points along a transect perpendicular to the lake shore.

A total of 1729 benthic macroinvertebrate specimens belonging to 8 families from 7 orders, 5 classes and 3 phyla have been identified. The identified families are: Chironomidae, Lumbriculidae, Tubificidae, Thiaridae, Hirudidae, Paludomidae, Corixidae and Potamonautidae. At the Ntahangwa station, the Chironomidae family is the most abundant, while at the collector R3 station we observe the dominance of the Chironomidae and Lumbriculidae families. At the Kanyosha station, the Lumbriculidae and Tubificidae are the most abundant families. From all sampled stations, the most abondant families are taxa that are pollution indicators: Chironomidae and Lumbriculidae, indicating that lake Tanganyika is undergoing pollution from the rivers and watercourses crossing Bujumbura city. The highest diversity index was observed at Kanyosha station while the highest equitability index was observed at Ntahangwa station. The equitability index indicates that the macroinvertebrate communities at the different stations are not well structured and are less stable especially at collector R3 station despite its fairly high number of sampled specimens.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE i
REMERCIEMENTS ii
SIGLES ET ABREVIATIONS iii
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX iv
RESUME v
ABSTRACT vi
TABLE DES MATIERES vii
INTRODUCTION GENERALE 1
CHAPITRE I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE 3
I.1. Lac Tanganyika 3
I.1.1. Définition d'un lac 3
I.1.2. Caractéristiques d'un lac 3
I.1.3. Cadres physique, géographique et historique du lac Tanganyika 3
I.1.4. Hydrologie 5
I.1.5. La biodiversité et l'endémisme du lac Tanganyika 6
I.1.6. Stratification thermiquedu lac Tanganyika 6
I.1.7. Lac Tanganyika et la pollution 6
I.1.8. Lac Tanganyika et la sédimentation 7
I.2. Bref aperçu sur les macroinvertébrés aquatiques 7
I.2.1. Macroinvertébrés et la matière organique 7
I.2.2. Macroinvertébrés et poissons 7
I.2.3. Macroinvertébrés et pollution 7
I.2.4. Les rapports directs des macroinvertébrés avec l'homme 8
CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES 9
II.1. Description et choix des stations d'étude 9
II.2. Matériel 11
II.2.1. Aux stations d'échantillonnage 11
II.2.2. Au laboratoire 12
II.3. Méthodes 12
II.3.1. Sur terrain 12
II.3.2. Au laboratoire 13
CHAPITRE III. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS 16
III.1. Composition et abondance faunistique à chaque station 16
III.1.1. Structure des communautés des macroinvertébrésdes stationséchantillonnées 16

III.1.2. Comparaison de la faune des macroinvertébrés benthiques des différentes stations 20
III.2. Discussion 24
CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS 26
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 27

INTRODUCTION GENERALE

Les écosystèmes d'eau douce sont habités par une grande variété d'organismes vivants parmi lesquels on recense les invertébrés et Mahamba (2004) indique que ces derniers sont l'un des groupes les plus importants des biocénoses aquatiques. Le lac Tanganyika est le plus vieux des lacs du Rift africain et derrière le lac Baïkal, il est le deuxième lac le plus profond (1470 m) et le plus ancien (12-20 millions d'années) (Allison *et al.*, 2000). Il est également connu pour sa biodiversité et son endémisme très élevé (Patterson *et al.*, 1998). Le lac Tanganyika a plus de 2000 espèces de plantes et d'animaux et se place parmi les écosystèmes d'eau douce les plus riches du monde. Plus de 600 parmi ses espèces sont endémiques avec un pourcentage de 98% d'espèces de poissons cichlidés, 75% d'espèces de gastéropodes, 60% d'espèces de bivalves, 93% d'espèces de décapodes, 60% d'espèces de sangsues (Coulter, 1994).

Malgré sa richesse en biodiversité et son degré d'endémisme élevé, les communautés de cet écosystème lacustre ont été peu explorées à l'exception de la composante la mieux connue qui est l'itchyofaune et plus particulièrement des espèces des cichlidés (Martens, 1998) et les mollusques dans une moindre mesure. Une attention particulière devrait être accordée à la diversité des invertébrés aussi bien du point de vue de l'évolution que celui de la gestion (Martens, 1998). En effet, ce groupe d'animaux jouent un rôle important dans les écosystèmes aquatiques.

Les macroinvertébrés benthiques sont parmi les communautés biologiques largement utilisées pour évaluer la santé des lacs et des cours d'eau puisqu'ils possèdent plusieurs caractéristiques d'un bon indicateur de la santé d'un écosystème (Gagnon et Pedneau, 2006). En plus, ils interviennent dans les réseaux trophiques comme consommateurs de premier ou de second ordre et, constituent de ce fait une source d'alimentation pour la plupart d'espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux (Gnohossou, 2006).

Les cours d'eau dans et autour de la ville de Bujumbura et la zone immédiate du lac Tanganyika dans lequel ils se jettent, sont soumis à une forte pression anthropique qui conduirait à une pollution qui mettrait les macroinvertébrés benthiques en danger croissant, certaines espèces risquant ainsi de disparaître avant même leur identification. Dans un tel contexte, il est urgent que des inventaires se fassent régulièrement pour constituer une banque des données sur les groupes taxonomiques qui existent encore dans ces écosystèmes. Ainsi, une connaissance taxonomique des macroinvertébrés constituerait une base pour des études d'évaluation de la qualité de l'eau des rivières ou du lac Tanganyika et l'impact de la pollution sur ces écosystèmes aquatiques. Plusieurs études ont montré que les rivières affluentes du lac Tanganyika qui traversent la ville de Bujumbura sont polluées par les rejets urbains et les matières apportées par les eaux de ruissellement provenant des collines déboisées autour de la ville (Yu *et al.*, 2017 ; Buhungu *et al.*, 2017) de même que les canaux collecteurs des eaux usées en provenance des différents quartiers de la ville de Bujumbura (Nduwayezu, 2017). L'arrivée de cette eau dans le lac Tanganyika conduirait à la disparition de certaines populations ou au changement dans la structure des communautés de macroinvertébrés selon leur degré de sensibilité aux différentes formes de pollution.

C'est ainsi que nous avons entrepris ce travail pour étudier les communautés de macroinvertébrés benthiques de la partie Nord du lac Tanganyika aux embouchures cours d'eau Ntahangwa et

Kanyosha et du canal collecteur R3 à côté de l'ancien Cercle Nautique de Bujumbura pour évaluer la dynamique de la biodiversité de cet écosystème.

L'objectif global de la présente étude est d'évaluer la biodiversité et la structure des macroinvertébrés benthiques du lac Tanganyika aux embouchures des cours d'eau traversant la ville de Bujumbura. Les objectifs spécifiques sont :

- Inventorier les macroinvertébrés benthiques trouvés dans les différentes stations d'étude ainsi que les niveaux de pollution y relatifs,
- Déterminer la diversité des macroinvertébrés aux différentes stations échantillonnées.

Notre travail s'articule sur un bref aperçu sur le lac Tanganyika, la faune des invertébrés avant de parler du matériel et des méthodes qui nous ont guidé pour arriver aux résultats de ce travail. La présentation, l'analyse et la discussion de ces résultats suivent et enfin nous en déduisons une conclusion et émettons quelques recommandations à l'endroit des intervenants pour la gestion durable des ressources faunistiques en général et des macroinvertébrés des stations étudiées en particulier.

CHAPITRE I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Lac Tanganyika

I.1.1. Définition d'un lac

Un lac est une étendue d'eau dont la profondeur est supérieure à une dizaine de mètres, ce qui permet l'installation d'une stratification thermique au moins à certaines périodes de l'année (Dajoz, 2009). Un lac appartient donc dans la catégorie des eaux stagnantes (ou milieux lentiques) caractérisées par un courant de vitesse quasi-nulle ou nulle (Genin *et al.*, 2003).

I.1.2. Caractéristiques d'un lac

Contrairement aux cours d'eaux, les lacs sont des réceptacles dans lesquels s'accumulent les détritus. Prisonniers de leurs cuvettes, ils se remplissent peu à peu de sédiments et s'assèchent graduellement (Pringle *et al.*, 1991). Selon ce dernier, l'espérance de vie d'un lac dépend de plusieurs facteurs dont : l'origine, les dimensions et la forme de la cuvette, le climat et surtout la nature du bassin versant, c'est-à-dire des terres drainées par les eaux alimentant le lac. Certains lacs, comme le lac Tanganyika, sont très anciens avec un âge pouvant dépasser 12 millions d'années. Ces lacs sont très profonds et caractérisés par un endémisme élevé.

I.1.3. Cadres physique, géographique et historique du lac Tanganyika

Le lac Tanganyika est situé dans la région des grands Lacs de l'Afrique Orientale. Logeant dans la partie centrale du graben occidental au Sud de l'équateur à $29^0 5'$ et $31^0 15'$ de longitude Est, et $3^0 20'$ et $8^0 45'$ de latitude Sud, le lac Tanganyika a une profondeur maximale pouvant atteindre 1320 m dans le bassin Nord et 1470 m dans le bassin Sud, avec une moyenne de 570 m, ce qui le place en deuxième position à l'échelle mondiale après le lac Baïkal (West, 2001).

C'est à cause de sa très grande profondeur que ce lac a pu se maintenir aux cours des siècles sans jamais se dessécher complètement, malgré d'importantes chutes de niveaux à la suite de périodes sèches qui ont marqué certaines périodes; ce qui n'a pas été le cas pour les autres lacs moins profonds de la région (Ntakimazi, 1995). Le lac Tanganyika aurait connu un morcellement dû à l'affaissement du graben il y a environ 6 millions d'années. Ainsi son ancienneté considérable, son isolation par rapport aux autres bassins hydrographiques ainsi que sa fragmentation auraient influencé son évolution faunistique (Coulter, 1994).

Le lac Tanganyika est partagé par 4 pays, avec des surfaces de répartitions aquatiques inégales: le Burundi, la R.D.C, la Tanzanie et la Zambie avec respectivement 2600 km^2, 14800 km^2, 13500 km^2 et 2000 km^2de surface (Fermon, 2007) (figure 1).

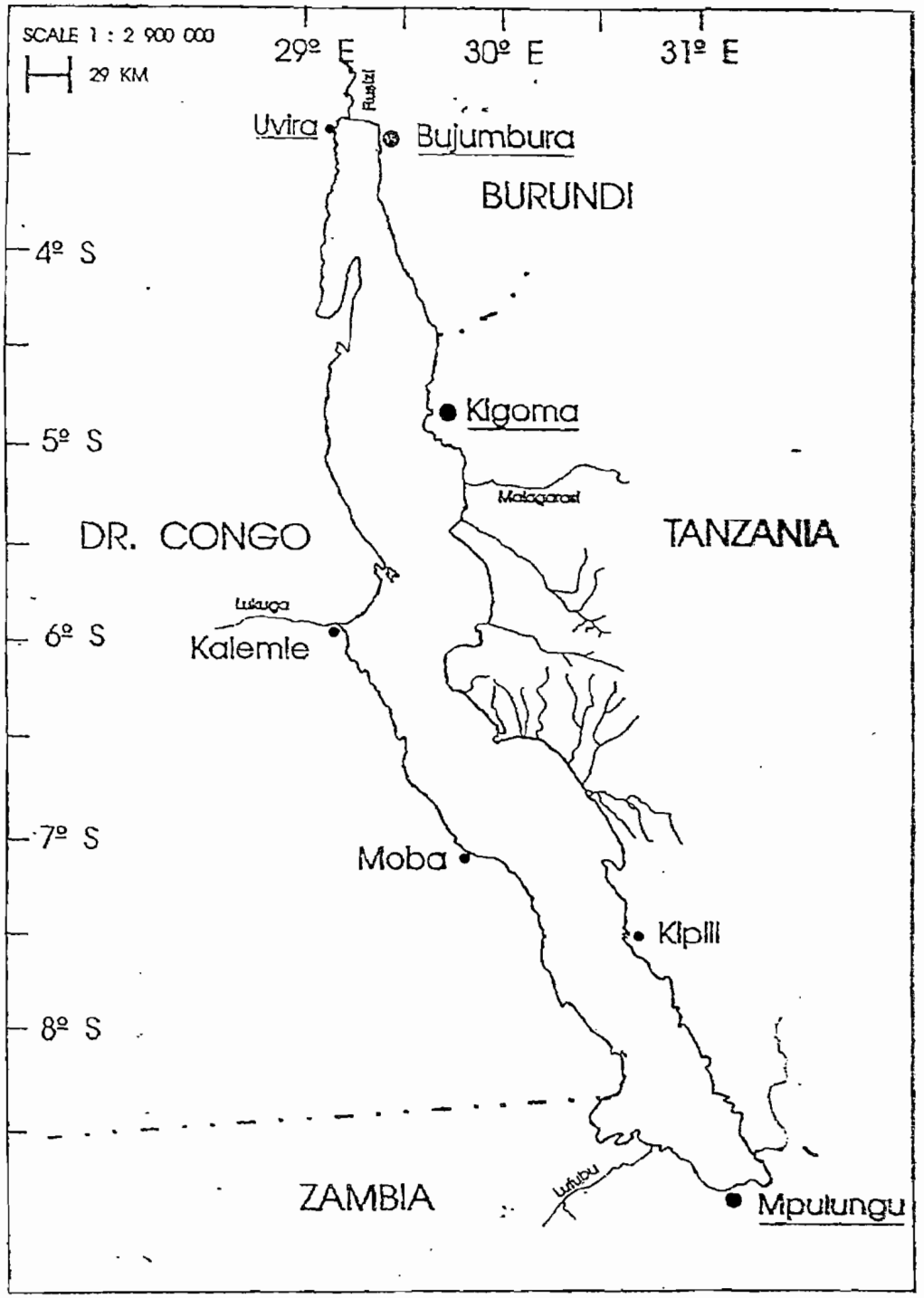


Figure 1 : Situation géographique du lac Tanganyika, modifiée d'après Langenberg *et al.* (1997)

Le lac Tanganyika présente d'autres caractéristiques géographiques (tableau 1).

Tableau 1 : Autres caractéristiques géographiques du lac Tanganyika (West, 2001)

Paramètres	**Valeurs**
Age	Environ 12 millions
Altitude	773 m au-dessus du niveau de la mer
Longueur	673 km
Largeur	En moyenne 50 km
Superficie	32600 km^2
Périmètre côtier	1838 km
Bassin versant	220000 km^2
Zone oxygénée	70 m de profondeur au Nord, 200 m de profondeur au Sud
Température	23-27°C
pH	8,6-9,2
Salinité	Environ 460g/l
Temps de résilience	440 ans

I.1.4. Hydrologie

Avec un volume de 1880km^3, le lac Tanganyika est parmi les lacs mondiaux les plus volumineux (Branchu *et al.*, 2005). Son bassin versant englobe, dans sa partie Nord, le lac Kivu qui se déverse dans le lac Tanganyika par la Rusizi (Bergonzini *et al.*, 2015). Le niveau du lac témoigne du bilan hydrologique moyen composé d'apports par des pluies (environ 36 km^3/an) et par les écoulements en provenance du bassin versant (environ 30 km^3/an au total), et de pertes par évaporation à la surface du lac (environ 56 km^3/an), par écoulement via l'exutoire de la Lukuga (environ 10 km^3/an) (Bergonzini *et al.*, 2015).

De multiples petites rivières aboutissant au lac ont une part non négligeable dans son alimentation en eau. Les rivières les plus importantes ayant un apport non négligeable sont la Malagarazi et la Rusizi. Les eaux du lac sont déversées vers le bassin du fleuve Congo par le seul exutoire qui est la rivière Lukuga.

I.1.5. La biodiversité et l'endémisme du lac Tanganyika

Le lac Tanganyika est l'un des plus grands trésors biologiques du monde. Sa faune est riche et diversifiée (Angelier, 2009) et il est important de savoir que la faune du lac Tanganyika se compose de deux groupes majeurs, appelés «moitiés»: la faune lacustre authentique et la faune des étendues d'eau voisines (Martens, 1998). Le lac Tanganyika a plus de 2000 espèces d'animaux et de plantes et se classe parmi les écosystèmes d'eau douce les plus riches au monde et plus de 600 parmi ses espèces sont endémiques (Coulter, 1994).

Le lac présente un taux d'endémisme non négligeable, ainsi par exemple parmi les crustacés nous avons les ostracodes avec 85 espèces dont 74 sont considérées comme endémiques; les copépodes avec cyclopoïdes ayant 47 espèces dont 17 endémiques, harpacticoïdes ayant 16 espèces dont 14 endémiques. Parmi les mollusques: 60 espèces de gastéropodes dont 37 endémiques, 15 espèces de bivalves dont 9 endémiques (Patterson *et al.*, 1998). Chez les poissons, 289 espèces sont endémiques, représentant 89% de la diversité des poissons de ce lac (Snoeks, 2000).

I.1.6. Stratification thermiquedu lac Tanganyika

Les eaux du lac Tanganyika se réchauffent sous l'effet des rayons solaires et on observe différentes couches aux gradients thermiques différents (Coulter *et al.*, 1991).

- **Epilimnion**: c'est une zone dont les températures varient de 25 à 27^{0}C et dont l'épaisseur varie en fonction des saisons entre 50-80 m dans le bassin Nord, 100 m dans le bassin Sud.

- **Métalimnion**: c'est une fine couche intermédiaire où la température varie de 23,7 à 25^{0}C.

- **Hypolimnion**: c'est la couche la plus profonde et de loin la plus épaisse avec des températures stables de 23,5 à 23,7^{0}C.

I.1.7. Lac Tanganyika et la pollution

La démographie galopante constitue une menace pour le lac Tanganyika parce que la population du bassin versant croît rapidement et étant donné le moyen fluide de transport que constitue le lac et que c'est un système presque fermé avec une longue durée de résilience (440 ans) (West, 2001). Etant donné que le Burundi a la plus grande densité de population et le plus grand nombre d'industries dans le bassin, il constitue la plus grande menace de pollution (West, 2001).

La contamination des eaux du lac Tanganyika, dans la partie étudiée, est due essentiellement aux eaux usées industrielles et domestiques, qui sont drainées vers le lac par les cours d'eau et collecteurs. En effet, Bujumbura abrite une variété d'industries qui sont des sources de pollution potentielle sur un bon nombre de kilomètres de la côte dont une brasserie, des usines de peintures, des savonneries, des dépôts de carburants, des usines des batteries ainsi qu'un port et un abattoir (PAS, 2000).

Le lac étant presque fermée, les polluants y déversés seront d'autant plus dangereux qu'ils sont chimiquement stables et peu biodégradables.

I.1.8. Lac Tanganyika et la sédimentation

L'augmentation des déboisements dans le bassin versant du lac Tanganyika et l'érosion conséquente a causé un accroissement de matières en suspension entrant dans le lac par les cours d'eau/canaux. L'augmentation de la sédimentation peut avoir un profond effet négatif sur la biodiversité en altérant les habitats notamment les changements de substrats rocheux en substrats mixtes ou sablonneux et en interrompant la production primaire et les trames alimentaires, causant par là une réduction de la biodiversité des espèces (Allison *et al.*, 2000).

Les sédiments en suspension réduisent la pénétration de la lumière, la pousse des algues est donc réduite et les espèces surtout les mollusques qui dépendent des habitats rocheux disparaissent (Patterson *et al.*, 1998). L'augmentation des sédiments dans le lac se manifeste par les habitats rocheux inondés de sédiments qui sont courants le long de la côte burundaise, et les deltas des rivières qui évoluent par progradation (Lukwitcha, 2012).

I.2. Bref aperçu sur les macroinvertébrés aquatiques

I.2.1. Macroinvertébrés et la matière organique

Une part non négligeable des feuilles des arbres tombe ou est entraînée par le vent dans les eaux courantes ou stagnantes, les macroinvertébrés vont dissocier ces feuilles en éléments plus fins pour faciliter la tâche aux micro-organismes. Les processus sont généralement plus rapides en eau courante qu'en eau stagnante par le fait que dans ce dernier type d'habitat, l'accumulation des débris organiques est très rapide entrainant l'apparition des phénomènes d'anaérobiose ralentissant considérablement la composition de la matière organique (Tachet *et al.*, 2010).

I.2.2. Macroinvertébrés et poissons

La plupart des formes âgées des poissons sont nourries par les macroinvertébrés (larves et adultes) tandis que les jeunes des macroinvertébrés constituent la principale source de nourriture pour les alevins et les juvéniles (Tachet *et al.*, 2010).

I.2.3. Macroinvertébrés et pollution

Les macroinvertébrés n'interviennent pas directement dans le phénomène d'autoépuration qui incombe essentiellement aux micro-organismes, mais présentent une sensibilité différentielle aux diverses formes de pollution et peuvent être utilisés comme témoins de ces dernières (Tachet *et al.*, 2010).

Certaines espèces peuvent survivre exclusivement dans des milieux très peu ou pas pollués, elles sont alors qualifiées de polluo-sensibles. Contrairement à ces dernières, d'autres espèces peuvent se maintenir à des niveaux de pollution plus importants et sont qualifiées de polluo-résistantes (Chabot, 2014).

Les différents macroinvertébrés colonisent les différents cours d'eau selon le degré de pollution que présentent ces derniers (Zwart et Trivedi, 1995).

Eau non polluée: Mégaloptères famille de Malidae, Diptères famille d'Athericidae (araignée d'eau);

Eau modérément polluée: Crustacés de la famille d'Astacidae, Odonates famille de Libellulidae, Ephéméroptères famille de Dystidae, Trichoptères famille de Philopotamidae ;

Eau assez polluée: Lumbriculidae;

Eau sévèrement polluée: Tubificidae, Chironomidae.

I.2.4. Les rapports directs des macroinvertébrés avec l'homme

Les macroinvertébrés peuvent avoir des rapports beaucoup plus directs avec l'homme : ceux négatifs et ceux positifs (Tachet *et al.*, 2010).

Les rapports négatifs ou nuisances sont liés à la présence des adultes des espèces hématophages (comme les moustiques femelles) ou autres qui sont pathogènes pour l'homme. Dans certains cas exceptionnels, les macroinvertébrés peuvent constituer un gêne pour l'homme lorsque les sorties de certaines espèces sont simultanées. Quant aux rapports positifs, les larves d'insectes ont servi d'apports pour les pêcheurs qui les utilisent directement, soit également sous forme d'imitations pour leurrer les poissons lors de la pêche.

CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Description et choix des stations d'étude

Les stations d'étude sont situées au bord du lac Tanganyika dans la partie Nord-Est du lac, la zone présumée la plus polluante, en bordure de la ville de Bujumbura. Au total 3 stations ont été choisies au niveau des embouchures des affluents du lac Tanganyika. Il s'agit des embouchures des cours d'eau de Ntahangwa et Kanyosha ainsi que le canal collecteur R3 à côté de l'ancien Cercle Nautique de Bujumbura.

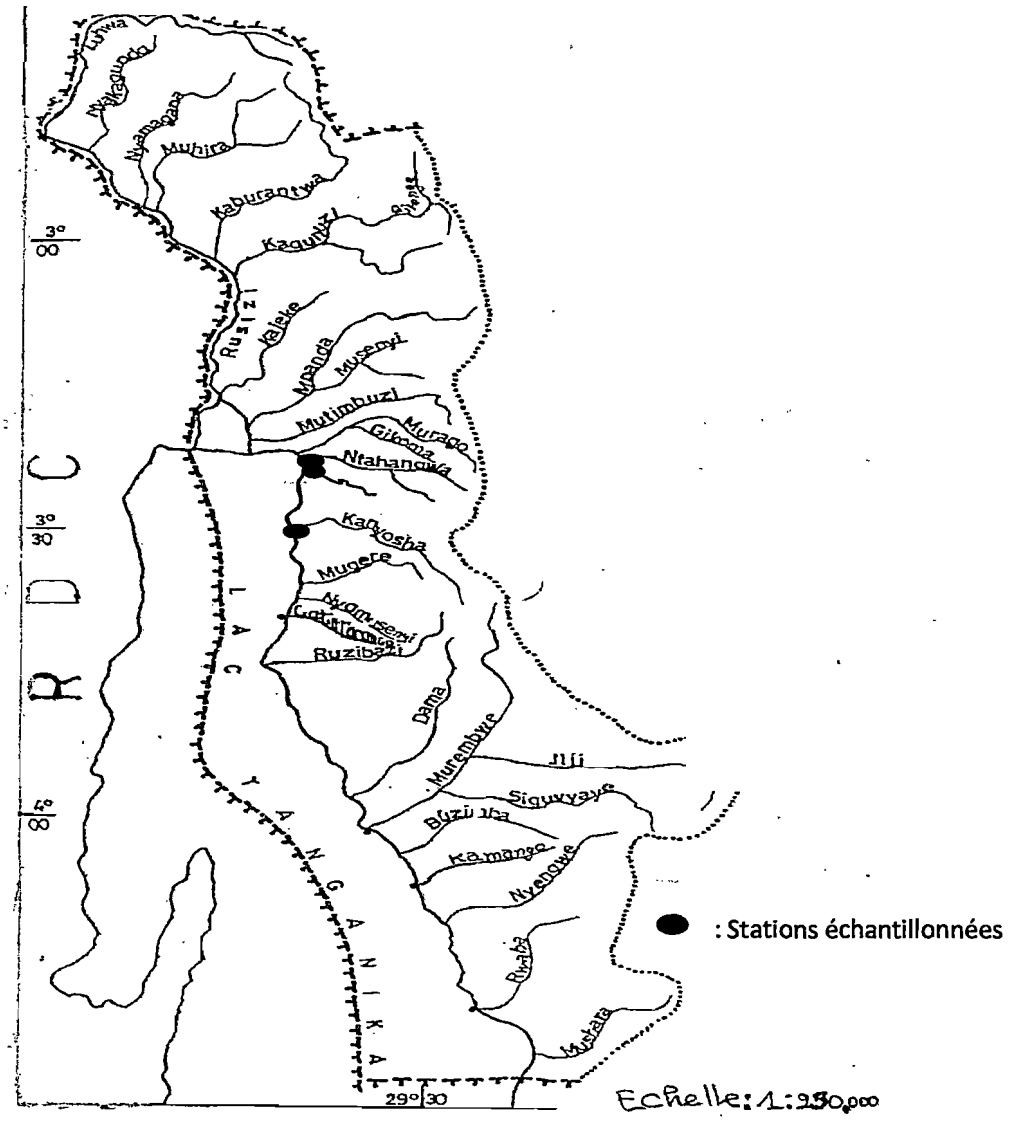


Figure 2 : Bassin du lac Tanganyika au Burundi avec stations d'échantillonnage, modifiée d'après IGEBU (1984)

- Station Ntahangwa

Cette station (figure 3) se trouve à 03°22'340'' de latitude Sud, 029°20'963'' de longitude Est; elle est localisée à l'Est de la ville de Bujumbura. Les types d'activités qui se déroulent aux alentours de cette station sont entre autres : la Brarudi qui est la plus grande brasserie et plus grande industrie du Burundi, une tannerie et des stations de stockage du carburant.

La rivière Ntahangwa passe dans différents quartiers à densités de population variées avant de passer à travers une zone aux activités industrielles remarquables. Elle reçoit ainsi une grande quantité de rejets aussi bien domestiques qu'industriels. De ce fait, on penserait que la rivière Ntahangwa acheminerait des eaux polluées dans le lac Tanganyika. Le substrat à l'embouchure de la Ntahangwa est vaseux dans la rivière et sablonneux dans et près du lac, avec beaucoup de déchets en plastique ou tissus pour la plupart et apportées par la rivière caractérisant cette station. La végétation aux alentours est essentiellement composée de *Phragmites*.



Figure 3 : Embouchure de la rivière Ntahangwa

- Station canal collecteur R3

De coordonnées géographiques 03°22'949'' de latitude Sud et 029°20'085'' de longitude Est, la station canal collecteur R3 (figure 4) est située à quelques mètres de la route Avenue qui mène au port de Bujumbura, dans le quartier Industriel et reçoit les eaux usées en provenance de la ville.

La première partie du canal, très proche de la route, a un substrat bétonné; tandis qu'à une dizaine de mètres vers le lac, le canal présente un substrat caillouteux et sablonneux avec beaucoup d'autres résidus organiques provenant des macrophytes. L'eau du canal est verdâtre, témoignant d'une eutrophisation probablement due à une grande charge en nutriments et en matières organiques apportés par les eaux. Cette station est plus riche en végétation de macrophytes aquatiques, comparée aux deux autres stations concernées par la présente étude.



Figure 4 : Canal collecteur R3 à l'embouchure du lac Tanganyika

- Station Kanyosha

La station Kanyosha (figure 5) se trouve à 03°26'026'' de latitude Sud et à 029°20'505'' de longitude Est et est située dans une partie non traversée par beaucoup de canaux collecteurs, mais bon nombre d'autres polluants peuvent être signalés entre autre les polluants provenant des eaux de ruissellement (contaminées par les différents produits utilisés dans l'agriculture qui se pratique dans le bassin versant), les eaux usées domestiques en provenance des quartiers riverains et les hydrocarbures provenant des stations d'essence. Elle est localisée au Sud de la ville de Bujumbura. Les types de végétation y décelés sont : *Phragmites* sur les berges du lac, jacinthe d'eau dans la rivière, potamogétons dans le lac. Les substrats sont vaseux dans la rivière et sablo-vaseux dans le lac.



Figure 5 : La rivière Kanyosha à l'embouchure du lac Tanganyika

II.2. Matériel

L'étude que nous avons faite a nécessité un certain nombre de dispositifs que ce soit pour le travail de terrain et au laboratoire surtout pour la conservation et la détermination des spécimens collectés.

II.2.1. Aux stations d'échantillonnage

- ✓ Une benne Ekman ayant une ouverture carrée de 14,5 cm de côté,
- ✓ Deux bassins et un seau en plastique pour le transport des échantillons,

- ✓ Des bocaux pour la conservation des spécimens,
- ✓ Des pinces entomologiques pour la manipulation des spécimens,
- ✓ Des sachets en plastique dans lesquels nous recueillions les sédiments échantillonnés,
- ✓ Alcool (70%) pour la fixation des spécimens et la conservation,
- ✓ G.P.S. pour la prise des coordonnées géographiques,
- ✓ Gilets de sauvetage,
- ✓ Marqueur pour l'étiquetage des échantillons,
- ✓ Registre et stylo pour noter,
- ✓ Appareil photo pour la prise des images,
- ✓ Une pirogue louée pour l'accès aux différents points de travail.

II.2.2. Au laboratoire

- ✓ Clés de détermination pour les macroinvertébrés d'eau douce dans les ouvrages Tachet *et al.* (2010), Forcellini *et al.*(2012),
- ✓ Marqueur pour l'étiquetage des bocaux,
- ✓ Alcool (70%) pour la fixation et la conservation des spécimens,
- ✓ Des aiguilles, des pinces entomologiques et deux plateaux pour le triage et la manipulation des macroinvertébrés,
- ✓ Loupe monoculaire pour le triage et l'observation pour identification des macroinvertébrés,
- ✓ Des bocaux pour la conservation des spécimens,
- ✓ Microscope de marque MOTIC, modèle SMZ-140-N2GG pour l'identification des spécimens nécessitant un fort grossissement.

II.3. Méthodes

II.3.1. Sur terrain

Le travail de terrain s'est déroulé en deux phases : la première consacrée à des visites préliminaires pour l'identification et le choix des stations d'étude et la deuxième à des descentes sur terrain pour l'échantillonnage proprement dit.

1°. Visites préliminaires des différentes stations d'étude

Pour notre travail, l'échantillonnage proprement dit a été précédé par des visites de terrain pour l'identification et le choix des stations d'étude combinés à des enseignements pratiques de terrain y relatifs. Ces visites s'effectuaient avec du matériel disponible et utile pour le bon déroulement dudit apprentissage.

2°. Echantillonnage proprement dit

La récolte des échantillons s'est effectuée d'Octobre 2016 à Mars 2017. Nous avons échantillonné suivant un transect (bande ayant une largeur et une longueur connues) tracé perpendiculairement à la rive du lac et avons identifié des points ayant des profondeurs différentes, des courants d'eau différents, bordés ou pas par une végétation en suivant ledit transect.

Les échantillonnages s'opéraient sur 5 points à raison de dix prélèvements par station d'étude et par une sortie, et cela dans le but d'homogénéiser les données.

Les 5 points d'échantillonnage ont été choisis comme suit :

- Point 1 (P1) se trouvant dans la rivière à environ 50 m de l'embouchure,
- Point 2 (P2) se trouvant dans la rivière à environ 25 m de l'embouchure,
- Point 3 (P3) se trouvant à l'embouchure,
- Point 4 (P4) se trouvant dans le lac à environ 25 m de l'embouchure,
- Point 5 (P5) se trouvant dans le lac à environ 50 m de l'embouchure.

Pendant l'échantillonnage, nous nous sommes référés à la méthode proposée par Martens (1998), consistant en l'utilisation d'une benne Ekman. Nous prolongions verticalement, la benne ouverte, au fond en utilisant la corde que nous tenions solidement et attentivement aux mains. A son arrivée au fond, la benne Ekman exerce une pression sur le substrat et nous le sachions car la tension de la corde devenait quasi-nulle. Par la suite nous lâchions le messager qui glissait sur la corde jusqu'à déclencher la fermeture de la benne Ekman au fond.

La benne Ekman était ainsi tirée vers le bateau puis déchargée de son contenu qui était mis dans les sachets en plastique préparés et étiquetés à cet effet pour pouvoir les distinguer aisément les uns des autres. Les sédiments échantillonnés contenant les macroinvertébrés étaient amenés au laboratoire du Département de Biologie de la Faculté des Sciences pour être triés et fixés le même jour.

II.3.2. Au laboratoire

1°. Identification des macroinvertébrés

Au laboratoire, nous avons procédé au tri des macroinvertébrés des sédiments dans un bac. Nous regroupions, fixions et conservions les macro- invertébrés triés dans une solution d'éthanol 70% contenu dans des bocaux en plastique.

Les différents taxons des macroinvertébrés récoltés ont été identifiés sous une loupe monoculaire en lumière normale. Pour les spécimens nécessitant un fort grossissement, nous avons utilisé le microscope binoculaire. Une détermination jusqu'à la famille a été effectuée par fractions successives dans des boites de Pétri. L'identification a été rendue possible grâce aux différentes clés de détermination et d'ouvrages appropriés comme celui de Tachet *et al.* (2010) et de Forcellini *et al.* (2012). L'identification taxonomique a été déterminée en fonction de la morphologie des individus et s'est limitée à la famille compte tenu des clés de détermination disponibles mais aussi de l'insuffisance des références suite aux travaux limités sur les macroinvertébrés benthiques en général, et sur ceux du milieu d'étude en particulier.

2°. Les indices biologiques

Pour la détermination de la diversité des macroinvertébrés échantillonnés, nous avons calculé les différents indices biologiques : indice de diversité de Shannon-Weaver, indice d'équitabilité et l'indice de similarité de Jaccard.

Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

Cet indice est utilisé pour apprécier objectivement la diversité faunistique au niveau taxonomique (ici la famille) des différentes stations étudiées et indique la stabilité/complexité de l'habitat. Il est calculé comme suit :

$H' = -\sum_{i=1}^{s} Pi(\ln Pi)$ et $Pi = \frac{ni}{N}$

Où :

H'= Indice de diversité de Shannon-Weaver

Pi= Proportion de l'abondance de chaque famille dans l'ensemble des familles

N= Nombre total des individus dans l'échantillon

ni= Nombre d'individus dans la famille

s= Nombre de familles recensées dans une station

Indice d'équitabilité (E)

C'est un coefficient toujours associé à l'indice de diversité H' pour voir si la station ou les conditions de vie sont les meilleures pour les différentes familles. Cet indice varie de 0 à 1 et il est maximal quand les peuplements des différents taxons ont les mêmes effectifs et minimal quand la quasi-totalité des effectifs est occupée par un seul taxon (Melhaoui et Berrahou, 2010). Il se calcule selon la formule suivante :

$E = \frac{H'}{H'max}$ et $H'_{max} = \ln S$

Où :

H' = Indice de diversité

S = Richesse taxonomique

H'max= diversité maximale

Indice de similarité de Jaccard

C'est un indice qui exprime le degré de similarité entre deux stations échantillonnées. Il permet une comparaison entre deux stations, car il évalue la ressemblance entre deux relevés en faisant le rapport entre les taxons communs aux deux relevés et celles propres à chaque relevé.

Il est calculé à l'aide de la formule :

$$Cj = \frac{j}{a + b - j}$$

Où a et b sont les nombres respectifs de familles dans les échantillons de la station A et celle de B

j est le nombre de familles communes aux échantillons des 2 stations A et B

CHAPITRE III. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

III.1. Composition et abondance faunistique à chaque station

Aux trois stations étudiées au niveau des embouchures du lac Tanganyika : Ntahangwa, canal collecteur R3 et Kanyosha, au total 1729 spécimens de macroinvertébrés benthiques représentant 8 familles regroupées en 7 ordres, 5 classes, 3 embranchements ; ont été récoltés.

III.1.1. Structure des communautés des macroinvertébrésdes stationséchantillonnées

- **Station Ntahangwa**

A la station Ntahangwa, au total 75 spécimens macroinvertébrés benthiques répartis en 2 embranchements (Annélides et Arthropodes) ont été inventoriés et nous avons 3 familles : Chironomidae, Lumbriculidae et Potamonautidae

Tableau 2 : Abondance des familles de macroinvertébrés à la station Ntahangwa

				Points d'échantillonnage						
Embranchement	**Classes**	**Ordres**	**Famille**	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**Total**	**%**
Annélides	Oligochètes	Lumbriculida	Lumbriculidae	5	12	1	1	0	19	25,33
Arthropodes	Insectes	Diptères	Chironomidae	0	37	0	10	8	55	73,33
	Crustacés	Décapodes	Potamonautidae	0	0	0	0	1	1	1,33
2	**3**	**3**	**3**	**5**	**49**	**1**	**11**	**9**	**75**	**100**

Aux points échantillonnés, l'abondance des macroinvertébrés est inégalement répartie. En effet, 5 spécimens de macroinvertébrés ont été inventoriés au premier point, 49 au second, 1 au troisième, 11 et 9 respectivement aux quatrième et cinquième points. Durant la période d'étude, la famille des Potamonautidae a eu un représentant au cinquième point seulement (tableau 2).

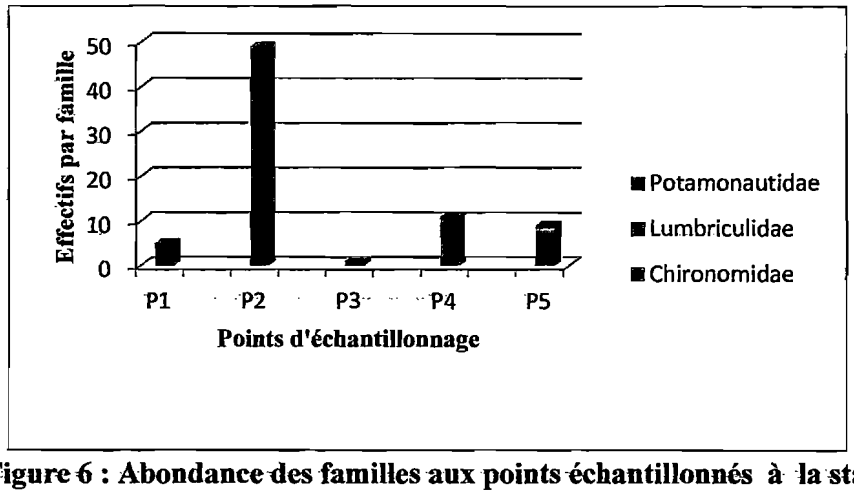


Figure 6 : Abondance des familles aux points échantillonnés à la station Ntahangwa

C'est au point 2 que l'abondance de macroinvertébrés est la plus élevée, avec une dominance des Lumbriculidae au point 1, de Chironomidae aux points 2, 4 et 5. Le troisième point est caractérisé par la plus faible abondance des familles (figure 6).

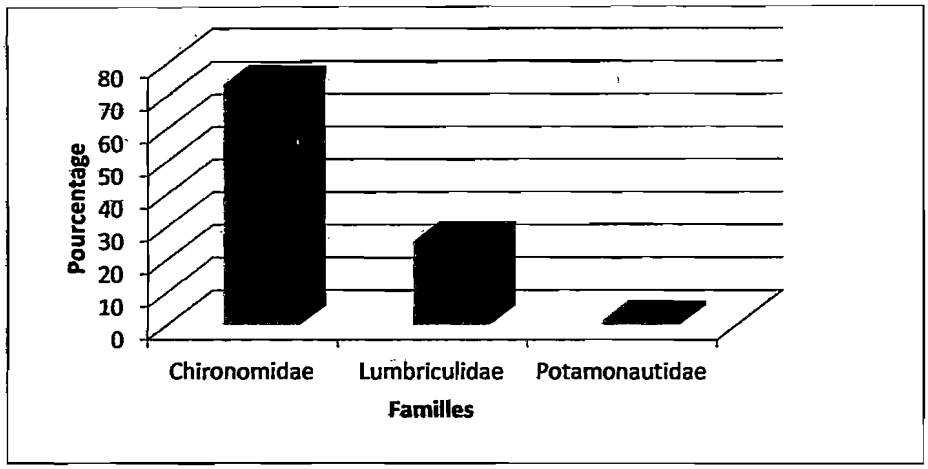


Figure 7 : Abondance relative des familles inventoriées à la station Ntahangwa

La famille des Chironomidae est la plus abondante à cette station avec une abondance relative de 73,33%, ensuite viennent les Lumbriculidae et les Potamonautidae.

- **Station canal collecteur R3**

A la station canal collecteur R3, au total 1381 spécimens macroinvertébrés benthiques répartis en 3 embranchements (Annélides, Arthropodes et Mollusques) ont été inventoriés et nous avons 6 familles : Chironomidae, Hirudidae, Lumbriculidae, Paludomidae, Thiaridae et Tubificidae.

Tableau 3 : Abondance des familles de macroinvertébrés à la station canal collecteur R3

				Points d'échantillonnage						
Embranchement	**Classes**	**Ordres**	**Famille**	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**Total**	**%**
Annélides	Oligochètes	Lumbriculida	Lumbriculidae	1	1	0	9	27	38	2,75
		Haplotaxida	Tubificidae	0	0	0	0	1	1	0,07
	Achètes	Gnathobdelliformes	Hirudidae	0	0	1	0	0	1	0,07
Arthropodes	Insectes	Diptères	Chironomidae	864	365	81	0	2	1312	95
Mollusques	Gastéropodes	Mésogastéropodes	Paludomidae	0	1	0	0	0	1	0,07
			Thiaridae	17	7	0	2	2	28	2,03
3	**4**	**5**	**6**	**882**	**374**	**82**	**11**	**32**	**1381**	**100**

Aux points échantillonnés, l'abondance des macroinvertébrés est inégalement répartie. En effet, 882 spécimens de macroinvertébrés ont été inventoriés au premier point, 374 au second, 82 au troisième, 11 et 32 respectivement aux quatrième et cinquième points (tableau 3).

L'abondance relative énorme des Chironomidae s'observe au niveau du canal collecteur R3 avec des effectifs assez élevés par rapport aux autres familles y trouvées avec un grand écart (tableau 3).

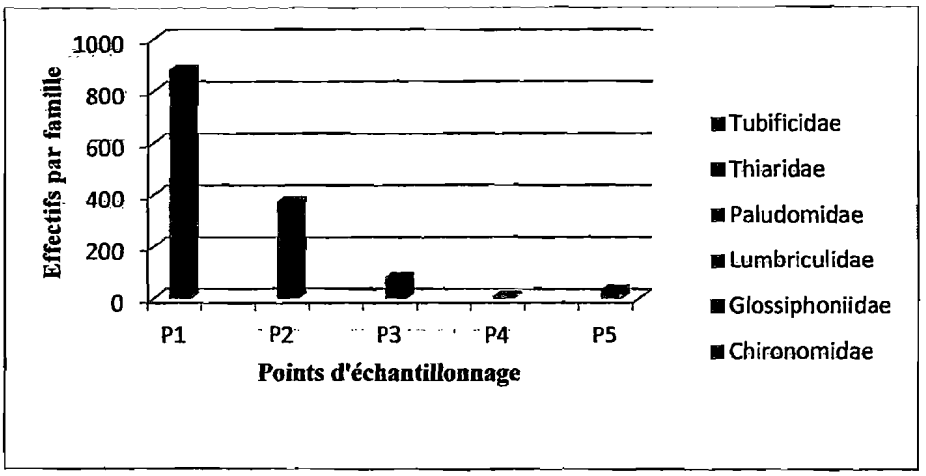


Figure 8 : Abondance des familles aux points échantillonnés à la station canal collecteur R3

C'est au point 1 que l'abondance de macroinvertébrés est la plus élevée, avec une dominance des Chironomidae aux points 1, 2 et 3. Les quatrième et cinquième points sont caractérisés par la plus faible abondance des macroinvertébrés (figure 8).

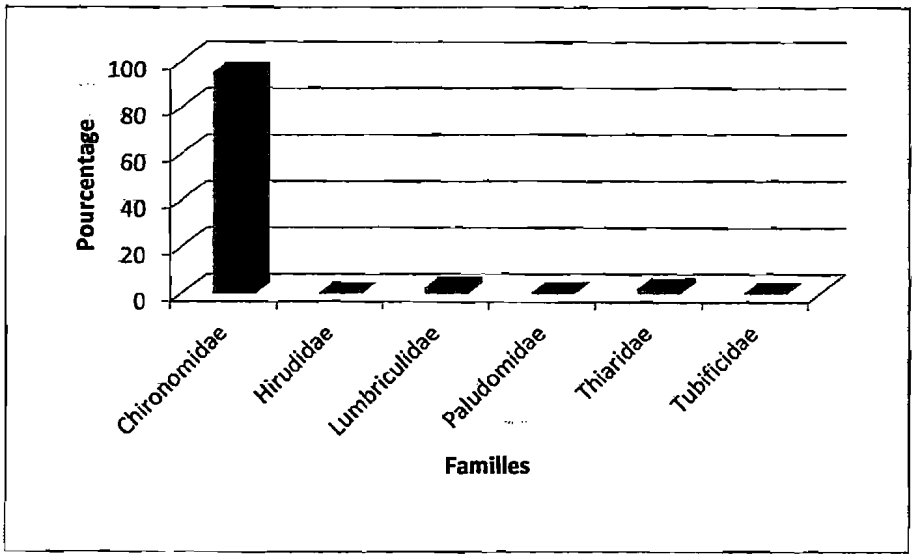


Figure 9 : Abondance relative des familles inventoriées à de la station canal collecteur R3

La famille des Chironomidae est la plus abondante à cette station avec une abondance relative de 95%, ensuite viennent les Lumbriculidae et les Thiaridae avec respectivement 2,63% et 2,03%. Les autres familles comme Hirudidae, Paludomidae et Tubificidae n'ont qu'une très faible abondance n'atteignant même pas 1% chacun (figure 9).

- **A la station Kanyosha**

A la station Kanyosha, au total 273 spécimens macroinvertébrés benthiques répartis en 3 embranchements (Annélides, Arthropodes et Mollusques) ont été inventoriés et nous avons 6 familles : Chironomidae, Corixidae, Lumbriculidae, Hirududae, Thiaridae et Tubificidae.

Tableau 4 : Abondance des familles de macroinvertébrés à la station Kanyosha

				Points d'échantillonnage						
Embranchement	**Classe**	**Ordre**	**Famille**	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**Total**	**%**
Annélides	Oligochètes	Lumbriculi	Lumbriculidae	99	11	14	2	35	161	59,00
		Haplotaxida	Tubificidae	4	8	6	6	31	55	20,14
	Achètes	Gnathobdel liformes	Hirudidae	0	0	1	0	0	1	0,36
Arthropodes	Insectes	Diptères	Chironomidae	3	1	3	0	0	7	2,56
		Hémiptères	Corixidae	1	0	0	0	0	1	0,36
Mollusques	Gastéropodes	Mésogastéropodes	Thiaridae	30	13	5	0	0	48	17,58
3	**4**	**6**	**6**	**137**	**33**	**29**	**8**	**66**	**273**	**100**

Aux points échantillonnés, l'abondance des macroinvertébrés est inégalement répartie. En effet, 137 spécimens macroinvertébrés ont été inventoriés au premier point, 33 au second, 29 au troisième, 8 et 66 respectivement aux quatrième et cinquième points (tableau 4).

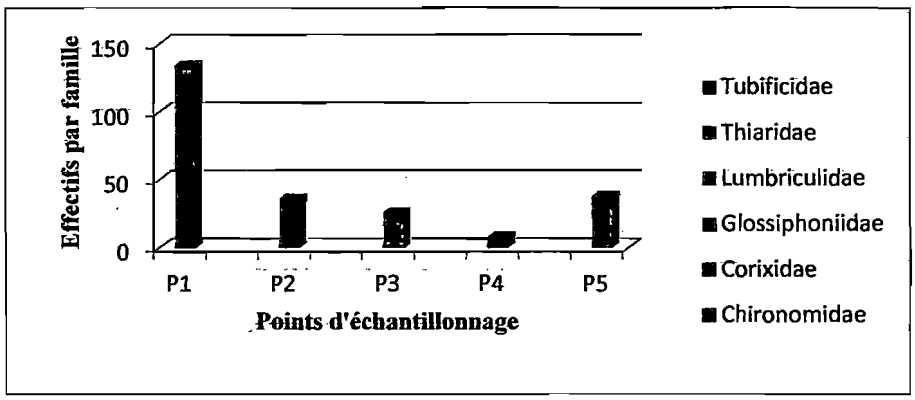


Figure 10 : Abondance des familles aux points échantillonnés à la station Kanyosha

C'est au point 1 que l'abondance de macroinvertébrés est la plus élevée, avec une dominance, des Lumbriculidae aux points 1, 3 et 5 ; et des Thiaridae au point 1. Le quatrième point est caractérisé par une faible abondance des macroinvertébrés (figure 10).

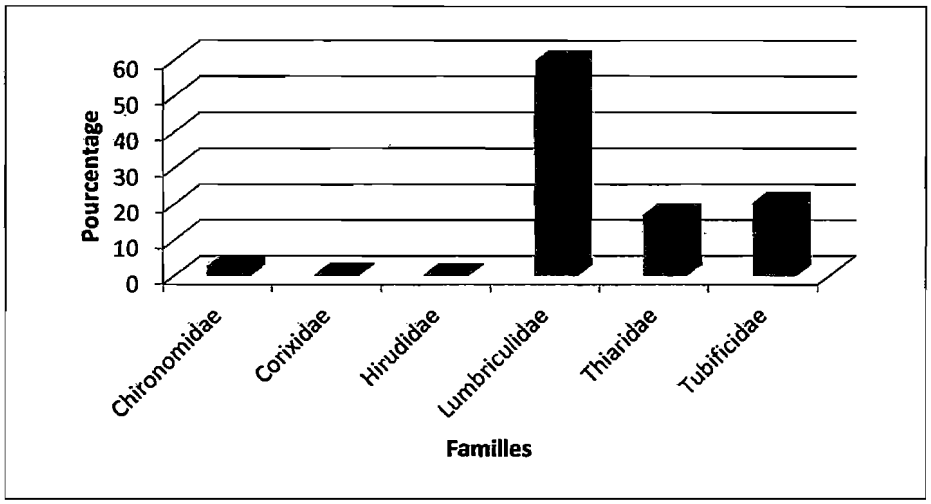


Figure 11 : Abondance relative des familles inventoriées à la station Kanyosha

La famille des Lumbriculidae est la plus abondante à cette station avec une abondance relative de 59%, ensuite viennent les Tubificidae et les Thiaridae avec respectivement 20,14% et 17,58%. Les autres familles comme Hirudidae, Paludomidae et Tubificidae n'ont qu'une très faible abondance (figure 11).

III.1.2. Comparaison de la faune des macroinvertébrés benthiques des différentes stations

Le tableau 5 montre la position systématique et occurrence des familles des macroinvertébrés benthiques selon les stations échantillonnées.

Tableau 5 : Position systématique et occurrence des familles selon les stations

Embranchement	Classse	Ordre	Famille	K	R3	Nt
Arthropodes	Insectes	Diptères	Chironomidae	+	+	+
		Hémiptères	Corixidae	+	-	-
	Crustacés	Décapodes	Potamonautidae	-	-	+
Mollusques	Gastéropodes	Mésogastéropodes	Paludomidae	-	+	-
			Thiaridae	+	+	-
Annélides	Achètes	Gnathobdelliformes	Hirudidae	+	+	-
	Oligochètes	Lumbriculides	Lumbriculidae	+	+	+
		Haplotaxides	Tubificidae	+	+	-
3	5	7	8	6	6	3

Légende : + = présence de la familleau niveau de la station

- = absence de la famille au niveau de la station

K = station Kanyosha

R3 = station canal collecteur R3

Nt = station Ntahangwa

Aucune classe n'est représentée par plus de deux ordres et de deux familles. Parmi les 8 familles recensées, 2 seulement sont communes à toutes les stations avec des proportions différentes. Il s'agit des Chironomidae, Lumbriculidae. D'autres ne sont rencontrées qu'à 2 stations ou à une seule station : Corixidae, Potamonautidae, Paludomidae (tableau 6).

Tableau 6 : Tableau synthétique des différentes familles inventoriées

	Stations échantillonnées			
Familles	**Nt**	**R3**	**K**	**Total**
Chironomidae	55	1312	7	**1374**
Corixidae	0	0	1	**1**
Hirudidae	0	1	1	**2**
Lumbriculidae	19	38	161	**218**
Paludomidae	0	1	0	**1**
Potamonautidae	1	0	0	**1**
Thiaridae	0	28	48	**76**
Tubificidae	0	1	35	**36**
Total	**75**	**1381**	**273**	**1729**

Légende : Nt : station de Ntahangwa

R3 : station du canal collecteur R3

K : station de Kanyosha

La station canal collecteur R3 est la plus riche en spécimens de macroinvertébrés, suivie de celle de Kanyosha. Globalement, les Chironomidae sont les plus abondantes par rapport aux autres familles, suvies des Lumbriculidae, des Thiaridae et des Tubificidae (tableau 6).

Portion des ordres-Les résultats mettent en évidence la présence de 7 ordres répartis en 5 classes et 3 embranchements (tableau 5), et le tableau 7 montre les proportions des différents ordres inventoriés.

Tableau 7 : Effectif des ordres des différentes familles inventoriés

Ordres	**Effectif**	**%**
Diptères	1374	73,73
Décapodes	1	0,06
Gnathobdelliformes	2	0,12
Haplotaxida	56	3,24
Hémiptères	1	0,06
Lumbriculida	218	12,56
Mésogastéropodes	77	4,46
Total	**1729**	**100**

L'ordre des Diptères est le plus dominant en spécimens, puis vient celui des Lumbriculida et des Mésogastéropodes tandis que les Décapodes, les Gnathobdelliformes et les Hémiptères sont les moins représentés (tableau 7).

La figure 12 montre l'abondance des spécimens en ordres

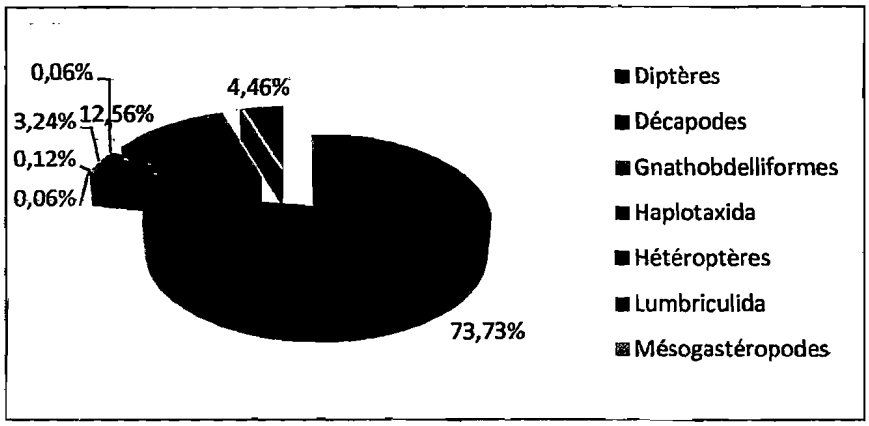


Figure 12 : Abondance relative des ordres des taxons récoltés

L'ordre des Diptères est le plus abondamment représenté, suivi de celui des Lumbriculidae (figure 12).

Portion des classes-Le tableau 8 montre l'abondance des classes en spécimens des différentes familles inventoriées.

Tableau 8 : Abondance des classes des différentes familles inventoriées

Classes	Effectif	%
Achètes	2	0,12
Crustacés	1	0,06
Gastéropodes	77	4,73
Insectes	1375	78,31
Oligochètes	274	16,77
Total	1729	100

La classe des Insectes est la plus peuplée et la plus abondante avec un taux assez élevé, suivie de celle des Oligochètes (tableau 8).

La figure 13 montre les différentes portions des classes

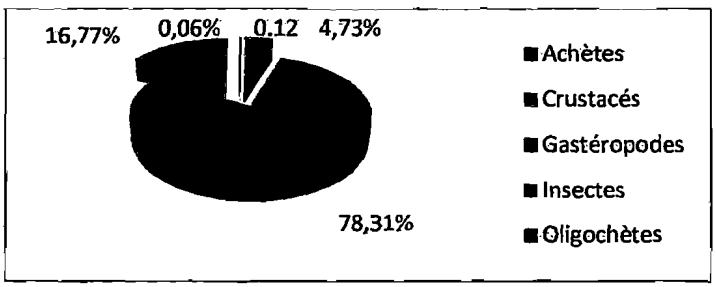


Figure 13 : Abondance relative des classes des familles inventoriées

La classe des Insectes a une portion très importante, suivie des Oligochètes (figure 13).

Portion des embranchements-Les résultats montrent que nous sommes en présence de 3 embranchements : Annélides, Arthropodes et Mollusques ; avec un maximum constaté au niveau du canal collecteur R3. Pour la station de Ntahangwa, nous avons seulement 2 embranchements: Annélides et Arthropodes (tableau 5).

Le tableau 9 montre l'abondance des embranchements en spécimens de différentes familles inventoriées

Tableau 9 : Effectifs des individus des différents embranchements inventoriés

Embranchement	**Effectif**	**%**
Annélides	275	15,91
Arthropodes	1377	79,63
Mollusques	77	4,46
Total	**1729**	**100**

L'embranchement des Arthropodes est de loin le plus abondant, suivi de celui des Annélides.

La figure 14 montre la richesse des macroinvertébrés inventoriés en fonction des embranchements.

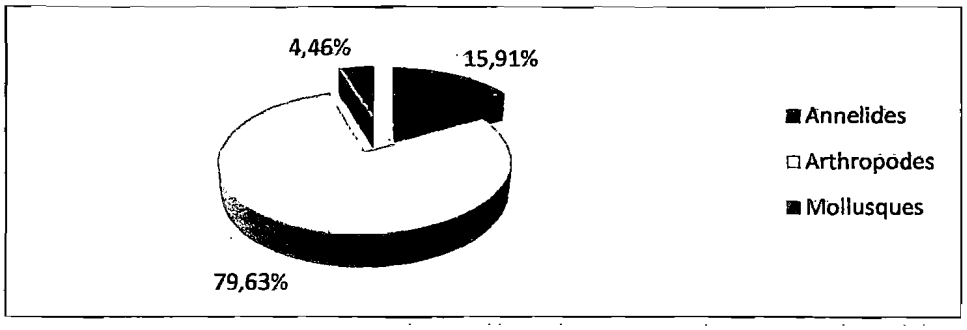


Figure 14 : Abondance relative des embranchements des taxons récoltés

Nous constatons que l'embranchement des Arthropodes est le plus riche en individus avec un pourcentage assez élevé, suivi de celui des Annélides avec respectivement 79,63% et 15,9%.

III.2. Indices de diversité

- Indices de diversité de Shannon, d'équitabilité et la richesse taxonomique.

Le tableau 10 montre les différents indices utilisés pour la caractérisation d'un peuplement.

Tableau 10 : Effectifs totaux, richesse taxonomique (S), indices de diversité de Shannon-Weaver (H') et d'équitabilité (E) selon les stations

Station	Effectif	%	S	H'	E
Ntahangwa	75	4,34	3	0,6327	0,5759
collecteur R3	1381	79,92	6	0,2463	0,1374
Kanyosha	273	15,74	6	0,8292	0,4627
Total	1729	100	//////////	//////////	//////////

Le nombre le plus élevé de spécimens s'observe au niveau de la station canal collecteur R3 avec 1381 spécimens et le plus petit dans la station Ntahangwa avec 75 spécimens. Le nombre le plus élevé d'individus observé au niveau de la station R3 est en contraste avec son indice d'équitabilité le plus bas de même que l'indice de Shannon. Et pourtant, la station Ntahangwa présente un indice d'équitabilité le plus élevé par rapport aux autres malgré sa richesse taxonomique la plus basse. Quant à l'indice de diversité, il est plus bas à la station canal collecteur R3 qu'ailleurs (tableau 10).

- Indice de similarité de Jaccard

Tableau 11 : Indices de similarité de Jaccard entre les stations étudiées

Station	Ntahangwa	R3	Kanyosha
Ntahangwa	//////////	0,285	0,285
R3	0,285	//////////	0,714
Kanyosha	0,285	0,714	//////////

Les indices de similarité calculés montrent une similarité entre les stations Kanyosha et canal collecteur R3 (tableau 11). L'indice de similarité entre la station Ntahangwa et les 2 autres est le même.

III. Discussion

Au cours de ce travail, nous avons récolté au total 1729 spécimens de macroinvertébrés benthiques répartis en 3 embranchements, 5 classes, 7 ordres et 8 familles inégalement réparties aux différentes stations échantillonnées. Au niveau de la station Ntahangwa nous avons obtenu le plus petit nombre de spécimens par rapport aux autres stations, avec la dominance des Chironomidae. La station canal collecteur R3 a connu le plus grand nombre de spécimens qu'aux autres stations avec l'abondance la plus élevée des Chironomidae, suivi des Lumbriculidae et des Thiaridae. Au niveau de la station Kanyosha, nous avons des macroinvertébrés répartis en 6 familles dominées par les Lumbriculidae suivies des Tubificidae et des Thiaridae.

Au niveau de la station Ntahangwa la dominance des Chironomidae et des Lumbriculidae indiquerait que cette station est polluée de façon significative. En effet, Zwart et Trivedi (1995) ont montré que les Lumbriculidae sont des bioindicateurs d'une eau assez polluée alors que les Chironomidae indiquent une eau sévèrement polluée. Par ailleurs, dans des études réalisés dans la même période, Nduwayezu (2017) et Yu *et al.* (2017) ont montré que la rivière Ntahangwa présente un degré de pollution remarquable. Au canal collecteur R3, l'abondance remarquablement élevée des Chironomidae serait due à un degré de pollution très élevé que présenterait ce canal suite aux matières organiques et autres substances en provenance des différents quartiers de la ville de Bujumbura. Les travaux de Nduwayezu (2017) signalent que le site du canal collecteur est le plus pollué et reçoit le plus de nutriments ; ces derniers, surtout l'azote et le phosphore, s'accompagnent souvent par une augmentation de la biomasse algale pouvant mener à un changement dans les assemblages des macroinvertébrés et ainsi favoriser des espèces tolérantes à la pollution dont certaines peuvent être envahissantes (DODDS (2006) in Lukwitcha (2012)). Cette hypothèse est renforcée par Bebitte (2013) qui, dans son étude sur les Chironomidae, a remarqué qu'une forte

dominance de ces dernières par rapport aux autres organismes n'est pas un bon signe quant à l'état de santé du lac ou cours d'eau examiné.

L'abondance de la famille des Lumbriculidae au niveau de la station Kanyosha serait liée à la dominance des substrats vaseux et limoneux aux points échantillonnés ainsi qu'à un certain niveau de pollution de cet écosystème aquatique. Cette hypothèse est appuyée par Micha et Evrard (2015) et Zwart et Trivedi (1995) qui ont montré que les Lumbriculidae sont assez nombreux aux stations reflétant la dominance des substrats vaseux et limoneux avec des degrés de pollution assez élevés.

Un autre fait important à mentionner est l'absence des représentants de certains ordres comme les Ephéméroptères, Trichoptères, Plécoptères, sur l'ensemble des stations étudiées. Cela renforcerait notre hypothèse selon laquelle ces différentes stations présentent des degrés de pollution élevés parce que ces groupes sont les plus sensibles aux polluants et ont besoin d'une eau bien oxygénée et peu polluée et ne peuvent pas vivre dans des eaux présentant un degré de pollution assez élevé (Daphné, 2008).

Les indices obtenus varient d'une station à une autre, la station canal collecteur R3 présente l'indice d'équitabilité et de diversité les plus bas de toutes les stations. Ce qui indiquerait que la communauté de macroinvertébrés à cette station est la moins structurée et la moins équilibrée. En effet, Melhaoui et Berrahou (2010) indiquent qu'un indice d'équitabilité le plus bas montrerait l'état d'une communauté la moins équilibrée, la moins stable et la moins structurée. Cet état de la communauté des macroinvertébrés à la station canal collecteur R3 serait dû à un niveau très élevé de pollution de cette station.

Les communautés des stations du canal collecteur R3 et de Kanyosha présentent la similarité la plus élevée du fait de leur richesse taxonomique qui est la plus proche car elles présentent les mêmes familles à l'exception des Corixidae et Paludomidae.

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Notre étude nous a permis d'évaluer la biodiversité et d'étudier la structure des macroinvertébrés benthiques de la partie Nord du lac Tanganyika aux stations échantillonnées. Elle nous a permis de montrer les familles de macroinvertébrés présentes dans la zone littorale du lac Tanganyika particulièrement aux embouchures des rivières qui traversent la ville de Bujumbura.

A niveau de toutes les stations échantillonnées, nous avons collectées les familles de Chironomidae, des Lumbriculidae, Tubificidae, Thiaridae, Potamonautidae, Hirudidae, Paludomidae et Corixidae. A la station Ntahangwa, la famille des Chironomidae est la plus abondante alors qu'à la station canal collecteur R3, ce sont les familles des Chironomidae et des Lumbriculidae qui sont dominantes. A la station Kanyosha, ce sont les Lumbriculidae et les Tubificidae qui constituent les familles abondantes. Au niveau de toutes les stations, les familles dominantes échantillonnées sont essentiellement des taxons indicateurs de pollution : les Chironomindae et les Lumbriculidae, ce qui montre que le lac Tanganyika est en train de subir une pollution de la part des affluents qui traversent la ville de Bujumbura. Indice de diversité le plus élevé a été observé à la station Kanyosha alors que l'indice d'équitabilité le plus élevé s'observe à la station Ntahangwa. L'indice d'équitabilité nous a permis de remarquer que les communautés de macroinvertébrés aux différentes stations sont moins structurées et sont moins stables et surtout pour la station R3 malgré son effectif assez élevé de spécimens.

Notre étude ne prétend pas combler les lacunes qui existaient en recherche sur les macroinvertébrés du lac Tanganyika. Ainsi, nous émettons quelques recommandations pour une meilleure connaissance des macroinvertébrés aquatiques et la protection du lac Tanganyika :

- ✓ Au gouvernement :
  - d'appuyer financièrement des activités de recherche sur la biodiversité animale en général et des macroinvertébrés benthiques en particulier,
  - d'appliquer rigoureusement le code de l'eau en vue d'une meilleure protection de la biodiversité aquatique.
- ✓ Aux chercheurs :
  - de poursuivre l'étude des macroinvertébrés benthiques aux autres stations au niveau du lac Tanganyika sur toute l'année afin de mettre en évidence l'impact des saisons sur ces premiers,
  - de continuer l'inventaire de la biodiversité macro-invertébrée benthique du lac Tanganyika jusqu'à l'espèce,
  - d'étudier les paramètres physico-chimiques et autres facteurs pouvant avoir une influence sur les macroinvertébrés benthiques des stations aux embouchures du lac Tanganyika.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Allison E.H., Paley R.G.T., Ntakimazi G., Cowan V.J. et West K., 2000 : Evaluation et conservation de la biodiversité dans le lac Tanganyika: Rapport technique final de BIOSS. Lutte contre la pollution et autres, mesures visant à protéger la biodiversité du lac Tanganyika (RAF/92/G32), GEF, NRI, MRAC, IFE, 205 p.
2. Angelier E., 2009 : Ecologie des eaux courantes, Edition TEC et DOC, 199 p.
3. Bebitte D., 2013 : Chironomes, maîtres des eaux, 9 p.
4. Bergonzini L., Williamson D., Albergel J., 2015 : L'hydrologie et la limnologie autour du lac Tanganyika, Atlas des pays du Nord du lac, RD editions, Institut de Recherche pour le développement; Marseille, 7 p.
5. Branchu P., Bergonzini L., Benedetti A., Ambrosi J.P. et Klerk J., 2005 : Sensibilité à la pollution métallique de eux lacs africains (Tanganyika et Malawi). Revue des sciences de l'eau, 180 p.
6. Buhungu S., Houssou A.M., Montchowui E., Ntakimazi G., Vasel J-L.et Ndikumana, T., 2017 :Etablissement du pollutogramme et de l'hydrogramme de la rivière Kinyankonge, Burundi. *International Journal of Biological and Chemical Sciences 11(3): 1386-1399.*
7. Chabot B.V., 2014 : Les facteurs de sélection des bioindicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques : élaboration d'un outil d'aide à la décision, essai présenté en vue de l'obtention du grade de Master en environnement, Université de Sherbrooke, 118 p.
8. Coulter G., Tiercelin J.J, Mondegen R. Hecky R.E and Spigel R.H., 1991 : Lake Tanganyika and its life. British museum (natural history), London, 354 p.
9. Coulter G.W., 1994 : Lake Tanganyika: Advances in limnology speciation in ancient lakes. Arch.Hydrobiol.Beih.Ergebn.Limno&Oceangr44: 13-18
10. Dajoz R., 2009 : Précis d'écologie, 8è édition-Dunod, Paris, 629 p.
11. Daphne T., 2008 : Utilisation des macroinvertébrés benthiques pour l'évaluation de la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec, mémoire, Université Laval, faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, 40 p.
12. Fermon Y., 2007 : Etude de l'état des lieux de la partie Nord du lac Tanganyika dans le cadre du programme pêche d'action contre la faim en république démocratique du Congo.86 p
13. Forcellini M., Mathieu C., Merigoux S., 2012 : Atlas des Macroinvertébrés des eaux douces de l'île de la Réunion, 137 p.
14. Gagnon E. et Pednau J., 2006 : Survol benthos, guide du volontaire programme de surveillance volontaire des petits cours d'eau C V R B, Québec Canada.
15. Gennin B., Chauvin C., ET Menard F., 2003 : Cours d'eau et indices biologiques : pollution-méthodes-IBGN, 2è édition, Educagri, 221 p.
16. Gnohossou P.M., 2006 : La faune benthique d'une lagune d'Ouest africaine (Le lac Nokoué au Bénin), Diversité, Abondance, Variations temporelles et spatiales, place dans la chaîne trophique, thèse de doctorat à l'Institut National Polytechnique de Toulouse, 168 p.
17. IGEBU, 1984 : Carte routière et touristique

18. Langenberg V., Tumba J.M, Tsimbaguka K., Makassa L., Chitamwemba D., 1997 : Limnology of lake Tanganyika during lake cruise (28/August-September), 27 p.
19. Lwikitcha B.H., 2012 : Evaluation de l'influence des activités anthropiques sur la physico-chimie, la composition et l'abondance du plancton et des macroinvertébrés du littoral du lac Tanganyika (cas des zones littorales le long de Bujumbura (Burundi) et Uvira (RD Congo) au nord du lac). Université du Burundi, master complémentaire en sciences de l'environnement, Bujumbura, 50p
20. Mahamba Byanikiro R., 2004 : Contribution à l'étude de la diversité biologique et de la structure des peuplements des macrobenthiques dans trois ruisseaux de la réserve forestière de Masako, mémoire Université de Kisangani en République Démocratique du Congo, 89 p.
21. Martens K., 1998 : Invertébrés récents, Rapport sur la biodiversité du lac Tanganyika, 23 p.
22. Melhaoui M. et Berrahou A., 2010 : Echantillonnage et étude des macroinvertébrés de la Moulouya. Document du stage de formation à la connaissance et la gestion de la biodiversité aquatique, 41 p.
23. Micha J.C. et Evrard M., 2015 : Relation entre la diversité du substrat et la diversité faunistique dans un bief belge de la rivière Meuse, 12 p.
24. Nduwayezu L., 2017 : évaluation de la pollution du lac Tanganyika dans la partie nord : «cas de la ville de Bujumbura», mémoire, université du Burundi, Bujumbura, 83 p.
25. Ntakimazi G., 1998 : Le point sur la biodiversité dans les eaux burundaises du lac Tanganyika, pp 63-77, in lutte contre la pollution et autres mesures pour protéger la biodiversité du lac Tanganyika. Analyse diagnostique nationale-Burundi.
26. PAS, 2000 : Le programme d'action stratégique pour le Développement durable du lac Tanganyika, Rapport du projet «Lutte contre la pollution et autres mesures pour protéger la biodiversité du lac Tanganyika», 70 p.
27. Patterson G., Allison E., Bailey-Watts T., Bennett J., Cocquyt C., Coveliers P., De Vos L., Downey I., Duck R., Foxall C., Goudeswaard K., Holland M., Irvine K., Martens K., Mcmanus J., Payne I., Risch L., Snoeks J. et Wiltshire N., 1998 : L'état de la biodiversité du Lac Tanganyika, un examen de la littérature : Lutte contre la pollution et autres ,mesures visant à protéger la biodiversité du Lac Tanganyika, 143 p.
28. Pringle L., 1991 : Fleuves et lacs, Amsterdam : Ed.Time-life, 176 p.
29. Ramade F., 2007 : Introduction à l'écotoxicologie. Editions Tec et Doc. Lavoisier, Paris, 617 p.
30. Snoeks J., 2000: How well known is the icthyodiversity of the large East African Lakes. In: Rossiter, A., Kawanabe, H. (Eds.), Ancient lakes: Biodiversity Ecology and Evolution, Advances in Ecological Research, 31. AcademicPress, New York, pp. 17–38.
31. Tachet, H., Richoux P., Bournaud M. et Usseglio-Polatera P., 2010 : Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie, 607 p.
32. Urbe G-V. et Lhgf, A-P, 2013 : Conception d'un outil d'aide à la décision pour la restauration hydromorphologique des masses d'eau en région wallonne. Rapport scientifique, suivis hydromorphologique et écologique, 255 p.

33. West K., 2001 : Lac Tanganyika : Résultats et constats tirés de l'initiative de conservation du PNUD/GEF (Raf/92/G32) qui a lieu au Burundi, en République Démocratique du Congo, en Tanzanie et en Zambie. Projetsur la biodiversité du Lac Tanganyika, 155 p.

34. Yu C., Chen S. S., Zhang L., Gao Q., Wang Z. &Shen Q., 2017: Changes in water quality of the rivers discharging into Lake Tanganyika in Bujumbura, Burundi. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, (just-accepted), 00-00.

35. Zirirane D., Bagalwa J.J., Isumbisho M., Mulengezi M., Mukumba I., Bora M., Mucheso J.M., Lukamba A., Iragi G., Irenge B., Kibangu F. et Kamangala R., 2014 : Evaluation comparée des rivièresKahuwa et Mpungweparl'utilisation des macroinvertébrésbenthiques, volume 14, no 3, Dec-2014, 21 p.

36. Zwart and Trivedi R.C., 1995: Manuel on integrated water quality evaluation repost 802023003 : Bulthoven ; the Nether Lands, 178 p.