

**UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DES SCIENCES**

Département d'Hydrobiologie



**B.P. 2012
KISANGANI**

**Impact du barrage hydroélectrique de la Tshopo sur la
diversité et la structure de la communauté de macro-
invertébrés benthiques de la rivière Tshopo
(Kisangani, RD Congo)**

Par

Nella KWANDI SOPIAKA

Travail de Fin d'Etudes

Présenté en vue de l'obtention du Grade
de Licenciée en Sciences

Option: Biologie

Orientation: Hydrobiologie

Directeur: Prof. Dr. Alidor KANKONDA BUSANGA

Encadreurs: Ass. Jean-Papy MONGINDO E.

Ass. Jacob NDJAKI NSILA

Année académique 2013-2014

Dédicace

A mes parents Maurice KWANDI APE et Alexandrine SOPIAKA UME qui n'avez cessé de supporter nos caprices dès les bas âges, l'éducation réussie de votre part ainsi que vos conseils ont fait de nous ce que nous sommes.

A la famille KWANDI et à tous ceux qui nous sont chers de près et de loin.

Remerciements

Que ton nom soit loué Père tout puissant car tu me renouvelles encore le souffle de vie pour réaliser ce travail. Cette étude n'aurait pas pu se réaliser sans le concours de différentes personnes qui, à leurs titres divers ont bien voulu apporter leurs précieuses contributions.

Les remerciements s'adressent d'abord au directeur de ce travail, le Professeur Docteur Alidor Kankonda Busanga qui malgré ses occupations a contribué à sa réalisation.

Que les assistants Jean-Papy Mongindo Etimosundja et Jacob Ndjaki Nsila trouvent dans ces mots l'expression de ma reconnaissance, leurs expertises scientifiques et expériences combien louable sur le terrain et au Laboratoire, les différentes remarques ont amélioré la qualité de ce travail. Nous avons appris d'eux la rigueur et l'amour du travail bien fait, comme ils aiment bien dire créons l'environnement selon l'esprit de nos maîtres.

Que tous le corps Académique et Scientifique, plus particulièrement ceux de la Faculté des Sciences qui ont assuré la formation intellectuelle trouvent ici le succès de leurs efforts consentis.

Les sentiments de reconnaissance s'adressent à nos parents Maurice Kwandi Ape et Alexandrine Sopiaka Ume pour avoir apporté un plus dans notre éducation. Que Dieu des Armées vous prête vie afin de goûter le fruit de vos efforts.

Notre gratitude s'adresse à toute la famille Kwandi : Alphonsine, Alphonse, Prince et Steve, sans oublier bébé Youssouf Karume. Qui ont toujours été là pour moi.

Que mes tantes Emelemekia, Jeanne, Madeleine sans oublier Dieu-merci Ngonde trouvent dans ces lignes l'expression de ma reconnaissance.

Que mon unique collègue de lutte Narcisse Kakisingi et tous les étudiants du Département d'Hydrobiologie trouvent ici l'expression de notre reconnaissance pour la bonne ambiance qui a régné parmi nous, tant dans l'auditoire qu'au laboratoire.

Aux amis : Mimi Elukesu, Gina Inyonday, Solange Mokito, Noélla Bofate, Judine Atembone, Guany Yatuka, Patience Bonginda, Benie Yalanga, Grace Labama, Berce Nsanfswasa, Idriss Adhaba, Emmanuel Omvhibo, Emmanuel Arama, Blaise Okito, Akwakwa Opla pour leurs soutiens et leurs encouragements dans les moments les plus difficiles de ma vie.

...

Table des matières

Dédicace	i
Remerciements	ii
Table des matières	iii
Résumé	iv
Summary	v
Introduction	1
1. Généralités	1
2. Problématique	2
3. Travaux antérieurs	4
4. Objectifs	5
4.1. Objectif global	5
4.2. Objectifs spécifiques	5
5. Hypothèses	5
6. Subdivision du travail	5
Chapitre I : MILIEU D'ETUDE	6
1.1. Situation géographique de Kisangani	6
1.2. Réseau hydrographique	6
1.3. Site de récolte	7
1.3.1. Site en amont de la rivière Tshopo	8
1.3.2. Site en aval de la rivière Tshopo	8
Chapitre II : MATERIEL ET METHODES	10
2.1. Matériel	10
2.2. Méthodes	10
2.2.1. Sur terrain	10
2.2.2. Au laboratoire	11
2.2.3. Traitement de données	11
2.2.3.1. Indice de Simpson	11
2.2.3.2. Indice de Shannon-Wiener	11
2.2.3.3. Indice de Margalef	12
2.2.3.4. Indice d'Equitabilité	12

Chapitre III : RESULTATS	13
4.1. Composition faunistique	13
4.2. Nombre de familles selon les sites	15
4.3. Indices de diversité	17
4.4. Similarité entre les sites de récolte	19
Chapitre IV : DISCUSSION	20
5.1. Composition faunistique	20
5.2. Nombre de familles selon les sites	21
5.3. Indices de diversité	22
CONCLUSION	23
Références Bibliographiques	25
Annexe	i

Résumé

Cette étude consiste à l'évaluation de l'impact de barrage hydroélectrique de la Tshopo sur la communauté de macro-invertébrés benthiques de la rivière Tshopo. Les objectifs poursuivis par cette étude sont double :

- faire l'inventaire de la communauté de macro-invertébrés benthiques de la rivière Tshopo en amont et en aval du barrage hydroélectrique;
- analyser l'impact du barrage hydroélectrique sur cette communauté en évaluant la diversité de celle-ci en amont et en aval du barrage.

654 spécimens de macro-invertébrés récoltés à l'aide de Dredge, filet télescopique, époussette et par ramassage à la main et étaient groupés dans 46 espèces, 19 familles différentes et 8 ordres. Ces échantillons étaient récoltés de janvier à mai 2014 dans les différentes zones qui étaient retenus comme le terrain d'étude.

Le Logiciel PAST.3 for Windows et la feuille Excel avaient servi pour le traitement de données. Sur ceux les indices des diversités (Simpson, Shannon, Margalef, Equitabilité et la similarité).

Les résultats montrent une grande diversité en amont qu'en aval. L'ordre des Hétéroptères est le plus diversifiés en nombre de familles (5 familles). En tenant compte de nombre d'espèces, les résultats révèlent que le site en amont est plus diversifié avec 39 espèces, et site en aval avec 30 espèces. Les indices de diversités calculés ont permis de confirmer ces résultats. L'UPGMA a montré une similarité 24,52% entre les deux sites.

Mots clés: -macro-invertébrés benthiques

-Rivière Tshopo

Summary

This study consisted to evaluate the impact of hydroelectric dam of Tshopo on the macro-invertebrate community of Tshopo River.:

- The aims were to take inventory of the benthic macro-invertebrate community Tshopo River upstream and downstream hydroelectric dam;
- Analyze the impact of the hydroelectric dam on the community and assess the diversity of this community upstream and downstream of the dam.

654 specimens of macro-invertebrates collected using Dredge, fillet telescopic; epuiset and hand-picking were grouped into 46 species, 19 families and 8 orders. These samples were collected from January to May 2014 in the different areas that had been the field of study.

PAST.3 for Windows and Excel were used for data processing. Those index of diversity (Simpson, Shannon, Margalef , Equitability and similarity).

The results show a great diversity in upstream on than downstream. The order of Heteroptera is the most diverse by number of families (with families). Considering the number of species, the results indicate that the upstream site is the most diverse with 39 species, and downstream site with only 30 species. Diversity indices calculated have confirmed these results. The UPGMA showed a 24.52% similarity between two sites.

Keys words: -benthic macro-invertebrate

-Tshopo River

INTRODUCTION

1. Généralités

Les macro-invertébrés benthiques sont des organismes qui vivent dans le fond de cours d'eau ou qui ne s'éloignent de ce milieu qu'un peu durant la majeure partie de leur vie. On retrouve dans cette catégorie des invertébrés aquatiques, les larves d'insectes aquatiques, les insectes aquatiques adultes, les crustacés, les mollusques et les vers.

Tous les macro-invertébrés benthiques sont des organismes poïkilothermes, Leur température corporelle varie fortement en fonction de celle de l'environnement. Ces organismes sont donc très dépendants de la température de leurs milieux de vie ; Ainsi elle conditionne leurs cycles biologiques (Développement des œufs, croissance des larves) (Benke, 1993).

La structure des communautés de macro-invertébrés benthiques est souvent utilisée comme indicateur des effets de l'activité humaine sur les écosystèmes aquatiques, et peut fournir une foule d'information sur la qualité de l'eau et de l'habitat (Woodcock et Huryn, 2007). On peut les utiliser pour identifier plusieurs types de pollution (la pollution organique, la pollution métallique, etc.) de même que pour détecter une acidification du milieu (Camargo et al, 2004).

Les macro-invertébrés sont directement influencés par les conditions physiques de leurs milieux de vie comme la nature du substrat, la forme du lit, la nature et la teneur des détritiques ainsi que le couvert végétal (Niemi et al, 1990 cité par Richards et Bacon 1993). Les variations de la concentration en nutriments et les fluctuations de la production primaire les affectent indirectement (Steward et Robertson, 1991; cité par Richards et Bacon 1993). Les macro-invertébrés permettent d'identifier les perturbations passées du milieu et les effets toxiques de ces perturbations qui, généralement ne sont pas détectés par les méthodes physico-chimiques (Steward et al, 2000).

Les Macros-invertébrés forment une partie importante des écosystèmes d'eau douce. Ils servent de nourriture à bon nombre de Poissons, d'Amphibiens, d'Oiseaux et des Hommes. C'est un groupe très diversifié. Les organismes qui le composent possèdent des sensibilités variables à différents stress comme la pollution ou la modification de l'habitat. Les Macro-invertébrés sont les organismes les plus souvent utilisés pour évaluer l'état de santé des écosystèmes.

2. Problématique

Les questions environnementales constituent aujourd'hui des défis majeurs pour la survie de l'humanité et particulièrement des écosystèmes au regard des espèces en voies de disparition, des espèces menacées, espèces protégées, des pollutions, etc. Les récents problèmes climatiques à travers le monde avec leurs corollaires de destructions des biens matériels et pertes en vie humaine ont contribué à renforcer la recherche sur la conservation de l'équilibre des écosystèmes.

En Afrique, les connaissances sur les invertébrés sont de plus en plus diversifiées grâce aux travaux remarquables de chercheurs. Les publications de Pilsbry et Bequaert (1927), de Lévêque et Durand (1981), l'iconographie des insectes aquatiques de Dejoux et *al.* (1983) et celle de Tachet et *al.* (2010) en sont des exemples.

Les sources de pollution susceptibles de causer des sérieux problèmes sont notamment les déchets ménagers, la culture avec les engrais chimiques et les pesticides, les ports, les quais et le trafic, les entreprises industrielles et les petites activités industrielles officielles ou non (Kelly, 2001; Hassan, 2006). Etant donné que sur la rivière Tshopo est construit le barrage hydroélectrique, à son bord est implantée l'usine de la fabrication de boisson (BRALIMA) et d'autres activités potentiellement polluantes de l'homme (plage, etc.), cette eau sera victime de menaces comme la pollution, la sédimentation et la destruction des habitats côtiers.

Les Macro-invertébrés benthiques sont assez sensibles aux modifications de débit des cours d'eau et de la qualité de cours d'eau. Cette sensibilité dépend grandement du comportement des macro-Invertébrés : nageur, rampant au fouisseur (Mueller et *al.*, 2011).

Comme les poissons, la biodiversité de Macro-invertébrés benthiques a tendance à diminuer à proximité d'un barrage alors que les densités augmentent (Walter et Whiles, 2008), ce phénomène est dû en partie aux changements physico-chimiques de l'eau (Bredenhard et Samways, 2009). De plus la pose d'un barrage impose en amont la formation d'un milieu lentique au sein d'une rivière lotique : en conséquence la communauté benthique doit s'adapter pour résister à ce changement (Bredenhard et Samways, 2009).

Le régime de l'écoulement est la principale variable déterminante des écosystèmes aquatiques en aval. Dans la plupart de cas, des changements dans les communautés de Macro-Invertébrées sont notables. L'amont du barrage présente souvent une sédimentation plus importante, certaines espèces telles que les Chironomidés et les Simuliidés peuvent s'y retrouver en grand nombre (Mueller et *al.*,

2011); alors que certains taxa tendent de se raréfier comme les Ephéméroptères, les Plécoptères et les Trichoptères (Bredenhard et Samways, 2009).

La République Démocratique du Congo (RD Congo) regorge beaucoup de cours d'eaux qui sont peu ou partiellement étudiés. Nombreux n'ont pas encore livré leurs secrets surtout ceux situés dans les forêts ombrophiles de la cuvette centrale Congolaise (Burgis et Symoens, 1987 cité par Kankonda, 2001).

En RD;Congo malgré une plus grande diversité en faune et flore, les études des organismes aquatiques notamment les macro-invertébrés benthiques sont peu nombreuses. Des études sur la diversité et les inventaires permettent de bien comprendre quels sont les impacts du barrage sur la diversité, densité de macro-invertébrés

La région de Kisangani comprend plusieurs cours d'eaux constitués d'une très grande diversité.

Cependant les ressources naturelles (vertébrés et invertébrés) inféodées à ces milieux semblent être moins connues. Nous ignorons l'importance de l'influence du barrage hydroélectrique sur la communauté des invertébrés aquatiques. Les barrages des infrastructures qui, par construction, modifient les flux liquides, les flux solides, les flux de matières et d'organismes et le régime thermique des cours d'eau sur lesquels ils sont implantés. Il s'ensuit des transformations des fonctions générales de ces cours d'eaux ayant de nombreux liens avec les services écosystémiques qu'ils assurent (régulation des flux sédimentaires, hydriques, organiques, régulation thermique, dépollution, biodiversité, équilibres dynamiques des zones aval fluviales et côtières...

Deux questions de recherche sont à la base de cette étude:

1. Quel pourrait être l'impact de la construction du barrage hydroélectrique de la Tshopo sur la distribution de la communauté des macro-invertébrés benthiques de la rivière Tshopo?
2. Quelle pourrait être la ressemblance et/ou la différence dans la richesse spécifique des macro-invertébrés benthiques en amont et en aval du barrage hydroélectrique de la Tshopo sur la rivière Tshopo ?

3. Travaux antérieurs

Il est fort certain que des études sur les macro-invertébrés benthiques en relation avec les barrages hydroélectriques ont été réalisées en DR. Congo et ailleurs dans le monde, même si nous demeurons peu informées.

À Kisangani, en RD Congo et en Afrique, sans aucun lien avec les effets des barrages hydroélectriques, nous pouvons citer les études suivantes:

Kankonda (2001) qui a travaillé sur l'établissement de la carte de pollution des eaux des ruisseaux de Kisangani par l'utilisation de macro-invertébrés comme bio-indicateurs;

Tambwe (2005) a mené une étude comparative sur l'évaluation de la qualité biologique des eaux des trois ruisseaux de la réserve forestière de Masako;

Wembo (2005) a mené une étude sur la contribution à l'évaluation des indices biologiques basés sur les macro-invertébrés dans la détermination de la qualité de l'eau;

Mongindo (2006) a fait une étude quantitative des Décapodes du ruisseau Avokoko à Kisangani;

Mongindo (2007) a étudié la biologie et l'écologie de la crevette *Macrobrachium sollaudii* de la rivière Avokoko à Kisangani;

Alhou (2007) a évalué l'impact des rejets de la ville de Niamey (Niger) sur la qualité des eaux du fleuve Niger;

Sanogo (2010) a mené une étude comparative des macro-invertébrés et leurs impacts sur le régime alimentaire de *Clarias gariepinus* de cours d'eau permanente de la région ouest du Burkina-faso.

Hyangya (2013) a mené une étude sur l'évaluation de l'influence des activités anthropiques sur la physico-chimie, la composition et l'abondance du plancton et des Macro-invertébrés du littoral du lac Tanganyika;

4. Objectifs

4.1. Objectif global

L'objectif global est de contribuer à la connaissance de la biodiversité des macro-invertébrés benthiques de la rivière Tshopo.

4.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques concernent:

- l'inventaire de la communauté benthique de macro-invertébrés de la rivière Tshopo.
- comparer la diversité de la communauté de macro-invertébrés benthiques en amont et en aval du barrage hydro électrique.

5. Hypothèses

Les deux hypothèses à tester sont les suivantes:

1. La construction de barrage hydroélectrique de la Tshopo pourrait avoir un impact sur la distribution de la communauté des macro-invertébrés benthiques de la rivière Tshopo;
2. La richesse spécifique des macro-invertébrés benthiques serait différente en amont et en aval de barrage hydroélectrique de la Tshopo et que ce dernier contribuera à la modification de cette communauté.

6. Subdivision du travail

Hormis l'introduction et la conclusion, ce présent travail comporte quatre chapitres.

Le premier chapitre parle de milieu d'étude

Le deuxième chapitre se consacre sur le matériel et méthodes, et

Le troisième chapitre est relatif aux résultats

Enfin le quatrième chapitre portera sur la discussion.

Chapitre I : MILIEU D'ETUDE

1.1. Situation géographique de Kisangani

La ville de Kisangani est le chef-lieu de la Province Orientale. Elle est située dans la partie Orientale de la cuvette Centrale Congolaise à cheval sur l'équateur. Ses coordonnées géographiques sont: 0°31'N, 25°11'E, l'altitude est comprise entre 376,4 et 424,7m. Elle comprend six communes urbaines (Kabondo, Kisangani, Makiso, Tshopo, Mangobo et Lubunga). Elle occupe une superficie de 1910 km².

Contrairement à ce qui se passe dans les régions éloignées de l'Equateur où les thermovariations moyennes distinguent les saisons, c'est la pluviométrie qui crée la différenciation saisonnière dans la plus grande partie du territoire de la RD Congo (Kombele, 2004). Suivant les critères de Köppen, Bultot (1977) distingue en relation avec la végétation, une zone équatoriale au centre, deux zones de transition en forme de bande le long de la forêt équatoriale, progressivement plus tropicales vers le sud et le nord et une zone tempérée sur les hautes terres volcaniques.

Selon la classification de Köppen (Trochain, 1980), la région de Kisangani jouit d'un climat équatorial, chaud et humide de type *Afi* où «A» désigne un climat chaud avec les 12 moyennes mensuelles supérieures à 18°C; «f» désigne le climat humide dont la pluviosité est répartie sur toute l'année, c'est-à-dire sans saison sèche absolue et dont la hauteur mensuelle des pluies du mois le plus sec est supérieure à 60 mm et «i» signifie une très faible variation d'amplitude thermique (Upoki, 2001). Il correspond à la forêt ombrophile équatoriale, à pluviométrie régulière et abondante (1750 mm/an en moyenne), mais variable dans le temps et dans l'espace (1500 et 2000mm/an).

1.2. Réseau hydrographique

La région de Kisangani est caractérisée par de nombreux cours d'eau. En partant même de l'origine du mot en «Swahili», Kisangani veut dire être dans l'île. Le réseau hydrographique de Kisangani est dominé par le fleuve Congo qui est entrecoupé par de nombreux rapides dont les plus importants sont ceux de Wanie-Rukula située à 60 Km en amont de Kisangani et de Wagenia localisés dans la commune de Kisangani (Golama, 1992; Mongindo, 2007).

Il comprend également plusieurs rivières et ruisseaux notamment la rivière Lindi et son affluent Tshopo, toutes situées sur la rive droite du fleuve Congo. Elles se jettent après leur confluence dans le fleuve Congo à 15 Km en aval de Kisangani. Les principaux ruisseaux de la rive droite sont Kabondo, Konga-Konga, Makiso, Djubu-Djubu, Kamundele, Kibibi, Mandombe, Avokoko, etc. Sur la rive gauche on a les ruisseaux Lubunga, Losoko et Osio (Mongindo, 2007).

1.3. Site de récolte

Le choix du site est fait en tenant compte de barrage hydroélectrique de la Tshopo d'où deux zones de récoltes ont été choisies la première en amont du barrage hydroélectrique jusqu'au Beach de Grand Séminaire et la deuxième en aval du barrage hydroélectrique jusqu'au port Djubu-djubu Tshopo.

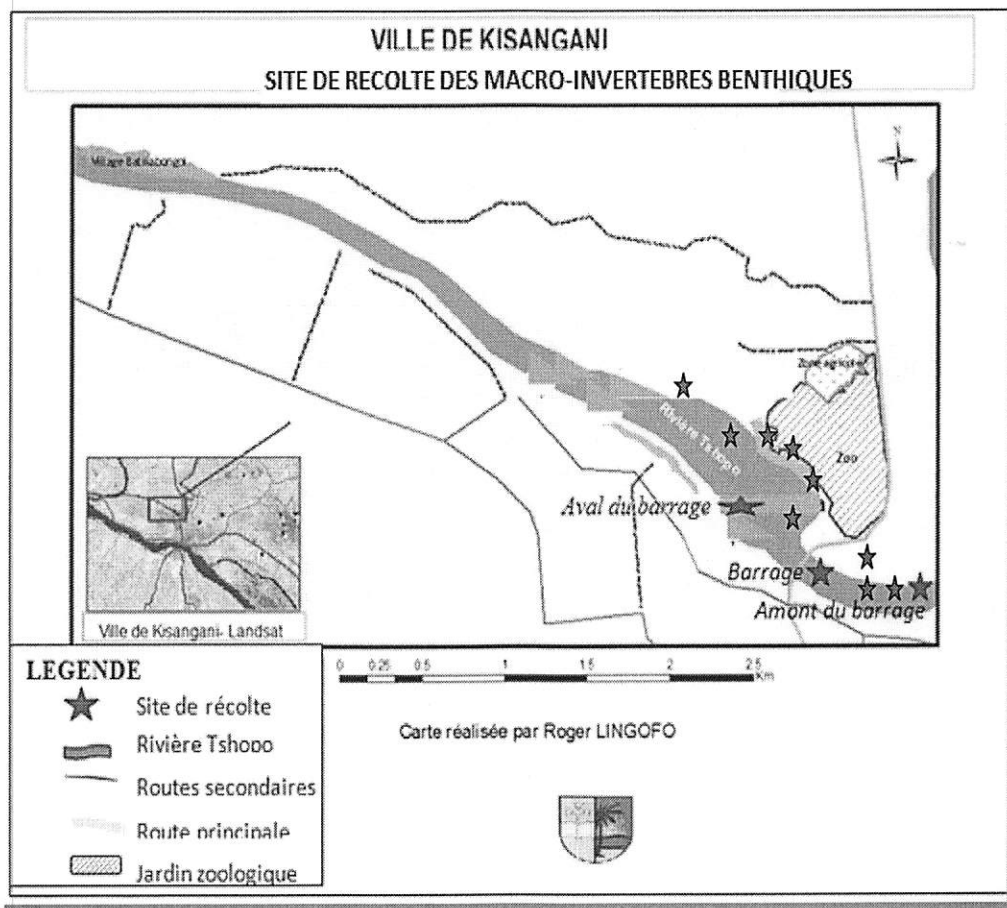


Figure 1. La rivière Tshopo traversant la ville de Kisangani.

1.3.1 Site en amont du barrage hydroélectrique de la Tshopo

Le site en amont du barrage hydroélectrique de la Tshopo a comme point géographique de référence suivante 00°32'17,4" N et 25°11'41,2"E, l'altitude est de 386m avec un niveau d'eau régulier, la température est de 32,5°C, pH est de 7,5 et une conductivité de 55µS/cm. Les substrats qui constituent ce site sont estimés de manière suivante: gravier 15%; sable 35%, la boue est de 30%, détritiques 10%; substrat artificiel (les non biodégradables) 5% et l'argile 5%.

Ce site est composé de 80% des macrophytes. Les macro-invertébrés sont associés à d'autres composantes de la faune aquatique comme les poissons et les Amphibiens (têtards). La rivière est visitée par les touristes, les voyageurs, une présence permanente de pêcheurs, la baignade, la lessive et aussi la vaisselle, la rivière est régulière. Ce site est situé en amont du barrage hydroélectrique de la Tshopo jusqu'au au Beach Grand séminaire, dans ce site trois stations (Beach Litoi, rive droite, et Beach Grand séminaire) ont été choisies en tenant compte de l'accessibilité aux lieux et la nature de lit. Les berges de la rivière Tshopo à cette zone sont dominées par des espèces végétales suivantes : *Nymphaea lotus* (Nymphaeaceae), *Panicum maximum* (Poaceae), *Commelina diffusa* (Commelinaceae), *Vossia cuspidata* (Poaceae), *Cyperus distans* (Cyperaceae), *Cyperus papyrus* (Cyperaceae), *Ficus valisshouldae* (Maraceae), *Eichhornia crassipens* (Pontederiaceae),...

1.3.2. Site en aval du barrage hydroélectrique de la Tshopo

Le site de récolte en aval du barrage hydroélectrique de la Tshopo se situe au Nord-Est de la ville de Kisangani, avec comme coordonnées géographiques de référence de 00°32'26,9"N et 025°11'16,3" E, l'altitude est de 380m, la température est de 28,5°C, le pH de 7,8, la conductivité est de 44µS/cm. Les substrats qui constituent ce site sont estimés de manière suivante: roche 10%, sable 50%, gravier 30%, le substrat artificiel (les non biodégradables) 10%. Ce sites est composé de 80% des macrophytes, la faune était composée généralement des Poissons, des Amphibiens et les Reptiles. Le site est souvent visité par les pêcheurs, les touristes, etc.

Ce site comprend la zone située en aval du barrage hydroélectrique de la Tshopo jusqu'au port Djubu-ndjubu. Dans cette zone quatre stations (Beach Ex- Unibra, Jardin Zoologique, rizerie Papa Salumu, et port Djubu-djubu Tshopo) ont été sélectionnées selon la nature de lit et l'accessibilité de lieu. Les berges sont dominés par des espèces végétales telles que : *Trachypodium brawnianum*

(Marantaceae), *Alchornea cordifolia* (Euphorbiaceae), *Bridelia ripicola* (Euphorbiaceae),
Afronomum lauenti (Zingiberaceae), *Paspalum virgatum* (Poaceae) ...

Chapitre II : MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel.

Le matériel biologique est constitué de 654 spécimens de macro-invertébrés benthiques.

2.2. Méthodes

2.2.1. Sur terrain

Nous avons effectué l'échantillonnage des macro-invertébrés de janvier à mai 2014 dans les différentes stations.

Avant de commencer la récolte, les différents paramètres physico-chimiques (conductivité, température et pH) de l'eau ont été pris respectivement à l'aide d'un conductimètre, de thermomètre et d'un pH-mètre. Les coordonnées géographiques ont été prises à l'aide d'un GPS de marque Garmin. Une fiche de terrain (voir annexe 1) était remplie.

La méthode la plus adaptée et la plus simple pour l'échantillonnage dans le fleuve et la rivière, ruisseaux de faible profondeur est l'utilisation de filet et épuisette (Douget, 2009). Tandis que le dredge, est plus utilisé pour de grande profondeur et de cours d'eau à fond sableux et pierreux.

Le dredge était jeté dans l'eau et tiré à une distance d'environ 7m et le contenu était déversé dans un bac et les macro-invertébrés benthiques étaient triés à l'aide des pinces entomologiques et mis dans les bocaux dans le liquide conservateur (alcool à 70%).

Le filet télescopique, l'épuisette et le ramassage à la main avaient servi pour la récolte des macro-invertébrés benthiques.

Le filet télescopique avait servi aussi pour la récolte des macro-invertébrés benthiques, la technique consistait à racler le fond du lit avec le filet et retirer les invertébrés se trouvant dans le filet.

Tous les échantillons ont été gardés dans les bocaux étiquetés selon les dates et les sites puis conservés dans l'alcool à 70% et ramenés au Laboratoire d'Hydrobiologie et Aquaculture (LHA) de la Faculté des Sciences de L'Université de Kisangani pour des analyses ultérieures qui serviront aussi comme collection de référence.

2.2.2. Au laboratoire

Au laboratoire, tous les échantillons étaient groupés selon les sites de récoltes et les groupes taxonomiques. Pour ce qui concerne les mollusques, l'identification était faite en tenant compte de la morphologie externe de l'animal. Tandis que les autres macro-invertébrés étaient à l'aide d'une loupe binoculaire. En utilisant les différentes clés de détermination: Pilsbry et Bequaert (1927), DBL (1982), Brown (1994), et Tachet et *al.* (2010).

Après l'identification, chaque espèce était isolée des autres groupes, étiquetées et gardées comme échantillons de référence.

2.2.3. Traitement de données

Les données de ce travail ont été saisies et enregistrées dans le data base des invertébrés de laboratoire d'Hydrobiologie et Aquaculture. Les Logiciels PAST.3 for Windows et la feuille Excel avaient servi pour le traitement de données. Les indices des diversités (Simpson, Shannon, Margalef, Equitabilité et similarité) ont été calculés à l'aide du progiciel PAST (PAleontological STatistic ou Statistique pour la Paléontologie).

2.2.3.1. Indice de Simpson

Cet indice mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard dans un échantillon donné appartiennent à la même espèce. Il se calcule par :

$$D = 1 - \sum (p_i)^2$$

où p_i représente la probabilité qu'un individu tiré au hasard appartienne à l' i ème espèce.

Il peut être interprété comme la probabilité que deux individus tirés au hasard soient d'espèces différentes.

2.2.3.2. Indice de Shannon-Wiener

L'indice de diversité de Shannon-Wiener est utilisé pour mesurer la diversité générique des peuplements, et en particulier pour cette étude il a servi à mesurer la diversité générique dans les différents micro-habits et a été calculé d'après la formule suivante :

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

où H' : indice de diversité de Shannon-Wiener

p_i : abondance relative ou fréquence de chaque genre ($p_i:n/N$)

n : nombre d'individus d'un genre

N : nombre total d'individus.

2.2.3.3. Indice de Margalef

Cet indice prend en compte le nombre de taxa (familles) et le nombre d'individus dans la station considérée (Winterbon, 1970): il se calcule d'après la formule:

$$d = s/n$$

où s : nombre de familles

n : nombre d'individus pour la station considérée.

2.2.3.4. Indice d'Équitabilité

Elle sert à comparer la diversité des peuplements des habitats différents.

$$E = H' / \log_2 S$$

où H' : indice de Shannon-Wiener

S : richesse totale (nombre total de genres)

Si E tend vers 0, les individus sont presque équitablement répartis dans les taxons.

Si E tend vers 1: individus sont non équitablement répartis.

Chapitre III: RESULTATS

Les résultats (voir tableau1) montrent que 654 spécimens de macro-invertébrés benthiques ont été récoltés dans la rivière Tshopo. Ces spécimens étaient repartis en 46 espèces, 20 genres, 19 familles, 8 Ordres.

4.1. Composition faunistique

Les résultats du tableau 1 montrent la composition faunistique de macro-invertébrés benthiques de la rivière Tshopo.

Tableau 1: Composition faunistique de macro-invertébrés benthiques en amont et en aval de barrage hydroélectrique de la Tshopo.

Ordre	Famille	Espèce	Amont	Aval	Effectifs	
Coléoptères	Chrysomelidae	<i>Macrolea sp</i>	3		3	
	Hydrophiliidae	<i>Colestom sp</i>	7	2	9	
		<i>C. sp1</i>	4		4	
		<i>C. sp2</i>	1		1	
Décapodes	Atyidae	<i>Caridina africana</i>	35	6	41	
	Potamonautidae	<i>Soudanaunotes africana africana</i>	1		1	
Diptères	Ptychopteridae		8		8	
Discopodes	Pachychilidae	<i>Potadoma alutacea</i>	6	5	11	
		<i>P. superba</i>	23	25	48	
		<i>P. superba mut inculta</i>	4	12	16	
		<i>P. ponthiervillensis</i>	5	21	26	
		<i>P. ponthiervillensis mut spoliata</i>	17	9	26	
		<i>P. liricincta major</i>	2		2	
	Thiaridae	<i>Melanoidens kisangani</i>			139	139
		<i>M. wagenia</i>			6	6
		<i>M. wagenia tshopoicola</i>			1	1
		<i>M. tuberculata</i>	7	38	45	
		<i>M. nsendweensis</i>			51	51
		<i>M. nsendweensis sonar</i>			23	23
Hétéroptères	Naucoridae	<i>Naucoris maculatus</i>	7		7	
	Nepidae	<i>Ranatra linearis</i>	3		3	
	Notonectidae	<i>Notonecta sp</i>	1	1	2	
		<i>N. sp1</i>	1		1	
		<i>N. sp2</i>	1		1	
	Aphelocheiridae	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	3		3	
	Pleidae	<i>Plea leachi</i>	1		1	
Mésogastéropodes	Ampullariidae	<i>Lanistes nsendwensis</i>		12	12	
		<i>L. congicus</i>		2	2	
		<i>L. procerus langi</i>		19	19	
		<i>L. lateralis</i>	2	1	3	
		<i>L. langi</i>	3		3	
		<i>L. ellipticus</i>	16		16	
		<i>L. sp1</i>	2		2	
		<i>L. sp2</i>	2		2	
	Lymnaeidae	<i>L. natalensis</i>	3	1	4	
	Planorbidae	<i>Bulinus sp2e</i>	1	1	2	
		<i>B. sp</i>	1	4	5	
		<i>B. africanus</i>		1	1	
		<i>B. natalensis</i>	1		1	
		<i>B. globosus</i>	3		3	
<i>Biomphalaria sp</i>		2		2		
	<i>Physopsis africanus</i>		1	1		
Odonates	Cordulesgasteridae	<i>Cardulegaster sp</i>		1	1	
	Cordulesgasteridae		55	15	70	
	Lestidae	<i>Sympetma sp</i>		1	1	
	Coenagrionidae	<i>Nehalennia speciosa</i>	17	2	19	
		<i>N. sp</i>	4	1	5	
Plécoptères	Perlodidae	<i>Arcynopterus compact</i>	1		1	
Total: 8	19	46	253	401	654	

Il ressort du tableau 1 que, la plupart de taxa se retrouvent en aval du barrage hydroélectrique de la Tshopo, soit 401 spécimens contre 253 en amont. Au total, nous avons récolté 654 macro-invertébrés; réparties à 46 espèces, 20 genres, 19 familles. Le site en amont, l'espèce *Caridima africana* qui est la mieux représentée avec au moins 35 individus, suivie de *Potadoma superba*, *P. ponthiervillensis mut spoliata*, *Nehalennia speciosa* et *Lanistes ellipticus* avec respectivement 17 individus, tandis que les autres espèces *Notonecta sp*, *Notonecta sp2*, *bulinus sp1*, *bulinus sp2e*, *Ranatra linearis*, *Coleostoma sp3*, *Plea leachi*, *Arcynopterox compact* sont moins représentées avec respectivement 1 seul individus, le site en aval, l'espèce qui est la mieux représenté c'est *Melanoides kisangani* avec 139 individus, suivi de *Melanoides nsendwensis*, *Melanoides tuberculata*, *Potadoma superba*, *Melanoides nsendwensis sonar*, avec respectivement 51, 38, 25, 23 individus chacune. Tandis que *Notonecta sp1*, *Nehalennia sp*, *Lanistes natalensis*, *Bulinus sp2*, *Bulinus africana*, *Physopsis africanus*, *Cordulegaster sp*, *Sympecma sp* sont moins représentées avec chacune une seule espèce.

4.2. Nombre de familles selon les sites

La figure (2) montre la répartition des familles selon les sites de récolte et selon les effectifs.

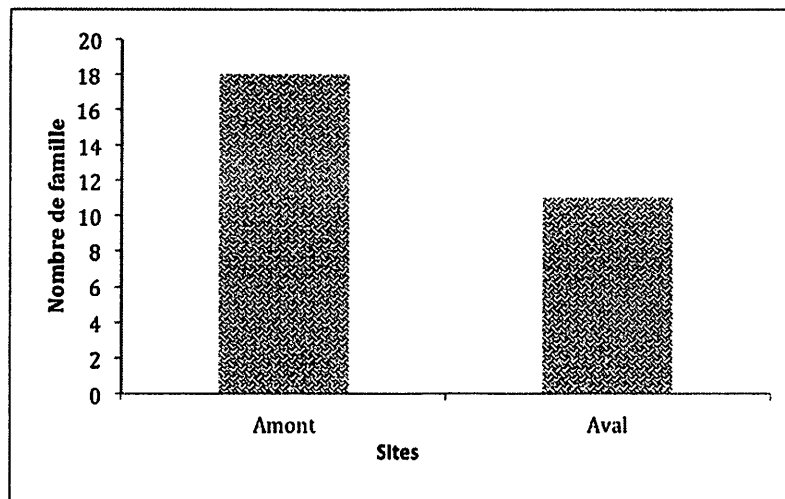


Figure (2): Répartition de familles selon les sites de récolte.

La figure (2) nous révèle que le site en amont de barrage hydroélectrique de la Tshopo présente plus de familles (18) que le site en aval (11).

La figure (3) montre la répartition des familles en fonction des effectifs d'individus.

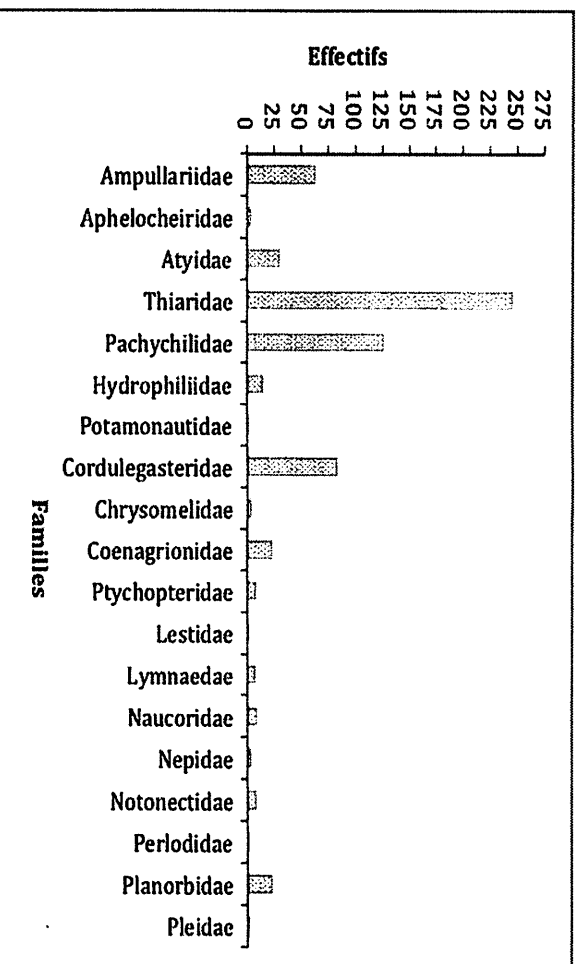


Figure (3) : Répartition des familles selon les effectifs

La figure (3) montre que de toutes les familles inventoriées, la famille de Thiaridae est la plus représentée avec un effectif de 265 spécimens, suivi de Pachychilidae avec 129, les familles de Potamonautidae, Lestidae, Perlodidae et Pleidae ont chacune 1 spécimen

4.3. Indices de diversité

Les figures (4, 5, 6 et 7) montrent les différents indices de diversité en fonction de sites

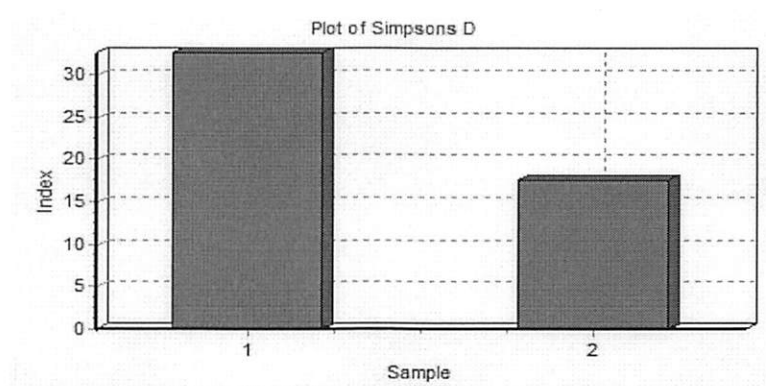


Figure (4): Indice de Simpson. 1: site en amont et 2: site en aval

La figure (4) montre que l'indice de Simpson est plus élevé en amont (1) de barrage de la Tshopo avec 32,621 par rapport en aval (2) qui a 17,689.

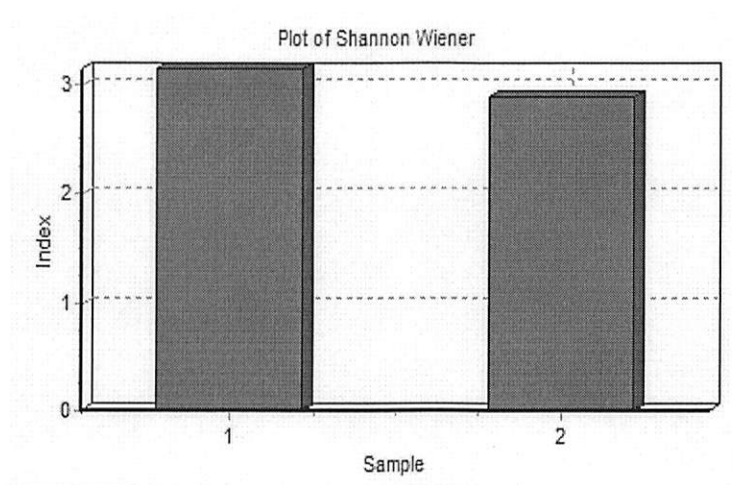


Figure (5): indice de Shannon-Wiener en fonction de sites. 1 site en Amont et 2, site en aval.

La figure (5) montre que l'indice de Shannon-Wiener au site amont est de 3,148 et de 2,897 en aval.

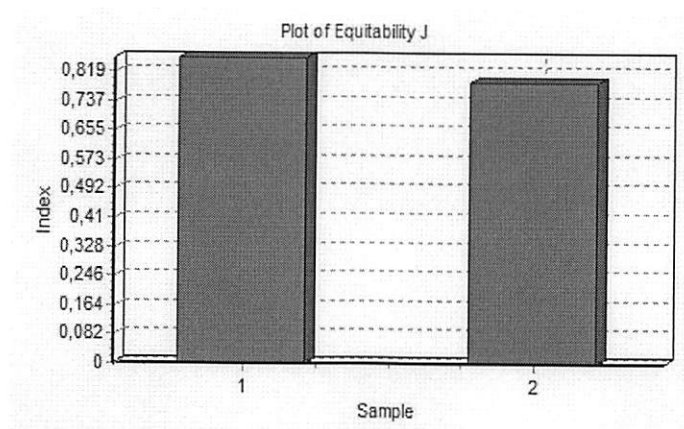


Figure (6): Equitabilité entre les stations de récolte. 1, site en Amont et 2, site en aval.

La figure (6) montre que les espèces sont réparties équitablement car au niveau de site en amont on a 0,86 et en aval avec 0,79

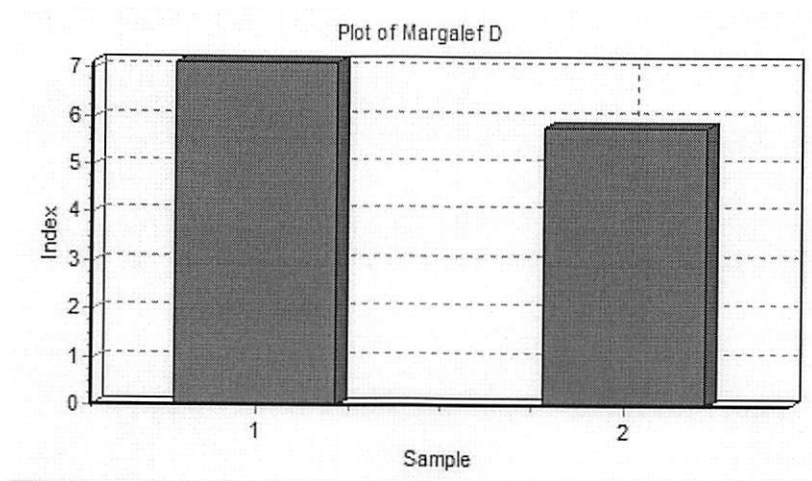


Figure (7): Indice de Margalef montrant la diversité entre les sites de récolte. 1 site en Amont et 2 site en aval.

La figure (7) montre que le site amont est diversifié avec comme indice 7,135 et le site en aval à 5,771.

4.4. Similarité entre les sites de récolte

La figure (8) montre le dendrogramme de similarité entre les sites en tenant compte du nombre de taxa

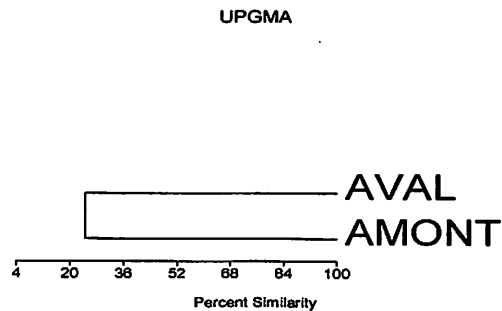


Figure (8): Dendrogramme de similarité calculé en fonction de taxa par site. UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) qui est une simple agglomération ou une méthode de regroupement hiérarchique.

La figure (8) montre que les deux sites ont une faible similarité de 24,52% en tenant compte de nombre de taxa. Les résultats qui sont basées sur un regroupement hiérarchique. L'UPGMA est une méthode non pondérée groupé en paire avec une moyenne arithmétique.

Chapitre IV: DISCUSSION

5.1. Composition faunistique

La période de récolte dont les résultats sont présentés dans ce travail était faite de janvier à mai 2014, à la rivière Tshopo. L'échantillonnage a fourni un total de 654 spécimens de macro-invertébrés, répartis en 8 Ordres, 19 Familles et 46 espèces. D'une manière générale la rivière Tshopo est diversifiée malgré les multiples activités due à sa proximité avec la ville de Kisangani.

En étudiant les macro-invertébrés de la Réserve Forestière de Masako (RFM), Tambwe (2005), avait recensé 3076 spécimens regroupés à 12 Ordres, 48 familles. Cela se justifierait par le fait que les cours d'eau de la RFM sont plus stables et ne subissent pas une forte pression anthropique comme le cas à la rivière Tshopo et aussi du fait qu'il avait utilisé un autre filet que le nôtre Cette thèse est corroborée par Gorman et *al.* (2000) qui affirment que les communautés de macro-invertébrés peuvent être influencées par la moindre action humaine. Ces conditions de stabilité des rivières de la RFM faciliterai le développement et la stabilité des taxa même vulnérables, car les macro-invertébrés sont utilisés pour déterminer la santé des écosystèmes aquatiques (Moisan et Pelletier, 2014). Il est évident que les cours d'eaux forestières soient riches en taxa comme le témoigne les études de Mahamba (2004) et Tambwe (2005), car d'après Gorman et *al.* (2000), la présence d'une végétation qui libère des feuilles mortes permettra l'installation et la colonisation par certains macro-invertébrés.

Derleth (2004), cité par Mahamba (2004) avait trouvé 115 taxa (identifiés au niveau des familles, sous familles, et genres) en travaillant sur 23 sites des rivières en Indonésie pendant 4 ans. Pour le présent travail, l'identification est allée jusqu'au niveau de l'espèce et la récolte a duré seulement 5 mois. L'identification jusqu'au niveau des espèces permet de donner plus de détails sur un groupe taxonomique donné. Les études de Mahamba (2004) et Tambwe (2005) pouvaient encore donner plus de taxa s'ils avaient identifié jusqu'au niveau de l'espèce. Certains spécimens sont identifiés seulement au niveau des familles, car les clés de détermination n'avaient pas permis d'aller jusqu'à l'espèce.

5.2. Nombre de familles selon les sites

En considérant le nombre de familles par site de récolte, le site se situant en amont du barrage Tshopo est plus diversifié (avec 18 familles) que le site en aval (avec 12 familles), 12 familles sont présentes dans les deux sites. Les familles de Chrysomelidae, Potamonautidae, Naucoridae, Nepidae, Aphelocheiridae, Pleidae et Perlodidae sont récoltées seulement en amont de la rivière Tshopo alors que la famille de Lestidae s'est retrouvée seulement en aval. Les probables raisons de cette différence entre ces deux sites pourraient se justifier par la nature de berges et de fonds et aussi de la présence des espèces végétales s'y trouvant (cfr. 1.3.1 et 1.3.2). La nature de fond joue un rôle important dans la colonisation de macro-invertébrés benthiques, cette nature va de sable fin (<0,063mm) à la roche (>200mm), de détritiques au sapropel. Selon River Watch (2007), les macro-invertébrés se classent en groupes fonctionnels d'après le substrat dans lequel ils vivent et la répartition des macro-invertébrés se fera suivant la granulométrie du fond.

En examinant les familles nous avons constaté que les familles de Thiaridae et de Pachychilidae sont les plus abondantes en nombre de spécimens que les autres familles. Parmi les Thiaridae, seule l'espèce *Melanoidens tuberculata* est présente en amont sur 6 espèces qu'on retrouve en aval. De l'autre côté, la répartition de Pachychilidae est plus au moins bien équilibrée c'est-à-dire 9 espèces en amont et 6 espèces en aval. DeKock et Walmarans (2009) décrivent l'habitat de *M. tuberculata* comme étant un milieu boueux ou sableux. Cette affirmation coïncide avec notre observation au site de récolte de *M. tuberculata* sur la rivière Tshopo. Il est donc normal que seul le *M. tuberculata* soit récolté en amont de la rivière Tshopo, car dans cette partie le milieu est moins diversifié, par rapport à l'aval où le milieu est fortement diversifié. Et aussi la grande quantité d'eau qui se trouve en amont du barrage de Tshopo qui d'une manière ou d'une autre ne facilite pas la récolte de mollusques et la colonisation par d'autres espèces.

Le site amont est plus diversifié (39 espèces) que le site en aval avec 30 espèces. Nous pensons que cette différence quoi que pas vraiment grande mais importante pour certaines familles et espèces serait due à la condition morphologique de site et aussi à l'effet de barrage de la Tshopo qui joue un rôle de barrière pour certaines espèces et familles. Selon Bournaud et al. (1987), les conditions morphologiques variables entre stations (sites) peuvent déterminer spécialement des écarts dans la qualité biologique d'un cours d'eau. Ils affirment que lorsque le milieu est soumis à d'important stress hydriques qui déstabilisent le fond du chenal, les rives les plus stables constituent alors un

milieu refuge pour les taxons. L'aval du barrage de la Tshopo est soumis à ce stress hydrique et le barrage a permis une formation des îles de sable. Nous avons constaté aussi la présence du substrat du type pierreux au niveau du site Aval. Signalons aussi l'existence d'un courant violent au niveau de ce site, surtout quand il y a ouverture des vannes qui laissent couler les eaux en excès.

5.3. Indices de diversité

Les indices calculés ont permis d'évaluer la diversité des macro-invertébrés aux différents sites. Pour l'indice de Shannon, le site Amont est plus diversifié ($H=3,148$) que le site Aval ($H=2,894$). Cette valeur élevée pour les 2 sites montre que ces 2 milieux sont moins perturbés. L'équitabilité (E_q) estimée montre respectivement une valeur de ($E_q = 0,86$ en amont et de ($E_q = 0,79$) en aval. Les valeurs de cet indice sont en général supérieures à 0,5 et tendent vers 1, ce qui explique que les effectifs sont équitablement répartis entre les taxa dans tous les sites prospectés. L'indice de Simpson estimé révèle cependant que, dans le site Amont ($D= 32,62$), la probabilité que deux individus pris au hasard appartiennent à deux espèces différentes est plus élevée que celle du site Aval ($D= 17,689$).

L'indice de Margalef montre en général les mêmes tendances que celles des autres indices, les sites Amont et Aval ont respectivement une valeur de 7,13 et 5,77. Akeye (2002) a trouvé les valeurs variant de 0,74 à 1,5 dans le ruisseau Kamundele, soumis fortement aux activités humaines.

Selon l'indice de similarité, les deux sites ont une similarité faible (similarité de 24,52% < à 50%), Le courant rapide et la forte turbidité de l'eau en aval du barrage pourrait bien être les facteurs clés de cette différence entre les sites, ce qui confirme notre hypothèse selon laquelle il existe bel et bien une différence en terme de taxa entre les deux sites et cette différence va des familles en espèces.

CONCLUSION

Cette étude a consisté à évaluer l'impact du barrage hydroélectrique de la Tshopo sur la communauté macro-invertébré benthique de la rivière Tshopo.

Les objectifs poursuivis par cette étude étaient de faire l'inventaire de la richesse spécifique de macro-invertébrés benthiques de la rivière Tshopo en amont et aval de barrage hydroélectrique; d'analyser l'impact du barrage hydroélectrique sur cette communauté et d'évaluer la diversité de cette communauté en amont et en aval du barrage.

Pour l'échantillonnage du matériel biologique, les méthodes utilisées étaient le ramassage à la main, l'utilisation du filet télescopique, de l'épuisette et du dredge.

Les résultats ont montrés que le site en amont est plus diversifié en terme de familles et espèces que le site en Aval, tandis que le site en aval regorge plus d'effectifs que le site en amont. L'ordres des Hétéroptères (Aphelocheiridae, Naucoridae, Nepidae, Notonectidae, Pleidae) est représenté par 5 familles, suivi des 'ordres des Odonates (Cordulesgasteridae, Lestidae, Coenagrionidae) et Mesogasteropodes (Ampullaridae, Lymnaeidae, Planorbidae) avec 3 familles chacun , ensuite viennent les Ordres des Décapodes (Atyidae, Potamonautidae), Discopodes (Pachychilidae,, Thiaridae) et Coléoptères (Chrysomelidae, Hydraphiliidae), qui sont représentés par 2 familles et en fin les Ordres de Plécoptères (Perlobidae) et Diptères (Ptychopteridae) représentés par 1 famille

Dans les deux sites, les familles de Thiaridae et Pachychillidae, sont les plus représentées en effectifs avec respectivement 245 et 123 spécimens, suivies de celles des Cordulegasteridae et Ampullaridae qui regorgent chacune 74 et 63 spécimens. En nombre d'espèces, la famille de Pachychilidae vient en tête avec 9 espèces, suivie de la famille d'Ampullaridae avec 8 espèces.

En termes de nombre d'espèces, le site amont est plus diversifié avec 39 espèces que le site en aval avec 30 espèces

Les indices de diversité corroborent les résultats de cette analyse faunistique et montrent des valeurs plus élevées en amont qu'en aval du barrage. Cependant, la similarité est faible entre deux sites de récolte.

En définitive, nous pouvons affirmer que cette étude a permis de montrer qu'il y a bel et bien une différence en composition de macro-invertébrée entre les 2 sites de récolte choisis et que le barrage

hydroélectrique de la Tshopo constitue une barrière pour certaines familles et espèces de Macro-invertébrés

Les suggestions qui pourraient être dégagées de cette étude sont :

- Mener une étude par groupe d'organismes (par exemple voir l'impact de barrage hydroélectrique de la Tshopo sur la communauté de Mollusques du genre Potadoma, en incluant les analyses d'ADN) ;
- Mener une étude limnologique de ces deux zones ;
- Etudier l'impact des déchets des Usines (Bralima, Sotexki) sur la communauté des macro-invertébrés aquatiques....

Références Bibliographiques

- Akeye, N., 2002. Contribution à l'évaluation des indices biologique (basé sur les Macro invertébrés aquatiques) dans la détermination de la qualité biologique des eaux des ruisseaux de Kisangani, Mém inédit, Fac. SC; Unikis, 28p.
- Alhou B., 2007. Impacts des rejets de la ville de Niamey (Niger) sur la qualité des eaux du fleuve Niger. Thèse de doctorat, FUNDP/ Namur, 229p.
- Balume, R, 2006. Evolution spatio-temporelle du peuplement des Cordullidae et Libellulidae (Odonates) du ruisseau Masangamabe de la Réserve Forestière de Masako à Kisangani (RD Congo) Mon inédite Fac des Sc. Unikis 49p
- Benke, A.C., 1993. Concept and patterns of invertebrate production in running water. Verh. Intrnat. Verein.Limnol.25:15-38.
- Bournaud, M, Keck, G, et Richoux, P 1980. Le prélèvement de macro-invertébrés benthiques en tant que révélateur de la physionomie d'une rivière, annales limno 16 (1) pp 56-58
- Bredenhard, D et Samways, M, 2009. Impact of a dam on benthic macro invertebrates in a small river in a biodiversity hotspot: cape floristic region, journal of insect conservation, volume 13, issues 3:297-307.
- Brown, B.S., 1994. Freshwater snails of Africa and their Medical importance, Taylor and Francis, London, 487p.
- Bultot, F., 1977. Atlas climatique du bassin Zaïrois. IV. Pression atmosphérique, vent en surface et en altitude, température et humidité de l'air, nébulosité et visibilité, classification climatique, propriétés chimiques de l'air et des précipitations. Publ. INEAC, hor sér.
- Camargo J.A., Alonso A. et M De La Puente, 2004. Multimetric assessment of nutrient enrichment in impounded rivers based on benthic macro invertebrates Environmental Monitoring and Publishers, 96:233-249.
- DeKock, KN and Wolmarans, CT., 2009. Distribution and habitats of *Melanooides tuberculata* (Müller, 1774) and *M. victoriae* (Dohrn, 1865) (Mollusca: Prosobranchia: Thiaridae) in South Africa. Water SA Vol. 35 No. 5. 713-720.

- Dajoz, R., 1975. Précis d'écologie, ED IV Gauthier Villars, paris, 503p.
- Derleth, P., 2004. Macro-invertébrés benthiques et exploitation forestière : une étude de cas dans une forêt tropicale de base altitude dans la province de Kalimantan Est (Bornéo, Indonésie), EPFL-GECOS, www zoologie, vd, ch /5-science/Relak, html.21-03-2004,2p
- DBL, 1982: Guide de terrain des gasteropodes d'eau douce africains
- Dejoux, C Lèveque, C et Lauzanne, L., 1983. The benthic fauna, biomass and communities in lake Chad: 233-272. Carmauze, J.P, Durand, J,R et Lèveque ,C (Eds) Monographiae Biologicae, 53 the hague boston, lancaster, W.junk.
- Fleituch, T M., 1994. Macro-invertebrate duft paltems in relation to sestam dynamics in a mountain stream (sautern poland) venh Internet verein limnol 23 (3) 1595-1597.
- Hyangya L.B., 2013. Essai d'évaluation de l'influence des activités anthropiques sur la physico-chimie, la composition et l'abondance du plancton et de macro-invertébrés du littoral du lac Tanganyaka. Master à l'Université du Burundi. 48p.
- Golama, S k. 1992. Bacilloriophycées desmidicées et Euglenophycées de la région de Kisangani, Thèse de doctorat inédite, fac de sc VUB, Bruxelles, 156p.
- Gorman, K D, Gillers, PS et Holloman, JD., 2000. Spatial and temporal variation of freshwater macro-invertebrate communities in contrasting catchment vrb internat verein limnol 27: 2420-2425.
- Kankonda, B. 2001. Contribution à l'établissement d'une carte de pollution des eaux des ruisseaux de Kisangani par l'utilisation des macros invertébrés benthiques comme bio indicateurs, D.E.S inédite, Fac.sc UNIKIS, 54p.
- Kombe, F. 2004. Diagnostic de la fertilité des sols dans la cuvette centrale congolaise. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, pp12-25.
- Lèveque, C et Durand J,R, 1881: Flora et Faune aquatique de l'Afrique Sahélo-soudanienne O.R.S.T.O.M, 45 paris, 695p
- Mahamba, R, 2004: Contribution à l'étude de la diversité biologique et de la structure des peuplements Macro Benthiques dans trois ruisseaux de la réserve forestière de Masako (kisangani ; RD.Congo) Mem inédit fac sc. UNIKIS, Kisangani 68p.

- Mueller, M., Pander, J. 2011. The effects of weirs on structural stream habitation biological communities of applied ecology, volume 48, issue 6: 1450-1464.
- Moisan, J. et Pelletier, L. 2014. Réponses des macro-invertébrés benthiques à la contamination métallique Site minier de Notre Dame de Montauban. Développement durable, Environnement et lutte contre le changement climatique. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-70752-3 (PDF), 24 p. (y compris 5 annexes).
- Mongindo, E. 2006. Ecologie des décapodes du ruisseau Avokoko à Kisangani: Densité, biomasse et dynamique des populations de *Caridina africana* Kingsley 1882 et des *Caridina togoensis* Hilgendorf 1893 (RD Congo), Mémoire inédit Fac.Sc.Unikis, 65p
- Mongindo, E.2007. Biologie et écologie de la crevette *Macrobachium sollaudii* De Man 1912 (Palaemonidae) du ruisseau Avokoko à Kisangani; RD Congo, 61p
- Niemi, G.J, DeVore, P., Detenbeck, N.Taylor, D., Lima, A., Pastor, J, Yount, J.D. and R. J. Naiman.1990. Overview of case studies on recovery of aquatic systems from disturbance. *Environmental Management* 14:571–587.
- Pilsbry, H.et Berquaert, J. 1927. The aquatic Mollusks of Belgian Congo, with Field notes the collectors Land and Chapin plates X to LXXVIII 15 maps, and 93 text figures
- Radder, R.B, 1993. Influence of mild to severe flows alterations on invertebrates in tree mountains streams, regulated river: research and management volume 15, issue 4:353-363.
- Richards, C. & K. L. Bacon. 1993. Influence of fine sediment on macro-invertebrate colonization of surface and hyporheic stream substrates. *Great Basin Naturalist* 54, pp.106–113.
- RiverWatch, 2007. Macro-invertébrés des habitants du fond de la rivière. Fact sheet Macro-invertébrés. WWF Suisse, 4p.
- Sanogo, S, 2010. Etude comparative des macro-invertébrés et leur impact sur le régime alimentaire de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) de deux cours d'eaux permanente de la région Ouest du Burkina Faso, Université polytechnique de Bobo Dioulasso(Burkina Faso) Master recherche en Analyse des population des espèces Halieutiques
- Tâchet H., Richoux P., Bourneaud M., Usselgio-Polatera P. 2010. Invertébrés d'eau douce: Systématique, biologie et écologie. CNRS éd. Paris. 607p

- Tambwe, L. E., 2005. Contribution comparé de la qualité biologique (sur base du Zoomacrobenthos) des eaux des ruisseaux Ndonga, Amandje et Amakasampoko de la Reserve Forestière de Masako à Kisangani (RD Congo). Mem. Inédit fac des Sc. Unikis 48p
- Trochain, J.J.1980. Ecologie de la zone intertropicale non désertique; Université Paul Sébestier, Toulouse, 468p.
- Stewart, T. J., et Robertson D. G., 1991. Lake Ontario temperature studies, Ontario Ministry of natural ressources, Lakes Ontario Fishies Unit 1990 Annual Report, LOA 91.1 (chapter 20)
- Mills, E. L., Casselman, J. M., Dermott, R., Fitzsimons, J. D., Gal, G., Hoyle, J. A., Johannsson, O. E., Lantry, B. F., Makarewicz, J. C., Millard, E. S., Munawar, M., Munawar, I. F., O'Gorman, R., Owens, R. W., Rudstam, L. G., Schaner, T., Stewart, T. J., 2000. Lake Ontario: food web dynamics in a changing ecosystem (1970–2000). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 60, 471–490.
- Upoki, A., 2001. Etude du peuplement de Bulbuls (Pycnonotidae, Passeriformes) dans la Réserve Forestiere de Masako à Kisangani (RD Congo).Thèse doct. inédite, Fsc; Unikis, 160p.
- Walter, D. A. whiles, M. R 2008. Macro-invertebrates responses to construction riffles in the cache river, Illinois, U.S.A, Environnemental management, volume 41, issue 4: 516-527.
- Wembo, N, O., 2005. Contribution à l'évaluation des indices biologiques (basé sur les macro-invertébrés) dans la détermination de la qualité de l'eau de la rivière Avokoko, Mono inédite fac des Sc. Unikis, 39p
- Woodcock T.S.et Huryyn A. D. 2007. The response of macro-invertebrate production to a pollution gradient in a headwater stream. Freshwater biology, 52: 177-196.

Locality information data - FRESHWATER

Collection data

Collectors:
 Taxa found (specimens/m²):

Collection number*:

Collecting date:

Collecting time:

Total number of containers:

Locality data

WGS84 other reference frame:

Country: Province/State: County:

Town/Village: Name of water body:

Place:

Latitude: ° N S Longitude: ° E W

Transect (lat. and long. of midpoint) Altitude: m a.s.l.

GPS waypoint/owner: / Locality image no./photographer: to /

Ecological settings at collecting point

Water level: high regular low Collecting depth (m): to Water temp. (°C): pH value:

Secchi depth (m): Conductivity (µS/cm): Oxygen (mg/l):

Water hardn. (°d): Carbonate hardn. (°d): BOD5 (mg/l): Phosphate (mg/l): Nitrate (mg/l):

Flow rate (m/s): Salinity (%):

Substrate type (%): unknown

rocks (>200mm) <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>	silt/clay (<0.063 mm) <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>
stones (63-200 mm) <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>	sapropel (Faulschlamm) <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>
gravel (2-63 mm) <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>	detritus <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>
sand (0.063-2 mm) <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>	artificial <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/> <input type="text" value=""/>

Macrophytes: Shading (%):

Associated fauna:

Permanent human impact at collecting point: unknown dammed major bank reinforcement major bottom reinforcement diversion straightening renaturation others

Current utilization (notable from collecting point):

<input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> boating
<input type="checkbox"/> fishing	<input type="checkbox"/> aqua culture
<input type="checkbox"/> tourism/water sports	<input type="checkbox"/> waste water
<input type="checkbox"/> cooling water	<input type="checkbox"/> irrigation water
<input type="checkbox"/> digging	<input type="checkbox"/> others

Type of water body

Standing waters subterranean Flowing waters Springs "Wetlands"

max. depth (m): Width at collecting point (m):

Length (km): max. depth at high of collecting point (m):

Width (km): distance from spring (if applicable): m

Macrophytes on whole bottom: yes no

Origin: unknown natural man-made Desiccation (drying up): never periodically sporadically unknown

Additional comments:

*three-letter country code/year/continuous number