

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES



**ETUDE DE LA DIVERSITE DES POISSONS DE LA ZONE
LITTORALE DU LAC TANGANYIKA : CAS DES HABITATS DES
EMBOUCHURES DES RIVIERES AU NORD DE LA VILLE DE
BUJUMBURA**

Par

Félix NDUWIMANA

MEMOIRE

Présenté en vue d'obtenir :

Le Diplôme de Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement

Option : Gestion des Ressources Naturelles

Sous la direction du :

Prof. Gaspard NTAKIMAZI

MEMBRES DU JURY

Prof. Charles NIYONKURU (Président du jury)

Prof. Claver SIBOMANA (Secrétaire du jury)

Prof. Gaspard NTAKIMAZI (Directeur du mémoire)

BUJUMBURA, AOUT, 2021

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY

Prof. Charles NIYONKURU (Président du jury)

Prof. Claver SIBOMANA (Secrétaire du jury)

Prof. Gaspard NTAKIMAZI (Directeur du mémoire)

DEDICACES

A mon Père ;

A ma Mère ;

A mes Frères et Sœurs ;

Tous ceux qui nous sont chers

Nous dédions ce présent mémoire.

REMERCIEMENTS

Au moment où nous achevons ce mémoire de master, nous exprimons nos remerciements à tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à sa réalisation. Nous exprimons notre profond respect et toute notre reconnaissance au professeur Gaspard NTAKIMAZI, Professeur à l'Université du Burundi, promoteur de ce mémoire pour la confiance qu'il nous a témoignée en acceptant la direction et le suivi de nos travaux.

Nos remerciements s'adressent sincèrement au Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'Environnement (CRSNE) qui a financé le travail.

En plus, nous disons aussi grand merci à Mr. RUKERABIRORI Alberic, technicien au laboratoire à l'Université du Burundi, Faculté des sciences dans le département de Biologie pour sa contribution en nous accompagnant sur terrain et au laboratoire.

Notre gratitude va ensuite à tous nos éducateurs de l'université du Burundi, plus particulièrement ceux de la faculté des sciences et de master en sciences et gestion intégrée de l'environnement. Qu'ils trouvent le couronnement de leurs efforts. Nous tenons également à remercier nos parents pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent, l'amour, l'assistance et surtout leurs précieux conseils pour nous aider à franchir un pas non négligeable dans notre vie.

Notre reconnaissance va aussi à l'endroit de tous nos frères et sœurs plus particulièrement à notre petite sœur qui nous a encouragée moralement et matériellement durant tout au long de ce cycle. Malgré vos multiples difficultés, vous avez toujours accepté pour satisfaire nos besoins.

Félix NDUWIMANA

RESUME

La diversité ichthyologique du lac Tanganyika est sous les menaces de la pression anthropique et la pollution. Une étude de la diversité de poissons a été menée entre décembre 2019 et avril 2020 dans la zone littorale du lac Tanganyika au voisinage de la ville de Bujumbura, aux sites proches des embouchures des rivières Ntakangwa et Rusizi. L'objectif était de contribuer à la gestion durable des ressources halieutiques. Les poissons adultes ont été capturés à l'aide des filets maillants et l'épuisette pour les alevins. Les indices de Shannon et de similarité ont été calculés. Au total, 40 espèces ont été inventoriées sur deux sites avec une dominance de la famille des Cichlidae ; soit 77 %, les autres familles n'occupent que 23%. Les alevins étaient dominés par les *Limnothrissa miodon*. Les paramètres morphométriques et pondérales prises à chaque individu ont permis d'analyser la structure des populations des poissons afin de déterminer les zones de reproduction et de croissance auprès des espèces inventoriées. L'analyse de la structure des populations a permis de mettre en évidence des individus immatures et matures au moment de notre échantillonnage. Les résultats indiquent que le site est la zone de croissance et de reproduction.

Mots clés : Diversité ichthyologique, Zone littorale, Pression anthropique, Alevins

SUMMARY

The ichthyologic diversity of Lake Tanganyika is under threat from anthropogenic pressure and pollution. A fish diversity study was carried out between December 2019 and April 2020 in the coastal zone of Lake Tanganyika near Bujumbura, at sites near the mouths of the Ntakangwa and Rusizi rivers. The objective was to contribute to the sustainable management of fishery resources. Adult fish were caught using gillnets and dip nets for fries. The Shannon and similarity index were also calculated. A total of 40 species were inventoried on two sites with a dominance of Cichlidae the family 77%. The other species occupied 23%. The fry was dominated by *Limnothrissa miodon*. The morphometric and weight parameters taken from each individual allowed us to carry out a structural analysis of the fish populations in order to determine the reproduction and growth areas or both for the species inventoried. The Shannon index of more than 1.5 indicates that the area is diversified. The similarity between two sites is low. The analysis of the population structure of the fish analysed revealed immature and mature individuals at the time of our sampling. The results indicate that the site is used for spawning and growth of the juveniles

TABLE DES MATIERES

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY...	i
DEDICACES	ii
REMERCIEMENTS	iii
RESUME.....	iv
SUMMARY.....	iv
TABLE DES MATIERES	V
LISTE DE TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	x
AVANT-PROPOS.....	xi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : LES GENERALITES SUR LE LAC TANGANYIKA ET SA FAUNE.	3
I. Le milieu physique et chimique.....	3
I.1. Situation géographique du lac Tanganyika	3
I.2. Caractéristiques physico-chimiques des eaux.....	4
I.2.1. La température	4
I.2.2. L'oxygène dissous	4
I.2.3. Le potentiel en hydrogène (pH)	4
I.2.4. La couleur et transparence de l'eau	4
I.2.5. La conductivité électrique.....	5
I.3. Aspect biologique.....	5
I.3.1. La faune piscicole	6
I.3.1.1. Les poissons de la famille de cichlidae.....	6
I.3.1.2. Les poissons non cichlides.....	6
I.4. Aspect anthropique	7
I.4.1. La pêche au lac Tanganyika	7
I.4.2. L'importance économique du lac Tanganyika	7
I.4.3. Les menaces pesant sur le lac Tanganyika et ses ressources	8
CHAPITRE II : ZONE D'ETUDE, MATERIELS ET METHODES	9
II.1. La zone d'étude	9
II.2. Période et méthode d'échantillonnage des poissons.....	12
II.3. Mensuration et identification des poissons et des alevins	13
II.4. Méthodes d'analyses et traitements des données	13

CHAPITRE III : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS.....	15
III.1. Présentation des résultats	15
III.1.1. Richesse spécifique et diversité spécifique des poissons dans les sites d'étude	15
III.1.2. Inventaire des alevins	19
III.1.3. Importance relative (numérique et pondérale) des espèces inventoriées	19
III.1.3.1 Structure des populations (tailles et poids) pour les espèces échantillonnées aux sites d'études	20
III.1.3.2. Importance économiques des espèces inventoriées dans les sites d'études	31
III.2. Discussion	33
III.2.1. La richesse spécifique des poissons	33
III.2.2. Les alevins.....	34
III.2.3. L'importance de la zone d'étude (zone de croissance et de reproduction)	34
Conclusion générale et perspectives	36
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	37
ANNEXES	44

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1.1 : Nombre d'espèces du lac Tanganyika par groupe taxonomique	5
Tableau 3.1 : indices de diversité dans les deux sites d'étude.....	16
Tableau 3.2: Espèces inventoriées au cours de l'échantillonnage.....	17
Tableau 3.3 : Abondance, poids total et composition spécifique des alevins récoltés aux sites d'étude.....	19
Le tableau 3.4 : la Longueur maximale connue (LT max) et la longueur minimale à la première maturité sexuelle pour les espèces analysées	21
Tableau :3.5. Abondance et poids des espèces d'importance économique échantillonnées dans la zone d'étude	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : La situation géographique du lac Tanganyika	3
Figure 2.1 : Embouchure de la rivière Rusizi.....	11
Figure 2.2 : Les sites d'échantillonnage.....	11
Figure 3.1 : Le nombre cumulé d'espèces de poissons en fonction de l'effort d'échantillonnage dans les sites d'étude.	15
Figure 3.2 : Box plot illustrant la différence en nombre d'espèces de poissons dans les sites d'échantillonnage. Les bords inférieurs et supérieurs des boîtes représentent respectivement le premier quartile et le troisième quartile.	16
Figure 3.3 : Abondance relative des différentes espèces des poissons par familles captures au cours de l'échantillonnage.....	18
Figure 3.4: Importance relative (numérique et pondérale) des espèces inventoriées.....	20
Figure 3.5 : Relation poids-longueur des populations de <i>Xenotilapia sima</i> , <i>Chrysichthys sianena</i> et <i>Limnothrissa miodon</i> de Ntahangwa.....	22
Figure 3.6: Relation poids-longueur des populations de <i>Bathybates.L</i> ; <i>Haplotaxodon.M</i> ; <i>Bathybates.M</i> et <i>Lamprologus.C</i> de Ntahangwa	23
Figure 3.7: Relation poids-longueur des populations de <i>Trematocara.V</i> ; <i>Triglachromis.O</i> ; <i>Limnochromis.A</i> et <i>Reganochromis.C</i> de Ntahangwa	24
Figure 3.8 : Relation poids-longueur des <i>Triglachromis.O</i> ; <i>Limnochromis.A</i> , <i>boulengerochromis.M</i> de Kayobera	25
Figure 3.9: Relation poids-longueur des populations de <i>Xenotilapia.S</i> ; <i>Chrysichthys.S</i> , <i>Astatotilapia.S</i> ; et <i>Lepiolamprologus.E</i> de Kayobera	26
Figure 3.10 : Relation poids-longueur des populations de <i>Callochromis.M</i> ; <i>Acapoeta.T</i> ; <i>Limnothrissa.M</i> et <i>Reganochromis.C</i> de Kayobera.....	27
Figure 3.11 : Relation poids-longueur des populations de <i>Trematocara variable</i> et <i>Xenotilapia ochrogenys</i> de Kayobera	28

Figure 3 .12 : Abondance des espèces représentées par des individus matures et immatures dans les deux sites d'étude..... 30

La figure 3.13 : Abondance des espèces de poissons représentées par des individus seulement immatures aux sites d'étude 31

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

μs : Micro siemens

Lt : Longueur totale

P^{H} : Potentiel d'Hydrogène

Pt : Poids total

a : Facteur caractéristique du milieu

b : Facteur caractéristique de l'espèce

L.Max : Longueur maximale

L.Min : Longueur minimale

Pd Min : Poids minimal

AVANT-PROPOS

Ce document représente le travail de mémoire de master en sciences et gestion intégrée de l'environnement. Le travail a été porté sur : « **ETUDE DE LA DIVERSITE DES POISSONS DE LA ZONE LITTORALE DU LAC TANGANYIKA : CAS DES HABITATS DES EMBOUCHURES DE RIVIERES AU NORD DE LA VILLE DE BUJUMBURA** »

Le lac Tanganyika et ses ressources sont menacés par les activités anthropiques au niveau de sa zone littorale. L'impact de ces activités anthropiques augmente au fur et à mesure que la population et la ville de Bujumbura augmentent. Ces menaces affectent la zone littorale tout en détruisant les habitats et en modifiant les paramètres physico-chimiques qui conditionnent la vie des espèces qui y habitent. Cette zone littorale menacée par ces activités anthropiques constitue un milieu favorable pour la reproduction et un abri pour la croissance de plusieurs espèces de poissons.

Cette étude a été entreprise dans le but de contribuer à la gestion durable de la diversité des poissons du littoral du lac Tanganyika afin de fournir des données sur l'état actuel de la diversité piscicole

Le document est subdivisé en cinq parties : introduction générale, généralités sur le lac Tanganyika et sa faune, matériels et méthode, résultats et discussions et enfin une conclusion générale.

INTRODUCTION GENERALE

Le lac Tanganyika est le deuxième lac le plus profond du monde après le lac Baïkal, le plus ancien des lacs africains et datent d'environ 10 millions d'années (Allison et al., 2000 ; Cohen et al., 1993 ; Van der Knaap et al., 2014). Plus de 1200 espèces d'organismes ont été trouvées dans ce lac, ce qui le place au deuxième rang quant à la biodiversité enregistrée dans tous les lacs du monde (Cohen et al., 1993). Ce lac est également connu pour son endémicité très élevée (Patterson et al., 1998).

Parmi les groupes majeurs contribuant au niveau élevé de la biodiversité, s'y trouvent les poissons qui ont attiré beaucoup des chercheurs du monde. La biodiversité ichthyologique du lac Tanganyika compte environ 250 espèces de poissons (West et al., 2001 ; Sweke et al., 2012). Les quelques 200 espèces dont 98 % sont endémiques, appartiennent à la famille des Cichlidae. Les autres familles de poissons ont une endémicité de 59%. Pour la flore, 81 espèces de plantes aquatiques et 759 espèces d'algues ont été identifiées (Patterson et al., 1998 ; West et al., 2001).

Le lac Tanganyika, comme les autres grands lacs africains, joue un rôle très important pour les populations riveraines (Ntakimazi, 1995). Il constitue une source importante des protéines alimentaires, un réservoir de l'eau fraîche, une voie pour le transport et offre de larges potentialités en revenus monétaires (West et al., 2001).

Malgré son rôle, sa richesse en biodiversité et son degré d'endémicité élevé, des activités anthropiques menacent le lac et ses ressources halieutiques (Cohen, 1994 ; Ntakimazi, 1995 ; Ntakimazi et al., 2000, ; Mukabo, 2017). La surpêche, la déforestation du bassin versant du lac Tanganyika, la pollution des eaux usées et des eaux industrielles et autres rejets domestiques affecte la zone littorale et son bassin versant tout en détruisant les habitats et en modifiant les paramètres physico-chimiques qui conditionnent la vie des espèces qui y habitent (Plisnier et al., 2018; Patterson et al., 1998,).

Des études faites montrent que beaucoup des espèces de la zone littorale y habitent comme leur milieu pour se reproduire, fuir les prédateurs et pour la croissance des juvéniles (Takeuchi et al., 2010, Van S.M et al., 2011, Mushagalusa et al., 2014). Ce littoral constitue un lieu favorable pour la reproduction et un abri pour la croissance de plusieurs espèces de poissons (Ntakimazi et al., 2000). Etant donné que le bon fonctionnement écologique du littoral du lac Tanganyika est essentiel pour maintenir la forte biodiversité des poissons, la conservation des zones

littorales est au centre de la gestion des ressources du lac (Bakevya et al., 1998 ; West et al., 2001).

Dans le but de maintenir cette forte biodiversité des poissons, la connaissance de la structure des populations de poissons au niveau de la zone littorale est essentielle. Des études récentes sur le littoral du lac Tanganyika se focalisent sur les paramètres physico-chimiques ainsi que leur influence sur la distribution et la répartition des poissons et d'autres sur la pollution et le comportement des éléments nutritifs du lac, on peut citer par exemple celles de Sibomana et al 2018, Niyoyitungiye et al 2019 et Niyoyitungiye et al 2020. Les études de la diversité piscicole permettraient d'avoir des informations indispensables à la prise des décisions pour une gestion durable des ressources halieutiques (Lévêque,1999). En effet, l'analyse de la structure des populations des poissons serait à aborder. Cette étude a été entreprise dans le but de contribuer à la gestion durable de la diversité des poissons du littoral du lac Tanganyika afin de fournir des données sur l'état actuel de la diversité piscicole. Dans cette optique, certaines questions ont été soulevées.

- ✓ Quelle est la diversité piscicole des habitats des embouchures de rivières dans la partie Nord du lac Tanganyika ?
- ✓ Sont-elles constituées d'adultes, de juvéniles et de larves ?
- ✓ Quelle est l'importance de la zone littorale du lac Tanganyika du point de vue écologique ?

C'est ainsi que l'étude intitulé « **Etude de la diversité des poissons de la zone littorale du lac Tanganyika : Cas des habitats des embouchures des rivières au nord de la ville de Bujumbura** » a été entreprise.

Objectifs

L'objectif global de l'étude est de contribuer à la conservation et à la gestion durable des ressources halieutiques du lac Tanganyika à travers une meilleure protection de ses habitats essentiels à la reproduction et à la croissance de plusieurs espèces de poissons. Les objectifs spécifiques sont de :

- ✓ Déterminer la diversité des poissons dans la zone d'étude ;
- ✓ Analyser la structure des tailles (poids et longueurs) pour les principales populations de poissons échantillonnées ;
- ✓ Analyser l'importance du site comme zone de frayère et de croissance de juvéniles

CHAPITRE I : LES GENERALITES SUR LE LAC TANGANYIKA ET SA FAUNE.

I. Le milieu physique et chimique

I.1. Situation géographique du lac Tanganyika

Situé dans la région des grands lacs de l’Afrique de l’Est, le lac Tanganyika est logé dans la partie centrale du Graben occidental, entre 29°5’ et 31°15’ de longitude Est et entre 3°20’ et 8°45’ de latitude Sud, sur une longueur de 670 km et une largeur variant de 40 à 80 km. Quatre pays se partagent, d’une manière inégale, les 1850 km de son périmètre (Moore, 1903) ; Hanek et al., 1993 ; Lezzar et al., 1996).

Le Burundi au Nord-Est sur 159 km des côtes (soit 9%), la République Démocratique du Congo (R.D.C) à l’Ouest sur 795 km (soit 43%), la Tanzanie à l’Est et au Sud-Est sur 669 km (soit 36%) et la Zambie au Sud sur 215 km (soit 13%).



Figure 1.1 : La situation géographique du lac Tanganyika (Source : Langenberg, 2008)

I.2. Caractéristiques physico-chimiques des eaux

I.2.1. La température

La structure thermique des eaux du lac Tanganyika est très marquée, avec une thermocline située entre 60 et 80 mètres de profondeur dans la partie nord de la cuvette lacustre et plus profonde dans la partie sud du lac (Langenberg et al., 1997). La colonne d'eau est en effet stratifiée en trois couches : épilimnion (couche superficielle) avec une température variant entre 25 et 27,7 °C ; métalimnion (couche intermédiaire) avec une température variant entre 23,5 et 26 °C et hypolimnion (couche profonde) avec température plus stable qui varie entre 23,5 et 23,7°C (Vandelannoote et al., 1995 ; Coulter et al., 1991;). La température de l'air montre une tendance au réchauffement de 0,5 à 0,7 ° C depuis les années 1930 (Plisnier et al., 1997), avec des prévisions de l'ordre de 1 ° C et 3° C sur la période 2010 - 2050 (Bompangue et al., 2011)

I.2.2. L'oxygène dissous

Dans le lac Tanganyika, la teneur des eaux en oxygène dissous varie de 7 à 9 mg O₂/l et occasionnellement jusqu'à 9,5 mgO₂/l dans les couches superficielles (Coulter et al., 1991). Le lac Tanganyika est stratifié, avec une couche supérieure oxygénée (70 m de profondeur au nord et 200 m au sud) ainsi qu'une couche inférieure anoxique, qui constitue la plus grande partie du volume de l'eau. La couche profonde dépourvue d'oxygène représente au moins ¾ des eaux du lac Tanganyika (Coulter et al., 1991 ; Rejsek, 2002 ; Crul., 1994 et West et al., 2001).

I.2.3. Le potentiel en hydrogène (PH)

L'eau de profondeur est caractérisée par un pH plus bas par rapport à l'eau de surface. La consommation de dioxyde de carbone au cours de la photosynthèse entraîne des valeurs élevées de pH. Il est souvent compris entre 9,0 à la surface et 8,7 à 300 m (Plisnier et al., 1999). La valeur moyenne du pH varierait de 8,53 à 10,54, soit une nature relativement alcaline pour l'eau du lac Tanganyika (Chen et al.,2017).

I.2.4. La couleur et transparence de l'eau

La couleur et la transparence des eaux du lac Tanganyika sont variables en fonction de l'endroit où l'on se trouve. Elles sont bleues avec une très grande transparence au large du lac (jusqu'à 22m), vertes avec une transparence encore assez bonne (de 10 à 15 m) dans les baies à fond rocheux et d'une couleur variable (brune à verte), et une transparence nettement plus réduite dans les baies à fond sableux et à proximité des deltas de rivières (Ntakimazi,1995).

I.2.5. La conductivité électrique

La conductivité électrique, qui est une bonne mesure globale des particules solides dissoutes dans l'eau (calcium, magnésium, sodium, potassium, carbonates, bicarbonates, sulfates, chlorures phosphates, etc.) (Chen et al., 2017). Dans le lac Tanganyika, la conductivité est de l'ordre de 630 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Mais à 200 m de profondeur, elle varie de 680 à 695 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Dans les couches profondes, il y aurait une légère augmentation de cette conductivité (Coulter et al., 1991 ; Vandelannoote et., 1995).

I.3. Aspect biologique

Il a été recensé 2156 espèces vivantes dans le lac Tanganyika, dont plus de 600 sont endémiques (Coulter et al., 1994, West et al., 2001, Fermon, 2008). Parmi ces espèces, les deux groupes les plus remarquables sont les poissons et les mollusques gastéropodes (Allison et al., 2000, West et al., 2001). Le détail des taxons recensés dans le lac fait l'objet du tableau ci-après.

Tableau 1.1 : Nombre d'espèces du lac Tanganyika par groupe taxonomique (Coulter et al., 1994).

Taxons	Nombre d'espèces	% Endémique
Algues	759	
Plantes aquatiques	81	
Protozoaires	71	
Cnidaires	2	
Spongiaires	9	78
Bryozoaires	6	33
Vers plats	11	64
Ascarides	20	35
Vers segmentés	28	61
Vers en crin de cheval	9	
Vers à tête épineuse	1	
Pentastomides	1	
Rotifères	70	7
Escargots	91	75
Palourdes	15	60
Arachnides	46	37
Crustacées	219	58
Insectes	155	12
Poissons (famille des Cichlidae)	250	98
Poissons (autres familles)	75	59
Amphibiens	34	

Reptiles	29	
Oiseaux	171	
Mammifères	3	
Total	2156	

I.3.1. La faune piscicole

I.3.1.1. Les poissons de la famille de cichlidae

Le lac Tanganyika abrite environ 200 espèces de cichlidés dont 98% sont endémiques (Coulter et al., 1994, Snoeks et al., 1994, West et al., 2001). Cette endémicité élevée s'explique par le fait que les espèces de cette famille ont pu s'adapter aux changements écologiques, géo-climatiques et physicochimiques qui ont eu lieu au cours du temps (Brichard., 1989). Le grand nombre d'espèces de cichlidés sont concentrées dans la zone superficielle du lac avec des substrats oxygénés. Elles se sont apparemment adaptés à l'exploitation de toute niche écologique disponible. Certains Cichlidés ont la particularité de fournir à leur progéniture une protection parentale considérable, en couvant et en protégeant leurs œufs et les jeunes larves dans la bouche tandis que d'autres les gardent dans un nid, ou font les deux méthodes à la fois (Brichard., 1989).

I.3.1.2. Les poissons non cichlides

D'après Coulter (1994) et Allison (2000), les espèces des poissons non Cichlidés du lac Tanganyika sont estimées à plus de 75 espèces, dont 59 % sont endémiques. C'est dans ce groupe où se trouvent les espèces qui ont suscité le plus d'intérêt pour les riverains, surtout parce qu'elles dominent la biomasse du lac Tanganyika. Les deux espèces de la famille des Clupéidés (sardines) et *Lates stappersi* de la famille des Latidés dominent la biomasse et constituent la base des captures des pêcheries dans le lac (Allison et al., 2000 ; West et al., 2001 ; Van der Knaap, M et al., 2014).

I.4. Aspect anthropique

I.4.1. La pêche au lac Tanganyika

La pêche pratiquée dans le lac Tanganyika est globalement répartie en trois types : la pêche traditionnelle ou coutumière, la pêche artisanale, et la pêche industrielle qu'on ne pratique pas à l'heure actuelle.

La pêche coutumière s'effectue généralement le long du littoral pendant la journée et rarement pendant la nuit. Elle capture ainsi essentiellement des poissons côtiers et des poissons pélagiques qui viennent pour se reproduire. Selon (Roest, 1992), elle est pratiquée non loin des établissements humains. La pêche coutumière utilise une variété d'engins dont il s'agit la senne de plage, filet maillant (dormant ou encerclant), palangres, lignes à mains, grandes épuisettes appelées « lusenga », nasses et moustiquaires (West et al., 2001). Il s'agit de la pêche de subsistance.

La pêche artisanale se pratique aussi près de la côte avec des catamarans, deux pirogues en planche de 6 à 7 m accouplées parallèlement avec des perches en bois, ou des trimarans (trois pirogues). Les unités dotées de moteurs hors bords 15 à 25 CV, plus mobiles, vont plus loin au large. Des unités avec des pirogues plus grandes (8 m et plus) sont appelées « Apollos », Chaque unité de pêche artisanale, équipées de 4 à 12 lampes, utilise un filet de type « carrelet » de 60 à 80 m de circonférence pour les catamarans et 60 à 100 m pour les Apollos, et opérée par 4 à 8 pêcheurs. Ce type de pêche est spécialisé dans l'exploitation des stocks de poissons pélagiques (West et al., 2001 ; Allison et al., 2000).

I.4.2. L'importance économique du lac Tanganyika

Le lac Tanganyika joue un rôle important dans les économies des pays riverains (West et al., 2001). Les activités de pêche, traitement, transport et commercialisation des poissons dont certains sont envoyés à des centaines de kilomètres vers les autres endroits de la région, fournissent du travail et un gagne-pain pour plus d'un million de riverains (Reynolds, 1999). Les captures annuelles pour l'ensemble du lac ont été estimées à 165 000 – 200 000 tonnes de poissons commercialisables (Reynolds, 1999). Le lac constitue en même temps une voie maritime facilitant le trafic régional entre les quatre pays riverains.

I.4.3. Les menaces pesant sur le lac Tanganyika et ses ressources

Les principales menaces qui ont été identifiées pour le lac Tanganyika sont la dégradation de la biodiversité, la pollution, la sédimentation et une pêche non durable. La biodiversité dans le lac Tanganyika est une ressource de plus en plus menacée. Il est admis que les menaces à la biodiversité augmentent au fur et à mesure que les années avancent (Cohen et al., 1991 ; Cohen et al., 1996 ; Coulter et al., 1993 ; Coulter et al., 1999). La baisse de la biodiversité touche plus spécialement les zones littorales lacustres les plus proches des habitats humains (Cohen, 1994). La pollution constitue aussi une menace pour le lac Tanganyika (West et al., 2001). Les eaux usées industrielles et urbaines ne sont généralement pas traitées avant d'entrer dans le lac, elles apportent des polluants comme métaux lourds, les carburants et l'huile, les pesticides et les engrais chimiques (Patterson et al., 1997 ; Ekou, 2011). L'impact de ces différents déversements est peu compris. Certaines études suggèrent que la pollution a déjà altéré, dans certaines zones, la composition des communautés de phytoplancton (Tiercelin et al., 1991).

La cuvette lacustre est aussi le siège d'une sédimentation accélérée parce qu'elle constitue le réceptacle de matières érodées sur le bassin versant et qui entrent sous forme de matières en suspension et des particules solides diverses (Cohen et al., 1991 ; Galvez-Cloutiers et al., 2000 ; West et al., 2001). La déforestation sur le bassin accentue l'érosion et augmente la quantité de sédiments qui entrent dans le lac (Chen et al., 2017). La dynamique et le comportement de ces sédiments affectent la biodiversité du lac, tout en altérant les habitats, la production primaire et les chaînes trophiques (Scholz et al., 2003 ; Alin et al., 2000 ; Sturmabauer., 2005 ; Manirakiza et al., 2001 ; Ekou , 2011; Chaibi, 2014)

La surpêche (nombre trop élevé de pêcheurs) et la pêche avec des engins destructifs sont des menaces à la biodiversité et les stocks de poissons du lac Tanganyika (Cohen, 1994). La pêche coutumière constitue la plus grande menace sur les espèces de la zone littorale. Les outils de pêche les plus destructeurs sont les filets maillants mono-filaments et les sennes de plage qui utilisent des filets à petites mailles. Certains pêcheurs utilisent même des moustiquaires, engins particulièrement destructifs pour les larves de poissons (Cohen, 1994 ; Petit et al., 1995 ; West et al., 2001). Les sennes de plages grattent le fond, retournant le substrat, obstruant ainsi les zones de frayère et détruisant les larves de poissons, y compris la petite faune benthique et nourriture pour les poissons (West et al., 2001). Une autre méthode de pêche particulièrement destructive est la pêche à la frappe ; les Cichlidés, effrayés par le bruit, recrachent les œufs en cours d'incubation et les larves, ce qui amplifie la mortalité dans le lac.

CHAPITRE II : ZONE D'ETUDE, MATERIELS ET METHODES

II.1. La zone d'étude

Les embouchures des rivières Ntakangwa et Rusizi sont des habitats littoraux qui sont caractérisés par des substrats essentiellement sablonneux, recouverts d'une végétation dominée par des *phragmites* partiellement inondés dans la partie la plus basse. Deux sites d'échantillonnage ont donc été choisis, le premier au voisinage de l'embouchure de la rivière Ntakangwa, et un autre à la périphérie Est du delta de la Rusizi.

➤ Site de Ntakangwa

L'embouchure de la rivière Ntakangwa se trouve aux coordonnées 03°22' 34' de latitude Sud et 29°20'85' de longitude Est. L'Est de ce point appartient à la zone du port de Bujumbura et interdit au public ; nous avons donc échantillonné du côté Ouest. C'est un habitat avec une pente très douce, avec des substrats essentiellement sablonneux, recouverts d'une végétation partiellement inondée dans la partie la plus basse, dominée par des *Phragmites* et des *Papyrus*. Des vagues parfois importantes rendent troubles les eaux du lac à la suite d'une remise en circulation du fond, mais la transparence est aussi réduite à cause des alluvions apportées par la rivière Ntakangwa, laquelle apporte aussi de nombreux débris végétaux et de divers matériaux qui tapissent le fond. La rivière Ntakangwa est parmi les affluents du lac Tanganyika qui traversent des quartiers résidentiels et industriels de la ville de Bujumbura. Elle est très polluée par divers polluants organiques et inorganiques. Les eaux usées domestiques et industriels provenant des différents quartiers apportent beaucoup des éléments nutritifs qui modifient les paramètres physico-chimique de l'eau de la rivière et celle du lac Tanganyika au niveau de l'embouchure. Les composés azotés et phosphorés ainsi que les engrais agricoles du bassin versant de la rivière Ntakangwa sont parmi les menaces qui affectent le littoral du lac Tanganyika via la rivière Ntakangwa. Les particules organiques (débris végétaux, les animaux morts) et inorganiques (les matières en plastiques, les sachets) qui s'y trouvent flottent à la surface de l'eau. Ces matériaux empêchent la pénétration de la lumière jusqu'à la masse en peu profonde de l'eau.

➤ Site de Kayobera

Le site de Kayobera se trouve sur le littoral du lac Tanganyika, au niveau de la zone la plus orientale du secteur Delta du Parc National de la Rusizi, à 150 m de l'embouchure de la rivière du même nom ; les coordonnées de 03°21'14" de latitude Sud et de 029°17'12" de longitude Est. Il se trouve sur une plaine côtière avec des substrats dans et autour du lac qui sont uniformément sablonneux et recouverts de vase. Les eaux de la rivière Rusizi sont identifiables par leur coloration brune qui la distingue des eaux bleues typiquement lacustres. Ces eaux ne se mélangent pas directement en face du delta. Une ligne très nette, à quelques dizaines de mètres en face de l'embouchure, marque en permanence la séparation de deux eaux. Divers matériaux flottants apportés par la rivière encombrant la plage et les eaux peu profondes. La montée périodique du niveau des eaux a permis l'installation d'une végétation dominée par des *Cyperus*, *Papyrus* et *Phragmites mauritianus* partiellement inondées dans les parties les plus proches du lac. Ce site est caractérisé par une biodiversité riche et variée et sert notamment de site de repos, de nidification et de transit pour les oiseaux migrateurs, en plus des mammifères et aussi des vertébrés. Il abrite aussi des espèces de flore endémiques. Le delta de la Rusizi héberge une biodiversité largement supérieure à un grand nombre de sites protégés autour du Lac Tanganyika (Ntakimazi et al 2000). La partie littorale du Lac Tanganyika abrite 90 espèces de poissons, soit près de 30% de la faune piscicole connue pour l'ensemble du lac et son bassin versant. Cette biodiversité résulte sans aucun doute de la présence du delta et de ces apports à la zone littorale (Ntakimazi et al 2000). Les eaux peu profondes de la zone littorale du Lac Tanganyika inclut dans le site sont le lieu de reproduction et de première croissance pour les juvéniles nés.



Figure 2.1 : Embouchure de la rivière Rusizi

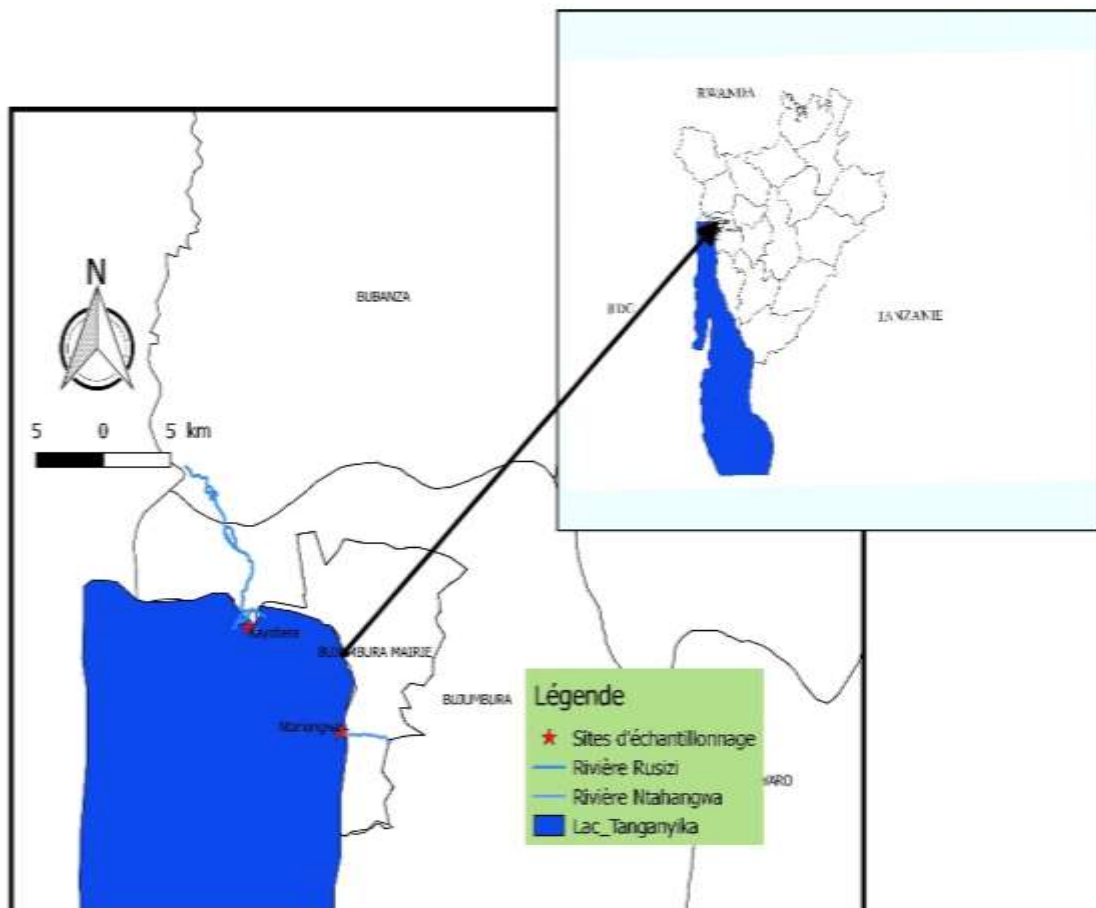


Figure 2.2 : Les sites d'échantillonnage

II.2. Période et méthode d'échantillonnage des poissons

La collecte des données sur le terrain a duré cinq mois, du 19 décembre 2019 au 22 avril 2020, en raison d'un échantillonnage par mois, soit au total 10 sorties pour les deux sites. La période correspond à une saison des pluies que nous n'avons pas pu prolonger jusqu'à la saison sèche.

Pour explorer la diversité spécifique de la faune piscicole caractéristique des sites choisis, nous avons utilisé la méthode des séries de filets maillants de différentes mailles utilisés par les autres chercheurs dans les milieux littoraux du lac Tanganyika (Ntakimazi, 1995, Allison et al., 2000, West et al., 2001) et dans les rivières en Côte d'Ivoire (Adou et al., 2017, Kamelan et al., 2013). Nous avons utilisé, dans cette étude, une série de 10 nappes de filets de 30 mètres chacun, avec des mailles respectivement de 8, 10, 12.5, 16.5, 20, 25, 30, 40, 50 et 60 mm nœud à nœud, reliés entre eux pour faire une nappe continue de 300 m, sur une hauteur de 2 m. Les filets maillants étaient posés à 8 heures du matin et relevés à 14 heures, soit un temps de pêche de 6 heures.

Après la capture et le démaillage des poissons, les échantillons récoltés étaient mis dans des sachets plastiques avec du formol à 10%, étiquetés et transportés au laboratoire « Musée du lac Tanganyika » de l'Université du Burundi (aquarium) en vue d'une identification et la prise de mesure.

Pendant le temps que les filets maillants étaient en pêche, nous avons récolté des alevins de poissons sur le même site. Nous avons utilisé une grande époussette constituée d'un anneau métallique circulaire de 50 cm de diamètre sur lequel est monté une moustiquaire en toile et formant un cône d'un mètre de profondeur. L'époussette était tenue fermement par un manche devant la pirogue par un opérateur, alors qu'un autre, placé à l'arrière, faisait avancer la pirogue à la rame. On parcourait ainsi une distance de 100 m. Les alevins retenus dans le fond du cône étaient recueillis et mis dans des sachets et étiquetés. Le travail était ainsi réalisé avec le renfort de deux aides pêcheurs.

II.3. Mensuration et identification des poissons et des alevins

Au laboratoire, le matériel utilisé pour le traitement des échantillons de poissons sont les suivants :

- Une planche graduée pour mesurer la longueur des poissons ;
- Une balance électrique pour prendre le poids des poissons et une balance analytique pour le poids des alevins ;
- Un microscope binoculaire optique de marque MOTIC, modèle : SMZ-140-N2GG utilisé pour l'observation des caractéristiques distinctives des espèces d'alevins ;
- Une aiguille montée pour la manipulation des spécimens ;
- Des bocaux pour la conservation des échantillons ;
- Du formol 10% et des boîtes de pétri.

L'identification systématique des poissons jusqu'à l'espèce été réalisée à l'aide des ouvrages dont Poll M. 1953 ;1956, Brichard P. 1989, et Konings 1998. Pour chaque espèce, le nombre d'individus récoltés a été enregistré et, pour chaque spécimen, la longueur totale en mm (LT) et le poids en gramme ont été mesurés. L'identification des alevins de différentes espèces capturées a été rendue possible par l'usage de la loupe binoculaire.

II.4. Méthodes d'analyses et traitements des données

Les poissons capturés étaient enregistrés en nombres, longueur totale en mm (LT) et poids d'individus dans un tableur Excel. Les données nous ont permis de décrire la structure des tailles (longueur et poids) des individus capturés.

Dans le traitement de nos données, nous avons utilisé le logiciel EstimateS pour déterminer l'indice de diversité de Shannon. L'indice de similarité de Jaccard a été calculé grâce au logiciel excel.

Pour identifier les individus immatures et matures, la formule de relation poids-longueur ($P = a L^b$) a été aussi utilisée. Les données de la littérature indiquent la longueur et/ou le poids à partir duquel un individu d'une espèce déterminée devient mature, indiquant la limite entre les juvéniles en croissance et les adultes susceptibles de se reproduire.

➤ Indice de diversité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon dérive d'une fonction établie par Shannon et Weaver qui est devenue l'indice de la diversité de Shannon. Cet indice fait appel à la théorie de l'information.

La diversité est fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus (Dajoz 1984).

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

où :

p_i = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l' i ème espèce : $p_i = n_i/N$; S = nombre total d'espèces ; n_i = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ; N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon. Cet indice indique l'état de diversité des espèces d'un biotope étudié.

Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice est égal à zéro. La valeur de cet indice varie généralement entre 1,5 et 3,5 (Magurran, 1988 ; Dajoz 1984 ; Gray J.S et al. 1992).

➤ Indice de similarité

Afin de pouvoir appréhender la similitude dans la composition des peuplements, nous avons comparé les deux sites en nous appuyant sur l'indice de Jaccard. L'indice qui exprime le degré de similarité entre deux échantillons est calculé à l'aide de la formule :

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

où a et b sont les nombres respectifs des espèces dans les échantillons a et b, c est le nombre d'espèces communes aux deux échantillons a et b.

Grace au logiciel R 3.6.2, un test de Student a été réalisé pour comparer la moyenne des espèces de poissons recensées dans le site Ntakangwa et le site Kayobera.

➤ Evaluation des zones de reproduction et/ou de croissance pour les poissons.

Pour évaluer si le site en question est un site de reproduction et/ou de croissance pour différentes espèces de poissons, nous avons analysé, en plus des alevins capturés sur place, si les échantillons obtenus pour les espèces sont constitués d'individus adultes (et donc potentiellement reproducteurs) et/ou juvéniles (et donc en croissance).

Nous avons analysé les proportions de poissons immatures et matures dans les échantillons en considérant la longueur des spécimens et la taille minimale de maturation pour l'espèce considérée. Cette dernière est connue pour certaines espèces et, pour celles où elle n'a pas encore été établie, nous avons pris une taille approximative de maturation correspondant à la moitié de la taille maximale donnée dans la bibliographie (www.fishbase.org, Daget et al., 1984, Matthes H, 1961, Eccles D.H, 1992 ; Robben et al., 1984).

CHAPITRE III : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

III.1. Présentation des résultats

III.1.1. Richesse spécifique et diversité spécifique des poissons dans les sites d'étude

Dans la présente étude, 40 espèces appartenant à 28 genres et à 6 familles ont été inventoriées, parmi lesquelles 36 espèces au site de Kayobera et 16 espèces au site de Ntahangwa. La figure 3.1 illustre l'accroissement cumulé de la richesse spécifique au cours de l'échantillonnage, du premier au cinquième mois. Cette richesse spécifique est en effet plus élevée à Kayobera qu'à Ntahangwa, mais l'allure de la courbe indique qu'une asymptote a pratiquement été atteinte au dernier site alors qu'elle monte encore au premier. Pour dire que d'autres espèces pourraient encore être capturées dans l'habitat de Kayobera.

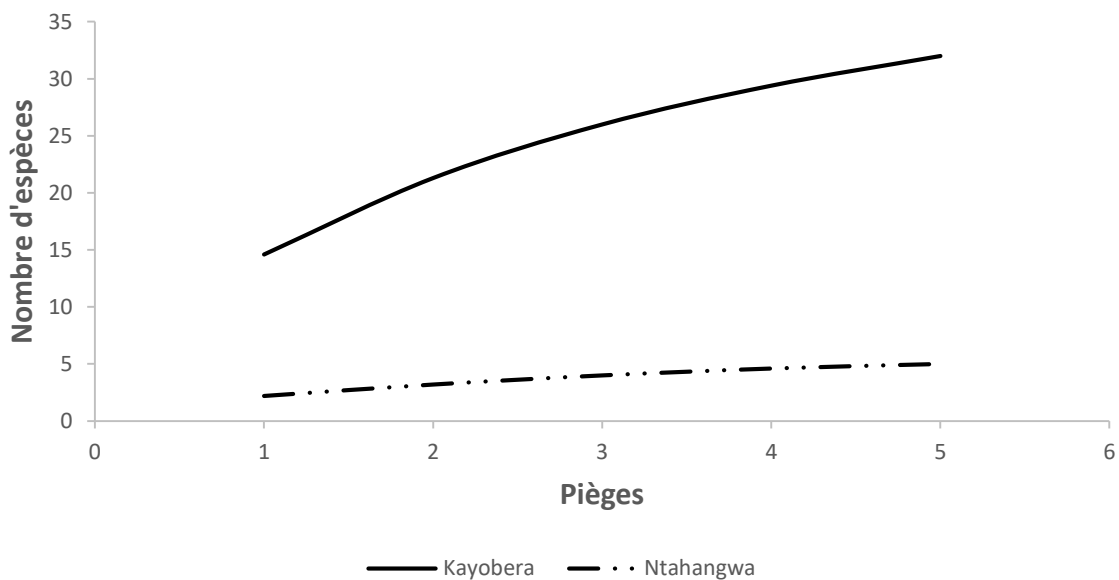


Figure 3.1 : Le nombre cumulé d'espèces de poissons en fonction de l'effort d'échantillonnage dans les sites d'étude.

Le nombre d'espèces récoltées à Kayobera est plus élevé qu'à celui de Ntahangwa comme l'indique la figure (Fig 3.2 $t = -6.1664$, $df = 7.3394$, $p\text{-value} = 0.0003812$).

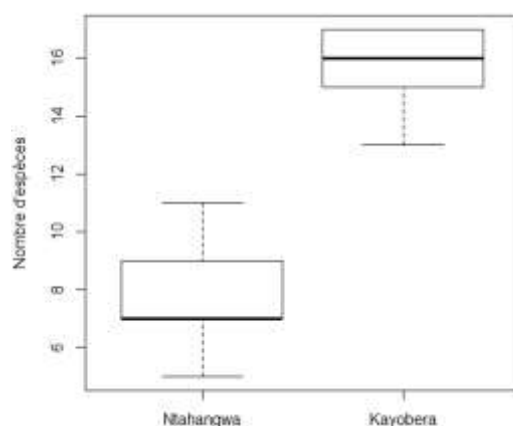


Figure 3.2 : Box plot illustrant la différence en nombre d'espèces de poissons dans les sites d'échantillonnage. Les bords inférieurs et supérieurs des boîtes représentent respectivement le premier quartile et le troisième quartile.

Le tableau 3.1 Indique les différents indices de diversité calculés afin de caractériser la diversité spécifique de deux sites d'étude. L'indice de diversité spécifique de Shannon calculé varie d'un site étudié à l'autre. Il mesure la répartition de l'abondance entre les espèces trouvées. Il est décroissant du site Kayobera vers le site Ntakangwa. L'indice de Jaccard calculé indique la similarité entre les deux sites échantillonnés.

Tableau 3.1 : indices de diversité dans les deux sites d'étude

Sites \ Indice	Shannon	Jaccard
Kayobera	3,056	0,3
Ntakangwa	1,128	

Au total, 40 espèces appartenant à 28 genres et 6 familles ont été répertoriées aux sites d'étude. Au site Kayobera, 36 espèces appartenant à 5 ordres (Siluriformes, Synbranchiformes, Perciformes, Clupéiformes, Cypriniformes) renfermant 6 familles ont été identifiées. La famille de Cyprinidae est propre au site de Kayobera. Au site Ntakangwa, 16 espèces appartenant à 4 ordres (Siluriformes, Synbranchiformes, Perciformes, clupéiformes) renfermant cinq 5 familles ont été identifiées. Sur 40 espèces inventoriées dans les deux sites, 24 espèces sont propres à Kayobera, 4 espèces à Ntakangwa et 12 espèces sont communes aux deux sites.

Le tableau 3.2 : Espèces inventoriées au cours de l'échantillonnage

Sites		Ntakangwa		Kayobera		Total	
Familles	Genres et Espèces	Nb	P	Nb	P	N b Total	P Total
Cichlidae	<i>Astatotilapia stappersii</i>			7	71	7	71
	<i>Bathybates fasciatus</i>	3	60	0	0	3	60
	<i>Bathybates ferox</i>	0	0	6	71	6	71
	<i>Bathybates leo</i>	13	101	0	0	13	101
	<i>Bathybates minor</i>	72	453	1	13	73	466
	<i>Boulengerochromis microlepis</i>	0	0	13	200	13	200
	<i>Callochromis macrops</i>	0	0	31	134	31	134
	<i>Callochromis pleurospilus</i>	0	0	2	10	2	10
	<i>Cardiopharynx schoutedeni</i>	0	0	2	18	2	18
	<i>Ctenochromis horei</i>	0	0	2	17	2	17
	<i>Gnathochromis pfefferi</i>	0	0	6	20	6	20
	<i>Haplochromis burtoni</i>	0	0	1	8	1	8
	<i>Haplotaxodon microlepis</i>	12	90	0	0	12	90
	<i>Haplotaxodon tricoti</i>	1	9	1	9	2	18
	<i>Lamprologus callipterus</i>	0	0	13	66	13	66
	<i>Lamprologus elongatus</i>	0	0	3	32	3	32
	<i>Lepidiolamprologus attenuatus</i>	0	0	7	39	7	39
	<i>Lepidiolamprologus cunningtoni</i>	0	0	6	50	6	50
	<i>Lepidiolamprologus elongatus</i>	0	0	11	114	11	114
	<i>Limnochromis auritus</i>	2	46	28	302	30	348
	<i>Limnotilapia dardenii</i>	0	0	4	32	4	32
	<i>Perissodus microlepis</i>	0	0	1	3	1	3
	<i>Reganochromis calliurus</i>	14	76	17	91	31	167
	<i>Telmatochromis temporalis</i>	0	0	1	5	1	5
	<i>Trematocara caparti</i>	0	0	4	25	4	25
	<i>Trematocara variable</i>	1577	4714	15	35	1592	4749
	<i>Triglachromis otostigma</i>	3	96	96	660	99	756
	<i>Tylochromis polylepis</i>	0	0	3	29	3	29
	<i>Xenotilapia ochrogenys</i>	0	0	20	182	20	182
	<i>Xenotilapia sima</i>	214	717	241	1718	455	2435
<i>Variabilichromis moorii</i>	0	0	3	18	3	18	
Cyprinidae	<i>Raimas morii</i>	0	0	5	118	5	118
	<i>Labeo cylindricus</i>	0	0	26	703	26	703
Clupeidae	<i>Limnothrissa miodon</i>	2	16	78	879	80	895
Latidae	<i>Lates mariae</i>	1	28	2	53	3	81
	<i>Lates angustifrons</i>	0	0	2	38	2	38
Mastac	<i>Mastacembellus frenatus</i>	4	500	0	0	4	500
	<i>Mastacembellus cunningtoni</i>	2	239	1	22	3	261
Claroteidae	<i>Chrysichthys brachynema</i>	4	31	3	42	7	73
	<i>Chrysichthys sianenna</i>	145	2937	96	877	241	3814

La famille la plus représentée dans les captures est celle des Cichlidae qui est représentée par 31 espèces. Les familles suivantes : les Claroteidae, Cyprinidae, Latidae et Mastacembellidae, sont toutes représentées par deux espèces et la famille des Clupéidae par une seule espèce.

En termes d'individus capturés, les Cichlidae dominent avec 77% de l'effectif ; les Claroteidae, Cyprinidae, Latidae et Mastacembellidae contribuent chacune pour 5% de l'effectif, et les Clupéidae pour soit 3%.

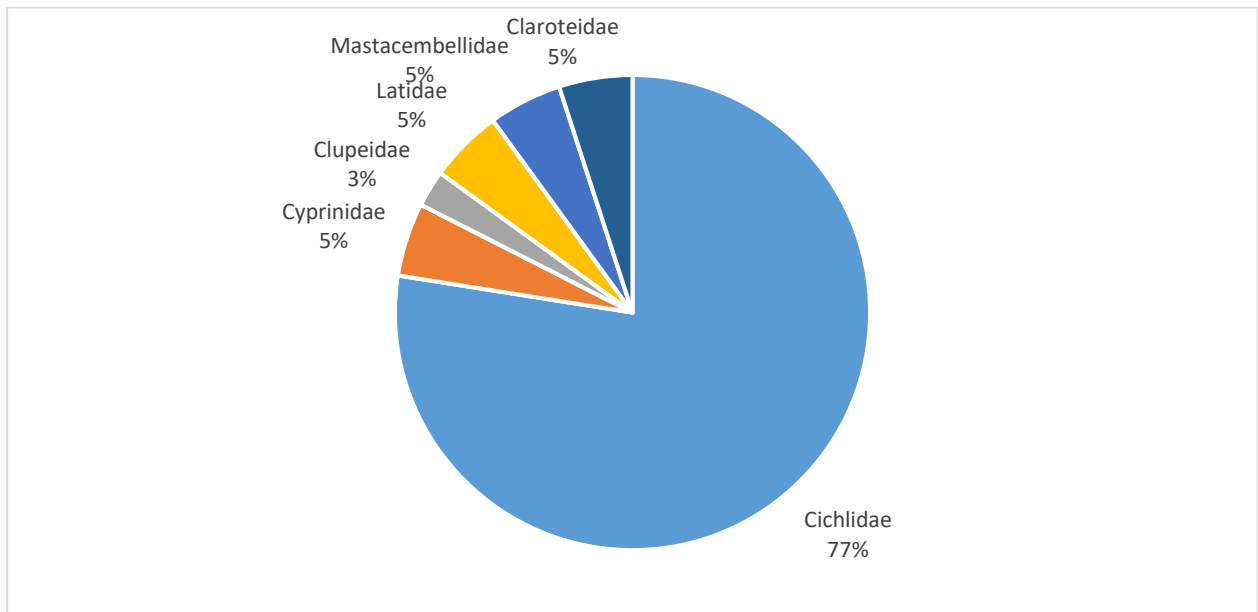


Figure 3.3 : Abondance relative des différentes espèces des poissons par familles capturées au cours de l'échantillonnage

III.1.2. Inventaire des alevins

Au cours de notre échantillonnage des alevins, sept espèces ont ainsi été recensées : *Limnothrissa miodon* et *Stolothrissa tanganyicae* de la famille de Clupeidae, *Reganochromis calliurus* de la famille de cichlidae, *Lamprichthys tanganyicanus* de la famille de Poeciliidae, *Lates mariae* de la famille de Latidae et deux espèces non identifiées jusqu'à l'espèce mais probablement à la famille des Cichlidae. Le tableau ci-dessous représente la composition numérique et pondérale des espèces d'alevins inventoriées.

Tableau 3.3 : Abondance, poids total et composition spécifique des alevins récoltés aux sites d'étude

Sites	Date	Nombre	Pd en gr	Composition spécifique
Ntahangwa	21/12/2019	0	0	
	21/01/2020	678	5,9	666 <i>Limnothrissa</i> , 11 <i>Stolothrissa</i>
	19/02/2020	465	4,1	453 <i>Limnothrissa</i> , 7 <i>Stolothrissa</i>
				3 <i>Reganochromis calliurus</i> , 2 <i>Lates mariae</i>
	18/03/2020	326	2,8	318 <i>Limnothrissa</i> , 5 <i>Stolothrissa</i>
				3 <i>Lamprichthys tanganyicanus</i>
22/04/2020	526	4,65	511 <i>Limnothrissa</i> , 2 <i>Lamprichthys tanganyicanus</i>	
			11 <i>Stolothrissa</i> , 2 <i>Reganochromis calliurus</i>	
Kayobera	20/12/2019	463	4,094	458 <i>Limnothrissa</i> , 5 <i>Lates marae</i>
	20/01/2020	68	0,6	66 <i>Limnothrissa</i> , 2 <i>Cichlidae</i>
	18/02/2020	23	0,2	23 <i>Limnothrissa</i>
	18/03/2020	815	7,2	809 <i>Limnothrissa</i> , 2 <i>cichlidae</i> , 4 <i>Lates mariae</i>
	21/04/2020	17	0,15	17 <i>Limnothrissa</i>

Durant tout échantillonnage, nous avons ainsi récolté 3381 alevins d'un poids total 29,9005 gr avec une abondance nettement plus élevée pour *Limnothrissa miodon*. Il faut noter que dans cet échantillonnage, le poids moyen d'un alevin était de 0,0089gr. Pour faire un kilo, il faudrait donc 113075 alevins. Pour les pêcheurs qui capturent ces alevins et pour les acheteurs ou consommateurs potentiels, il est plus parlant de leur dire qu'un kilo d'alevins contient 113075 petits poissons, lesquels, une fois arrivés à maturité, soit 15 gr pour *Limnothrissa miodon*, auraient pu donner une capture de 1 696 125 gr, soit près de 1,7 tonnes de poissons adultes.

III.1.3. Importance relative (numérique et pondérale) des espèces inventoriées

Sur les 40 espèces inventoriées dans la présente étude, nous avons choisis d'analyser les populations pour celles dont nous avons obtenu au moins 7 individus, soit 17 espèces (fig.3.4). Au point de vue numérique, *Trematocara variable* représente 56,31% du total des poissons échantillonnés, suivent ensuite, par ordre décroissant, *Xenotilapia sima* 16,09%, *Chrysichthys*

sianena 8,52%, *Triglachromis otostigma* 3,5%, *Limnothrissa miodon* 2,83% et *Bathybates minor* 2,55%. Les autres espèces représentent moins de 2 % de l'abondance relative des captures. Pour l'importance relative en terme de poids total dans les captures, *Trematocara variable* compte pour 34,86% ; suivent ensuite *Xenotilapia sima* 19,05%, *Chrysichthys sianena* 13,34%, *Triglachromis otostigma* 34,5%, *Bathybates minor* 2,77% et *Limnothrissa miodon* 2,32%. Les autres espèces comptent pour moins de 2%.

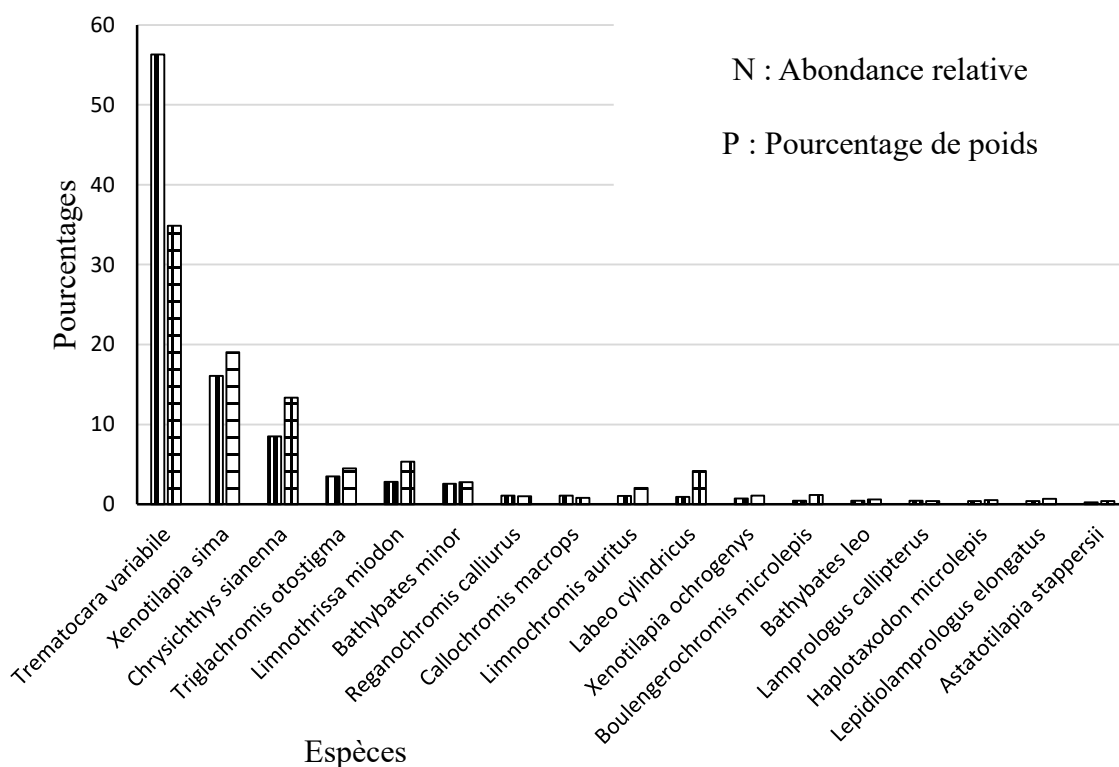


Figure 3.4: Abondance relative et le pourcentage de poids des espèces inventoriées

III.1.3.1 Structure des populations (tailles et poids) pour les espèces échantillonnées aux sites d'études

Une analyse de la composition relative des populations, plus exactement d'évaluer l'abondance relative des espèces en termes d'individus immatures et/ou matures dans la zone d'étude permet d'avoir une indication sur le cycle de vie sur les espèces échantillonnées et de l'importance des sites comme habitats pour les poissons. Le tableau ci-dessous indique la Longueur maximale connue (LT max) et taille à la première maturité sexuelle pour les espèces analysées. La longueur à la maturité sexuelle est connue pour certaines espèces et, pour celles où elle n'est

pas connue, nous avons pris une taille approximative de maturation correspondant à la moitié de la taille maximale connue. Données de la bibliographie ou taille évaluée. (*) : 50% de la taille maximale connue.

Le tableau 3.4 : la Longueur maximale connue (LT max) et la longueur minimale à la première maturité sexuelle pour les espèces analysées

Famille		Espèces	LT max connue (cm)	LT à première maturité (cm)
Cichlidae	1	<i>Astatotilapia stappersii</i>	15	7,5
	2	<i>Bathybagnus sianenna</i>	23	11,5*
	3	<i>Bathybates leo</i>	26	13*
	4	<i>Bathybates minor</i>	20,5	10*
	5	<i>Boulengerochromis microlepis</i>	80	40
	6	<i>Callochromis macrops</i>	13,5	8,6
	7	<i>Haplotaxodon microlepis</i>	26	13*
	8	<i>Lamprologus callipterus</i>	12,4	6,5*
	9	<i>Lepidiolamprologus elongatus</i>	32,5	16*
	10	<i>Limnochromis auritus</i>	13	6,5
	11	<i>Reganochromis calliurus</i>	15	7,5*
	12	<i>Trematocara variable</i>	8,7	4,3*
	13	<i>Triglachromis otostigma</i>	12	6*
	14	<i>Xenotilapia ochrogenys</i>	11	5,5*
	15	<i>Xenotilapia sima</i>	16,4	10,3 - 10,9
Clupeidae	16	<i>Limnothrissa miodon</i>	17	6,8
Cyprinidae	17	<i>Acapoeta tanganyicae</i>	61	31*

Les figures 5 à 11 ci-après illustrent la structure des tailles pour les populations des espèces de poissons dont le nombre dans nos échantillons était suffisant pour être analysé. Chaque individu est représenté par une marque dont l'abscisse est la longueur totale et l'ordonnée est le poids en grammes. Pour chaque espèce, une marque plus foncée représente un individu dont la taille correspond à la longueur minimale connue ou estimée de la maturité sexuelle. Toutes les marques à gauche de celle-ci représentent des individus immatures, et toutes les marques à droite des individus en principe matures, c'est-à-dire potentiellement reproducteurs.

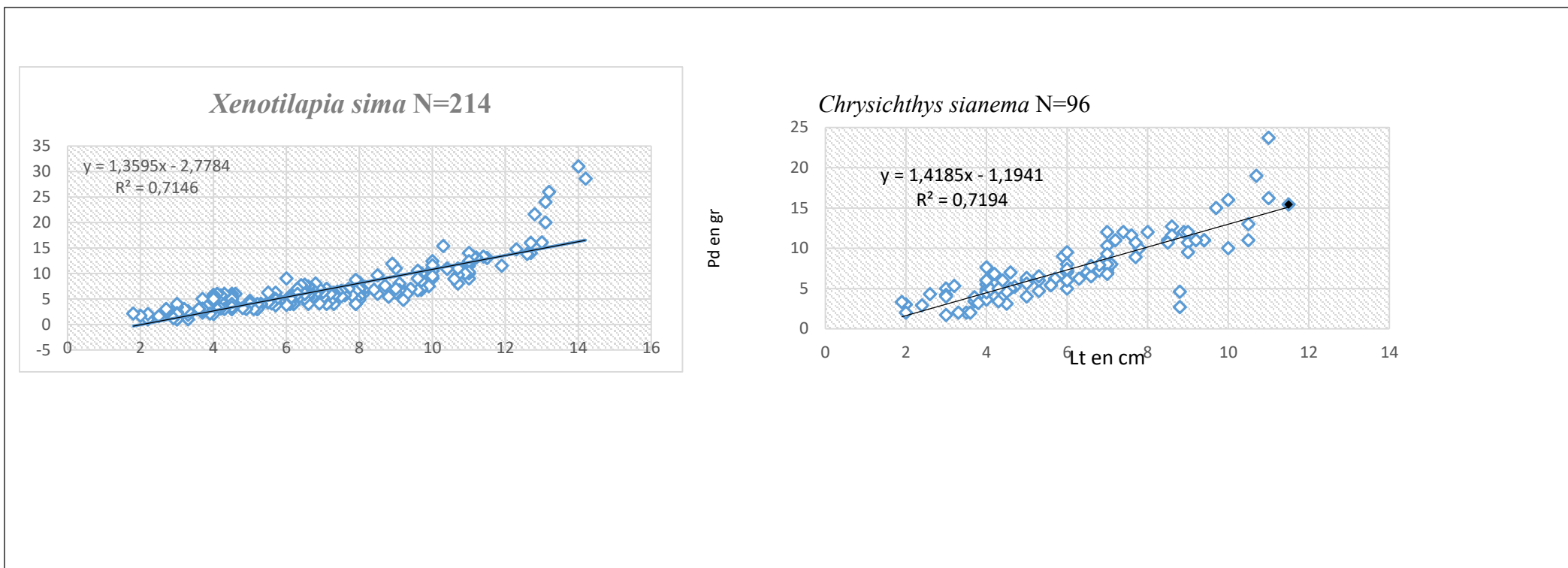


Figure 3.5 : Relation poids-longueur des populations de *Xenotilapia sima*, *Chrysichthys sianema I* de Ntahangwa

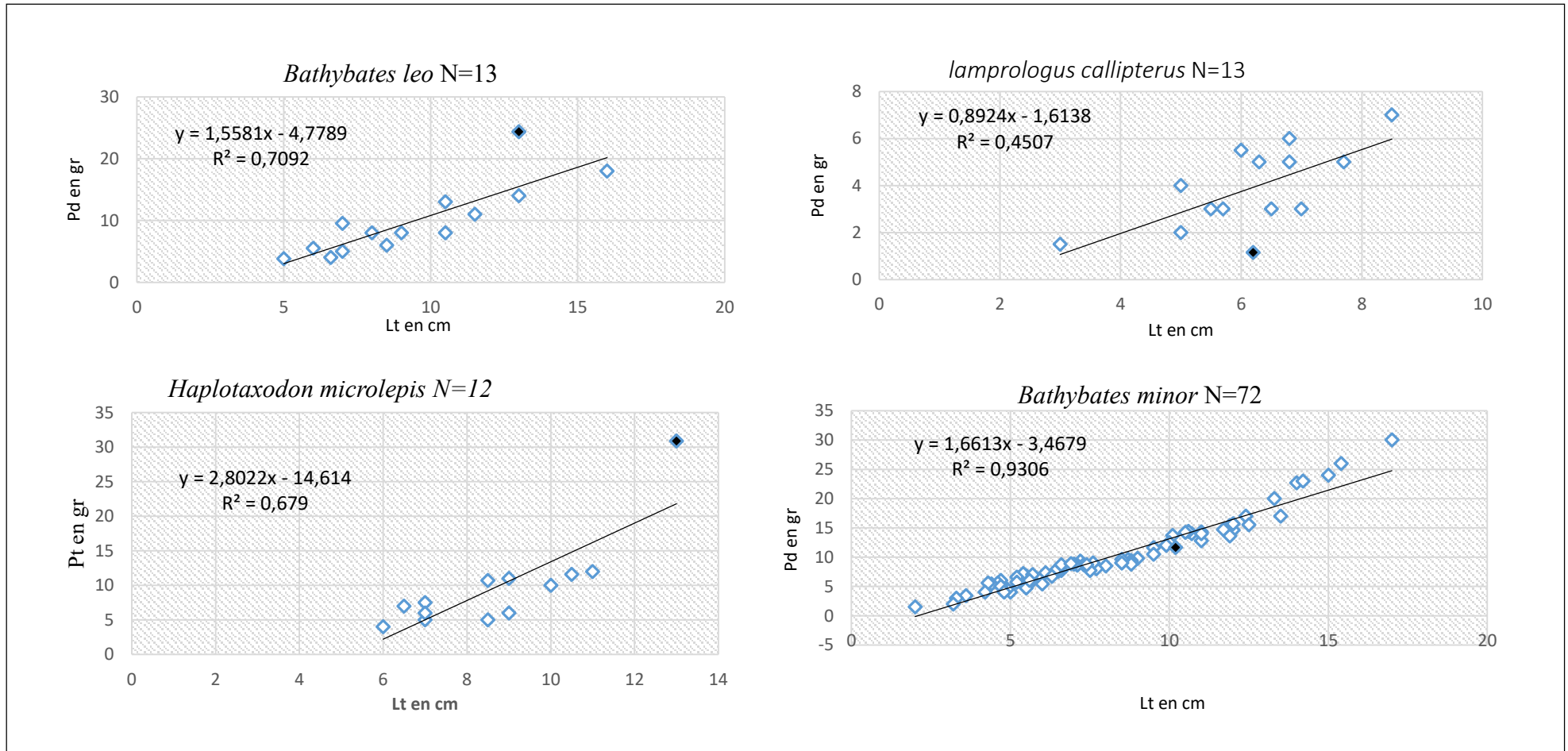


Figure 3.6: Relation poids-longueur des populations de *Bathybates.L* ; *Haplotaxodon.M* ; *Bathybates.M* et *Lamprologus.C* de Ntahangwa

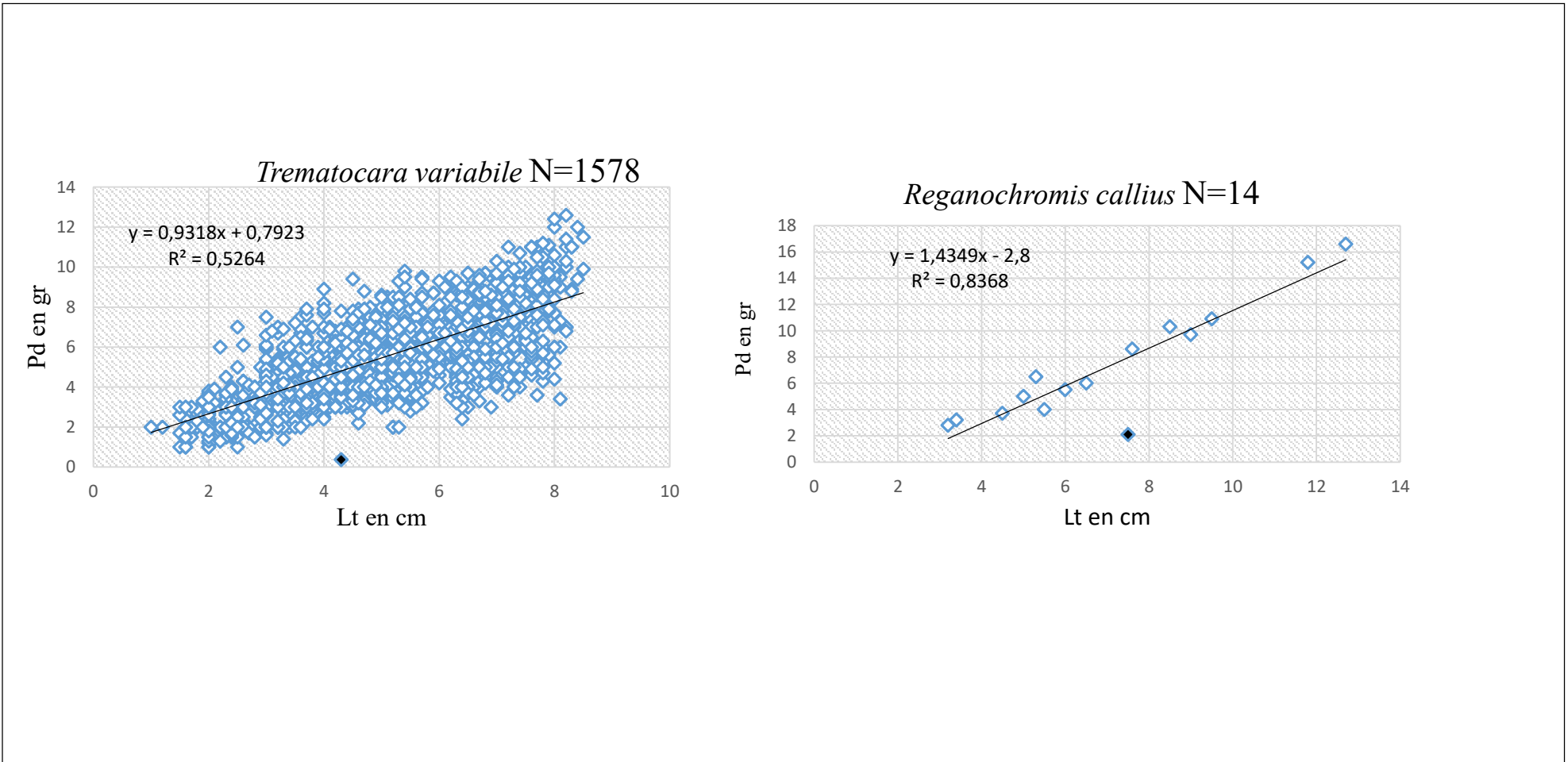


Figure 3.7: Relation poids-longueur des populations de *Trematocara.V*, et *Reganochromis.C* de Ntahangwa

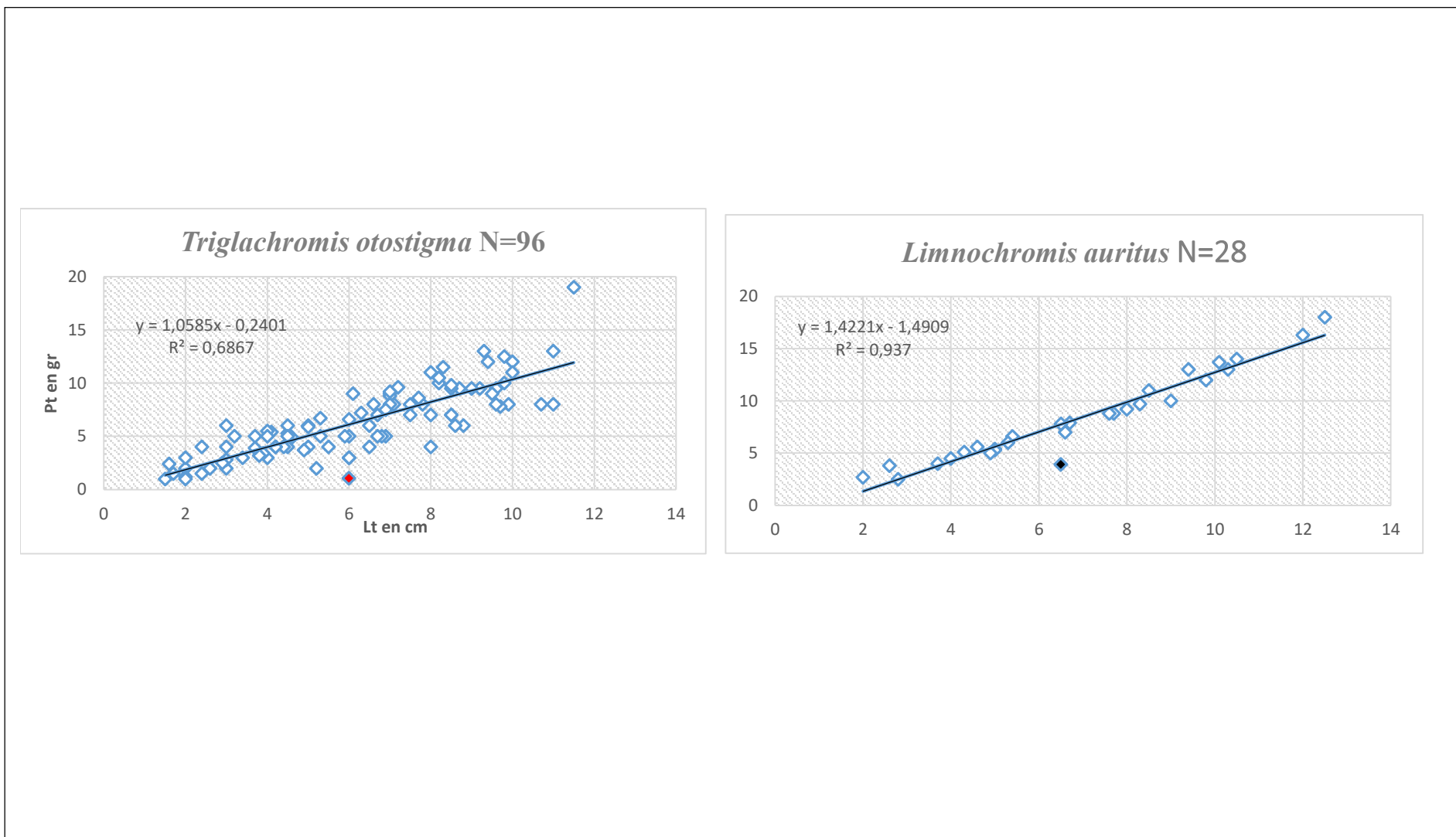


Figure 3.8 : Relation poids-longueur des *Triglachromis.O*; *Limnochromis.A*, de Kayobera

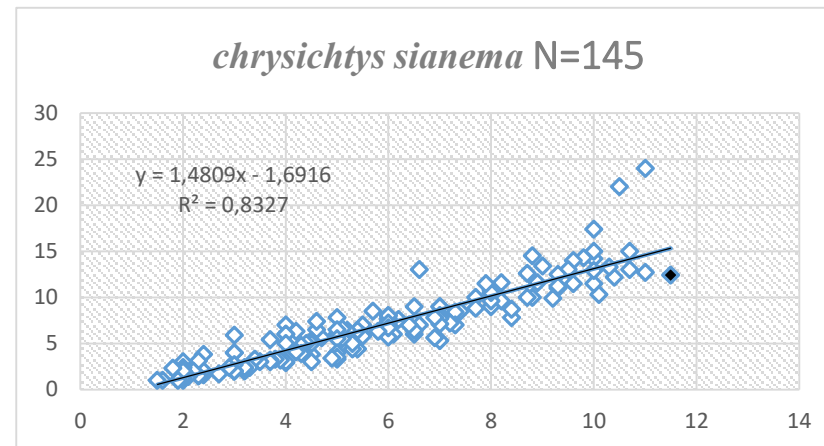
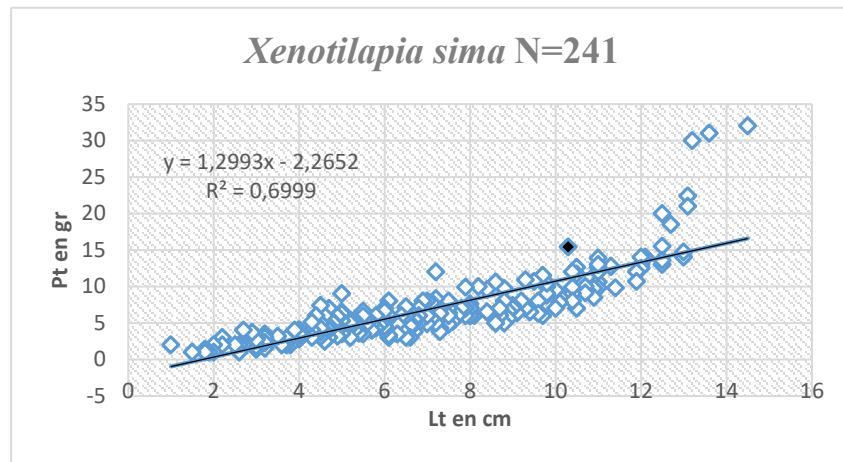


Figure 3.9: Relation poids-longueur des populations de *Xenotilapia. S* ; *Chrysihtys.S*, *Astatotilapia.S* ; et *Lepiolamprologus.E* de Kayobera

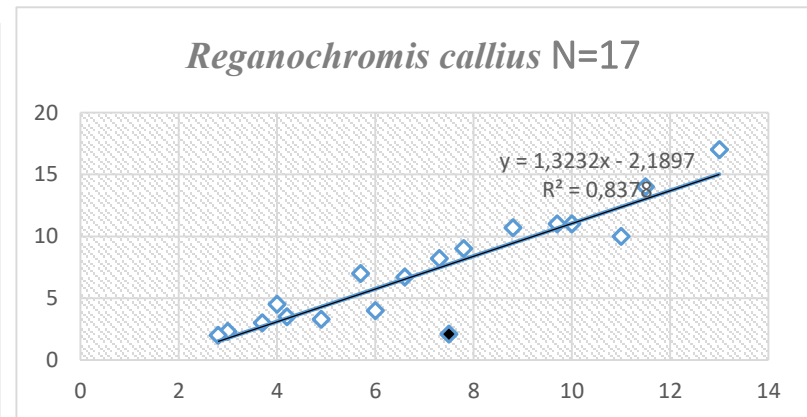
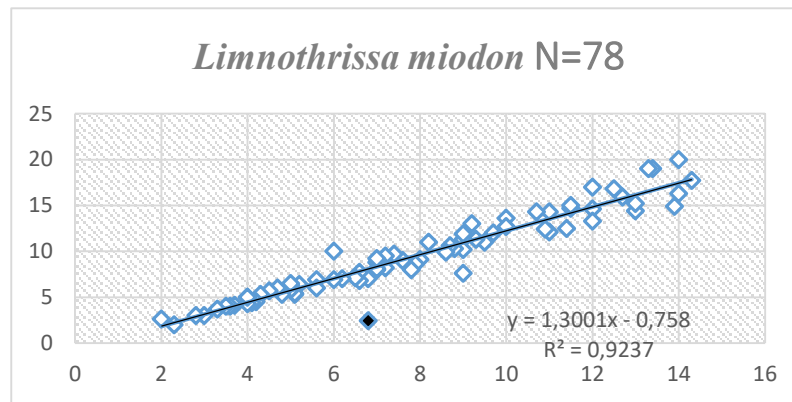
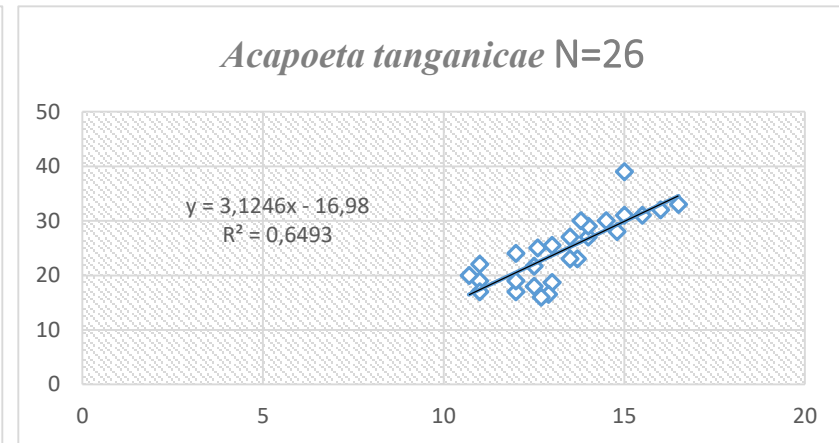
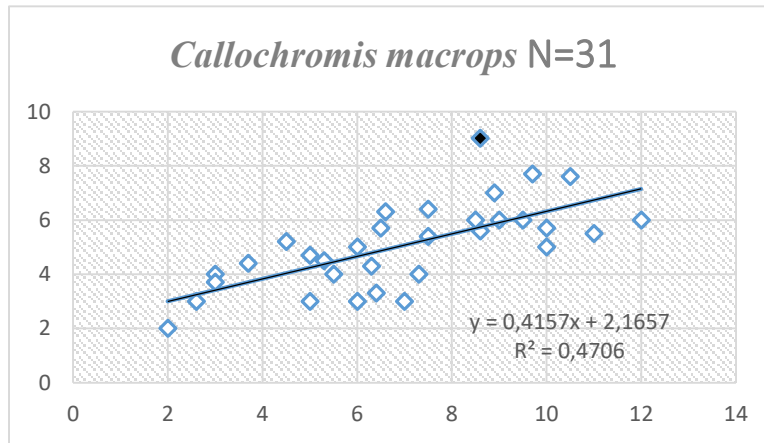


Figure 3.10 : Relation poids-longueur des populations de *Callochromis.M* ; *Acapoeta.T* ; *Limnothrissa.M* et *Reganochromis.C* de Kayobera

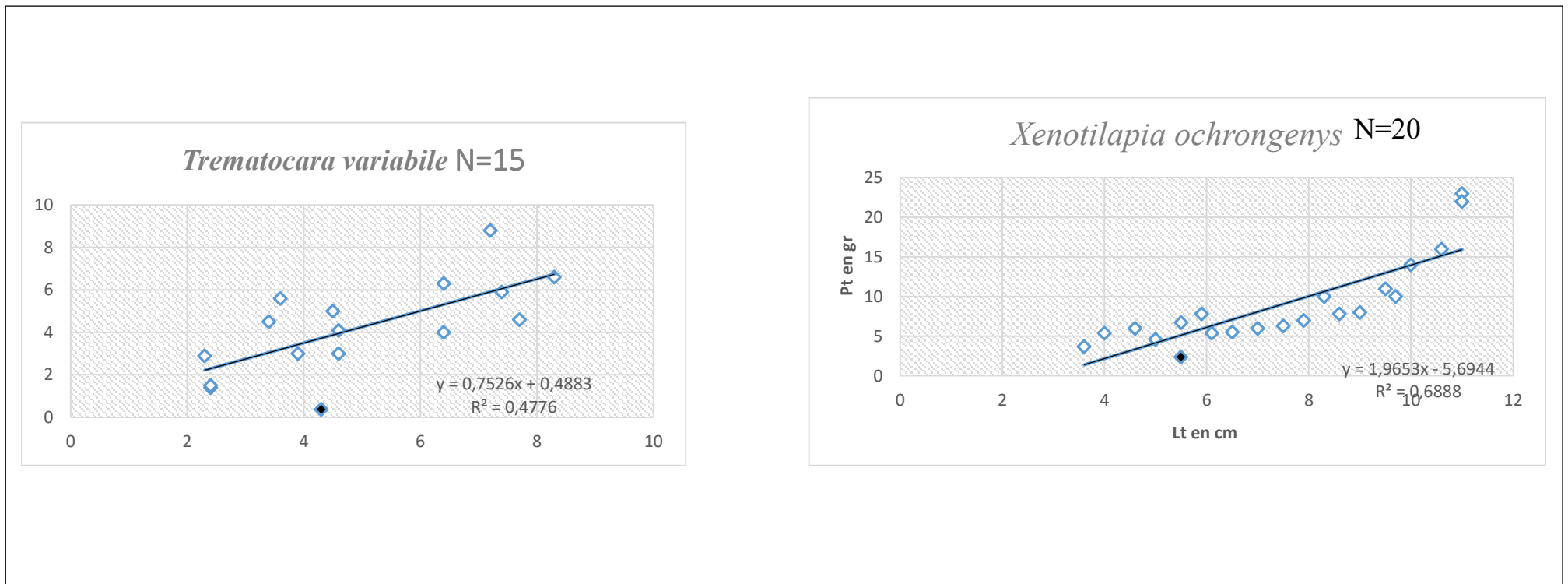


Figure 3.11 : Relation poids-longueur des populations de *Trematocara variable* et *Xenotilapia ochrogenys* de Kayobera

La figure 3.12 illustre les espèces des poissons représentées par les individus immatures (juvéniles en croissance) et les individus matures (potentiellement en reproduction) aux deux sites.

Au site de Kayobera, onze espèces de poissons sont représentées par des individus immatures et matures : *Astatotilapia stappersii* (1 et 6), *Trematocara variable* (6 et 9), *Xenotilapia sima* (204 et 37), *Lepidolamprologus elongatus* (10 et 1), *Triglachromis otostigma* (40 et 56), *Callochromis macrops* (20 et 11), *Reganochromis calliurus* (10 et 7), *Limnochromis auritus* (11 et 17), *Xenotilapia ochrogenys* (4 et 20), *Acapoeta tanganyicae* (6 et 20), *Limnothrissa miodon* (33 et 45).

Au site de Ntahangwa sept espèces des poissons qui ont des individus immatures et matures sont : *Trematocara variable* (466 et 1112), *Xenotilapia sima* (182 et 32), *Bathybates minor* (50 et 22), *Reganochromis calliurus* (8 et 6), *Bathybates leo* (11 et 2), *Triglachromis otostigma* (1 et 2) et *Lamprologus callipterus* (5 et 7). Toutes ces espèces, dont la majorité sont des Cichlidés, naissent et grandissent vraisemblablement sur place.

Il faut noter que les individus matures de *Limnothrissa miodon* s'approchent des baies calmes de la zone côtière pour la reproduction. On observe en effet que tous les spécimens pêchés au site de Ntahangwa étaient tous des adultes potentiellement matures. C'est aussi vraisemblablement la raison pour laquelle on y trouve beaucoup d'alevins. Le gros de la population des juvéniles rejoint ensuite la zone pélagique pour la croissance (Poll M, 1953).

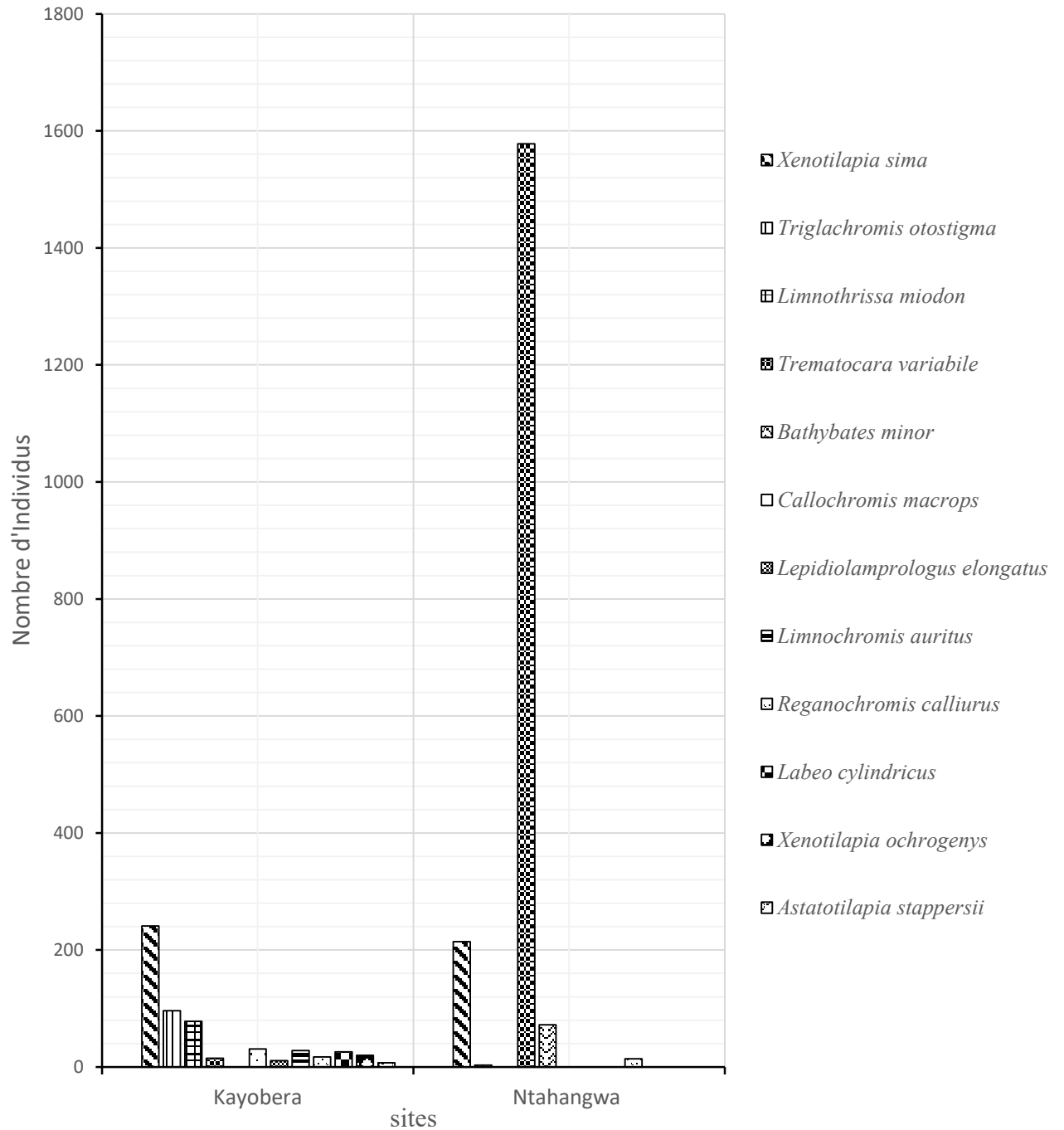


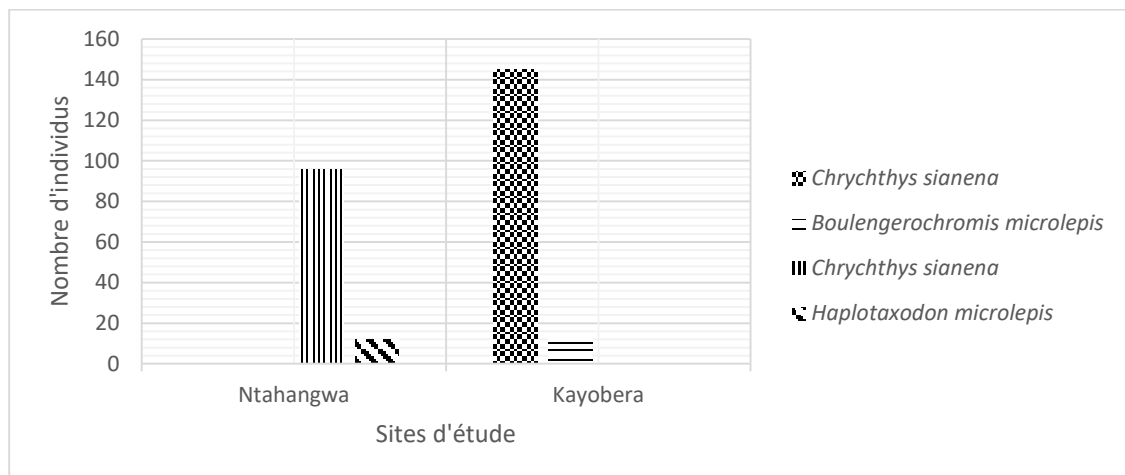
Figure 3 .12 : Abondance des espèces représentées par des individus matures et immatures dans les deux sites d'étude

Au site de Kayobera, il s'agit de *chrysiichthys sianena* (145 individus tous immatures) et *Boulengerochromis microlepis* (13 individus tous immatures). Au site de Ntahangwa, c'est deux espèces : *chrysiichthys sianena* (96 individus immatures) et *Haplotaxodon microlepis* (12 individus immatures). *Boulengerochromis microlepis* et *chrysiichthys sianena* sont des espèces pêchées activement par la pêche coutumière, d'où la rareté des adultes sur les sites. Et puis, pour *Boulengerochromis microlepis*, les reproducteurs recherchent des sites en eaux profondes

pour la reproduction, les juvéniles rejoignent ensuite les zones peu profondes pour la croissance (Matthes, 1961).

Pour *Haplotaxodon microlepis*, les adultes vivent en pleine eau au large ; les juvéniles sont près de la côte pour échapper aux prédateurs (Maréchal et al,1991. Brichard,1989).

Il y a des espèces pour lesquelles on n' a capturé que des individus matures dans les sites d'échantillonnage. C'est le cas pour *Limnothrissa miodon* au site de Ntahangwa.



La figure 3.13 : Abondance des espèces de poissons représentées par des individus seulement immatures aux sites d'étude

III.1.3.2. Importance économiques des espèces inventoriées dans les sites d'études

La pêche de subsistance et commerciale vise les espèces dont la taille et/ou l'abondance ont un rôle socio-économique immédiat en termes de ressources alimentaires et de revenus. Au lac Tanganyika, elle est basée essentiellement sur les espèces pélagiques de clupéidés (*Stolothrissa tanganyicae* et *Limnothrissa miodon*), et de Latidae (*Lates stappersii*, *L. microlepis*, *L. mariae* et *L. angustifrons*). Au cours de notre échantillonnage dans la zone littorale plus précisément aux sites de Ntahangwa et Kayobera, les captures obtenues qui a fait l'objet de cette étude sont indiquées dans le tableau 3.5. Les espèces intéressantes sont les Cichlidés de grande taille comme *Boulengerochromis microlepis* (Inguhe) une espèce qui se reproduit sur substrats durs en eaux profondes (5 à 40 m) mais dont les juvéniles remontent en eau peu profonde comme à Kayobera, les *Bathybates* (Bangabanga) (*B. ferox*, *B. fasciatus* et *B. minor*) qui sont espèces bathypélagiques, *Limnotilapia dardenii* (Inkungura) qui est une espèce plus courante sur des substrats mixtes, et *Tylochromis polylepis* vivant dans les habitats littoraux avec de la végétation inondée. Les autres espèces intéressées par les pêcheurs sont des espèces qui présentent un

nombre élevé des individus comme *Trematocara variable*, *Xenotilapia sima* et *Bathybates minor*. *Raiamas moori* est un Cyprinidae de taille moyenne qui a besoin de remonter les cours d'eau pour la reproduction ; sa présence à Kayobera peut s'expliquer par la proximité avec la rivière Rusizi. Les autres espèces intéressantes sont les silures. *Chrysichthys siannena* est un poisson de taille moyenne qui s'adapte visiblement aux fonds de plus en plus boueux au voisinage de la Ntakangwa. Pour *Chrysichthys brachynema*, un poisson de grande taille, nous n'en avons capturé que des juvéniles.

Tableau :3.5. Abondance et poids des espèces d'importance économique échantillonnées dans la zone d'étude

Sites	Ntakangwa		Kayobera	
	Nombre	Poids (g)	Nombre	Poids (g)
<i>Boulengerochromis microlepis</i>			13	200
<i>Bathybates sp</i>	88	614	7	84
<i>Limnotilapia dardenii</i>			4	32
<i>Tylochromis polylepis</i>			3	29
<i>Raimas moorii</i>			5	118
<i>Chrysichthys sianenna</i>	148	2966	96	877
<i>Trematocara variable</i>	1578	5827	21	35
<i>Xenotilapia sima</i>	214	1159	241	2045
<i>Chrysichthys brachynema</i>	4	31	3	42

III.2. Discussion

III.2.1. La richesse spécifique des poissons

Notre étude a permis d'inventorier 40 espèces réparties en 6 familles, toutes trouvées au site Kayobera (Cichlidae, Latidae, Clupeidae, Mastacembellidae, Claroteidae et Cyprinidae). La famille de Cyprinidae n'a pas été récoltée au site de Ntakangwa. Ce serait probablement parce que ces Cyprinidés ont besoin de remonter les cours d'eau pour la reproduction, ce qu'elles ne font plus pour la rivière Ntakangwa car au site de Kayobera les eaux de la rivière Rusizi avaient débordées le littoral du lac Tanganyika au cours de notre échantillonnage

Au regard de l'indice de Shannon calculé, le site de Kayobera est plus diversifié par rapport à celui de Ntakangwa, avec des indices respectifs de 3,05 et de 1,12. Notons que selon (Dajoz, 1984), le peuplement étudié est diversifié si l'indice de Shannon est supérieur à 1,5. Cette plus grande diversité au site de Kayobera s'explique par la proximité à l'embouchure de la rivière Rusizi et surtout de son delta, un milieu de transition entre le lac et les eaux de la rivière avec une végétation que recouvrent les eaux en augmentant la surface immergée.

Koné et al. (2003), Kamelan et al. (2013), et Sturmbauer et al. (2008) affirment que la submersion de la végétation permet la disponibilité d'une importante quantité de nutriments favorables pour la plupart des poissons. La différence observée au niveau des espèces pourrait être aussi due à la diversité de l'habitat et des nutriments entre les deux sites.

Selon Parkinson et al (1999) ; Lévêque et al (1999) et Kamelan et al. (2013), la diversité de l'habitat aquatique intervient dans la diversité des espèces des poissons. Pendant la période où le niveau d'eau est le plus haut, les poissons migrent du lac vers le littoral et sa plaine d'inondation à la recherche de sites propices pour la reproduction (Montchowui et al., 2008). L'adaptation de certaines espèces aux conditions du milieu serait aussi un facteur favorisant la diversité des espèces rencontrées (Montchowui et al., 2008).

Aux deux sites étudiés les Cichlidae dominent le peuplement de Ntakangwa et Kayobera avec 77% de l'effectif total. Ce résultat est similaire à ceux rapportés par Hori et al. (1983), Mushagalusa et al (2014) dans leurs études sur l'abondance et la distribution de poissons sur une rive du lac Tanganyika.

III.2.2. Les alevins

Les alevins récoltés dans notre étude sont essentiellement de la famille de Clupeidae, et surtout de *Limnothrissa miodon* et, en moins grands nombre, de *Stolothrissa tanganyicae* dominant dans tous les deux sites d'études. Cette dominance de *Limnothrissa* (espèces pélagiques) au littoral du lac Tanganyika pourrait s'expliquer par le fait que les *Limnothrissa* se rapprochent des eaux peu profondes de la zone littorale en période de la reproduction (Poll, 1956 et 1953 ; Whitehead, 1985). Les alevins de *Stolothrissa tanganyicae* ainsi que ceux de *limnothrissa* viennent de la zone pélagique d'où ils sont amenés en zone littorale par les courants et les vagues.

Les autres alevins inventoriés, comme ceux de la famille des Cichlidae, sont moins nombreux dans les récoltes. Les espèces de cette famille pondent peu d'œufs et gardent leurs alevins (incubation buccale ou gardiennage dans un nid) jusqu'à ce qu'ils soient autonomes et nagent rapidement (Poll M, 1953 et Whitehead, 1985). Un plus grand nombre d'alevins a été récolté au site de Ntahangwa par rapport au site de Kayobera, vraisemblablement parce que c'est une baie plus abritée.

III.2.3. L'importance de la zone d'étude (zone de croissance et de reproduction)

Au site de Kayobera, l'analyse a montré que les populations comme celles de 10 espèces pour lesquelles il y a un mélange des individus juvéniles et d'adultes (*Astatotilapia stappersii*, *Trematocara variable*, *Xenotilapia sima*, *Lepidolamprologus elongatus*, *Triglachromis otostigma*, *Callochromis macrops*, *Reganochromis calliurus*, *Limnochromis auritus*, *Xenotilapia ochrogenys*, *Acapoeta tanganyicae*, naissent et grandissent sur place. *Limnothrissa miodon*, même si la reproduction se fait en grande partie près de la côte, passent par une période de vie au large pour le passage de juvéniles aux adultes. Le site de Kayobera, et la zone littorale lacustre en face du delta de la Rusizi, constituent un milieu pour la reproduction et la croissance de nombreuses espèces. La présence des individus à l'âge de la reproduction et des individus juvéniles aux seins des espèces analysées indiquent que le site de Kayobera est essentiel pour la reproduction et la croissance de la plupart des espèces poissons.

Chrysichthys sianena et *Boulengerochromis microlepis* sont constituées uniquement des individus juvéniles dans les échantillons. Notons que *Chrysichthys sianena*, est une espèce benthique très sensible aux sennes pratiquées aux milieux littoraux (Daget et al., 1984). La pression de la pêche pourrait justifier l'absence des individus matures. Ceci doit être la même chose pour l'espèce de *Boulengerochromis microlepis*, le plus grand des Cichlidés mais aussi

le plus ciblé par les pêcheurs (Daget et al., 1984). Les individus adultes seraient surexploités par la pêche et sont devenus rares.

Le site de Ntahangwa est aussi un habitat pour la reproduction et de croissance des populations dont les plus abondantes pour le moment sont les espèces *Trematocara variable*, *Xenotilapia sima*, *Bathybates minor*, *Reganochromis calliurus*, *Triglachromis otostigma*, *Lamprologus callipterus*. Pour les espèces de plus grande taille, comme *Chrysichthys sianena* et *Haplotaxodon microlepis*, on n'échantillonne que des individus immatures. C'est que la pression de la pêche y est plus forte. Le site de Ntahangwa semble aussi être favorable pour la concentration des *Limnothrissa miodon* qui viennent pour la reproduction (Poll, 1956).

Conclusion générale et perspectives

La récolte des alevins dans la zone d'étude a permis de montrer que la plus grande partie est constituée d'alevins de *Limnothrissa miodon* et de *Stolothrissa tanganyicae*. Les alevins des Cichlidae sont moins nombreux et même plus difficiles à récolter. La pêche de ces alevins dans ces zones bien connu quoique clandestine a un impact écologique et économique sur les stocks de poissons pélagiques.

L'analyse des populations de poissons a montré la plus grande diversité au site de Kayobera, probablement, d'une manière générale, à la zone littorale lacustre en face du delta de la Rusizi. C'est une zone à considérer comme favorable à la reproduction et à la croissance pour de nombreuses espèces, y compris pour celles qui ont besoin de remonter la rivière Rusizi et les marécages y associés pour se reproduire.

Les habitats littoraux proches de l'embouchure de la Ntakangwa sont aussi favorables à de nombreuses espèces. Les espèces de taille moyenne à grande y souffrent toutefois d'une plus grande pression de la pêche coutumière. C'est pourquoi on n'y recense que des individus immatures. Une espèce vivant sur le fond, le silure *Chrysichthys siannena*, semble toutefois s'adapter aux substrats de plus en plus boueux au voisinage de la Ntakangwa.

Au regard de ces résultats obtenus, des actions devraient être entreprises et/ou renforcées au niveau de la zone littorale du lac Tanganyika pour contribuer à conservation et à la gestion durable de ces ressources halieutiques du lac :

- Etendre le secteur Delta du Parc National de la Rusizi à la zone littorale lacustre pour une meilleure protection de la diversité ichthyologique et des zones de reproduction et de croissance, y compris pour des espèces pélagiques ;
- Mise en place d'un plan de gestion durable de la zone littorale lacustre en général ;
- Encourager des projets générateurs de revenus alternatifs aux activités de pêche ;
- Continuer cette étude avec un accroissement du nombre de sites d'échantillonnage et sur une période couvrant toutes les saisons afin d'avoir des résultats plus complets.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adou, Y. E., Blahoua, K. G., Bamba, M., Yao, S., Paul, E., & Douba, V. N. (2017). Premières données sur l' inventaire du peuplement ichtyologique d' un lac ouest Africain situé entre deux barrages hydroélectriques : *Lac d' Ayamé 2 (Côte d' Ivoire)*. 2(June 2015), 10808–10818
- Alin, S. R., Reilly, C. M. O., Cohen, A. S., Dettman, D. L., Terra, M. R. P., Earth, N., & Road, W. I. (2000). Effects of land-use change on aquatic biodiversity : *A view from the paleorecord at Lake Tanganyika* , East Africa. 12, 1143–1146.
- Allison, E. H., Paley, R. G. T., Ntakimazi, G., Cowan. J., & West, K. (2000). Evaluation et Conservation de Biodiversité dans le Lac Tanganyika: *Rapport technique final de Bioss Pollution Control and Other Measures to Protect Biodiversity in Lake Tanganyika* (RAF / 92 / G32)
- Axerlod's. (1991). Atlas of fresh water aquarium fishes. TFH publication neptune city, N.J., USA.
- Bakevya,P.,Hakizimana,G.,& Baranemage,D.(1998).Etablissements humains,villes et industries (Synthèse). Lutte Contre la Pollution et Autres Mesures pour Protéger la Biodiversité du Lac Tanganyika : *Analyse Diagnostique Nationale - Burundi* 07 – 11 Septembre .
- Bompangue, D.N., Giraudoux,P.,Plisnier,P-D.,Mutombo,T.A.,Piarroux,M.,Bertrand,S., Horion,S.,Muyembe,T.J-J.,Kebela,I.B., & Piarroux,R.(2011).“Dynamics of Cholera Outbreaks in Great Lakes Region of Africa,1978–2008.” 17(11).
- Brichard,P. (1989). Pierre Brichard's book of Cichlids and all other fishes of Lake Tanganyika. Tropical fish hobbyist publication. *Neptune city*,WA: 544P.
- Chaibi. (2014). Connaissance de l'ichtyofaune des eaux continentales de la region des Aures et du Sahara septentrional avec sa mise en valeur. *Université Mohamed Khider – Biskra/Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie*
- Chen, Yu., Shang.S. C., Lu Zhang., Qun, G.Z.W., & Qiushi.S.(2017). Changes in water quality of the rivers discharging into Lake Tanganyika in Bujumbura , Burundi,*Aquatic Ecosystem Health & Management*, <https://doi.org/10.1080/14634988.2017.1394772>
- Cohen, A. 1991. Report on the First International Conference on the Conservation and Biodiversity of Lake Tanganyika. Biodiversity Support Programme, USAID/WWF,NC and WRI.
- Cohen, A.S.,Bills,R., & Cocquyt,C.Z.(1993).The Impact of Sediment Pollution on Biodiversity in Lake Tanganyika. *Conservation Biology*, 7(667–677).

- Cohen, A. 1994. Extinction in ancient lakes: Biodiversity crises and conservation 40 years after J.L. Brooks. *Archiv fur Hydrobiologie. Beiheft. Ergebnisse der Limnologie* 44: 407-423
- Cohen, A.S., Kaufman L.S & Ogutu-Ohwayo R. (1996). Anthropogenic impacts and conservation efforts on the African Great Lakes: a review. In: Johnson, T.C. and E.O. Odada (eds), *The Limnology, Climatology and Paleoclimatology of the East African Lakes*. Gordon and Breach, Newark, New Jersey, USA.
- Coulter, G. W., Tiercelin, J.J., Mondegen, R., Hecky, R.E., & Spigel, R.H. (1991). *Lake Tanganyika and its life. Natural history Museum Publication Oxford University Press: British museum, London. 354p.*
- Coulter, G.W., & Mubamba. R. (1993). Conservation in Lake Tanganyika , with Special Reference to Underwater Parks. *Conservation Biology* 7: 678-685.
- Coulter, G.W. 1994. Lake Tanganyika. in *Speciation in Ancient Lakes*, edited by K. Martens, B. Goddeeris and G. Coulter. *Advances in Limnology series* 44: 13-18.
- Coulter, G.W. 1999. Sustaining both biodiversity and fisheries in Ancient Lakes – the cases of Lakes Tanganyika, Malawi/Nyasa, and Victoria: 177-187. In Kanawabe, H., Coulter, G.W. and A.C. Roosevelt (eds.), *Ancient Lakes: Their Cultural and Biological Diversity*. Kenobi Productions, Belgium.
- Crul, R. (1995). *Monographs of the African Great Lakes. Comprehensive and comparative study of great Lakes. UNESCO/I.H.P. IV Project M-51*, 58p.
- Daget, J.P., Gosse, G.G., Teugels, D.F.E., & Thys, V.D.A. (1984). *Check-list of the freshwater fishes of Africa (CLOFFA)*. ISNB, Brussels; MRAC, Tervuren; and ORSTOM, Paris. Vol. IV
- Dajoz R. (1984). Les coléoptères ténébrionidés des déserts. *Cahiers des Naturalistes* 40:25-67.
- Eccles, D.H., 1992. FAO Species identification sheets for fishery purposes. Field guide to the freshwater fishes of Tanzania. UNDP (project URT/87/016), FAO, Rome. 145 p.
- Ekou, L., Ekou, T., & Deus, T. (2011). Variations temporelles des Paramètres Physicochimiques et Biotiques de deux Écosystèmes Aquatiques de la Lagune Ebrie. *European Journal of Scientific Research*, ISSN 1450-216X Vol.58 No.3, pp.414-422.
- Fermon, Y. (2008). Étude 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.
- Galvez-Cloutiers, R. Ize, S., Arsenault, S. (2000). La détérioration des plans d'eau : Manifestations et moyens de lutte contre l'eutrophisation. *Vecteur environnement*, 35 (6), 18-37.

- Gray,J.S.,Mcintyre,A.D., & Stirn,J.(1992). Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. *FAO Document technique sur les pêches*, N° 324, 53.
- Hanek,G.,Coenen.E.J & Kotilainen.(1993).Development of fisheries in Lake Tanganyika, Bujumbura-Burundi, FAO/FINNIDA project. Research for development of fisheries in Lake Tanganyika. GCP/RAF/end/TD.25: 1-22.
- Hori,M.,Yamaoka,K.,& Takamura,K.(1983).Abundance and Micro-Distribution of Cichlid Fishes on a Rocky Shore of Lake Tanganyika:*African Study Monographs* Kyoto Univ,3: 25-38. 1983–03, 15. <https://doi.org/https://doi.org/10.14989/67994>
- Kamelan,T.M.,Siaka,B.,Gervais,KK.N.,Mamadou,B.,Gouli,G.B.,&Paul,E.K.(2013).Peuplement ichtyologique du complexe Brimé-Méné-Nounoua, Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest). Laboratoire d'Hydrobiologie, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.*Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(6): 2248-2263.
- Koné, T., Teugels, G.G., N'Douba, V., Gooré, B.G., & Kouamélan, E.P. (2003). Premières données sur l'inventaire et la distribution de l'ichtyofaune d'un petit bassin côtier ouest africain : Rivière Gô (Côte d'Ivoire). *Cybium* 27 (2): 101-106.
- Konings. (1998). *Tanganyika Cichlids in Their Natural Habitat*, 2nd edn. Cichlid Press, El Paso, USA.
- Langberg.V.,Tumba.J. M., & Marc.D. C. (1997). Limnology of lake Tanganyika during lake cruise (28 August-September 1997 FAO/FINNIDA, Research for the management of fisheries of lake Tanganyika- ACP/RAF/FFIN – TD/79 (En): 27p.
- Lévêque C. & Paugy D.1999.Les poissons des eaux continentales africaines. Diversité, écologie, utilisation par l'homme. *Institut de Recherche pour le Développement (ex-Orstom)*:Paris. 521 p.
- Lezzar.K. E., Tiercelin.J., Batist.M.D., Cohen.A.S., Bandora.T., Rensbergen.T.P., Van., Turdu.C.L., Mifundun.W., & Klerkx.J.(1996). New seismic stratigraphy and late Tertiary history of the north Tanganyika basin, East African Rift system, deduced from multichannel and high-resolution reflection seismic data and piston core evidence. *Basin Research*, 8, 1–28.
- Magurran.A.(1988).*Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 197p.
- Manirakiza.P.,Covacia.A.,Nizigiymana.L.,Ntakimazi.G.,& Schepens.P.(2001).Persistent chlorinated pesticides and polychlorinated bi-phenyls in selected fish species from Lake Tanganyika, Burundi, Africa: *Environmental Pollution* 117 (2002) 447–455.

- Maréchal.C., Poll.M., Daget.J.-P.Gosse.G.G., Teugels.D.F., & Thys van den Audenaerde. (1991). *Check-list of the freshwater fishes of Africa* (CLOFFA). ISNB, Brussels; MRAC, Tervuren; and ORSTOM, Paris. Vol. IV.
- Matthes, H. (1961). *Boulengerochromis microlepis*, a lake Tanganyika fish of economical importance. *Bull. Aquat. Biol.* 3(24):1-15.
- Matthes, H., 1966. Preliminary investigations into the biology of Lake Tanganyika Clupeid. *Fish. Res. Bull. Zambia* 4 :39-45.
- Montchowui,E.,Chikou,A.,& Philippe, M. K. (2008). Biodiversité et structure des communautés de poissons du lac Hlan au Bénin. 2(2), 196–206.
- Moore,J.(1903). The Tanganyika problem, *G.J.Vol. XXI*, No. 6: 682- 685
- Mukabo, G. (2017). Socio-économie de la pêche artisanale dans les eaux burundaises du lac Tanganyika à Mvugo et Muguruka. 11(February), 247–265.
- Mushagalusa, C. D., Nshombo.,M & Lushombo.,M. (2014).Littoral fisheries on Cichlidae (Pisces) from the northwestern part of Lake Tanganyika, East Africa, Aquatic Ecosystem Health & Management, 17:1, 41-51. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 17(1), 41–51. <https://doi.org/10.1080/14634988.2014.883893>
- Ntakimazi,G. (1995). Le rôle des écotones terre/eau dans la diversité biologique et les ressources du lac Tanganyika. *Projet UNISCO/MAB, DANIDA 510/BDI/ 40, (1991-1994)*, Rapport final, Burundi, 97p.
- Ntakimazi, G., Nzigidahera, B., Nicayenzi, F. West, K. 2000.L'Etat de la diversité biologique dans les milieux aquatiques et terrestres du delta de la Rusizi. *Etude Spéciale de Biodiversité (ESBIO), Rapport, Bujumbura.68p.*
- Niyoyitungiye .L (2019) Limnological Study of Lake Tanganyika, Africa with Special Emphasis on Piscicultural Potentiality. Biodiversity and Ecology. Assam University Silchar (Inde), 2019. English. fftel-02536191f
- Niyoyitungiye.L,Giri.A&Mishra.B.P(2020).Quantitative and qualitative analysis of phytoplankton population in relation to environmental factors at the targeted sampling stations on the Burundian littoral of Lake Tanganyika. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, AkiNik Publications, 2020, 8 (1, Part B), pp.110-121. ffhall-02462816f
- Parkinson, Petit, Perpinien.G & Philippart J.C (1999). Habitats et reproduction des poissons et processus géomorphologiques dans des rivières du bassin à fond caillouteux. Essais de synthèse et application à quelques rivières du bassin de la Meuse. *Bulletin de la société*

géographique de Liege.36p.

Patterson. G., & Makin, J. (1998). L'état de la biodiversité du Lac Tanganyika. Un examen de la littérature. Lutte contre la pollution et autres mesures visant la biodiversité du Lac Tanganyika (RAF/92/G32). Chatam, UK: *Natural Resources Institute*, 144p.

Petit.,P & Kiyuku .A. (1995). Changes in the pelagic fisheries of northern Lake Tanganyika during the 1980s.

Plisnier P.-D., Lindqvist.O.V. Hanek G (1997). Climate, limnology and fisheries changes of Lake Tanganyika. Research for the management of the fisheries on Lake Tanganyika GCP/RAF/271/FIN-TD/72

Plisnier P.D, Chitamwebwa D, Mwape L, Tshibangu K, Langenberg V & Cohen E. (1999). Limnological annual cycle inferred from physical and chemical fluctuations at three stations of Lake Tanganyika. *Hydrobiologia* 28p. 407: 45-58.

Plisnier,P.D.,Nshombo,M.,Mgana,H.,& Ntakimazi,G.(2018).Monitoring climate change and anthropogenic pressure at Lake Tanganyika. *Journal of Great Lakes Research*, 44(6), 1194–1208. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2018.05.019>

Poll,M.(1953).Poissons non Cichlidae :Résultats scientifiques de l'exploration hydrobiologique du Lac Tanganyika (1946-1947). *Inst. roy. sci. nat. Belg. vol'III, fascicule 5A*. 30A.

Poll, M. (1956). Poissons Cichlidae : Résultats scientifiques de l'exploration hydrobiologique du Lac Tanganyika (1946-1947), 3 (5b), 1-619 pp. 'Bruxelles : *Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*.

Rejsek. (2002). Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. Ed. CRDP Aquitaine. 360p.

Reynolds, J. E. 1999. Lake Tanganyika Framework Fisheries Management Plan. FAO/Norway Programme of Assistance to Developing Countries for the Implementation of the Code of Conduct for Responsible Fisheries (GCP/int/648/NOR). FAO, Rome.

Robben.J., & Thys.v.A.(1984). A preliminary study of the age and growth of the cyprinid fish *Barilius moori* Blgr. from Lake Kivu. *Hydrobiologia* 108:153-163.

Roest.F.C.(1992). The pelagic fisheries resources of Lake Tanganyika, Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Mitteilungen, 23:1, 11-15. <https://doi.org/10.1080/05384680.1992.11904003>

Scholz,C.A.,King,J.W.,Ellis.G.S.,Swart,P.K & Stager.J.C.(2003).Paleolimnology of Lake Tanganyika, East Africa, over the past 100 k yr. *Journal of Paleolimnology*, 30, 139–150.

- Searcy, S.P. & al. (2007). Is growth a reliable indicator of habitat quality and essential fish habitat for a juvenile estuarine fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 64: 681-691. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/F07-038>
- Sibomana, C & Nduwayezu, J. (2018). "Pollution and Foraging Behavior of Pied Kingfisher *Ceryle rudis* in Bujumbura Bay of Lake Tanganyika, Burundi: Conservation Implications." *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology* 3.2 332-337. Web.
- Snoeks, J. (1994). The Tanganyika problem, taxonomy and distribution of its ichthyofauna. *Arch. Hydrobiol. Limnol.* 44, 357-374.
- Sturmbauer, C., Koblmüller, S., Seif, K.M., & Duftner, N. (2005). Phylogeographic history of the genus *Tropheus*, a lineage of rock-dwelling cichlid fishes endemic to Lake Tanganyika. *Hydrobiologia*, 542, 335-366.
- Sturmbauer, C., Fuchs, C., Harb, G., Damm, E., Duftner, N., Maderbacher, M., Koch, M. & Koblmüller, S. (2008). Abundance, distribution, and territory areas of rock-dwelling Lake Tanganyika cichlid fish species. In: Wilke T., Väinölä R., Riedel F. (eds) *Patterns and Processes of Speciation in Ancient Lakes*. Developments in Hydrobiology, vol 205. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9582-5_5
- Sweke, A.E., Julius, M. A., Takashi, M., & Abdillahi, C. (2012). Fish diversity and abundance of lake tanganyika: *Comparison between Protected Area* (Mahale Mountains National Park) and Unprotected Areas.
- Takeuchi, Y., Ochi, H., Kohda, M., Sinyinza, D. & Hori, M. (2010). A 20-year census of a rocky littoral fish community in Lake Tanganyika. *Ecology of Freshwater Fish 2010: 19: 239-248*. 2010 John Wiley & Sons A/S. 239-248. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2010.00408.x>
- Tiercelin, J.-J. & Mondeguer, A. (1991). The geology of the Tanganyika trough. pp 7-48. In: Coulter, G.W. (ed) *Lake Tanganyika and its Life*. Oxford University Press, London.
- Van der Knaap, M., Katonda, K. I., & De Graaf, G. J. (2014). Lake Tanganyika fisheries frame survey analysis: Assessment of the options for management of the fisheries of Lake Tanganyika. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 17(1), 37-41. <https://doi.org/10.1080/14634988.2014.882733>
- Van, S.M., Vanhove, M., Muzumani, D., Mulimbwa, N.T., Muterezi, B.F., Pariselle, A., Gillardin, C., Vreven, E., Raeymaekers, J.A.M., Huysse, T., Volckaert, F.A.M., Nshombo, V., & Snoeks, J. (2011). A recent inventory of the fishes. *41*, 201-214. <https://doi.org/10.3750/AIP2011.41.3.08>
- Vandelannoote, A., Robberecht, H., Deelstra, H., Vyumvuhore, F., Bitetera, L., & Ollevier, F. (1995). The impact of the River Ntampangwa, the most polluted Burundian affluent of Lake Tanganyika, on the water quality of the lake. *Hydrobiologia*. 328, 161-171.

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

Whitehead, P.J.P., 1985.FAO specis catalogue.Vol.7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeioides). An annotated and illustrated catalogue of herrings, sardines, pilchards, sparts, shads, anchovies and wolf-herrings.FAO Fish.Synop.125(7/1):1-303 R

Site web:www.fishbase.

ANNEXES

Annexe II : Liste des espèces les plus abondantes au cours de l'échantillonnage

Espèces	Ntahangwa										Kayobera										Total	
	19 Dec		19J		19Fv		17Mrs		22 Av		20 Dec		20J		18 Fv		18 Mrs		21 Av			
	Nb	p	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P
<i>Trematocara variable</i>	75	254	700	2070	419	2646	303	613	80	244	2	2	2	8					11	25	1592	5862
<i>Xenotilapia sima</i>	25	154	138	957	3	25	7	23	41	327	25	125			166	1308	34	171	16	114	455	3204
<i>Bathybagrus sianenna</i>	55	550	48	500	25	216	5	17	12	84	1	13			2	17	5	42	88	241	241	1680
<i>Triglachromis otostigma</i>					1	84			2	12	1	3	8	34	49	367	35	237	3	19	99	756
<i>Limnothrissa miodon</i>	1	13			1	3					4	32	30	375	33	340	10	127	1	5	80	895
<i>Bathybates minor</i>	5	32	58	379	7	37	1	2	1	3			1	13							73	466
<i>Callochromis macrops</i>											1	6	10	34	4	29	2	10	14	55	31	134
<i>Reganochromis calliurus</i>							14	76					11	43	6	26					31	145
<i>Limnochromis auritus</i>	1	42			1	4					1	5	1	33	22	212	3	23	1	24	30	343
<i>Acapoeta tanganyicae</i>																			26	703	26	703
<i>Xenotilapia ochrogenys</i>											8	88	12	94							20	182
<i>Bathybates leo</i>					12	98	1	3													13	101
<i>Boulengerochromis microlepis</i>											1	4	6	97	4	77	1	4	1	18	13	200
<i>Lamprologus callipterus</i>															1	3	10	53	2	10	13	66
<i>Haplotaxodon microlepis</i>					11	82			1	6											12	88
<i>Lepidolamprologus elongatus</i>											9	85	1	10			1	19			11	114
<i>Astatotilapia stappersii</i>											1	9					6	62			7	71
Total	162	1045	944	3906	480	3195	331	734	137	676	54	372	82	741	287	2379	107	748	163	1214	2747	15010

ANNEXE III : Liste des espèces d'importance socio-économique

Espèces	Ntakangwa										Kayobera										Total	
	19 Dec		19 J		19 Fv		17 Mrs		22 Av		20 Dec		20 Jv		18Fv		18 Mrs		21 AV			
	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	P	Nb	Pds
<i>Limnothrissa miodon</i>	1	13			1	3					4	32	30	375	33	340	10	127	1	5	80	895
<i>Lepidolamprologus attenuatus</i>																	7	39			7	39
<i>Bathybates ferox</i>															6	71					6	71
<i>Gnathochromis pfefferi</i>													6	20							6	20
<i>Lepidolamprologus cunningtoni</i>													2	10	3	36			1	4	6	50
<i>Chrysichthys brachynema</i>					2	18	2	13			1	30					2	12			7	73
<i>Raimas morii</i>											1	10							4	108	5	118
<i>Limnotilapia dardenii</i>															4	32					4	32
<i>Trematocara caparti</i>															3	19			1	6	4	25
<i>Mastacembellus frenatus</i>			4	188																	4	188
<i>Bathybates fasciatus</i>									3	60											3	60
<i>Lamprologus elongatus</i>													3	32							3	32
<i>Tylochromis polylepis</i>											1	10	1	7	1	12					3	29
<i>Variabilichromis moorii</i>																	2	13	1	6	3	19
<i>Lates mariae</i>									1	28	1	36							1	17	3	81
<i>Mastacembellus cunningtoni</i>	2	239															1	22			3	261
<i>Callochromis pleurospilus</i>													2	10							2	10
<i>Cardiopharynx schoutedeni</i>													2	18							2	18
<i>Ctenochromis horei</i>																			2	17	2	17
<i>Haplotaxodon tricoti</i>					1	9									1	9					2	18
<i>Lates angustifrons</i>																			2	38	2	38
<i>Haplochromis burtoni</i>																			1	8	1	8
<i>Perissodus microlepis</i>																	1	3			1	3
<i>Telmatochromis temporalis</i>															1	5					1	5
Total	3	252	4	188	4	30	2	13	4	88	8	118	46	472	52	524	23	216	14	209	160	2110

Annexe V : Illustrations de quelques espèces échantillonnées aux sites étudiés



Limnochromis auritus



Xenotilapia sima



Bathybates minor



Mastacembellus cunningtonni



Haplochromis burtoni



Lamprologus callipterus