

Facteurs de conditions et relations poids-longueurs des poissons du lac Kivu, Afrique de l'Est

Akonkwa BALAGIZI^{1,3*}, Simon AHOANSOU MONTCHO³, Nshombo MUDERHWA²
et Philippe LALEYE³

¹ Faculté des Sciences, Département de Biologie, Université Officielle de Bukavu, BP 570 Bukavu, RD Congo

² Centre de Recherche en Hydrobiologie, Département de Biologie, Uvira, BP 73 Uvira, RD Congo

³ Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Aquaculture, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

* Correspondance, courriel : akonkwabalagizi@yahoo.fr

Résumé

Les facteurs de conditions et les relations poids-longueurs des poissons du lac Kivu ont été étudiés à partir d'un échantillon de 7791 spécimens répartis en 23 espèces et 5 familles. Les individus de plus grandes tailles appartiennent aux espèces *Clarias gariepinus* (LT : 11,4 - 92,2 cm ; PT : 10,6 - 3081,7 g) et *Clarias liocephalus* (LT : 22,5 - 31,8 cm ; PT : 221,3 - 502,1 g). La distribution des fréquences de longueurs a été unimodale chez toutes les espèces à l'exception de *C. gariepinus* dont la distribution a été de type bimodal. Le coefficient a des relations poids-longueurs, varie de 0,005 (*Limnothrissa miodon* et *Haplochromis nigroides*) à 0,014 (*Haplochromis olivaceus*) et le coefficient b , de 2,87 (*C. gariepinus*) à 3,501 (*H. nigroides*). La croissance est allométrique positive chez 12 espèces, allométrique négative chez 4 espèces et isométrique chez 4 autres espèces. Les facteurs de condition K moyens sont compris entre 0,5 (*L. miodon* et *H. nigroides*) et 1,4 (*H. olivaceus*).

Mots-clés : poissons, lac Kivu, fréquences de longueurs, croissance, facteurs de conditions.

Abstract

Conditions factors and length-weight relationships of fish in Lake Kivu, East Africa

Conditions factors and length-weight relationships of Lake Kivu fishes have been studied from a sample of 7791 specimens representing 23 fish species and 5 families. Individuals of larger sizes belong to the species *Clarias gariepinus* (TL : 11.4 - 92.2 cm, TW : 10.6 - 3081.7 g) and *Clarias liocephalus* (TL : 22.5 - 31.8 cm, TW : 221.3 - 502.1 g). The lengths frequency distribution was unimodal for all species except *C. gariepinus* which distribution was bimodal. The coefficient a of the length-weight relationships ranging from 0.005 (*Limnothrissa miodon* and *Haplochromis nigroides*) to 0.014 (*Haplochromis olivaceus*) and the coefficient b , from 2.87 (*C. gariepinus*) to 3,501 (*H. nigroides*). Growth is allometric positive for 12 species, allometric negative for 4 species and isometric for 4 other species. The average condition factors K are between 0.5 (*L. miodon* and *H. nigroides*) and 1.4 (*H. olivaceus*).

Keywords : fish, lake Kivu, lengths frequency, growth, condition factors.

1. Introduction

La croissance des poissons se manifeste par des variations de poids et de longueur et il existe d'ailleurs une relation étroite entre ces deux variables [1 - 3]. Cette relation est souvent utilisée en biologie des pêches, dans l'évaluation des stocks halieutiques [4 - 7] et constitue un indice important dont la modification peut entraîner d'importantes conséquences sur la biologie, la génétique et les interactions entre espèces d'une communauté de poissons. La relation poids-longueur facilite les estimations de biomasse à partir des tailles individuelles et du facteur de condition dans les populations piscicoles [8]. Les paramètres de cette relation permettent également de comparer diverses populations d'une même espèce vivant dans des écosystèmes similaires ou différents [8 - 10]. Au lac Kivu, à part l'étude de [11] sur la croissance, la reproduction et l'exploitation de *Limnothrissa miodon* dans le bassin de Bukavu, rares sont les recherches qui ont traité des paramètres morphométriques de son Ichtyofaune. Les conditions environnementales changeant dans cet écosystème [12], une bonne connaissance des paramètres morphométriques, en particulier ceux de la relation poids-longueur chez différentes espèces, semble capitale en vue d'une gestion durable des ressources halieutiques du lac Kivu. L'objectif principal de cette étude est de contribuer à la détermination des caractéristiques morphométriques des poissons du lac Kivu. Spécifiquement, les poids, les longueurs individuelles ainsi que la distribution de leurs fréquences, les relations poids-longueurs et les facteurs de condition chez les espèces de poissons du lac Kivu sont déterminés.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

Le lac Kivu est situé au sud de l'équateur entre $1^{\circ}34'$ et $2^{\circ}30'S$ et $28^{\circ}50'$ et $29^{\circ}23'E$. Avec une superficie de 2370 km^2 , une profondeur maximale de 489 m et une profondeur moyenne de 240 m, il constitue une frontière naturelle entre la République Démocratique du Congo et la République du Rwanda [13]. C'est un lac de montagne situé entre de très hauts sommets voisins de l'équateur au centre d'une région très pluvieuse. Environ 161 km le sépare du lac Tanganyika, dans lequel il se déverse via la rivière Ruzizi au point le plus élevé de la vallée du Rift Est-Africain à 1500 m d'altitude.

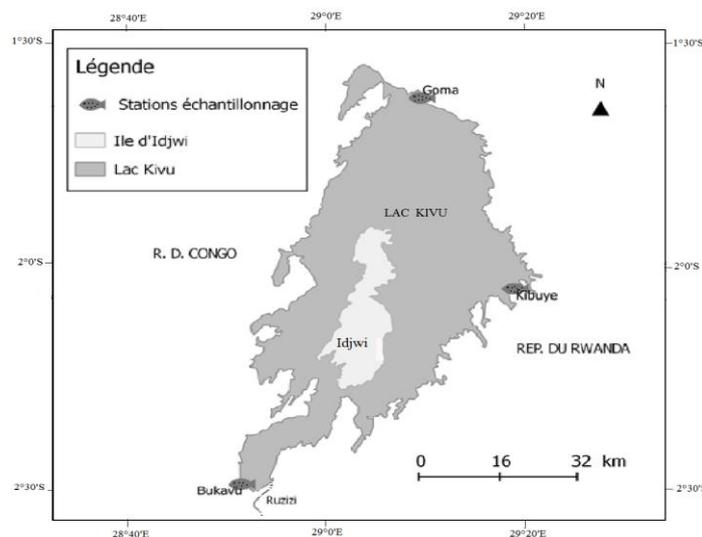


Figure 1 : Localisation des stations d'échantillonnage au lac Kivu

2-2. Échantillon et collecte de données

2-2-1. Échantillonnage des poissons

Les échantillons sont issus des captures des pêches expérimentales et artisanales et ont été réalisés mensuellement de 2012 à 2014 aux trois stations d'échantillonnage (**Figure 1**), chaque fois au niveau de la côte, du littoral et du pélagique. Les poissons ont été ensuite conservés au frais en attendant les traitements de laboratoire.

2-2-2. Mesure des poissons

Au total, 7791 individus appartenant à 23 espèces, 7 genres et 5 familles, ont été traités. Pour chaque spécimen de poisson, la longueur totale LT et la longueur standard LS (**Figure 2**), ont été mesurées à 1 mm près à l'aide d'un ichtyomètre. Le poids total PT et le poids éviscéré PE ont été estimés à 0,01 g près à l'aide d'une balance électronique Mettler.

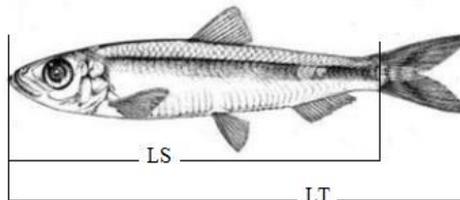


Figure 2 : Schéma des mesures de la longueur totale (LT) et de la longueur standard (LS) effectuées sur les poissons

2-3. Traitement des données

2-3-1. Relation entre la longueur totale et la longueur standard

La relation entre la longueur totale et la longueur standard a été établie par la régression linéaire selon la méthode des moindres carrés. En situation de perte accidentelle de la nageoire caudale, l'**Équation (1)** est utilisée pour estimer la longueur totale :

$$LT = a + bLS \tag{1}$$

a étant l'ordonnée à l'origine et *b* la pente de la droite de régression

2-3-2. Relation entre le poids total et la longueur totale du corps

La relation entre la longueur totale et le poids total chez les poissons est, en général, une fonction puissance [1] :

$$PT = aLT^b \tag{2}$$

Cette **Équation** est linéarisée sous la forme de

$$\ln PT = \ln a + b \ln LT \tag{3}$$

où *Ln* est le logarithme népérien, *PT* le poids corporel en g, *LT* la longueur totale en cm, *a* l'ordonnée à l'origine et *b* la pente de la droite de régression.

Cette transformation permet de réduire la variabilité et d'homogénéiser les deux variables LT et PT [14]. Les constantes a et b sont respectivement des facteurs caractéristiques du milieu et de l'espèce. Le coefficient b varie entre 2 et 4, mais il est souvent proche de 3. Lorsqu'il est statistiquement égal à 3, la croissance est dite isométrique. Lorsqu'il est différent de 3, la croissance est dite allométrique. Un coefficient b supérieur à 3 (allométrie positive) indique une meilleure croissance en poids qu'en longueur et inversement lorsque b est inférieur à 3 (allométrie négative) [15].

2-3-3. Calcul des facteurs de condition

Le facteur ou coefficient de condition K exprime le rapport entre le poids et la longueur du poisson. Il est donné par la **Formule** de [16] :

$$K = \frac{PT}{LT^b} * 100 \quad (4)$$

avec, PT et LT les variables utilisées pour établir la relation poids-longueur de l'espèce, b étant le coefficient d'allométrie obtenu.

2-3-4. Analyses statistiques des données

Les analyses de variance à un critère de classification ont été réalisées avec le logiciel STATISTICA (version 6.1). Le logiciel Statview (version 1992-98 SAS Institute INC) a été utilisé pour l'extraction des variables morphométriques et l'élaboration des fréquences des distributions des longueurs de toutes les espèces de poisson. Il a également servi dans l'établissement des relations morphométriques à partir des **Équations** de régression pour les espèces de poisson représentées par plus de 15 spécimens dans l'échantillon. Le test t de Student a été utilisé pour comparer la valeur b à 3 dans la relation poids-longueur chez les individus des différentes espèces. Le test de Shapiro-Wilk (W) a permis de vérifier la normalité de la distribution des valeurs de K [17]. Tous les tests ont été faits au seuil de 95 % de signification.

3. Résultats

3-1. Variables morphométriques

Le **Tableau 1** présente les valeurs minimales, moyennes et maximales de la longueur totale, de la longueur standard et des poids corporels total et éviscéré de 7791 spécimens appartenant aux 23 espèces et 5 familles. L'espèce *Limnothrissa miodon* a été représentée par le plus grand nombre de spécimens (3782) tandis que l'espèce *Tilapia rendalli* a été représentée par 1 spécimen. En moyenne, la longueur et le poids corporels les plus élevés ont été relevés sur les *Clarias* (*C. liocephalus* et *C. gariepinus*): LT 22,5 - 31,8 cm et PT 221,3 - 502,1 g chez *C. liocephalus*; LT 11,4 - 92,2 cm et PT 10,6 - 3081,7 g chez *C. gariepinus*. La plus petite longueur (6,2 cm) et poids (2,4 g) corporels moyens ont été notés chez *Enteromius kerstenii*.

Tableau 1 : Variables morphométriques des poissons du lac Kivu

N = nombre d'individus, *LT* = longueur totale en cm, *LS* = longueur standard en cm, *PT* = poids corporel total en g, *PE* = poids corporel éviscéré en g, *Max.* = maximum, *Min.* = minimum, *Moy.* = moyenne

Familles	Espèces	n	LT Moy.	LT Min.	LT Max.	LS Moy.	LS Min.	LS Max.	PT Moy.	PT Min.	PT Max.	PE Moy.	PE Min.	PE Max.
Clariidae	<i>Clarias gariepinus</i>	40	31,1	11,4	92,2	26,9	8,1	82,5	396,7	10,60	3081,7	365,7	8,85	2796,3
	<i>Clarias liocephalus</i>	4	26,7	22,5	31,8	22,9	19	27,5	349,9	221,3	502,1	323,9	203,9	461,3
Cyprinidae	<i>Enteromius kerstenii</i>	14	6,2	5,1	7,7	4,8	4,0	6,0	2,40	1,39	3,8	1,98	1,17	3,4
Cichlidae	<i>Haplochromis adolphifrederici</i>	112	7,4	3,9	10,7	5,8	3,0	8,5	5,57	0,68	17,0	4,99	0,62	14,4
	<i>Haplochromis astatodon</i>	122	7,5	4,4	10,2	6,0	3,5	8,9	5,88	0,98	13,2	5,24	0,90	12,6
	<i>Haplochromis crebridens</i>	382	6,9	4,2	10,5	5,4	3,0	8,6	4,35	0,78	17,1	3,94	0,71	15,7
	<i>Haplochromis gracilior</i>	349	7,3	4,1	10,5	5,8	3,1	8,6	4,84	0,69	13,4	4,41	0,64	11,4
	<i>Haplochromis graueri</i>	333	7,6	4,2	13,7	6,0	3,1	11,1	5,95	0,76	50,0	5,31	0,67	43,0
	<i>Haplochromis insidiae</i>	163	7,4	4,4	9,5	5,8	3,5	7,6	4,83	0,90	10,1	4,40	0,81	9,3
	<i>Haplochromis kamiranzovu</i>	297	7,4	3,9	9,6	5,9	3,0	7,7	4,99	0,68	15,1	4,56	0,62	13,1
	<i>Haplochromis microchrysomelas</i>	110	7,0	4,5	8,5	5,5	3,5	7,0	4,22	1,00	9,4	3,88	0,90	8,1
	<i>Haplochromis nigroides</i>	128	6,8	4,2	7,7	5,4	3,2	6,2	4,46	0,93	8,3	3,96	0,81	7,0
	<i>Haplochromis occulidens</i>	45	7,6	5,1	9,4	6,0	4,1	7,5	5,27	1,43	9,7	4,82	1,29	9,5
	<i>Haplochromis olivaceus</i>	81	7,2	4,5	9,1	5,8	3,4	7,9	4,77	0,96	9,2	4,29	0,84	8,5
	<i>Haplochromis paucidens</i>	146	7,6	4,1	10,8	6,0	3,1	8,7	5,84	0,78	18,5	5,23	0,69	15,5
	<i>Haplochromis rubescens</i>	159	7,0	4,5	11,5	5,6	3,5	9,6	4,87	1,00	27,5	4,33	0,90	24,6
	<i>Haplochromis scheffersi</i>	139	7,2	4,5	8,8	5,6	3,5	7,0	5,03	0,93	9,8	4,50	0,83	8,6
	<i>Haplochromis vittatus</i>	58	8,6	4,5	20,0	6,9	3,4	16,1	11,1	1,06	100,4	9,81	0,91	89,7
	<i>Oreochromis macrochir</i>	18	13,8	7,8	19,7	10,9	6,0	15,5	57,1	5,10	135,0	49,32	4,79	111,0
	<i>Oreochromis niloticus</i>	175	11,8	2,8	25,1	9,2	2,0	20,0	42,6	0,45	290,0	36,96	0,38	265,8
	<i>Tilapia rendalli</i>	1	7,7	7,7	7,7	6,0	6,0	6,0	8,20	8,17	8,2	6,22	6,22	6,2
Poeciliidae	<i>Lamprichthys tanganicus</i>	970	8,6	2,3	13,2	7,0	1,7	11,0	5,00	0,13	17,2	4,52	0,12	15,9
Clupeidae	<i>Limnothrissa miodon</i>	3782	7,7	1,5	14,3	6,2	1,4	11,8	4,40	0,01	23,7	3,78	0,01	18,7

3-2. Structure générale par tailles des poissons

La **Figure 3** présente les différentes distributions des fréquences des longueurs des 21 espèces de poisson du lac Kivu. A l'exception de *Clarias gariepinus* qui a montré une distribution bimodale, toutes les autres espèces ont présenté une distribution unimodale.

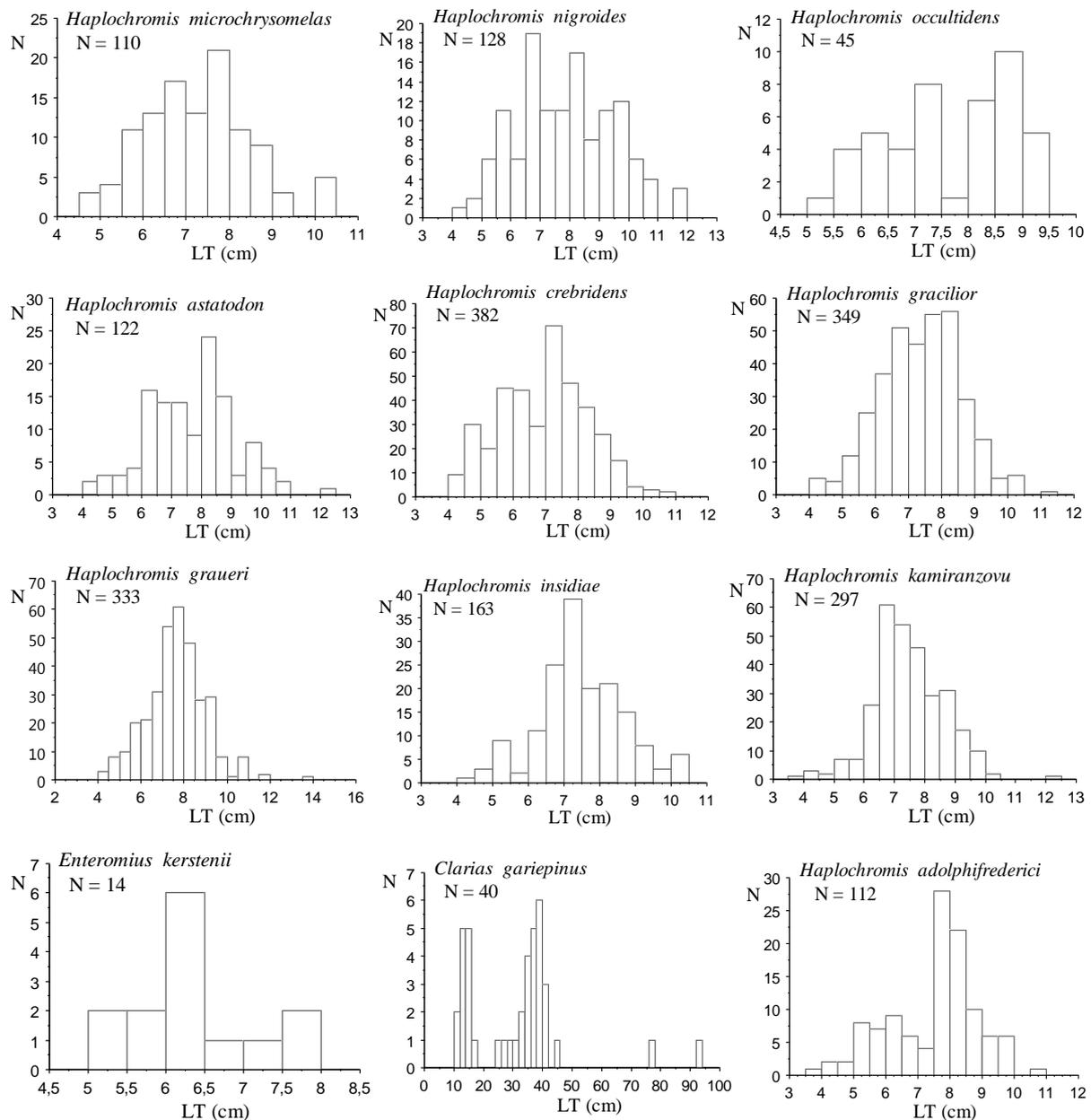


Figure 3 : Distribution des fréquences des longueurs des poissons du lac Kivu
N = nombre d'individus, *LT* = longueur totale

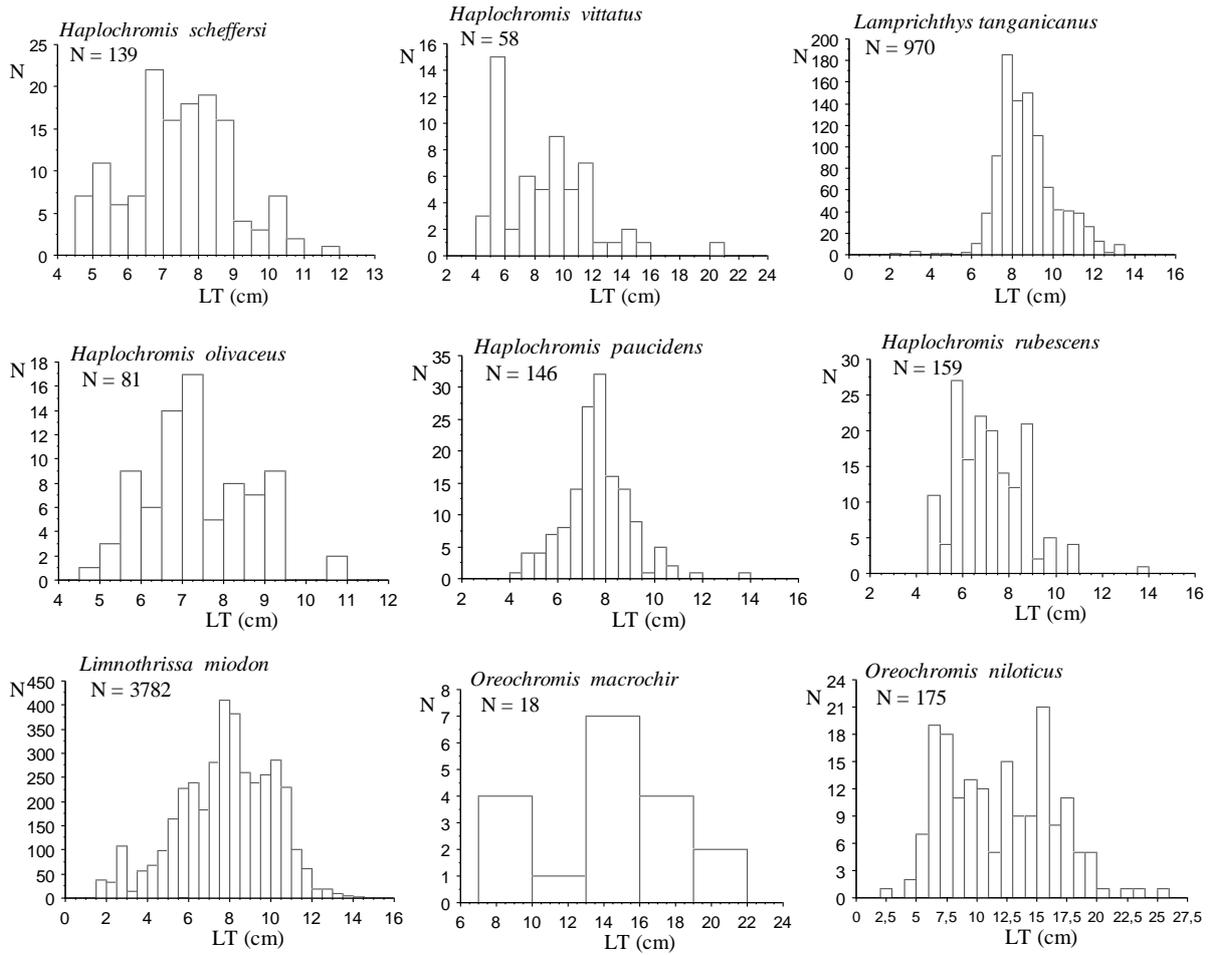


Figure 3 (Fin).

3-3. Relations morphométriques

Dans le **Tableau 2**, sont présentées les relations entre la longueur totale et la longueur standard, les relations entre ces deux longueurs et le poids total corporel, les **Équations** de régression entre la longueur totale, la longueur standard et le poids total, ainsi que le coefficient de détermination r^2 . La corrélation est positive, r^2 variant de 0,857 (*H. occultidens*) à 0,990 (*O. niloticus*) pour une moyenne générale de 0,933 (**Figure 4C**) avec $p < 0,001$. La relation entre la longueur totale et le poids total a traduit, d'une part une croissance allométrique positive ($b > 3$; test *t* de Student : $p = 0,05$) chez *H. adolphifrederici*, *H. astatodon*, *H. crebridens*, *H. graueri*, *H. microchrysomelas*, *H. nigroides*, *H. rubescens*, *H. scheffersi*, *H. vittatus*, *O. macrochir*, *O. niloticus* et *L. miodon*; d'autre part une croissance allométrique négative ($b < 3$; test *t* de Student : $p = 0,05$) chez *C. gariepinus*, *H. occultidens*, *H. olivaceus* et *L. tanganicanus*. La croissance a été de type isométrique ($b = 3$; test *t* de Student : $p = 0,05$) pour les espèces *H. gracilior*, *H. insidiae*, *H. kamiranzovu* et *H. paucidens*.

Tableau 2 : Relations morphométriques et types de croissance (TC) chez 20 espèces de poisson (des échantillons de plus de 15 spécimens) du lac Kivu
 A+ = croissance allométrique positive, A- = croissance allométrique négative, I = croissance isométrique

Familles	Espèces	n	LT = a + bLS	ES(b)	r ²	LnPT = lna + blnLS	ES(b)	r ²	LnPT = lna + blnLT	ES(b)	r ²	Kmoy	Kmin	Kmax	TC
Clariidae	<i>Clarias gariepinus</i>	40	1,393 + 1,106LS	0,008	0,998	-3,327 + 2,660LnLS	0,091	0,958	-4,454 + 2,870LnLT	0,080	0,971	1,2	0,7	2,0	A-
Cichlidae	<i>Haplochromis adolphifrederici</i>	112	0,431 + 1,198LS	0,017	0,978	-3,766 + 3,038LnLS	0,074	0,939	-4,837 + 3,207LnLT	0,067	0,954	0,8	0,6	1,0	A+
	<i>Haplochromis astatodon</i>	122	0,511 + 1,177LS	0,015	0,981	-3,661 + 2,976LnLS	0,079	0,922	-4,728 + 3,160LnLT	0,074	0,938	0,9	0,7	1,2	A+
	<i>Haplochromis crebridens</i>	382	0,348 + 1,196LS	0,009	0,978	-3,783 + 3,016LnLS	0,038	0,943	-4,773 + 3,166LnLT	0,038	0,949	0,8	0,7	1,0	A+
	<i>Haplochromis gracilior</i>	349	0,416 + 1,191LS	0,010	0,974	-3,638 + 2,922LnLS	0,042	0,933	-4,584 + 3,053LnLT	0,086	0,934	1,0	0,9	1,2	I
	<i>Haplochromis graueri</i>	333	0,587 + 1,161LS	0,011	0,969	-3,709 + 2,990LnLS	0,052	0,907	-4,862 + 3,218LnLT	0,052	0,921	0,8	0,6	0,9	A+
	<i>Haplochromis insidiae</i>	163	0,546 + 1,177LS	0,020	0,956	-3,576 + 2,88Ln9LS	0,057	0,942	-4,563 + 3,035LnLT	0,056	0,948	1,0	0,8	1,3	I
	<i>Haplochromis kamiranzovu</i>	297	0,395 + 1,193LS	0,013	0,968	-3,683 + 2,948LnLS	0,050	0,922	-4,554 + 3,042LnLT	0,049	0,929	1,1	0,9	1,3	I
	<i>Haplochromis microchrysomelas</i>	110	0,547 + 1,167LS	0,027	0,945	-3,997 + 3,121LnLS	0,112	0,879	-4,988 + 3,251LnLT	0,119	0,873	0,7	0,4	1,1	A+
	<i>Haplochromis nigroides</i>	128	0,319 + 1,214LS	0,020	0,967	-4,279 + 3,395LnLS	0,119	0,867	-5,291 + 3,501LnLT	0,125	0,861	0,5	0,3	0,8	A+
	<i>Haplochromis occultidens</i>	45	0,782 + 1,129LS	0,035	0,961	-3,090 + 2,604LnLS	0,163	0,857	-4,379 + 2,944LnLT	0,146	0,905	1,3	0,7	2,3	A-
	<i>Haplochromis olivaceus</i>	81	0,691 + 1,135LS	0,035	0,928	-3,137 + 2,641LnLS	0,106	0,886	-4,290 + 2,919LnLT	0,094	0,924	1,4	0,9	2,0	A-
	<i>Haplochromis paucidens</i>	146	0,587 + 1,159LS	0,022	0,954	-3,552 + 2,871LnLS	0,076	0,907	-4,508 + 3,044LnLT	0,084	0,902	1,1	0,8	1,5	I
	<i>Haplochromis rubescens</i>	159	0,305 + 1,211LS	0,012	0,985	-3,898 + 3,097LnLS	0,056	0,952	-4,769 + 3,168LnLT	0,055	0,955	0,8	0,7	1,0	A+
	<i>Haplochromis scheffersi</i>	139	0,218 + 1,231LS	0,020	0,966	-3,882 + 3,120LnLS	0,071	0,934	-4,727 + 3,170LnLT	0,074	0,931	0,9	0,7	1,2	A+
	<i>Haplochromis vittatus</i>	58	0,180 + 1,224LS	0,014	0,993	-3,820 + 3,014LnLS	0,072	0,969	-4,683 + 3,101LnLT	0,071	0,972	0,9	0,7	1,2	A+
	<i>Oreochromis macrochir</i>	18	0,175 + 1,287LS	0,027	0,993	-4,238 + 3,376LnLS	0,241	0,924	-4,990 + 3,355LnLT	0,230	0,930	0,7	0,2	2,4	A+
<i>Oreochromis niloticus</i>	175	0,609 + 1,216LS	0,007	0,994	-3,410 + 3,035LnLS	0,023	0,990	-4,549 + 3,185LnLT	0,024	0,990	1,1	0,9	1,2	A+	
Poeciliidae	<i>Lamprichthys tanganicanus</i>	970	0,213 + 1,214LS	0,007	0,969	-4,079 + 2,892LnLS	0,031	0,897	-4,764 + 2,915LnLT	0,031	0,901	0,9	0,7	1,0	A-
Clupeidae	<i>Limnothrissa miodon</i>	3782	0,152 + 1,213LS	0,002	0,987	-4,994 + 3,384LnLS	0,010	0,969	-5,221 + 3,150LnLT	0,012	0,962	0,5	0,5	0,6	A+

3-4. Facteurs de condition et variation des valeurs de a , b et r^2

Les valeurs du coefficient a de la relation entre la longueur totale et le poids total, ont varié de 0,005 (*L. miodon* et *H. nigroides*) à 0,014 (*H. olivaceus*) avec une moyenne générale de 0,009 (**Figure 4A**); celles de b , de 2,87 (*C. gariepinus*) à 3,501 (*H. nigroides*) (**Figure 4B**). Quant aux valeurs des facteurs de condition K moyens, elles ont été comprises entre 0,5 (*L. miodon* et *H. nigroides*) et 1,4 (*H. olivaceus*) avec une moyenne générale de 0,91 (**Figure 4D**). La distribution des valeurs de K moyens n'est pas normale (test de Shapiro-Wilk, $n = 20$, $W = 0,97$, $p = 0,7577$), 30 % des valeurs étant comprises entre 0,88 et 1,01; et seulement 5 % entre 1,14 et 1,27 (**Figure 4E**).

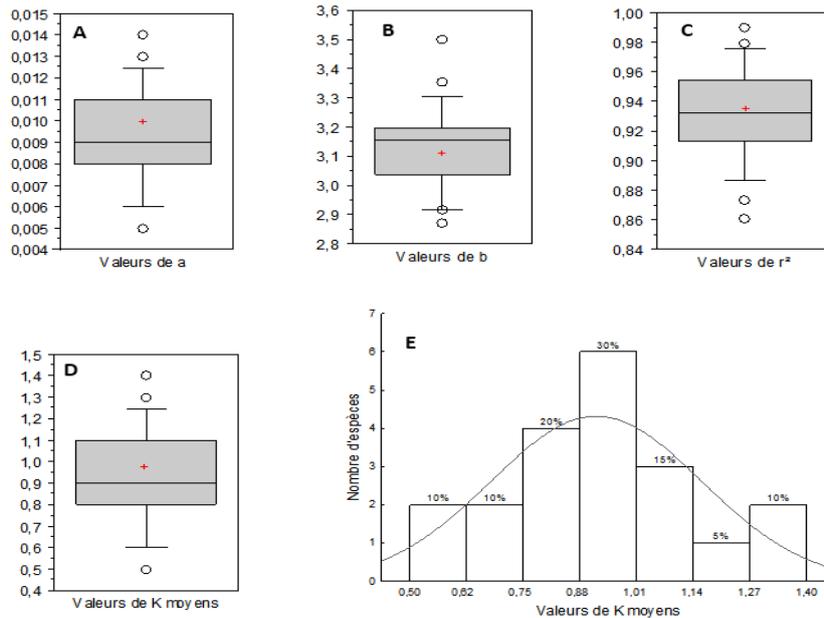


Figure 4 : La variation des valeurs de a , b , et r^2 , et la distribution des valeurs de K moyens des poissons du lac Kivu

4. Discussion

L'espèce *Limnothrissa miodon* a été plus abondante que les autres espèces. Ceci corrobore l'idée que l'espèce domine plus dans les eaux pélagiques du lac Kivu [18,19]. Les tailles corporelles les plus élevées, ont été relevées sur les *Clarias* (*C. liocephalus* et *C. gariepinus*). Dans le même milieu, au lac Kivu, [12] avaient signalé des tailles semblables chez *C. gariepinus* avec une longueur asymptotique (L^∞) de 102,8 cm. Par ailleurs, dans la rivière Pendjari (au Bénin), [17] avait noté des longueurs totales de 10,4 à 71,2 cm et des poids totaux de 8,5 à 3500 g pour le poisson *C. gariepinus*. Dans le delta de l'Ouémé (Bénin), [20] avaient également trouvé des longueurs moyennes de $24,4 \pm 7,1$ cm et $24,3 \pm 8,9$ cm respectivement pour les femelles et les mâles de *C. gariepinus*. Des longueurs totales de $42,40 \pm 0,58$ cm et des poids totaux de $507,02 \pm 26,26$ g ont été également signalés sur les individus de la même espèce dans la rivière Ogbese au sud-ouest du Nigéria [21]. La taille relativement supérieure du *C. gariepinus* au lac Kivu, serait due aux conditions environnementales favorables à la bonne croissance de cette espèce dans ses eaux. Les plus faibles longueurs et poids corporels ont été ceux de l'espèce *Enteromius kerstenii* avec des longueurs totales comprises entre 5,1 et 7,7 cm et des poids totaux comprises entre 1,4 et 3,8 g. [22] avait signalé des tailles semblables pour cette espèce au lac Kivu, avec une longueur maximale de 8,5 cm. [12] ont aussi estimé sa longueur asymptotique (L^∞) à 11,7 cm au lac Kivu. Des 23 espèces de poisson, seule *C. gariepinus*

a montré une distribution de fréquence de taille bimodale ; ce qui s'accorde bien avec les résultats de [17] qui avait trouvé le même mode de distribution de tailles chez la même espèce dans la rivière Pendjari au Bénin. Ce résultat n'est pas conforme à ceux obtenus par [23, 24], respectivement dans le delta de l'Ouémé (Afrique de l'Ouest) et en amont du delta d'Okavango (Botswana), qui ont trouvé des distributions de fréquence de taille à prédominance unimodales chez la même espèce. Ces différences seraient la conséquence des différences très marquées de la croissance individuelle chez cette espèce [14] et des conditions environnementales différentes entre milieux de vie. Elles découleraient aussi des différences entre pratiques de pêche utilisées lors de la capture des échantillons. Pour les autres espèces, y compris *Limnothrissa miodon*, la distribution a été unimodale alors que [11] avait noté une distribution en grande partie bimodale chez *L. miodon* du lac Kivu. Cette différence serait due aux modifications environnementales en cours dans cet écosystème aquatique, notamment celles en rapport avec la compétition et le changement dans les préférences alimentaires des poissons suite à l'introduction des nouvelles espèces [12, 19]. Une croissance allométrique positive a été notée chez *H. adolphifrederici*, *H. astatodon*, *H. crebridens*, *H. graueri*, *H. microchrysomelas*, *H. nigroides*, *H. rubescens*, *H. scheffersi*, *H. vittatus*, *O. macrochir*, *O. niloticus* et *L. miodon*. Elle a été de type allométrique négative chez *C. gariepinus*, *H. occultidens*, *H. olivaceus* et *L. tanganicanus*, et isométrique chez *H. gracilior*, *H. insidiae*, *H. kamiranzovu* et *H. pauciden*. Les valeurs du facteur de condition K moyens sont comprises entre 0,5 (*L. miodon* et *H. nigroides*) et 1,4 (*H. olivaceus*). [11] avait trouvé une croissance allométrique négative ($b = 2,7$) et une valeur moyenne de facteur de condition de 0,8 chez *L. miodon* du lac Kivu, bassin de Bukavu.

Dans la partie nord du lac Kivu, [25] avait signalé des valeurs de b situées entre 2,11 et 3,42 pour des *L. miodon* de longueur supérieure à 8 cm. La variation d'une année à l'autre de la valeur de b , ainsi que des facteurs de condition, traduirait l'influence différemment exercée par le milieu sur les catégories de tailles considérées [11]. La prédominance de la croissance allométrique positive ($b > 3$) chez bon nombre des espèces de poissons du lac Kivu, résulterait des ressources alimentaires suffisantes, soutenues par une bonne productivité primaire de ce lac [26]. De nos résultats, il ressort que les valeurs $b = 3,185$ et $K = 1,1 \pm 0,2$ notées chez *O. niloticus*, sont proches de celles rapportées par [27] sur les aspects biologiques d'*O. niloticus* ($b = 3,067$; $K = 1,49 \pm 0,34$) nouvellement introduits (1995) dans le lac Toho au Bénin. Le régime alimentaire d'*O. niloticus* étant à prédominance herbivore, la forte productivité phytoplanctonique du lac Kivu [26] y justifie leur bonne croissance. Dans la partie kenyane du lac Victoria, [28] avaient également signalé une croissance allométrique positive (b variant de 3,08 à 3,32 et 3,07 à 3,22 respectivement chez les mâles et femelles) et des valeurs de K comprises entre 0,92 et 1,07 chez le tilapia *O. niloticus*. [29] avaient aussi noté une croissance allométrique positive ($b = 3,01$) et un facteur K moyen de 1,09 chez *O. niloticus* de la vallée de Wadi Hanifah à Riyad (Arabie Saoudite). En ce qui concerne *Clarias gariepinus*, la croissance a été allométrique négative. Signalons que dans le delta de l'Ouémé (Bénin), [14] avait également noté une croissance allométrique négative ($b = 2,845$) chez *C. gariepinus*. Le même type de croissance ($b = 2,560$ en saison pluvieuse et $b = 2,980$ en saison sèche) a été constaté chez *C. gariepinus* du réservoir de Boalin au Burkina Faso [30]. Ce mode de croissance serait lié aux potentialités de croissance élevées en longueur pour cette espèce.

5. Conclusion

A travers cette étude, les caractéristiques morphométriques des poissons du lac Kivu ont été déterminées à partir des mensurations prises sur des spécimens issus d'une série des pêches expérimentales et artisanales. Les fréquences des tailles des poissons ont été caractérisées par une distribution de type unimodal, avec une croissance à prédominance allométrique positive, présageant des bonnes conditions

environnementales. En plus, les facteurs de condition K moyens des poissons sont situés entre 0,5 et 1,4, leur distribution n'étant pas normale. Il serait intéressant de poursuivre cette étude avec l'objectif de découvrir les rapports existants entre les variations des conditions environnementales et celles des paramètres morphométriques des poissons afin d'acquérir des éléments susceptibles de confirmer les effets de ces changements sur les populations de poissons du lac Kivu.

Références

- [1] - E. D. LE CREN, The length weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition of Perch (*Perca fluviatilis*), *Journal of Animal Ecology*, 20 (2) (1951) 201 - 219.
- [2] - D. PAULY et J. MOREAU, Méthodes pour l'Evaluation des Ressources Halieutiques, CEPADUES: Toulouse, (1997) 288 p.
- [3] - C. LÉVÊQUE, Croissance et ontogénie. *In*: C. LÉVÊQUE et D. PAUGY (eds.), Les Poissons des Eaux Continentales Africaines : Diversité, Ecologie et Utilisation par l'Homme. IRD: Paris (France), (1999) 153 - 166.
- [4] - M. KOCHZIUS, Length-weight relationships of fishes from a seagrass meadow in Negros Oriental, Philippines, *Naga*, 2 (3-4) (1997) 64 - 65.
- [5] - S. RUIZ-RAMIREZ, G. LUCANO-RAMIREZ and J. MARISCAL-ROMERO, Length-weight relationships of soft-bottom demersal fishes from Jalisco and Colima States, Mexico, *Naga*, 20 (3-4) (1997) 62 - 63.
- [6] - Y. LE TOURNEUR, M. KULBICKI and P. LABROSSE, Length-weight relationships of fishes from coral reefs and lagoons of New Caledonia, an update, *Naga*, 21 (4) (1998) 39 - 46.
- [7] - L. O. FROTA, P. A. S. COSTA and A. C. BRAGA, Length-weight relationship of marine fishes from the central Brazilian coast, *Naga*, 27 (1-2) (2004) 21 - 26.
- [8] - K. I. STERGIOU and D. K. MOUTOPOULOS, A review of length-weight relationship of fishes from Greek Marine Waters, *Naga*, 24 (1-2) (2001) 23 - 39.
- [9] - J. THOMAS, S. VENU and B. M. KURUP, Length-weight relationship of some deep-sea fish inhabiting the continental slope beyond 250 m along the west coast of India, *Naga*, 26 (2) (2003) 17 - 21.
- [10] - N. ODAT, Length-weight relationship of fishes from coral reefs along the coastline of Jordan (Gulf of Aqaba), *Naga*, 26 (1) (2003) 9 - 10.
- [11] - M. KANINGINI, Etude de la croissance, de la reproduction et de l'exploitation de *Limnothrissa miodon* au lac Kivu, Bassin de Bukavu. Thèse de doctorat, Université Notre Dame de Namur, Belgique, (1995) 168 p.
- [12] - M. C. S. VILLANUEVA, M. ISUMBISHO, B. KANINGINI, J. MOREAU and J.-C. MICHA, Modeling trophic interactions in Lake Kivu: what roles do exotics play? *Ecological Modeling*, 212 (2008) 422 - 438.
- [13] - B. E. MARSHALL, Biology of the African clupeid *Limnothrissa miodon* with reference to its small size in artificial lakes. Reviews in *Fish Biology and Fisheries*, 3 (1993) 17 - 38.
- [14] - A. CHIKOU, Etude de la démographie et de l'exploitation halieutique de six espèces de poissons-chats (Teleostei, Siluriformes) dans le delta de l'Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat, Université de Liège, Belgique, (2006) 459 p.
- [15] - W. E. RICKER, Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. Bull. office des recherches sur des pêcheries du Canada, Ottawa, (1980) 409 p.
- [16] - F. W. TESCH, Age and growth. *In*: W. E. RICKER (eds.), Methods of Assessment of Fish Production in Fresh Water. IBP Handbook N° 3, 2nd edition. Blackwell Scientific publication, New York, (1971) 97 - 130.
- [17] - S. AHOUANSOU MONTCHO, Diversité et exploitation des poissons de la rivière Pendjari (Bénin, Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, (2011) 234 p.

- [18] - M. KANINGINI, J.-Cl. MICHA, J. VANDENHAUTE, J.-P. PLATTEAU, H. WATONGOKA, C. MELARD, M. K. WILONDJA et M. ISUMBISHO, Pêche du Sambaza au filet maillant dans le lac Kivu, Rapport final du Projet ONG/219/92/Zaïre. CERUKI-F.U.C.I.D.-U.N.E.C.E.D.-C.C.E, (1999) 187 p.
- [19] - M. MASILYA, Ecologie alimentaire comparée de *Limnothrissa miodon* et de *Lamprichthys tanganicus* au lac Kivu. Thèse de Doctorat, Université de Namur, Belgique, (2011) 212 p.
- [20] - A. CHIKOU, P. LALEYE, A. C. BONOU, P. VANDEWALLE et J.-C. PHILIPPART, Tailles de première maturité et de capture de six espèces de poisson-chat dans le delta de l'Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest), *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 (4) (2011) 1527 - 1537.
- [21] - O. FAGBUARO, J. A. OSO, M. B. OLUROTIMI and O. AKINYEMI, Morphometric and Meristic Characteristics of *Clarias gariepinus* from Controlled and Uncontrolled Population from Southwestern Nigeria, *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 2 (1) (2015) 39 - 45.
- [22] - G. A. BOULENGER, Catalogue of the fresh water fishes of Africa in the British Museum (Natural History), Trustees London, Vol. II (1911) 50 - 130.
- [23] - A. CHIKOU, P. LALEYE, V. RAEMAKERS, P. VANDEWALLE et J.-C. PHILIPPART, Etude de l'âge et de la croissance chez *Clarias gariepinus* (Pisces, Clariidae) dans le delta de l'Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest), *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 2 (2) (2008) 157 - 167.
- [24] - T. BOKHUTLO and K. MOSEPELE, Gillnet selectivity for the North African catfish, *Clarias gariepinus* (Actinopterygii: Siluriformes: Clariidae), from the Upper Okavango Delta, Botswana, *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 45 (2) (2015) 133 - 141.
- [25] - G. MAHY, Synthèse des résultats des recherches effectuées par l'UNR (Octobre 1979- mai 1981) et par les experts associés (février-décembre 1980). Projet RWA/77/010. Développement de la pêche au lac Kivu, Revue tripartite-juin 1981, (1981) 10 p.
- [26] - H. SARMENTO, M. ISUMBISHO, S. STENUITE, F. DARCHAMBEAU, L. BRUNO and J.-P. DESCY, Phytoplankton ecology of Lake Kivu (eastern Africa): biomass, production and elemental ratios, *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 30 (2009) 709 - 713.
- [27] - S. AHOANSOU MONTCHO and P. LALEYE, Some aspects of biology of *Oreochromis niloticus* L. (persiformes: Cichlidae) recently introduced in Lake Toho (Benin, West Africa), *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 2 (1) (2008) 114 - 122.
- [28] - M. NJIRU, J. E. OJUOK, J. B. OKEYO-OWUOR, M. MUCHIRI, M. J. NTIBA and I. G. COWX, Some biological aspects and life history strategies of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) in Lake Victoria, Kenya, *African Journal of Ecology*, 44 (2006) 30 - 37.
- [29] - M. M. GOLAM and A. Al-M. FAHAD, Length-Weight Relationships, Condition Factor and Sex-Ratio of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* in Wadi Hanifah, Riyadh, Saudi Arabia, *World Journal of Zoology*, 8 (1) (2013) 106 - 109.
- [30] - R. OUEDRAOGO, A. E. SOARA et H. ZERBO, Caractérisation du peuplement piscicole du réservoir de Boalin, Ziniaré (Burkina Faso) deux décennies après l'introduction de *Heterotis niloticus*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9 (5) (2015) 2488 - 2499.