

Variation saisonnière de la relation poids-longueur, du facteur de condition de *Lamprichthys tanganicanus* Boulenger, 1898 et de quelques nutriments dans les biotopes littoraux du lac Kivu, Est de la RD Congo

Jacques MAZAMBI LUTETE^{1,2,5*}, Gaspard NTAKIMAZI², Jean-Claude MICHA³
et Pascal Masilya MULUNGULA^{1,4}

¹ Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu (ISP-Bukavu), Département de Biologie, Laboratoire de l'Unité d'Enseignement et de Recherche en Hydrobiologie Appliquée (UERHA), BP 854 Bukavu, RD Congo

² Ecole Doctorale de l'Université du Burundi (Bujumbura), Département de Biologie, Laboratoire de Biodiversité, Ecologie et Environnement (LBEE), BP 2700 Bujumbura, Burundi

³ Université de Namur, Unité de recherche en Biologie Environnementale (URBE), BP 5000 Namur, Belgique

⁴ Centre de Recherche en Hydrobiologie (CRH)-Uvira, Département de Biologie, BP 73 Uvira, RD Congo

⁵ Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM-Bukavu), BP 3036 Bukavu, RD Congo

* Correspondance, courriel : mazambilutete@gmail.com

Résumé

Cette étude porte sur la variation saisonnière de la relation poids-longueur, du facteur de condition (K) de *Lamprichthys tanganicanus* et de quelques nutriments dans la zone littorale du lac Kivu. Nos objectifs étaient de déterminer la variation saisonnière de la concentration en nutriments d'une part, et d'autre part, évaluer le type de croissance et la condition saisonnière de *L. tanganicanus* dans la zone littorale du lac Kivu. Des échantillons d'eau ont été collectés pour les analyses de nutriments et des pêches expérimentales faites pour capturer les poissons de janvier à septembre 2018. Des changements saisonniers de concentration en nutriment ont été révélés. La valeur de b de la relation poids-longueur a varié de 2,68 à 3,48. On a observé une croissance allométrique ou isométrique positive pendant la saison sèche sur tous les sites. Pendant la saison des pluies la croissance était allométrique négative ou isométrique dans les biotopes sans macrophytes et allométrique positive ou isométrique dans le biotope avec macrophytes. Les valeurs du facteur de condition (K) étaient plus élevées pendant la saison des pluies que pendant la saison sèche sur tous les sites. Cela indique le bon état de l'espèce pendant la saison des pluies. Ces résultats contribuent à la connaissance de l'ichtyofaune du lac Kivu et pourraient permettre de développer des stratégies de protection de cette espèce.

Mots-clés : condition, *Lamprichthys tanganicanus*, macrophytes, Bukavu, Ishungu.

Abstract

Seasonal variation in the weight-length relationship, the condition factor of *Lamprichthys tanganicanus* Boulenger, 1898, and some nutrients in the littoral biotopes of Lake Kivu, Eastern DR Congo

We investigated in the framework of this study the seasonal variation of length-weight relationship, condition factor (K) of *Lamprichthys tanganicanus* and some nutrients in the littoral zone of Lake Kivu. Our objectives were to provide the seasonal variation in nutrient concentration on the one hand, and on the other hand,

evaluates the growth type and seasonal condition of *L. tanganicus* in the littoral zone of the southern basin of Lake Kivu. Samples of water were collected for nutrient analyses whereas fish specimens were caught during experimental fishing from January and September 2018. Seasonal change of nutrient concentration was revealed. The b value of length-weight relationship ranged from 2.68 to 3.48. Positive allometric or isometric growth during the dry season at all sites, and negative allometric or isometric growth in the biotopes without macrophytes and positive allometric or isometric growth in the biotope with macrophytes during the rainy season were observed. Condition factor (K) values were higher in the wet season than in the dry season at all sites. This indicates the good condition of the species during the rainy season. These results contribute to the knowledge of ichthyofauna in Lake Kivu and could enable the development of strategies for the protection of this species.

Keywords : condition, *Lamprichthys tanganicus*, macrophytes, Bukavu, Ishungu.

1. Introduction

La détermination de la condition des poissons dans leurs milieux naturels a toujours été une préoccupation des biologistes de pêche. Pour s'assurer de cet état, la relation entre le poids et la longueur est la méthode la plus utilisée [1, 2]. Cette méthode permet de comparer le type de croissance des poissons de même espèce vivant dans différentes conditions écologiques ou dans des régions différentes [3, 4]. L'évaluation du type de croissance des poissons nécessite l'utilisation des approches comme la relation poids-longueur et le facteur de condition (K). Plusieurs auteurs montrent que les processus de croissance chez les poissons sont conditionnés par l'environnement externe qui peut agir à travers les effets de la saisonnalité, la rareté des ressources alimentaires et la qualité de l'habitat [5 - 7]. Dans ce sens, Perry et al. (1996) [8] ont indiqué que si les poissons possèdent un indice de condition faible, ils sont considérés comme ayant subi un environnement physique défavorable ou une alimentation insuffisante. Toutefois la disponibilité alimentaire dépend de l'environnement physique mais aussi chimique (présence ou non de nutriments ou de polluants) du milieu. Les études de la croissance des poissons du lac Kivu et de leur condition sont rares. Quelques études y ont été faites [9], mais aucune n'a tenu compte des facteurs extrinsèques. Comparé à d'autres grands lacs du Rift Est Africain, le lac Kivu est un lac pauvre sur le plan ichthyologique [10] où seules 29 espèces de poissons ont été décrites jusqu'à ce jour. De ces 29 espèces, 5 ont été volontairement ou non, introduites [11] dont parmi elles figure *Lamprichthys tanganicus*, un Poeciliidae endémique au lac Tanganyika.

L'origine réelle de son introduction au lac Kivu reste jusque-là hypothétique [12]. Récemment introduite [12], cette espèce ne cesse de devenir de plus en plus abondante dans les captures des pêches littorales, ce qui pourrait indiquer des potentialités économiques croissantes. Dans son milieu naturel, le lac Tanganyika, elle affectionne les zones rocheuses à faible profondeur et a un régime alimentaire omnivore et une reproduction continue tout au long de l'année [13, 14]. Dans son nouvel habitat, le lac Kivu, très peu de données existent sur cette espèce. Elles concernent principalement son régime alimentaire constitué du zooplancton et des insectes [12, 15] et sa relation poids-longueur qui révèle un type de croissance allométrique négative [9]. Les relations entre les aspects biologiques de cette espèce et son biotope n'ont jamais fait l'objet d'une quelconque étude. Pourtant, le régime alimentaire de *L. tanganicus* varie dans le temps (saisons) et dans l'espace (milieu et habitat) [12] ; ce qui influencerait aussi sa croissance. Au-delà de ces observations, le rôle des macrophytes dans la disponibilité des ressources alimentaires pour les poissons en milieu aquatique et donc de leur bonne condition n'est plus à démontrer [16]. La présente étude s'est fixée alors pour objectifs d'analyser la variation saisonnière de la concentration en nutriments dans différents biotopes littoraux du lac Kivu d'une part, et d'autre part, évaluer la condition de *Lamprichthys tanganicus* dans son biotope naturel (habitat avec macrophytes vs habitats sans macrophytes).

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

Le lac Kivu est situé géographiquement entre $1^{\circ}34'30''$ et $2^{\circ}30'$ de latitude Sud et $28^{\circ}50'$ et $29^{\circ}23'$ de longitude Est [17]. Il sert de frontière naturelle entre la RD Congo et la République du Rwanda. Il est constitué de quatre grands bassins [18] (**Figure 1**) dont un a été sélectionné pour l'échantillonnage des poissons pour la présente étude à savoir le bassin Sud constitué de deux sous-bassins, le sous-bassin de Bukavu (à l'extrême sud du bassin sud) et le sous-bassin d'Ishungu (**Figure 1**). Dans chacun de ces deux sous-bassins, les biotopes ont été sélectionnés selon le critère présence ou non des macrophytes considérés comme habitat potentiel des poissons.

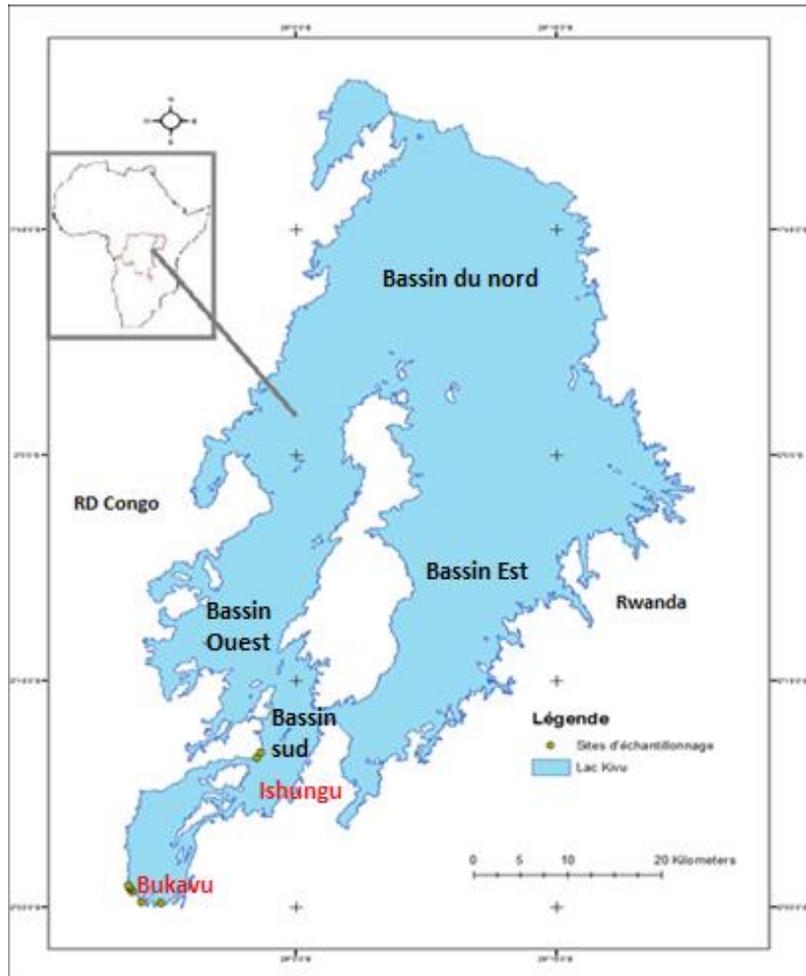


Figure 1 : Carte du Lac Kivu indiquant les sites d'échantillonnage

Le site à macrophytes pour le sous-bassin d'Ishungu est situé à $28^{\circ}57'9,50''$ Est et $02^{\circ}19'6,74''$ Sud à 1462 m d'altitude alors que celui sans macrophytes est géographiquement localisé à $28^{\circ}57'9,57''$ Est et $02^{\circ}19'7,62''$ Sud à 1462 m d'altitude. Pour le sous-bassin de Bukavu, ils sont situés géographiquement à $28^{\circ}50'23,8''$ Sud et $02^{\circ}28'44,3''$ Est à 1461 m d'altitude et à $28^{\circ}52'13,7''$ Est et $02^{\circ}29'45,8''$ Sud à 1461 m d'altitude respectivement pour les sites sans macrophytes et à macrophytes. Le site à macrophytes du sous-bassin d'Ishungu est constitué des genres *Phragmites*, *Potamogeton*, *Naja*, *Scirpus* et *Nymphaea*. Il a un fond boueux et une profondeur moyenne de 1 m. Par contre, celui sans macrophytes a un fond mixte sablonneux-rocheux avec une profondeur moyenne de 1,5 m. Pour le sous-bassin de Bukavu, le site à macrophytes présente les genres *Phragmites*, *Potamogeton*, *Scirpus* et *Nymphaea*, avec un fond boueux et une profondeur

autour de 2,3 m alors que le site sans macrophytes est un site transformé par l'activité anthropique, avec un fond rocheux et berge bétonnée, et une profondeur de l'ordre de 1,4 m. L'échantillonnage a duré 9 mois, soit de janvier à septembre 2018. Cette période couvre les deux saisons climatiques : la saison pluvieuse qui va d'octobre à mai et la saison sèche qui va de juin à septembre [19].

2-2. Échantillonnage

2-2-1. Échantillonnage des poissons

Dans chaque site, des pêches diurnes standardisées (4 heures d'immersion des filets ; toujours de 9 h à 14 h) ont été organisées en utilisant une batterie de filets multi-maillages de 2,5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 et 50 mm de mailles entre-nœuds. Chaque filet mesurait 30 m de longueur sur 1,5 m de hauteur. Le lestage était faible permettant au filet de pêcher en surface.

2-2-2. Traitement des données sur le terrain et au laboratoire

Après la capture des poissons et le démaillage des filets, les spécimens de *L. tanganicus* étaient triés et séparés d'autres poissons d'espèces différentes. Chaque spécimen de *L. tanganicus* capturé était mesuré (longueur totale, Lt) à l'aide d'un pied à coulisse de marque Mitutoyo précis à 1 mm puis pesé (poids total, Pt) sur une balance de marque KERN PCB précise à 0,01 g. Les données des poids et des longueurs obtenues, ont été utilisées pour calculer la relation entre ces deux paramètres par la **Formule** :

$$Pt = aLt^b \quad [20] \quad (1)$$

Pt étant le poids total en g et *Lt*, la longueur totale du poisson en cm ; *a* et *b* sont les paramètres représentatifs respectivement des facteurs du milieu et de l'espèce. La transformation logarithmique linéaire de type :

$$\ln(Pt) = \ln(a) + b \ln(Lt) \quad (2)$$

a été effectuée et a permis la réduction de la variabilité et l'homogénéisation de ces deux variables (*Pt* et *Lt*). La valeur de *b* varie entre 2 et 4, mais elle est souvent proche de 3. Si *b* égale 3, la croissance de l'espèce est isométrique alors que la croissance est allométrique positive ou négative selon que la valeur de *b* est supérieure ou inférieure à 3. Un coefficient *b* supérieur à 3 indique une meilleure croissance en poids qu'en longueur et inversement [21]. La variable *a* est la constante de la proportionnalité de la relation entre le poids et une puissance de la longueur [22]. La corrélation *r* de Spearman a été utilisée pour analyser le degré de dépendance du poids par rapport à la longueur. Ce calcul a été réalisé sous Excel 2016 et analysé par le logiciel Past version 3.1. La valeur du facteur de condition *K* a été calculée en utilisant la **Formule** :

$$K = \frac{Pt}{aLt^b} \times 100 \quad (3)$$

K étant le facteur de condition, *Pt* le poids total du poisson en g et *Lt* la longueur totale en cm et le '*b*' de la relation longueur-poids [23].

2-2-3. Échantillonnage des caractéristiques des biotopes, de l'eau et leur traitement

Pour chaque site, les caractéristiques physiques telles que le type de berge, le fond et la présence ou non des macrophytes ont été déterminées par observation directe. La profondeur a été prise en utilisant un Echosondeur de marque Pastimo ECHOTEST II. Au moment de la pêche, les échantillons d'eau ont été prélevés, dans chaque site sur toute la profondeur du site, à l'aide d'une bouteille de Van Dorn. Ces échantillons, après

filtration sur filtres en fibres de verre du type Macherey-Nagel GF/5, ont servis au dosage des nutriments (Phosphate, Ammonium, Nitrites, Silice) par la méthode standard d'analyses spectrophotométriques à UV-Visible telle que décrite par A.P.H.A. (2005) [24]. La technique consistait à transformer l'ion à doser sous forme d'un complexe coloré présentant un pic d'absorption dans le domaine d'UV-Visible. La loi de Beer Lambert a été utilisée lors des calculs stœchiométriques afin de convertir l'absorbance (A) mesurée à une longueur d'onde donnée en concentration (C) du complexe par ajout de quantités adéquates des réactifs appropriés tels que l'acide ascorbique, l'heptamolybdate d'ammonium, le tartrate antimonyl de potassium, le salicylate de sodium, le citrate trisodique et le nitroprussiate de sodium [25]. Les absorbances étaient lues sur un spectrophotomètre UV/VIS de marque Spectronic ®20, USA.

2-2-4. Analyses statistiques

Le test *t de student* pour échantillons indépendants a été effectué pour comparer les différentes moyennes des données prélevées dans chaque site et la valeur de $p < 0,05$ était jugée significative. Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer les concentrations de même type de nutriment en fonction des saisons et le test Khi carré (χ^2) a été utilisé pour comparer les valeurs de facteurs de condition des poissons capturés dans différents sites en fonction des saisons.

3. Résultats

3-1. Variation saisonnière des concentrations en nutriments

L'analyse des nutriments en fonction des biotopes montre que dans les biotopes sans macrophytes du sous-bassin de Bukavu, les moyennes des valeurs de nitrites (mgNO_2^-) et de l'ammonium (mgNH_4^+) restent significativement élevées en saison sèche, alors que pour la silice (mgSiO_2) et les orthophosphates (mgPO_4^{3-}) leurs moyennes n'ont présenté aucune saisonnalité (**Figure 2**). Dans les biotopes à macrophytes du même sous-bassin, les valeurs de tous les nutriments ne sont pas différentes entre elles pour les deux saisons (**Figure 3**).

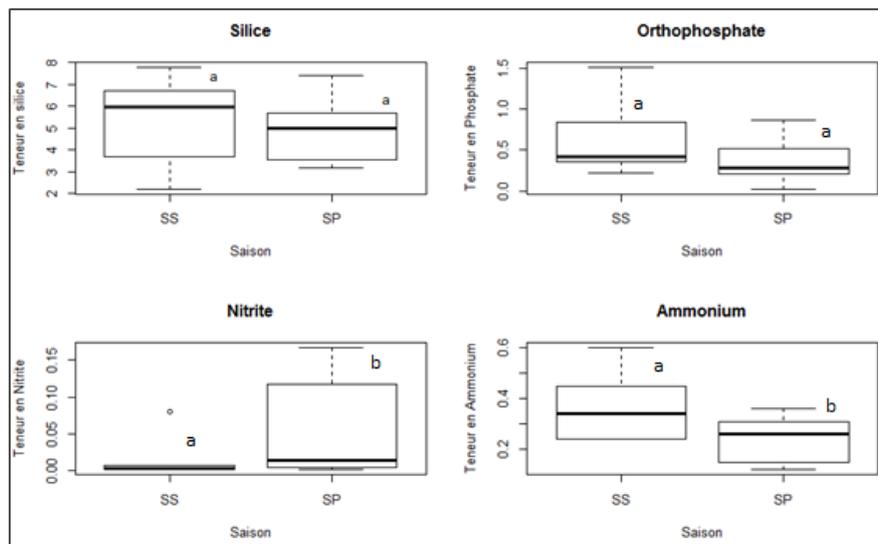


Figure 2 : Boîtes à moustaches des valeurs saisonnières des nutriments dans le biotope sans macrophytes du sous-bassin de Bukavu (SP = saison des pluies, SS = Saison sèche). Pour le même type de nutriment, la même lettre indique que la différence n'est pas significative

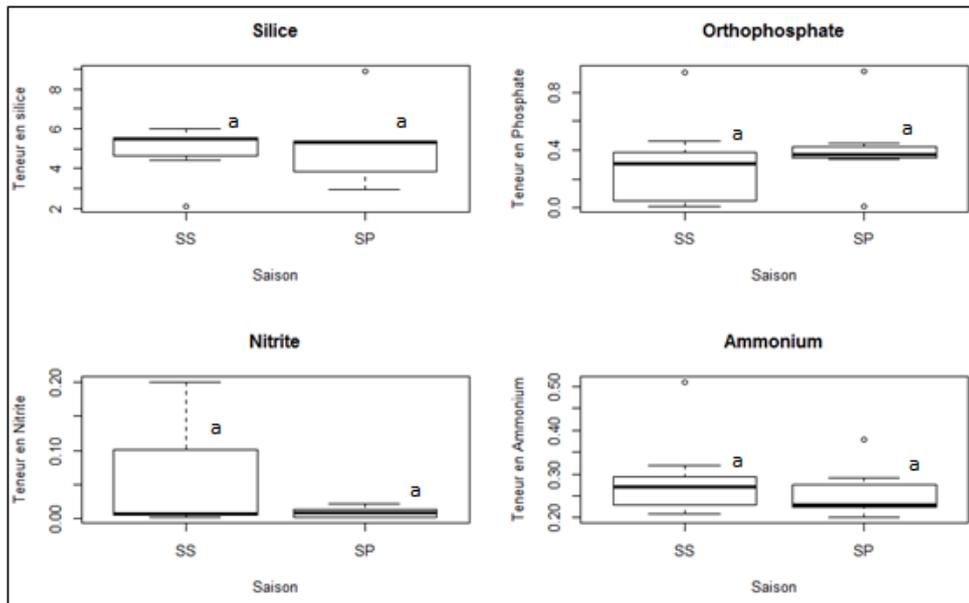


Figure 3 : Boîtes à moustaches des valeurs saisonnières des nutriments dans le biotope à macrophytes du bassin de Bukavu (SP = Saison pluvieuse, SS = Saison sèche). Pour le même type de nutriment, la même lettre indique que la différence n'est pas significative

Pour le sous-bassin d'Ishungu, les **Figures 4 et 5** montrent que la concentration moyenne de Nitrite (mgNO_2^-) est significativement plus élevée en saison pluvieuse pour le site sans macrophytes (**Figure 4**), alors que pour le site à macrophytes c'est la concentration moyenne d'ammonium (mgNH_4^+) qui est significativement plus élevée en saison sèche (**Figure 5**). D'autres valeurs des nutriments n'ont présenté aucune différence significative entre les deux saisons.

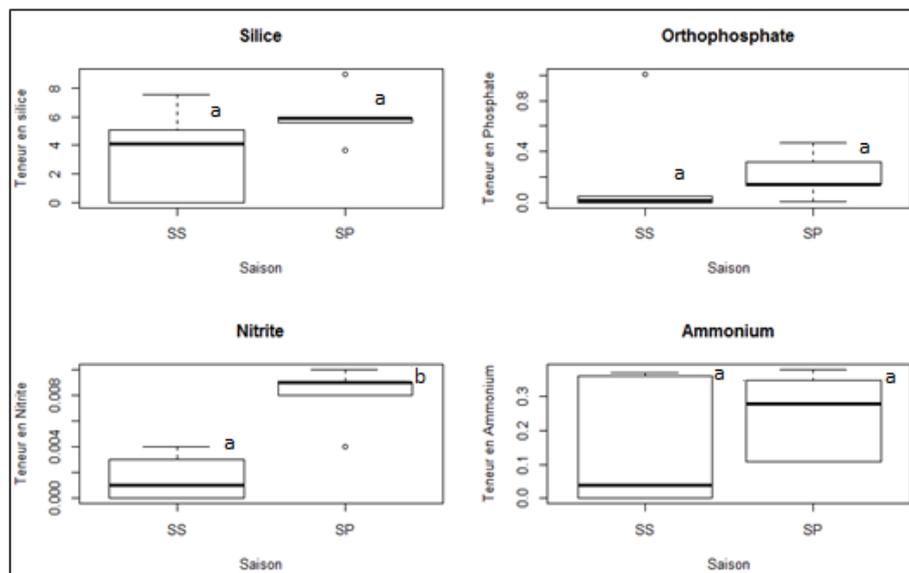


Figure 4 : Variations saisonnières des concentrations moyennes des différents nutriments dans les biotopes sans macrophytes du sous-bassin d'Ishungu (SP = saison des pluies, SS = Saison sèche). Pour le même type de nutriment, la même lettre c'est-à-dire que la différence n'est pas significative

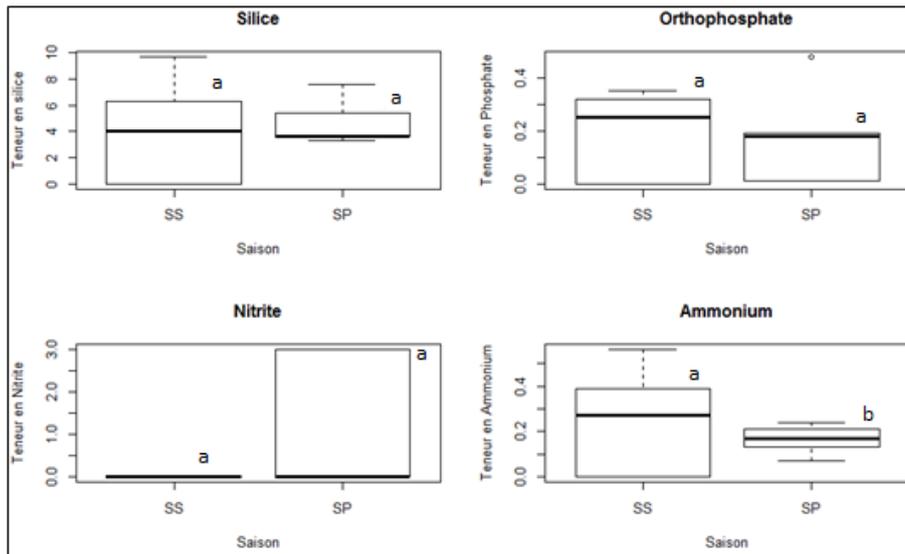


Figure 5 : Variations saisonnières des concentrations moyennes des différents nutriments dans les biotopes à macrophytes du sous-bassin d'Ishungu (SP = saison des pluies, SS = Saison sèche). Pour le même type de nutriment, la même lettre c'est-à-dire que la différence n'est pas significative

3-2. Variation saisonnière de la relation poids-longueur et du facteur de condition

Les valeurs des paramètres de croissance c'est-à-dire les paramètres de la relation entre le poids et la longueur et le facteur de condition de *Lamprichthys tanganicus* (**Tableau 1**) montrent que pendant la saison sèche, quel que soit le biotope, la croissance de *L. tanganicus* est soit allométrique positive ou isométrique. Pendant la saison pluvieuse par contre, la croissance est allométrique négative dans les biotopes sans macrophytes, alors qu'elle est allométrique positive ou isométrique dans ceux à macrophytes. Toutes les régressions (**Figures 7 et 8**) étaient significativement différentes avec le coefficient de détermination (r^2) variant de 0,91 à 0,97 ($p < 0,05$). Les valeurs de b traduisant une allométrie négative, positive ou une isométrie ont présenté des différences significatives avec la valeur 3 ($p < 0,05$) lorsque la croissance était allométrique, alors que quand la croissance était isométrique la différence entre la valeur de b et la valeur 3 était non significative ($p > 0,05$). Pour le facteur de condition K, à part le biotope à macrophytes du sous-bassin de Bukavu où les valeurs du facteur de condition ne sont pas significativement différentes entre les deux saisons, dans tous les autres, ces valeurs restent significativement plus élevées pendant la saison pluvieuse que pendant la saison sèche (**Figure 6**).

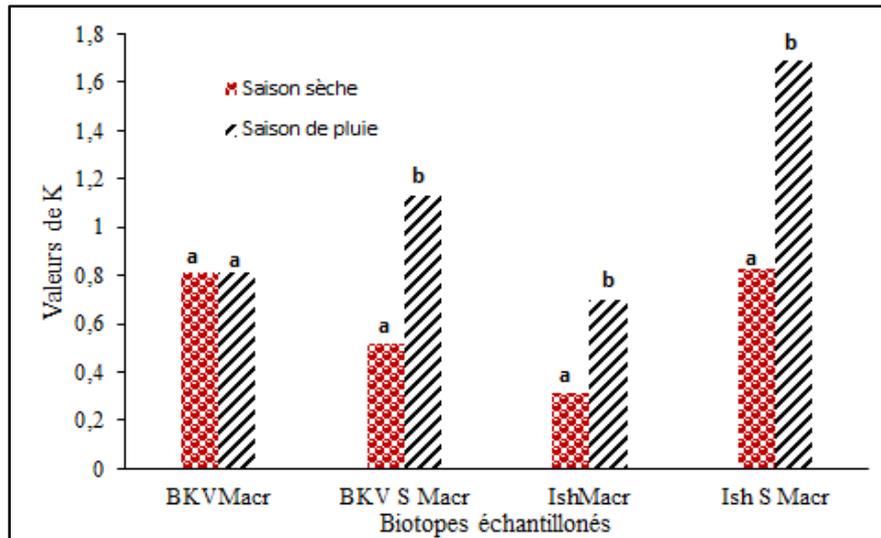


Figure 6 : Variation saisonnière de facteur de condition de *L. tanganicanus* dans les biotopes littoraux du lac Kivu. Pour le même type de nutriment, la même lettre c'est-à-dire que la différence n'est pas significative (BKVMacr = Site du sous-bassin de Bukavu avec macrophytes, BKV S Macr = Site du sous-bassin de Bukavu sans macrophytes, IshMacr = Site du sous-bassin d'Ishungu avec macrophytes, Ish S Macr = Site du sous-bassin d'Ishungu sans macrophytes)

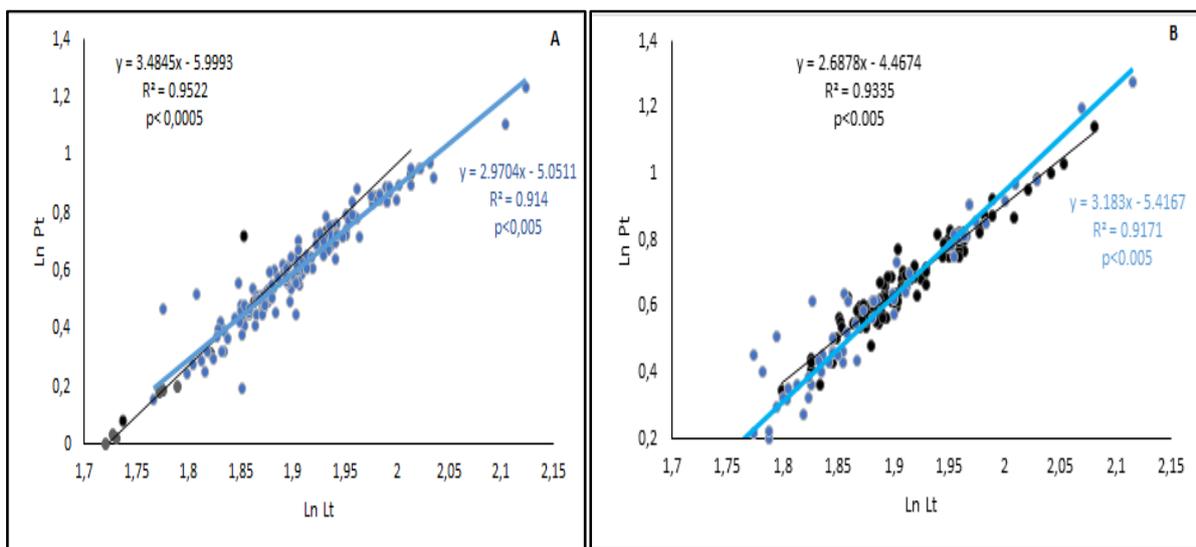


Figure 7 : Droites de régression linéaire de la relation poids-longueur des données mesurées sur *Lamprichthys tanganicanus* dans les biotopes littoraux du sous-bassin d'Ishungu : sites à macrophytes (droite en bleu) et sans macrophytes (droite en noir) en saison sèche (A) et en saison des pluies (B)

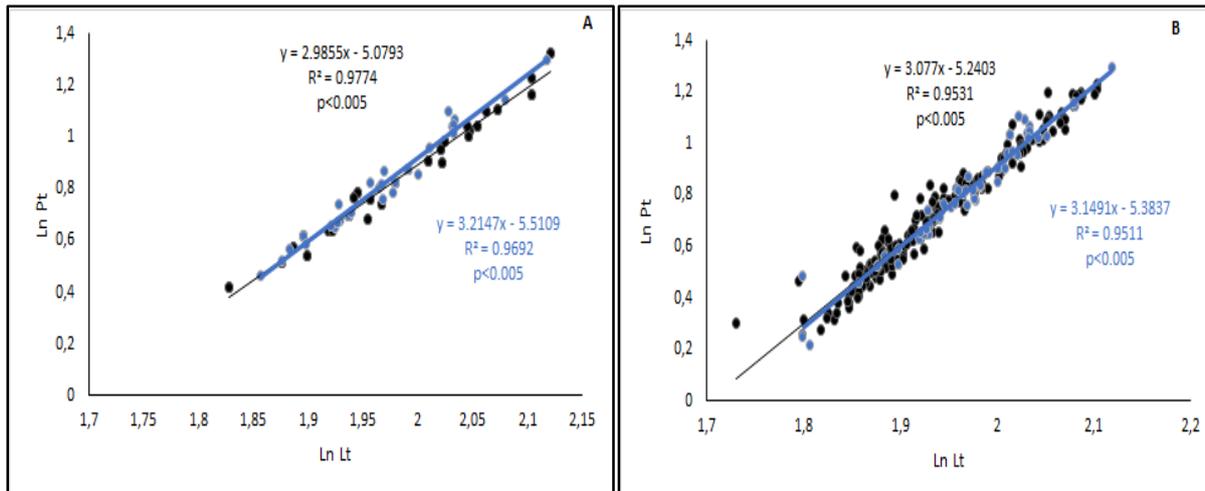


Figure 8 : Droites de régression linéaire de la relation poids-longueur des données mesurées sur *Lamprichthys tanganicus* des biotopes littoraux à macrophytes (droite en noir) et sans macrophytes (droite en bleu) en saison sèche (A) et en saison des pluies (B) dans le sous-bassin de Bukavu

Tableau 1 : Types de croissance de *Lamprichthys tanganicus* et facteur de condition dans les biotopes littoraux du lac Kivu en fonction des saisons (IshMacr = Site du sous-bassin d'Ishungu avec macrophytes, Ish S Macr = Site du sous-bassin d'Ishungu sans macrophytes, BKV Macr = Site du sous-bassin de Bukavu avec macrophytes, BKV S Macr = Site du sous-bassin de Bukavu sans macrophytes. A+: Allométrie positive; A-: Allométrie négative ; I : Isométrie. Les valeurs de b portant un * sont significativement différentes de la valeur 3)

Site	Saison	N	b	r ²	K	Type croissance
IshMacr	Saison sèche	21	3,48 *	0,95	0,31	A+
Ish S Macr	Saison sèche	151	2,97	0,91	0,83*	I
BKV Macr	Saison sèche	79	2,98	0,97	0,81	I
BKV S Macr	Saison sèche	32	3,2*	0,96	0,52	A+
IshMacr	Saison des pluies	67	3,18*	0,91	0,7*	A+
Ish S Macr	Saison des pluies	108	2,68*	0,93	1,69*	A-
BKV Macr	Saison des pluies	183	3,07	0,95	0,81	I
BKV S Macr	Saison des pluies	54	2,87*	0,95	1,13*	A-

4. Discussion

4-1. Analyse des nutriments

Sachant que certains nutriments (phosphore, nitrite et silice) ont une influence sur la production primaire et le cycle du carbone au lac Kivu [26], ils agissent donc secondairement sur la condition des poissons. Dans ce sens, ces nutriments favorisent la prolifération du phytoplancton aliment primaire du zooplancton, constituant à son tour l'aliment préférentiel de *Lamprichthys tanganicus* [12, 15]. Leurs variations saisonnières ont été analysées dans cette étude en fonction du biotope. Après analyse, dans les biotopes sans macrophytes du sous-bassin de Bukavu, les moyennes des valeurs de nitrite (mgNO_2^-) et de l'ammonium (mgNH_4^+) qui ont été significativement plus élevées en saison sèche, ne le sont pas en saison pluvieuse. Pour la silice (mgSiO_2) et les orthophosphate (mgPO_4^{3-}) leurs moyennes n'ont présenté aucune saisonnalité tel est le cas de toutes

les valeurs des nutriments dans les biotopes à macrophytes du même sous-bassin. Ce qui montre une influence des saisons sur la concentration de ces nutriments dans les biotopes sans macrophytes du sous-bassin de Bukavu. Ceci expliquerait aussi la disponibilité de phytoplancton pendant la saison sèche dans les biotopes sans macrophytes et donc la présence de proies, ce qui conduirait ainsi à la croissance isométrique ou allométrique positive de *Lamprichthys tanganicus* pendant la saison sèche dans ces biotopes.

4-2. Croissance de *Lamprichthys tanganicus*

Les résultats de relation entre le poids et la longueur ont affiché une grande corrélation positive (r^2 : 0,91-0,97; $p < 0,05$) pour les sites sans macrophytes et ceux à macrophytes ($p \leq 0,05$) dans ces deux sous-bassins. Les valeurs de b de la relation poids-longueur ont été déterminées et se situent entre 2,68 et 3,48, ce qui concorde avec la gamme des valeurs de la littérature le situant entre 2 et 4 [27]. De l'analyse de ces valeurs obtenues, il ressort que *L. tanganicus* affiche une croissance soit allométrique positive ou isométrique pendant la saison sèche dans tous les biotopes traduisant que dans cette saison, le poisson croît plus en poids qu'en taille et présente donc un embonpoint. Ce résultat traduirait une homogénéité de la disponibilité alimentaire en saison sèche entre ces deux types de biotope. Dans la saison pluvieuse par contre, les valeurs obtenues de b ($b = 2,68$, $p = 0,035$ et $b = 2,87$, $p = 0,014$) traduisent une croissance allométrique négative dans les biotopes sans macrophytes alors que celles obtenues dans les biotopes à macrophytes ($b = 3,18$, $p = 0,018$ et $b = 3,07$, $p = 0,07$) implique une croissance allométrique positive ou isométrique. Dès lors, il y a lieu de constater que *L. tanganicus* croît mieux dans les biotopes à macrophytes que dans les biotopes sans macrophytes. Dans ces derniers biotopes les poissons croissent mieux en taille qu'en poids pendant la saison pluvieuse, il ne présente donc pas d'embonpoint. En effet, les biotopes à macrophytes offrent une possibilité alimentaire pendant la saison pluvieuse, en mettant à la disposition des poissons des insectes et d'autres macroinvertébrés. Il est connu que, les insectes, les mollusques gastéropodes et le périphyton inféodés aux macrophytes sont abondants pendant la saison des pluies, et constituent des proies abondantes pour *L. tanganicus* au lac Kivu [28]. Cette variation spatio-temporelle du type de croissance confirme que la biologie des poissons dépend de l'habitat auquel ils sont inféodés [16]. De ce fait, les mesures de conservation et de protection d'une espèce devra commencer par la protection de son habitat [29, 30]. Dans ce contexte, étudier l'espèce tout en prenant en compte la relation biocénose-biotope demeure capitale. La perturbation de l'habitat aquatique a une conséquence négative sur la croissance des poissons [31]. Ceci va de pair avec l'idée selon laquelle lorsque le poisson est en bonne relation avec son environnement, il croît proportionnellement plus en poids qu'en taille. En saison sèche, les biotopes n'ont pas manifesté d'impact sur la croissance de *L. tanganicus* mais cela s'observe en saison pluvieuse avec un impact positif au niveau du biotope à macrophytes.

4-3. Facteur de condition (K) de *L. tanganicus* dans les biotopes littoraux du lac Kivu

Le facteur de condition permet la comparaison du bon état des populations de poissons dans le même milieu [3]. Pour le lac Kivu, à part le biotope à macrophytes du sous-bassin de Bukavu où les valeurs du facteur de condition ne sont pas significativement différentes entre les deux saisons, dans tous les autres sites, ces valeurs restent significativement plus élevées pendant la saison pluvieuse que pendant la saison sèche. Du point de vue nutritionnel, l'augmentation des valeurs de K indique l'accumulation de graisse et parfois le développement des gonades [32]. Sur le plan reproductif, les valeurs de K les plus élevées sont atteintes chez les espèces si le poisson est à pleine maturité et a un potentiel reproductif élevé [33]. L'observation faite au lac Kivu concorderait avec cette hypothèse: en effet, la saison des pluies (février-avril) correspond à la période de reproduction de *L. tanganicus* au lac Kivu [34] et c'est pendant cette période que les valeurs obtenues de K ont été les plus élevées. Notons que c'est pendant cette période que le littoral du lac reçoit les nutriments issus du bassin versant [29, 35], qui conduisent à la prolifération du phytoplancton aliment du zooplancton, occasionnant ainsi l'augmentation du zooplancton aliment préférentiel de *Lamprichthys tanganicus* [12]. Ceci permet à ce poisson d'améliorer ses conditions vitales.

5. Conclusion

L'étude sur la variation saisonnière de la relation poids-longueur, du facteur de condition de *L. tanganicus* et de quelques nutriments montre que dans les biotopes sans macrophytes du sous-bassin de Bukavu, les valeurs de nitrites (mgNO_2^-) et de l'ammonium (mgNH_4^+) ont été plus élevées en saison sèche qu'en saison pluvieuse. L'analyse de la variable b de la relation poids-longueur montre que, *L. tanganicus* affiche une croissance allométrique positive ou isométrique pendant la saison sèche dans tous les biotopes, et allométrique négative dans les biotopes sans macrophytes, allométrique positive ou isométrique dans les biotopes à macrophytes pendant la saison pluvieuse. L'analyse du facteur de condition montre que les valeurs ne sont pas différentes entre les deux saisons dans le biotope à macrophytes du sous-bassin de Bukavu alors que dans tous les autres sites, ces valeurs restent significativement plus élevées pendant la saison pluvieuse. Enfin, les résultats obtenus contribuent à la connaissance sur la gestion durable de cette espèce au lac Kivu et donc à sa conservation.

Remerciements

Cette étude a été menée dans le cadre du Projet « Etude du fonctionnement écologique du littoral du lac Kivu » (ECOLIT) financé par le Lake Kivu Monitoring Program (LKMP) et exécuté par l'Unité d'Enseignement et de Recherche en Hydrobiologie Appliquée (UERHA) du département de Biologie-Chimie de l'Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu (ISP Bukavu, R.D. Congo).

Références

- [1] - K. I. STERGIU, D. K. MOUTOPOULOS, A review of length-weight relationship of fishes from Greek Marine Waters, 24 (1-2) (2001) 23 - 39
- [2] - L. O. FROTA, P. A. S. COSTA, A. C. BRAGA, "Length-weight relationships of marine fishes from the central Brazilian coast", WorldFish Center Quarterly, 27 (1 - 2) (2004) 20 - 26
- [3] - N. D. COULIBALY, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 2 (3) (2008) 331 - 338
- [4] - E. MONTCHOWUI, M. J. KOGBETO, P. LALEYE, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3 (3) (2009) 612 - 616
- [5] - T. O. ADEBOLA, O. A. BELLO-OLUSOJI, A. O. FAGBENRO, TA SABEJEJ, "Length Weight Relationship and Condition Factor of Four Commercially Important Fish Species at ERO Reservoir, Ekiti State, Nigeria", *International Journal of Inovative Research and Development*, 5 (9) (2016) 324 - 328
- [6] - B. U. GETSO, J. M. ABDULLAHI, I. A. YOLA, "Length-weight relationship and condition factor of *Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus* of Wudil river, Kano, Nigeria", *Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension*, 16 (1) (2017) 1 - 4
- [7] - F. KAPUTE, J. VALETA, J. LIKONGWE, J. KANG, J. NAGOLI, D. MBAMBA, "Growth performance of three tilapia fish species raised at varied pond sizes and water depths" *Int. J. Fish. Aq.*, 8 (8) (2016) 81 - 86
- [8] - R. I. PERRY, N. B. HARGREAVES, B. J. WADDELL and L. MACKAS, "Spatial variations in feeding and condition of juvenile pink and chum salmon off Vancouver Island, British Columbia", *Fish Oceanogr.*, 05 (2) (1996) 73 - 88
- [9] - A. BALAGIZI, S. A. MONTCHO, N. MUDERHWA, P. LALEYE, *Afrique SCIENCE*, 12 (4) (2016) 76 - 87
- [10] - L. C. BEADLE, "The inland waters of tropical Africa, an introduction to tropical limnology", Longman, London, (1981)

- [11] - J. SNOEKS, B. KANINGINI, L. NYINAWAMWIZA, J. GUILLARD, Fishes : diversity and fisheries . In : *Descy, J.-P., Darchambeau, F., Schmid, M. (Eds.), Lake Kivu - Limnology and biogeochemistry of a tropical great lake, Aquatic Ecology Series, 05 (2012) 127 - 152*
- [12] - P. MASILYA, "Ecologie alimentaire comparée de *Limnothrissa miodon* et de *Lamprichthys tanganicanus* au lac Kivu (Afrique de l'Est)", PhD thesis, Faculty of Sciences, Department of Biology, University of Namur, (2011)
- [13] - M. POLL, "Poissons non Cichlidae. Résultats scientifiques des Explorations hydrobiologiques du lac Tanganyika (1946-1947)", Institut Royal des sciences naturelles de Belgique, 03 (5) (1953) 1 - 251
- [14] - G. W. COULTER, "Lake Tanganyika and its life", Natural History Museum Publications and Oxford University Press, London, (1991)
- [15] - M. J. KIZA, *Inter. J. Innov. Scie. Resc*, 14 (01) (2015) 39 - 48
- [16] - Y. E. ADOU, K. G. BLAHOUA, M. BAMBA, S. S. YAO, E. P. KOUAMELAN, V. N'DOUBA, *Journal of Applied Biosciences*, 110 (1) (2017)
- [17] - A. CAPART, "Le lac Kivu. Les naturalistes Belges", Tome 41, 10 (1960)
- [18] - M. KANINGINI, "Etude de la croissance, de la reproduction et de l'exploitation de *Limnothrissa miodon* au lac Kivu, bassin de Bukavu (Zaïre)", PhD Thesis, Namur University, FUND, Namur, (1995)
- [19] - A. BALAGIZI, M. BAHANANGA, M. S. AHOANSOU, N. MUDERHWA et P. LALEYE, *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 06 (2) (2015) 312 - 327
- [20] - E. D. Le CREN, *The Journal of Animal Ecology*, 20 (2) (1951) 201 - 219
- [21] - A. RADKHAH, S. EAGDERI, *Iranian Journal of Ichthyology*, 02 (1) (2015) 61 - 64
- [22] - Y. LETOURNEUR, M. P. KULBICKI, "Labrosse. Length-weight relationship of fishes from coral reefs and lagoons of New Caledonia: an update". *Naga, the ICLARM Quarterly*, 21 (4) (1998) 39 - 46
- [23] - D. PAULY, "Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks", FAO, Fisheries Technical Paper, (1983)
- [24] - A. APHA, WEF, "Standard methods for the examination of water and wastewater", 21 (2005) 258 - 259
- [25] - F. A. MUVUNDJA, N. PASCHE, F. W. BUGENYI, M. ISUMBISHO, B. MÜLLER, J. N. NAMUGIZE, A. WÜEST, *Journal of Great Lakes Research*, 35 (3) (2009) 406 - 418
- [26] - D. PAULY, J. MOREAU, "Méthodes pour l'Evaluation des Ressources Halieutiques", CEPADUES : Toulouse, (1997)
- [27] - M. P. MASILYA, F. DARCHAMBEAU, M. ISUMBISHO, J. P. DESCY, *Hydrobiologia*, 675 (1) (2011) 75 - 86
- [28] - T. P. YOUNG, *Biological Conservation*, 92 (1) (2000) 73 - 83
- [29] - P. LAFFAILLE, S. BROSE, "Ecologie de la conservation des poissons d'eau douce", Museum National d'Histoire Naturelle de Paris, (2011) 158 - 195
- [30] - E. H. ALHASSAN, S. M. ABOBI, S. MENSAH, F. BOTI, *Int. J. Fish. Aq. Stud.*, 2 (2) (2014) 109 - 114
- [31] - J. J. MAGUIRE, P. M. MACE, In: "Risk Evaluation and Biological Reference Points for Fisheries Management". *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 120 (1993) 67 - 82
- [32] - V. ANGELESCU, F. S. GNERI AND A. NANI, "Argentine sea hake (biology and taxonomy)" *Secr. Mar. Serv. Hydrogenation. Nav. Public*, H1004 (1958) 1 - 224
- [33] - A. BALAGIZI, M. S. AHOANSOU, N. MUDERHWA, P. LALEYE, *Afrique SCIENCE*, 12 (4) (2016) 240 - 255
- [34] - L. B. BASIMA, M. MBALASSA, B. MUHIGWA, M. NSHOMBO, *Internationale Vereinigung Für Theoretische Und Angewandte Limnologie : Verhandlungen*, 29 (5) (2006) 2283 - 2288