

Relation longueur-poids et facteur de condition de cinq espèces de poisson de la zone stannifère du Katanga avant son ouverture à l'exploitation minière industrielle (République Démocratique du Congo.)

David Mfwana Inabanza¹, célestin Banza Lubaba Nkulu², Isidore Ilunga Inabanza³

1. Université de Lubumbashi, Faculté de Sciences Agronomiques/ Biodiversité et Exploitation Durable des Zones Humides, Unité de Toxicologie et Environnement, Avenue Ndjamenaville de Lubumbashi B.P 1825 RDC, ,

2. Université de Lubumbashi, Faculté de Médecine/ Ecole de Santé Publique, Unité de Toxicologie et Environnement, Avenue Ndjamenaville de Lubumbashi B.P 1825 RDC,

3. Université de Lubumbashi, Faculté de Sciences et Technologies /Science zoologique, Unité de Toxicologie et Environnement, Avenue Ndjamenaville de Lubumbashi B.P 1825

Résumé

L'exploitation des ressources minières constitue un socle pour le développement économique et social pour bon nombre de pays. Cependant les activités minières ont des impacts environnementaux, sanitaires et sociaux importants. Les réserves minières de la R.D. Congo sont diverses et importantes et font de ce pays « un scandale géologique ». Pour répondre aux besoins croissants de la population mondiale en produits issus des nouvelles technologies (batteries, piles rechargeables, voitures électriques, etc.) l'extraction des minerais stratégiques s'intensifie en RD Congo. Cependant leur exploitation contribue également à la pollution des milieux aquatiques, cause la perte de la biodiversité dont les espèces endémiques et contamine de la chaîne trophique avec des risques sanitaires pour l'homme. Objectif : Fournir les premières données sur l'ichtyofaune des lacs Lukushi (ancien réservoir GEOMINES) et Muyumba avant l'exploitation industrielle des minerais stannifères du Katanga à travers l'étude de la relation longueur-poids et de facteur de condition de cinq espèces dominantes desdits lacs. Méthodologie et résultats : Les poissons ont été collectés en octobre 2022 à travers des pêches traditionnelles aux filets épervier et maillant. Au total 360 spécimens de poissons de cinq espèces dominantes des deux lacs à savoir, 102 *Oreochromis niloticus* (Tilapia du Nil), 51 *Clarias sp* (Catfish), 29 *Synodontis greshoffi*, 161 *Schilbe intermedius* (African butter catfish) et 17 *Brycinus imberi* (Imberi tetra) ont été soumis à l'étude de la relation longueur-poids (RLP) et de facteur de condition(K). Les régressions longueur-poids, appliquées ici, ont donné des coefficients d'allométrie situés entre 0,9285 et 3,0345 au lac Lukushi tandis qu'à Muyumba ils varient de 1,9624 à 3,749 avec des coefficients de détermination R² qui varient de 0,4796 à 0,9961 au lac Lukushi et de 0,7569 à 0,9745 au lac Muyumba. Quant au facteur de condition moyen K, il varie de 0,812 ± 0,32 à 1,716 ± 0,212 au lac Lukushi et de 0,43 ± 0,007 à 1,75 ± 0,12 au lac Muyumba. La croissance allométrique est positive pour *Oreochromis niloticus*, *Brycinus imberi* et *Schilbe intermedius* au lac Muyumba et négative au lac Lukushi. Contrairement aux autres espèces, *Clarias sp* présente la croissance inverse. Exceptionnellement *Synodontis greshoffi* présente une croissance allométrique négative aux deux sites. Conclusion et application des résultats: Le modèle de croissance dans le lac Lukushi comparé à celui du lac Muyumba dans le Tanganyika explique l'impact négatif de la pollution des eaux par l'exploitation minière sur la biodiversité aquatique.

Mots-clés : ichtyofaune, relation longueur-poids, facteur de condition, lac Lukushi, lac Muyumba,

Length-weight relationship and condition factor of five species of fish from the tin zone of Katanga before its opening to industrial mining (Democratic Republic of Congo)

Abstract:

The exploitation of mineral resources constitutes a basis for economic and social development for many countries. However, mining activities have significant environmental, health and social impacts. The mineral reserves of the DR Congo are diverse and significant and make this country "a geological scandal". To meet the growing needs of the nun population for products resulting from new technologies (batteries, rechargeable batteries, electric cars, etc.) the extraction of strategic minerals is intensifying in DR Congo. However, their exploitation also contributes to the pollution of aquatic environments, causes the loss of biodiversity including endemic species and contaminates the trophic chain with health risks for humans. Objective: To provide the first data on the ichthyofauna of lakes Lukushi (former GEOMINES reservoir) and Muyumba before the industrial exploitation of the tin ores of Katanga through the study of the length-weight relationship and condition factor of five dominant species of said lakes. Methodology and results: The fish were collected in October 2022 through traditional fishing with cast nets and gill nets. A total of 360 fish specimens of five dominant species from the two lakes namely, 102 *Oreochromis niloticus* (Nile Tilapia), 51 *Clarias sp* (Catfish), 29 *Synodontis greshoffi*, 161 *Schilbe intermedius* (African butter catfish) and 29 *Brycinus imberi* (Imberi tetra) were subjected to the study of the length-weight relationship (LPR) and condition factor (K). The length-weight regressions, applied here, gave allometry coefficients located between 0.9285 and 3.0345 at Lake Lukushi while at Muyumba they vary from 1.9624 to 3.749 with coefficients of determination R² which vary from 0.4796 to 0.9961 at Lake Lukushi and from 0.7569 to 0.9745 at Lake Muyumba. As for the average condition factor K, it varies from 0.812 ± 0.32 to 1.716 ± 0.212 at Lake Lukushi and from 0.43 ± 0.007 to 1.75 ± 0.12 at Lake Muyumba. Allometric growth is positive for *Oreochromis niloticus*, *Brycinus imberi* and *Schilbe intermedius* at Lake Muyumba and negative at Lake Lukushi. Unlike other species, *Clarias sp* shows the opposite growth. Exceptionally *Synodontis greshoffi* shows negative allometric growth at both sites. Conclusion and application of results: The growth model in Lake Lukushi compared to that of Lake Muyumba in Tanganyika explains the negative impact of water pollution by mining on aquatic biodiversity.

Key Words: ichthyofauna, length-weight relationship, condition factor, Lake Lukushi, Lake Muyumba.

¹ Corresponding author: mfwana david@gmail.com

I. INTRODUCTION

L'exploitation des ressources minières constitue un socle pour le développement économique et social pour bon nombre de pays. Cependant les activités minières ont des impacts environnementaux, sanitaires et sociaux importants. [24], [25].

Les réserves minières de la R.D. Congo sont diverses et importantes et font de ce pays « un scandale géologique ». Le sous-sol katangais est le plus pourvu avec 73,3% des ressources minières nationales. Toute l'activité économique de la province gravite autour de l'exploitation minière. Ces ressources sont surtout concentrées sur deux axes principaux (Fig.1) : l'arc cuprifère et la région stannifère. [6]

1° L'arc cuprifère (Copper belt) : C'est une aire de 32.000 km², alignée suivant l'axe NO-SE au Katanga méridional (Kolwezi-Likasi-Lubumbashi) et se prolonge jusqu'en Zambie. Dans cette aire, les opérations d'exploitation minière couvrent près de 18.900 km² représentant la concession regorgeant d'importants gisements de cuivre à haute teneur et les minerais associés tels que le cobalt, le zinc, le plomb. On y trouve aussi l'argent, le cadmium, le rhénium, la platine, l'uranium. La consistance des richesses minières de cette partie de la RDC fait que ce dernier regorge, 50% des réserves mondiales de cobalt et 10% de cuivre.

2° La région stannifère (Tin region) : C'est une aire alignée suivant l'axe SO -NE au Katanga septentrional (Luena-Kipamba-Mitwaba-Malemba Nkulu-Manono) et couvre près de 14.000 km², et se prolonge jusqu'au Nord-Kivu en passant par le Maniema et le Sud-Kivu. Il regorge d'importants gisements de la cassitérite (Etain), de l'or, du Coltan (Colombo Tantalite), de pegmatites, des terres rares. C'est donc dans ce milieu que Manono est née en 1919 avec la mise en exploitation d'un riche gisement de cassitérite par la société minière Géo- mines. [7]

Le fleuve Congo (Lualaba) traverse une importante dépression lacustre (dépression de Kamalondo ou dépression de l'Upemba) de près de 250 km de long et couvrant une superficie d'environ 1.700 km². La dépression de Kamalondo est un vaste ensemble de plus de 50 lacs dont les lacs Upemba (530 km²) et Kisale (300 km²) sont les plus importants. La production potentielle de la dépression est de 30.000 tonnes/an. En 1983, le niveau estimé des captures était de 16.000 tonnes. Le poisson de ce plan d'eau est écoulé dans les provinces de Katanga (23%), Kasai oriental (33%), Kasai Occidental (43%), Kivu (1%) et parfois aussi à Kinshasa. Dans le Lualaba et ses affluents jusqu'à la dépression de la Kamalondo, l'inventaire des poissons du système de la dépression de la Kamalondo comprendrait 250 espèces dont 33 endémiques. [14].

La demande mondiale pour les minerais produits en R.D. Congo est devenue très forte et résolument orientée à la hausse sur le long terme, compte tenu des besoins de l'industrie. L'inversion du cycle des matières premières et le rebond des cours mondiaux qui s'en est suivi en 2017 (Cuivre : + 60 % à 7.100 USD / tonne ; cobalt : + 125,98 % à 71.000 USD / tonne et de l'or : +20 % à 1.300 USD / l'once) a favorisé une croissance des volumes des productions (+ 9,3 % pour le cuivre ; + 18 % pour le cobalt et + 5,7 % pour l'or). [27]

Pour répondre aux besoins croissants de la population mondiale en produits issus des nouvelles technologies (batteries et piles rechargeables, aimants pour éoliennes, cellulaires, écrans plats, ...), l'extraction des ressources minérales s'est intensifiée au cours de ces dernières décennies [6].

Cette intensification fait ressortir la linéarité de l'économie de la R.D. Congo, toujours basée sur l'extraction des ressources minérales, leur transformation en produits semi-finis, puis l'élimination des déchets, très souvent, dans la nature sans traitement préalable. Ces rejets, souvent toxiques, abandonnés dans la nature, finissent leur course dans les cours d'eau soit sous forme d'effluents, soit sous forme tellurique (érosions causées par les eaux de ruissellement) ou encore sous forme de retombées atmosphériques [15].

Les effets directs de cette pollution des milieux aquatiques suite à la libéralisation de l'exploitation minière, sont la perte de la biodiversité dont des espèces endémiques, et la contamination de la chaîne trophique avec comme conséquences l'amplification biologique des polluants métalliques le long de la chaîne trophique. La disparition totale de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau de Likasi (rivière Kimpulande) et Kolwezi (rivières Musonoie, Luilu, Dilala, Lac Golf, Kampemba, Kalemba, Tshituta, Katapula, Kalenge), villes fortement industrialisées, constitue un signe avertisseur des effets néfastes de la pollution minière sur les écosystèmes aquatiques. [5]

L'implantation d'au moins 125 entreprises minières dans la région stannifère du Katanga, riche en minéraux stratégiques tels que le lithium, la cassitérite, le niobium, la colombite, le Tantal, le walfraam, l'or etc, alerte sur

le risque de pollution des milieux aquatiques et la disparition totale de la biodiversité halieutique dans cette principale zone de pêche intérieure du Katanga. [8]

Très peu d'études d'évaluation des impacts de l'exploitation minière sur l'ichtyofaune ayant été faites dans ce milieu, il est apparu essentiel de mener la présente étude sur la RLP et le facteur de condition des espèces dominantes de la dépression de Kamalondo, avant l'ouverture de l'exploitation industrielle intense, afin de mettre à la disposition des décideurs des données susceptibles d'aider à l'élaboration d'une politique de gestion optimale et durable des ressources halieutique

MATERIEL ET METHODES

Site d'Etude

Dans le cadre de cette étude deux lacs du Territoire de Manono ont été choisis pour évaluer les impacts de l'exploitation minière sur l'ichtyofaune de la zone stannifère du Katanga en fonction de leur exposition aux polluants miniers :

- Le Lac (réservoir) de Lukushi est localisé au sud-est de la République Démocratique du Congo (RDC), dans le bassin supérieur du Lwalaba et au centre de la cité de Manono située à 600 Km de Lubumbashi. C'est un lac de barrage de 700 Ha prolongé au nord et au sud par des zones marécageuses de la rivière Lukushi affluent de la Luvua non loin de son déversement dans le Lualaba à la vallée de Kamalondo. Le lac Lukushi se situe entre deux carrières de filon pegmatite stannifères de 4 Km de long et 2 Km de large. Coordonnées (7°17'44,65"S et 27°26'06,40"E.) (Figure 1)

- Le lac Muyumba est situé sur la rive gauche du fleuve Congo à Muyumba port se trouvant à 45 Km de la cité de Manono en face du déversement de la rivière Kay éloigné des activités minières. Coordonnées (7°13'36,02 "S et 27°02'22,95"E) (Figure 1)

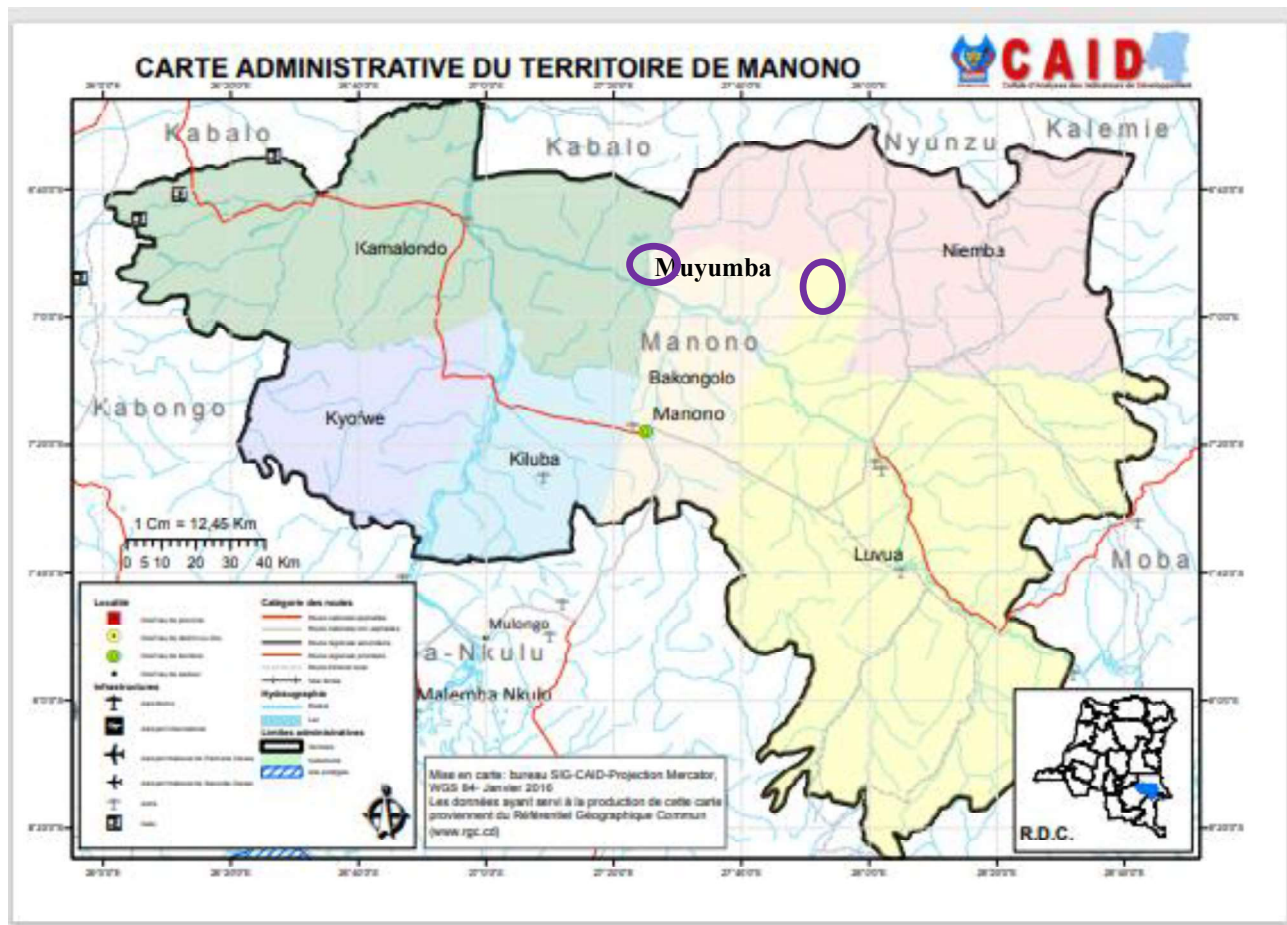


Figure 1 : carte de la zone administrative du Territoire de Manono

Echantillonnage

Les échantillons de poissons ont été prélevés de façon aléatoire aux points de débarquement des pêcheurs, transportés à froid dans un bac isotherme vers le laboratoire de l'Unité de Toxicologie et Environnement de l'Université de Lubumbashi.

Au Laboratoire, les poissons ont été identifiés grâce à la clé de [23], [28], [10].

Mensuration morphométrique

Le relevé de la longueur Totale des spécimens a été fait à l'aide d'un ichtyomètre (pieds à coulisse). Une balance de marque BAXTRAN (model BW 15) de portée 15 kg et de précision 0,5 g a été utilisée pour la mensuration de la masse totale. La longueur du poisson prise au centimètre a été effectuée en partant du bout du museau du poisson jusqu'au bout de la nageoire caudale. Les poissons ont par la suite été pesés individuellement au gramme près.

Expressions mathématiques

Partant de l'équation de [16], $P = a * L^b$

Où L, est la longueur totale du poisson en cm et P, le poids total du poisson en g, les paramètres a et b, représentant respectivement l'intercepte et le coefficient d'allométrie ont été déduits par linéarisation logarithmique. Le Facteur de condition de Fulton (K) a été calculé afin d'apprécier l'état d'embonpoint des poissons, suivant la formule : $K = 100 * (P) / (L^3)$ [4]

Relation taille poids

La relation entre la taille et le poids permet d'apprécier la structure de la population exploitée c'est-à-dire de déterminer le coefficient d'allométrie qui donne généralement des informations sur les variations pondérales d'un individu par rapport à sa taille [12].

La courbe de régression du type $P = a * L^b$ a été obtenues à partir des couples taille-poids par la relation non linéaire (puissance) sous la forme suivante: [16]

$$MT = a * LF^b$$

Où MT: masse totale du poisson exprimée en gramme; a: constante d'allométrie; LT: longueur du poisson en cm ; b: coefficient d'allométrie.

Le coefficient d'allométrie permet de se renseigner sur la proportionnalité des croissances pondérale et linéaire :

- Si $b = 3$, alors il y'a isométrie de croissance (la densité spécifique de l'animal ne change pas) ;
- Si $b > 3$, alors l'allométrie est majorante. Le poisson grossit plus vite qu'il ne grandit ;
- Si $b < 3$, alors l'allométrie est minorante. Le poisson grandit plus vite qu'il ne grossit. [19]

Facteur de condition ou Coefficient de condition de Fulton

Le facteur de condition (Kc) renseigne sur le bien-être de la population pendant les différentes étapes du cycle de vie [20]. C'est un indicateur de l'état physiologique du poisson en rapport avec son embonpoint [26] Il témoigne également de l'interaction qui existe entre les facteurs biotiques, abiotiques et l'état physiologique du poisson. La valeur du facteur de condition pour chacun des spécimens a été calculée en utilisant la longueur Totale du poisson dans l'expression suivante: [19]

Ainsi, plus un poisson est lourd pour une longueur donnée, plus son coefficient de condition est élevé.

$$Kc = (MT / LT^3) \times 100$$

Kc: Facteur de condition ; MT: masse totale du poisson (g); LT: Longueur Totale du poisson (cm) ; 3 : Coefficient d'allométrie.

Résultats et Discussion

3.1 Relation Longueur-Poids et paramètres des équations de croissance

Les espèces dominantes de la zone de Manono sont *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) ; *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822); *Synodontis greshoffi* (Schilthuis , 1891) ; *Schilbe intermedius* (Rüppell, 1832) et *Brycinus imberi* (Peters, 1822) au total 360 spécimens repartis en trois ordres, cinq familles, cinq genres et cinq espèces ont été soumis à l'étude de la relation longueur-poids (RLP) et de facteur de condition (K).

Le Tableau 1 ci-dessous donne les caractéristiques morphométriques des spécimens étudiés des deux lacs ainsi que leurs paramètres des équations de croissance. [11]

Les longueurs totales des spécimens varient de 5,00 cm à 23,00 Cm chez *O. niloticus* du Lukushi et de 5 cm

chez *S. greshoffi* à 23,00 cm chez *C. gariepinus* au lac Muyumba avec des poids qui varient entre 1,541 g et 235g chez *O. niloticus* du lac Lukushi et entre 1,834 g chez *S. greshoffi* et 135,00 g chez *O. niloticus* du lac Muyumba. Les coefficients de corrélation (R^2) de la relation Longueur- Poids étaient tous positifs et significatifs pour toutes les espèces étudiées variant entre 0,7569 pour *C. gariepinus* et 0,9745 pour *S. greshoffi* au Lac Muyumba tandis qu'au lac Lukushi ils varient entre 0,4796 chez *S. greshoffi* et 0,9961 chez *S. intermidius*. L'intercepte a varie de 0,0074 chez *C. gariepinus* à 1,2743 pour *S. greshoffi* au lac Lukushi, cependant la valeur de a oscille entre 0,0012 chez *S. intermidius* et 0,2244 chez *C. griepinus* du lac Muyumba. Les valeurs positives et élevées des coefficients de détermination obtenues ($R^2 = 0.82439 \pm 0,11543$) pour l'ensemble des espèces dans cette étude, suggèrent que la croissance en taille induit une augmentation de poids chez les poissons dans la zone stannifère du Katanga. Les corrélations entre la longueur et le poids des spécimens sont très fortes avec des coefficients de détermination qui vont de 0,7212 à 0,991.

Tableau I : Paramètres de la relation Longueur – Poids des cinq espèces

Lac	Espèces	N	Longueur (Cm)			Poids(g)			a	b	Croissance
			Min	Moy	Max	Min	Moy	Max			
Lukushi	<i>Clarias gariepinus</i> .	22	10.3	14.86	22.5	7.216	32.3	93.153	0.0074	3.0345	A+
	<i>Oreochromis niloticus</i>	77	5	13.83	23.1	1.541	55.547	235	0.194	2.5278	A-
	<i>Brycinus imberi</i>	9	6	9.43	11.6	2.567	9.636	13.735	0.0544	2.2857	A-
	<i>Schilbe intermidius</i>	5	7	11.8	13.5	5.897	24.746	37.94	0.0219	2.8848	A-
	<i>Synodonthis greshoffi</i>	17	9.5	13.471	14.9	5.571	14.928	49.5	1.2743	0.9285	A-
Muyumba	<i>Clarias gariepinus</i> .	29	9.5	15.71	23	12.804	53.47	104	0.2244	1.9624	A-
	<i>Oreochromis niloticus</i>	25	12.9	158.56	19.4	31.714	68.44	135.4	0.0071	3.3256	A+
	<i>Brycinus imberi</i>	8	12	14.78	17	30.303	60.02	90.974	0.0064	3.3728	A+
	<i>Schilbe intermidius</i>	156	7.4	12.16	18.5	2.61	18.29	79.707	0.0012	3.749	A+
	<i>Synodonthis greshoffi</i>	12	5	10.04	12	1.843	13.92	24.909	0.0141	2.9156	A-

A+ : allométrie positive A- : Allométrie négative ; N : effectif de l'échantillon

Les régressions longueur - poids, appliquées ici, ont donné des coefficients d'allométrie b situés entre 0,9285 et 3,0345 au lac Lukushi tandis qu'à Muyumba ils varient de 1,9624 à 3,749. Les allométries sont majorantes ($b > 3$) pour *O. niloticus*, *B. imberi* et *S. intermidius* au lac Muyumba tandis qu'au lac Lukushi la situation est inverse ($b < 3$). Ces valeurs de b ($2,33 \pm 0,58$ à Lukushi et $3,065 \pm 0,919$ à Muyumba) trouvées dans cette étude sont proches aux valeurs typiques de 2,5 à 3,5 [13] avec 60% d'espèces ayant une croissance allométrique positive au lac Muyumba tandis qu'au lac Lukushi 80 % de ces espèces ont une croissance allométrique négative. Le coefficient d'allométrie de *O. niloticus* obtenue dans cette étude, suggère que cette espèce a une croissance de type allométrique négative au lac Lukushi (2,5278) et une croissance de type allométrique positive (3,3256) au Lac Muyumba. Contrairement à ce résultat, [22] ont rapporté sur *O. niloticus* dans une ferme piscicole de Sanni Luba l'jebu-Ode, dans l'État d'Ogun au Nigeria, une forme de croissance isométrique ($b = 3,10$). Tandis que [17] ont trouvé une croissance allométrique négative ($b=2,856$) sur *O. niloticus* dans le bassin de la rivière Cofo au Bénin. Ainsi, les résultats suggèrent que *O. niloticus* est dans un état de « bien-être » physiologique meilleur au lac Muyumba qu'au lac Lukushi pendant la période de l'étude. La faible valeur du coefficient d'allométrie de *O niloticus* observée pourrait être due aux perturbations liées aux mauvaises conditions environnementales. [3]

3.2 Facteur de Condition K

Quant au facteur de condition moyen K, il varie de $0,812 \pm 0,32$ à $1,716 \pm 0,212$ au lac Lukushi et de $0,43 \pm 0,007$ à $1,75 \pm 0,12$ au lac Muyumba avec des coefficients de détermination R^2 qui varient de 0,4796 à 0,9961 au lac Lukushi et de 0,7569 à 0,9745 au lac Muyumba.

Le tableau 2 présente les équations de régression et les facteurs de condition des espèces étudiées. Les résultats du Tableau 3, nous indiquent que les trois espèces des cinq étudiées *O. niloticus*, *B. imberi* et *S. intermidius* présentent un embonpoint au lac Lukushi ($K > 1$) contrairement à *C. gariepinus*. et *S. greshoffi* ($K < 1$). Tandis qu'au lac Muyumba c'est *C. gariepinus*., *B. imberi* et *S. greshoffi* ont une valeur de $K > 1$ contrairement à *O. niloticus* et *S. intermidius*. [2] considère qu'un coefficient K inférieur à 1 suggère que les

poissons sont dans de mauvaises conditions et un coefficient supérieur à 1 suppose le contraire. Dès lors, l'on peut admettre que les espèces *O. niloticus*, *S. intermedium* ainsi que *B. imberi* étaient au moment de l'étude, en bonnes conditions étant donné que cette période coïncide avec leur période de reproduction qui débute au mois d'août. L'état de méforme de ces espèces observé au lac Muyumba exprime la pression de pêche subie par ces espèces qui représentent 73,05 % des captures. Ainsi, même si le poisson se nourrit, l'énergie serait donc prioritairement utilisée pour activer les mécanismes de lutte contre les stress au détriment de la croissance. Ces résultats corroborent ceux trouvés dans le réservoir de Samadeni par [19] et [21] dans le lac sahélien de Higa.

Tableau 2 : Equations de régression et Facteur de condition des cinq espèces

Lac	Espèces	N	Equation de régression	R ²	K	
					Moy	Ec
Lukushi	<i>Clarias sp.</i>	22	$P = 0,0074 * LT^{3,0345}$	0.7203	0.886	0.319
	<i>Oreochromis niloticus</i>	77	$P = 0,194 * LT^{2,5278}$	0.765	1.716	0.212
	<i>Brycinus imberi</i>	9	$P = 0,0544 * LT^{2,2857}$	0.844	1.376	0.198
	<i>Schilbe intermedium</i>	5	$P = 0,0219 * LT^{2,8848}$	0.9961	1.664	0.0764
	<i>Synodonthis greshoffi</i>	17	$P = 1,2743 * LT^{0,9285}$	0.4796	0.812	0.232
Muyumba	<i>clarias sp.</i>	29	$P = 0,2244 * LT^{1,9624}$	0.7569	1.4	0.39
	<i>Oreochromis niloticus</i>	25	$P = 0,0071 * LT^{3,3256}$	0.9214	0.43	0.07
	<i>Brycinus imberi</i>	8	$P = 0,0064 * LT^{3,3728}$	0.9631	1.75	0.12
	<i>Schilbe intermedium</i>	156	$P = 0,0012 * LT^{3,749}$	0.823	0.83	0.29
	<i>Synodonthis greshoffi</i>	12	$P = 0,0141 * LT^{2,9156}$	0.9745	1.18	0.14

p: poids total; LT: longueur Totale; K: facteur de condition; R2: coefficient de régression

1.3 La Croissance

La croissance est allométrique positive pour *O. niloticus*, *B.imberi* et *S. intermedium* au lac Muyumba tandis qu'elle est allométrique négative au lac Lukushi pour les mêmes espèces. Contrairement aux autres espèces, *C. gariepinus* présente une situation inverse et *S. greshoffi* présente une croissance allométrique négative aux deux sites. Une exposition chronique à des stressseurs entraîne une diminution des performances de croissance, de reproduction et de résistance aux maladies. La faible croissance observée chez *O. niloticus* se justifierait par une exposition chronique aux facteurs environnementaux défavorables qui peuvent affecter les fonctions biologiques comme la croissance et la reproduction [1]. Le tableau 3 présente les résultats sur la croissance des cinq espèces étudiées dans les deux lacs.

Tableau 3 : Modèle de croissance selon les lacs des cinq espèces

Espèces	b		Croissance	
	Lac Lukushi	Lac Muyumba	Lac Lukushi	Lac Muyumba
<i>Clarias gariepinus</i>	3.0345	1.9624	AP	AN
<i>Oreochromis niloticus</i>	2.5278	3.3256	AN	AP
<i>Brycinus imberi</i>	2.2857	3.3728	AN	AP
<i>Schilbe intermedium</i>	2.8848	3.749	AN	AP
<i>Synodonthis greshoffi</i>	0.9285	2.9156	AN	AP

AP: allométrie positive, AN: allométrie négative

D'après le tableau 3, la croissance des poissons est meilleure au lac Muyumba et moins intéressante au lac Lukushi pour toutes les espèces hormis le *C. gariepinus*. Ceci constituerait un indice incontestable de la dégradation des conditions environnementales dans ce lac où des polluants et drainage miniers acides sont permanents.

Conclusion

Il ressort de la présente étude sur la relation longueur – poids de cinq espèces dominantes dans les lacs Lukushi et Muyumba situés dans la zone stannifère du Katanga que les paramètres morphobiométriques, les paramètres de croissance et le facteur de condition K des espèces capturées dans le lac Muyumba (non pollué) sont assez bonnes, tandis que dans le Lac Lukushi (pollué), ils sont moins performants. Cette différence de modèle de croissance entre les deux lacs, traduit une réponse au stress chronique dus à la pollution des eaux par les résidus miniers subi par les poissons. Les impacts négatifs de l'exploitation minière industrielle de minerais stannifère de Manono continuent à se manifester plusieurs décennies après cessation d'activités. Par conséquent nous concluons que l'exploitation industrielle des minerais stannifères aura un impact négatif sur l'ichtyofaune de la région et que les décideurs doivent veiller à ce que l'exploitation minière industrielle dans cette région soit respectueuse de la protection de l'environnement.

Bibliographie

- [1] AMOUSSOU Toundji Olivier, TOGUYENI Aboubacar, IMOROU TOKO Ibrahim, CHIKOU Antoine et YOUSAO ABDU KARIM Issaka, 2016. Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 : une revue. Int. J. Biol. Chem. Sci. 10(4): 1869-1887, August 2016
- [2] Baby F, Tharian J, Abraham KM, Ramprasanth MR, Ali A. & Ranghavan R : 2011. Length-weight relationship and condition factor of an endemic stone sucker, *Garra gotyla stenorrhynchus* (Jerdon, 1849) from two opposite flowing rivers in southern Western Ghats. Journal of threatened taxa 3(6): 1851—1855.
- [3] Bagenal TB, Tesch AT. 1978. Conditions and Growth Patterns in Fresh Water Habitats. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 75—89.
- [4] Banza Lubaba Nkulu Célestin, 2024. Impacts de l'exploitation minière sur l'Environnement et Santé dans le Grand Katanga en République Démocratique du Congo. Royal Institute for International Relations 5 June 2024, Egmont, Brussels – Belgium
- [5] Bérubé Isabelle et Maria Del Rosario Ortiz Quijano. *Extraction de métaux pour les nouvelles technologies, biodiversité et justice environnementale*. Mémoire de Maîtrise en Environnement. Centre Universitaire de formation en environnement et développement durable, 2017.
- [6] Bruneau Jean-Claude, Mukalayi Kahata. Les paysages urbains de Manono (Zaïre). In: Cahiers d'outre-mer. N° 140 - 35e année, Octobre-décembre 1982. pp. 363-374; doi : <https://doi.org/10.3406/caoum.1982.3037>
- [7] https://www.persee.fr/doc/caoum_0373-5834_1982_num_35_140_3037
- [8] CADASTRE MINIER, 2023. REGISTRE DES DROITS MINIERS ET DE CARRIERES AU 31 AOUT 2023. République Démocratique du Congo
- [9] Calander KD: 1969. Handbook of Freshwater Fishery Biology. The Iowa State Univ. Press, Ames, IA Iowa State I: 752 pp.
- [10] Chocha Manda Auguste, Katemo Manda Bauchet, Abwe Emmanuel, 2015. Les poissons du Katanga (Kasaï, Dépression de la Kamalondo, Lufira et Luapula-Moero). Université de Lubumbashi, Faculté de Sciences Agronomiques, Unité de Recherche en aquaculture.
- [11] FAO, 2018. Profils des pêches et de l'aquaculture par pays: La République Démocratique Du Congo
- [12] Fréon P., 1991. Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal: relations taille-poids des principales espèces d'intérêt commercial. ORSTOM Fonds Documentaire, 3/53,4- Cote 6 b, 171p.
- [13] Froese R: 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations.
- [14] KALIBU MINO KAHOZI, 2002. Informations générales sur les principales zones de pêche. République Démocratique du Congo, Ministère de l'agriculture, Pêche et Elevage Service National de promotion et de Développement de la pêche
- [15] Le Cren ED. 1951. The length-weight relationships and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch (*Perca fluviatilis*). Journal of Animal Ecology, 20 (2): 201 – 219.
- [16] Lederoun D, Lalèye P, Vreven E, Vandewalle P. 2012. Length-weight and length-length relationships and condition factors for 30 actinopterygian fish from the Mono basin (Benin and Togo, West Africa). Cybium 40 (4) : 267—274.
- [17] Loukou G.A., Etchian A.O., Tia C.B. & Sylla S. (2023). Relation Taille-Poids et Facteur de Condition de l'espèce *Elops lacerta* (Elopiformes : Elopidae) Valenciennes, 1847 dans le Golfe de Guinée, Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest. European Scientific Journal, ESJ, 19 (27), 264. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n27.p.264>
- [18] MINOUNGOU Mahamoudou, OUEDRAOGO Raymond, DA Nomwine, OUEDA Adama, 2020. Relation longueur-poids et facteur de condition de sept espèces de poisson du réservoir de Samandeni avant son ouverture à la pêche (Burkina Faso). Journal of Applied

Biosciences 151: 15559 – 15572

- [19] N'Guessan, Y., Diaha, N. C., Amande, M. J., Angui, K. J-P., Abekan, E., Assan N. F. & N'Da K., 2017. Sex-ratio, stades de maturité, taille de première maturité et facteur de condition de *Canthidermis maculata* capturé dans l'océan Atlantique Est. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(6), 2876-2886.
- [20] Ouédraogo R, Soara A, Zerbo H. 2015. Caractérisation du peuplement piscicole du réservoir de Boalin, Ziniaré (Burkina Faso) deux décennies après l'introduction de *Heterotis niloticus*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9(5): 2488-2499. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.20>.
- [21] Paugy D, Lévêque C, Teugels GG. 2003. Poissons d'Eaux Douces et Saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. IRD: Paris, France.
- [22] Projet de Bonne Gouvernance dans le Secteur Minier comme Facteur de Croissance (PROMINES) 2015. Évaluation de l'impact du Passif Environnemental Au niveau des Provinces du Katanga et des deux Kasai en République Démocratique du Congo. Volume I Etude d'Impacts Environnemental et Social, Rapport Définitif.
- [23] S. Kashimbo Kalala, B. Mongoli Mwanga, P. Kazadi Kanyama, and M. Mpundu Mubemba, 2015. Influence d'une usine hydrométallurgique en activité sur la qualité des eaux du canal Naviundu: Cas de l'usine Chemical of Africa (CHEMAF) Lubumbashi/Katanga, RD. Congo, *International Journal of Innovation and Scientific Research* ISSN 2351-8014 Vol. 16 No. 2 Jul., pp. 433-447
- [24] SNC-LAVALIN International, 2003. Etude sur la restauration des mines de cuivre et de cobalt en République Démocratique du Congo, Rapport préliminaire M-6708, (603082), Montréal, p222.
- [25] Tabassum, S., Elahi, N. & Baloch, W. A., 2013. Comparison of Condition factor of the Ribbonfish *Trichiurus lepturus* (Linnaeus, 1758) and *Lepturacanthus savala* (Cuvier, 1829) from Karachi Coast, Pakistan. S
- [26] Thierry De Putter et Sophie Decrée. *Réserves géologiques de la RD Congo: chiffres et statistiques. In Conjonctures congolaises 2012. Politique, secteur minier et gestion des ressources naturelles en RD Congo. Cahiers Africains – Afrika Studies, n° 82, Editions L'Harmattan 5-7, 2013.*
- [27] Vreven E., A. Chocha Manda colleagues, 2012. Livre album fish of Katanga Fishes of Katanga v. 1.0 collected E.