Afrique SCIENCE *29(3) (2026) 26 - 48*
ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.net

Stratégies de reproduction du *Lates stappersii* (Blgr, 1914, Latidae) face à la pression de la pêche dans partie Nord-Ouest du lac Tanganyika (RDC)

Donatien MUZUMANI RISASI[1,2*], Venant NSHOMBO MUDERHWA[1,2], Jean-Berckmans MUHIGWA[1], Charles NIYONKURU[3], Cikwanine KASIGWA[1] et Akonkwa BALAGIZI[1]

[1] Université Officielle de Bukavu (UOB), Faculté des Sciences, Département de Biologie, BP 570 Bukavu, RD Congo
[2] Centre de Recherche en Hydrobiologie (CRH/Uvira), Département de Biologie, Laboratoire de Biologie, BP 73, Uvira, RD Congo
[3] Université du Burundi -UB, Faculté des Sciences, Département de Biologie, B.P. 1550 Bujumbura, Burundi

(Reçu le 14 Avril 2026 ; Accepté le 26 Mai 2026)

* Correspondance, courriel : *muzumani@yahoo.fr*

Résumé

La présente étude évalue les effets de la pression de la pêche sur la reproduction de *Lates stappersii*(Latidae) dans la partie nord-ouest du Lac Tanganyika. Les paramètres de reproduction tels l'indice gonado-somatique, le facteur de condition, la taille de première maturité sexuelle et le taux de fécondité mesurés et calculés mensuellement entre septembre 2024 et août 2025 indiquent une prédominance des juvéniles (79%) de cette espèce se situant dans la classe modale de 13,1 à 15,0 cm. Aucune différence mensuelle entre les sexes ou au sein des classes de taille n'a été notée. La maturation des gonades apparait chez les mâles à 11cm LT (vs 13 cm LT chez les femelles) et la première maturité sexuelle intervient chez les mâles à 23,5 cm LT (vs 22,8 cm LT) soit 1,6 cm (vs 2,2 cm) avant la taille théorique prévue. Le sexratio de 0,74 est en faveur des mâles tandisque l'indice gonado-somatique (IGS) est généralement élevé de novembre à avril (1,2-2,3), bas de mai à octobre et varie selon les sexes. La fécondité partielle relative est allométrique positive à la longueur totale, au poids du corps ou des gonades. De même, la fécondité partielle absolue ne s'en distingue que par son allométrie négative au poids des gonades. Cette espèce pélagique affiche un grand potentiel de reproduction, une ponte multiple produisant un recrutement régulier et un remplacement rapide après une exposition à la surexploitation et une plus forte capture actuelle et celle des recrus. Cette étude signale en conclusion que la stratégie de reproduction de type 'r ' observée chez *Lates stappersii* favoriserait un fort taux de croissance lui permettant de doubler sa population en l'espace de quelques mois comme cela a été constaté chez d'autres petits poissons pélagiques d'autres lacs.

Mots-clés : *Lac Tanganyika, fécondité, indice gonado-somatique, première maturité sexuelle, sexratio.*

Abstract

Reproductive strategies of *Lates stappersii* (Blgr, 1914, Latidae) in response to fishing pressure in the northwestern part of Lake Tanganyika (DRC)

This study evaluates the effects of fishing pressure on the reproduction of Lates stappersii (Latidae) in the northwestern part of Lake Tanganyika. Reproductive parameters such as the gonadosomatic index, condition factor, size at first sexual maturity, and fecundity rate—measured and calculated monthly between September 2024 and August 2025—indicate that juveniles (79%) of this species predominantly fall within the modal size class of 13.1 to 15.0 cm. No monthly differences were observed between the sexes or within size classes. Gonadal maturation appears in males at 11 cm LT (vs. 13 cm LT in females), and first sexual maturity occurs in males at 23.5 cm LT (vs. 22.8 cm LT), which is 1.6 cm (vs. 2.2 cm) before the theoretically predicted size. The sex ratio of 0.74 favors males, while the gonadosomatic index (GSI) is generally high from November to April (1.2–2.3), low from May to October, and varies by sex. Relative partial fecundity is positively allometric with respect to total length, body weight, or gonad weight. Similarly, absolute partial fertility differs only in its negative allometry with respect to gonad weight. This pelagic species exhibits high reproductive potential, with multiple spawnings producing steady recruitment and rapid replacement following exposure to overexploitation and increased current catch rates, including those of juveniles. In conclusion, this study indicates that the "r"-type reproductive strategy observed in Lates stappersii promotes a high growth rate, enabling the population to double within a few months, as has been observed in other small pelagic fish in other lakes.

Keywords : *Lake Tanganyika, fecundity, gonadosomatic index, first sexual maturity, sex ratio.*

1. Introduction

Le lac Tanganyika, l'un des grands lacs du Rift est-africain, abrite la deuxième pêcherie la plus vaste d'eaux douces en Afrique [1] après celle du lac Victoria, source de nourriture et de revenu pour des millions d'habitants vivant dans et autour de son bassin versant [2 - 5]. La grande biomasse des poissons se trouve en milieu pélagique prédominé par six espèces dont deux de la famille des Clupéidae (*Stolothrissa tanganicae* et *Limnothrissa miodon*) et quatre de la famille des Latidae. De ces espèces, seules les deux de la famille des Clupeidae et *Lates stappersii* sont à importance commerciale soutenant la pêche dans les proportions de 65% et 30 % en poids [4, 6]. La production halieutique du lac Tanganyika dans la partie ouest (RDC) était de 20.000 tonnes en 1976 [7], 30.000 tonnes en 1983 et 16000 tonnes en 1985 [8], depuis 1983, la capture par unité d'effort (CPUE) n'a pas cessé de diminuer [5, 9 - 14]. Cette baisse de la capture s'était expliquée par la forte concentration d'unités de pêche sur le lac [12, 14 - 17]. A partir de 2016, une diminution des captures des poissons pélagiques adultes est signalée par des pêcheurs sur l'ensemble du lac Tanganyika et beaucoup d'entre eux ont adopté depuis, des pratiques de pêche alternatives illicites consistant principalement en la capture des poissons immatures. Ces pratiques ont accéléré la surexploitation des ressources halieutique et le volume des captures en était réduit [1, 12 - 17]. Face à cette baisse constante de CPUE due à une forte pression de pêche qui cible des immatures, quelle stratégie de reproduction *Lates stappersii* adopte- il dans la partie N-O du lac Tanganyika, pour le maintien de l'espèce dans un milieu devenant toujours plus hostile, et quelles mesures adéquates faudra-il prendre pour la conservation ?

2. Matériel et méthodes

2-1. Echantillonnage

Entre septembre 2024 et août 2025, l'échantillonnage des spécimens de *Lates stappersii* étaient faite auprès des pêcheurs dans la partie N-O du lac Tanganyika sur les plages de Molongwe, Kalungwe, Coopelac, Makobola, Kasekezi, Kenya et Lweba par ordre, du nord au sud ***(Figure 1)***. Un total de 4878 spécimens prélevés en quatre-vingts quinze échantillons de poids compris entre 465 et 4150 gr et dont la taille des spécimens comprise entre 74 et 472 mm étaient prélevés au hasard sur plusieurs lots de capture à l'arrivée des unités de pêche sur la plage de débarquement. Des lots de petite taille (moins de 2 Kg) étaient entièrement pris, et chaque échantillon étiqueté selon la plage de débarquement, la date et le type d'engin de pêche utilisé. Les échantillons étaient gardés au froid et conduits au laboratoire du Département de Biologie du Centre de Recherche en Hydrobiologie (CRH), où ils étaient dépouillés une ou deux heures après.

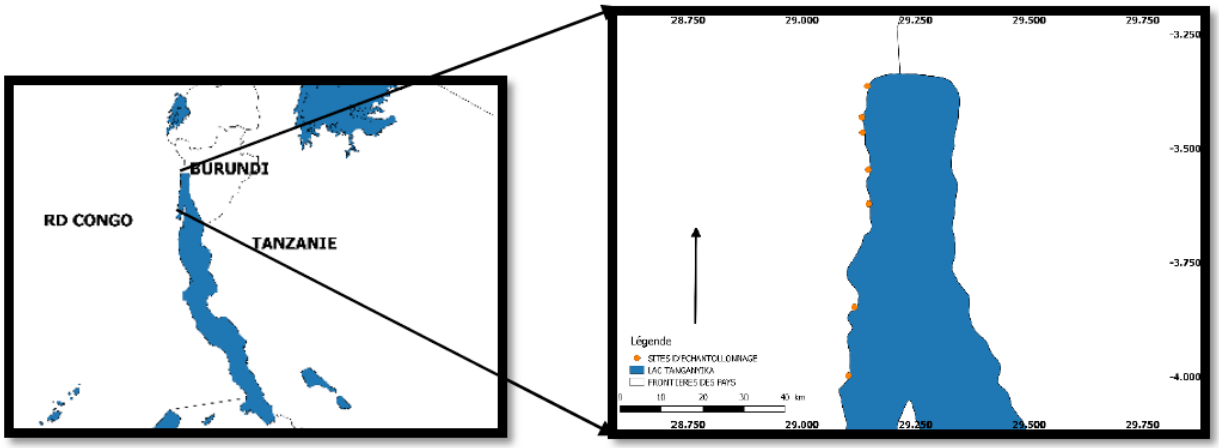


Figure 1 : *Localisation des sites d'échantillonnage dans la partie N-O du lac Tanganyika*

2-2. Traitement des échantillons

La taille en millimètre de tous les spécimens était prélevée sur une plaque millimétrée, le poids total et le poids éviscéré prélevés au centigramme près grâce à une balance de précision MCT SERIES, le poids des gonades au centigramme près par une balance de précision OHRUS. Le sexe et le stade de maturité sexuel étaient déterminés selon l'échelle de maturité sexuelle des reproducteurs partiels de Holden et Raitt [18]. Ce classement macroscopique en 5 stades était complété par le calcul de l'indice gonado-somatique (IGS) et du facteur de condition K. Les ovaires au stade 3, 4 et 5 étaient pesés, numérotés en référence aux spécimens d'origine et conservés dans des tubes de 14 ml contenant de l'alcool 75%. Le nombre d'ovules mûrs contenus dans l'ovaire était déterminé par comptage sous binoculaires Nikon SMZ 745. Un échantillon prélevé sur l'un des ovaires était pesé, puis ouvert dans une boîte de pétri contenant une petite quantité d'eau pour dissocier les ovules, ce petit volume d'eau contenant des ovules, était ensuite ramené à 14 ml dans un tube gradué. De cette solution initiale homogénéisée de 14 ml, un sous-échantillon de 0,5 ml était prélevé à l'aide d'une pipette graduée et les ovaires mûrs dénombrés sous binoculaire. L'opération était répétée trois fois pour chaque solution initiale de 14 ml. Par extrapolation du nombre moyen d'ovules mûrs dénombrés des trois prélèvements de 0,5 ml on détermine le nombre d'ovules contenus dans 14 ml d'eau et par le rapport du poids de la portion examinée au poids de l'ovaire, on détermine le nombre d'ovules mûrs contenus dans l'ovaire.

2-3. Traitement et analyse statistique des données

La variation mensuelle de la proportion des matures était déterminée pour les deux sexes et le sexratio calculé. La proportion de différents groupes selon le stade de maturité sexuelle (i) immatures, (ii) en maturation et récupération, (iii) les mûrissants, (iv) les murs et (v) les individus après ponte, était prélevée mensuellement, les stades (3, 4 et 5) correspondant aux gonades mûres. La taille de première maturité sexuelle (Lm50) était calculée séparément pour les 2 sexes. La portion P de poissons dont le stade de maturité de 2 à 5 selon la longueur totale LT du spécimen était portée sur une courbe logistique d'équation $L = 1 / (1+\exp [-r (L-Lm50)])$ où r est la pente de la courbe, et Lm50 la taille moyenne de la première maturité sexuelle (selon l'équation de Von Bertalanffy). La marge de taille de maturation était également définie pour les deux sexes. L'indice gonado-somatique (IGS) était calculé mensuellement pour l'espèce, pour les sous populations mâle et femelle, et par rapport au stade de maturité sexuelle pour les deux sexes selon la formule IGS = [Masse des gonades (gr) / Masse corporelle (gr)]*100. Cette information était complétée par la valeur moyenne mensuelle du facteur de condition (K) défini par la relation $K= 100W/L^3$. Dans cette relation, W est le poids du corps en gramme et L, la longueur totale en cm. Les deux facteurs quantitatifs IGS et K sont essentiels pour apprécier l'état de maturité sexuelle. La fécondité partielle absolue était donnée par le dénombrement des ovules murs et la fécondité partielle relative était obtenue par le rapport entre le nombre d'ovules murs et le poids corporel en gr. La relation entre ces fécondités partielles et la longueur totale de même que celle entre la fécondité partielle absolue et le poids des gonades étaient établie à l'aide du logiciel Past3_1. La comparaison des résultats obtenus était faite par l'analyse de la variance ANOVA.

3. Résultats

3-1. Evolution des proportions mâle-femelle par classe de taille

La taille des spécimens à sexe déterminé s'est étendue de 109 à 472 mm LT pour les mâles et de 130 à 424 mm LT pour les femelles. Dix-neuf classes de taille d'amplitude de 20mm étaient délimitées dans cet intervalle. La classe modale était [151 - 170] mm pour les mâles, [17,1-19,0] pour les femelles avec respectivement 67 mâles et 52 femelles. Les effectifs des mâles et femelles ont augmenté progressivement jusqu'aux classes modales respectives et ont régressé pour tomber à zéro vers 420 mm pour les femelles et 490 mm pour les mâles. Dans les différentes classes de taille les effectifs des mâles étaient supérieurs à ceux des femelles ***(Figure 2)***. Aucune différence significative de la moyenne de taille n'a été observée entre les sexes par classe de taille. Le test U par classe a donné des valeurs de $p > 0,05$ qui confirment l'hypothèse nulle (Tableau 1) ; et en plus la comparaison des effectifs des deux sexes par classe de taille confirme l'hypothèse nulle ($p= 0,1063$).

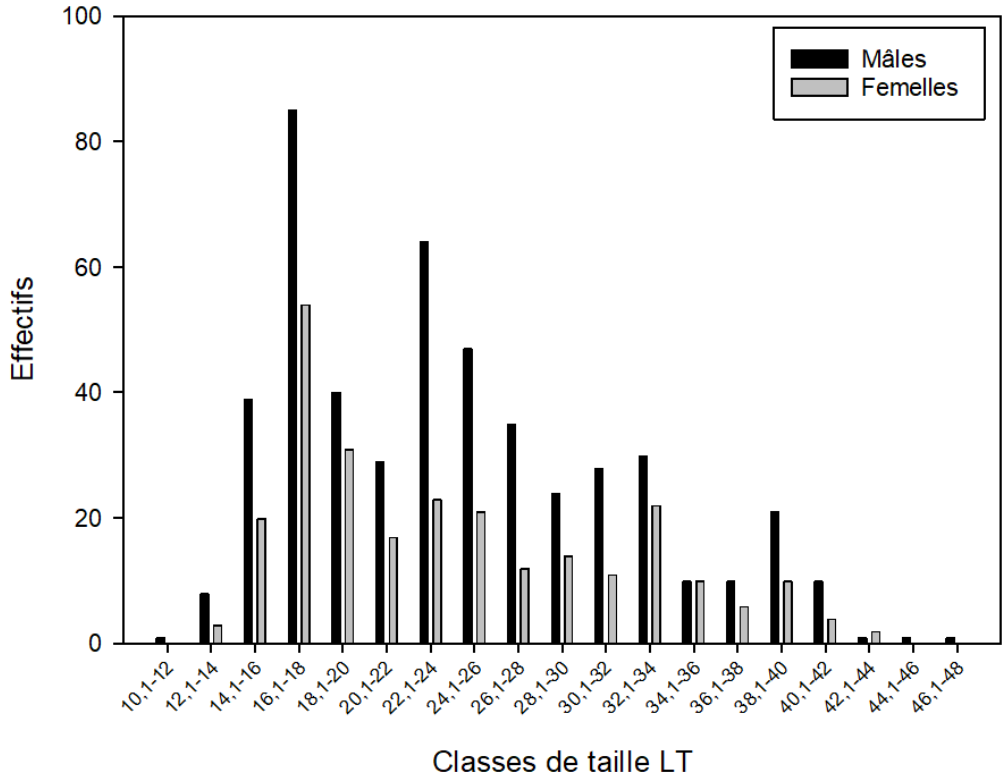


Figure 2 : *Distribution des mâles et femelles Lates stappersii par classe de taille entre septembre 2024 et août 2025 dans la partie N-O du Lac Tanganyika (mâles n=569 ; femelles n= 339)*

Tableau 1 : *Taille moyenne du Lates stappersii par classe et par sexe dans la partie N-O du Lac Tanganyika. Les classes de taille ≥ 40 cm ne renfermaient que des mâles (n=758)*

N°	Classe de taille cm	Moyenne		Valeur de p	Décision	N°	Classe de taille cm	Moyenne		Valeur de p	Décision
		Mâles	Femelles					Mâles	Femelles		
1	12,1-14	13,47	13,56	0,9939	H_0	9	28,1-30	29,03	29,16	0,4301	H_0
2	14,1-16	15,32	15,41	0,5186	H_0	10	30,1-32	31,13	31,15	0,9399	H_0
3	16,1-18	17,18	17,28	0,3511	H_0	11	32,1-34	33,00	32,93	0,5922	H_0
4	18,1-20	19,13	19,10	0,8668	H_0	12	34,1-36	35,14	35,17	0,8657	H_0
5	20,1-22	21,26	21,35	0,9862	H_0	13	36,1-38	37,21	37,05	0,417	H_0
6	22,1-24	23,16	23,13	0,8245	H_0	14	38,1-40	39,30	39,51	0,3596	H_0
7	24,1-26	25,21	25,20	0,8123	H_0	15	40,1-42		-		
8	26,1-28	27,19	26,85	0,1143	H_0	16	42,1-44		-		

3-2. Variation mensuelle de la moyenne de taille des mâles et femelles

Seuls les mois de février et novembre présentaient des différences significatives de la moyenne de taille entre les sexes. Le test non paramétrique U a révélé des différences très significatives ($p < 0,01$) de la longueur totale moyenne des sous-populations mâle et femelle en faveur des femelles en février et avril ***(Tableau 2)***. Cependant, l'échantillon renfermait une proportion importante de spécimens de grande taille (364 – 422 mm) en novembre et (225 à 374 mm) en février par rapport aux autres mois et la différence dans la répartition des proportions des spécimens de grande taille par sexe pourrait expliquer les différences observées.

Tableau 2 : *Moyennes mensuelles de la longueur totale des mâles et des femelles de L. stappersii de septembre 2024 à août 2025 (n = 908)*

Mois	Mâles	Femelles	TL moy. ♂ (cm)	[95%] ♂ (cm)	LT moy. ♀ (cm)	[95%] ♀ (cm)	|t|	Valeur de p
Sept	41	11	25,5± 4,5	15,00-27,00	23,7+3,0	20,00-27,60	0,4198	0,6827
Oct.	30	11	27,3±1,0	15,20-45,80	21,4±9,3	13,80-17,80	1,084	0,3039
Nov.	47	38	29,9±1,1	13,90-40,30	28,2±1,0	14,70-42,20	4,051	0,0002512**
Déc.	123	61	25,4±5,2	16,00-37,70	26,4±5,9	16,00-35,50	1,292	0,2014
Jan.	68	25	25,4±7,1	13,00-35,00	25,2±7,8	13,00-33,50	0,2933	0,7717
Fév.	94	50	15,3±4,8	13,50-33,00	19,3±5,2	15,50-35,30	5,97	2,601E-07**
Mars	32	18	22,5±4,2	16,50-30,30	21,8+4,6	17,20-30,30	1,089	0,2914
Avril	6	8	18,5±1	17,00-20,00	18 ,1±8,2	17,50-19,80	0,4931	0,6428
Mai	51	39	22,0±4,4	15,80-30,60	21,3± 5,0	15,80-32,70	1,552	0,1289
Juin	10	15	19,1±1,8	18,30-20,60	19,6+2,9	18,10-19,80	1,05	0,3209
Juillet	41	43	19,6±1,8	18,00-20,50	19,8±1,8	18,3-20,8	0,5958	0,5546
Août	19	22	22,1±3,4	19,00-25,00	22,8±2,6	21,00-24,8	0,0842	0,9338

3-3. Maturité sexuelle et taille de première maturité sexuelle Lm50

3-3-1. Proportions mensuelles des stades de maturité sexuelle 2, 3, 4 et 5

3-3-1-a. Chez les mâles

Une prédominance des stades de maturité sexuelle 2 et 3 était constatée entre septembre, et avril excepté en novembre où prédominait le stade 4. Les spécimens en maturation (stade 2) ont progressivement diminué de septembre à novembre pour progressivement augmenter jusqu'en avril et diminuer ensuite graduellement jusqu'en août. Le stade de maturité 3 a régressé de septembre à novembre, explosé en décembre et janvier avant de baisser de février à mars et prédominer en juillet et août avec le stade 4. En octobre, novembre, décembre, mai, juillet et août les stades de maturité 3, 4 et 5 représentent ensemble 50% ou plus ***(Figure 3)***. L'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative dans la répartition mensuelle des proportions de différents stades de maturité chez les mâles p = 1 > 0,05. Cependant une différence très significative p= 5,479E-07 < 0,01, était constatée dans la variation relative des proportions des stades de maturité sexuelle pour l'ensemble de la période d'étude. Ces différences concernaient d'une part la répartition des proportions du stade 2 par rapport aux stades 3, 4 et 5, respectivement P= 0,001234** ; 0,0002027** et 0,0001608** ; d'autre part la répartition des proportions du stade 3 par rapport au stade 5, p = 0,01191*< 0,05.

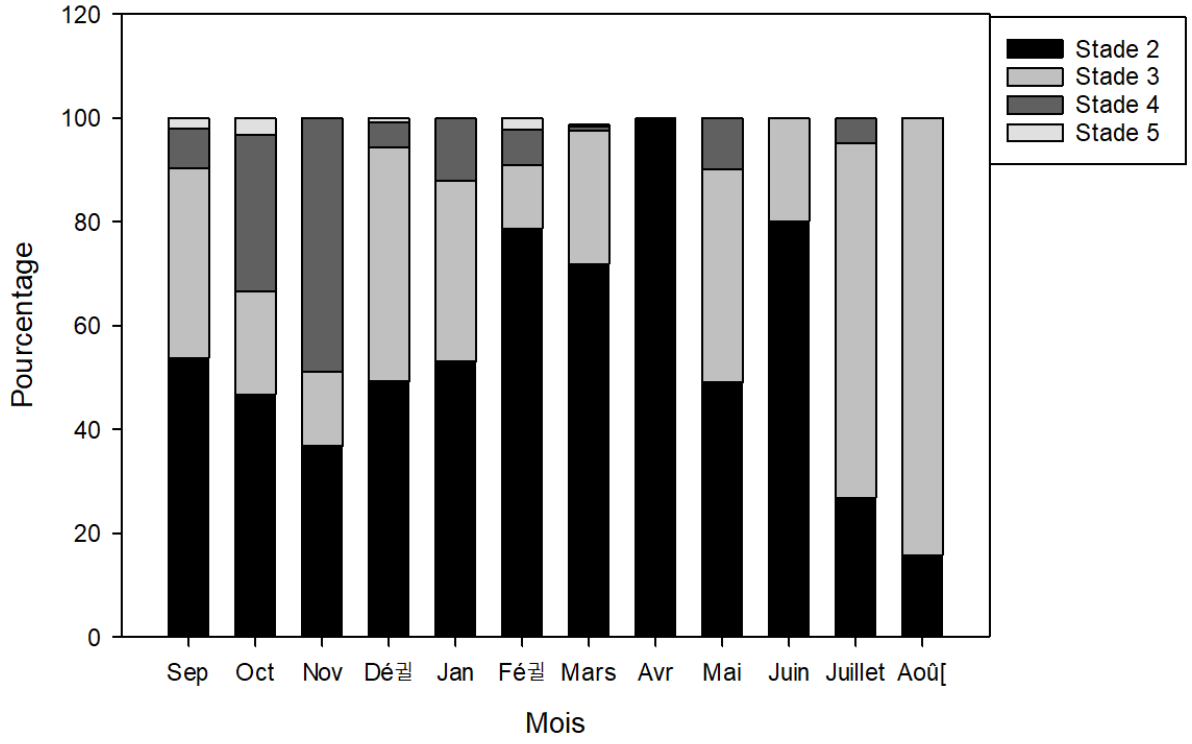


Figure 3 : *Variation de la répartition des proportions mensuelles relatives des stades de maturité sexuelle 2, 3, 4 et 5 des mâles Lates stappersii dans la partie N-O du lac Tanganyika (n =569)*

3-3-1-b. Chez les femelles

La constante prédominance (73-100%) du stade de maturité 2 était constatée entre octobre et août bien que les stades de maturité 3 et 4 soient très présents (28 à 50%) en septembre, novembre, décembre et janvier et relativement abondantes (35-48%) en mai et juin ***(Figure 4)***. L'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative dans les répartitions mensuelles des proportions des stades de maturité sexuelle, $p = 1 > 0,05$. Cependant, la distribution relative globale des proportions de différents stades de maturité sexuelle présente une différence très significative $p = 9,04E\text{-}08 < 0,01$. Ces différences concernaient d'une part la répartition des proportions du stade 2 par rapport à celles des stades 3, 4 et 5, respectivement $p = 0,002063^{**}$; $0,000161^{**}$ et $0,0001608^{**}$ tous $< 0,01$ et d'autre part entre la répartition des proportions du stade 3 par rapport à celles des stades 4 et 5, avec des valeurs respectives de $p = 0, 02339^{*} < 0,05$ et $0,004259^{**} < 0,01$.

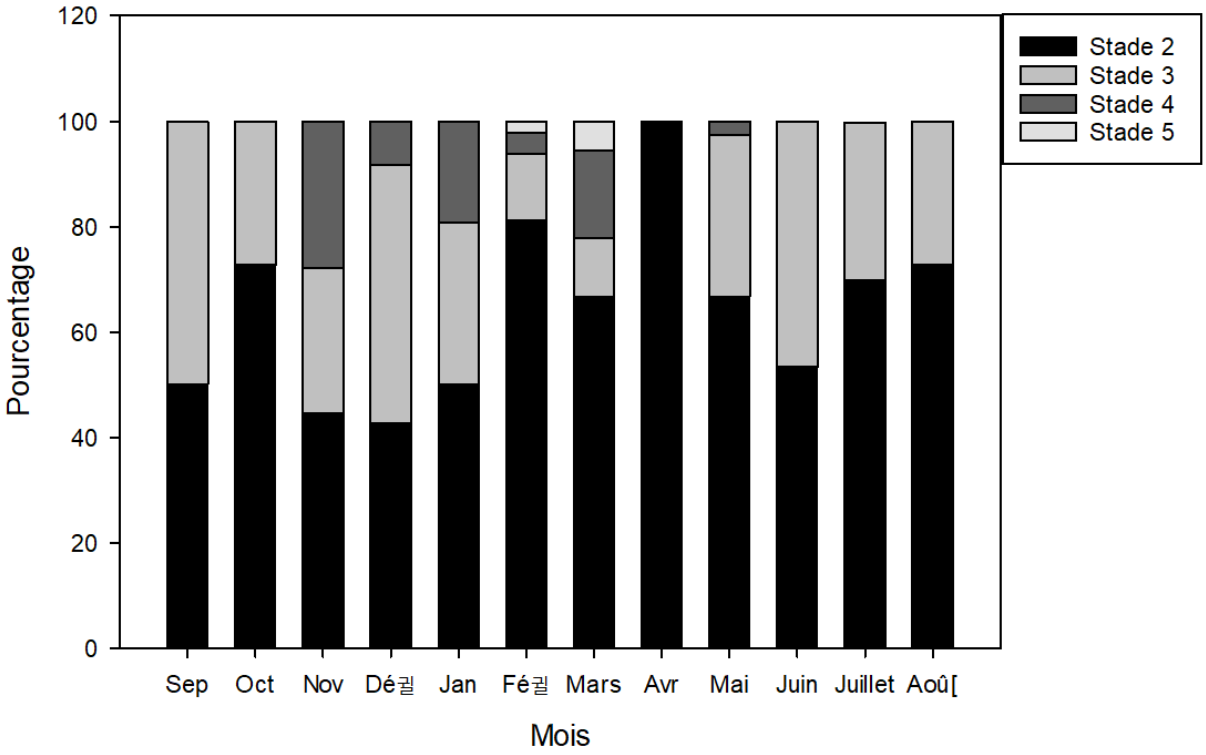


Figure 4 : *Variation des proportions mensuelles relatives des stades de maturité sexuelle 2, 3, 4 et 5 des femelles Lates stappersii dans la partie N-O du lac Tanganyika entre septembre 2024 et août 2025 (n = 339)*

3-3-2. Variation mensuelle des proportions des stades de maturité sexuelle

Une prédominance des juvéniles était observée dans la capture durant toute la durée de l'étude. Leur proportion mensuelle moyenne était 78,5%, avec des extrêmes de 50,9% en décembre 2024 et 94,8% en avril et juin 2025. Une augmentation progressive de la proportion des spécimens en maturation (stade 2) a été observée, passant d'environ 5% en septembre et octobre à 12% en novembre avec des pics de 23,2% en décembre 2024, 17,4% en février et 15,2% en mai et juin 2025. La catégorie mûre (stades 3, 4 et 5) qui ne représentaient que 4 à 5% de la capture en septembre et octobre est remontée à 17,8 en novembre et 25,8% en décembre 2024, pour retomber en mars et avril avant de remonter à 14,6% en mai et juillet 2025 ***(Figure 5)***. L'analyse de la variance n'a révélé aucune différence significative ($p = 0,9927 > 0,5$) dans la répartition mensuelle des catégories juvéniles, en maturation et mûre. Cependant une différence très significative ($p = 2,816E-07 < 0,01$) était observée dans la proportion globale de ces trois catégories pour l'ensemble de la période d'étude. Cette différence concernait la proportion des juvéniles par rapport à celle des spécimens mûrs ($p = 0,0001497 < 0,01$) et par rapport à celle des spécimens en maturation ($p = 0,00015 < 0,01$).

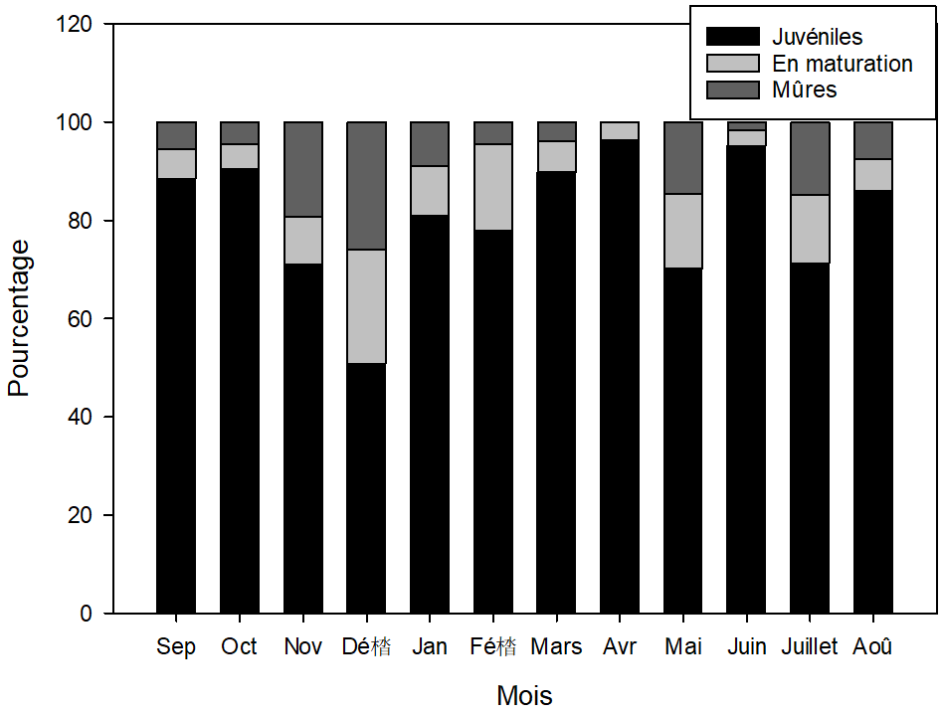


Figure 5 : *Proportions mensuelles des catégories (i) juvénile, (ii) en maturation et (iii) mûre entre septembre 2024 et août 2025 dans la partie N-O du lac Tanganyika (n = 4898)*

3-3-3. Proportions mensuelles des recrus (< 90mm LT)

La proportion des recrus variait selon les mois. Elle était notablement plus élevée en octobre (29,42%), avril (27,1%) et juin (19,9%) et généralement basse, moins de 5% de novembre 2024 à mars et en mai 2025. La moyenne mensuelle de la proportion des recrus était de 7,8% pour l'ensemble des mois, avec le minimum (0%) en août et septembre ***(Figure 6)***.

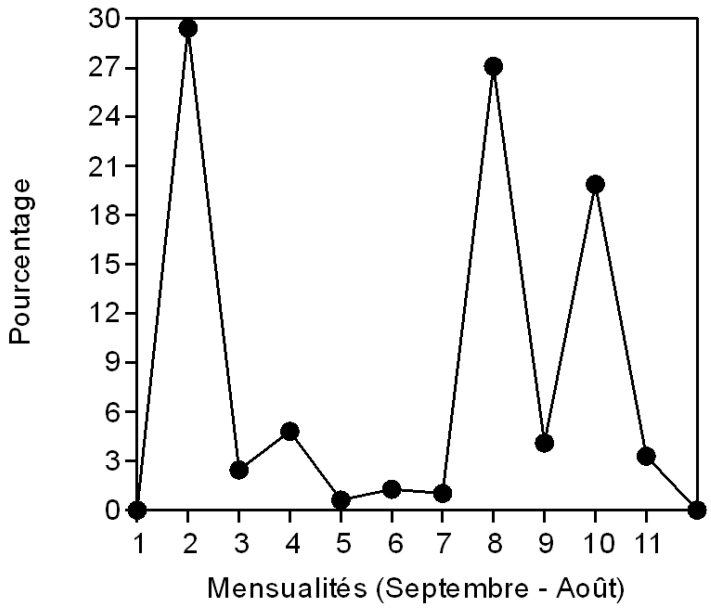


Figure 6 : *Proportions mensuelles des recrus Lates stappersii en pourcentage de la capture entre septembre 2024 et août 2025 dans la partie N-O du lac Tanganyika (n= 465)*

3-3-4. Proportions mensuelles de mâles, femelles et sexratio

La proportion des poissons matures (stades 2 à 5) représentait (20%) de la capture totale entre septembre 2024 et août 2025. Une différence très significative (p= 0,003231< 0,01) existait entre la proportion des mâles (57%) et celle des femelles (43%) ***(Figure 7)***. En réalité ces deux sous-groupes ne représentent respectivement que 11,5 et 8,5% de la capture totale. Toutefois l'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative (p= 0,2305>0,05) dans la répartition mensuelle des proportions des sexes. Le sexratio de valeur moyenne (0,74) était en faveur des mâles (sauf en avril, juin, juillet et août), fluctuant mensuellement entre 0,2 et 1,5 ***(Tableau 3)***.

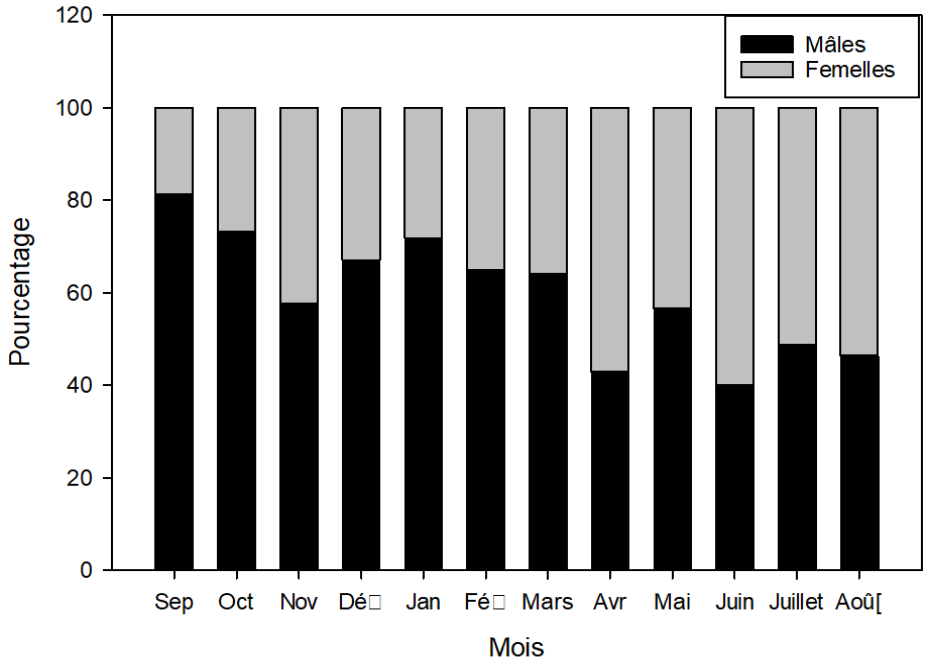


Figure 7 : *Proportions mensuelles des mâles et femelles de L. stappersii dans la partie N-O du lac Tanganyika entre septembre 2024 et août 2025, (n= 908)*

Tableau 3 : *Variation mensuelle du sexratio du L. stappersii dans la partie N-O du lac Tanganyika (n= 908)*

Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août
0,2	0,3	0,7	0,4	0,3	0,5	0,5	1,3	0,7	1,5	1	1,5

3-3-5. Taille de première maturité sexuelle des mâles L. stappersii

Le processus de maturation sexuelle commence autour de 11 cm LT chez les mâles. Ce processus débute plus lentement que prévu entre 11 et 14,5 cm LT pour continuer plus rapidement jusqu'à la taille de 28 cm LT. La courbe des proportions des mâles matures en fonction de la taille présentait deux portions différentes par rapport à l'allure de la courbe logistique prévisionnelle. Elle évoluait entièrement au-dessus de la courbe logistique pour les tailles entre16 et 28 cm LT (70% des mâles) et entièrement en dessous de celle-ci pour les tailles entre 31 et 40 cm LT. La maturation sexuelle des jeunes mâles *L. stappersii* intervient à une taille inférieure à celle prévue théoriquement et, la première maturité sexuelle se fixe à 23,5 cm LT au lieu de 25 cm, taille théorique de la première maturité sexuelle à laquelle déjà 57% des mâles ont déjà atteint la maturité ***(Figure 8)***. L'équation de la courbe logistique de la proportion des mâles à maturité pour une taille donnée est : $y = 98,66 / (1+337,6 \exp(-0,2358x))$. La marge de maturation sexuelle des mâles comprise entre Lm25 et Lm75 va de 17,9 à 29,4 cm LT.

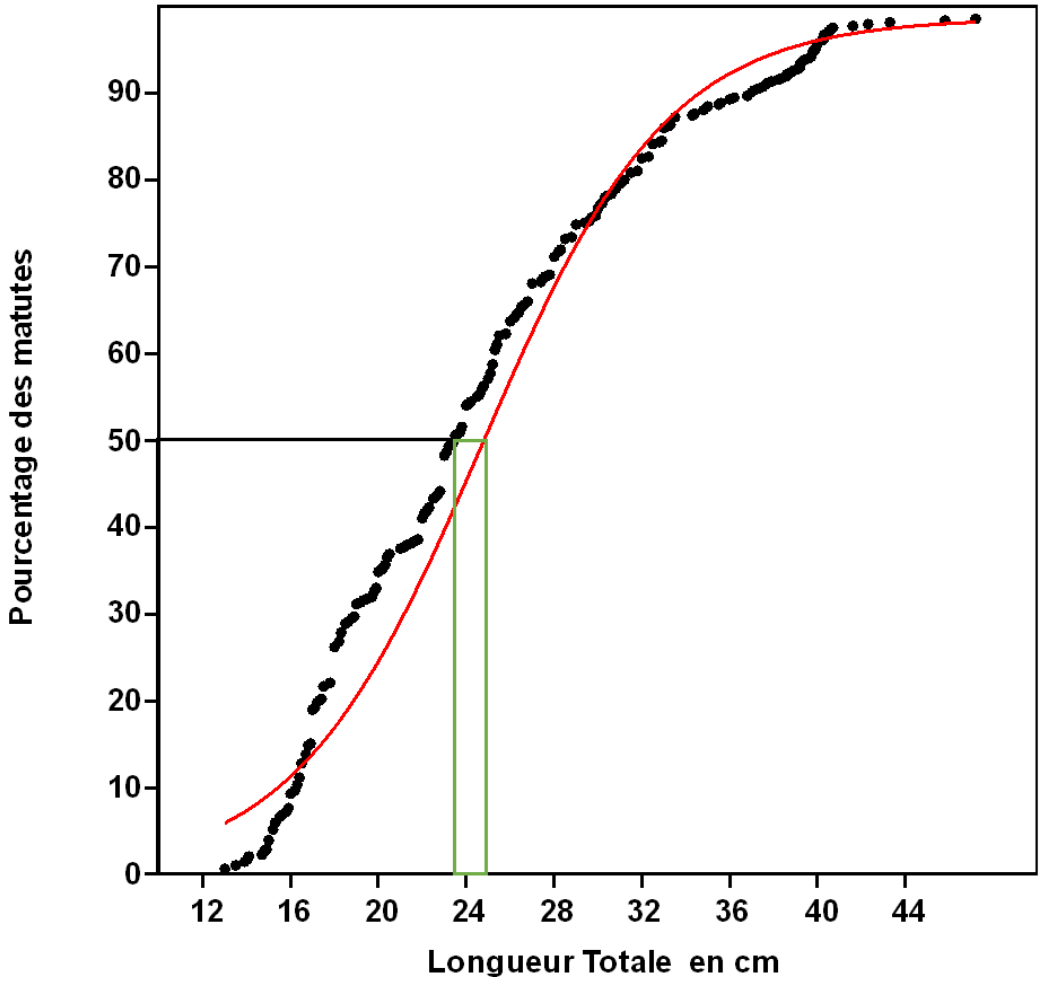


Figure 8 : *Taille de première maturité sexuelle Lm50 observée des mâles L. stappersii dans la partie N-O du lac Tanganyika. Elle est de 23,5 cm LT au lieu de 25 cm LT, Lm50 estimée ; degré de confiance 95% ; a = 99,66 ; b = 337,64 ; c = 0,23582 (n= 485)*

3-3-6. Taille de première maturité sexuelle des femelles L. stappersii

Le processus de maturation sexuelle des femelles *L. stappersii* débute d'environ 13 cm LT. La maturation sexuelle commence plus lentement que prévu entre 13 et 16 cm LT, pour progresser plus rapidement jusqu'à 28 cm LT. La courbe des proportions des femelles matures en fonction de la taille présentait deux portions différentes par rapport à l'allure de la courbe logistique prévisionnelle. Elle évoluait entièrement au-dessus de la courbe logistique prévisionnelle entre 16 et 28 cm LT (48% des femelles), et totalement en dessous de celle-ci entre 28 et 40 cm LT. Ainsi, Lm50 se situe à 22,8 cm LT au lieu de 25 cm LT, taille à laquelle 60% des femelles ont déjà la maturité (Figure 9). L'équation de la courbe logistique des femelles est y = 99,714 / (1+ (1+382 exp (-0,02424x). La proportion des femelles qui entament la maturation sexuelle entre 28 et 40 cm LT devient faible et inférieure à la prévision théorique. La marge de maturation sexuelle des femelles comprise entre Lm25 et Lm75 va de 17,8 à 30,2cm LT.

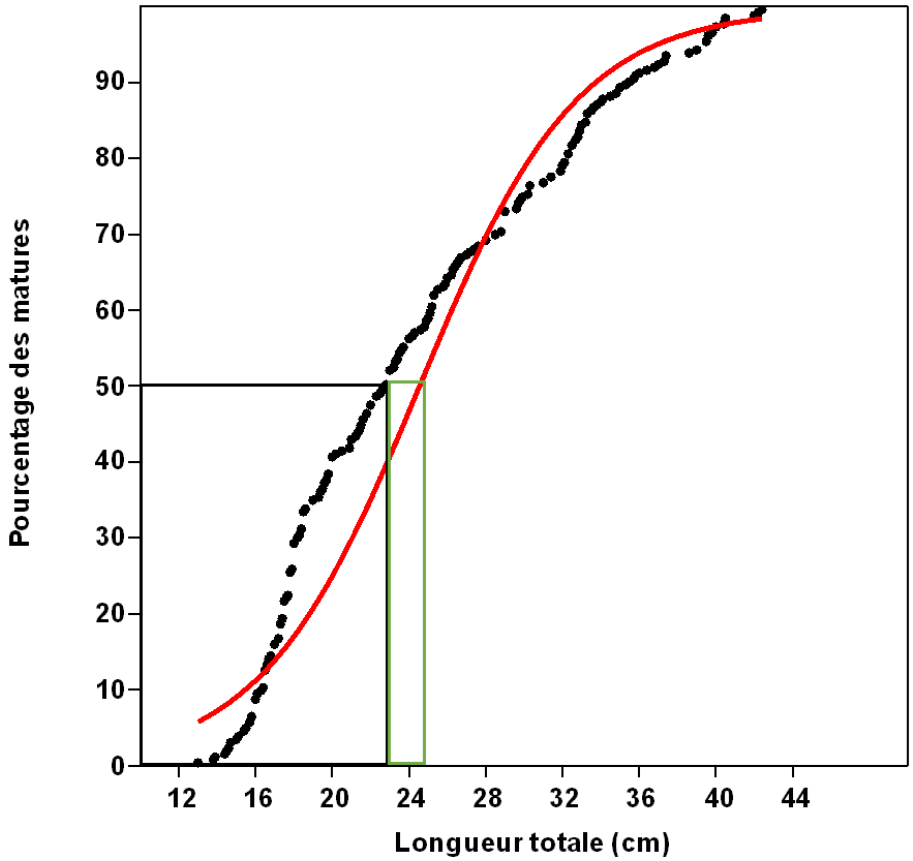


Figure 9 : *Taille de première maturité sexuelle, Lm50 des femelles L. stappersii dans la partie N-O du lac Tanganyika. Elle est de 22,8 cm LT, au lieu de 25 cm LT Lm50 estimée ; degré de confiance 95% ; a = 99,714 ; b = 382,07 ; c = 0,24236 ; (n =263)*

3-4. IGS, facteur de condition K et période de reproduction

3-4-1. Moyennes mensuelles de l'IGS de L. stappersii

La plus faible moyenne (0,8) de l'IGS de *L. stappersii,* les deux sexes réunis, était observée en septembre 2024. Elle est passée à 2 entre septembre et novembre 2024 et s'est maintenue entre 1,2 et 2 d'octobre 20204 à avril 20205 avec des pics (1,8) en novembre 2024, (2) en janvier et (1,7) en avril 2025, pour régresser progressivement jusqu'en août 2025 ***(Figure 10a)***. L'analyse de la variance a montré une différence très significative ($p = 1{,}551^{E}\text{-}18 < 0{,}01$) entre les moyennes mensuelles ***(Tableau 4a)***. Chez les mâles, la moyenne la plus basse de l'IGS (0,88) était enregistrée en septembre 2024. Elle a augmenté entre septembre et novembre 2024 pour se maintenir entre 1,5 de 2,3 jusqu'en avril 2025, avec des pics en novembre 2024, janvier et avril 2025 puis une baisse en dessous de 1,2 de mai en août 2025. ***(Figure 10b)***. L'analyse de la variance a montré une différence très significative ($p = 2{,}216^{E}\text{-}09 < 0{,}01$) entre les moyennes mensuelles des IGS ***(Tableau 4b)***. Chez les femelles, la moyenne la plus faible (0,5) de l'IGS était enregistrée en novembre 2024. Une baisse de celle-ci était observée entre septembre et novembre 2024, un premier accroissement de 0,5 à 1,8 était observé de novembre 2024 à janvier 2025, un deuxième de 1,1 à 1,7 entre février et avril 2025 puis une chute en dessous de 0,8 de mai à août 2025. L'IGS moyenne des femelles s'était maintenue au-dessus de 1 de décembre 2024 à avril 2025 ***(Figure 10c)***. L'analyse de la variance a montré une différence très significative ($p = 1{,}646^{E}\text{-}08 < 0{,}01$). Cette différence concernait octobre 2024 par rapport à janvier 2025 ($p = 0{,}03448 < 0{,}05$) et avril 2025 ($p = 0{,}03303 < 0{,}05$) d'une part ; août 2025 par rapport à janvier ($p = 0{,}04721$) et avril 2025 (0,0453) d'autre part.

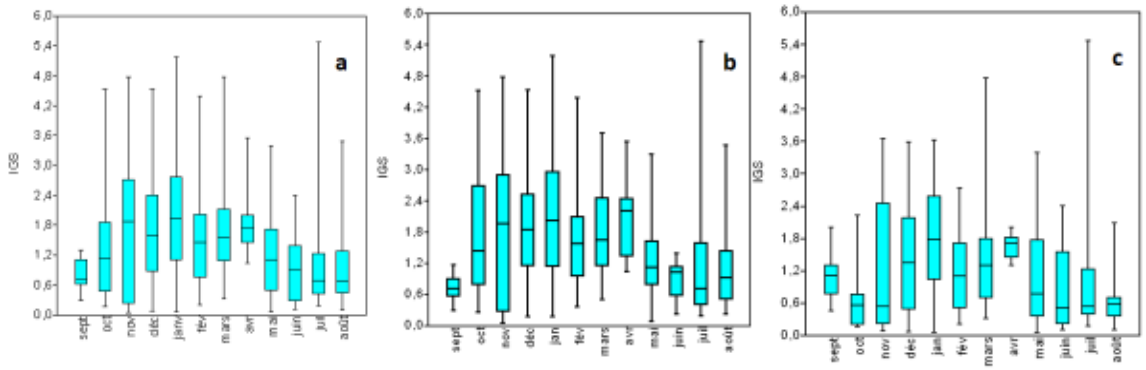


Figure 10 : *Variation mensuelle de la moyenne de l'IGS du L. stappersii dans la partie N-O du lac Tanganyika : (a) mâles et femelles (n = 869), (b) des mâles (n= 569) et (c) des femelles (n = 339) entre septembre 2024 et août 2025 ; degré de confiance 95%*

Tableau 4a : *Différences observées entre moyennes mensuelles de l'IGS du L. stappersii (mâles et femelles réunis) dans la partie N-O du lac Tanganyika (n= 908)*

Mois différents		Valeur de p	Décision
Septembre	Mars	0,0008693	**
Novembre	Juin	0,03781	*
Novembre	Juillet	0,04295	*
Décembre	Juin	0,004096	**
Décembre	Juillet	0,0048	**
Décembre	Août	0,006964	**
Janvier	Mai	0,01235	*
Janvier	Juin	$3,128^{E}$-05	**
Janvier	Juillet	$3,465^{E}$-05	**
Janvier	Août	$4,624^{E}$-05	**
Mars	Juin	0,0051	**
Mars	Juillet	0,005963	**
Mars	Août	0,008597	**
Avril	Juin	0,000501	**
Avril	Juillet	0,000599	**
Avril	Août	0,000914	**

Tableau 4b : *Différences observées entre moyennes mensuelles de l'IGS des mâles L. stappersii dans la partie N-O du lac Tanganyika (n= 569)*

Mois différents		Valeur de p	Décision
Septembre	Mars	0,01079	*
Septembre	Avril	0,0006083	**
Novembre	Juin	0,02509	*
Décembre	Juin	0,01475	*
Janvier	Juin	0,001298	**
Janvier	Juillet	0,01853	*
Mars	Juin	0,036	*
Avril	Juin	0,002796	**
Avril	Juillet	0,3458	*

3-4-2. Variation mensuelle du facteur de condition K

Le facteur de condition K, des mâles et des femelles se situait mensuellement autour de 0,6 et 0,75 pour 95% de spécimens ***(Figure 11)***. Toutefois, l'analyse de la variance a révélé une différence très significative (p= 5,032E-32) entre les moyennes mensuelles au sein des sous populations mâles et femelles. Cette différence concernait la moyenne élevée en septembre de la sous population mâle, ou la moyenne basse en octobre de la sous population femelle, toutes deux par rapport aux autres moyennes mensuelles ***(Tableau 5)***. Par rapport à la longueur totale et au sexe, il a été constaté une allométrie positive à faible pente entre la longueur totale et le facteur de condition K, chez les femelles comme chez les mâles ***(Figure 12 a et b)***, cependant, entre les deux sexes, aucune différence significative, ($t = 1,2044$; $p = 0,2288 > 0,05$) n'était observée entre les moyennes de facteurs de condition K.

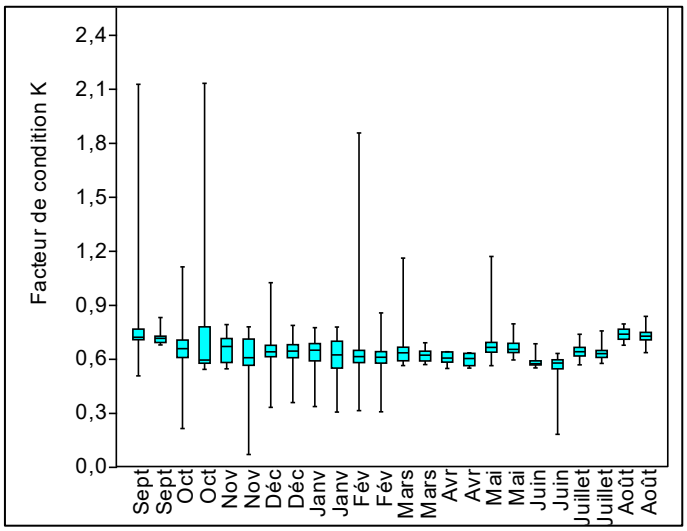


Figure 11 : *Variation mensuelle du facteur de condition K de L. stappersii (par ordre mâles et femelles) dans la partie N-O du lac Tanganyika entre septembre 2024 et août 2025 (n= 908)*

Tableau 5 : *Différences mensuelles observées par sexe, du facteur de condition K du L. stappersii, dans la partie N-O du lac Tanganyika entre septembre 2024 et août 2025 (n= 908)*

Mois différents		**Valeur de p, sous population ♂**	**Valeur de p, sous population ♀**
Septembre ♂	Novembre	0,0008368**	0,01224*
	Décembre	3,441E-05**	0,0002815**
	Janvier	6,604E-05**	1,799E-05**
	Février	2,309E-05**	2,249E-05**
	Mars	0,0003293**	2,692E-05**
	Avril	1,811E-05**	1,801E-05**
	Mai	0,009525**	0,002124**
	Juin	1,754E-05**	1,75E-05**
	Juillet	0,000195**	9,533E-05**
Septembre♀	Juin	-	0,00 3023**
Octobre ♂	Octobre	-	0,0004478**
Octobre♀	Novembre	0,0006574**	2,497E-05**
	Décembre	7,507E-05**	0,0001311**
	Janvier	3,97E-05**	17,69E-05**
	Février	1,988E-05**	1,962E-05**
	Mars	0,0001557**	2,158E-05**
	Avril	1,774E-05**	1,77E-05**
	Mai	0,005366**	0,001138**
	Juin	1,751E-05**	1,75E-05**
	Juillet	0,0001007**	5,367E-05**

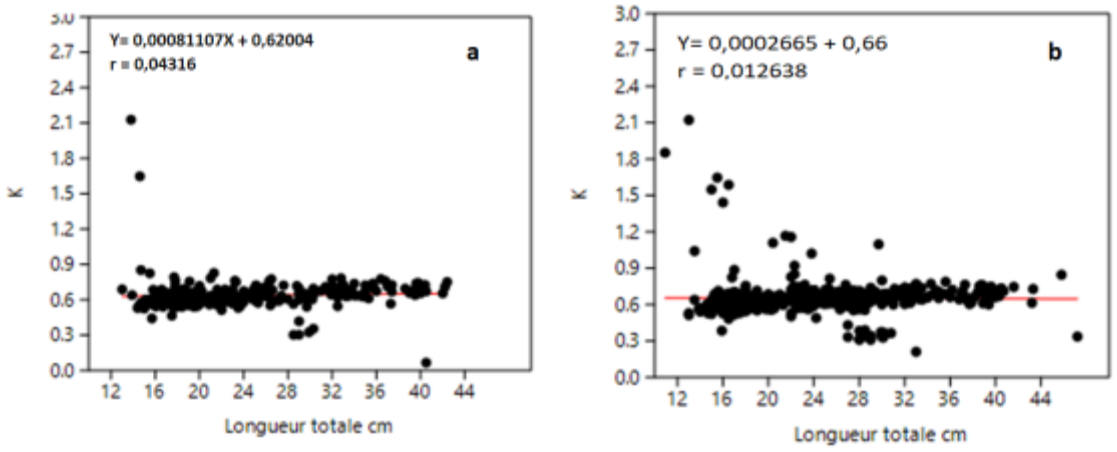
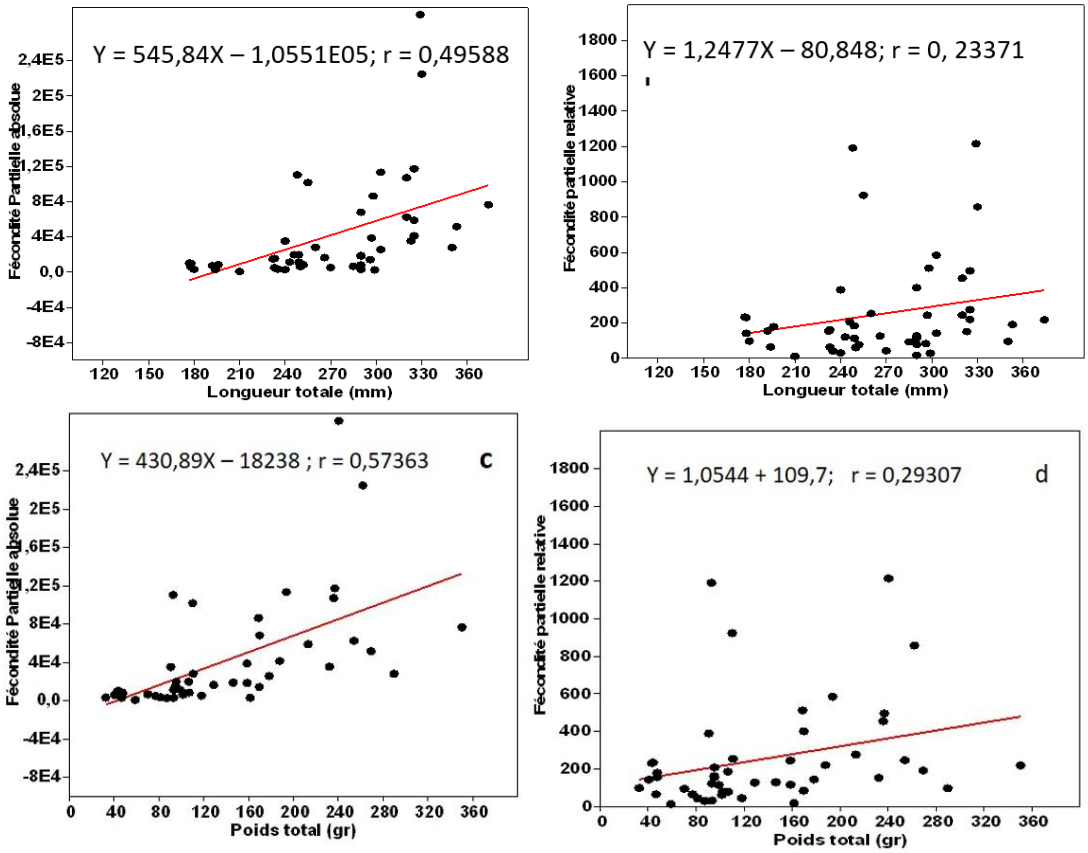


Figure 12 : *Relation longueur totale-facteur de condition K du L. stappersii entre septembre 2024 et août 2025 dans la partie N-O du lac Tanganyika : (a) femelles (n= 488) et (b) mâles (n = 265)*

3-5. Fécondité

La fécondité partielle absolue et la fécondité partielle relative du *L. stappersii* dans la partie N-O du lac Tanganyika étaient calculées à partir des femelles aux stades de maturité 3, 4 et 5 ; celles au stade 2 n'ayant pas encore des ovules bien distincts. Les relations longueur totale – fécondité partielle absolue ; longueur totale – fécondité partielle relative ; poids total – fécondité partielle absolue ; poids total - fécondité partielle relative et poids des gonades – fécondité totale relative sont allométriques positives ***(Figure 13, a, b, c, d et e)***. Cependant la relation poids des gonades - fécondité partielle absolue est allométrique négative.



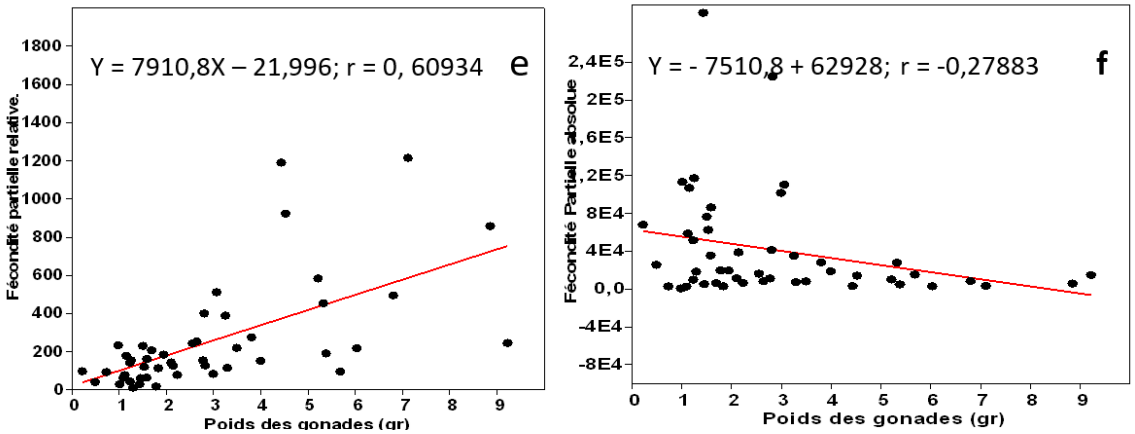


Figure 13 : *(a) Relation longueur totale – fécondité partielle absolue des femelles L. stappersii dans la partie N-O du lac Tanganyika. La fécondité partielle absolue est égale à 545,84LT (mm) – 1,0551E05 ; r = 0,49588 ; (b) la fécondité partielle relative est égale à 1,2477 LT (mm) – 80,848 ; r = 0,23371 ; (c) La fécondité partielle absolue est égale à 430,89 le poids total (gr) - 18238 ; r = 0,57371 ; (d) La fécondité partielle relative est égale à 1,0544 le poids total (gr) + 109,7 ; r = 0,29307 ; (e) la fécondité relative est égale à 79,478 poids des gonades (gr) + 21,966 ; r = 0,60934 ; La fécondité partielle absolue – poids des gonades (gr) est égale 7510,8 le poids des gonades + 62928 ; r = - 0,27883 (n = 49)*

4. Discussion

La saison de reproduction des poissons coïncide avec le changement des variables environnementaux telles les précipitations, la variation du niveau de l'eau, la température de l'eau et la concentration de la chlorophylle a [19 - 21]. Ceci reste valable pour la période de reproduction de *L. stappersii* qui s'étend de novembre à mai dans la partie N-O du lac Tanganyika, période presque identique à celle déjà déterminée dans les eaux burundaises et zambiennes du lac Tanganyika [22, 23]. Cette période correspond à la saison de pluie [10] et à la montée régulière des eaux du lac Tanganyika [24, 25]. Les eaux superficielles du lac Tanganyika sont chaudes d'août à mai et deviennent froides en juin et juillet, la température de l'air influencée par le lac est maintenue stable à un niveau élevé le reste de temps [10, 26, 27]. Aussi, la forte production d'algues est observée entre septembre et novembre [28 - 32]. Il est évident que ces facteurs environnementaux influent sur la reproduction du *Lates stappersii* dans la partie Nord-Ouest du lac Tanganyika. Même pour les Clupeidae du lac Tanganyika, la principale période de production des juvéniles coïncidait avec le développement maximal du plancton [33] et la période de ponte maximale de *L. stappersii* variait selon les régions du lac, en liaison avec la production du zooplancton [34]. Dans les régions tropicales, la gamétogenèse est sous contrôle de changements subtils dans l'environnement et sa durée varie selon les espèces [35]. Une maturité précoce (< 50% de la taille maximale) et une fécondité relativement élevée sont conformes à un mode de vie opportuniste, suggérant une adaptation aux perturbations environnementales [36]. Dans la partie N-O du lac Tanganyika, les mâles *L. stappersii* amorcent la maturation plus tôt que les femelles, arrivent à la première maturité sexuelle à 23,5 cm et les femelles à 22,8 cm. Par rapport à la taille prévisionnelle de Lm50, celle des mâles baisse de 1,6 cm et celle des femelles de 2,2 cm. Par rapport au Lm50 de la même espèce dans le sous bassin de Kigoma, les mâles de la partie N-O du lac Tanganyika atteignent Lm50 1,4 à 2,3 cm plus tôt, et les femelles 2,7 à 3,6 cm [37]. Toutes les valeurs de Lm50 observées du *L. stappersii* dans la partie N-O du lac sont en deçà de 260 mm LT, taille minimale de capture autorisée [38]. L'âge de première reproduction est l'un des principaux ajustements évolutifs imposés par la sélection

naturelle [39, 40]. Une baisse de l'âge de la première reproduction peut significativement accroître le fitness (le succès reproducteur) en maximisant le nombre de descendants produits à des âges précoces. L'âge de première reproduction est le facteur qui impacte le plus le succès reproducteur [41]. La première maturité sexuelle de *L. stappersii* intervenait entre 18 et 22 cm, les mâles devenant mature à une taille légèrement plus petite [42]. Entre 21 et 22 cm LT pour les femelles dans les eaux burundaises [23]. A Kigoma la Lm50 était de 27,8 cm pour les 2 sexes et 23,7 cm et 25,5 cm respectivement pour les femelles et les mâles à Mpulungu. Lm50 moyenne pour les 2 sexes était 16% < 31,1cm, Lm50 optimal théorique à Mpulungu, [43, 44] et entre 18 et 20 cm LT [22]. Ces contrastes renseignent sur la différence des méthodes d'étude utilisées et la variabilité dans l'accomplissement de la maturité du *L. stappersii* d'une zone à l'autre ou d'une année à l'autre [45]. *L. stappersii* apporte des recrus à la pêche pélagique entre 20-29 cm [46]. Dans un cycle annuel, le seul grand recrutement a lieu d'avril à mai et un second de juillet à novembre. La prédominance des jeunes dans la partie Nord du lac Tanganyika n'implique pas que c'est une zone pépinière primaire pour *L. stappersii*. Les œufs et les larves sont planctoniques rependus dans les couches superficielles des eaux pélagiques [22, 47 - 49] et le post larve également [50]. Les jeunes poissons peuvent provenir des adultes qui se reproduisent à l'extrême sud et s'étendent dans le sous bassin de Kigoma [51]. Il n'y a donc pas de différence entre populations en rapport avec la distance géographique, suggérant l'absence d'isolation due à la distance pour les quatre espèces de *Lates* du lac Tanganyika [52]. Des études récentes ont révélé que les deux clupéidés pélagiques du lac Tanganyika ne présentent aucun signe de structure génétique spatiale [53]. A l'âge de 10-22 mois (longueur 13-25 cm), les jeunes *L. stappersii* forment des bancs qui sont associés à la cohorte annuelle de *S. tanganicae* qui incubent en même temps près des côtes [34]. De manière générale, une espèce proie ne peut survivre en milieu pélagique si elle ne forme pas des bancs de poissons de taille similaire et de mélange d'espèces se ressemblant les unes les autres [54]. La différence de taille entre mâles et femelles est l'une des caractéristiques du dimorphisme sexuel pour plusieurs espèces de poissons.

Dans la famille des Latidae, les femelles de *Lates angustifrons, L. mariae,* et *L. microlepis* sont plus grands que les mâles [48] et celles de *L. niloticus* [55, 56]. Aucune différence de taille entre mâles et femelles n'a été observée pour *L. stappersii*. La comparaison des moyennes par classe de taille pour les deux sexes n'a révélé aucune différence significative. Plus encore, la différence constatée entre les moyennes de tailles des mâles et des femelles en novembre et février serait due à la présence des spécimens de grande taille dans les échantillons, spécimens souvent rares, dont la proportion était en faveur des femelles en novembre et en avril. Pour l'ensemble du lac, le sexratio du *L. stappersii* est d'une femelle pour un mâle [45, 47, 57, 58]. Cependant des différences apparaissent selon les zones d'étude. Pour les classes de taille plus grandes, l'un des sexes prédomine. Dans la partie N-O du lac Tanganyika, les plus petits spécimens en maturation (<130mm TL) et les plus grands matures (>430mm TL) ne comprenaient que des mâles. Aussi dans les classes intermédiaires de taille, les mâles étaient chaque fois plus nombreux que les femelles. Dans les eaux zambiennes, le sexratio était 54,5% de femelles et 45% de mâles [59] ; 52% de femelles et 48% mâle [23] alors que dans les eaux burundaises l'effectif d'aucun sexe ne prédominait dans les classes de taille [24]. Dans les eaux zambiennes, le nombre des mâles *L. stappersii* diminue à mesure que la taille des individus par classe augmente [45, 60]. Les données suggèrent que des différences spécifiques à l'âge existent dans la distribution et que la partie centrale du lac pourrait servir de zone de développement pour les juvéniles [34]. Cette distribution spatiale des tailles suggère que les jeunes *L. stappersii*, abondant dans la partie Nord du lac Tanganyika, réaliseraient une migration vers le sud du lac à mesure qu'ils grandissaient, ce qui pourrait expliquer la rareté des femelles de grande taille dans la partie au nord de la baie Burton. En rapport avec la variation de l'IGS, l'effort de reproduction a clairement augmenté d'octobre à mars dans les eaux Tanzaniennes [51], alors que dans les eaux burundaises la période de reproduction s'étendait de janvier à avril [23, 34]. Pour la partie N-O du lac Tanganyika, la valeur de l'IGS était élevée entre décembre et avril (1,2-1,8). La proportion des spécimens en maturation (stade 2) était la plus élevée entre février et mai et celle

des recrus plus grande en octobre et en avril. De nombreux spécimens de grande taille (22-33,5 cm) étaient présents dans l'échantillon du mois de mai, cela a tiré vers le haut la valeur de K en jouant en faveur du poids par rapport à la taille dans la relation $K=100W/L^3$. Cependant la valeur de ce paramètre n'a pas beaucoup varié en fonction de la taille ou du sexe. Chez toutes les espèces, la fécondité parait être en relation avec la longueur du poisson selon la relation $F= aL^b$ qui, sous forme linéaire devient $\log F = a + b \log L$. D'autre part, la relation fécondité-poids est linéaire pour des espèces où b est proche de 3 [61]. Bien qu'une corrélation généralement négative existe entre la fécondité relative et le poids de la femelle chez certains poissons comme bon nombre de Cichlidae [21, 62], elle est cependant positive dans la partie N- O du Lac Tanganyika où la majorité des femelles sont jeunes. La production totale d'œufs par femelle *L. stappersii* était estimée à 10^4-10^6, soit environ 550 œufs/g de poids corporel. [48]. Sur base de 14 spécimens, la fécondité de *L. stappersii* était située dans la marge de7600 et 287000 (moyenne 107000) et le total annuel probable d'œufs pondus par une femelle estimé entre 100000 et 1000000 [23]. Dans la partie N-O du lac Tanganyika, la fécondité partielle absolue de *L. stappersii* se situe dans la marge de 800 et 290000 correspondants à une ponte individuelle annuelle de 32000 à 1160000 œufs et une moyenne annuelle de ponte individuelle de 40900 œufs. La prédominance des jeunes mûrissant (stade 3) et mûrs (stade 4) dont le poids moyen des gonades est bas (2,9 g) et, le fait que plus 39% de femelles étaient de taille inférieure à Lm50 justifierait le caractère bas de la marge inférieure de la ponte annuelle individuelle dans cette partie du lac, comparativement aux résultats des bassins de Kigoma et de la partie zambienne où prédominent des spécimens de grande taille avec des gonades plus grands [45]. Les espèces de poissons dominants en milieu pélagique (les clupéidés et *L. stappersii*, à la différence d'autres espèces du genre *Lates*) développent la stratégie 'r' d'histoire de vie, caractérisée par une mortalité juvénile très élevée, une maturité et un recrutement précoce à la pêche, un cycle de vie relativement court et un taux élevé de remplacement [63]. *Lates stappersii* peut frayer 3-4 fois par an, du fait que des œufs de plusieurs tailles coexistent dans les ovaires matures. L'échantillon prélevé tout au long du lac comprenait au moins 3 cohortes identifiables (34, 51). Ces caractéristiques sont conformes à l'adaptation face aux conditions imprévisibles [65-70]. Un grand potentiel de reproduction, ponte multiple et migration produisent un recrutement régulier et un remplacement rapide après une exposition à la surexploitation et une plus forte capture actuelle et celle des recrus [67, 69-71]. Les petits poissons pélagiques ont une stratégie de reproduction 'r' favorisant un fort taux de croissance et peuvent facilement doubler leur population en espace de quelques mois, l'âge de première reproduction étant généralement entre 6 et 18 mois [72, 73].

5. Conclusion

Cette étude menée sur *Lates stappersii* dans la partie nord-ouest du Lac Tanganyika met en évidence une espèce dont la dynamique reproductive repose sur une stratégie de type « r », optimisée pour un renouvellement rapide des effectifs face à une forte pression de pêche. Plusieurs indicateurs confirment ce modèle : une maturation gonadique précoce (dès 11 cm LT chez les mâles), une première maturité sexuelle intervenant avant les tailles théoriques (23,5 cm LT chez les mâles et 22,8 cm LT chez les femelles), ainsi qu'une période de reproduction intense s'étalant de novembre à avril, couplée à une ponte multiple assurant un recrutement régulier. La prédominance marquée des juvéniles (79 % des captures) et le sex-ratio déséquilibré en faveur des mâles (0,74) témoignent d'une exploitation intensive actuelle. Toutefois, le fort potentiel de fécondité allométrique observé et la capacité de l'espèce à doubler sa population en quelques mois, à l'instar d'autres petits pélagiques lacustres, lui confèrent une résilience certaine face à la surexploitation. Enfin, si ce potentiel biologique offre une marge de manœuvre pour l'exploitation halieutique, l'étude souligne l'importance d'une gestion prudente et durable de ce stock. En effet, un déséquilibre persistant entre les captures actuelles et le recrutement des jeunes classes d'âge pourrait, à long terme, fragiliser la pérennité de cette ressource, malgré ses remarquables capacités de renouvellement. Une régulation de l'effort de pêche et une protection des juvéniles apparaissent donc indispensables pour maintenir l'équilibre de la population.

Remerciements

Nous exprimons nos sincères remerciements à l'équipe des laborantins du Département de Biologie pour leur effort dans la collecte et le dépouillement des échantillons. Nous pensons particulièrement à Mukerania Simon, Kimanuka Katanda, Rahabu Joséphine, Bahane Eugène, Prosper Chibuhira et Miriam Tirsa avec qui nous avons passé des longs moments de travail au laboratiore, parfois jusque tard la nuit. Nous remercions le CRH pour le cadre et les conditions de travail mis à notre disposition. Notre pensée va également aux autorités de l'ALT qui ont pensé à équipé le laboratoire du Département de Biologie en matériel performant, sans lequels ce travail ne pouvait aboutir.

Références

[1] - ALT. Secretariat, Programme sur la contribution de la pêche durable à l'économie bleue de la région de l'Afrique de l'Est, de l'Afrique Australe et de l'Océan Indien (AE-AA-OI). *Contrat FED/2020/414-987,* (2020) 63 p.

[2] - G. HANEK, Management of Lake Tanganyika fisheries. FAO/FINNIDA Research for the Management of the Fisheries on Lake Tanganyika *GCP/RAF/271/FIN-TD/25*(En), (1994) 21 p.

[3] - G. HANEK and J. F. CRAIG, Report of the Fifth Joint Meeting of LTR's Coordination and International Scientific Committees, Ed. FAO: FINNIDA Research for the Management of Fisheries of Lake Tanganyika *GCP/RAF/271/FIN-TD/55*(En), (1996) 63 p.

[4] - H. MÖLSÄ, J. E. REYNOLDS, E. J. COENEN & O. V. LINDQVIST, Fisheries research towards resource management on Lake Tanganyika. *Hydrobiologia,* 407 (1999) 1 - 24. https://doi.org/10.1023/A:1003712708969

[5] - ALT Secretariat, Report on Regional Lake-Wide Fisheries Frame Survey on Lake Tanganyika 2011. *LTA/Tech Doc/2012/01*. Bujumbura, Burundi, (2012)

[6] - C. M. O'REILLY, S. R. ALIN, P. D. PLISNIER, A. S. COHEN & B. A. McKEE, Climate change decreases aquatic ecosystem productivity of Lake Tanganyika, Africa. *Nature,* 424 (2003) 766 - 768. https://doi.org/10.1038/nature01833

[7] - FAO, Lake Tanganyika Fishery Research and Development Project, Tanzania. Fishery biology and stock assessment, based on the work of D.W. CHAPMAN, H. RUFLI, P. van WELL and F. ROEST. Rome, 1978. FI: DPIIJRT/71/012, *Technical Report* 1, (1978)

[8] - F. C. ROEST, Etude sous sectorielle : les pêches et la pisciculture au Burundi. *FAO,* (1985)

[9] - K. SHIRAKIHARA & W. B. MAMBONA, Collecting of fisheries statistics for population study on sardines in Lake Tanganyika. *Ecological and Limnological study on Lake Tanganyika and its adjacent regions* Kyoto Japan (IV), (1989) 25 - 28

[10] - FAO, Report of the FAO Word Conference on Fisheries Management and Development. *FAO/WCFIU/84/Report* Rome, (1984) 60 p.

[11] - N. MULIMBWA, Assessment of the commercial artisanal fishing impact on the endemic pelagic fish stocks *Stolothrissa tanganicae*, *Limnothrissa miodon* and *Lates stappersii*, in Bujumbura and Kigoma sub-basins of Lake Tanganyika. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie,* 29 (2006) 1189 - 1193

[12] - M. VAN DER KNAAP, I. KATONDA & G. J. DE GRAAF, Lake Tanganyika fisheries frame survey analysis: assessment of the options for management of the fisheries of Lake Tanganyika. *Aquatic Ecosystem Health and Management,* 17 (2014) 4 - 13

[13] - C. D. MUSHAGALUSA, J. C. MICHA, G. NTAKIMAZI & M. NSHOMBO, Brief evaluation of the current state of fish stocks landed by artisanal fishing units from the extreme northwest part of Lake Tanganyika. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies,* 2 (2015) 41 - 48

[14] - P. A. M. VAN ZWIETEN, F. C. ROEST, M. A. M. MACHIELS et W. L. T. VAN DENSEN, Effects of inter-annual variability, seasonality and persistence on the perception of long-term trends in catch rates of the industrial pelagic purse-seine fishery of northern Lake Tanganyika (Burundi). *Fish Res.,* 54 (2002) 329 - 348

[15] - I. A. KIMIREI, Y. D. MGAYA et A. I. CHANDE, Changes in species composition and abundance of commercially important pelagic fish species in Kigoma area, Lake Tanganyika, Tanzania. *Aquat Ecosyst Health Manag,* 11 (2008) 29 - 35

[16] - P. PETIT et T. SHIPTON, IUU Fishing on Lake Tanganyika. Program for the Implementation of a Regional Fisheries Strategy for the Eastern and Southern Africa and Indian Ocean Region, (2012)

[17] - M. VAN DER KNAAP, Comparative analysis of fisheries restoration and public participation in Lake Victoria and Lake Tanganyika. *Aquat Ecosyst Health Manag.*, 16 (2013) 279 - 287

[18] - M. J. HOLDEN and D. F. S. RAITT, Manual of Fisheries Science. Part 2. Methods of Resource Investigation and Their Application. *FAO Fisheries Technical Paper No. 115. Food and Agriculture Organization*, Quebec, (1974)

[19] - T. GOLDSCHMIDT & F. WITTE, Reproductive strategies of zooplanctovorus haplochromines cichlids (Pisces) from Lake Victoria before the Nile Perch boom *Oikos,* 58 (1990) 365 - 368

[20] - F. DUPONCHELLE, P. CECCHI, D. CORBIN, J. NUNEZ & M. LEGENDRE, Spawning season variation of female Nile tilapia *Oreochromis niloticus* population from man-made lakes of Côte d'Ivoire. *Environmental Biology of fishes*, 56 (1999) 337 - 389

[21] - F. DUPONCHELLE, P. CECCHI, D. CORBIN, J. NUNEZ & M. LEGENDRE, Variation in fecundity and egg size of female Nile tilapia *Oreochromis niloticus* population from man-made lakes of Côte d'Ivoire. *Environmental Biology of fishes,* 57 (2000) 155 - 170

[22] - M. J. PEARCE, A description and stock assessment of the pelagic fishery in the south-west arm of the zambian waters of Lake Tanganyika. *Report of the Department of Fisheries, Zambia:,* (1985a) 1 - 74

[23] - C. M. A. ELLIS, Biology of *Luciolates stappersii* in Lake Tanganyika (Burundi). *Transaction of the American Fisheries Society*, 107 (1978) 557 - 566

[24] - E. J. DOVROEY, A propos de la stabilisation du niveau du lac Tanganyika et de la navigabilité du fleuve Congo. *Librerie Falk fils* ; GEORGE VAN CAMPENHOUT*, successeur, 22 rue paroissien,* (1949) 135 p.

[25] - L. BERGONZINI, R. YVES et P. CAMBERLIN, Variation interannuelle du bilan hydrique du lac Tanganyika (1932-1995) : changement dans la relation précipitation excedent lacustre. *Hydrologycal Sciences Journal*, 47 (2002) 781 - 796

[26] - A. CAPART, Le milieu géographique et géophysique. Résultats scientifiques de l'expédition hydrobiologique du lac Tanganyika (1946-1947) *Institut Royale des Sciences Naturelles de Belgique,* 1 (1952a) 3 - 27

[27] - G. W. COULTER, Hydrobiological Processes and primary production in Lake Tanganyika. Proc. *11th confer. Great Lakes Research. , Int. Ass. Great Lakes Research,* (1968a) 609 - 626

[28] - L. VAN MEEL, Le phytoplancton. Resultat scientifique de l'exploration hydrobiologique du lac Tanganyika (1946-1947) *Institut Royal de Sciences Naturelles de Belgique,* 4 (1)A (1954) 1 - 681

[29] - J. TH. DUBOIS, Evaluation de la température, de l'oxygene dissous et de la transparence dans la baie Nord du lac Tanganyika. *Hydrobiologia,* 10 (1958a) 215 - 240

[30] - J. J. SYMOENS, Sur le maximum planctonique observé en fin de saison sèche dans le bassin nord du lac Tanganyika. *Folia scientifica Africae centralis,* 1 (4) (1955b) 12

[31] - J. J. SYMOENS, Sur la formation de la 'fleur d'eau' (*Anabaena flos-aquae*) dans le bassin nord du lac Tanganyika. Bulletin des séances, *Académie des Sciences Coloniales*, Bruxelles, 2 (1956a) 414 - 429
[32] - J. J. SYMOENS, Développement massif de Cyanophycées planctoniques dans le lac Tanganyika. 9th *International Botanical Congress*, Montreal, 2A (1959) 37
[33] - G. W. COULTER, Population changes within a group of fish species in Lake Tanganyika following their exploitation. *Journal of Fish biology,* 2 (1970) 329 - 353
[34] - D. W. CHAPMAN & P. VAN WELL, Growth and mortality of *Stolothrissa tanganicae*. *Transactions of the American Fisheries Society,* 107 (1978) 26 - 35
[35] - A. D. MUNRO, A. P. SCOTT et T. J. LAM Ed., reproductive seasonality in teleosts: environmental influences. *Bosca Raton* Florida, CRC Press, (1990) 254 p.
[36] - D. KINDLER, G. M. WAGENAAR ET O. L. F. WEYL, An assessment of the reproductive biology of the Marico barb *Barbus motebensis* from the upper Groot Marico catchment, South Africa. *African Journal of Aquatic Science*, 40 (4) (2015) 425 - 431 DOI: 10.2989/16085914.2015.1106400
[37] - P. MANNINI and E. ARO, Guide lines for catch handling on board R/V Tanganyika Explorer. FAO/FINNIDA Research for the management of fisheries of Lake Tanganyika. *GCP/RAF/271/FIN-FM/19*(En), (1995) 27 p.
[38] - ALT Secretariat, Charte regionale des Etats membres de l'Autorité du lac Tanganyika portant mesures de gestion durable de la peche au lac Tanganyika et son bassin, (2021) 12 p.
[39] - L. C. COLE, The population consequences of life history phenomena. *Quarterly Review of Biology,* 29 (1954) 103 - 137
[40] - D. A. ROFF, The evolution of life hystory parameters in teleosts . *Can. J. Fisher. Aquat. Sc.,* 41 (1984) 989 - 1000
[41] - D. L. G. NAOKES & E. K. BALON, Life histories of tilapia: a environment perspective. In R. S. V. Pullin, R. H. LOWE- McCONNEL, Eds The biologie and culture of tilapia, Manilla, *Iclam, Conf. Proc.*, 7 (1982) 61 - 82
[42] - G. W. COULTER, Ed. Lake Tanganyika and its life. *British Museum (Natural History) and Oxford University Press, Oxford.*, (1991) 354 p.
[43] - D. A. ROFF, Prediction body size with life history models. *Bioscience,* 36 (s) (1986) 316 - 323
[44] - D. A. ROFF, L'évaluation des histoires de vie : théorie et analyse, *Chapman et Hall* Londres, (1992). https://doi.org :10.1007/BF00043394
[45] - M. F. FISAMU, Somme Reproductive characteristics of *Lates Stappersii* in the southern part of Lake Tanganyika. *Master Thesis University of Zambia,* (2000) 58 p.
[46] - F. C. ROEST, Predator-Prey Relationship in the Northern Lake Tanganyika and Fluctuations in Pelagic Fish Stocks. P. 104-129 in D. LEWIS, Ed. Predator–Prey Relationships. Population Dynamics and Fisheries Productivity of Large African Lakes. *CIFA Occasional Paper*, 15 (1988) 154 p.
[47] - G. W. COULTER, The biology of *Lates* species (Nile Perch) in Lake Tanganyika, and the status of the pelagicfisherie for the Lates species and *Luciolates stappersii*(Blgr). *Journal of Fish Biology*, 9 (1976) 2.35 - 259
[48] - G. W. COULTER, Hydroacoustics. *In* G. W. Coulter Ed. Lake Tanganyika and its life, *Oxford University Press.* London, Oxford and New York, (1991a) 49 - 75 p.
[49] - P. A. M. VAN ZWIETEN, J. KOLDING, M. PLANK and R. E. HECKY, The Nile perch invasion in Lake Victoria : cause or consequence of haplochromine decline? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* 73 (4) (2015) 622 - 643
[50] - M. POLL, Résultats Scientifique Exploration Hydrobiologique de lac Tanganyika 1946-1947. Poissons non-cichlidae, *Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique.* Bruxelles, 3 (5B) 1 (1953) 619 p.
[51] - MANNINI P. ARO, I. KATONDA, B. KASSAKA. C. MAMBONA, G. MILINDI, P. PAFFEN et P. VERBURG, Les stocks de poissons pélagiques au lac Tanganyika. FAO / FINNIDA Recherche pour l'aménagement de la pêche au lac Tanganyika. *GCP/RAF/271/FIN-TD/53*(FR), (1977) 87 p.

[52] - J. A. RICK, J. JUNKER, I. A. KIMIREI, E. A. SWEKE, J. B. MOSILLE, C. DINKEL, S. MWAIKO, O. SEEHAUSEN, C. E. WAGNER, The genetic population structure of Lake Tanganyika's *Lates* species flock, an endemic radiation of pelagic top predators. *ACC-BY-NC-ND 4.0 International license.*, (2021) 30 p. https://doi.org/10.1101/2021.04.23.441176

[53] - E. L. R. DE KEYZER, P. MASILYA MULUNGULA, G. ALUNGA LUFUNGULA, C. AMISI MANALA, A. ANDEMA MUNIALI, P. BASHENGEZI CIBUHIRA, A. BASHONGA BISHOBIBIRI, A. BASHONGA RAFIKI, B. HYANGYA LWIKITCHA, J. HUGE, C.E.T. HUYGHE, C. ITULAMYA KITUNGANO, L. JANSSENS DE BISTHOVEN, J. KAKOGOZO BOMBI, S. KAMAKUNE SABITI, I. KIRIZA KATAGATA, D. KWIBE ASSANI, P. LUBUNGA DUNIA, V. LUMAMI KAPEPULA, F. LWACHA, J. MAZAMBI LUTETE, F. SHEMA MUHEMURA, L. J. M. MILEC, T. MULIMBWA N'SIBULA, A. MUSHAGAULUSA MULEGA, F. MUTEREZI BUKINGA, D. MUZUMANI RISASI, D. MWENYEMALI BANAMWEZI, J. KAHINDO N'DJUNGU, N. NABINTU BUGABANDA, J. P. NTAKOBAJIRA KARANI, J. A. M., RAEYMAEKERS ? J. RIZIKI WALUMONA, R. SAFARI RUKAHUSA, M. P. M. VANHOVE, F. A. M. VOLCKAERT, O. WEMBO NDEO & M. VAN STEENBERGE, Local perceptions on the state of fisheries and fisheries management at Uvira, Lake Tanganyika, DR Congo. *Journal of Great Lakes Research,* 46 (2020) 1740 - 1753. https://doi.org/10.1016/j.jglr.2020.09.003

[54] - R. H. LOWE-McCONNELL, Ecological studies in tropical fish communities. *Cambridge University press Cambridge,* (1987) 382 p.

[55] - T. O. ACERE, Observations on the biology of Nile perch (L. niloticus) ang growth of the fishery in the northern waters of Lake Victoria. *FAO FISH. Rep.*, (335) (1985) 42 - 61

[56] - F. J. PLANQUETTE, Observation sur la croissance et la reproduction de *Lates niloticus* en étangs de petite superficie à la station de pisciculture de Bouaké. Note et documents pêche et pisciculture *CTFT*, 8 (1974) 1 - 12. In C. LEVEQUE, M. N. BURTON, &G. W. SSETONGO, Eds. Biology and Ecology of African Freshwater Fishes. *Edition OSTORM* 508pp

[57] - B. NYAKAGENI, Studies on biology of juveniles *Lates stappersii* in Burundi waters of Lake Tanganyika. P. 77 *in* MOLSA Ed. Symposium on Lake Tanganyika Research. September 11-15 1995. Kuopio Finland *abstracts,* (1995) 117 p.

[58] - P. MANNINI, E. ARO, I. KATONDA, B. KISSAKA, C. MAMBONA, G. MILINDI, P. PAFFEN & P. VERBURG, Pelagic fish stocks of Lake Tanganyika: biology and exploitation. FAO/FINNIDA Research for the Management of the Fisheries on Lake Tanganyika. *GCP/RAF/271/FIN-TD/53* (En), (1996) 85 p.

[59] - E. ARO & P. MANNINI, Results of fish population biology studies on Lake Tanganyika during July 1993—June 1994. FAO/FINNIDA Research for the Management of the Fisheries on Lake Tanganyika *GCP/RAF/271/FIN—TD/38* (En), (1995) 113 p.

[60] - M. J. PEARCE, Food and gonad maturity of *Luciolates stappersii* in Southern Lake Tanganyika. *Ecol. Limnology Tanganyika,* 7 (1991) 31 - 33

[61] - W. FICHER & F. BALBOUTIN, On the investigation of ovarial cycle and fecundity of fish with special reference to spawners. *Ber. Dtsch Kommo Meeres Foorsch.,* 21 (1970) 56 - 77

[62] - F. DUPONCHELLE, Reproduction du tilapia (Pisces, Cichlidae) *Oreochromis niloticus* (Lineaeus, 1758) dans les retenues artificielles de Côte d'Ivoire : analyse comparative des modalités de reproduction et approche expérimentale de leur déterminisme. *(PhD Deds.) Brest Université de Bretagne occidentale*, (1997)

[63] - P. MANNINI, E. ARO, B. KATONDA, C. MAMBONA, G. MILINDI, P. PAFFEN & P. VERBURG, Pelagic fish stock of Lake Tanganyika : Biology and exploitation. FAO/FINNIDA Research for the Management of the Fisheries of Lake Tanganyika. *GCP/RAF/271/FIN-TD/53(En),* (1996) 60 p.

[64] - S. C. STREAM, Life history tactics: a review of the ideas. *Quarterly Review of Biology*, 51 (1976) 3 - 47

[65] - R. H. LOWE-McCONNEL, Ecology of Fishes in Tropical Waters. *Studies in Biology*, London/ Edward Arnold, 76 (1977)

[66] - R. H. LOWE-McCONNEL, Ecological studies in tropical fish communities. *Cambridge University Press* Cambridge, (1988) 382 p.

[67] - P. B. ADAMS, Life history Patern in marine fishesand their consequences for fisheries management. *Fishery Bulletin of U.S. fish & wildlife Service*, 78 (1980) 1 - 12
[68] - M. J. ARMSTRONG & P. A. SHELTON, Clupeoid life history styles in variable environment. *Envir. Biol. Fish,* 28 (1990) 75 - 85
[69] - M. J. FOGARTY, A. A. ROSENBERG & M. P. SISSENWINE, Fishries risk assessment: source of uncertainty. *Envir. Sci. Technol.,* 26 (1992) 440 - 447
[70] - M. J. ARMSTRONG & P. A. SHELTON, Clupeoid life-history styles in variable environments. *Envir. Biol. Fish.*, 28 (1990) 77 - 85
[71] - M. J. FOGARTY, M. P. SISSENWINE & E. B. COHEN, Recruitment variability and the dynamics of exploited marine populations. *Tree,* 6 (1991) 241 - 246
[72] - T. KAWASAKI, Fundamental relations among the selection of life history in the marine teleosts. *Can. J. Fisher. Aquat. Sc.,* 41 (1980) 289 - 293
[73] - C. LEVEQUE, Ecologie de l'écosystème à la biosphère *Dunod Sciences-techniques,* (2001) 512 p.