

État physiologique du poisson-chat africain *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) pêché pendant la crue dans le lac Nokoué au Sud du Bénin

Prudencio AGBOHESSI*, Vincent ATCHOU, Anick ATCHIKPA, Riyad ABOUDOU
et Ibrahim IMOROU TOKO

*Université de Parakou, Faculté d'Agronomie (FA), Laboratoire de Recherche en Aquaculture et Ecotoxicologie
Aquatique (LaRAEAq), BP 123, Parakou, Bénin*

(Reçu le 05 Mars 2026 ; Accepté le 22 Juin 2026)

* Correspondance, courriel : agbohessip@yahoo.fr

Résumé

Cette étude évalue le statut physiologique de *Clarias gariepinus* capturé dans le lac Nokoué au Sud du Bénin pendant la saison des pluies, période de forte pollution de cet écosystème. Ainsi, 60 individus adultes (30 mâles et 30 femelles) de cette espèce ont été capturés à l'aide de filet pendant la montée des eaux dans le lac Nokoué et dans la rivière Sô considérée comme cours d'eau de référence. Des échantillons sanguins ont été prélevés chez ces poissons avec des seringues de 1 mL par ponction de la veine caudale, puis répartis dans des tubes ETDA et des tubes secs. Les échantillons contenus dans les tubes ETDA ont été analysés avec un automate de marque Mindray BC-2800 afin de déterminer les paramètres hématologiques (hémoglobine, hématocrite, volume globulaire moyen, numération des globules blancs, etc.). Les échantillons des tubes secs ont subi différents traitements pour l'évaluation des paramètres biochimiques (glycémie, créatininémie et transaminases). La longueur totale et le poids de chaque poisson ont été mesurés. Le poids du foie et celui des gonades ont également été pris après dissection afin de calculer les indices biométriques. Les résultats montrent, chez les poissons du lac Nokoué, une diminution des taux d'hémoglobine et d'hématocrite ainsi qu'une augmentation du nombre de globules blancs, probablement liée à une réponse de défense contre les effets toxiques des polluants. De faibles concentrations plasmatiques de glucose, de créatinine et d'alanine aminotransférase (ALAT) révèlent des effets hépato-néphrotoxiques des polluants sur *C. gariepinus* pêché dans le lac Nokoué. Au total, cette étude met en évidence le mauvais état physiologique de *C. gariepinus* ainsi que la menace qui pèse sur sa survie en particulier et sur la biodiversité du lac Nokoué en général au cours des saisons pluvieuses.

Mots-clés : *paramètres hématologiques, paramètres biochimiques, Lac Nokoué, les polluants, Clarias gariepinus.*

Abstract

Physiological status of the african catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) caught during the flood season in lake Nokoué in Southern Benin

This study assesses the physiological status of *Clarias gariepinus* caught in lake Nokoué in southern Benin during the rainy season, a period of high pollution in this ecosystem. Thus, 60 adult individuals (30 males and 30 females) of this species were captured using nets during the rising water levels in Lake Nokoué and in the Sô River, which is considered a reference watercourse. Blood samples were collected from these fish using 1-mL syringes via caudal vein puncture and then distributed into ETDA tubes and dry tubes. The samples in the ETDA tubes were analyzed using a Mindray BC-2800 automated analyzer to determine hematological

parameters (hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, white blood cell count, etc.). The samples in the dry tubes underwent various treatments for the assessment of biochemical parameters (blood glucose, serum creatinine, and transaminases). The total length and weight of each fish were measured. The weights of the liver and gonads were also determined after dissection in order to calculate biometric indices. The results show that fish from lake Nokoué have decreased hemoglobin and hematocrit levels, as well as an increased white blood cell count, likely linked to a defense response against the toxic effects of pollutants. Low plasma concentrations of glucose, creatinine, and alanine aminotransferase (ALT) indicate hepatotoxic and nephrotoxic effects of pollutants on *C. gariepinus* caught in lake Nokoué. Overall, this study highlights the poor physiological condition of *C. gariepinus* as well as the threat to its survival in particular and to the biodiversity of lake Nokoué in general during the rainy seasons.

Keywords : *hematological parameters, biochemical parameters, Lake Nokoué, Pollutants, Clarias gariepinus.*

1. Introduction

Le Bénin dispose d'une diversité d'écosystèmes humides se traduisant par la présence d'un important réseau hydrographique inégalement réparti sur l'ensemble du territoire national. Au Sud-Bénin, le lac Nokoué, est le plus grand lac du pays du point de vue de son étendue, de sa productivité et de son exploitation. C'est le plus productif de l'Afrique de l'Ouest avec une production annuelle en poisson de plus de 1 à 2 T/ha [1] contre une moyenne annuelle de 290 kg/ha pour l'ensemble des lagunes ouest-africaines [2]. En l'an 2000, la production halieutique du complexe lagunaire lac Nokoué - lagune de Porto-Novo représentait 65 à 70% de la production des eaux continentales du Bénin et le lac Nokoué y contribue pour près de 90% [1]. Le lac Nokoué abritait une diversité biologique incroyable. La biodiversité au sein du lac Nokoué était constituée de phytoplancton, de zooplancton, des macro-invertébrés (86 taxons) dont les insectes, les mollusques, les crustacés, les annélides, les arachnides et les nématodes, des espèces de poisson et une faune aviaire importante constituée de 168 espèces d'oiseaux dont de grandes populations de hérons, de sternes, de martins-pêcheurs et de canards [3]. Malheureusement, ces ressources ont connu aujourd'hui une forte diminution à cause, entre autres, de la pollution avancée de ce cours d'eau. Par exemple, des études ont rapporté que le nombre d'espèces de poisson de ce cours d'eau est passé de 87 en 1960 à 51 en 2001 [3]. Une différence de 36 espèces en 40 ans qui montre clairement l'amenuisement de cette biodiversité de poissons dû, entre autres, à la pollution chimique de cet écosystème [4]. En effet, plusieurs études ont indiqué que ce cours d'eau est exposé à plusieurs polluants chimiques dont les métaux toxiques, les pesticides agricoles, les micropolluants industriels comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les polychlorobiphényles, les détergents industriels, les dioxines et autres produits dérivés [5, 6]. Par exemple, des teneurs dans l'eau du lac Nokoué allant jusqu'à 6,66 mg/L de mercure [7] et à 0,56 mg/L de plomb [8] ont été rapportées. Des résidus de dichloro-diphényltrichloréthane (DDT) un pesticide organochloré allant à 431,0 µg/kg ont été retrouvés à Ladji dans le lac Nokoué [9]. Les concentrations moyennes totales en HAP relevées dans l'eau du lac Nokoué varient de 0,06 à 0,062 µg/L [10] et 0,067 à 0,137 µg/L [11]. Ces contaminants même à des niveaux faibles ont des effets délétères sur la croissance, la reproduction, le système immunitaire, etc, des organismes aquatiques. Ce qui fait la particularité du lac Nokoué, c'est cette multiplicité dans la nature des polluants qu'on y retrouve (polluants organiques, polluants chimiques et polluants bactériologiques) et en plus cette variabilité de polluants chimiques qui en dehors de leurs effets individuels, peuvent exercer sur les organismes exposés des effets additifs, synergiques, etc, non espérés. Ce cocktail de contaminants a d'ailleurs montré déjà son effet perturbateur endocrinien oestrogénique sur certaines espèces de poisson de cet écosystème comme chez *Sarotherodon melanotheron* [4]. Afin d'éviter un désastre écologique, des études écotoxicologiques doivent se poursuivre en vue d'évaluer l'impact réel de cette soupe complexe de polluants sur les espèces de poissons, de crustacés et de mollusques. C'est donc dans ce but que nous nous sommes proposé d'évaluer dans le présent article le statut physiologique de *Clarias gariepinus* capturé dans ce biotope. Il s'agit de déterminer les indices biométriques, la numération formule sanguine et les paramètres biochimiques des spécimens de *C. gariepinus* pêchés pendant la montée des eaux, période d'intense pollution de ce cours d'eau.

2. Méthodologie

2-1. Caractérisation du milieu d'étude

La présente étude a été réalisée sur le lac Nokoué exposé à de multiples contaminants notamment pendant la saison des pluies où les effluents urbains provenant de la ville de Cotonou, d'Abomey-Calavi et de Sô-ava, les effluents industriels, hospitaliers et agricoles provenant de ces trois villes, etc, sont déversés dans cet écosystème. Les résultats obtenus ont été comparés à ceux de la rivière Sô considérée comme cours d'eau de référence dans cette étude (**Figure 1**). Compris entre les parallèles 6° 20' et 6° 30' Nord, les méridiens 2° 20' et 2° 35' Est, le lac Nokoué s'étend sur 20 km d'Est en Ouest et 11 km du Nord-Sud ; il couvre ainsi une superficie d'environ 160 km² en période de hautes eaux où l'eau est douce [12]. Ce lac forme avec la lagune de Porto-Novo, la plus importante superficie d'eaux saumâtres du Bénin pendant la saison sèche. D'une profondeur comprise entre 0,4 et 3,4 m, le lac Nokoué est directement relié à l'Océan Atlantique par le chenal ou lagune de Cotonou sur une longueur de 4,5 km avec une largeur de 300 m environ [12]. La rivière Sô est située au Nord-Ouest du lac Nokoué. Elle est comprise entre 6°24' et 6°32' Latitude Nord et 2°27' et 2°30' Longitude Est. D'une longueur de 84,4 Km, la rivière Sô a une eau douce en toute saison qui prend sa source dans le lac Hlan et est reliée au fleuve Ouémé par des marigots [13]. La rivière Sô est un système lotique qui reçoit peu ou pas d'effluent, et donc très moins pollué [13]. C'est l'un des affluents du lac Nokoué qui partage la même aire géographique que celui-ci et donc le même climat subéquatorial. La présente étude a été conduite pendant deux campagnes de prélèvements au cours de deux saisons de pluies successives, du 06 au 09 Août 2022 et du 04 au 09 Septembre 2023.



Figure 1 : Situation géographique du lac Nokoué et de la rivière Sô (Sud-Bénin)

2-2. Échantillonnage

Au cours des deux campagnes de prélèvement, au total 120 individus de *C. gariepinus* sexuellement matures ont été capturés par des pêcheurs professionnels recrutés à cette fin, au moyen de filets sur les deux cours d'eau à raison de 60 individus (30 mâles et 30 femelles) par écosystème. Le choix de cette espèce porte sur plusieurs critères : 1) Cette espèce est bien distribuée dans les cours d'eau du Bénin et pourra être retrouvée dans les deux biotopes en saison des pluies et en quantité suffisante pour l'étude ; 2) C'est une espèce

benthique avec des séjours dans la colonne d'eau et donc susceptible d'être contaminée par des polluants de toutes natures ; 3) *C. gariepinus* est une espèce omnivore à tendance carnivore susceptible d'accumuler les polluants lipophiles le long de la chaîne trophique ; 4) C'est également une espèce robuste et résistante aux manipulations. Les 60 individus sélectionnés par cours d'eau ont été d'abord stockés dans des cages dans les différents cours d'eau respectifs pendant 3 jours pour s'assurer du jeûne à observer par les poissons avant les prélèvements. Ces poissons ont été ensuite transportés avec précaution au laboratoire de la polyclinique du campus (LAB/CPU) d'Abomey-Calavi. Dans ce laboratoire, des mesures et des prélèvements sanguins ont été effectués immédiatement sur les poissons à l'aide de seringues de 1 mL par voie de la veine caudale. Les échantillons prélevés ont été transférés dans des tubes ETDA et des tubes secs préalablement étiquetés pour les analyses hématologiques et biochimiques.

2-3. Détermination du profil hématologique des poissons

La détermination du statut hématologique des poissons a été réalisée à l'aide d'un automate de marque Mindray BC-2800. Les échantillons de sang conservés dans les tubes ETDA ont été encodés dans l'automate relié à un écran, et déposés dans cet appareil. Après quelques minutes les résultats concernant l'hémoglobine, l'hématocrite, le volume des globules rouges ou érythrocytes NR ou RBC, le volume des globules blancs ou leucocytes NB ou WBC et les taux de lymphocytes de chaque échantillon sont apparus sur l'écran et sont imprimés.

2-4. Détermination du profil biochimique des poissons

Des échantillons de sang des poissons prélevés dans des tubes secs ont été centrifugés avec une centrifugeuse électronique de marque POWER SUPPLY 220 V modèle 80-2, afin de séparer le sérum du culot. Pour chaque paramètre biochimique (glycémie, créatininémie, transaminases), le sérum a été prélevé et mélangé au réactif correspondant. Chaque mélange ainsi obtenu a été introduit dans un spectrophotomètre à pompe Peristactil de marque ERBA Manheim MODEL CHEM-7. Les résultats se sont affichés après quelques minutes sur l'écran de l'appareil et sont imprimés.

2-5. Détermination des indices biométriques des poissons

Avant les prélèvements sanguins, les mesures réalisées sur chaque poisson étaient la longueur totale de chaque poisson avec un ichtyomètre et le poids corporel avec une balance de marque SF-400 de portée 5 kg et de précision 0,1g. Les données obtenues ont été utilisées pour calculer le facteur de condition K.

$$K = \frac{P}{LT^3} * 100 \quad (1)$$

avec, P : Poids corporel (g) et LT : Longueur totale (cm).

Après les prélèvements sanguins, les poissons ont été euthanasiés par dislocation cervicale et disséqués. Le foie et les gonades ont été écartés et pesés à l'aide d'une balance sensible de portée 2 kg et de sensibilité 0,01 g. Les différentes données ont été relevées sur une fiche de collecte pour le calcul des indices gonadosomatiques (IGS) et hépatosomatiques (IHS) selon les **Formules** :

$$IGS (\%) = \frac{Pg}{P} * 100 \quad (2)$$

avec, Pg : Poids des gonades et P : Poids du poisson (2).

$$\text{IHS (\%)} = \frac{\text{Pf}}{P} * 100 \quad (3)$$

avec, Pf : Poids du foie, P : Poids du poisson (3).

2-6. Analyses des données

Les résultats sont exprimés en moyenne $\pm$ écart type. Le logiciel R a été utilisé pour les analyses statistiques. L'homocédasticité des données a été testée à l'aide du test de Levène. Ainsi, lorsque la normalité et l'homogénéité des données ont été vérifiées, une analyse de la variance à un facteur (cours d'eau) a été réalisée. Le test post-hoc multifactoriel de Duncan a permis de comparer les poissons de même sexe des deux cours d'eau. Pour tous les tests, le seuil de significativité est fixé à 5%.

3. Résultats

3-1. Paramètres hématologiques

Pendant la montée des eaux, la teneur moyenne en hémoglobine chez *C. gariepinus* capturé dans le lac Nokoué a été statistiquement inférieure à celle de *C. gariepinus* pêché dans la rivière Sô (référence), quel que soit le sexe ($p < 0,05$, **Figure 2**). De la même manière, l'hématocrite des spécimens du lac Nokoué a été inférieur à celui de la rivière Sô ($p < 0,05$, **Figure 3**). Si le volume des globules rouges était plus faible dans le lac Nokoué, le volume des globules blancs était plus élevé que dans la rivière Sô ($p < 0,05$). Par contre, le taux de lymphocytes a été comparable ($p > 0,05$) entre les deux sites, quel que soit le sexe (**Tableau 1**).

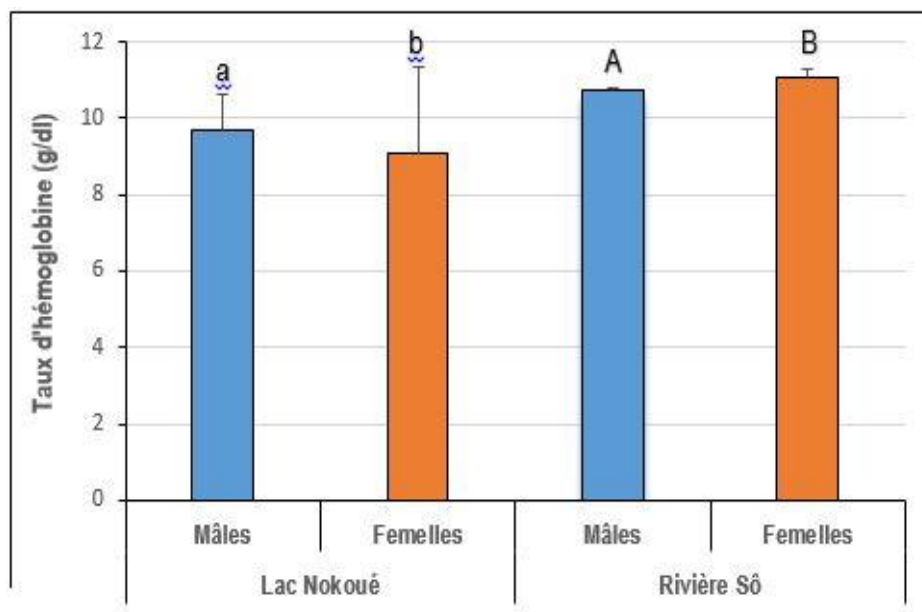


Figure 2 : Teneur en hémoglobine de *Clarias gariepinus* capturé dans le lac Nokoué et la rivière Sô

Les données ont été exprimées en moyenne $\pm$ écart type. Pour chaque sexe, les mêmes lettres majuscules et minuscules indiquent une différence significative entre les cours d'eau ($p < 0,05$).

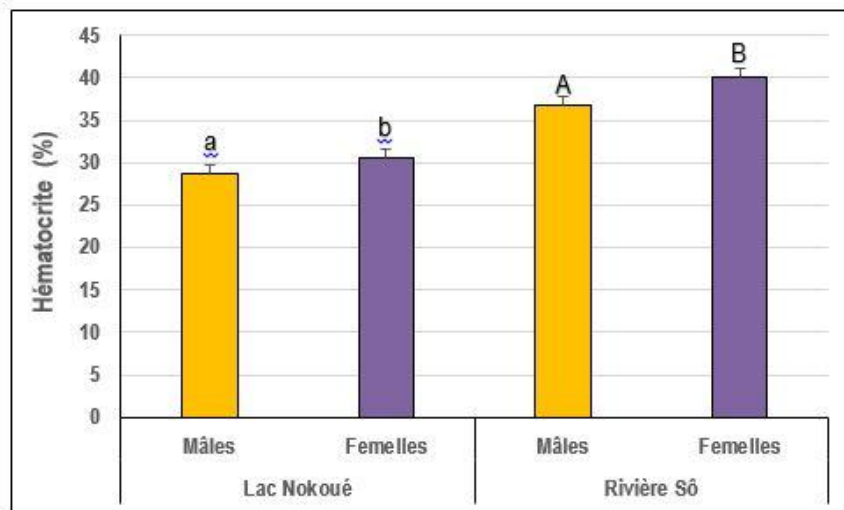


Figure 3 : Teneur en hématocrite de *Clarias gariepinus* capturé dans le lac Nokoué et la rivière Sô. Les données ont été exprimées en moyenne $\pm$ écart type

Pour chaque sexe, les mêmes lettres majuscules et minuscules indiquent une différence significative entre les cours d'eau ($p < 0,05$).

Tableau 1 : Valeurs moyennes du nombre de globules rouges, du nombre de globules blancs et du taux de lymphocytes chez *Clarias gariepinus* capturé dans le lac Nokoué et la rivière Sô

Cours d'eau	Sexes des poissons	NR ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	NB ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	Lymphocyte (%)
Lac Nokoué	Mâles	$2,09 \pm 0,29^a$	$220,47 \pm 12,13^A$	$97,05 \pm 0,07$
	Femelles	$2,10 \pm 0,31^b$	$233,47 \pm 13,91^B$	$96,97 \pm 0,58$
Rivière Sô	Mâles	$2,46 \pm 0,06^A$	$131,65 \pm 21,85^a$	$98,55 \pm 0,07$
	Femelles	$2,54 \pm 0,38^B$	$129,00 \pm 13,15^b$	$98,85 \pm 0,07$

NR : Volume des globules rouges ; NB : Volume des globules blancs ; les données ont été exprimées en moyenne $\pm$ écart type. Pour chaque sexe, les mêmes lettres majuscules et minuscules indiquent une différence significative entre les cours d'eau ($p < 0,05$).

3-2. Paramètres biochimiques

Le **Tableau 2** indique que les niveaux de glycémie, de créatininémie et de transaminases ALAT ont été plus faibles chez les poissons du lac Nokoué que chez ceux de la rivière Sô, quel que soit le sexe ($p < 0,05$). En revanche, les taux de transaminases ASAT ont été plus élevés chez les poissons du lac Nokoué que chez ceux de la rivière de référence ($p < 0,05$).

Tableau 2 : Valeurs moyennes de la glycémie, de la créatininémie et des transaminases (ASAT et ALAT) chez *Clarias gariepinus* capturé dans le lac Nokoué et la rivière Sô

Cours d'eau	Sexes des poissons	Glycémie (g/L)	Créatininémie (mg/L)	Transaminases ASAT (U/l)	Transaminases ALAT (U/l)
Lac Nokoué	Mâles	$1,00 \pm 0,25^a$	$3,26 \pm 0,6^a$	$18,77 \pm 15,04^A$	$4,13 \pm 1,02^a$
	Femelles	$0,67 \pm 0,59^b$	$2,54 \pm 0,21^b$	$35,48 \pm 9,23^B$	$4,98 \pm 1,12^b$
Rivière Sô	Mâles	$1,23 \pm 0,01^A$	$4,87 \pm 1,03^A$	$5,95 \pm 0,92^a$	$5,54 \pm 1,08^A$
	Femelles	$1,44 \pm 0,24^B$	$5,39 \pm 2,7^B$	$19,5 \pm 2,12^b$	$7,07 \pm 0,0^B$

Les données ont été exprimées en moyenne $\pm$ écart type. Pour chaque sexe, les mêmes lettres majuscules et minuscules indiquent une différence significative entre les cours d'eau ($p < 0,05$).

3-3. Indices biométriques

Les indices gonadosomatiques et les indices hépatosomatiques des individus du lac Nokoué ont été significativement supérieurs à ceux de la rivière Sô, en fonction du sexe des poissons ($p < 0,05$). Pour les facteurs de condition K, les valeurs moyennes ont été statistiquement semblables ($p > 0,05$) pour les individus des deux cours d'eau, mais on note une tendance à l'augmentation des facteurs de condition chez les individus du lac Nokoué comparativement à ceux du cours d'eau de référence (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Valeurs moyennes des indices biométriques chez *Clarias gariepinus* capturé dans le lac Nokoué et la rivière Sô

Cours d'eau	Sexes des poissons	K (%)	IGS (%)	IHS (%)
Lac Nokoué	Mâles	$0,66 \pm 0,07$	$1,19 \pm 0,08^A$	$1,86 \pm 0,26^A$
	Femelles	$0,70 \pm 0,05$	$14,55 \pm 5,29^B$	$0,78 \pm 0,08^B$
Rivière Sô	Mâles	$0,57 \pm 0,05$	$0,66 \pm 0,13^a$	$0,80 \pm 0,32^a$
	Femelles	$0,56 \pm 0,06$	$11,63 \pm 1,55^b$	$0,57 \pm 0,08^b$

Les données ont été exprimées en moyenne $\pm$ écart type. Pour chaque sexe, les mêmes lettres majuscules et minuscules indiquent une différence significative entre les cours d'eau ($p < 0,05$).

4. Discussion

L'hémoglobine est un pigment sanguin impliqué dans la respiration. Chez les poissons, elle transporte l'oxygène des branchies vers les tissus et contribue ainsi à la respiration cellulaire. La teneur en hémoglobine fournit une évaluation indirecte du nombre de globules rouges dans le sang [14]. Dans notre étude, le taux d'hémoglobine était faible chez les poissons du lac Nokoué, quel que soit le sexe, par rapport aux poissons du cours d'eau de référence. La diminution du taux d'hémoglobine chez les poissons pourrait être due à sa destruction ou à une baisse de sa synthèse du fait de la pollution organique et chimique observée dans cet écosystème [6, 15]. En effet, les nitrites agissent, par exemple, directement sur l'hémoglobine en oxydant l'ion ferreux, formant ainsi de la méthémoglobine, incapable de transporter les gaz respiratoires [16]. Les pesticides organophosphorés pourraient engendrer une anémie en raison d'une réduction significative du taux d'hémoglobine, signalée chez *Barbonymus gonionotus* exposé au quinolphos, *Cyprinus carpio* soumis au monocrotophos, *Ctenopharyngodon idella* contaminé au dichlorvos et *Oreochromis mossambicus* élevé en présence du chlorpyrifos [15, 17, 18]. Dans la présente étude, on a noté la baisse simultanée du niveau d'hémoglobine, du volume de globules rouges et de l'hématocrite chez les poissons du lac Nokoué. La diminution de ces paramètres pourrait être due, soit à un rétrécissement ou à une hémolyse des globules rouges conduisant à une anémie [15], soit à une perturbation des tissus hématopoïétiques [17]. Une diminution concomitante induite par les pyréthroides du nombre total d'hématies, de la teneur en hémoglobine et du taux d'hématocrite a été observée chez *C. carpio* exposé à la cyperméthrine [19], *Heteropneustes fossilis* soumis à la deltaméthrine [20], *C. idella* contaminé à du fenvalérate [21] et chez *Sebastes schegeli* élevé en présence de la cyperméthrine [22]. Nos travaux ont révélé que le volume des globules blancs des poissons du lac Nokoué était supérieur à celui des poissons de la rivière Sô. Cette leucocytose témoigne d'une réaction défensive face à l'effet toxique des polluants présents dans ce cours d'eau selon plusieurs auteurs [15]. Plusieurs études sur le volume total de leucocytes révèlent une augmentation significative de leur concentration chez *Channa*

punctatus sous l'influence de la deltaméthrine [23], chez *C. carpio* exposé au fenthion [24] et chez *C. carpio* soumis à du monocrotophos [17]. Plusieurs autres polluants identifiés dans le lac Nokoué notamment les métaux lourds, les polluants bactériologiques, etc, peuvent également être à l'origine de cette leucocytose chez ces poissons. L'augmentation du nombre de leucocytes reflète un état inflammatoire généralisé dû aux dommages causés par la toxicité des polluants. Malgré le niveau constant du taux de lymphocytes chez les poissons, l'augmentation du nombre total de globules blancs pourrait s'expliquer par la stimulation du système immunitaire [25]. La glycémie correspond au taux de glucose dans le sang, ou plus précisément dans le plasma sanguin. Parmi les paramètres biochimiques, la glycémie plasmatique est largement utilisée comme indicateur sensible du stress environnemental chez les poissons, car les glucides constituent la principale source d'énergie immédiate [26]. Dans la présente étude les poissons du lac Nokoué avaient présenté une glycémie plus faible que les poissons du cours d'eau de référence. Le stress engendré par la présence des contaminants dans le lac Nokoué est une cause importante de l'hypoglycémie notée. En effet, une longue période de stress produit chez les poissons des hormones qui dérèglent la quantité de sucre présente dans le sang et entraîne une hypoglycémie. Des résultats similaires ont été observés chez *C. punctatus* prélevé dans la rivière Kasimpur (Inde) polluée par une centrale thermique [27]. La baisse de la glycémie a également été obtenue chez *Oreochromis niloticus* capturé dans la rivière Buriganga (Bangladesh) soumise aux métaux lourds [28]. La baisse du niveau de glucose sanguin trouvée dans notre étude pourrait également être accentuée par le jeûne de 3 jours imposé aux poissons avant les prélèvements. Ces poissons, maintenus en cage sans alimentation, auraient probablement utilisé une partie de leur réserve d'énergie pour se maintenir dans cet environnement contaminé. La créatinine est un déchet métabolique éliminé par les reins, ce qui constitue un très bon marqueur de la fonction rénale. La baisse du taux de créatinine sérique (créatininémie) chez les poissons du lac Nokoué est symptomatique d'un déséquilibre de santé rénale chez ces poissons soumis aux stress.

La baisse de la créatininémie a été rapportée aussi chez *Labeo rohita*, *Catla catla*, *Cirrhana mrigala* et *Labeo fimbriatus* capturés dans la rivière Khaja Kotnoor [29]. Une réduction de la créatinine sérique a été observée également chez *C. gariepinus* après une intoxication au dichlorure de paraquat [30]. Le foie est l'organe qui contient les transaminases (ASAT et ALAT). Les variations d'activité des transaminases observées chez les poissons du lac Nokoué révèlent des lésions au foie, premier organe à accueillir les polluants lors de la contamination [31]. Une perturbation de l'activité des transaminases (ASAT et ALAT) chez le poisson *C. punctatus* a également été rapportée après exposition au chlorure de mercure [32] et au monocrotophos [33]. L'augmentation de l'IGS observée chez les poissons du lac Nokoué a également été rapportée chez *Barbus grypus* et *Barbus sharpeyi* dans le plus grand écosystème des zones humides d'Iran, contaminé par des éléments traces métalliques [34]. Ce résultat est en accord avec les travaux sur *C. gariepinus* en Tanzanie dans les étangs d'épuration [35], ainsi qu'avec ceux sur *Salminus franciscanus* dans la rivière Abaeté dans le bassin supérieur du fleuve São Francisco au Brésil également exposés aux métaux toxiques [36]. D'après nos résultats, *C. gariepinus*, ayant un régime omnivore et une forte capacité d'adaptation, aurait probablement profité de la forte disponibilité alimentaire issue des charges organiques lors des inondations du lac Nokoué, et ce, malgré des conditions stressantes ; ce qui a favorisé la reproduction et augmenté l'IGS [37]. De plus, cette importante disponibilité alimentaire pendant les crues expliquerait les facteurs de condition plus élevés des poissons du lac Nokoué par rapport à ceux de la rivière Sô. Dans la présente étude, l'IHS des individus du lac Nokoué était statistiquement supérieur à celui des individus du cours d'eau de référence. Se référer uniquement à cette valeur IHS laisserait supposer que le foie des individus du Nokoué est en meilleur état que celui des individus de la rivière Sô. En réalité, le niveau élevé d'IHS chez les poissons du lac Nokoué peut être lié, d'une part, à des anomalies macroscopiques telles que des calculs et des nodules adipeux [38], et d'autre part, à la suractivité du foie imputable à la présence de multiples contaminants pendant cette période de crue [39]. Une augmentation similaire de l'IHS a également été observée chez *C. gariepinus* capturé dans des rivières impactées par des effluents miniers, industriels et urbains en Afrique du Sud [38], et chez *Zosterisessor ophiocephalus* pêché dans la lagune d'Orbetello (Italie) et exposé à des hydrocarbures chlorés et aromatiques [40].

5. Conclusion

Au total, les résultats indiquent une hausse des indices biométriques (IGS, IHS, K) et une altération des profils hématologique et biochimique des poissons du lac Nokoué, et donc un mauvais état physiologique dû à la présence de multiples contaminants pendant la saison pluvieuse. La mesure des paramètres hématologiques montrent chez les poissons du lac Nokoué, une baisse des taux d'hémoglobine et d'hématocrite et une hausse du volume des globules blancs due probablement à la réponse défensive contre l'effet toxique des polluants sur les poissons. Le profil biochimique révèle des niveaux bas de glucose plasmatique, de créatinine et de transaminases ALAT indiquant des effets hépato-néphrotoxiques des polluants sur *C. gariepinus* du lac Nokoué. Une attention accrue doit donc être portée à la pollution de ce lac afin de freiner l'érosion de la biodiversité et, surtout, de préserver la santé des populations consommatrices de ces poissons.

Remerciements

Les auteurs remercient très sincèrement Dr Gilles KINSICLOUNON, Directeur de la Polyclinique du Campus et ses collaborateurs à Abomey-Calavi, pour avoir mis son laboratoire à disposition pour les prélèvements et les analyses de sang des poissons.

Références

- [1] - E. A. P. YEHOUENOU, R. ADAMOU, P. J. AZEHOUN, P. A. EDORH & T. AHOYO, Monitoring of heavy metals in the complex Nokoué lake - Cotonou and Porto-Novo lagoon ecosystem during three years in the Republic of Benin. *Research Journal of Chemical Sciences*, 3 (2013) 12 - 18
- [2] - Y. ISSOLA, A. M. KOUASSI, B. K. DONGUI & J. BIEMI, Caractéristiques physico-chimiques d'une lagune côtière tropicale: lagune de Fresco (Côte d'Ivoire). *Afrique Science*, 4 (2008) 368 - 393
- [3] - M. B. DJIHOUESSI, M. B. DJIHOUESSI & M. P. AINA, A review of habitat and biodiversity research in Lake Nokoué, Benin Republic : Current state of knowledge and prospects for further research. *Ecology & Hydrobiology*, 19 (2019) 131 - 145
- [4] - P. AGBOHESSI, C. ONIBON, E. O. R. PELEBE, D. A. P. MATTAH, N. L. GUEDEGBA, I. IMOROU TOKO & A. CHIKOU, Assessment of the health status of Lake Nokoué (Benin, West Africa) exposed to multiple pollutants during flood season. *Chemistry and Ecology*, 39 (7) (2023) 726 - 752
- [5] - P. AGBOHESSI, L. GUEDEGBA, R. PELEBE & I. IMOROU TOKO, Exposition de la faune ichthyenne et autres animaux aquatiques aux polluants organiques, chimiques et biologiques dans le lac Nokoué au Sud du Bénin: Synthèse documentaire. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 11 (3) (2023) 360 - 372
- [6] - P. AGBOHESSI, G. KINSICLOUNON, A. OUEDRAOGO, L. GUEDEGBA, V. ADOUWEEKONOU, A. HOUNDEJI & I. IMOROU TOKO, Changes in blood tissue of estuarine tilapia *Sarotherodon melanotheron* (Rüppell, 1852) captured in polluted Lake Nokoué (Benin, West Africa). *Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences*, 11 (1) (2023) 1 - 13
- [7] - A. KARIM, A. GBAGUIDI, K. SAIZONOU, L. DOVONON, G. LALY, A. MOUSSA, E. AZOKPOTA, F. SEBY, O. DONARD & H. SOCLO, Distribution of 26 metals in the waters of the aquatic ecosystems of the Cotonou channel and lake Nokoué, Benin. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, 11 (2023) 13 - 28
- [8] - A. S. Y. HOUNKPATIN, P. A. EDORH & P. GUEDENON, Haematological evaluation of Wistar rats exposed to chronic doses of Cadmium, Mercury and combined Cadmium and Mercury. *African Journal of Biotechnology*, 12 (2012) 3731 - 3737

- [9] - A. P. E. YEHOUENOU, Les résidus de pesticides chimiques de synthèse dans les eaux, les sédiments et les espèces aquatiques du bassin versant du fleuve Ouémé et du lac Nokoué. Thèse de Doctorat unique de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin, (2005) 217 p.
- [10] - E. F. DOVONOU, M. IBIKOUNLE & C. G. AKOUEDEGNI, Impacts des hydrocarbures aromatiques polycycliques sur les poissons : Cas des tilapias du lac Nokoué au Sud du Bénin (Afrique de l'Ouest). *European Scientific Journal*, 36 (2019) 458 - 474
- [11] - E. S. TOSSOU, Impact du trafic de produits pétroliers sur les écosystèmes lacustres : cas du lac Nokoué et de la lagune de Cotonou, Mémoire de DEA Université d'Abomey-Calavi, (2001) 111 p.
- [12] - P. CLEDJO, La gestion locale de l'environnement dans les cités du lac Nokoué (Région urbaine du littoral du sud Bénin). Mémoire de DEA, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), (1999) 60 p.
- [13] - Z. C. KOUDENOUKPO, A. CHIKOU, D. ADANDEDJAN, R. HAZOUME, I. YOUSAO, G. A. MENSAH & A. P. LALEYE, Caractérisation physico-chimique d'un système lotique en région tropicale : la rivière Sô au Sud Bénin, Afrique de l'Ouest. *Journal of Applied Bioscience*, 113 (2017) 11111 - 11122
- [14] - B. K. SINHA, J. K. GOUR, M. K. SINGH & A. K. NIGAM, Effects of pesticides on haematological parameters of fish: Recent updates. *Journal of Science Research*, 66 (1) (2022) 269 - 283
- [15] - G. MD. MOSTAKIM, MD. M. ZAHANGIR, M. M. MISHU, MD. K. RAHMAN & M. S. ISLAM, Alteration of blood parameters and histoarchitecture of liver and kidney of silver barb after chronic exposure to quinalphos. *Journal of Toxicology*, 415984 (2015) 1 - 8
- [16] - F. DOVONOU, M. AINA, M. BOUKARI & A. ALASSANE, Pollution physico-chimique et bactériologique d'un écosystème aquatique et ses risques écotoxicologiques : cas du lac Nokoué au Sud Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 (2011) 1590 - 1602
- [17] - V. VAIYANAN, G. SRIDHARAN, S. RAVEENDRAN & K. CHAIRMAN, Impact of pesticide on haematological parameters of *Cyprinus carpio*. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 4 (8) (2015) 1424 - 1430
- [18] - S. GHAYYUR, S. TABASSUM, M. S. AHMAD, N. AKHTAR & M. F. KHAN, Effect of chlorpyrifos on hematological and seral biochemical components of fish *Oreochromis mossambicus*. *Pakistan Journal of Zoology*, 51 (3) (2019) 1047 - 1052
- [19] - M. DORUCU & A. GIRGIN, The effect of cypermethrin on some haematological parameters of *Cyprinus carpio*. *Aquaculture International*, 9 (2001) 183 - 187
- [20] - K. GHOSH & V. BANERJEE, Effect of deltamethrin on hemopoietic tissue and some blood parameters of *Heteropneustes fossilis*. *Journal of Freshwater Biology*, 4 (1992) 283 - 288
- [21] - A. R. SHAKOORI, A. L. MUGHAL & M. J. IQBAL, Effect of sublethal doses of fenvalerate (a synthetic pyrethroid) administered continuously for four weeks on the blood, liver and muscles of a freshwater fish *Ctenopharyngodon idella*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 57 (1996) 487 - 494
- [22] - J. H. JEE, F. MASROOR & J. C. KANG, Responses of cypermethrin induced stress in haematological parameters of Korean rockfish *Sebastes schegeli* (Higl). *Aquaculture Research*, 36 (2005) 898 - 905
- [23] - C. JAYAPRAKASH & N. SHETTU, Changes in the hematology of the freshwater fish, *Channa punctatus* (Bloch) exposed to the toxicity of deltamethrin. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 5 (6) (2013) 178 - 183
- [24] - L. MURAI DHARAN, Haemato-biochemical alterations induced by chronic exposure to fenthion in *Cyprinus carpio*. *International Journal of Trend in Research and Development*, 1 (3) (2012) 19 - 25
- [25] - A. E. ALEX & I. E. LAWRENCE, The effects of sub-lethal concentrations of cadmium on haematological indices of two amphibians. *International Conference on Medical, Biological and Pharmaceutical Sciences*, 4 (5) (2013) 216 - 219
- [26] - J. NEMCSOK, I. BENEDECZKY, B. BOROSS, B. ASZTALOS & L. ORBAN. In vivo effects of deltamethrin on some biochemical parameters of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Biology Szegediensis*, 27 (1982) 9 - 15

- [27] - M. NAJED & N. USMANI, Stress response of biomolecules (carbohydrate, protein and lipid profiles) in fish *Channa punctatus* inhabiting river polluted by Thermal Power Plant effluent. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22 (2014) 237 - 242
- [28] - Z. HOSSAIN, M. S. HOSSAIN, N. S. EMA & A. OMRI, Heavy metal toxicity in Buriganga river alters the immunology of Nil tilapia (*Oreochromis niloticus* L). *Heliyon*, 7 (11) (2021) e08285
- [29] - K. RAGHAVENDRA & C. B. PRUTHVIRAJ, Blood creatinine and some enzyme levels in four species of Indian carp fishes collected from a local aquatic body. *International Letters of Natural Sciences*, 60 (2016) 13 - 17
- [30] - E. N. OGAMBA, I. R. INYANG & I. K. AZUMA, Effect of paraquat dichloride on some metabolic and enzyme parameters of *Clarias gariepinus*. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 3 (3) (2011) 186 - 190
- [31] - A. VAGLIO & C. LANDRISCINA, Changes in liver enzyme activity in the teleost, *Sparus auratus* in response to cadmium intoxication. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 43 (1) (1999) 111 - 116
- [32] - K. V. SASTRY & K. SHARMA, Mercury induced haematological and biochemical anomalies in *Ophiocephalus (Channa) punctatus*. *Toxicology Letters*, 5 (3-4) (1980) 245 - 249
- [33] - S. AGRAHARI, K. C. PANDEY & K. GOPAL, Biochemical alteration induced by monocrotophos in the blood plasma of fish, *Channa punctatus* (Bloch). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 88 (3) (2007) 268 - 272
- [34] - A. HOSSEINI ALHASHEMI, M. S. SEKHAVATJOU, B. HASSANZADEH KIABI & A. R. KARBASSI, Bioaccumulation of trace elements in water, sediment, and six fish species from a freshwater wetland, Iran. *Microchemical Journal*, 104 (2012) 1 - 6
- [35] - R. H. MDEGELA, M. BRAATHEN, R. D. MOSHA, J. U. SKAARE & M. SANDVIK, Assessment of pollution in sewage ponds using biomarker responses in wild African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*) in Tanzania. *Ecotoxicology*, 19 (2010) 722 - 734
- [36] - L. A. SAVASSI, A. L. PASCHOALINI, F. P. ARANTES, E. RIZZO & N. BAZZOLI, Heavy metal contamination in a highly consumed Brazilian fish: Immunohistochemical and histopathological assessments. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192 (2020) 542
- [37] - C. N. MORADO, F. G. ARAUJO & I. G. GOMES, The use of biomarkers for assessing effects of pollutant stress on fish species from a tropical river in Southeastern. *Brazilian Journal of Biology*, 39 (4) (2017) 431 - 439
- [38] - J. C. VAN DYK, M. J. COCHRANE & G. M. WAGENAAR, Liver histopathology of the sharptooth catfish *Clarias gariepinus* as a biomarker of aquatic pollution. *Chemosphere*, 87 (2012) 301 - 311
- [39] - L. J. MILLS, R. E. GUTJAHR-GROBELL, R. A. HAEBLER, D. J. BORSAY HOROWITZ, S. JAYARAMAN, R. J. PRUELL, R. A. MCKINNEY, G. R. GARDNER & G. E. ZAROOGIAN, Effects of estrogenic (o,p-DDT ; octylphenol) and anti-androgenic (p,p-DDE) chemicals on the indicators of endocrine status in juvenile male summer flounder (*Paralichthys dentatus*). *Aquatic Toxicology*, 52 (2001) 157 - 176
- [40] - I. CORSI, M. MARIOTTINI & C. SENSINI, Cytochrome P450, acetylcholinesterase and gonadal histology for evaluating contaminant exposure levels in fishes from highly eutrophic brackish ecosystem : the Orbetello Lagoon, Italy. *Marine Pollution Bulletin*, 46 (2003) 203 - 212