

Evaluation Du Risque Sanitaire Lie A La Consommation Des Poissons Dans Le Complexe Fluvio-Lagunaire Et Lacustre De L'Ouémé (Benin)

[Assessment Of The Health Risk Related To Fish Consumption In Oueme Fluvio-Lagoon And Lacustrine Complex (Benin)]

Nathanaël Olawolé Dotu AHOUANDJINO¹, Dèhou Janvier GUEDENON², Jean LAOUROU², Moussa GIBIGAYE²

^{1,2} Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole (LaGREa), Cotonou, Bénin

¹ Auteur correspondant : Nathanaël Olawolé Dotu AHOUANDJINO. E-mail : nathanaelby@gmail.com



Resume : Dans le complexe fluvio-lagunaire et lacustre de l'Ouémé au Bénin, une importante communauté humaine dépend des ressources halieutiques comme source de protéines. Cette étude vise à analyser le risque sanitaire lié à la consommation du *Sarotherodon melanotheron* et du *Chrysichthys nigrodigitatus* dans la basse vallée de l'Ouémé. L'approche méthodologique adoptée a consisté à réaliser des campagnes semestrielles de prélèvements d'échantillons de deux espèces de poissons le *Sarotherodon melanotheron* (tilapia) et le *Chrysichthys nigrodigitatus* (silure blanc). Au total, 70 échantillons de poissons ont été prélevés et analysés par la technique de la spectrophotométrie d'absorption atomique. Les analyses chimiques des échantillons ont permis de déterminer les teneurs moyennes en Cd et Pb afin de caractériser l'excès de risque par le quotient de danger (QD) après estimation de la Dose Journalière d'Exposition. Le *Sarotherodon melanotheron* et le *Chrysichthys nigrodigitatus*, deux espèces de poissons, très consommées, sont contaminés par des éléments traces métalliques tels que le cadmium (Cd) et le plomb (Pb) suivant l'ordre Pb > Cd. Les teneurs enregistrées dans les échantillons de poissons collectés dépassent les normes OMS. Pour le *Chrysichthys nigrodigitatus*, le Cd varie entre 0.05 – 0.074 et le Pb entre 0.09 – 0.79. Pour le *Sarotherodon melanotheron*, le Cd varie entre 0.013 – 0.08 et le Pb entre 0.34 – 2.74. Le Quotient de danger (QD), l'indicateur calculé pour évaluer le risque sanitaire pour le Cd est de 1.85 et 0.74 respectivement pour les enfants et pour les adultes. Pour le Pb, le QD est de 1 et 0.40 respectivement pour les enfants et les adultes. L'étude conclut à l'existence d'une forte probabilité, pour les enfants, de connaître la survenance d'effets toxiques liées à la consommation des deux espèces de poissons.

Mots-clés : Complexe fluvio-lagunaire et lacustre de l'Ouémé, risque sanitaire, *Sarotherodon melanotheron*, *Chrysichthys nigrodigitatus*

Abstract: In the Ouémé fluvio-lagoon and lacustrine complex in Benin, a large human community depends on fisheries resources as a source of protein. This study aims to analyze the health risk associated with the consumption of *Sarotherodon melanotheron* and *Chrysichthys nigrodigitatus* in the lower Ouémé valley. The methodological approach adopted consisted of semi-annual sampling campaigns of two fish species, *Sarotherodon melanotheron* (tilapia) and *Chrysichthys nigrodigitatus* (white catfish). A total of 70 fish samples were collected and analyzed using the atomic absorption spectrophotometer technic. The chemical analyses of the samples allowed to determine the average contents of Cd and Pb in order to characterize the excess risk by the hazard quotient (HQ) after estimation of the Daily Exposure Dose. *Sarotherodon melanotheron* and *Chrysichthys nigrodigitatus*, two species of fish, widely consumed, are contaminated by metallic trace elements such as cadmium (Cd) and lead (Pb) following the order Pb > Cd. The levels recorded fish samples collected, exceeded the WHO standards. For *Chrysichthys nigrodigitatus*, Cd varies between 0.05 - 0.074 and Pb between 0.09 - 0.79. For *Sarotherodon melanotheron*, Cd varies between 0.013 - 0.08 and Pb between 0.34 - 2.74. The Hazard Quotient (HQ), the indicator calculated to assess health risk for Cd is 1.85 and 0.74 for children and adults respectively. For Pb, the HQ is 1 and

0.40 for children and adults respectively. The study concludes that there is a high probability for children to experience toxic effects related to the consumption of the two fish species.

Keywords: Ouémé fluvio-lagoon and lacustrine complex, health risk, *Sarotherodon melanotheron*, *Chrysichthys nigrodigitatus*

INTRODUCTION

Les milieux humides offrent aux communautés humaines des ressources variées et importantes pour plusieurs activités telles que la pêche, l'agriculture et l'aquaculture (H. B. P. Capo Chichi et *al.*, 2020, p. 17753). Dans le même temps, la contamination métallique dans les milieux humides s'est accrue au cours des dernières décennies. Les éléments traces métalliques sont présents dans la plupart des écosystèmes des milieux humides et impactent la qualité des ressources naturelles comme les importantes communautés d'organismes vivants tels que les poissons, les crustacés et mammifères aquatiques (E. Diangone et *al.*, 2020, p. 73). Ainsi, les teneurs élevées de métaux lourds exposent les ressources halieutiques y vivant et les populations humaines consommatrices à des risques pour la santé (C. de Jaeger et *al.*, 2012, p. 87).

La bioaccumulation et la bioamplification rendent les milieux humides plus vulnérables aux éléments traces métalliques (A. Ratier, 2020, p. 2). De plus, il s'agit de métaux lourds comme le plomb et le cadmium, qui se trouvent à des teneurs élevées en raison des activités anthropiques et de leurs effets subséquents (H. Kone et *al.*, 2025, p. 13).

La géographie du Bénin montre que la région septentrionale réputée ceinture cotonnière, reçoit de fortes quantités de pesticides, employées dans la culture du coton durant chaque campagne annuelle (S. Adam et *al.*, 2010, p. 1176). Les cours d'eau orientés nord-sud transportent les métaux toxiques et atteignent les vallées humides situées plus au sud. C'est le cas de la basse vallée de l'Ouémé, du complexe de la lagune de Porto-Novo et du lac Nokoué (H. B. P. Capo Chichi et *al.*, 2020, p. 17770 ; W. Chitou et *al.*, 2010, p. 2196).

La zone du delta de l'Ouémé correspond à la partie inférieure du bassin fluvial et à un complexe lacustre et lagunaire, riche en écosystèmes aquatiques. Ces derniers sont régulièrement soumis à des influences anthropiques allant des rejets de débris domestiques aux écoulements urbains en passant par les résidus d'intrants agricoles et autres déchets provenant aussi bien de la région septentrionale que des localités riveraines du fleuve. Quelques travaux ont montré l'existence de contamination de l'eau, des sédiments et des poissons, sans déterminer les risques pour les communautés humaines (P. Guédénou, 2009 ; W. Chouti et *al.*, 2010 ; A. Hounkpatin, 2010 ; P. Edorh et *al.*, 2010 ; F. E. Dovonou et *al.*, 2022 ; A. Goussanou et *al.*, 2018). L'évidence de teneurs élevées de polluants métalliques, au regard des travaux cités, montre qu'il s'agit d'une menace certaine pour la santé humaine du fait de la bioaccumulation du plomb et du cadmium dans les ressources halieutiques, principale source de protéines animales des populations riveraines.

L'objectif de cette étude est l'estimation du risque sanitaire auquel s'exposent les populations de pêcheurs dans le delta de l'Ouémé à partir du profil de bioaccumulation de deux espèces de poissons les plus consommés.

L'évaluation du risque sanitaire lié à la consommation de deux espèces de poissons, le *Sarotherodon melanotheron* et le *Chrysichthys nigrodigitatus* rend compte du danger auquel les populations s'exposent dans le temps.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Méthodes

1.1.2. Echantillonnage

Le prélèvement des poissons est réalisé dans les prises faites par des pêcheurs utilisant des filets en saison pluvieuse et en saison sèche. Les espèces choisies sont les plus consommées par les pêcheurs enquêtés et appartiennent aux groupes de poissons dominant l'ensemble de la faune ichthyologique tout au long de l'année selon les travaux de P. Lalève et *al.*, 1997, p. 64 et C. Niyonkuru, 2001,

p. 68. Ainsi, les groupes de poissons présents toute l'année concernent les *Tilapias* (*Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*), et les *Claroteidae* (*Chrysichthys nigrodigitatus*, *Chrysichthys auratus*). Deux espèces, en l'occurrence, le *Sarotherodon melanotheron* et le *Chrysichthys nigrodigitatus* sont prélevés par semestre, de juin 2022 à décembre 2024. Une fois prélevé, le poisson est conservé au froid jusqu'au laboratoire. Au total, 70 échantillons de poissons ont été prélevés, 35 pour chaque espèce.

1.1.3. Analyse chimique des échantillons

La spectrophotométrie à absorption atomique est fréquemment employée pour détecter les éléments traces métalliques tels que le cadmium et le plomb dans l'organisme des poissons. Après séchage à l'étuve à 70°C environ pendant 72 heures, la chair des poissons est ensuite broyée. Les échantillons obtenus sont acidifiés avec de l'acide nitrique (65 %). Les solutions obtenues sont ensuite portées jusqu'à 128°C. Après distillation, les solutions sont ensuite analysées à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique. L'échantillon analysé est de 4 g de chair pour chaque individu prélevé.

1.1.4. Traitement statistique et caractérisation du risque

Les données de concentrations en cadmium et plomb (Pb) ont fait l'objet de tests ANOVA sous XLStat version 2016.

La caractérisation du risque est faite en 4 étapes. La détermination des concentrations des polluants métalliques dans la chair des poissons constitue une source de danger pour la population consommatrice. Ensuite, il faut déterminer la dangerosité ou toxicité desdits polluants. Cela est essentiellement fonction de leurs effets toxiques. Pour les effets toxiques, on distingue les polluants à effets toxiques à seuil et ceux à effets toxiques sans seuil. Le cadmium et le plomb sont des polluants à effets toxiques à seuil. Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues, autrement la Dose Journalière Admise (DJA), sont celles de l'ATSDR. La DJA pour le cadmium par voie orale 2.10^{-4} mg/kg/j et la DJA pour le plomb est $3.6.10^{-3}$ mg/kg/j.

La quantification de l'exposition au danger est l'étape suivante. L'exposition au polluant est déterminante dans l'évaluation du danger. Elle peut être directe ou indirecte d'une part, et continue ou discontinue d'autre part. Pour la modélisation de l'exposition d'un individu au cadmium et au plomb, il est considéré qu'un individu quel que soit son âge consomme une quantité annuelle moyenne de poissons fixe Q. La quantité ainsi retenue est de 12kg/an soit 0,033 kg/jour (FAO, 2008). Cette hypothèse indique que l'individu est le plus exposé au contaminant. Etant donné que les pêcheurs enquêtés ont un régime alimentaire journalier comprenant le poisson comme la principale source de protéines et même l'unique source dans certains cas, la voie d'exposition pour la contamination est orale et les place dans le cas d'exposition maximale. Par convention, le poids corporel moyen des enfants (âge compris entre 0 et 15 ans) est de 28 kg et celui de l'adulte est de 80 kg ; référence faite à l'Agence américaine de protection de l'environnement (ATSDR, 2024, p.3).

Parmi les populations les plus exposées au risque de contamination par le cadmium et le plomb, viennent les pêcheurs et leurs familles. En effet, la principale source de protéines des populations riveraines des cours et plans d'eau dans le delta de l'Ouémé demeure les poissons. Ainsi, la fréquence journalière de consommation est d'au moins une fois par jour. La seconde catégorie de population, est celle des villes et localités contiguës au milieu d'étude, notamment Porto-Novo, Dangbo, Adjohoun, Bonou, etc. La troisième catégorie de population exposée est celle des autres béninois et même des étrangers (les Nigériens, entre autres, puisque d'importantes quantités de *Sarotherodon sp* et *Chrysichthys sp* sont vendus sur le marché nigérian en provenance de la zone d'étude. La population enquêtée des consommateurs est la première catégorie de population car elle demeure la plus disponible. Il s'agit de 40 familles nucléaires de pêcheurs (295 personnes). Par ailleurs, le critère d'un régime alimentaire assez connu, a également, déterminé le choix pour l'étude du risque sanitaire.

La compilation des résultats obtenus permet de caractériser l'excès de risque. Le recours au quotient de danger est l'indicateur employé pour déterminer le risque encouru par une certaine population. Le quotient de danger (QD) dans ce cas est déterminé par la relation suivante

$$QD = DJE/DJA$$

où DJE désigne la Dose Journalière d'Exposition en mg/kg/j, et DJA, la Dose Journalière Admise (mg/kg/j).

Lorsque $QD > 1$ on ne peut plus exclure l'apparition d'un effet toxique. Et lorsque $QD < 1$ l'occurrence d'un effet toxique est très peu probable.

$DJE = C \times Q \times F / P$; C désigne la Concentration en élément trace dans les poissons (mg/kg) ;

Q signifie la quantité de poissons ingérée par jour (kg/j) ;

F indique la fréquence d'exposition ($F = 1$) et sans unité ;

P est le poids corporel de la cible, en l'occurrence un humain (kg).

1.2. Milieu de recherche

Le milieu de recherche correspond à une vaste zone humide, d'environ 96000 ha, situé au sud-est de la République du Bénin et précisément entre $6^{\circ}25'$ et $6^{\circ}55'$ de latitude nord d'une part et entre $2^{\circ}24'$ et $2^{\circ}51'$ de longitude Est d'autre part (Figure 1).

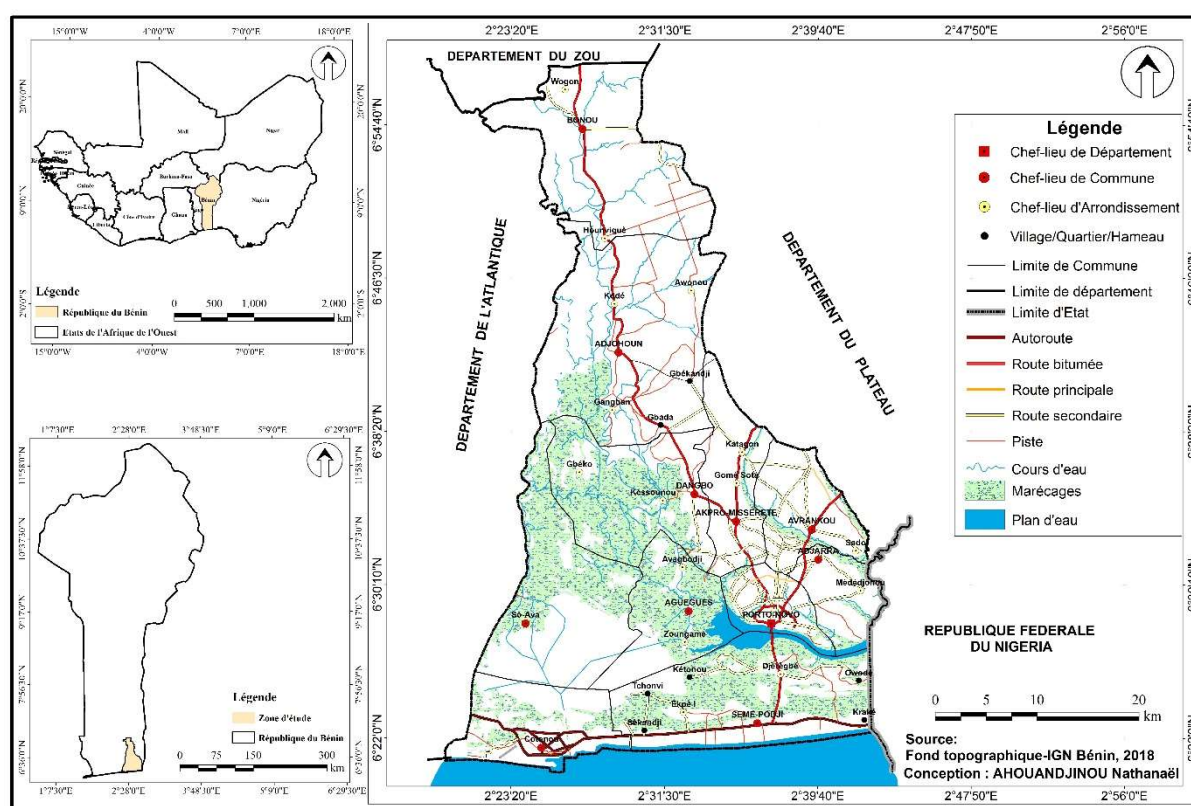


Figure 1 : Situation géographique du milieu d'étude

La zone d'étude regroupe la basse vallée de l'Ouémé où coulent le fleuve Ouémé, la rivière Sô, et une partie de la lagune de Porto-Novo et du lac Nokoué. Il s'agit d'un territoire couvrant plusieurs parties des communes de Bonou, Adjohoun, Dangbo, Sô-Ava, Les Aguégués, Porto-Novo et Sèmè-Podji. Il connaît un climat tropical subéquatorial avec une pluviométrie annuelle oscillant autour de 1200 mm. Ce milieu de recherche comprend essentiellement sur le plan administratif et du sud vers le nord, les communes de Sô-Ava, des Aguégués, de Dangbo, d'Adjohoun et de Bonou auxquelles il faut ajouter les rives orientales des agglomérations littorales de Zè, Zinvé et Abomey-Calavi qui totalisent une population de plus de 1.500.000 habitants (INSAE, 2016, p. 39-42) avec des densités de population relativement élevées, entre 200 et 450 habitants au kilomètre carré et consommant fréquemment les produits halieutiques provenant de la zone d'étude.

2. RESULTATS

Au terme des travaux de recherche, on peut retenir les résultats suivants.

2.1. La contamination

Pour ce qui est de la contamination, le tableau 1 résume les caractéristiques des poissons pêchés.

Tableau 1. Masses et tailles moyennes des poissons prélevés

Espèces de poissons	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>			<i>Sarotherodon melanotheron</i>		
	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne
Caractéristiques						
Masse (kg)	0,05	0,074	0,027	0,09	0,79	0,44
Longueur (cm)	13	17	15,3	14	16	14,91

Source : Résultats d'enquêtes de terrain

Les poissons prélevés sont des individus d'âge moyen, environ 12 semaines (Tableau 1). Ils ont des caractéristiques idéales : la chair est relativement développée et permet de comprendre où se fait l'accumulation des Eléments Traces Métalliques. Selon les caractéristiques morphométriques ne sont pas différentes selon les espèces selon le test d'ANOVA ($p < 0,05$).

Les résultats au tableau 2 traduisent la présence des 2 ETM dans la chair des poissons. Les moyennes des teneurs de cadmium (Cd) indiquent une contamination élevée pour les 2 espèces ichthyologiques.

Tableau 2. Teneurs moyennes en Cd et Pb dans les muscles de *Chrysichthys nigrodigitatus* et *Sarotherodon melanotheron* en ppm.

Espèces de poissons	Cd			Pb		
	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
Chrysichthys nigrodigitatus	0,05	0,74	0,27	0,47	3,57	1,95
Sarotherodon melanotheron	0,06	0,8	0,35	1,39	8,75	4,18
Moyennes			0,18			3,065
Normes FAO/OMS (2011)			0,05			0,2
Normes CE 466/2001			0,01			0,2

Source : Résultats d'analyse de laboratoire

Pour le plomb (Pb), les moyennes de teneurs indiquent dépassent sans équivoque les normes du FAO/OMS (2011) et les normes CE 466/2001.

Par ailleurs, l'analyse de variance (ANOVA) montre une différence significative des teneurs de plomb (Pb) et de cadmium (Cd) enregistrées selon les saisons ($p < 0,05$) pour les 2 espèces. Autrement, dit la contamination varie selon les saisons.

La modélisation du risque encouru par un individu consommant uniquement et chaque jour une quantité précise de *Sarotherodon melanotheron* et le *Chrysichthys nigrodigitatus* contaminés au cadmium et au plomb est résumée au tableau 3.

Tableau 3. Doses journalières et quotients de danger dans la population des pêcheurs enquêtés.

Métal lourd	Q (kg/j)	C (mg/kg)	Poids Adulte (kg)	Poids Enfant (kg)	DJE Adulte (mg/kg/j)	DJE Enfant (mg/kg/j)	DJA* (mg/kg/j)	QD Adulte	QD Enfant
Cd	0,033	0,31	80	28	$1,27 \cdot 10^{-4}$	$3,65 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	0,63	1,82
Pb	0,033	3,07	80	28	$1,15 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	0,36	1,00

Source : Résultats des travaux de laboratoire et de terrain.

L'exposition au cadmium et au plomb des populations de pêcheurs et les quotients de danger par catégorie d'individus sont évalués au tableau 3. Il met en exergue l'existence de risque pour les enfants : respectivement 1,82 pour le Cd et 1,00 pour le Pb. L'ordre de grandeur du risque est le même pour les adultes : le risque est plus élevé pour le cadmium que pour le plomb. Ce qui signifie que les effets toxiques sont plus attendus dans l'organisme pour le Cd que pour le Pb.

Tableau 4 : Teneurs moyennes (mg/kg) de Cd et Pb dans la présente étude et dans d'autres travaux

Localisation	Teneur moyenne en Cd (poissons)	Teneur moyenne en Pb (poissons)	Taille de la population	Références
Rivière Alaro, Ibadan (Nigeria)	0,26	2,16	n = 25 1 espèce	E. Tyokumbur et al., 2014
Ganvié, So-Ava (Bénin)	2,03	26,80	n = 5 5 espèces	A. Hounkpatin, 2010
Lac Togo, lagune de Togoville, lac Zowla, lagune d'Anèho (Togo)	0,45	1,62	n = 24 10 espèces	K. Ouro-Sama et al., 2014
Lagune de Porto-Novu et le lac Nokoué	-	3,34	2 espèces	B. Agbandou et al., 2018
Retenues d'eau d'Eleyele et Asijere (Nigeria)	-	14,53	n = 30 2 espèces	E. F. Olaifa et al., 2024
Lagune Ebrié	0,02 – 0,28	0,12 – 0,28	n = 5 2 espèces	A.M-O. Togbé et al., 2023
Complexe fluvio-lagunaire et lacustre de l'Ouémé	1,36	14,06	n = 70 2 espèces	Présente étude

Source : Résultats de la recherche documentaire, 2025.

3. Discussion

3.1. Ampleur de la contamination

3.1.2. Qualité de la chair des espèces ichthyologiques

Les valeurs moyennes trouvées dans les différents organes des poissons prélevés dépassent les normes recommandées OMS pour le Cd et le Pb et les normes de la Commission Européenne. Pour le Pb, les teneurs enregistrées varient de 0.00 à 4.03 ppm alors que les normes FAO/WHO sont de 0,2 ppm. Pour le Cd, les teneurs oscillent entre 0.00-0.302 ppm et dépassent les valeurs seuils, 0,001 et 0.002 ppm recommandées respectivement par la Commission Européenne (2001) et par le FAO/WHO (2011). Les teneurs moyennes en Cd et plomb (Pb) dans la chair de *Chrsichthys nigrodigitatus* et *Sarotherodon melanotheron* au tableau 2 dépassent les normes de référence sus-citées pour tous les individus prélevés. Cela traduit une bioaccumulation quasi systématique des éléments traces métalliques dans la chair des poissons. L'ordre de grandeur des contaminants est : Pb > Cd et est conforme à toutes les études antérieures citées quel que soit les espèces ichthyologiques. Autrement dit, le plomb est un élément trace métallique plus capté par les espèces ichthyologiques quel que soit le milieu.

3.1.2. Ampleur spécifique de la contamination

Les teneurs d'ETM enregistrées par A. Hounkpatin, 2010, p. 53, dépassent sensiblement celles de la présente étude (tableau 4). Cependant elles concernent 5 espèces dont le *Penaeus keraturus* et le *Sarotherodon melanotheron sp.*

Pour le *Sarotherodon melanotheron*, les teneurs détectées dans le système lagunaire togolais en 2014, par K. Ouro-Sama et al., 2014, p.7, sont comparables à celles détectées dans la présente étude. Les teneurs dépassent celles trouvées dans le cours d'eau Alaro, à Ibadan, au Nigeria, en 2014 (E. Tyokumbur et al., 2014, p. 260). De même, les valeurs trouvées dépassent aussi celles obtenues par A.M.O. Togbé et al., 2023, pp.235-236. Par contre, les travaux de A. Hounkpatin, 2010, p. 53, indiquent des valeurs

plus élevées pour le cadmium (Cd) et le plomb (Pb) pour l'espèce, respectivement 1,76 et 20,35. Il faut remarquer que les prélèvements sont exclusivement réalisés à Ganvié et So-Ava, donc surtout dans le lac Nokoué.

Pour le *Chrysichthys nigrodigitatus*, les teneurs étaient de 0.36 à 0.90 pour le Cd et 1.50 à 2.18 pour le Pb. Dans la présente étude, les quantités de plomb (Pb) ingérées par le *Chrysichthys nigrodigitatus* sont aussi semblables à celles obtenues par E. F. Olaifa et al., 2024, p. 10, dans la retenue artificielle de Eleyele et Asejire à 30 km d'Ibadan sur la même espèce. En outre, les résultats contrastent avec ceux obtenus par B. Agbandou et al., en 2018, p. 6, pour le *Chrysichthys nigrodigitatus* et l'*Ethmalosa fimbriata* dans les eaux du Nokoué et de la lagune de Porto-Novo mais avec des sites de prélèvements plus nombreux (6 sites). Les valeurs de Pb et de Cd aussi dépassent aussi celles retrouvées dans le lac Ebrié, plus étendue que la lagune et le lac Nokoué réunis et les caractéristiques morphométriques des poissons prélevés étaient plus grandes dans le lac Ebrié

3.2. L'estimation du risque sanitaire

Pour les adultes, l'occurrence d'un effet toxique lié à la consommation des poissons *Sarotherodon sp* et *Chrysichthys sp* contaminés au cadmium et au plomb n'est pas anticipé puisque les quotients de danger sont tous inférieurs à 1 (respectivement 0,63 pour le Cd et 0,36 pour le Pb). Cependant la survenue d'un effet toxique est plus attendue chez les enfants où les quotients de danger sont égaux ou supérieurs à 1, respectivement 1 pour le plomb et 1,82 pour le cadmium. Pour le plomb, les effets toxiques sont possibles pour les enfants. Mais pour le cadmium, la survenue d'effets néfastes est probable. Les enfants sont les plus exposés au cadmium et au plomb contenus dans les poissons très consommés dans le complexe fluvio-lagunaire et lacustre de l'Ouémé. Le risque ici est élevé en raison du faible poids des enfants et de la fragilité de la physiologie de leurs organismes.

Les risques sanitaires calculés pour cette étude dépassent ceux obtenus par W. Xilong et al., 2005, p. 32, dans le Tianjian (Chine) en employant le Target Hazard Quotient (THQ) : les THQ calculés étaient inférieurs à 1 pour les poissons. Cependant, les résultats sont comparables aux travaux de K. Orou-Sama et al., 2014 p. 7, réalisés dans le système lagunaire togolais quand bien même les espèces de poissons ne sont pas toutes identiques à celles de la présente étude. En effet, dans le système lagunaire au sud du Togo, le risque encouru calculé était de 0.81 pour le Cd et 0.16 pour le plomb (Pb) pour les adultes et de 2.04 pour le Cd et 0.4 pour le plomb (Pb) pour les enfants. L'ordre de grandeur des risques sanitaire est sensiblement le même pour le Cd et le plomb (Pb). La différence dans les résultats proviendrait de la diversité des produits halieutiques et la bioaccumulation plus élevée. Globalement, cela traduit une augmentation des risques dans le temps.

L'enjeu d'une telle contamination réside dans le fait que les enfants ont un besoin élevé en protéines animales disponibles. Or, ils sont en même temps plus sensibles à l'intoxication chronique au plomb qui se manifeste par l'anémie, la baisse du quotient intellectuel, les anomalies congénitales et autres déficits neurologiques (D. R. Ortega et al., 2021 ; p.8). L'exposition au cadmium, en dehors de son effet cancérogène, entraîne un effet pathologique sur les reins et peut évoluer vers l'insuffisance rénale conjuguée à l'ostéoporose (E. F. Olaifa et al., 2024, p.13). Dans certains cas d'exposition chronique au cadmium, des troubles gastro-intestinaux apparaissent.

Conclusion

La présence des éléments traces métalliques est certaine dans les cours d'eau et système fluvial aujourd'hui. L'évaluation du risque sanitaire lié à la présence du Cd et du plomb (Pb) dans les organismes de *Sarotherodon melanotheron* et *Chrysichthys nigrodigitatus* traduit assez clairement les risques qu'encourent les populations. Le quotient de danger calculé pour la consommation des deux espèces dans le delta de l'Ouémé, montre que le risque sanitaire existe surtout pour les enfants. Le cadmium et le plomb présents dans la chair des deux espèces de poissons sont progressivement transférés dans les organismes humains par voie orale. Si le risque encouru est relativement faible pour les adultes, il n'est pas à négliger.

Cependant, vu que les populations consomment une variété de produits halieutiques et de produits végétaux, on ne peut prédire de l'occurrence certaine de tous les effets toxiques liés aux deux métaux toxiques. Cela ne devrait pas empêcher des actions visant à surveiller et prévenir la survenue des effets conséquents.

REFERENCES

- [1]. ADAM Soulé, EDORH Patrick Aléodjro, TOTIN Henri, KOUMOLOU Luc, AMOUSSOU Ernest, AKLIKOKOU Kodjo et BOKO Michel (2010) : Pesticides et métaux lourds dans l'eau de boisson, les sols et les sédiments de la ceinture cotonnière de Gogounou, Kandi et Banikoara (Bénin), *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, AJOL N°4.
- [2]. AGBANDOU Bakawa, HOUSSOU Donald, THOTO Fréjus, CHABI Grâce (2018) : « Déséquilibre écosystémique du complexe lagunaire lac Nokoué–lagune de Porto-Novo. Que faire pour éviter le désastre écologique et protéger la santé des populations béninoises ? » ACED, 2018. <https://www.aced-benin.org/fr/publications>
- [3]. (ATSDR) Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2023): *Exposure Dose Guidance for Body Weight*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Jan 31, 5p.
- [4]. CAPO-CHICHI Houéyi Bénédicte Priscilia, ADANDEDJAN Delphine, AGBLONON HOUÉLOME Thierry Matinkpon, LALEYE Philippe (2022) : Physico-chimie et pollution organique du lac Nokoué au Sud du Bénin. *Journal of Applied Biosciences* 170, pp.17752– 17774.
- [5]. COMMUNAUTE EUROPEENNE (2001) : Règlement CE 466/2001 de la commission du 8 mars 2001 portant teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires.
- [6]. CHOUTI Waris, MAMA Daouda, CHANGOTADE Odilon, ALAPINI François, et BOUKARI Mama (2010) : Étude des éléments traces métalliques contenus dans les sédiments de la lagune de Porto-Novo (Sud Bénin) in *Journal of Applied Biosciences* 34 : pp. 2186 – 2197, ISSN 1997–5902
- [7]. De JAEGER Christian, VORONSKA Elena, FRAOUCENE Nadia, et CHERIN Patrick (2012). Exposition chronique aux pesticides, santé et longévité. Revue générale ; Rôle de notre alimentation (Chronic pesticide exposure, health and longevity. Role of our food) ; Revue "*Médecine & Longévité*", 2012 ; consultation en ligne en ligne le 22/06/2024.
- [8]. DIANGONE Eric, YAO Alexis N'guessan, LOU KALA Marie-Claude Toalo, MONDE Sylvain, COULIBALY Aoua (2020) : Evaluation de la Pollution Métallique des Sédiments Superficiels de la Lagune Potou en Période d'été (Littoral de la Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal*, ESJ ISSN: 1857-7881 (Print) e - ISSN 1857-7431. November 2020 édition Vol.16, No.33.
- [9]. DOVONOU Flavien Edia, ALLADASSIVO Etienne Mivodjo, KOUKPO John Martial, SINTONDJI Luc et YALO Nicaise (2022) : Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du lac Azili dans la commune de Zangnanado au centre du Bénin. *Journal / International Journal of Biological and Chemical Sciences / Vol. 16 No. 2 (2022) / Articles*.
- [10]. EDORH Aléodjro Patrick, AGONKPAHOUN Eusèbe, GNANDI Kissao, GUEDENON Patient, KOUMOLOU Luc, AMOUSSOU Casimir, AYEKOUN Abel, BOKO Michel, GBEASSOR Messvi, Rhin Bertrand, et CREPPY Edmond (2010). Etude comparative de la bioaccumulation des métaux lourds dans les sédiments du lac Nokoué et de la rivière Okpara, *Rev. CAMES- Série A*, 10 : 95-100.
- [11]. FAO (2008). Profils des pêches et de l'aquaculture par pays, Vue générale du secteur des pêches nationales, La république du Bénin, 41p.
- [12]. FAO/WHO (2011): Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Contaminants in Foods. 5th Session, The Hague, Netherlands, pp. 21-25.
- [13]. GOUSSANOU Appolinaire, ABDOU KARIM Alassane Youssao, TOLEBA Soumanou Seibou, DAGAN Bienvenu Sourou, GNANDI Kissao et ABDOU KARIM Issaka Youssao (2018) : Bioaccumulation des métaux lourds (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, Cr, Ni, As) par les crabes *Cardisoma armatum* (Herklots, 1851) dans le complexe lac Nokoué-lagune de Porto-Novo au Sud Bénin. *Afrique SCIENCE* 14(2) (2018) 255 - 266 255. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>

- [14]. GUEDENON Patient (2009). *Pollution des écosystèmes par les métaux lourds (Cd, Pb, Cu) : cas du fleuve Ouémé et du lac Nokoué*. Mémoire de DESS Sciences en de l'environnement et du développement durable, CIFRED, UAC, 95 p.
- [15]. HOUNKPATIN Armelle (2010). *Pollution des écosystèmes aquatiques par les métaux toxiques (Pb et Cd): cas de la cité lacustre de Ganvié*. Mémoire de DESS. CIFRED, Université d'Abomey-Calavi. 71 p. et annexes.
- [16]. Institut National des Statistiques et de l'Analyse Economique, INSAE, (2016). Effectifs de la population des villages et quartiers de ville du Bénin (RGPH 4, 2013). Cotonou, 85 p.
- [17]. KONE Hanni, YARO Farmata Koro, LY Oumou, TRAORE Mamadou Mariam, DJIGUIBA Domo et DOUMBIA Mohamed Lamine (2025) : Contamination des sédiments par les pesticides et les métaux lourds dans le bassin du fleuve Sénégal et ses affluents, République du Mali. *Afrique SCIENCE* 26(4) (2025) 12 - 27 12. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>
- [18]. LALEYE Phillipe (1997). Rapport d'étude sur les poissons d'eaux douces et saumâtres du Bénin : Inventaire des poissons menacés de disparition du Bénin : Inventaire, distribution, statut et conservation. Cotonou (Bénin). Coopération Bénino-Néerlandaise, 95 p.
- [19]. LAWANI Louis Babatoundé, ADANDEDJAN Delphine, d'ALMEIDA Arsène, CHIKOU Antoine, FOUSSENI Aliou et LALEYE Philippe (2025) : Etude de la pollution par le plomb des eaux, des sédiments et des crevettes du lac Nokoué au Bénin. *Cahiers du CBRST* N°5 Juin 2014. ISSN : 1840-703X
- [20]. NIYONKURU Charles (2001). *Les variations temporelles de la faune ichtyologique du lac Nokoué en République du Bénin*. Mémoire de DESS. FSA / UAC, 112 p.
- [21]. OLAIFA Flora Eyibio and SATIMEHIN Folajimi Promise Daniel, OYEBISI Mukthar OYELAKIN and AMESA Victor Sokoeyame (2024): Bioaccumulation of Heavy Metals in Fish from Eleyele and Asejire Reservoirs, Southwestern Nigeria. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4975941>
- [22]. ORTEGA Daniela Ramírez, GONZALEZ Esquivel Dinora F., AYALA Tonalí Blanco, PINEDA Benjamín, GOMEZ Saul Manzo, QUINO Jaime Marcial, CARRILLO Mora Paul and PEREZ de la Cruz Verónica (2021) : Cognitive Impairment Induced by Lead Exposure during Lifespan: Mechanisms of Lead Neurotoxicity. *Toxics* 2021, 9, 23. <https://doi.org/10.3390/toxics9020023>. <https://www.mdpi.com/journal/toxic>
- [23]. OURO-SAMA Kamilou, SOLITOKÉ Hodabalo Dheoulaba, GNANDI Kissao, AFIADÉMANYO Komlan Mawuli et BOWESSIDJAOU Eso Joseph (2014). Evaluation et risques sanitaires de la bioaccumulation de métaux lourds chez des espèces halieutiques du système lagunaire togolais, *Vertigo, la revue électronique en sciences de l'environnement*. Volume 14, N°2, septembre 2014. <http://journals.openedition.org/vertigo/15093>; DOI : 10.400/vertigo. 15093.
- [24]. RATIER Aude (2019) : *Modélisation toxico-cinétique de la bioaccumulation de composés organiques persistants par des invertébrés benthiques d'eau douce*. Thèse de doctorat. Ecologie, Environnement. Université de Lyon, 2019. Français. NNT : 2019LYSE1326. 181p.
- [25]. TOGBE Ayénan Marc-Olivier, YAO Koffi Marcellin, KINIMO Kakou Charles, KOUAME Kouamé Victor, ATSE Boua Celestin and TIDOU ABIBA Sanogo (2023): Arsenic and Trace Metal Concentrations in Tissues of Two Economically Important Fish Species (*Chrysichthys nigrodigitatus* and *Sarotherodon melanotheron*) from Western Ebré Lagoon, Côte d'Ivoire. *Earthline Journal of Chemical Sciences* E-ISSN: 2581-9003; CODEN: EJCSB4 Volume 9, Number 2, 2023, Pages 227-247 <https://doi.org/10.34198/ejcs.9223.227247>
- [26]. TYOKUMBUR Emmanuel Teryila, OKORIE Tonye, (2014). Toxic metal trace contamination (Arsenic, Cadmium and Lead) of *Sarotherodon melanotheron* (Ruppel, 1852) from Alaro stream in Ibadan. *Journal of food and nutrition science*. Vol 2, N°6, 2014, pp. 258-261.

- [27]. XILONG Wang, SATOA Tosiya, BAOSHAN Xing, TAO Shu (2005) : Health risks of heavy metals to the general public in Tianjin, China via consumption of vegetables and fish. *Science of the Total Environment* 350 (2005) 28– 37.