

Détermination du Niveau de Contamination Métallique (Arsenic, Cadmium, Mercure et Plomb) de Quatre Espèces de Poissons Consommées par les Familles de Pêcheurs de Jacqueville

Alex Diane Y. S. N'Doua

Magha Ayi M. N.

Adjessan Djessan

Kouamé Mathias Koffi

Laboratoire de Biochimie et Sciences des Aliments (LaBSA), UFR
Biosciences, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire
Laboratoire Central pour l'Hygiène Alimentaire et l'Agroindustrie (LCHAI),
Ministère de l'Agriculture, Côte d'Ivoire

Doi: [10.19044/esipreprint.10.2023.p737](https://doi.org/10.19044/esipreprint.10.2023.p737)

Approved: 29 October 2023

Posted: 31 October 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

N'Doua A. D.Y.S., Ayi M. N. M., Adjessan D. & Koffi K.M. (2023). *Détermination du Niveau de Contamination Métallique (Arsenic, Cadmium, Mercure et Plomb) de Quatre Espèces de Poissons Consommées par les Familles de Pêcheurs de Jacqueville*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.10.2023.p737>

Resume

L'objectif de cette étude était de déterminer le niveau de contamination des éléments traces métalliques (ETM) toxiques (arsenic, cadmium, mercure et plomb) dans des poissons consommés par les familles des pêcheurs de Jacqueville, et ce dans le cadre d'une évaluation des risques chimiques liés à la consommation de poissons. Pour ce faire, 72 échantillons de poissons prélevés auprès de 81 foyers enquêtés et repartis entre 4 espèces, ont été analysés par spectrophotométrie d'absorption atomique. Il ressort que les traces des différents métaux existent dans les muscles (chairs) à des taux variables avec un dépassement des critères de comestibilité au niveau de l'arsenic et du cadmium. D'une part, *Selene dorsalis* avec 1,26 mg/kg, *Sarotherodon melanotheron* avec 1,33 mg/kg et *Chrysichthys* avec 1,27 mg/kg sont les poissons les plus contaminés en arsenic. D'autre part, *Selene dorsalis* avec 0,063 mg/kg et *Sardina pilchardus* avec 0,054 mg/kg présentent

des niveaux de contamination cadmique élevés. Ces valeurs sont supérieures à la limite autorisée.

Le risque pour ces consommateurs est réel du fait du caractère cumulatif lié à la toxicité de ces métaux, et des quantités consommées.

Keywords: Poissons, muscles, contamination métallique, évaluation, Jacqueville

Determination of the Level of Metal Contamination (Arsenic, Cadmium, Mercury and Lead) of Four Species of Fish Consumed by Fishing Families in Jacqueville

Alex Diane Y. S. N'Doua

Magha Ayi M. N.

Adjessan Djessan

Kouamé Mathias Koffi

Laboratoire de Biochimie et Sciences des Aliments (LaBSA), UFR

Biosciences, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

Laboratoire Central pour l'Hygiène Alimentaire et l'Agroindustrie (LCHAI),

Ministère de l'Agriculture, Côte d'Ivoire

Abstract

The purpose of this study was to determine the level of contamination of toxic trace metal elements (ETM) (arsenic, cadmium, mercury, lead) in fish consumed by the families of Jacqueville fishermen, within the framework of an assessment of the chemical risks linked to the consumption of fish by the families of these fishermen. To do this, 72 samples taken from 81 households surveyed and divided between 4 species (each from a family) at a rate of 18 per species were analyzed by atomic absorption spectrophotometry. It appears that the traces of the different metals exist in the muscles (flesh) at variable rates with an overrun of the edibility criteria at the level of arsenic and cadmium. On the one hand, *Selene dorsalis* with 1.26 mg/kg, *Sarotherodon melanotheron* with 1.33 mg/kg and *Chrysichthys* with 1.27 mg/kg are the fish most contaminated with arsenic. On the other hand, *Selene dorsalis* with 0.063 mg/kg and *Sardina pilchardus* with 0.054 mg/kg show high levels of cadmium contamination. These values are above the allowed limit. The risk for these consumers is real due to the cumulative nature linked to the toxicity of these metals, and the quantities consumed.

Keywords: Fish, muscles, metal contamination, evaluation, Jacqueville

Introduction

La consommation du poisson et des produits aquatiques en général est en progression continue à travers le monde. Alors qu'elle était estimée à 9,9 kg/personne /an dans les années 1960, en 2018, la consommation moyenne mondiale des produits de la mer était estimée à 20,5 kg/personne /an couvrant près de 17% des apports en protéines animales de la population mondiale (FAO, 2020). Cet engouement croissant des produits de la mer auprès des consommateurs est lié au fait qu'ils sont considérés comme aliments sains du fait de leur qualité nutritionnelle et de leurs effets bénéfiques pour la santé humaine (Njinkoué, 2002).

Le poisson est connu et consommé depuis l'antiquité. D'abord prélevé sur le stock naturel sauvage, l'importance de sa consommation a ensuite emmené l'homme à pratiquer son élevage. Mais qu'il soit d'élevage ou sauvage, la consommation du poisson a suscité des inquiétudes ces derniers temps, craintes liées à sa qualité sanitaire. Laquelle qualité est dépendante du mode et du milieu de vie du poisson.

Avec une teneur élevée en protéines, en acides gras polyinsaturés (AGPI) à longue chaîne de la famille oméga 3 (AGPI-LC n-3), qui jouent un rôle dans la prévention des maladies cardio-vasculaires, en vitamines et minéraux, les poissons et autres produits de la pêche sont des aliments au profil nutritionnel particulièrement intéressant.

Cependant, la physiologie de certaines espèces alimentaires d'origine aquatique ainsi que leur environnement augmentent leur susceptibilité d'être contaminées par des substances chimiques dénuées de toute fonction physiologique et potentiellement nocives (Sirot, 2010). Aussi, les poissons sont-ils considérés depuis de nombreuses années comme des contributeurs potentiels de substances toxiques, vecteurs entre autres d'apports non négligeables en arsenic (As), méthylmercure (MeHg), PolyChloroBiphényle (PCB), dioxines/furanes (PCDD/F) et les poly-bromo- diphényle éthers (PBDE) (Afssa 2006 ; Afssa 2010) dont les rôles dans le déclenchement ou l'aggravation de certaines pathologies sont connus (Sirot, 2010).

Cette dualité entre bénéfices nutritionnels et risques de contamination a engendré la mise en place de réglementation et recommandations de sa consommation pour la protection du consommateur. Hélas, les conditions de vie des uns et des autres ne permettent pas toujours le respect de ces recommandations au point de mettre en « péril » la vie du consommateur.

En Côte d'Ivoire, certaines populations notamment lagunaires vivent presque exclusivement de la pêche. Dans les campements de pêcheurs installés à certains endroits de la lagune Ebrié polluée au niveau de tous ses compartiments (Wognin et al., 2017 ; Togbé et al., 2019 et Kouamenan et al, 2020), le poisson constitue non seulement la principale source de protéines mais également de revenus. Dans les familles de ces pêcheurs les statistiques

de consommation sont relativement différentes aussi bien au niveau des espèces consommées qu'au niveau des quantités par rapport aux moyennes nationales. Certaines espèces à la valeur ajoutée plus élevée sont orientées vers la vente quand les moins prisées restent pour la consommation familiale.

La présente étude qui porte sur quatre espèces des plus consommées par les familles des pêcheurs de Jacqueville a pour objectif de déterminer leur niveau de contamination métallique en arsenic, cadmium, mercure et en plomb.

Materiel et methodes

Site d'étude

Le système lagunaire Ebrié a une superficie de 566 km² et s'étire sur 140 km le long du Golfe de Guinée entre 3°40' et 4°50' à la latitude de 5°20' N. Il est constitué de la lagune Ebrié proprement dite pour 523 km² et des lagunes de Potou et d'Aghien pour 43 km², la lagune Ebrié se compose d'un bassin central, d'un bras occidental et d'un bras oriental. Elle présente de nombreuses baies et des chenaux peu profonds (entre 4 et 6 m environ) débouchant parfois sur des « fosses » de 20 m de profondeur. La largeur et la profondeur moyennes de la lagune restent faibles, de l'ordre de 4 km et 4,8 m respectivement. Le volume de la lagune est d'environ 2,5.10⁹ m³ (Figure 1).

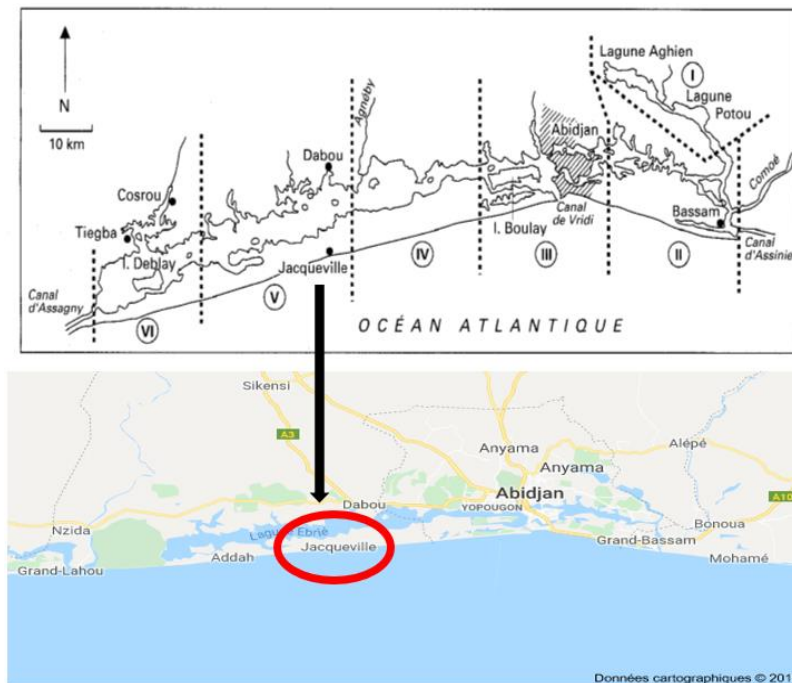


Figure 1. Situation géographique du site de prélèvement

Les échantillons ont été prélevés dans le secteur V de cette lagune Ebrié dans les campements de pêcheurs aux alentours de la station aquacole de Jacquville.

Les secteurs IV et V de la lagune Ebrié subissent une pression anthropique de plus en plus importante du fait de l'augmentation de la population et de l'intensification des activités agroindustrielles (TOGBE et al, 2019).

Jacquville est une presqu'île située à l'ouest d'Abidjan entre l'océan atlantique et la lagune Ebrié. Ses coordonnées géographiques (Latitude /Longitude) sont 5°12' 0'' N/ 4°30'0'' W. Les principales activités en zone rurale tournent autour de la noix de coco, du palmier à huile et de l'hévéa comme culture de rente quand le manioc représente la principale culture vivrière. La pêche de type traditionnel se pratique autant en mer qu'en lagune. Les campements de pêcheurs jalonnent les rives maritimes et lagunaires.

Cette zone a été choisie car elle est non seulement une zone agricole (palmier et coco) mais surtout sous la double influence maritime et lagunaire, à proximité de la station aquacole de recherche où les pêcheurs sont connus et ont l'habitude de collaborer avec les équipes de recherche.

Echantillonnage

Les espèces échantillonnées ont été sélectionnées au préalable par une enquête alimentaire menée dans la zone auprès des familles des pêcheurs. Ainsi n'ont été retenues que les espèces couramment consommées de préférence par ces familles. Ce sont *Selene dorsalis*, *Sardina pilchardus*, *Sarotherodon melanotheron* et *Chrysichthys nigrodigitatus* espèces appartenant à quatre familles, et les prélèvements ont été faits directement dans les ménages des pêcheurs. Au total soixante-douze (72) échantillons de poissons ont été prélevés auprès de 81 foyers enquêtés et repartis entre quatre espèces (issues chacune d'une famille) à raison de dix-huit (18) par espèce.

Dosage des éléments traces (As, Cd, Hg et Pb)

Les dosages ont été réalisés sur les parties comestibles du poisson, en particulier les muscles, vu qu'ils servent d'indicateur biologique circonstanciel en raison de leur masse par rapport aux autres organes (Phillips, 1995).

Les échantillons ont été homogénéisés par broyage. Une prise d'essai d'environ 0,5 g (Balance Mettler Toledo AB 104-S) a été minéralisée par micro-ondes en système fermé (Mellistone ETHOS) après addition de 7 mL de HNO₃ 65% et 1 mL de H₂O₂ 30%. Le minéralisât a été ramené à 50 ml, avec addition d'eau ultra pure. La détection a été réalisée par spectromètre d'absorption atomique (Varian SpectrAA110) au four graphite (GTA 110)

pour l'arsenic, le plomb et cadmium, et à générateur d'hydrure (VGA 77) pour le mercure.

Ainsi les méthodes NF EN 15763 (2010) ; AOAC, 999.10 (2003) et AOAC, 977.15 (2000) ont été utilisées pour le dosage respectif des traces de l'arsenic, du cadmium, du plomb et du mercure.

Validation et Assurance qualité

La fonction d'étalonnage de la méthode a été vérifiée selon la norme NF V03-110 (2010) et l'exactitude par la norme >NF 90-210 (2009)¹³. Elle est considérée acceptable dans le domaine étudié car les biais relatifs mesurés sont inférieurs aux écarts maximaux acceptables (EMA), calculés et fixés par le laboratoire. Les courbes d'étalonnages ont montré des coefficients de détermination de $r^2 > 0,995$ (cinq points) pour tous les éléments. La limite de détection de chaque élément est de 0,01 mg/kg pour le mercure, de 0,04 mg/kg pour le plomb, de 0,002 mg/kg pour le cadmium et enfin de 0,006 mg/kg pour l'Arsenic.

Le contrôle et l'assurance qualité ont été appliqués à toutes les analyses des métaux. et pour chaque métal analysé, un blanc standard et deux matériaux de référence certifiés (IAEA 407 et 436) de concentration connue ont été inclus dans les séries analytiques d'une façon systématique. Les coefficients de variation des mesures obtenus ont varié de 5 à 15%.

Resultats

Les résultats consignés dans le Tableau 1 représentent les valeurs moyennes des données analytiques sur les échantillons collectés lors de l'enquête.

Tableau 1. Concentrations (moyennes \pm écart type) en différents métaux des espèces étudiées (mg/kg/pf)

Espèces	Métaux (mg/kg)			
	As	Cd	Hg	Pb
	[Min – Max]	[Min – Max]	[Min – Max]	[Min – Max]
<i>Selene d.</i>	0,126 \pm 0,135 [0,006 – 0,406]	0,063 \pm 0,034 [0,002 – 0,106]	0,190 \pm 0,070 ^b [0,01 – 0,377]	0,135 \pm 0,051 [0,04 – 0,247]
<i>Sardina p.</i>	0,094 \pm 0,070 [0,006 – 0,212]	0,054 \pm 0,025 [0,002 – 0,101]	0,125 \pm 0,030 ^a [0,01 – 0,187]	0,132 \pm 0,052 [0,04 – 0,234]
<i>Sarotherodon m.</i>	0,133 \pm 0,080 [0,006 – 0,318]	0,040 \pm 0,017 [0,002 – 0,074]	0,182 \pm 0,060 ^b [0,01 – 0,341]	0,135 \pm 0,025 [0,04 – 0,204]
<i>Chrysichthys n.</i>	0,127 \pm 0,111 [0,006 – 0,421]	0,040 \pm 0,014 [0,002 – 0,061]	0,169 \pm 0,047 ^b [0,01 – 0,287]	0,154 \pm 0,034 [0,04 – 0,217]
<i>Tous groupes</i>	0,120 \pm 0,101 [0,006 – 0,421]	0,049 \pm 0,025 [0,002 – 0,106]	0,167 \pm 0,060 [0,01 – 0,377]	0,140 \pm 0,042 [0,04 – 0,247]
<i>Normes</i>	0,1	0,05	0,5	0,3

Selene d: Selene dorsalis; Sardina p: Sardina Pilchardus; Sarotherodon m: Sarotherodon melanotheron; Chrysichthys n: Chrysichthys nigrodigitatus

Globalement on retiendra que les traces des métaux recherchés existent dans nos échantillons à des niveaux variables. Certains échantillons ont des teneurs inférieures aux limites de détections respectives des métaux dosés, d'autres par contre ont des valeurs supérieures aux limites autorisées dans le type de poisson analysé.

Les traces d'arsenic décelées dans les échantillons varient entre 0,006 mg/kg et 0,42 mg/kg. Aussi en dehors de *Sardina pilchardus*, tous les échantillons de poissons ont des concentrations moyennes arséniques supérieures à la valeur limite autorisée (0,1 mg/kg) pour la sécurité du consommateur. Dans les détails, neuf (9) échantillons, toutes espèces confondues soit (12,5%) ont des concentrations inférieures à la limite de détection (0,006 mg/kg) de l'arsenic contre quarante-cinq (62,5%) qui sont en dépassement de la norme (0,1mg/kg) autorisée. La Figure 2 indique les moyennes de l'arsenic dans les différentes espèces de poisson.

L'analyse statistique ne montre pas de différence significative entre les espèces au niveau de l'arsenic.

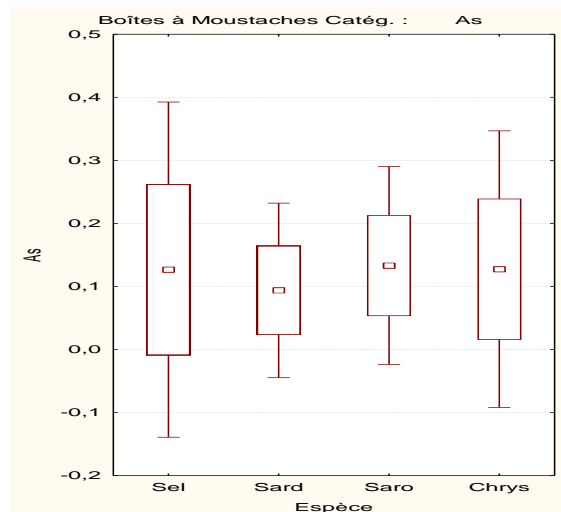


Figure 2. Moyennes en arsenic des espèces

Sel : *Selene dorsalis* ; Sard : *Sardina Pilchardus* ; Saro : *Sarotherodon melanotheron*
Chrys : *Chrysichthys nigrodigitatus*

Le niveau du cadmium est relativement élevé dans les échantillons étudiés. Les concentrations les plus élevées ont été détectées dans les échantillons de *Selene dorsalis* à 0,106 mg/kg. La concentration moyenne de cette espèce s'élève à 0,063 mg/kg et est supérieure à la norme autorisée (0,05 mg/kg). *Sardina pilchardus* a aussi une concentration moyenne de 0,054 mg/kg supérieure à la norme en vigueur. Les concentrations moyennes des autres espèces sont de 0,040 mg/kg pour *Sarotherodon melanotheron* et *Chrysichthys nigrodigitatus*. Ces deux dernières espèces ont des niveaux de contamination cadmique inférieurs à la limite homologuée (0,05mg/kg).

Dans les détails, trois (3) échantillons ont des traces non détectables par la méthode contre trente- et - un (31) soit (43,05%) dont les teneurs sont au-delà de la norme homologuées (0,05 mg/kg). La Figure 3 montre les moyennes cadmiques dans les différentes espèces. L'analyse statistique indique que cette variation est influencée par les espèces. L'espèce *Selene dorsalis* avec 0,063 mg/kg accumule le cadmium que les autres espèces ; *Sarotherodon melanotheron* (0,040 mg/kg) et *Chrysichthys nigrodigitatus* (0,040 mg/kg).

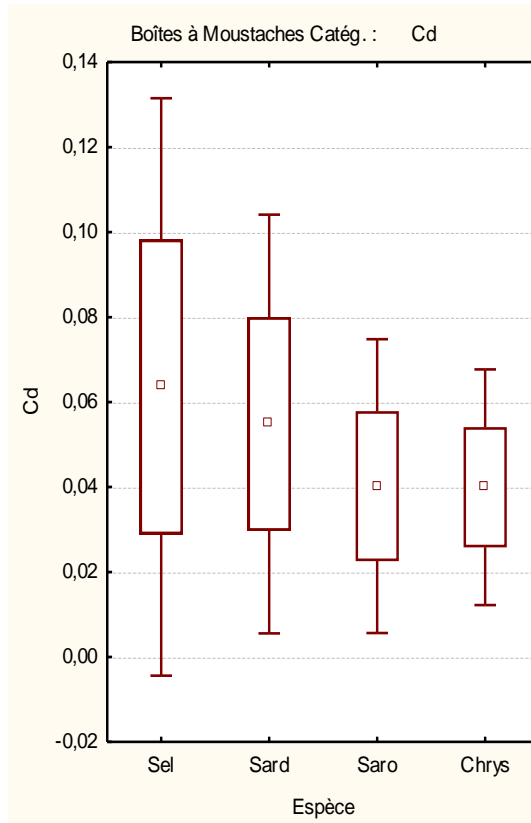


Figure 3. Moyennes en cadmium des espèces
 Sel : *Selene dorsalis* ; Sard : *Sardina Pilchardus* ; Saro : *Sarotherodon melanotheron*
 Chrys : *Chrysichthys nigrodigitatus*

Le mercure est quasi présent dans tous les échantillons à l'exception d'un seul où les traces n'ont pu être détectées. Cependant dans aucun des échantillons la concentration n'excède la norme en vigueur (0,5 mg/kg). Les traces détectées sont comprises entre (0,01 mg/kg) et 0,377 mg/kg. Cette variation est aussi influencée par les espèces de poissons (figure 4).

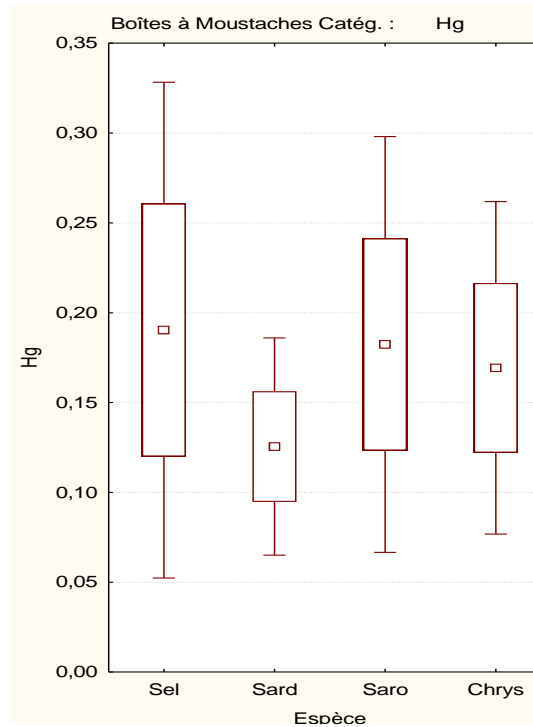


Figure 4 : Moyennes en mercure des espèces

Sel : *Selene dorsalis* ; Sard : *Sardina Pilchardus* ; Saro : *Sarotherodon melanotheron*
 Chrys : *Chrysichthys nigrodigitatus*

En effet on constate une différence significative entre la moyenne de *Selene* (0,190 mg/kg) et celle de *Sardina* (0,125 mg/kg) qui est elle-même différente de celle de *Sarotherodon* (0,182 mg/kg).

Le plomb est présent dans la majorité des échantillons. Seulement trois (3) n'avaient de trace selon la sensibilité de la méthode. Comme le mercure, aucun échantillon n'excède la norme de sécurité (0,3 mg/kg). La valeur extrême étant 0,247 mg/kg enregistrée au niveau de *Selene dorsalis*. Les concentrations moyennes des différentes espèces de poissons sont statistiquement identiques et sont autour de la moyenne générale de 0,139 mg/kg. La Figure 5 présente les moyennes des espèces de poissons.

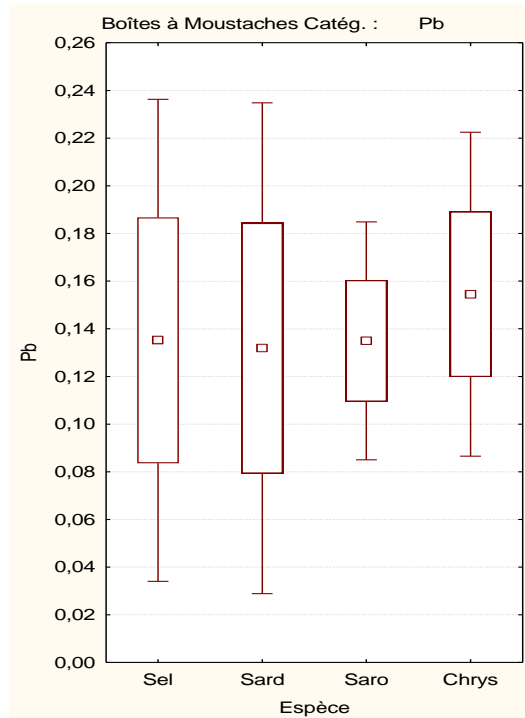


Figure 5. Moyennes en plomb des espèces

Sel : *Selene dorsalis* ; Sard : *Sardina Pilchardus* ; Saro : *Sarotherodon melanotheron*
 Chrys : *Chrysichthys nigrodigitatus*

Discussion

Les résultats de la présente étude indiquent bien de la présence des métaux As, Cd, Hg et Pb dans la chair des poissons de Jacqueville. En amont, cette présence témoigne bien que la zone d'étude est polluée par ces métaux. Ce qui a été indiqué par l'étude de TOGBE et al. (2019) et par bien d'autres travaux relayés par la bibliographie. En effet, plusieurs auteurs ont indiqué récemment tant au niveau de la lagune Ebrié en général (Tuo et al., 2013) qu'au niveau de la zone de Jacqueville en particulier, les traces métalliques dans l'eau (Toule et al., 2017), dans les sédiments (Affian, 2003) et dans les organismes (Djedje, 2015).

Nos résultats à savoir la présence des métaux dans la chair des poissons étudiés restent donc logiques au vu de ceux des travaux similaires et antérieurs dans la zone d'étude. Pour chaque toxique, cette présence varie en fonction des espèces étudiées même si les différences observées ne sont pas toujours significatives.

Sur les mêmes espèces ou issues du même genre, des travaux similaires conduits sous d'autres ciex montrent que la chair contient des toxiques à des niveaux de concentration variés.

Ainsi dans le système lagunaire, Ouro-Sama et al. (2014) ont évalué l'arsenic, le cadmium et le plomb dans plusieurs espèces de poissons et ont dosé l'arsenic dans *Chrysichthys*, à 14,74 mg/kg, contre 0,51 mg/kg pour le cadmium et 1,81 mg/kg pour le plomb.

Sardina pilchardus a fait l'objet de plusieurs travaux portant sur la bioaccumulation métallique au niveau de la méditerranée. En 1999, Mossaoui et al ont évalué le cadmium à 0,03 mg/kg et le plomb à 0,13mg/kg au niveau de Bejaia. Goual et al. (2000) ont estimé ces mêmes métaux respectivement à 0,38 mg/kg et 1,14 mg/kg à Ghazouet en Algérie. En 2002, Canli et al ont quantifié le Cd à 0,55 mg/kg et le Pb à 5,57 mg/kg en Turquie. Sahbaoui (2015) a mesuré le cadmium à 0,013 mg/kg et le plomb à 0,074 mg/kg à Gazouat. El Morhit et al. (2013) sur la côte atlantique sud du Maroc ont déterminé le cadmium à 0,13 mg/kg et le plomb à 0,004 mg/kg. Enfin Mansouri et al., (2016) ont trouvé 0,10 mg/kg de cadmium dans la chair de *Sardina* issu du golfe de Bejaia.

Dans la chair *Sardinella aurita*, le cadmium et le plomb ont été dosés par Benamar (2006) respectivement à 0,019 mg/kg et à 0,29 mg/kg dans la baie d'Oran *Sardinella aurita* a été la matrice des travaux de bioaccumulation cadmique de Rym Ennoui et al. (2008) où le métal a été estimé à 0,13 mg/kg dans le golfe de Tunis.

KOFFI (2006) a dosé le mercure dans la chair la sardine et a indiqué une valeur moyenne de 0,161 mg/kg.

Dans notre étude, toutes les espèces étudiées à l'exception de la sardine, montrent, une accumulation non négligeable pour l'arsenic. Concernant le mercure, des différences significatives existent au niveau des poissons. Selon Dalman et al. (2006), la bioaccumulation dépend de la disponibilité des métaux dans le milieu dont la contamination reste elle-même tributaire de plusieurs facteurs environnants. Et donc Cette différence d'accumulation des métaux peut être expliquée par de nombreux facteurs, correspondant aux caractéristiques physico-chimiques des biotopes aquatiques et à leurs variations naturelles ou anthropiques, influençant la biodisponibilité des métaux, via les réactions de spéciation chimique et leur comportement de transfert et de bioaccumulation, en relation avec les réponses adaptatives aux principales fonctions physiologiques (respiration, osmorégulation, nutrition) (Boudou et al, 1997 ; Andres et al, 2000 et Barron et al,2003).

Tous ces résultats indiquent que les poissons quelle que soit leur origine sont contaminés. La contamination dépendant autant de facteurs spécifiques à l'espèce qu'aux conditions environnementales.

Conclusion

A Jacqueline, les métaux traces existent dans la chair des poissons analysés parfois à des niveaux supérieurs à la norme de sécurité. Ainsi l'arsenic a été dosé à des concentrations élevées dans *Selene dorsalis* (1,26 mg/kg), dans *Sarotherodon melanotheron* à (1,33 mg/kg) et *Chrysichthys nigrodigitatus* à (1,27 mg/kg), au-delà de la limite autorisée (0,1 mg/kg). Tout comme *Selene dorsalis* (0,063 mg/kg) et *Sardina pilchardus* (0,054mg/kg) qui présentent des niveaux de contamination cadmique supérieurs à la norme admise (0,05 mg/kg) dans la zone.

Le mercure et le plomb sont présents à des niveaux relativement acceptables par rapport à leurs limites autorisées respectives. Du fait du caractère cumulatif lié à la toxicité de ces métaux, et des quantités consommées, le risque chronique existe surtout au regard des concentrations en dépassement des valeurs toxicologiques de référence. Le risque devient plus grand au regard de l'effet cocktail que pourrait engendrer la présence simultanée de plusieurs toxiques dans le même spécimen. Aussi importe-t-il de limiter ou de réduire en amont les sources de cette pollution.

Remerciements

- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural à travers le Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire et l'Agro-industrie, une unité technique du LANADA (Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole) pour la réalisation des essais.
- Ministère des Ressources animales et Halieutiques à travers la Direction de l'Aquaculture et des Pêches pour son appui à la collecte des échantillons.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Affian, K. 2003. Approche environnementale d'un écosystème lagunaire microtidal (la lagune Ébrié en Côte d'Ivoire), par des études géochimiques, bathymétriques et hydrologiques : contribution du SIG et de la télédétection. Thèse de doctorat d'État, Université de Cocody Abidjan, p. 225.

2. Afssa, 2006. CALIPSO, Etude des Consommations Alimentaires de produits de la mer et Imprégnation aux éléments traces, *Polluants et Oméga 3*.
3. Afssa, 2010. Rapport : « Bénéfices nutritionnels et risques sanitaires pour l'homme liés à la consommation des poissons, mollusques et crustacés ».
4. Aka, A.M., Wognin Ama, V.A, Mireille., Irie, Bi T. Gaël., Coulibaly, A.S. & Monde, S. (2017). Analyse des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux de l'estuaire de la lagune Ebrié (sud-est de la cote d'ivoire). *European Journal of Scientific Research*.
5. Andres S., F. Ribeyre, J.N. Tourencq, A. Boudou, 2000: Interspecific comparison of cadmium and zinc contamination in the organs of four fish species along a polymetallic pollution gradient (Lot River, France). *Sci Total Environ*, 2000, 248:11-25
6. AOAC, 977.15 (2000). Mercure dans le poisson. Alternative atomique sans flamme.
7. AOAC, (2003). Official method 999. Lead, cadmium, zinc, copper and iron in foods. AOAC
8. Barron, M.G. (2003). Bioaccumulation and bioconcentration in aquatic organisms. In: Hoffman DJ, Rattner BA, Burton GA Jr, Cairns J Jr (eds), *Handbook of toxicology*, 2nd edn. Lewis Publishers, Boca Raton, 2003, 877-892
9. Benamar, N. (2006). Evaluation de la pollution marine par trois éléments en trace métallique (Cd, Pb, Zn) sur un poisson pélagique, l'allache *Sardinella aurita* (Valencienne, 1847) pêchée dans la baie d'Oran. Mémoire de magister, université d'Oran, p. 195.
10. Benamar, N. (2011). Etude de la biologie, de l'exploitation et de la contamination par les métaux lourds (cadmium, plomb et zinc) d'un poisson osseux : la sardinelle ronde *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) pêchés dans la baie d'Oran. Thèse de Doctorat Université d'Oran (Algérie).
11. Borsali, S. (2015). Evaluation de la contamination métallique dans trois organes (foie, gonades et muscle) du rouget de roche *Mullus surmuletus* (L.1758) par quatre métaux lourds (Cu, Zn Cd, Pb) pêché dans la baie d'Oran. Thèse de doctorat, Université d'Oran, p. 161.
12. Boudou, A. & F. Ribeyre. (1997). Mercury in the food web: accumulation and transfer mechanisms. *Met Ions Biol Syst*, 1997, 34: 289.
13. Canli, M. & Atli G. (2002). The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six mediterranean fish species, *Environmental pollution*, 121: 129-136

14. Dalman, O., Demirak, A., & Balci, A. (2006). Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the Southeastern Aegean Sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry. *Food Chem*, 95 : 157-162.
15. Djedje, G.J.M. (2015). Evaluation de la bioaccumulation de quelques métaux lourds (plomb, cadmium cuivre, zinc et fer) dans les crabes (*Callinectes amnicola*) de la lagune Ebrié ; secteur de Jacquville. Mémoire MASTER, Université Nangui Abrogoua (Abidjan RCI). DOI : <https://doi.org/10.35759/JABs.v148.6>
16. El Morhit, M. (2009). Contamination métallique de *Pagellus acarne*, *Sardina pilchardus* et *Diplodus vulgaris* de la côte atlantique sud (Maroc), Thèse de Doctorat, Université Mohamed V-Agdal, p. 148.
17. FAO, (2020). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2020 Rome, Italy Pages #247 p. ISBN :978-92-5-132755-5
18. Goual, M.T. (2000). Contribution au suivi de la bioaccumulation métallique dans trois tissus du sar commun sur le littoral de Ghazaouet. Mémoire de Master, Université de Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, p. 56. <http://www.afssa.fr/Documents/PASER-Ra-Calipso.pdf>
19. Koffi, K.M. (2006). Contamination mercurielle des poissons du littoral ivoirien : aspects toxicologique et environnemental. Thèse de l'université de cocodyww
20. Kouamenan, N.M., Coulibaly, S., Atse, B.C & Goore, B.G. (2020). Bioaccumulation des métaux lourds dans les tissus de deux espèces de Cichlide (*Hemichromis fasciatus* et *Tilapia zillii* × *Tilapia guineensis*) pêchés dans la lagune Ebrié, Côte d'Ivoire. *Journal des biosciences appliquées*, 148, 15218-15229. <https://doi.org/10.35759/JABs.148.6>
21. Mansouri, K. & Khenache, L. (2016). Contribution à l'étude d'accumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Cd, Pb) dans le muscle et la masse viscérale de la sardine, *Sardina pilchardus* pêchée dans le golfe de Bejaia. Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception en vulgarisation agricoles Mohamed V-Agdal, p. 232.
22. Mossaoui, A. & Bebellil, S. (1999). Contribution à l'étude de l'accumulation de métaux lourds (Zn, Cu, Cd, Pb) par la sardine, *Sardina pilchardus* du golf de Bajaia. Thèse de l'obtention du diplôme d'étude supérieure en biologie et physiologie animale. Université Abderrahmane Mira, Bajaia, p. 40.
23. NF EN 15763, (2010). V03-064 / 2ème tirage août 2010 pour la version Française.

24. NF V03-110, (2010). Analyse des produits agricoles et alimentaires : protocole de caractérisation en vue de la validation d'une méthode d'analyse quantitative par construction du profil d'exactitude, ISSN 0335-3931.
25. Njinkoué, J.M., Barnathan, G., Miralles, J., Gaydou, E.M., & Samb, A. (2002). Lipids and fatty acids in muscle, liver and skin of three edible fish from the Senegalese coast: *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology* 131, 395–402. DOI : 10.1016/s1096-4959(01)00506-1
26. Phillips, D.J.H. (1995). The chemistries and environmental fates of trace metals and organochlorines in aquatic ecosystems. *Mar. Pollut. Bull.* 31 (4–12) : 193–200.
27. Rym, E., Chouba, L., & Kraiem, M.M. (2008). Evaluation de la contamination chimique par les métaux traces (Cd, Pb, Hg et Zn) du zooplancton et de la sardinelle (*Sardinella aurita*) dans le golfe de Tunis, *Bull Inst Natio Scien Tech Mer de Salammbo*. Vol.35
28. Sahbaoui, F. (2015). Contribution à l'étude de la contamination par quelques métaux lourds chez le poisson *Sardina pilchardus* au niveau de littoral de Ghazaouet (Wilaya de Tlemcen). *Mémoire de master en Ecologie et environnement*, université de abou Bekr'Belkaid-Tlemcen.
29. Sirot, V. (2010). Une approche d'analyse risque/bénéfice de la consommation de poissons et produits de la mer. Santé publique et épidémiologie. AgroparisTech, 2010. Français. ffNNT : 2010AGPT0072ff. ffpastel-00566527
30. Togbe, O.A.M., Kouamé, K.V., YAO, K.M., Ouattara, A.A., Tidou, S.A., & Atsé, B.C. (2019). Évaluation de la contamination des eaux de la lagune Ebrié (Zones IV et V), Côte d'Ivoire en arsenic, plomb et cadmium : variations spatio-temporelles et risques sanitaires *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(2): 1162-1179, April 2019 DOI : [10.4314/ijbcs.v13i2.45](https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.45)
31. Toule, A.C., Adingra, A.A., Kouadio, N.N., Kambire, O., Koffi, N.R., & Koussemon M. (2017). Caractérisations physico-chimiques et bactériologiques des eaux des stations aquacoles de Layo et de Jacquville (Lagune Ebrié, Côte d'Ivoire) *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(6): 2842-2855. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i2.47>
32. Tuo, A.D., Yeo, K.M., Soro, M.B., Trokourey, A., Bokra, Y. (2013). Contamination by nutrients and heavy metals in the Ebrie Lagoon (Abidjan, Ivory Coast). *Res. J. Environ. Toxicol.*, 6: 198-209. zinc contamination in the organs of four fish species along a polymetallic pollution gradient.