

## TENEUR EN MERCURE DANS LES FILETS DE POISSONS ISSUS DES REGIONS NORD ET SUD OUEST DE MADAGASCAR

## MERCURY CONTENT IN FISH FILLET FROM THE NORTH AND SOUTHWEST REGIONS OF MADAGASCAR

RANDRIAMIALY Jean Dominique<sup>1</sup> RAHERIMINA  
Hantanirina Violette<sup>1,\*</sup>,  
ANDRIAMIHAJA Herimalala<sup>2</sup>

1 : Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement,  
Université de Mahajanga, Madagascar.

2 : Laboratoire de Qualité, Sécurité et Environnement, Société  
PECHEXPORT, Mahajanga, Madagascar.

\* E-mail : [rajeandomi@yahoo.fr](mailto:rajeandomi@yahoo.fr) / Tél 032 21 953 14

### Résumé

La présence du mercure dans le poisson constitue un vrai problème de santé publique. Cette étude, ayant comme objectif principal de contrôler la teneur du mercure dans le tissu musculaire de différents poissons de collecte, a été effectuée au sien de la société PECHEXPORT. Les objectifs spécifiques consistent à évaluer la qualité hygiénique de leur chair, notamment la teneur en mercure dans leur tissu en fonction des genres, des espèces, des poids et des points de collecte de poissons. A partir de treize espèces de poissons issus de huit points des Régions Nord (Sofia, Boeny) et Sud-Ouest (Melaky et Menabe) de Madagascar sont prélevés les échantillons de filet au niveau des muscles du dos de chaque espèce et analysés à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique dénommé « Direct Mercury Analyzer-80 ». L'ensemble des traitements statistiques a été effectué à l'aide de Microsoft office 2013 et du logiciel SPSS version 20. *Epinephilus sp.* (plus de 50%) et *Lutjanus sp* (15%) abondent à la

réception. Les Région Boeny et Melaky, vue leur proximité, sont les sources principales des produits. A l'accueil, 49,1 % des poissons collectés ont un poids inférieur ou égal à la médiane (4,6 Kg) alors que 50,9 % en possèdent plus. Les poids maxima recommandés par la société PECHEXPORT sont fixés à 12,5 kg pour *Epinephelus coioides*, *Lethrinus elongatus* et 11,0 kg pour *Lutjanus sanguineus*. Parmi les treize espèces de poissons de collecte, les niveaux élevés de mercure ont été observés chez *Epinephelus sp* et *Lethrinus sp.*, probablement à cause des phénomènes de bioaccumulation et de biomagnification. Une forte relation significative entre les poids des poissons (*Epinephelus coioides*, *Lethrinus elongatus*) et leurs concentrations en mercure a été observée. Chez les autres poissons de taille similaire vivant dans différents endroits, la charge corporelle en mercure diffère considérablement. Il en découle de tout ce qui précède que la consommation de gros poissons ainsi que sa fréquence sont à réduire pour limiter le phénomène de bioamplification chez l'homme, maillon trophique supérieur.

**Mots-clés** : Filet de Poisson, Mercure, Contrôle qualité,  
*Direct Mercury Analyzer-80*.

### Abstract

The presence of mercury in fish is a real public health problem. This study was carried out by PECHEXPORT. Its main objective was to control the content of mercury in the muscle tissue of different collection fish. The specific objectives consist in evaluating the hygienic quality of their flesh, in particular the content of mercury in their tissue according to the genera and species of fish, their weight as well as their collection points. From thirteen species of collection fish from eight collection points in the North (Sofia, Boeny) and South-West (Melaky and Menabe) Regions of Madagascar are taken the net samples from the back muscles of each species and analyzed using an atomic absorption spectrophotometer called "Direct Mercury Analyzer-80". All statistical processing was

carried out using Microsoft office 2013 and SPSS version 20 software. *Epinephelus sp* (More than 50 %) and *Lutjanus sp* (15 %) abound at reception. The Boeny and Melaky regions, given their proximity, are the main sources of products. At reception, 49.1% of the fish collected weigh less than or equal to the median (4.6 Kg) while 50.9% have more. The maximum weights recommended by the company PECHEXPORT are set at 12.5 kg for *Epinephelus coioides* and respectively 12.5 kg and 11.0 kg for *Lethrinus elongatus* and *Lutjanus sanguineus*. Among the thirteen species of collection fish, the highest levels of mercury were observed in *Epinephelus sp* and *Lethrinus sp.*, probably due to the phenomena of bioaccumulation and bio magnification. A strong significant relationship between the weights of the fish (*Epinephelus coioides*, *Lethrinus elongatus*) and their mercury concentrations was observed. In other fish of similar size living in different places, the body's mercury load differs considerably. It follows from all of the above that the consumption of large fish as well as its frequency should be reduced to limit the phenomenon of biomagnification in humans, the upper trophic link.

**Keywords** : Fish fillet, Mercury, Quality control, Direct Mercury Analyzer-80.

## Introduction

La consommation de poisson constitue la principale source d'exposition alimentaire de l'homme au méthyl mercure. (OMS, 2017) Les niveaux de contamination des poissons varient selon les espèces, les habitats. (Véronique, 2010) Aussi, certains poissons sont-ils largement utilisés comme espèces sentinelles de la contamination dans le milieu aquatique. Pour ce faire, ces dernières années, des normes limitant le contenu en mercure des poissons sont apparues afin de réguler la consommation et l'exposition. L'objectif de cette

étude est de contrôler systématiquement la teneur du mercure dans le tissu musculaire des quelques espèces de poissons de collecte. Les objectifs spécifiques consistent à évaluer la qualité hygiénique de la chair de poissons de collecte sur l'accumulation du mercure dans leurs tissus.

## Matériels et Méthodes

### Matériels biologiques

Notre étude se concentre sur l'analyse de mercure des poissons frais réceptionnés dans cette société. Les quatre régions principales de collecte sont : Menabe, Melaky, Boeny et Sofia. Au Nord la limite de pêche est Nosy be et au Sud - Nosy Maroantaly. Plusieurs espèces ont été étudiées : comme les mérours *Epinephelus coioides*, *Epinephelus malabaricus*, *Plectropomus leavis*, *Epinephelus flavo-caeruleus*, *Epinephelus longispinis*, *Lutjanus sanguineus*, *Lutjanus rivulatus*, *Lutjanus argentimaculatus*, *Lethrinus elongatus*, *Lethrinus nebulosus* et *Scomberomorus commerson*

### Matériels de laboratoire

Les matériels utilisés au laboratoire (Figure 1) sont : Bécher et eau distillée ; Scalpel et pince : matériels utilisés pour couper la chair des poissons avant le pesage ; Plateau en inox : utilisé comme plat où l'on dépose l'échantillon avant le pesage ; Balance de précision : utilisée pour peser les échantillons avant l'analyser ; DMA-80 (Direct Mercury Analyzer-80).

Le DMA - 80 est un appareil électronique pour faire l'analyse directe de la teneur en mercure. Cet appareil est fabriqué par MILESTONE HELPING CHEMISTS. Il ne permet de faire que 40 échantillons.



Figure 2 : DMA-80 (Direct Mercury Analyzer) Spectrophotométrie d'absorption atomique (1 : Compresseur ; 2 : Onduleur ; 3 : Filtre ; 4 : Terminal ; 5 : DMA-80, Direct Mercury Analyzer ; 6 : Ordinateur)

### Appréciation de la qualité organoleptique

A la réception, les poissons sont triés selon leur espèce, leur état et leur taille. Les produits acceptés sont des produits qui possèdent la température inférieure ou égale à 6 °C. Les poissons réceptionnés, avec odeur d'algue marine, ont des branchies de couleur vive ; des yeux sont convexes et des pupilles noires sont brillant, cornée et transparente.

Suite à ces contrôles, le poisson frais a été pesé à l'aide d'une balance électronique pour qualifier leurs calibres : Inférieur à 1,5 Kg de ces espèces sont pour le poisson entier ; 1,5 kg à 7,5 kg pour la fabrication de filet ; Plus de 7,5 kg sont qualifiés hors calibre.

### Prétraitement des échantillons

Le suivi du mercure s'effectue sur les poissons frais. Ce prélèvement se déroule selon leurs espèces. La plupart des poissons sont prélevé au niveau du dos ; sauf pour les thazards et les capitaines ; leur prélèvement s'effectue proche de l'arête pour limiter les pertes des matières au niveau de la production.

Les échantillons ont été prélevés dans les filets de poisson, et 1 g d'environ ont été récupérer. Chaque échantillon doit être enregistré et mentionner clairement la date du prélèvement, le poids et le nom de l'espèce prélevée dans une fiche de prélèvement. Ils ont été mettre dans un sachet stérile et après ils ont transporté dans une glacière jusqu'au laboratoire où ils sont conservés au congélateur (-20 ou -80 °C).

### Préparation des échantillons

Pour avoir une bonne analyse, il nous faut un petit morceau représentatif de la chair du poisson. Le prélèvement de la chair du poisson a été faite à l'aide d'une pince et du scalpe. Avant la prise de l'échantillon, la pince et le scalpe doivent être rincés ultérieurement avec de l'eau distillée. Une fois préparée, on règle la bulle sur la balance puis, on prépare une fiche avec le nom de l'espèce analysé, le poids, et la date d'analyse.

L'analyse nécessite de prélever 3 morceaux sur un échantillon mais nous faisons seulement un morceau sur un échantillon et leur pesage ne doit pas passer de 0,1 g à 0,2 g. Puis on note le poids de l'échantillon dans une fiche. Ensuite, on place la cuve contenant l'échantillon sur le portoir pour être amener à l'opération de l'appareil DMA-80.

### Mode de calcul et l'expression des résultats

Le mode de calcul et l'expression des résultats ont été donnés directement par un micro-ordinateur appelé « Borne 1024 ». C'est un écran contrôleur avec la couleur de haute résolution qui affiche la commande de contact, qui possède un clavier et une souris, donc il pourrait accomplir la commande de

toute la réaction des paramètres. Ce qui permet l'exploitation sur l'enregistrement des données sur l'ordinateur.

### Traitement et analyse statistique des données

L'ensemble du traitement statistique a été effectué à l'aide de Microsoft office 2013 et des logiciels SPSS version 20 pour déterminer les calculs des médianes, des moyennes, des minimums, des maximums, des écart-types, des variances, des courbes et un graphique du box plot (on arrange les données et on a les coupes en 4 groupes de 25% différentes).

Ce logiciel réalise les différents calculs d'une manière automatique un seuil de risque  $\alpha = 5\%$  où p de Khi deux de Pearson ou  $p(\alpha)$  égale à 0,05. Il effectue les calculs des valeurs observées et les valeurs critiques. Dans cette étude, l'hypothèse nulle est : « l'espèce du poisson, leur poids et leurs points de collecte pourraient influencer la quantité de mercure présente dans son organisme ».

Les résultats d'analyses obtenus sont interprétés selon la probabilité p calculée qui est comparée avec la valeur de p de Khi deux Pearson  $p(\alpha)$ .

Si  $p \text{ value} < p(\alpha)$  cela veut dire que la valeur observée est inférieure à la valeur critique. Donc la relation entre les groupes est **significative (S)**, l'hypothèse nulle est vérifiée.

Si  $p \text{ value} > p(\alpha)$ , la valeur observée est supérieure à la valeur critique sur la table de Khi-deux Pearson. Alors la relation entre les groupes est **non significative(NS)**, l'hypothèse nulle est rejetée.

## Résultats

### Taux de mercure en ppm

Selon la réglementation et les conseils de consommation préconisés par la communauté européenne et adoptée par la Société PECHEXPORT, le taux limite autorisé du mercure dans les poissons est de 0,5 ppm afin de réguler la consommation et l'exposition et de mesurer la réduction de risques.

Tableau 1 : Répartition des échantillons selon leurs taux de mercure

Taux de mercure	Effectifs	Pourcentages (%)
Inférieur ou égal à 0,5 ppm	250	67,4
Supérieur à 0,5 ppm	121	32,6
Total	371	100

Les résultats d'analyses spectroscopiques du taux de mercure par rapport à l'effectif total ont montré que le nombre d'échantillons à taux de mercure inférieur ou égal à la norme est plus nombreux 67,4 % par rapport celui ayant une teneur supérieure à 0,5 ppm (32,6 %).

### Statistiques analytiques

Pour la relation entre le taux de mercure et les espèces de poissons, le niveau de contamination varie selon les espèces de poissons de collecte (Tabl. 2).

Tableau 2 : Teneurs en mercure dans la chair des poissons par rapport au seuil limite 0,5 ppm

Espèce de poisson	Taux de mercure				Total	
	≤ à 0,5 ppm		> à 0,5 ppm		N	%
	N	%	N	%		
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	49	87,7	7	12,5	56	100
<i>Epinephelus coioides</i>	61	47,7	67	52,3	128	100
<i>Lethrinus elongatus</i>	26	59,1	18	40,9	44	100
<i>Epinephelus malabaricus</i>	34	69,4	15	30,6	49	100
<i>Epinephelus multinotatus</i>	15	78,9	4	21,4	19	100
<i>Lethrinus nebulosus</i>	9	75,0	3	25,0	12	100
<i>Lutjanus rivulatus</i>	19	95,0	1	5,1	20	100
<i>Plectropomus leavis</i>	1	100	-	-	1	100
<i>Epinephelus longispinis</i>	2	66,7	1	33,3	3	100
<i>Epinephelus flavo-caeruleus</i>	2	66,7	1	33,3	3	100
<i>Plectropomus punctatus</i>	3	75	1	25	4	100

<i>Lutjanus sanguineus</i>	17	85,0	3	15,0	20	100
<i>Scomberomorus commerson</i>	10	100	0	0,0	10	100
Total	250	67,4	121	32,6	371	100

Ces résultats montrent que *Epinephelus coioides*, *Epinephelus malabaricus*, *Epinephelus multinotatus*, *Epinephelus longispinis*, *Epinephelus flavocaeruleus* sont des espèces et genres sentinelles plus concentratrices du mercure en général par rapport à *Lethrinus elongatus*, *Lethrinus nebulosus* et le reste. Ils contiennent un taux supérieur à la norme requise c'est-à-dire en dessus de 0,5 ppm avec des pourcentages respectifs de 52,3 %, 30,6 %, 21,4 %, 33,3 %, 40,9 % et 25 %. L'analyse statistique montre que les relations entre les teneurs en mercure obtenus et les espèces de poissons sont généralement très hautement significatives pour *Epinephelus coioides* et *Lethrinus elongatus* ( $p=0,000$ ).

### Relation entre les taux de mercure et les points de collecte

Dans l'ensemble les points de collecte n'influent pas sur la contamination des poissons en mercure, exception faite quelques zones à savoir Nosy Be (87,5 %), Anjofony (50 %), Boeny Aranta (38,1 %). Ampazony (35,7), Antsanitia (30,8) (Tableau 3).

Tableau 3 : Taux de mercure selon le point de collecte

Points de collecte	Taux de mercure					
	≤ à 0,5 ppm		> à 0,5 ppm		Total	
	N	%	N	%	N	%
Akomany	10	71,4	4	28,6	14	100
Ambatozobo	13	76,5	4	23,5	17	100
Ampazony	9	64,3	5	35,7	14	100
Analalava	29	70,7	12	29,3	41	100
Anjofony	15	50,0	15	50,0	30	100
Antafiabe	23	74,2	8	25,8	31	100
Antsahabingo	5	71,4	2	28,6	7	100
Antsakira	12	75,0	4	25,0	16	100
Antsanitia	36	69,2	16	30,8	52	100
Atrema	12	70,6	5	29,4	17	100
Autres	9	52,9	8	47,1	17	100
Behara	19	70,4	8	29,6	27	100

Boeny Aranta	13	61,9	8	38,1	21	100
Maintirano	6	66,7	3	33,3	9	100
Nosy Be	1	12,5	7	87,5	8	100
Soalala	42	70,0	18	30,0	60	100
<b>Total</b>	<b>250</b>	<b>67,4</b>	<b>121</b>	<b>32,6</b>	<b>371</b>	<b>100</b>

D'après le test de khi-deux, nous avons observé une association hautement significative entre les points de collectes Nosy be, Soalala, Anjofony, Boeny Aranta, Ampazony, Antsanitia et les taux de mercure obtenus ( $p=0,009$ ).

### Teneurs en mercure dans la chair et les poids du poisson

Le diagramme en boîte à moustaches montre les concentrations de mercure observées dans la population de poisson (mercure, axe des ordonnées, ppm) par rapport aux poids de poisson (poids, axe des abscisses, kg). La ligne horizontale à l'intérieur de chaque case indique la valeur médiane.

Elle est 3,72 Kg pour la tranche à teneur en mercure inférieure à ou égale à 0,5 ppm et 6,8 Kg pour celle supérieure à 0,5 ppm. Le taux de mercure inférieur ou égal à 0,5 ppm représente 250 échantillons soit 67,5% alors que le poids des poissons varie de 1,00 kg à 11,13 kg avec une moyenne de 3,72 kg. La majorité des échantillons se situent en dessus du poids médian.

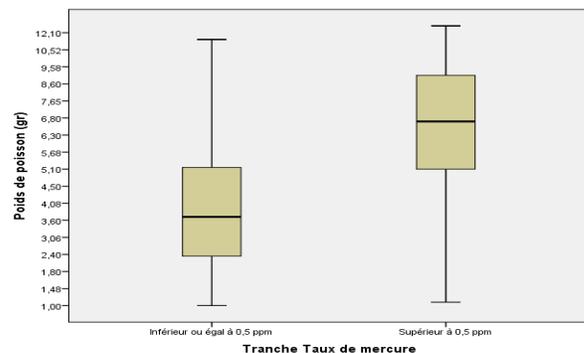


Figure 3 : Relation entre le poids des poissons et la teneur en mercure.

La boîte 1 n'est pas normale ou asymétrique car le taux de mercure inférieur ou égal à 0,5 ppm ont des poids de poisson supérieur à la médiane. On en déduit que la majorité des échantillons se situent en dessus du poids médian 3,7 Kg. La boîte 2 est normale car le poids de poisson est supérieur à la médiane donc le taux de mercure est supérieur à la norme. L'analyse des données confirme que les relations entre les teneurs en mercure obtenus et les poids de poissons sont généralement très hautement significatives ( $p=0,000$ ).

## Discussion

Les poissons réceptionnés par PECEXPORTE sont en majorité les mérours et vivaneaux ; *Epinephilus sp.* et *Lutjanus sp.* Ceci peut s'expliquer par leur distribution géographique ainsi que leur habitat. En effet ces poissons sont très répandus dans l'Ouest de l'Océan Indien et peuvent vivre dans les eaux peu ou profondes, dans les eaux aussi bien marines, saumâtres que boueuses (Pacyna et al., 2010). Les points de collecte de poissons se trouvent dans des zones de pêche incluant trois régions à savoir celles de Sofia, Boeny et Melaky. La majorité des produits ichtyologiques réunis proviennent de la Région Boeny et Melaky (Soalala) certainement à cause de la proximité de ces points de collecte par rapport au site. Nos résultats sont similaires à l'étude menée par Pastier (2017).

Les teneurs en mercure des échantillons de chair de poisson varient d'un point de collecte à un autre. Toutefois les résultats d'analyses nous renseignent que les teneurs en mercure des poissons de collecte en provenance d'Ampazony, d'Anjofony, d'Antsanitia, de Boeny Aranta, de

Maintirano, de Nosy Be ainsi que de Soalala ne respectent pas la norme requise et sont tous revus à la hausse. D'après le test de khi-deux, nous avons observé une association hautement significative entre les points de collectes et le taux de mercure ( $p=0,009$ ). Ce phénomène de hausse en teneur du mercure pourrait s'expliquer par les effets des activités anthropiques dont les feux de forêt et/ou feux de brousse, les rejets issus des déchets ménagers et urbains et leur incinération et ce, en tenant compte du cycle du mercure dans l'environnement.

Les espèces *Epinephilus coioides* et *Lethrinus elongatus* sont une forte association significative avec le poids du poisson et la concentration en mercure. Le test de khi-deux était respectivement  $p=0,000$  et  $0,017$ . Nous en déduisons que le taux de mercure dans cette espèce dépend de ses poids, plus le poids est élevé, plus la concentration en mercure est aussi élevée. D'après l'étude de Phillipine et les résultats que nous avons obtenus, on constate que si le poisson a eu un poids élevé donc on pourra dire que les poissons ont un taux de mercure très élevé (Pastier, 2017 ; Anses, 2016).

## Conclusion

Les poissons réceptionnés par PECEXPORTE sont en majorité les mérours et vivaneaux ; *Epinephilus sp.* Plus de 50 % et *Lutjanus sp* 15 %. Leur habitat naturel se trouve dans l'Ouest de l'Océan Indien et dans le canal de Mozambique. Les zones de pêche incluent quatre régions à savoir celles de Sofia, Boeny, Melaky et Manabe. Toutefois la majorité des poissons de collecte réunis proviennent de la Région Boeny et Melaky vu leur proximité.

D'après le test de khi-deux, nous avons observé une association hautement significative entre les points de collectes et le taux de mercure ( $p = 0,009$ ). Ils sont aussi variés selon leurs points de collecte qui pourrait être liée en une partie par la dégradation de l'environnement et la pollution de l'eau. Par conséquent, il est vivement recommandé d'optimiser la gestion du risque sanitaire lié au méthyl mercure pour la consommation de poisson. Le monde doit prendre connaissance de cette toxine et élaborer des mesures réglementaires au niveau environnemental.

Véronique, S., (2010). Une approche d'analyse risque/bénéfice de la consommation de poissons et produits de la mer. Thèse. Instituts des sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech). Paris. 275 pages.

### Références bibliographiques

- Anses, (2016). Détermination de la teneur en arsenic, cadmium, plomb et mercure dans les denrées alimentaires d'origine animale. Minéralisation par micro - ondes en système fermé et mesure par spectrométrie de masse couplée à un plasma induit (ICP – MS). [En ligne]. Maison- Alfort : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire.
- OMS, (2017). *Mercury et santé* [En ligne]. Disponible sur : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>. [Consulté le: 10-juillet-2019].
- Pacyna, E.G., (2010). Global emission of mercury to the atmosphere from anthropogenic. *Atmos. Environ.*, **vol. 44**, (20) ; 2487-2499.
- Pastier, P. (2017). Amélioration de la productivité et de la qualité de la filière poissons de collecte de PECHEXPORT : étude de la mise en place du contrôle des taux de mercure dans les poissons de collecte. Mémoire d'Ingénieur, CFR Rennes, AGROCAMPUS OUEST, 2017.
- Poissant, L., A. Dommergue, and C.P. Ferrari (2002). Mercury as a global pollutant. *Journal de Physique*, **IV 12**