

Estimation de l'apport en mercure à partir de la consommation de poisson en Côte d'Ivoire

Kouamé M. KOFFI^{1,2}, Godi H. M. BIEGO^{1*}, Yolande AKE-ASSI² & N'Zi G. AGBO¹.

¹Laboratoire de Biochimie et Sciences des Aliments, UFR Biosciences, Université de Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire ou 25 BP 313 Abidjan 25, Côte d'Ivoire

²Laboratoire Central pour l'Hygiène Alimentaire et l'Agro-industrie, LANADA, Ministère de la production animale et des ressources halieutiques, 04 BP 612 Abidjan 04, Côte d'Ivoire.

*Auteur pour les correspondances (E-mail : biegh3@yahoo.fr)

Reçu le 27-04-2006, accepté le 01-12-2006.

Résumé

L'objectif de cette étude est d'estimer l'apport en mercure à partir des concentrations en cet élément de différentes espèces de poissons les plus consommées et les plus vendues en Côte d'Ivoire. Pour ce faire, 18 espèces de poissons couramment consommées et quelques prédateurs ont été échantillonnées selon la méthode du panier de la ménagère, dans des stocks de production locale et d'importation de 1999 à 2002. Les échantillons, après minéralisation par voie humide, ont été analysés par Spectrophotométrie d'Absorption Atomique selon la technique des vapeurs froides. Les concentrations en mercure retrouvées varient entre 8 et 2454 µg/kg avec une moyenne de 239 µg/kg. Sur la base des concentrations et de la consommation annuelle de poissons estimée à 16 kg/habitant en Côte d'Ivoire, l'apport moyen calculé est égal à 73 µg de mercure par semaine; soit 25% de la dose hebdomadaire tolérable provisoire (DHTP) fixée à 300 µg par le comité mixte FAO/OMS. Cependant, pour une population lagunaire, consommant essentiellement des poissons (consommation quotidienne de 1,08 kg selon l'OMS), le risque apparaît beaucoup plus élevé car l'apport en mercure est égal à 1703 µg/semaine; soit 7 fois la DHTP.

Mots clés : apport, mercure, consommation, poissons, Côte d'Ivoire

Abstract

Assessment of dietary mercury intake from fish Consumption in Côte d'Ivoire

The aim of this study is to determine mercury content in different species of fishes in order to estimate the daily mercury intake in adult Ivorian. Eighteen fish species were sampled in stocks of Ivorian fish production and importation during four years (1999-2002). The mercury concentrations were determined by Atomic Absorption Spectrophotometer according to the cold vapours method.

The mercury average level is 239±196 µg/kg (2-2454 µg/kg) in fishes. The intake value estimated is 73 µg per week. This value represents 25% of Provisional Tolerable Weekly Intake recommended by the World Health Organization (300 µg per week). However, for an inhabitant in costs, the risk appears much higher because the intake value estimated is 1703 µg per week; which represents 7 times the Provisional Tolerable Weekly Intake.

Key words : mercury, intake, fish, Côte d'Ivoire

1. Introduction

Le mercure est un élément toxique qui n'exerce aucune fonction physiologique utile chez l'homme (Schwarz, 1977; Bennett, 1984). La manifestation, le caractère et l'importance des effets dépendent de la forme chimique du métal, la nature du composé mercuriel, la quantité absorbée, la durée de l'exposition et la voie d'administration (Berlin, 1986). Les composés mercuriels inorganiques ont pour principale cible les reins où ils s'accumulent sous forme de méthylmercurie. Les dérivés organiques, en particulier le méthylmercure (forme la plus toxique), sont neurotoxiques, néphrotoxiques, mutagènes, cancérigènes et tératogènes (OMS, 1980; Granjean et al., 1998; Crump et al., 1998).

La biométhylation du mercure est mise en évidence dans les sédiments et les organismes aquatiques (poissons, crustacés et coquillages). Ainsi, le méthylmercure se retrouve chez les poissons après concentration par le phytoplancton et le zooplancton (Granjean et al. 1995). Les quantités de méthylmercure peuvent varier selon l'espèce, l'âge et la taille des poissons; et les concentrations retrouvées peuvent atteindre 10 µg/kg (OMS, 1996). Par conséquent, la consommation de poissons peut être considérée comme l'une des principales sources d'apport en cet élément chimique et ces dérivés alkylés chez l'homme (Huss, 1996).

Compte tenu du caractère cumulatif du mercure et de ses dérivés alkylés, un contrôle régulier du contenu en mercure des différentes espèces de poissons consommées s'impose en Côte d'Ivoire. En dehors des données de Métingo et Kouamenan (1991), il n'existe pas de publications sur le niveau de contamination des produits de pêche dans notre pays. Aussi, notre étude se propose-t-elle d'estimer l'apport en mercure lié à la consommation de poissons en Côte d'Ivoire.

2. Matériel et méthodes

2.1. Echantillonnage

Les échantillons ont été prélevés sur 18 espèces de poissons, de consommation courante ou ayant une valeur marchande dans des stocks de production locale et d'importation de 1999 à 2002.

Il s'agit de 192 échantillons de Carpes (Pomadasyidae; *Pomadasyus* sp. et *Plectorbiuchus mediterraneus*), 144 de sardines (Clupeidae; *Sardinella* sp.), 192 de dorades (Sparidae; *Dentex* sp. et *Pagrus* sp.), 192 de soles (Soleidae; *Cynoglossus* sp.), 192 de mérours (Serranidae; *Epinephelus* sp.), 192 de capitaines (Polynemidae; *Polydactylus* sp.), 192 d'ombrines (Scianenidae; *Pseudotolithus* sp.), 192 de mâchoirons (Ariidea), 96 de pageots (Sparidae; *Pagellus* sp.), 96 de maquereaux (Scombridae; *Scomber japonicus*), 96 de chinchards (Carangidae; *Trachurus trachurus* et *Decapterus sanctaelenae*), 1021 de thons (Thonnidae; *Katsuwonus pelamis* et *Thunnus* sp.), 48 de voiliers (Istiophoridae; *Istiophorus albicans*), 57 d'espadons (Xiphiidae; *Xiphias gladius*), 53 de requins (*Carcharhinus* sp., *Prinace* sp. et *Rhiniodon* sp.), 48 de marlins (Makiadidae; *Makaira nigricans*), 48 de coryphènes (Coryphenidae; *Coryphaena hippurus*) et 48 de barracudas (Sphyraenidae; *Sphyraena* sp.); soit en tout 3099 échantillons.

2.2. Minéralisation et analyse

2.2.1. Réactifs

Les réactifs utilisés sont l'acide chlorhydrique fumant 37% (Merck), l'acide nitrique 65% (Merck), l'acide perchlorique 60% (Merck), l'acide sulfurique 96% (Merck), le chlorure d'étain (II) (Merck), le standard de mercure (Merck) et l'eau UHQ à 18 MW⁻¹.

2.2.2. Minéralisation

Un aliquote de 1 g d'homogénéisât de chaque poisson a été minéralisé à chaud en présence de 1 ml du mélange sulfonitrique-perchlorique (5 ml d'acide nitrique, 10 ml d'acide sulfurique et 2 ml d'acide perchlorique) à 250°C pendant 30 minutes. Le minéralisât est réduit par une solution de chlorure d'étain (II) à 10%. La solution obtenue est conservée au réfrigérateur avant dosage.

2.2.3. Appareillage et conditions de détermination du mercure

Un spectrophotomètre d'absorption atomique (Shimadzu AA 660 muni d'une unité de vaporisation MUV) a été utilisé pour le dosage du mercure. La détermination du mercure a été

réalisée à la longueur d'onde de 253,7 nm. Les concentrations en mercure ont été calculées grâce à un étalonnage externe établi en 6 points (0,2 mg/kg, 0,4 mg/kg, 0,6 mg/kg, 0,8 mg/kg, 1 mg/kg et 1,5 mg/kg). Les conditions opératoires du spectrophotomètre d'absorption atomique sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Conditions opératoires du Spectro - photomètre d'Absorption Atomique.

Désignation	Valeurs
Intensité du courant	4 A
Largeur de la fente	0,5 mm
Longueur d'onde	253,7 nm
Coefficient de variation	1%
Temps d'intégration	5 secondes
Nombre de répétitions	3

2.3. Méthode de validation

La validation des techniques d'analyse et de minéralisation a été réalisée selon la méthode de l'Association Française de Normalisation (AFNOR, 1996). Elle a consisté en la détermination des limites de détection et de quantification; au calcul du coefficient de variation du mercure pour les essais de répétabilité et de reproductibilité et au calcul du pourcentage de recouvrement de mercure ajouté avant et après minéralisation. La validation a été effectuée à l'aide de 2 standards de mercure (standard A: 225 µg/L; standard B: 600 µg/L). A partir du témoin issu de la minéralisation, l'analyse de 30 essais distincts a permis de calculer les limites de détection et de quantification selon les formules suivantes:

$$\text{Limite de détection (LD)} = Mx + 2 \cdot 2 t_{0,95} s$$

$$\text{Limite de quantification (LQ)} = Mx + 10 s$$

Mx : valeur d'information moyenne du témoin

s : écart type des valeurs d'information sur le témoin

$2 \cdot 2 t_{0,95} s$: est égal à 4,8 pour un test unilatéral de Student's; $\alpha=0,05$ et $n=30$

2.4. Estimation de l'apport en mercure

L'apport en mercure a été estimé à partir des données de la consommation de poisson de la Direction des Productions Halieutiques de Côte d'Ivoire (DPH) et celles du système de contrôle de l'environnement de l'Organisation Mondiale de la Santé. Les quantités de poissons consommées sont respectivement de 43,8 g/jour/personne (DPH, 2002) et de 36,5 g/jour/personne (OMS, 2003) selon ces deux institutions. Par ailleurs, l'apport en mercure d'un sujet qui ne consomme essentiellement que du poisson a été estimé à partir de la consommation alimentaire quotidienne d'un africain adulte. Cette consommation est égale à 1018,1 g/jour selon l'OMS (OMS, 2003). L'apport en mercure a été calculé selon la formule suivante (OMS, 2003):

$$\text{Apport en mercure} = T_{Hg} \times C$$

T_{Hg} : teneur en mercure retrouvée dans l'aliment (µg/kg)

C : consommation alimentaire quotidienne de l'individu (kg/jour)

3. Résultats et discussion

3.1. Résultats de la validation

Les résultats de la validation sont présentés dans le tableau 2. Les limites de détection et de quantification sont respectivement 0,25 µg/L et 0,28 µg/L. Les coefficients de variation sont compris entre 1,9% et 2,1% pour la répétabilité et entre 4,2% et 5,3% pour la reproductibilité. Le pourcentage de recouvrement des ajouts dosés sont, avant minéralisation, de 96,8% pour le standard A et de 97,5% pour le standard B. Après minéralisation, ces ajouts sont récupérés à 102,6% pour le standard A et à 103,8% pour le standard B. Ces résultats mettent en évidence la fiabilité et la précision satisfaisante des techniques de minéralisation et d'analyse.

3.2. Concentration en mercure des échantillons

Les concentrations en mercure des différents échantillons analysés sont présentés dans le tableau 3. La concentration moyenne pondérée de tous les échantillons est de 239±196 µg/kg

(8-2454 µg/kg). Les teneurs les plus élevées sont retrouvées au niveau des prédateurs: marlin 755± µg/kg (117-2454 µg/kg), requin 705± µg/kg (122-1725 µg/kg), espadon 699± µg/kg (24-2153 µg/kg) et voilier 555± µg/kg (20-1191 µg/kg). Ces teneurs peuvent s'expliquer par la position de ces poissons dans la chaîne alimentaire (Boisset, 1996). Par ailleurs, on note que certaines concentrations sont supérieures à la valeur maximale fixée pour les prédateurs (1000 µg/kg) (Boisset, 1996), ce qui pourrait constituer un

risque pour le consommateur.

La concentration moyenne en mercure des poissons du stock local (333±230 µg/kg) est 2 fois celle des poissons du stock importé (160±102 µg/kg). Par ailleurs, le stock local se compose de 7,7% d'échantillons ayant une concentration comprise entre 500-1000 µg/kg et 1,2% une concentration supérieure à 1000 µg/kg. Aucun échantillon du stock importé n'a une teneur en mercure supérieure à 1000 µg/kg (tableau 4). Seul le stock local contient des prédateurs.

Tableau 2 : résultats de la validation des techniques

Désignation	Valeur
Concentration moyenne	
<i>(n = 30)</i>	
Blanc	0,21 ± 0,01 µg/L
Standard A	225 ± 21 µg/L
Standard B	600 ± 48 µg/L
Coefficient de variation de la répétabilité	
<i>(n = 10)</i>	
Blanc	1,9%
Standard A	2,1%
Standard B	2,0%
Coefficient de variation de la reproductibilité	
<i>(n = 30)</i>	
Blanc	4,2%
Standard A	5,3%
Standard B	4,6%
Pourcentage de recouvrement des ajouts dosés	
<i>(n = 5)</i>	
Avant minéralisation	
Standard A	96,8 ± 5,7%
Standard B	97,5 ± 6,3%
Après minéralisation	
Standard A	102,6 ± 4,2%
Standard B	103,8 ± 5,3%
Limite de détection	0,25 µg/L
Limite de quantification	0,28 µg/L

Tableau 3 : concentrations en mercure retrouvées dans les échantillons de poissons

Espèces	n	Moyenne	Valeurs limites
			(Mini-Maxi)
Stock du littoral ivoirien			
Carpes	192	192 ± 44	72-309
Sardines	48	161 ± 16	129-220
Capitaines	192	178 ± 39	84-279
Daurades	192	158 ± 42	68-276
Mâchoirons	192	168 ± 44	71-296
Soles	192	109 ± 30	8-198
Mérous	192	175 ± 44	69-298
Ombrines	192	155 ± 36	67-276
Thons	1021	271 ± 187	9-1281
Volliers	48	555 ± 221	20-1191
Espadons	57	699 ± 352	24-2153
Requins	53	705 ± 359	122-1725
Marlins	48	755 ± 482	117-2454
Coryphènes	48	373 ± 165	85-943
Barracudas	48	337 ± 143	93-710
Moyenne stock du littoral	2715	333 ± 230	8-2454
Stock importé			
Maquereaux	96	148 ± 75	22-431
Chinchards	96	249 ± 146	17-630
Pageots	96	138 ± 52	38-267
Sardines	96	104 ± 33	48-234
Moyenne stock importé	384	160 ± 102	17-630
MOYENNE TOTAL	3099	239 ± 196	8-2454

Concentration en µg/kg de poids frais

Tableau 4 : représentation du contenu en mercure des échantillons par rapport aux normes

Contenu en mercure des échantillons	Nombre d'échantillons	Pourcentage
Stock total	3099	100
0,28-500 µg/kg	2814	90,8
500-1000 µg/kg	248	8,0
> 1000 µg/kg	47	1,9
Stock local	2715	87,6
0,28-500 µg/kg	2439	78,7
500-1000 µg/kg	239	7,7
> 1000 µg/kg	37	1,2
Stock importé	384	12,4
0,28-500 µg/kg	375	12,1
500-1000 µg/kg	9	0,3
> 1000 µg/kg	-	-

3.3. Apport en mercure

Les apports alimentaires en mercure estimés, à partir des quantités d'aliments consommées chez l'individu adulte, sont présentés dans le tableau 5. Les apports en mercure estimés à partir des quantités consommées de la DPH et de l'OMS sont respectivement de 73 µg/semaine et 61 µg/semaine. Ils sont au moins 5 fois inférieurs à la Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire (DHTP) préconisée par le comité mixte FAO/OMS (300 µg/semaine) qui prend en compte les enfants et les nourrissons. Ces valeurs s'insèrent parmi celles de la littérature qui sont

assez disparates. En effet, ces valeurs sont de 70 µg/semaine en France, 217 µg/semaine en Allemagne, 5-14 µg/semaine aux Pays-Bas, 14-21 µg/semaine en Grande Bretagne et 95 µg/semaine en Belgique (OMS, 1989; Boisset, 1996).

En considérant un sujet adulte dont la consommation alimentaire totale est constituée uniquement de poissons (1,08 kg/jour selon l'OMS), l'apport estimé serait de 1703 µg/semaine; ce qui correspond à 7 fois la valeur de la DHTP. Ainsi, certaines habitudes alimentaires, en particulier chez les populations lagunaires de la Côte d'Ivoire, peuvent exposer certains individus à la toxicité du mercure.

Tableau 5 : apports alimentaires estimés à partir des quantités d'aliments consommées par un individu adulte

	Part des fruits de mer dans la consommation totale		Personne ne consommant que du poisson
	DPH	GEMS	GEMS
Quantité consommée (g/jour/personne)	43,8	36,5	1081,1
(µg/semaine)	73,3	61	1703
Apport estimé (µg/semaine/ kg de Pc)	1,22	1,02	28,4
DHTP	300 µg/semaine ou 5 µg/kg de Pc/semaine		

4. Conclusion

L'apport en mercure estimé, à partir des concentrations de cet élément toxique et des quantités de poissons consommées quotidiennement est de 73 µg/semaine; ce qui représente 25% de la DHTP. Cette satisfaction générale ne doit pas faire oublier le risque que court une personne qui consomme essentiellement du poisson. En effet, l'apport en mercure ingéré pourrait atteindre 1703 µg/semaine chez cette personne; soit 7 fois la DHTP. Par conséquent, il est recommandé aux personnes d'éviter de consommer uniquement les grands prédateurs; au mieux, elles doivent plutôt varier leur alimentation.

Références citées

AFNOR, 1996. *Essais des eaux : protocole d'évaluation d'une méthode alternative d'analyse physico-chimique quantitative par rapport à une analyse de référence*. Association Française de Normalisation. Paris, France: XP T ISSN 0335-3931. 210 pp.

Bennett E.G., 1994. Modelling exposure routes of trace metals from sources to man. In : Nriagu J.O. Ed. *Changing metal cycles and human health*. Berlin, Allemagne: Springer-Verlag. pp 345-456.

Berlin M., 1986. Mercury. In : Friberg L., Nordberg G.F., Vouk V.B. Eds. *Handbook on the toxicology of metal. (2nd edition)*, New York, USA: Elsevier. pp 387-445.

Boisset M., 1996. Aspect épidémiologique de l'exposition au mercure et au méthylmercure de la population générale. In : Technique et Documentation Ed. *Plomb, cadmium, mercure dans l'alimentation, évaluation du risque*. Conseil supérieur d'hygiène publique de France, section de l'alimentation et de la nutrition. Paris, France: Lavoisier. pp 99-112.

Crump K.S., Kjellstrom T., Shipp A.M., Silvers A. & Stewart A., 1998. Influence of prenatal mercury exposure upon scholastic and psychological test performance: benchmark analysis of a New Zealand cohort. *Risk Anal.*, **18**, 701-713.

DPH (Direction des Productions Halieutiques), 2002. *Annuaire des statistiques de l'aquaculture*

et des pêches: compile des années 1990 à 2002. Rapport du Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales (MINAGRA), Abidjan, Côte d'Ivoire.

Granjean P., Weihe P., Needham L.L., Burse V.W., Patterson D.G.Jr., Sampson E.J., Jorgensen P.J. & Vahter M., 1995. Relation of seafood diet to mercury, selenium, arsenic, and polychlorinated bisphenol and other organochlorine concentrations in human milk. *Environ. Res.*, **71**, 29-38.

Granjean P., Weihe P., White R.F. & Debes F., 1998. Cognitive performance of children prenatally exposed to safe levels of methylmercury. *Environ. Res.*, **77**, 165-172.

Huss, H.H., 1996. *Assurance qualité des produits de mer*. Document technique sur les produits de pêche N°334 de la FAO, Rome, Italie.

Métongo B.S. & Kouamenan K.F., 1991. Concentration en mercure dans les muscles du thon albacore (*Thunnus albacares*) du golf de Guinée. *J. ivoir. Océanol. Limnopl.*, **1**, 1-8.

OMS, 1980. *Recommended health based limits in occupational exposure to heavy metals*. Technical Report of a WHO study group N°647. Geneva, Switzerland.

OMS, 1989. *Evaluation de certains additifs alimentaires et contaminants*. Rapport Technique du comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires N°776. Genève, Suisse.

OMS, 1996. Lead, cadmium and mercury. In : Health Organization World Ed. *Trace elements in human nutrition and health*. Geneva, Switzerland. pp 195-216.

OMS, 2003. *GEMS/Food regional diets: regional per capita consumption of raw and semi-processed agricultural commodities*. Report of Global Environment Monitoring System/Food contamination monitoring and assessment programme. Geneva, Switzerland: Food Safety Department.

Schwarz K., 1977. Essentiality versus toxicity of metals. In : Brown S.S. Ed. *Clinical chemistry and chemical toxicology of metals*. New York, USA: Elsevier. pp 3-22.