

ETUDE DE DEUX METAUX LOURDS DANS LE POISSON DE FLEUVE AU MALI

Study of two heavy metals in river fish in Mali

KONATE Youssouf¹, **Mme COULIBALY Salimata**¹, **Mme HARBY Aminata**¹, **Mme MAIGA Farmata**¹, **Mme Diarra Dioumé**¹, **SAKO Mamadou**¹, **TRAORE Mamadou Souncale**², **COULIBALY Mouctar**³

¹Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ANSSA) Centre commercial Rue 305 quartier du fleuve 20 22 07 54 BPE : 2362 Bamako ; ²Institut National de Recherche en Santé Publique (INRSP) Hippodrome Bamako ; ³Institut Polytechnique Rural (IPR/ IFRA) Katigougou ;

Contact : Youssouf KONATE, Centre National d'Appareillage Orthopédique du Mali (CNAOM), tel : 66 72 25 56 e mail : youkona@yahoo.fr

RESUME

Cette étude avait pour but de contribuer à l'amélioration de la qualité sanitaire des poissons pêchés et fumés au Mali. Réalisée en 2012, Il s'agissait d'une étude transversale quantitative et qualitative par questionnaire et prélèvement d'échantillons de poissons frais et fumés pour analyse auprès de 80 transformateurs de poissons frais pêchés dans les fleuves en poissons fumés. Les principaux résultats obtenus ont été : le four traditionnel en banco était utilisé dans 58,75 % des cas ; le bois était utilisé comme combustible par 67,75% des transformateurs et la bouse de vache par les autres; le poisson fumé était gardé dans des cartons de récupération et dans des nattes tissées localement dans 66,25% des cas ; l'enlèvement des déchets était quotidien dans seulement 33,75% des cas. Pour le poisson frais 53,75% des échantillons contenaient du mercure avec une valeur moyenne de 0,047 mg/kg MB et une maximale de 0,270 mg/kg MB pour une norme européenne de 0,500 mg/kg MB et 71,25 % contenaient du plomb avec une valeur moyenne de 0,020 mg/kg MB et une maximale de 8,570 mg/kg MB pour une norme européenne de 0,300 mg/kg MB. Pour le poisson fumé tous les échantillons contenaient du mercure avec valeur minimale de 0,010 mg/kg MB, une moyenne de 0,200 mg/kg MB et une maximale de 1,260 mg/kg MB et 95% contenaient du plomb avec une valeur minimale de 0,020 mg/kg MB, une moyenne de 0,270 mg/kg MB et une maximale de 3,460 mg/kg MB. Aussi la valeur moyenne de plomb pour le poisson fumé au bois était de 0,285 mg/kg MB contre 0,248 mg/kg MB pour celui fumé à la bouse de vache avec un test statistique de Kruskal –Wallis significatif. **Mots clés** : Qualité; Poisson; fumage; transformateurs; mercure ; plomb ; Mali

ABSTRACT

This study aims to contribute to improving the health quality of fish products in Mali. Made 2012, this was a qualitative and quantitative cross questionnaire study with 80 processors of fresh fish in smoked fish. The main results were: traditional mud oven was used in 58.75% of cases; the wood was used as fuel by 67.75% of transformers and cow dung by others; smoked fish was kept in cartons recovery and mats woven locally made in 66.25% of cases; waste removal was daily in only 33.75% of cases. For fresh fish, 53.75% of the samples contain mercury with an average value of 0.047 mg / kg MB and a maximum of 0.270 mg / kg for a European standard of 0.500 mg / kg MB and 71.25% MB contained lead at an average value of 0.020 mg / kg MB and a maximum of 8.570 mg / kg MB for a European standard of 0.300 mg / kg MB. For smoked fish all samples contained mercury with minimum value of 0.010 mg / kg MB, an average of 0.200 mg / kg and maximum MB 1.260 mg / kg MB and 95% contained lead with a minimum value of 0.020 mg / MB kg, an average of 0.270 mg / kg MB and a maximum of 3,460 mg / kg MB. As the average value of lead for Smoked Fish Wood was 0.285 mg / kg MB against 0.248 mg / kg for one MB Smoked cow dung with a Kruskal - Wallis significant statistical test. **Keywords**: Quality; fish; smoking; transformers; mercury; lead; Mali

INTRODUCTION

Un poisson est tout animal aquatique vertébré et invertébré à sang froid (ectothermique), qui n'est pas amphibien ou reptile. Le fumage est un procédé utilisé comme méthode de préservation pour prolonger la durée de conservation des aliments grâce aux composants de la fumée qui inhibent la

croissance de certains microorganismes. Le processus de fumage est par ailleurs utilisé pour obtenir les caractéristiques de goût et d'apparence propres aux aliments fumés [1,2]. Le poisson fumé est utilisé au Mali depuis longtemps. Une partie des poissons issus des pièges à poissons familiaux ainsi que ceux capturés lors des pêches traditionnelles

généralement annuelles sont fumés et gardés pour la consommation familiale. Aussi, il s'est développé dans le delta du fleuve Niger et autour des grands barrages une véritable activité commerciale de poissons frais et fumés. L'activité de fumage est faite par des transformateurs hommes et femmes qui vendent le produit fini à l'intérieur comme à l'extérieur du pays. Le poisson représente une part importante de la consommation alimentaire journalière pour les populations du Mali et environnant. Reconnaissant l'importance socio-économique de la production et de la vente du poisson au Mali, les autorités ont encouragé et même soutenu cette activité surtout dans la région de Mopti à travers l'Opération pêche créée depuis 1986 [3]. Malgré les efforts de cette opération et des services techniques basés sur l'amélioration des techniques de conservation et de transformation, force est de constater que la situation reste préoccupante. Les mauvaises techniques de transformation de stockage et de manipulation du poisson font que ce dernier est incriminé dans certaines intoxications alimentaires collectives. En 2007 dans le cercle de Koro région de Mopti, 342 cas d'intoxication alimentaires ont été enregistrés au centre de santé de référence, suite à la consommation de poisson frits. En outre les mauvaises pratiques peuvent entraîner dans le poisson consommé au Mali des substances toxiques pour l'homme tel que les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les métaux lourds (mercure, plomb) les pesticides, les moisissures....etc. [4]. Peu d'études ayant été réalisées sur la présence des métaux lourds dans le poisson produit, vendu et consommés au Mali, il nous a paru nécessaire de combler cette lacune, d'où l'intérêt de cette étude.

MATERIELS ET METHODE

1. Cadre de l'étude : L'étude a été réalisée en république du Mali dans les zones de grande transformation de poisson frais en poisson fumé. Le Mali est le deuxième plus grand pays de l'Afrique francophone avec une superficie de 1.241.238 Km². Pays enclavé, il est constitué en grande partie de savanes, plateaux désertiques ou semi-désertiques. Le réseau hydrographique du pays, constitué par le bassin du haut-Sénégal et celui du Niger, des rivières, des lacs, des barrages et des plaines d'inondation est de l'ordre de 4.500 Km pour

une superficie de 36.000 Km². La pêche s'exerce sur pratiquement toutes les collections d'eau du territoire national. On distingue cependant trois principales zones de production de poisson que sont : le delta central du Niger, le lac de Sélingué et le lac de Manantali. Le Delta central du Niger est une vaste plaine alluviale qui correspond à un système fluvial doté de plaines temporairement inondables par les eaux de crue du Niger et du Bani. En année de bonne hydraulité, les plaines d'inondation peuvent couvrir une superficie excédant 20.000 Km². Environ 130 espèces de poisson ont été recensées dans le Delta central. Le lac de Sélingué est un lac de barrage hydroélectrique construit dans la vallée du Sankarani, à 140 Km au Sud Ouest de Bamako. Sa mise en eau date de 1980. A sa cote d'eau maximale, le lac s'étend sur près de 80 Km avec une profondeur de 5m. A cette cote d'eau, sa surface est de 409 Km². Le lac de Manantali est un lac de barrage hydroélectrique construit dans la vallée du Bafing. Sa mise en eau date de 1987. Le lac s'étend sur 80Km de long pour une largeur moyenne de 6 Km sa profondeur est de 20,8 m. Les eaux des deux lacs de retenue sont enrichies en substances nutritives favorables au développement de la vie aquatique grâce à la dégradation progressive de milliers d'hectares de forêt irriguée (environ 10.000 ha à Sélingué et 12.000 ha à Manantali) [5]. Les principaux sites de transformation du poisson frais en poisson fumé se situent le long de ces cours d'eau.

2. Méthode : Il s'agissait d'une étude transversale qualitative et quantitative. Elle a concerné les transformateurs de poissons frais en poissons fumés opérants dans les principaux sites de transformation du Mali : Manantali dans la région de Kayes, Sélingué dans la région de Sikasso, Bamako, Koulikoro, Ségou et Mopti. Ont été inclus dans l'échantillon de l'étude les pêcheurs et fumeurs de poissons de fleuve résidants dans la zone de l'étude depuis plus de 6 mois et présents le jour de l'enquête. Ont été exclus ceux qui remplissaient les conditions d'inclusion qui ont refusé d'y participer. La taille de l'échantillon a été déterminée de façon raisonnée donc non probabiliste avec l'appui de la Direction Nationale de la pêche comme suite : 30 (trente) pêcheurs transformateurs dans le site de Mopti, zone connue pour grande

transformation de poisson frais et 10 (dix) pour chacun des cinq autres sites, soit un total de 80 pêcheurs transformateurs soumis à un questionnaire. Au niveau de chacun d'eux un échantillon de poisson frais et un de poisson fumé identifié chacun par une fiche a été prélevé par des agents du Laboratoire National de la Santé(LNS). Les paramètres étudiés ont porté sur la recherche qualitative et quantitative du mercure et du plomb. Les analyses ont été effectuées par CARSO – Laboratoire Santé Environnement Hygiène de LYON en France. Les variables indépendantes, la technique de fumage et le type de combustible utilisé ont été retenues. Les données ont été analysées et traitées avec Epi info version 6.04. Les résultats ont été présentés sous forme de tableau ou de graphique. Les mesures de fréquences, de tendance centrale de dispersion et de distribution des données ont été effectuées. La distribution n'étant pas normale, le test statistique paramétrique de l'inégalité des moyennes de Kruskal Wallis à été utilisé. L'étude a été réalisée dans l'anonymat, avec le consentement éclairé par écrit des enquêtés et les échantillons prélevés ont été payés au comptant en fonction du prix par kilogramme en court au moment de l'enquête.

RESULTATS

L'exploitation des quatre vingt (80) fiches d'enquête et l'analyses des 160 échantillons de poissons nous a permis d'avoir les résultats suivants :

1. Chaîne de production :

* **Source d'approvisionnement en poissons :** les poissons transformés provenaient de la production familiale de pêche dans le fleuve dans 50% des cas et des fournisseurs dans 20% des cas.(cf tableau I)

* Mode de transformation : les 80 transformateurs utilisaient le fumage. Le fumage seul demeurait le mode de transformation le plus utilisé dans 70% des cas. Dans 30% des cas, ils pratiquaient aussi bien le fumage que le séchage. (cf tableau II).

* Moyens utilisés pour le fumage : le fumoir traditionnel en banco occupait le premier rang avec 58, 75 % suivi du fumoir métallique simple 27,50 %. Tous ces moyens utilisés permettent un fumage direct. (cf tableau III).

* Type de combustible utilisé : Deux combustibles étaient utilisés le bois par 62,50

% des transformateurs et la bouse de vache par les 37,50 % autres. (cf tableau IV).

* Mode de nettoyage du poisson : Sur les 80 enquêtés 66 soit 82,50 % déclaraient nettoyer le poisson, parmi ceux ci 48 soit 72,73 % l'écaillait, l'éviscérait et le rinçait avec de l'eau ; 3,03 % le nettoyait avec de l'eau salée et 24,24 % le lavait à l'eau seulement. (cf tableau V).

* Mode de conservation du poisson fumé : le poisson fumé était conservé dans des paniers localement fabriqués dans 66,25 %. (cf tableau VI).

* Fréquence d'enlèvement des ordures issues de l'activité : les ordures n'étaient pas enlevées chez 57,50% des transformateurs. (cf tableau VII).

2. Analyses de laboratoire :

- Présence de mercure dans le poisson frais : Sur les 80 échantillons de poissons frais analysés 53,75 % contenaient du mercure. Les 37 échantillons sans mercure (soit 46,25%) provenaient des sites de Sélingué pour 7 échantillons, de Ségou pour 4 échantillons, de Mopti pour 25 échantillons et du district de Bamako pour 1 échantillon. (cf tableau VIII)

- Présence de plomb dans le poisson frais : Sur les 80 échantillons de poissons frais analysés 57 (soit 71,25 %) contenaient du plomb. Les 23 échantillons sans plomb (soit 28,75%) provenaient des sites de Kayes pour 7 échantillons; de Koulikoro pour 2 échantillons; de Sikasso pour 2 échantillons; de Ségou pour 5 échantillons; de Mopti pour 5 échantillons et du district de Bamako pour 2 échantillons. (cf tableau IX)

- Présence de mercure dans le poisson fumé : Le mercure a été recherché dans les 40 premiers échantillons de poissons fumés envoyés au laboratoire. Les échantillons des sites de Sikasso (dix) et de Mopti (trente) n'ont pu bénéficier du dosage. Tous ces 40 échantillons contenaient du mercure. (cf tableau X)

- Présence de plomb dans le poisson fumé : Sur les 80 échantillons de poissons fumés analysés 76 (soit 95,00 %) contenaient du plomb. Les 4 échantillons sans plomb (soit 5,00%) provenaient du site de Koulikoro. (cf tableau XI)

- Teneur de mercure dans le poisson frais : Pour les 43 échantillons contenant du mercure, la valeur minimale était de 0,010 mg/kg MB, la maximale de 0,270 mg/kg MB et la moyenne de 0,047 mg/kg MB, Le site de

Manantali présentait les teneurs minimale, moyenne et maximale les plus élevées. (cf tableau XII)

- teneur de plomb dans le poisson frais : Pour les 57 échantillons de poissons frais contenant du plomb, la valeur minimale était de 0,010 mg/kg MB, la maximale de 8,570 mg/kg MB et la moyenne de 0,020 mg/kg MB. Dans tous les sites la teneur minimale était de 0,010 mg/Kg MB. La teneur la plus élevée 8,570 mg/kg MB se retrouvait dans les échantillons du site de Mopti. (cf tableau XIII)

- Teneur de mercure dans le poisson fumé : la valeur minimale de mercure trouvée était de 0,010 mg/kg MB, la maximale de 1,260 mg/kg MB et la moyenne de 0,200 mg/kg MB,

La plus petite teneur (0,010 mg/kg MB) se rencontrait dans les sites de Koulikoro et de Bamako et la plus grande (1,260 mg/kg MB) dans celui de Bamako. (cf tableau XIV)

- Teneur de plomb dans le poisson fumé : Pour l'ensemble des 76 échantillons avec plomb, la valeur minimale était de 0,020 mg/kg MB, la maximale de 3,460 mg/kg MB et la moyenne de 0,270 mg/kg MB. La plus petite teneur (0,020 mg/kg MB) se rencontrait dans le site de Manantali et la plus grande (3,460 mg/kg MB) dans celui de Bamako. (cf tableau XV)

- Teneur du plomb dans le poisson fumé selon le combustible : Sur les 50 échantillons de poissons fumés au bois 46 (92,00 %) contenaient du plomb. Quatre échantillons (soit 8,00 %) étaient sans plomb. Tous les 30 échantillons fumés à la bouse de vache contenaient du plomb. La valeur minimale est de 0,060 mg/kg MB, la valeur maximale est de 0,550 mg/kg MB et la moyenne de 0,248 mg/kg. Pour les 46 échantillons fumés au bois et contenant du plomb, la valeur minimale était de 0,020 mg/kg MB, la maximale de 3,460 mg/kg MB et la moyenne de 0,285 mg/kg. (cf tableau XVI)

DISCUSSIONS

1. Limites de l'étude : Le site de pêche et de transformation de Gao initialement prévu dans l'enquête n'a pu être visité à cause de son occupation en 2012 suite aux troubles sécuritaires vécus par notre pays.

Les 40 derniers échantillons de poisson fumé envoyés au laboratoire n'ont pas bénéficiés de la recherche mercure. Ces limites n'entachent en rien les résultats car le site de Gao utilise le fumage direct à la bouse de vache comme à

Mopti et tous les échantillons de poissons frais ont bénéficié du dosage du mercure.

2. Chaîne de transformation :

- **Occupation principale et effectif du personnel :** la production de poisson fumé était familiale dans 97, 50 % des cas. Le poisson était pêché dans le fleuve par la famille. Une partie était fumée et l'autre vendue frais. La production utilisait peu de personne par unité de production et par conséquent fumait peu de poisson par jour. Ce ci pourrait s'expliquer d'une part par la non modernisation du secteur liée probablement à une insuffisance d'encadrement par les services techniques et d'autre part par l'insuffisance de poissons frais. A Douala au Cameroun sur 18 unités de fumage rencontrées dans tous les sites de production réunis, 17 étaient de type familial [8]

- **Mode et moyens de transformation :** les 80 enquêtés utilisaient le fumage. Le fumage seul demeurait le mode de transformation dans 70% des cas. Parmi les moyens utilisés, le fumoir traditionnel en banco occupait le premier rang avec 58, 75 % suivi du fumoir métallique simple 27,50 %. Tous ces moyens utilisés permettent un fumage direct. Le fumoir traditionnel en banco est facile à confectionner. Il n'est pas nécessaire de le transporter en cas de déplacement vers une autre zone de pêche. Certains fours améliorés métalliques acquis dans le cadre d'un programme d'appui aux transformateurs dans la région de Mopti sont disponibles dans certains sites de transformation mais non utilisés soit parce que la matière première du transformateur est insuffisante ou que le four a été abandonné dans ce site par un autre transformateur qui n'avait pas les moyens de l'amener avec lui dans sa nouvelle zone de pêche. A Douala au Cameroun le fumage était rudimentaire, effectué généralement au feu de bois. Le schéma était le même d'un site à l'autre. En général les fours étaient réalisés en matériaux disponibles sur place : planches, argile, fut métalliques ... [8]

- **Type de combustible utilisé :** Deux combustibles étaient utilisés par les transformateurs enquêtés. Le bois par 62,50 % et la bouse de vache par les 37,50 % autres. Le bois servait de combustibles dans les sites de Manantali, Koulikoro, Sélingué et Ségou alors que la bouse de vache est utilisée à Mopti

et au Nord du pays à cause de la désertification.

- **Conditions d'hygiène :** Dans plus de 98 % des cas les transformateurs n'utilisent pas de tenue de travail ce qui peut augmenter le risque de pollution du produit fini et le risque d'exposition de ces transformateurs. La conservation et l'évacuation des déchets issus de la transformation posaient des problèmes à nombre de transformateurs, ce qui donnait une odeur de putréfaction à l'approche des sites de transformation augmentant aussi le risque de contamination par les mouches.

2. Résultats des analyses de laboratoire :

2.1 Mercure :

La figure n° I, montre que toutes les valeurs, minimales, moyennes et maximales de mercure trouvé dans le poisson frais étaient inférieures à la norme européenne de 0,5 mg/kg MB.[9]. Maureen J et collaborateur ont trouvé dans la forêt amazonienne au Brésil que tous les poissons sont infectés par le mercure avec des doses plus élevées pour les espèces prédatrices c'est-à-dire celles qui se nourrissent d'autres poissons. Ils ont lié cette grande contamination à l'utilisation du mercure dans l'exploitation aurifère. La même équipe bien que n'ayant pas trouvé des symptômes d'intoxication aiguë au mercure a constaté par test une baisse de la coordination, de la dextérité manuelle et de la vision en relation avec le taux croissant de méthylmercure dans les cheveux des participants à l'étude. Les concentrations de mercure dans les échantillons de cheveux de ses riverains analysés étaient inférieurs au seuil établi par l'OMS ce qui a fait dire à l'équipe que le mercure peut nuire à la santé même à des taux très en deçà des normes de sécurité acceptées sur la scène internationale. [10] Gobeil et collaborateurs, ont trouvé des valeurs en mercure de toutes les espèces de poissons plus élevées dans le fjord du Saguenay ou elles avoisinaient la limite établie par la santé du Canada (soit 0,50 mg/kg MB comme pour l'Union Européenne) que dans l'estuaire et le golf de Saint - Laurent. [11]

2.2 Plomb :

La figure 2, montre que les valeurs minimales de plomb dans les poissons fumés étaient inférieures à la norme Européenne de 0,3 mg/kg MB.[10]. Il en était de même pour Les valeurs moyennes sauf dans les sites de Sélingué et Bamako. Par contre, toutes les valeurs maximales sont supérieures à la norme avec un léger pic à Sélingué et un grand pic à Bamako. Gobeil et collaborateurs, ont trouvé des valeurs de plomb faible de l'ordre de 0,050 mg/kg MB dans la chair de poisson sans une

différence significative entre les deux sites de leur étude : l'estuaire et du golf du Saint-Laurent et du Fjord de Saguenay. [11] Pour une consommation moyenne de 7,6 Kg /ht/an de poissons soient 0,625 Kg /ht / mois [12] et en tenant compte de la teneur moyenne de cette substance dans le poisson, nous pouvons estimer que chaque personne de la zone de l'étude ingère par mois 0,169 mg de plomb, uniquement à travers le poisson fumé. Etant donné que ce poisson ne constitue pas la seule source de contamination par le plomb, nul doute qu'il existe un risque élevé pour le consommateur.

CONCLUSION

Cette étude a été réalisée en 2012 dans six sites de transformation de poissons frais pêchés dans le fleuve en poissons fumés sur sept initialement prévus. Elle nous a permis de constater que cette transformation se fait essentiellement dans des fours traditionnels en banco mettant le poisson en contact direct avec la flamme et la fumée du combustible. Deux combustibles seulement ont été identifiés au cours de l'étude : le bois dans les sites de Manantali, Sélingué, koulikoro, Ségou et Bamako et la bouse de vache dans le site de Mopti. Nous avons retrouvé du mercure dans 53,75 % des échantillons de poissons frais et du plomb dans 71,25 % d'entre eux. Pour le poisson fumé 100 % des échantillons contiennent du mercure alors que le plomb est contenu dans 95 % d'entre eux. Toutes les valeurs, minimales, moyennes et maximales de mercure trouvées dans le poisson frais étaient inférieures à la norme européenne 0,5 mg/kg MB ce qui n'exclut pas le risque d'intoxication. Pour le plomb, les valeurs minimales trouvées dans le poisson fumé étaient au dessous de la norme européenne mais toutes les valeurs maximales étaient supérieures à cette norme. Aussi la combustion au bois semble être plus enclin à favoriser la présence du plomb dans le poisson fumé par rapport à la bouse de vache, car 92 % des échantillons fumés au bois en contenaient avec une valeur moyenne de 0,285 mg/kg MB ; et 100 % de ceux fumés avec la bouse de vache en contenaient avec une valeur moyenne de 0,248 mg/kg MB. et un test statistique de Kruskal - Wallis statistiquement significatif. Compte tenu de ces résultats nous faisons les recommandations suivantes : Assurer une large diffusion de la présente étude auprès des

autorités, des transformateurs et des consommateurs et établir un partenariat entre les services techniques chargés de la pêche et les pêcheurs en vue d'engager ces derniers dans une démarche qualité.

REFERENCES :

- 1) Code, 2003 : code d'usages pour les poissons et les produits de la pêche cac/rcp 52-2003. p145
- 2) Décret, 1986 : Décret n° 375 / PG – RM du 28 novembre 1986 portant organisation et modalités de fonctionnement de l'opération pêche Mopti(O.P.M). p1
- 3) Ministère de L'Agriculture du Mali, 2008 : Plan de Compétitivité Filière Poisson. p 3
- 4) [WWW.google.ml/géographie](http://www.google.ml/géographie) du Mali [consulté le 14/9/ 2013 à 10 :00]
- 5) Ministère du Plan et de la Statistique du MALI, 2009 : Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH). p 1 – 5
- 6) <http://www.FAO.org/docrep/w3699t03> .htm Alimentation de la rue en Afrique. C. Canet et C. N'Diaye [consulte 26 / 05/ 2015 a 10 h 00]
- 7) WWW.iedafrique.org/ Agriculture familiale et lutte contre la pauvreté [consulté le 29 juillet 2015 à 11 heures 21mn]
- 8) Ministère de la Santé du Mali, 2006 : Enquêtes démographiques et de santé (EDSM IV). p 1 – 497
- 9) Journal Officiel de l'Union Européenne, 2006 : Règlement(CE) n° 1881 de la commission européenne portant fixation de la teneur maximale pour certains contaminants dans les denrées alimentaires, annexe 6,
- 10) Maureen J, 1995 : La contamination par le mercure en Amazonie ; rapport du Centre de recherche pour le développement international du CANADA. p 1-5
- 11) Gobeil C, Clermont Y, Paquette G, 1997 : Concentrations en mercure, plomb et cadmium chez divers espèces de poissons de fonds, de poissons pélagiques et de crustacés de l'estuaire et du golf du Saint Laurent et du Fjord de saguenay. p 1-83
- 12) FAO, 2007 : Pour un monde libéré de la faim, rapport du Département des pêches et de l'aquaculture P 1 - 13

Tableau n° I : Répartition des transformateurs enquêtés en 2012 selon la source d'approvisionnement en poissons frais

Source d'approvisionnement	Effectif	%
Production familiale	40	50,00
Fournisseurs	16	20,00
Marché	7	8,75
Marché et Production familiale	7	8,75
Fournisseurs et marché	5	6,25
Fournisseurs et production familiale	5	6,25
Total	80	100,00

Tableau n° II : Répartition des transformateurs enquêtés en 2012 selon le mode de transformation des poissons

Mode de transformation	Effectif	%
Fumage	56	70,00
Fumage et séchage	24	30,00
Total	80	100,00

Tableau n° III : Répartition des transformateurs enquêtés en 2012 selon le moyen utilisé pour la transformation

Moyen utilisé pour la transformation	Effectif	%
Four traditionnel en banco	47	58,75
Fumoir métallique simple	22	27,50
Fumoir métallique amélioré	8	10,00
Four traditionnel en banco et fût coupé	3	3,75
Total	80	100,00

Tableau n° IV : Répartition des transformateurs enquêtés en 2012 selon le type de combustible utilisé pour le fumage

Combustibles utilisés	Effectif	%
Bois	50	62,50
Bouse de vache	30	37,50
Total	80	100,00

Tableau n° V : Répartition des transformateurs enquêtés en 2012 selon le mode de nettoyage du poisson avant fumage

Mode de nettoyage	Effectif	%
Ecaillage éviscération et rinçage à l'eau	48	72,73
rinçage avec l'eau seulement	16	24,24
rinçage avec l'eau et du sel	2	3,03
Total	66	100,00

Tableau n° VI : Répartition des transformateurs enquêtés en 2012 selon le mode de conservation de poisson fumé

Mode de conservation de poisson fumé	Effectif	%
Panier	53	66,25
Carton	6	7,50
Natte	6	7,50
Tasse	5	6,25
Pas de conservation	5	6,25
Sac en plastique, fût et carton	5	6,25
Total	80	100,00

Tableau n° VII: Répartition des transformateurs enquêtés en 2012 selon la fréquence d'enlèvement des ordures

Fréquence d'enlèvement des ordures	Effectif	%
Pas d'enlèvement	46	57,50
Quotidiennement	27	33,75
Par semaine	4	5,00
Un jour sur deux	3	3,75
Total	80	100,00

Tableau n° VIII : Présence de mercure en mg/kg MB dans les échantillons de poissons frais prélevés en 2012 auprès des transformateurs par site.

Mercure	Manantali	Koulikoro	Sélingué	Ségou		Mopti	Bamako	Total
				Ségou	Mopti			
Absence	0	0	7	4	25	1	37	
Présence	10	10	3	6	5	9	43	
Total	10	10	10	10	30	10	80	

Tableau n° IX : Présence de plomb en mg/kg MB dans les échantillons de poissons frais prélevés en 2012 auprès des transformateurs par site.

Plomb	Manantali	Koulikoro	Sélingué	Ségou	Mopti	Bamako	Total
Absence	7	2	2	5	5	2	23
Présence	3	8	8	5	25	8	57
Total	10	10	10	10	30	10	80

Tableau n° X : Présence de mercure en mg/kg MB dans les échantillons de poissons fumés prélevés en 2012 auprès des transformateurs par site.

Mercure	Manantali	Koulikoro	Ségou	Bamako	Total
Absence	0	0	0	0	0
Présence	10	10	10	10	40
Total	10	10	10	10	40

Tableau n° XI : Présence de plomb en mg/kg MB dans les échantillons de poissons fumés prélevés en 2012 auprès des transformateurs par site.

Plomb	Manantali	Koulikoro	Sélingué	Ségou	Mopti	Bamako	Total
Absence	0	4	0	0	0	0	4
Présence	10	6	10	10	30	10	76
Total	10	10	10	10	30	10	80

Tableau n° XII : teneur minimale, moyenne et maximale de mercure en mg/kg MB dans les échantillons de poissons frais prélevés en 2012 auprès des transformateurs par site.

Mercure	Manantali	Koulikoro	Sélingué	Ségou		Mopti	Bamako	Total
				Ségou	Mopti			
minimale	0,030	0,010	0,010				0,010	0,010
moyenne	0,102	0,046	0,020	0,010	0,010		0,029	0,047
Maximale	0,270	0,130	0,030	0,020	0,050		0,130	0,270

Tableau n° XIII : teneur minimale, moyenne et maximale de plomb en mg/kg MB dans les échantillons de poissons frais prélevés en 2012 auprès des transformateurs par site.

Plomb	Manantali	Koulikoro	Sélingué			Bamako	Total
			Ségou	Mopti			
minimale	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
moyenne	0,013	0,028	0,074	0,030	0,447	0,049	0,020
Maximale	0,020	0,030	0,150	0,070	8,570	0,110	8,570

Tableau n° XIV : teneur minimale, moyenne et maximale de mercure en mg/kg MB dans les échantillons de poissons fumés prélevés en 2012 auprès des transformateurs par site.

Mercuré	Manantali	Koulikoro	Ségou	Bamako	Total
minimale	0,080	0,010	0,020	0,010	0,010
moyenne	0,320	0,320	0,085	0,150	0,200
Maximale	0,900	1,020	0,160	1,260	1,260

Tableau n° XV : teneur minimale, moyenne et maximale de plomb en mg/kg MB dans les échantillons de poissons fumés prélevés en 2012 auprès des transformateurs par site.

Plomb	Manantali	Koulikoro	Sélingué			Bamako	Total
			Ségou	Mopti			
minimale	0,020	0,040	0,060	0,040	0,060	0,040	0,020
moyenne	0,140	0,153	0,437	0,144	0,248	0,496	0,270
Maximale	0,660	0,360	1,760	0,370	0,550	3,460	3,460

Tableau n° XVI : Présence de Plomb en mg/kg MB dans les échantillons de poissons fumés prélevés en 2012 auprès des transformateurs par type de combustible utilisé pour le fumage.

Plomb	Bois	Bouse de vache	Total
Absence	4	0	4
Présence	46	30	76
TOTAL	50	30	80

Statistiques descriptives pour chaque valeur de la variable de tableau croisé :

Le test de Kruskal – Wallis pour les deux groupes (fumé au bois et fumé à la bouse de vache donne comme Equivalent de $Ki2 = 7,5889$; degré de Liberté = 1 et une valeur de $p = 0,0059 < 0,050$ donc statistiquement significatif.

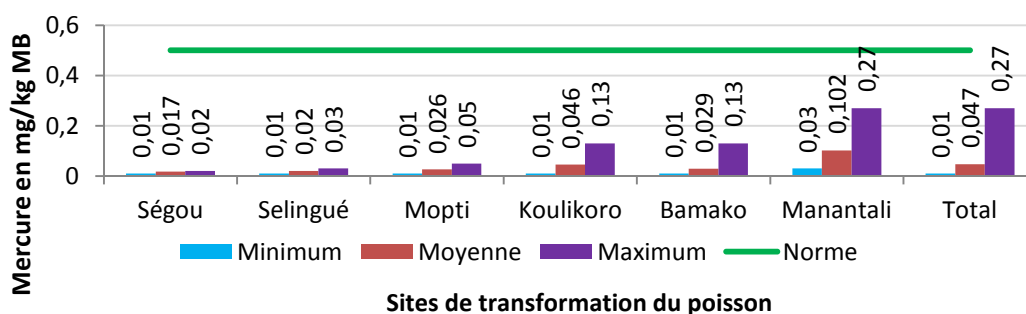


Figure n° I : valeurs minimales, moyennes et maximales de mercure en mg/kg MB dans les poissons frais prélevés auprès des transformateurs en 2012 au Mali par sites comparées à la norme européenne (0,5 mg/kg MB).

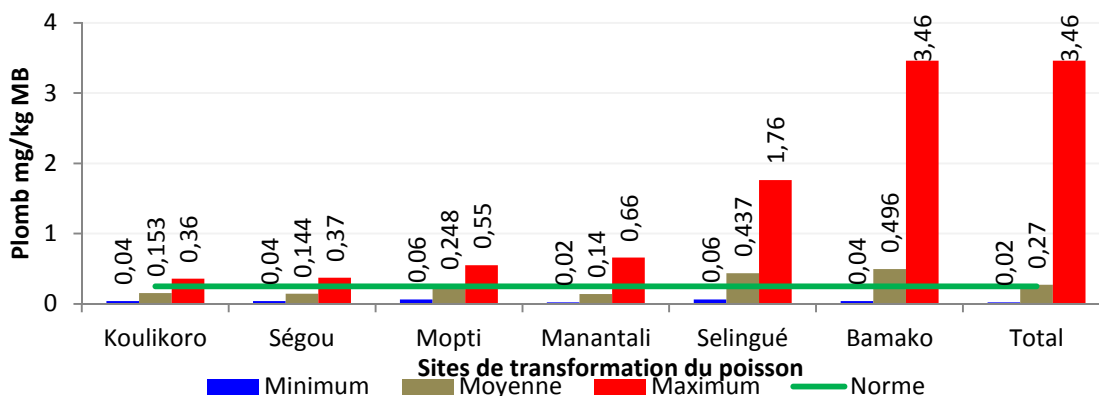


Figure n° II : valeurs minimales, moyennes et maximales de plomb dans les poissons fumés prélevés auprès des transformateurs en 2012 au Mali par sites comparées à la norme européenne (0,3 mg/kg MB).