

Polynésie française



Direction de la santé

**Consommation de poissons du large
et risque lié à l'exposition au méthylmercure
en Polynésie française**

État des lieux et recommandations

Delphine Lutringer, consultante

Bureau de veille sanitaire

Direction de la Santé

BP 611 - 98713 Papeete

Polynésie française

Septembre 2013

Auteurs

Dr Delphine Lutringer

Médecin de santé publique

Consultante pour la Direction de la Santé

Dr Henri-Pierre Mallet

Médecin coordonnateur du bureau de veille sanitaire - Direction de la Santé

Dr Maire Tuheiava

Médecin responsable du Département des Programmes de Prévention - Direction de la Santé

Solène Bertrand

Diététicienne-nutritionniste

Responsable du Bureau des maladies liées au mode de vie - Département des programmes de prévention - Direction de la Santé

Anne-Laure Berry

Épidémiologiste

Bureau de veille sanitaire - Direction de la Santé

Groupe de travail

- Élise BERNAR-PETIT, sage-femme libérale ;
- Anne-Laure BERRY, épidémiologiste, Bureau de Veille sanitaire, Direction de la Santé ;
- Solène BERTRAND, diététicienne-nutritionniste, Département des programmes de Prévention, Direction de la Santé ;
- Hervé BICHET, vétérinaire, Direction des Ressources Marines ;
- Sabrina CHANTEAU, médecin, Centre de Consultations Spécialisé en Protection Maternelle et Infantile, Direction de la Santé ;
- Bernard GRANGER, pédiatre ;
- Sandrine ITCHENER, sage femme, Centre Hospitalier de Polynésie française ;
- Delphine LUTRINGER, médecin, consultante en santé publique ;
- Henri-Pierre MALLET, médecin, Bureau de veille sanitaire, Direction de la Santé ;
- Glenda MELIX, ingénieur sanitaire, Centre d'Hygiène et de Salubrité Publique, Direction de la Santé ;
- Corinne MICHEL, médecin, Centre de Consultations Spécialisé en Protection Maternelle et Infantile, Direction de la Santé ;
- Yolande MOU, chargée de mission, Direction de la Santé ;
- Micheline PAPOUIN, pédiatre, Centre Hospitalier de Polynésie française ;
- Édouard SUHAS, chercheur, Institut Louis Malardé ;
- Audrey SZYMANOWICZ, vétérinaire, Service du Développement Rural ;
- Laurence THERON, pédiatre, Centre d'Action Médico-sociale Précoce, Direction de la Santé ;
- Maire TUHEIAVA, médecin, Département des programmes de Prévention, Direction de la Santé.

Abréviations

| | |
|-------|---|
| Anses | Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail |
| BMLD | benchmark dose limit |
| DHA | acide docosahexaénoïque |
| DHT | dose hebdomadaire tolérable |
| DJT | dose journalière tolérable |
| EFSA | European Food Safety Authority |
| EPA | acide eicosapentaénoïque |
| EPA | United States Environmental Protection Agency |
| ET | écart-type |
| FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations |
| FDA | Food and Drug Administration |
| JECFA | Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives |
| LOAEL | lowest observed adverse effect level (for toxic or other effects imposed on organisms or experienced by humans) |
| NOAEL | no observed adverse effect level (for toxic or other effects imposed on organisms or experienced by humans) |
| OMS | Organisation Mondiale de la Santé |
| PCB | polychlorobiphényles |
| QAAV | Département de la qualité alimentaire et de l'action vétérinaire |
| QI | quotient intellectuel |
| SDR | Service du développement rural |
| SPC | Secretariat of the Pacific Community |

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Introduction | 12 |
| Partie 1 : REVUE DE LA LITTÉRATURE CONCERNANT LES RISQUES LIES AU MÉTHYLMERCURE ET LES MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION..... | 13 |
| 1. Généralités du méthylmercure..... | 14 |
| 1.1 Historique..... | 14 |
| 1.2 Les différentes formes de mercure..... | 14 |
| 1.3 Histoire naturelle et contamination humaine..... | 15 |
| 1.4 Accumulation et élimination du méthylmercure..... | 16 |
| 1.5 Évaluation de l'exposition au mercure..... | 16 |
| 1.5.1 Mesures biologiques..... | 16 |
| 1.5.2 Évaluation par les enregistrements des consommations alimentaires..... | 17 |
| 1.5.3 Équivalence entre les différentes méthodes d'évaluation d'exposition..... | 18 |
| 2. Toxicité humaine du méthylmercure..... | 19 |
| 2.1 Enfants dont la mère a été exposée pendant la grossesse..... | 19 |
| 2.1.1 Troubles du système nerveux central..... | 19 |
| 2.1.2 Troubles cardiovasculaires..... | 21 |
| 2.2 Enfants exposés par leur propre consommation..... | 22 |
| 2.3 Adultes..... | 22 |
| 2.3.1 Troubles neurologiques | 22 |
| 2.3.2 Troubles généraux..... | 23 |
| 2.3.3 Troubles cardiovasculaires..... | 23 |
| 2.3.4 Troubles immunitaires..... | 25 |
| 2.3.5 Incidence des cancers..... | 25 |
| 2.4 Résumé des généralités et de la toxicité du méthylmercure | 26 |
| 2.5 Autres effets néfastes liés à la consommation de poissons..... | 26 |
| 3. Évaluation du risque de l'exposition au méthylmercure : dose tolérable d'exposition..... | 27 |
| 3.1 Seuils référents d'exposition au méthylmercure..... | 27 |
| 3.1.1 Le JECFA..... | 27 |
| 3.1.2 Autres seuils..... | 28 |

| | |
|--|----|
| 3.2 Normes concernant le taux de mercure dans le poisson..... | 29 |
| 3.3 Méthodologie de gestion du risque lié à l'exposition au méthylmercure au sein d'une population..... | 29 |
| 4. Évaluation du risque de l'exposition au méthylmercure : balance bénéfico-risque liée à la consommation de poissons..... | 30 |
| 4.1. Bienfaits liés à la consommation de poissons..... | 30 |
| 4.1.1 Bienfaits apportés au fœtus..... | 30 |
| 4.1.2 Bienfaits apportés aux adultes..... | 30 |
| 4.2. Étude par le JECFA de la balance bénéfico-risque de la consommation de poissons | 31 |
| 4.2.1 Contexte..... | 31 |
| 4.2.2. Étude de la balance bénéfico-risque : développement neuronal chez l'enfant à naître..... | 32 |
| 4.2.3 Étude de la balance bénéfico-risque : développement neuronal chez l'enfant..... | 34 |
| 4.2.4 Étude de la balance bénéfico-risque : étude chez l'adulte..... | 34 |
| 4.2.4.1 Troubles neurologiques..... | 34 |
| 4.2.4.2 Troubles cardiovasculaires..... | 34 |
| 4.2.5 Conclusions du JECFA concernant l'étude de la balance bénéfico-risque de la consommation de poissons..... | 35 |
| 4.2.5.1 Femmes enceintes, fœtus et enfants..... | 35 |
| 4.2.5.2 Adultes..... | 36 |
| 5. États des lieux des recommandations émises par les pays..... | 36 |
| 5.1 France (Anses) | 36 |
| 5.2. Europe (EFSA) | 37 |
| 5.3 Nouvelle Calédonie..... | 38 |
| 5.4 Canada (Santé Canada) | 38 |
| 5.5 Irlande..... | 39 |
| 5.6 Royaume-Uni..... | 39 |
| 5.7 USA..... | 39 |
| 5.8 Australie et Nouvelle-Zélande..... | 40 |

Partie 2 : SITUATION DE LA POLYNÉSIE FRANÇAISE : ÉVALUATION DE LA DOSE D'EXPOSITION AU MÉTHYLMERCURE DE LA POPULATION POLYNÉSIEENNE.....41

| | |
|--|----|
| 1. Évaluation de l'exposition réalisée à partir de la consommation de poissons..... | 42 |
| 1.1 Le poisson en Polynésie française : espèces, contamination et consommation..... | 42 |
| 1.1.1 La pêche en Polynésie française (peche.pf) | 42 |
| 1.1.2 Contamination en mercure des espèces de poissons pêchées en Polynésie française..... | 44 |
| 1.1.3 Espèce et quantité de poissons consommés..... | 45 |
| 1.2 Évaluation du poids moyen des Polynésiens..... | 47 |
| 1.3 Évaluation de l'exposition au méthylmercure..... | 47 |
| 1.3.1 Chez la femme enceinte..... | 47 |
| 1.3.2 Chez les enfants..... | 50 |
| 1.3.3 Chez l'adulte..... | 51 |
| 2. Mesure de l'exposition au mercure à partir de dosages sanguins..... | 51 |
| 2.1 Chez la femme enceinte..... | 51 |
| 2.2 Chez des adultes..... | 52 |
| 3. Exposition au mercure de la population polynésienne : conclusions..... | 53 |

Partie 3 : PERTINENCE DE L'ÉMISSION DE RECOMMANDATIONS ET PROPOSITIONS DE RECOMMANDATIONS.....54

| | |
|---|----|
| 1. Pourquoi émettre des recommandations en Polynésie française ?..... | 55 |
| 1.1 Femmes enceintes et allaitantes..... | 55 |
| 1.2 Adultes..... | 56 |
| 2. Propositions de recommandations..... | 57 |
| 2.1 Femmes enceintes ou allaitantes..... | 58 |
| 2.1.1 Recommandations à partir des données de consommation de poissons.... | 58 |
| 2.1.2 Recommandations à partir des données OMS prenant en compte les bienfaits des acides gras oméga-3..... | 59 |
| 2.1.3 Conclusions..... | 60 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2 Les Enfants..... | 60 |
| 2.3 Les adultes..... | 62 |
| Partie 4 : RECOMMANDATIONS VALIDÉES PAR LE GROUPE DE TRAVAIL..... | 64 |
| 1. Recommandations chez la femme enceinte et allaitante..... | 65 |
| 2. Recommandations chez l'enfant..... | 68 |
| 3. Recommandations chez l'adulte..... | 71 |
| Conclusion..... | 73 |
| Références..... | 74 |
| Annexes..... | 84 |
| Annexe A : Courier du ministère des Ressources Marines au ministère de la Santé..... | 84 |
| Annexe B : Résumé de la méta-analyse réalisée par Axelrad et al. (24) | 86 |
| Annexe C : Estimation du nombre de points de QI perdus (par l'action du mercure) ou gagnés (par l'action des acides gras oméga-3) par le fœtus suite à la consommation de poissons chez la mère pendant la grossesse, en tenant compte des teneurs en mercure et acides gras oméga-3 des espèces de poissons consommés et des fréquences des repas (un, deux, quatre ou sept).. | 87 |
| Annexe D : Taux de mercure total mesuré en 2012 dans les différentes espèces de poissons pélagiques de Polynésie française..... | 89 |

Liste des tableaux et figures

Tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1. Troubles cardiovasculaires et exposition au mercure : revue de la littérature..... | 25 |
| Tableau 2. Espèces de poissons pêchées au large en Polynésie française..... | 43 |
| Tableau 3. Mercure total des espèces de poissons pêchées en Polynésie française (données de surveillance QAAV-SDR Polynésie française) | 44 |
| Tableau 4. Poids moyen des Polynésiens en kg et son intervalle de confiance à 95 % en fonction du sexe et de l'âge..... | 47 |
| Tableau 5. Dose d'exposition au mercure et rapport à la dose hebdomadaire tolérable définie par le JECFA (1,6 µg/kg/semaine) en considérant des portions de 100 g, un poids moyen de 74 kg et dans le cas où chaque espèce compose la totalité des repas hebdomadaires pris à base de poissons pélagiques..... | 48 |
| Tableau 6. Dose d'exposition au mercure via la consommation de poissons et rapport à la dose hebdomadaire tolérable préconisée par le JECFA (1,6 µg/kg/semaine) en considérant des portions de 100 g et un poids moyen de 74 kg..... | 50 |
| Tableau 7. Dose d'exposition au mercure liée à la consommation d'une portion hebdomadaire de poissons pélagiques et rapport à la dose hebdomadaire tolérable préconisée par le JECFA (1,6 µg/kg/semaine) en considérant des portions habituellement recommandées en fonction du poids et de l'âge de l'enfant..... | 51 |
| Tableau 8. Quantités hebdomadaires maximales de thon recommandées (en fonction du poids et en considérant une DHT de 1,6 µg/kg/semaine) et nombre de repas hebdomadaire maximum en fonction des portions habituellement recommandées aux enfants..... | 62 |

Figures

| | |
|---|----|
| Figure 1. Formule permettant d'évaluer l'exposition au méthylmercure à partir des consommations de poissons..... | 18 |
| Figure 2. Perte de points de QI en relation avec le taux de mercure capillaire de la mère et proportion de la population dont la perte de points de QI entraînerait un retard mental..... | 21 |
| Figure 2bis. Illustration de la proportion d'individus souffrant d'un retard mental imputé à l'exposition au mercure (exemple avec une exposition de 15 µg/g) | 21 |
| Figure 3. Correspondance entre l'apparition des troubles neurologiques et le taux de mercure capillaire..... | 23 |
| Figure 4. Résumé des généralités concernant le méthylmercure : sources d'exposition, dosage et conséquences principales..... | 26 |
| Figure 5. Contenu en mercure et en acides gras oméga-3 de différentes espèces de poissons (données OMS) | 32 |
| Figure 6. Évolution des taux moyens de mercure contenu dans le thon blanc germon en fonction des années (1999-2011) | 45 |

Introduction

Ce travail et les recommandations qui y sont faites répondent à une demande adressée par le Ministre des Ressources Marines au Ministre de la Santé en décembre 2012 (Annexe A). La Direction de la santé, et plus spécifiquement le Bureau de veille sanitaire, ont été désignés en charge de ce travail.

Dans le contexte des nombreuses communications et publications locales et internationales réalisées ces dernières années, il est apparu nécessaire d'établir des recommandations officielles pour la population polynésienne, visant à préciser les risques potentiels d'intoxication au mercure qui pourraient être liés à la consommation de thon et de poissons du large.

En effet, si les mesures de mercure dans les thons et la majorité des poissons pélagiques - régulièrement effectuées par le département de la qualité alimentaire et de l'action vétérinaire (QAAV) du Service du Développement Rural (SDR) - n'ont pas alerté sur des taux excessifs, le haut niveau de consommation de ces produits par la population polynésienne nécessite d'adapter les recommandations internationales à ce contexte.

En conséquence, un travail d'expertise a été décidé, intégrant les données bibliographiques internationales et locales, en concertation avec les partenaires locaux, et en tenant compte des recommandations régionales et internationales.

Pour cela, la Direction de la Santé a mis en place un groupe de travail afin d'établir un état des lieux des connaissances et de la situation en Polynésie française et d'émettre des recommandations pour la population.

Ce groupe de travail s'est réuni à deux reprises, les 15 mai et 27 mai 2013. L'analyse documentaire, la synthèse et la rédaction du rapport final ont été réalisées par le Dr Delphine Lutringer, consultante pour le Bureau de veille sanitaire.

Partie 1

REVUE DE LA LITTÉRATURE CONCERNANT LES RISQUES LIÉS AU MÉTHYLMERCURE ET LES MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

1. Généralités du méthylmercure

1.1 Historique

Les effets néfastes du mercure sur la santé sont connus depuis des siècles. Ils peuvent être illustrés à travers quelques anecdotes ou épisodes « épidémiques » observés lors de fortes expositions :

- « Mad as a hatter » était une expression couramment employée au Royaume-Uni durant les 18e et 19e siècles pour désigner une personne démente. En effet, les fabricants de chapeaux inhalaient de nombreuses vapeurs de mercure nécessaires à la production et souffraient de graves conséquences neurologiques (1) ;
- Dans les années 1900, la présence de mercure dans certains baumes ou pâtes dentaires a entraîné chez des enfants de nombreux cas d'acrodynie. Ils souffraient de multiples troubles neuropsychiatriques, dermatologiques, métaboliques, digestifs ... (1) ;
- Dans les années 1900, une usine japonaise située dans la baie de Minimata rejetait de nombreux résidus de métaux lourds – dont du mercure - dans la mer. Dans les années 1950, les premiers cas d'intoxication au mercure de pêcheurs et de leur famille suite à la consommation de poissons hautement contaminés étaient décrits. Des mères indemnes de symptômes donnaient naissance à des nouveaux nés lourdement handicapés et des troubles neurologiques étaient observés dans la population générale. Environ un millier de décès ont été imputés à cette intoxication (1;2) ;
- Dans les années 1970, en Irak, la consommation de pain fabriqué à partir de farine de blé traité avec un fongicide contenant du méthylmercure a été à l'origine de nombreuses atteintes neurologiques chez les mères et les nourrissons (1).

1.2 Les différentes formes de mercure

Le mercure constitue l'un des dix groupes de produits chimiques extrêmement préoccupants pour la santé publique selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). C'est un métal lourd qui existe sous différentes formes (3) :

- le mercure élémentaire (ou métallique) : élément liquide argenté et volatil qui forme rapidement à l'air et à température ambiante une vapeur toxique, indolore et incolore qui sédimente rapidement ;
- le mercure inorganique (sels de mercure) : l'exposition est volontiers professionnelle. Il se forme lorsque le mercure élémentaire est combiné avec d'autres éléments tels que le soufre, le chlore, l'oxygène, etc. ;
- le mercure organique tel que le méthylmercure est formé lorsque le mercure élémentaire se combine à du carbone.

1.3 Histoire naturelle et contamination humaine

Le mercure est naturellement présent dans la nature et l'écorce terrestre. Il est libéré dans l'environnement par l'activité volcanique, l'érosion des roches et à la suite d'activités humaines. Ces dernières, cause principale des rejets de mercure, proviennent notamment des centrales électriques au charbon, de l'utilisation domestique de ce dernier pour le chauffage et la cuisine, des processus industriels, des incinérateurs de déchets et de l'extraction minière du mercure, de l'or et autres métaux. On retrouve encore ce métal dans certains amalgames dentaires, les thermomètres ou les baromètres (4).

Une fois libéré dans l'environnement et l'atmosphère, le mercure est très volatil. Il est alors transporté facilement et se transforme en mercure inorganique après oxydation. Il devient alors moins volatil, mais extrêmement soluble. Sous l'action de bactéries vivant en zones humides, il se transforme en méthylmercure et va alors s'accumuler dans les sédiments et biologiquement dans les poissons et les crustacés où il atteint une concentration plus forte que dans l'environnement : c'est la *bioaccumulation*. Étant donné son affinité pour les protéines, le méthylmercure s'accumule dans le muscle du poisson. Le méthylmercure subit également une *bioamplification* : les poissons prédateurs se trouvant en bout de chaîne alimentaire, en général de poids et d'âge plus élevés, ont des teneurs en mercure plus importantes puisqu'ils se nourrissent de poissons plus petits, mais également contaminés (4).

Notons que le mercure s'accumulant dans le muscle du poisson peut également exister sous forme de mercure inorganique même si le méthylmercure reste la forme largement prédominante. La part du méthylmercure par rapport au mercure total varie entre espèces. Alors que le méthylmercure représente environ 90% du mercure total dans le thon (5;6), le

mercure serait essentiellement sous forme de mercure inorganique dans l'espadon. Cette part varie également au sein d'une même espèce. Concernant le thon par exemple, deux études ont montré des variations de la part du méthylmercure entre 70% et 94% (5;6). Toutefois, lorsque l'on dose la quantité de mercure dans le poisson, on dose la plupart du temps le mercure total (beaucoup moins cher que le dosage du méthylmercure). Ainsi, lors de l'évaluation du risque pour la santé, on présume souvent qu'il s'agit de méthylmercure à 100%. L'exposition est donc surestimée. Aucun facteur de conversion ne permet d'avoir une estimation précise de la part du méthylmercure par rapport au mercure total au vu de ses importantes variations.

La contamination de l'homme par le méthylmercure se fait donc par la consommation de produits de la mer (ou des rivières) et essentiellement par la consommation de poissons prédateurs. Notons que la contamination par le mercure élémentaire et inorganique se fait souvent par le biais d'une activité professionnelle.

1.4 Accumulation et élimination du méthylmercure

Le méthylmercure est la forme de mercure qui est le plus facilement absorbée par l'organisme humain. Au total, 95% du méthylmercure ingéré est absorbé et distribué à travers le corps par le système sanguin, passant aisément les barrières cérébrale et placentaire (surtout au dernier trimestre de grossesse). Le méthylmercure est métabolisé et possède une demi-vie de l'ordre de 44-80 jours. Il est excrété par les selles, les urines (moins d'un tiers), les cheveux et le lait maternel (faible dose). Toutefois, une partie s'oxyde et s'accumule au niveau cérébral (4).

1.5 Évaluation de l'exposition au mercure

1.5.1 Mesures biologiques

- **Le taux capillaire** (dosé en $\mu\text{g/g}$) est la mesure la plus précise, même si elle reste suggestive de par les variabilités interindividuelles (7). Ce prélèvement est simple à obtenir et sans risque. Ce taux est en général très bien corrélé à la dose de poisson consommé. En effet, le mercure total mesuré est quasi exclusivement sous forme de méthylmercure (jusqu'à 99 %) (8), particulièrement dans les populations à forte consommation de poisson. Une dose d'exposition

de 0,1 µg/kg/jour de méthylmercure correspond à une concentration capillaire de 1 µg/g. De plus, cette mesure permet d'étudier la chronicité de l'exposition et les variations temporelles puisqu'un centimètre de cheveux correspond environ à un mois de consommation.

Cette mesure a été principalement utilisée dans les études de corrélations entre l'exposition au méthylmercure de la mère pendant la grossesse et l'incidence des troubles chez les enfants.

- **Le taux sanguin** de mercure (dosé en µg/L ou en nmol/L (5*le taux en µg/L)) reproduit une consommation récente et représente en moyenne un ratio 1/250 de la concentration capillaire, même si la variation interindividuelle de ce ratio est importante (140-370) (9). Lorsque ce ratio spécifique à chaque population est inconnu (double dosage non effectué), 250 est communément utilisé pour effectuer les conversions. Par ailleurs, tout comme le taux capillaire, le taux sanguin de mercure total dans une population à forte consommation de poissons est représenté essentiellement par du méthylmercure. Lors d'une exposition concomitante avec du mercure élément, une mesure spécifique du méthylmercure doit être effectuée.

- **Le taux dans le sang du cordon ombilical** (dosé en µg/L ou en nmol/L) reflète la concentration à laquelle le cerveau fœtal a été exposé au second et surtout au dernier trimestre de grossesse. Il est bien corrélé avec la dose d'exposition prénatale, mais retranscrit mal la contamination maternelle (7). Le rapport entre la concentration dans le cordon (plus élevé) et dans le sang maternel, toutes deux exprimées en µg/L, est de l'ordre de 1,7 maximum (10). Ce taux est communément retranscrit en taux capillaire ou en dose d'exposition, même s'il reste imprécis au vu des nombreuses transformations.

- **Le taux unguéal** peut être utilisé tout comme le dosage capillaire pour évaluer la chronicité d'une exposition (7). Il est bien corrélé avec l'exposition au méthylmercure. Toutefois, il faut s'assurer que les individus ne sont pas exposés à une autre forme de mercure que le méthylmercure.

- **Le dosage urinaire** est anecdotique.

1.5.2 Évaluation par les enregistrements des consommations alimentaires

L'exposition au mercure peut être évaluée par l'analyse de la consommation de poissons en fonction des espèces et de leur contenu en mercure (Figure 1) (7;9). Les informations nécessaires sont : la fréquence des repas composés de poisson, la quantité consommée à

chaque repas, l'espèce de poisson consommée, la teneur en mercure de cette espèce et le poids de l'individu ou le poids moyen de la population étudiée.

Cette approche est fréquemment utilisée pour l'émission de recommandations puisqu'on cherchera à déterminer la quantité maximale de poisson qu'un individu peut consommer pour atteindre une dose « seuil » d'exposition.

Figure 1. Formule permettant d'évaluer l'exposition au méthylmercure à partir des consommations de poissons

$$\frac{\text{Amount of fish ingested per week (kg/week)} * \text{Mercury concentration in the fish ingested (\mu\text{g/kg})}}{\text{Kilogram body weight (kg bw)}} = \text{Methylmercury intake per kilogram body weight per week (\mu\text{g methylmercury per kg body weight per week})}$$

Par ailleurs, la relation entre la dose d'exposition et le taux de mercure dans le sang chez une femme enceinte peut être évaluée par la formule suivante (9) :

$$d = \frac{C \cdot b \cdot v}{A \cdot f \cdot bw}$$

where:
d = dose ($\mu\text{g/kg bw/day}$)
C = concentration in blood ($\mu\text{g/L}$)
b = elimination rate constant ($0.014 \text{ per day}^{-1}$)
v = blood volume (9% of bw - pregnant female)
A = fraction of the dose absorbed (0.95)
f = absorbed fraction distributed to blood (0.05)
bw = body weight (65 kg for pregnant female)

1.5.3 Équivalence entre les différentes méthodes d'évaluation d'exposition

En résumé, une dose d'exposition de méthylmercure de $0,1 \mu\text{g/kg/jour}$ chez une femme adulte de 60 kg correspond en général à un taux capillaire de méthylmercure de $1 \mu\text{g/g}$, un taux ombilical de $5\text{-}6 \mu\text{g/L}$ et à un taux sanguin de $4\text{-}5 \mu\text{g/L}$ (11).

2. Toxicité humaine du méthylmercure

Le mercure élément et le mercure inorganique (dont l'absorption intestinale est faible) entraînent des conséquences neurologiques, rénales, respiratoires, dermatologiques et cardiovasculaires. Nous nous intéresserons dans ce rapport uniquement à la forme organique du mercure et plus particulièrement au méthylmercure puisque il s'agit de la forme toxique qui est en lien avec la consommation de poissons.

La toxicité du méthylmercure dépend de la dose et de la durée d'exposition et de la population exposée (enfants, adultes, fœtus). Une population à risque est une population sensible aux effets du méthylmercure ou une population fortement exposée.

2.1 Enfants dont la mère a été exposée pendant la grossesse

2.1.1 Troubles du système nerveux central

- Une forte exposition au méthylmercure chez la mère pendant la grossesse (observée lors de l'accident au Japon évoqué au §1.1) peut entraîner de graves troubles neurologiques irréversibles chez l'enfant à naître. En effet, le méthylmercure passe aisément la barrière placentaire et affecte directement le développement du système nerveux central du fœtus, plus sensible que celui de l'adulte. Les symptômes peuvent inclure retard mental, dysarthrie, troubles sensoriels - tels que cécité ou surdité -, paralysies, ataxie cérébelleuse, perturbation de la croissance, malformation des membres, etc. (7).

- Une exposition plus faible chez la mère par le biais de fortes consommations de poissons pendant la grossesse peut également entraîner des troubles. Trois études de cohortes ont été réalisées en Nouvelle-Zélande (12;13), dans les îles Féroé (14;15) et aux Seychelles (16-20). Les deux premières cohortes ont montré une corrélation inverse entre les performances des enfants aux tests neurocomportementaux et les taux de mercure capillaire chez la mère. Globalement, les troubles observés étaient des troubles de l'attention, des fonctions motrices fines, des capacités visuo-spatiales, des capacités mnésiques, des anomalies des potentiels évoqués auditifs, des troubles du langage, des performances au test du quotient intellectuel (QI), etc. Plus précisément, la cohorte de Nouvelle-Zélande montrait que l'incidence des

enfants ayant des scores de développement plus faible - dont un déficit de trois points au test du QI – était plus élevée lorsque les taux capillaires maternels étaient $> 6 \mu\text{g/g}$ (en comparaison avec des taux $<3 \mu\text{g/g}$ et $3-6 \mu\text{g/g}$) (12). L'étude réalisée aux îles Féroé montrait que les enfants ayant un score de développement plus faible avaient un taux de mercure dans le sang du cordon ombilical ou un taux capillaire chez la mère plus élevés (respectivement $22,9 \mu\text{g/L}$ et $4,3 \mu\text{g/g}$) (14). Cette étude a montré que les troubles observés chez les enfants à l'âge de 7 ans étaient reproductibles à l'âge de 14 ans (15).

La cohorte réalisée aux Seychelles n'a montré aucune corrélation entre le développement de l'enfant et les taux de mercure. La moyenne arithmétique de la concentration capillaire chez la mère était pourtant de $6,8 \mu\text{g/g}$. Les explications évoquées sont diverses : acides gras oméga-3 et autres nutriments plus importants dans les espèces de poissons consommés par cette population (et possiblement antagonistes du méthylmercure), polychlorobiphényles (PCB) moins nombreux, exposition constante et non fluctuante comme aux îles Féroé, etc. (16-20).

Plusieurs travaux et méta-analyses associant ces trois cohortes ont permis de quantifier cette relation et d'établir une relation dose-effet, particulièrement en terme de performances au test du QI (21-24) : Axelrad et al. et Cohen et al. ont montré respectivement une perte de 0,18 et 0,7 point de QI pour une augmentation de $1 \mu\text{g/g}$ de la concentration de mercure capillaire chez la mère (21;24). Une étude de cohorte américaine plus récente montrait également cette association à des taux d'exposition plus faibles que les premières études (25;26).

Les symptômes observés sont toutefois modérés et peuvent être diagnostiqués à l'aide d'outils fins et spécifiques. La perte de points de QI n'est pas forcément visible ni même pathologique. Aussi, plusieurs indicateurs peuvent nous permettre d'illustrer le poids que représentent ces troubles neurologiques. Concernant l'étude du QI, les troubles associés à la perte de quelques points deviennent directement visibles lorsque le score est abaissé en dessous de 70, limite définissant un retard mental. Aussi, en envisageant que la totalité des enfants exposés au méthylmercure ait un QI diminué par rapport à ce qu'il aurait été en l'absence d'exposition, seule une part de ces enfants souffrira de retard mental (c'est-à-dire les enfants qui avaient déjà un QI proche de 70). Plus l'exposition au méthylmercure est importante et plus cette part augmente. On peut ainsi établir l'incidence des nouveau-nés souffrant de retard mental imputé à l'exposition au méthylmercure. À partir des données d'Axelrad et al. (24) (Annexe B), la figure 2 démontre que pour un taux capillaire chez la mère de $15 \mu\text{g/g}$, les enfants à naître

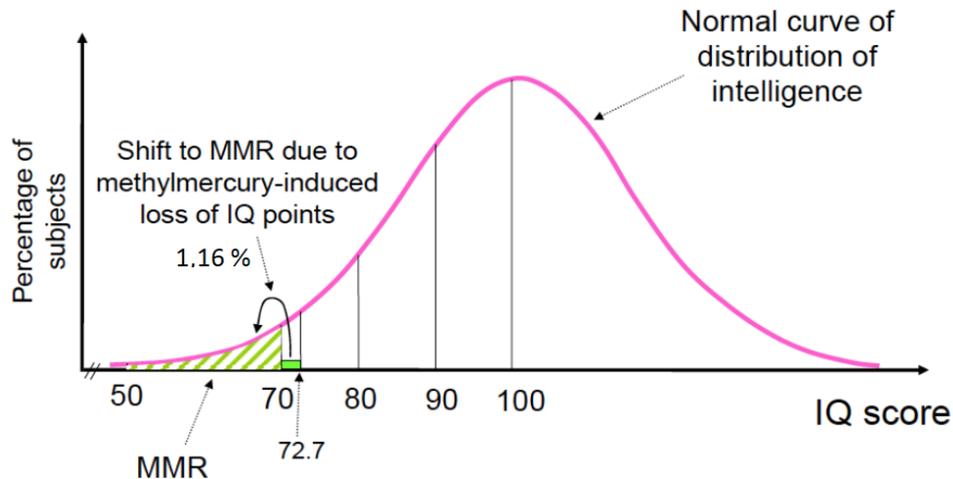
perdraient 2,7 points de QI, mais que seulement 1,16 % d'entre eux aurait des conséquences cliniques en lien avec un retard mental (Figure 2bis) (1).

Figure 2. Perte de points de QI en relation avec le taux de mercure capillaire de la mère et proportion de la population dont la perte de points de QI entraînerait un retard mental

| Hair mercury interval ($\mu\text{g/g}$) | IQ point loss from exposure | IQ range for which exposure would result in MMR | Percent of population shifted to MMR |
|---|-----------------------------|---|--------------------------------------|
| 0-2 | 0.18 | 70.00 - 70.18 | 0.05 |
| 2-4 | 0.54 | 70.00 - 70.54 | 0.22 |
| 4-6 | 0.90 | 70.00 - 70.90 | 0.34 |
| 6-8 | 1.26 | 70.00 - 71.26 | 0.46 |
| 8-10 | 1.62 | 70.00 - 71.62 | 0.66 |
| 10-12 | 1.98 | 70.00 - 71.98 | 0.79 |
| 12-14 | 2.34 | 70.00 - 72.34 | 1.01 |
| 14-16 | 2.70 | 70.00 - 72.70 | 1.16 |
| 16-18 | 3.06 | 70.00 - 73.06 | 1.31 |
| 18-20 | 3.42 | 70.00 - 73.42 | 1.56 |

^a Based on a normal distribution

Figure 2bis. Illustration de la proportion d'individus souffrant d'un retard mental imputé à l'exposition au mercure (exemple avec une exposition de 15 $\mu\text{g/g}$)



2.1.2 Troubles cardiovasculaires

Les enfants issus de la cohorte des îles Féroé exposés au mercure pendant la grossesse avaient une tension artérielle plus élevée à l'âge de 7 ans par rapport aux enfants peu exposés (27). Cet effet semblait disparaître à l'âge de 14 ans (28).

2.2 Enfants exposés par leur propre consommation

Globalement, peu de travaux ont été effectués concernant les enfants exposés par leur propre consommation de poissons. Une étude réalisée chez des enfants inuits exposés via la consommation de mammifères marins à forte imprégnation de mercure a montré des anomalies des potentiels évoqués visuels. (29)

2.3 Adultes

2.3.1 Troubles neurologiques

Les différents troubles neurologiques observés chez l'adulte en fonction de la dose d'exposition au mercure (mesurée par le dosage capillaire) sont résumés sur la figure 3.

- Lors d'une forte exposition au méthylmercure, divers symptômes neurologiques ont été observés tels que paresthésies, neuropathies périphériques, dysarthrie, tremor, ataxie cérébelleuse, trouble de l'équilibre, troubles ophtalmologiques et auditifs, etc. Ces symptômes peuvent être réversibles après éviction de la source d'exposition (2).

- Lors d'expositions plus modérées comme celles observées lors de fortes consommations de poissons, les études scientifiques donnent des résultats contradictoires et le risque reste difficilement quantifiable (30-34). Comme le montre la figure 3, les premiers signes neurologiques (paresthésies) apparaissent en général à partir d'un taux capillaire de 50 µg/g. Un tel niveau d'exposition est rarement atteint par une seule consommation de poissons. En dessous de ce taux, les études ne démontrent pas de résultats très probants.

Figure 3. Correspondance entre l'apparition des troubles neurologiques et le taux de mercure capillaire

| Hair mercury concentration (ppm) | Health effects observed |
|----------------------------------|---|
| < 14 | No appreciable effect on the child |
| 15 to 50 | No clinical effects (subclinical effects not confirmed) |
| 50 to 200 | Threshold for appearance of earliest symptoms in adults (paresthesia) |
| 200 to 1,000 | Increase in frequency of neurological effects |
| > 1,000 | Serious neurological effects leading to death |

Source : HydroQuébec

2.3.2 Troubles généraux

Des troubles généraux tels que des céphalées, myalgies, arthralgies, amnésie, asthénie ont été observées lors de fortes expositions (2).

2.3.3 Troubles cardiovasculaires

Alors que la plupart des études scientifiques ont échoué à démontrer une corrélation entre le niveau d'exposition au mercure et certains critères de jugement cardiovasculaires, certaines d'entre elles trouvent toutefois des associations positives, notamment avec la mortalité cardiovasculaire, l'incidence des infarctus du myocarde, la variabilité cardiaque et la pression artérielle (Tableau 1) (35-46). La variabilité cardiaque au repos est définie par différentes mesures réalisées sur une période de deux heures à l'aide d'un enregistrement holter. Elle représente l'activité automatique cardiaque par la mesure de la variabilité globale (mesurée notamment par l'écart-type des intervalles R-R ou l'écart-type des moyennes de cet intervalle calculées sur des intervalles de 5 minutes), la mesure des activités sympathique et parasympathique et de la balance sympatho-vagale. Une diminution de cette variabilité

(diminution de l'activité automatique du cœur) peut avoir des conséquences telles que l'augmentation de la mortalité par mort subite.

Les actions du mercure sur le système cardiovasculaire sont diverses. Il peut s'agir d'actions systémiques - telles que la promotion des effets des radicaux libres, l'inhibition des systèmes antioxydants, la promotion de l'activité de coagulation, etc. - ou d'actions ayant un effet cardiovasculaire direct telles que l'abaissement de la force contractile du myocarde, la diminution de l'action contractile du ventricule gauche via une réduction de l'activité de l'enzyme myosine ATPase, une augmentation de la pression artérielle, etc. (47).

Ces recherches sont encore au stade initial et les corrélations observées sont difficilement quantifiables (Tableau 1) (35-46). Les différentes études présentent beaucoup de limites et la méta-analyse réalisée ne montrait aucun résultat significatif entre l'association de la mortalité par événements coronaires et l'exposition au mercure (48). Toutefois, les résultats dans ce domaine doivent être suivis, car des indicateurs tels que la pression artérielle sont des facteurs de risque cardiovasculaire majeurs qui pourraient impacter significativement la mortalité.

Tableau 1. Troubles cardiovasculaires et exposition au mercure : revue de la littérature

| Indicateurs cardiovasculaires chez l'adulte | Auteurs et année | Pays et design d'études | Taux de mercure à partir duquel le risque est significatif ou conclusions |
|---|---|--|---|
| Incidence de l'infarctus du myocarde | Salonen et al. 1995 (35) | cohorte finlandaise | > 2 µg/g (capillaire) |
| | Virtanen et al. 2005 (36) | cohorte finlandaise | Contrebalance les effets positifs des oméga-3 |
| | Guallar et al. 2002 (37) | étude cas-témoin européenne et israélienne | |
| Augmentation de l'épaisseur de l'intima et de la média (indic. athérosclérose) | Salonen et al. 2000 (38) | cohorte finlandaise | > 2,81 µg/g (capillaire) |
| Augmentation de la mortalité cardiovasculaire | Salonen et al. 1995 (35) | cohorte finlandaise | Corrélation avec la dose de mercure (linéarité de l'association) |
| | Virtanen et al. 2005 (36) | cohorte finlandaise | |
| | Rissanen et al. 2000 (39) Guallar et al. 2002 (37) | Finlande étude cas-témoin européenne et israélienne | |
| Pression artérielle | Valera et al. 2009 (40) | Nord Canada (Inuit) | |
| | Choi et al. 2009 (41) | Iles Féroé | |
| | Fillon et al. 2006 (42) | Amazones brésiliens | |
| | Pedersen et al. 2005 (43) | Groenland et Danois | |
| Variabilité cardiaque | Valera et al. 2009 (40) | Nord Canada (Inuit) | |
| | Lim et al. 2010 (44) | République de Corée | 0,83 µg/g (capillaire) |
| | Valera et al. 2011 (45) | Polynésie française | balance sympatho-vagale qui augmente avec le taux de mercure chez les adolescents |
| | Yaginuma et al. 2009 (46) | Japon | |

2.3.4 Troubles immunitaires

Une étude a montré que le méthylmercure pouvait avoir un effet néfaste sur l'immunité (49).

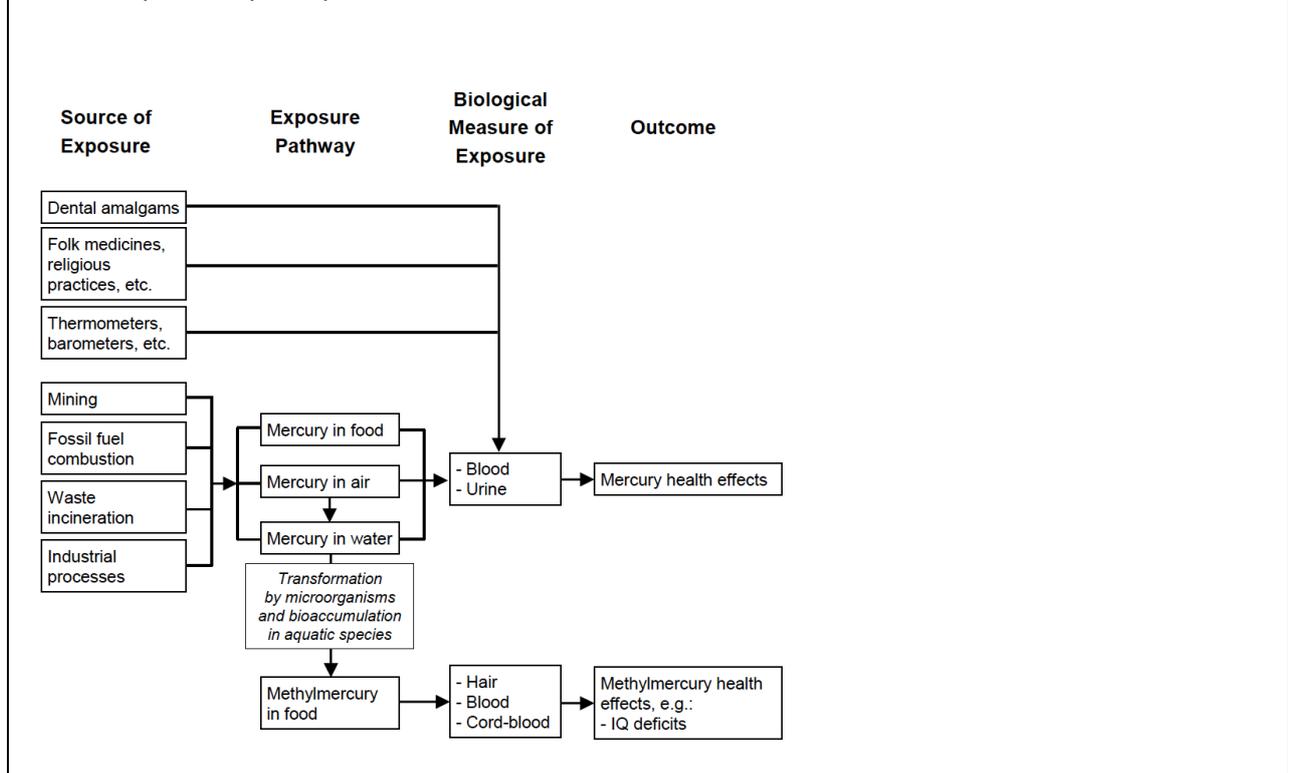
2.3.5 Incidence des cancers

Aucune association n'a été retrouvée entre l'exposition au méthylmercure et le cancer.

2.4 Résumé des généralités et de la toxicité du méthylmercure

La figure 4 résume l'ensemble des données générales concernant le méthylmercure (1).

Figure 4. Résumé des généralités concernant le méthylmercure : sources d'exposition, dosage et conséquences principales



2.5 Autres effets néfastes liés à la consommation de poissons

La présence de PCB ou de dioxines dans le poisson peut également être à l'origine d'anomalies dans le développement neurologique de l'enfant. Ces études restent toutefois expérimentales et les preuves encore insuffisantes. Par contre, il est bien connu qu'une forte exposition aux dioxines augmente le risque de cancers (tous types de cancers cumulés) ainsi que la mortalité cardiovasculaire (4).

Le seuil tolérable de dioxines préconisé par le JECFA - Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – experts conjoints de la « Food and agriculture organization of the United nation » (FAO) et de l'OMS est de 70 pg/kg ou 2,3 pg/kg/jour (50).

3. Évaluation du risque de l'exposition au méthylmercure : dose tolérable d'exposition

3.1 Seuils référents d'exposition au méthylmercure

Plusieurs gouvernements ou organisations ont établi des seuils d'exposition au mercure appelés « dose journalière/hebdomadaire tolérable » ou « dose de référence ». Ces taux varient entre 0,7 et 2,0 µg/kg/semaine. Ces variations reflètent des différences de méthodologies employées pour leur calcul (dose critique de départ, travaux sélectionnés et facteurs d'incertitude) (7).

3.1.1 Le JECFA

Le JECFA a établi un seuil maximal d'exposition au méthylmercure appelé dose journalière tolérable (DJT) ou dose hebdomadaire tolérable (DHT). Elle représente la quantité maximale de méthylmercure qu'un individu peut ingérer de manière journalière/hebdomadaire pendant toute une vie sans qu'il n'encoure de risque pour sa santé. La dose retenue est en général celle définie pour la population la plus à risque (le fœtus dans notre cas).

La méthodologie employée pour son calcul est celle classiquement utilisée en épidémiologie environnementale pour définir des doses tolérables de certains métaux ou éléments. Une revue de la littérature est effectuée afin de sélectionner des études pertinentes traitant de la corrélation entre l'exposition à l'élément et certains critères de jugement. On détermine alors une dose critique de départ qui peut-être : la LOAEL (« lowest observed adverse effect level » déterminée à partir d'une étude de cohorte exposés/non exposés), la NOAEL (« no observed adverse effect level » déterminé à partir du LOAEL) ou la BMLD (« Benchmark dose limit » déterminée à partir de la modélisation des données). Des facteurs de variabilité et d'incertitude sont ensuite appliqués à cette dose pour obtenir une dose finale (4).

Concernant le méthylmercure, cette dose est de **0,23 µg/kg/jour ou 1,6 µg/kg/semaine** pour la femme enceinte et l'enfant, populations les plus à risque (51).

À partir des études de cohortes réalisées aux îles Féroé et aux Seychelles, le JECFA a déterminé la concentration capillaire moyenne chez la mère correspondant à la NOEL (BMDL). Ce taux

était de 14 µg/g, correspondant à un taux d'environ 56 µg/L dans le sang maternel et à une exposition au méthylmercure de 1,5 µg/kg/jour ou 10,5 µg/kg/semaine. Tenant compte alors :

- 1) des variabilités de résultats des différentes études ;
- 2) des variabilités interindividuelles concernant la relation entre la concentration de méthylmercure mesurée dans les cheveux et celle mesurée dans le sang (facteur d'incertitude de 2) ;
- 3) des variabilités interindividuelles concernant la relation entre l'apport alimentaire en méthylmercure et la concentration mesurée dans le sang (facteur d'incertitude de 3,2) (4) ;

la dose tolérable a été établie à 1,6 µg/kg/semaine ou 0,23 µg/kg/jour. Cette dose d'exposition correspond approximativement à un taux capillaire de 2,5 µg/g, un taux sanguin de 10,3 µg/L (9,2-11,5) et un taux ombilical de 12,6 (11,5-13,8) µg/L (pour une femme de 60 kg).

Concernant l'adulte, la dose tolérable est plus arbitraire et moins bien définie par manque de résultats solides dans la littérature. Toutefois, l'OMS considère « qu'un adulte peut s'exposer jusqu'à environ deux fois la dose tolérable définie pour la femme enceinte sans qu'il n'y ait de conséquences neurologiques », soit **0,46 µg/kg/jour** ou **3,2 µg/kg/semaine** (51).

Pour les enfants, les risques ne sont pas connus. Leur système neurologique est en constante évolution et il est difficile d'établir clairement l'âge auquel la sensibilité du système nerveux central est considérée comme équivalente à celle de la population générale. Il est toutefois important de noter que le périmètre crânien de l'enfant ne cesse d'évoluer jusqu'à 30 mois, âge auquel il commence à se stabiliser. Par conséquent, les enfants sont considérés à risque identique du fœtus. La dose d'exposition est donc limitée à **0,23 µg/kg/jour** ou **1,6 µg/kg/semaine** sans qu'il ne soit dicté de limite d'âge (51). Les pays appliquent ainsi cette recommandation jusqu'à des âges variés : 30 mois (France), 11 ans (Canada) ou 16 ans (Royaume-Uni) (cf. §5).

3.1.2 Autres seuils

- The « European Food Safety Authority » (EFSA) a établi en 2012 une nouvelle DHT évaluée à 1,3 µg/kg/semaine. Cette dose a été réévaluée suite à la disponibilité de nouveaux résultats qui

prenaient en compte l'effet confondant des acides gras oméga-3 pour évaluer les effets liés au méthylmercure (52) ;

- The « Environmental Protection Agency » des USA a émis une dose dite « de référence », identique à celle des Pays-Bas : 0,1 µg/kg/jour ou 0,7 µg/kg/semaine (4) ;
- Santé Canada : 0,2 µg/kg/jour ou 1,4 µg/kg/semaine (53) ;
- Japon : 2 µg/kg/semaine (4).

3.2 Normes concernant le taux de mercure dans le poisson

Des normes limitant le contenu en mercure des poissons sont apparues afin de réguler la consommation et l'exportation (4) :

- Le « Codex Alimentarius guideline » : 0,5 mg de méthylmercure/kg pour les poissons non prédateurs et 1 mg/kg pour les plus gros ;
- La « Food and Drug Administration » américaine (FDA) : 1 mg de méthylmercure/kg ;
- La communauté européenne : 0,5 mg de mercure/kg (avec quelques exceptions) ;
- Japon : 0,4 mg de mercure total/kg ou 0,3 mg de méthylmercure/kg .

3.3 Méthodologie de gestion du risque lié à l'exposition au méthylmercure au sein d'une population

La méthodologie couramment employée pour la maîtrise du risque lié à l'exposition au méthylmercure d'une population est la suivante (4) :

- 1) mesure de l'exposition par des enregistrements alimentaires ou par un dosage biologique (capillaire de préférence). Cette évaluation se fera en population générale, mais également au sein de sous-groupes (enfants, femmes enceintes, classes d'âges, etc.) ;
- 2) comparaison de l'exposition à la dose tolérable émise par le JECFA (ou une autre dose de référence) ;
- 3) émission de recommandations à destination des sous-groupes à risque ou de la population générale le cas échéant.

4. Évaluation du risque de l'exposition au méthylmercure : balance bénéfice-risque liée à la consommation de poissons

4.1. Bienfaits liés à la consommation de poissons

La consommation de poissons est bénéfique pour la santé puisqu'elle apporte protéines, Vitamine D, sélénium, acides gras polyinsaturés oméga-3 - tel que l'acide eicosapentaénoïc (EPA) ou l'acide docosahexaénoïc (DHA) -, iode, fer et autres micronutriments (50). Il a été démontré que le sélénium, les acides gras oméga-3, le fer et l'iode compenseraient les effets néfastes du méthylmercure (47;54).

4.1.1 Bienfaits apportés au fœtus

La consommation de poissons avant et pendant la grossesse favorise le développement cérébral de l'enfant à naître, particulièrement la consommation de DHA. Plusieurs études ont montré, pour toute augmentation de consommation par la mère de 100 mg/jour de DHA, un gain de QI de l'enfant pouvant aller jusqu'à 5,8 points (22;25;26;55;56). Une nouvelle cohorte datant de 2000 a recruté des binômes mère-enfant aux Seychelles où la consommation de poissons est importante (19;57;58). Les premiers résultats ont montré que parmi les binômes où le taux de mercure capillaire chez la mère était très important ($> 11 \mu\text{g/g}$), une corrélation positive entre le taux sérique de DHA de la mère et le développement neurologique de l'enfant à 9 et 30 mois a été observée (58).

4.1.2 Bienfaits apportés aux adultes

La consommation de poisson entraîne une diminution de la mortalité par pathologies cardiaques, de l'incidence des infarctus du myocarde, des états dépressifs et d'autres pathologies inflammatoires telles que l'asthme ou l'arthrite (50). Les acides gras oméga-3 et particulièrement l'EPA ont des effets cardio-protecteurs (48). Le sélénium aurait également un rôle protecteur du système cardiovasculaire par diverses actions systémiques ou directes (47). C'est également un chélateur du méthylmercure ; il favorise ainsi son élimination (54). Il agirait également comme facteur protecteur dans le développement du cancer de la prostate.

4.2. Étude par le JECFA de la balance bénéfico-risque de la consommation de poissons

4.2.1 Contexte

Il y a quelques années, les recommandations de consommation de poissons s'établissaient uniquement en fonction des seuils de méthylmercure préconisés, sans tenir compte des bienfaits apportés par les acides gras oméga-3 ou le sélénium.

En 2010, le JECFA a étudié la balance bénéfico-risque liée à la consommation de poissons en croisant les bienfaits apportés par les acides gras du poisson et les effets néfastes liés au méthylmercure et aux dioxines, en fonction des teneurs de chacun d'entre eux dans les différentes espèces de poissons consommées (50).

À partir de 4 bases de données initiales d'origine française, japonaise, norvégienne et américaine, différentes espèces de poissons ont été classées en fonction de leur contenu en mercure et en acides gras oméga-3 (Figure 5) et en fonction de leur contenu en dioxines et en acides gras oméga-3.

Figure 5. Contenu en mercure et en acides gras oméga-3 de différentes espèces de poissons (données OMS)

| | | EPA + DHA | | | |
|---------|------------------------------------|--|---|---|---|
| | | $x \leq 3$ mg/g | $3 < x \leq 8$ mg/g | $8 < x \leq 15$ mg/g | $x > 15$ mg/g |
| Mercury | $x \leq 0.1$ $\mu\text{g/g}$ | Fish: butterfish; catfish; cod, Atlantic; cod, Pacific; croaker, Atlantic; haddock; pike; plaice, European; pollock; saithe; sole; tilapia Shellfish: clams; cockle; crawfish; cuttlefish; oysters; periwinkle; scallops; scampi; sea urchin; whelk | Fish: flatfish; John Dory; perch, ocean and mullet; sweetfish; wolf fish Shellfish: mussels; squid | Fish: redfish; salmon, Atlantic (wild); salmon, Pacific (wild); smelt Shellfish: crab, spider; swimcrab | Fish: anchovy; herring; mackerel; rainbow trout; salmon, Atlantic (farmed); sardines; sprat Fish liver: cod, Atlantic (liver); saithe (liver) Shellfish: crab (brown meat) |
| | $0.1 < x \leq 0.5$ $\mu\text{g/g}$ | Fish: anglerfish; catshark; dab; grenadier; grouper; gurnard; hake; ling; lingcod and scorpionfish; Nile perch; pout; skate/ray; snapper, porgy and sheepshead; tuna, yellowfin; tusk; whiting Shellfish: lobster; lobster, American | Fish: bass, freshwater; carp; perch, freshwater; scorpion fish; tuna; tuna, albacore Shellfish: crab; lobster, Norway; lobsters, spiny | Fish: bass, saltwater; bluefish; goatfish; halibut, Atlantic (farmed); halibut, Greenland; mackerel, horse; mackerel, Spanish; seabass; seabream; tilefish, Atlantic; tuna, skipjack | Fish: eel; mackerel, Pacific; sablefish |
| | $0.5 < x \leq 1$ $\mu\text{g/g}$ | Fish: marlin; orange roughy; tuna, bigeye | Fish: mackerel, king; shark | Fish: alfonsino | Fish: tuna, Pacific bluefin |
| | $x > 1$ $\mu\text{g/g}$ | | Fish: swordfish | | |

4.2.2. Étude de la balance bénéfico-risque : développement neuronal chez l'enfant à naître

Le critère de jugement utilisé par le JECFA était les performances au test du QI : nombre de points de QI perdus par l'action du méthylmercure ou nombre de points de QI gagnés par l'action des acides gras oméga-3 (EPA et DHA).

Pour chaque espèce de poisson correspondant à des taux spécifiques de mercure et d'acides gras oméga-3, une dose d'exposition à chacun d'entre eux a été calculée en considérant des portions constantes de 100 g et en faisant varier le nombre de repas par semaine (un, deux, quatre, sept). Concernant la dose d'exposition au mercure, un poids moyen de 60 kg a été considéré.

La corrélation entre les doses d'exposition et les conséquences sur le QI a ensuite été effectuée à partir des données de la littérature :

- afin d'utiliser les données de la littérature étudiant la corrélation entre la quantité de méthylmercure contenue dans les cheveux de la mère et les conséquences sur le QI de l'enfant, la dose ingérée de méthylmercure a été transposée en dose théorique capillaire (*9.3). Les experts ont alors utilisé deux coefficients pour évaluer le nombre de points de QI perdus : une

valeur centrale de 0,18 (représentant le nombre de points de QI perdus pour une augmentation de 1 µg/g de la concentration capillaire chez la mère définie par Axelrad et al. (24)) et une valeur maximale de 0,7 (valeur correspondante définie par Cohen et al. (21))

- concernant le calcul de gain de points de QI lié à l'effet des acides gras oméga-3, la quantité d'EPA et de DHA a été transformée en dose de DHA uniquement (*0,67) puis le gain de points de QI a été obtenu en considérant un gain de 4 points de QI par 100 mg d'acides gras oméga-3 consommés (valeur centrale déterminée à partir des études existantes (22;25;26;55;56)).

Enfin, pour chaque espèce de poisson, une soustraction a été effectuée entre le nombre de points de QI perdus par le nouveau-né et le nombre de points gagnés. La consommation (espèce, fréquence des repas) a été qualifiée « à risque » lorsque la différence des points de QI était en faveur d'une perte de points, c'est à dire lorsque les effets néfastes du méthylmercure dépassaient les effets bénéfiques des acides gras oméga-3 sur le développement neurologique de l'enfant (en considérant le coefficient supérieur pour le calcul des pertes de points) (Annexe C).

Notons que l'ensemble des paramètres utilisés a été choisi afin d'obtenir une balance bénéfice-risque la plus défavorable possible (borne supérieure du coefficient retenue pour le calcul de la perte de points de QI lié au méthylmercure, utilisation de la valeur centrale uniquement pour le calcul du bénéfice des acides gras oméga-3, prise en compte de 100 % du mercure total contenu dans le poisson comme étant du méthylmercure, poids peu élevé de la femme).

Au final, les risques de consommation pendant la grossesse sont les suivants (Annexe C) :

1) toute consommation de poissons :

- dont le contenu en mercure est compris entre 0,5 et 1 µg/g ET dont le contenu en acides gras oméga-3 est faible (< 3mg/g) ;

- dont le contenu en mercure est > 1 µg/g ET dont le contenu en acides gras oméga-3 est <= 8mg/g.

2) à partir de quatre repas par semaine (c'est-à-dire qu'un ou deux repas sont jugés sains) s'ajoutent aux limites précédentes toutes consommations de poissons dont le contenu en mercure est > 1 µg/g ET dont le contenu en acides gras oméga-3 dépasse 8 mg.

3) à partir de sept repas par semaine (c'est-à-dire qu'un, deux ou quatre repas sont jugés sains), s'ajoutent aux limites précédentes toutes consommations de poissons dont le contenu en mercure est > 0,5 µg/g ET dont le contenu en acides gras oméga-3 dépasse 8 mg.

À l'heure actuelle, aucune analyse quantitative ne peut être effectuée concernant l'exposition aux dioxines ou PCB. Le suivi des doses quotidiennes recommandées est donc jugé sain.

4.2.3 Étude de la balance bénéfico-risque : développement neuronal chez l'enfant

De par le manque d'informations concernant cette catégorie, aucune évaluation quantitative du risque n'a pu être effectuée. Étant donné la sensibilité du système nerveux central de l'enfant, le risque chez l'enfant et l'adolescent sera considéré comme identique à celui du fœtus. Des recommandations pourront être établies en fonction de la dose tolérable préconisée par le JECFA (cf. §3.1.1)

4.2.4 Étude de la balance bénéfico-risque : étude chez l'adulte

4.2.4.1 Troubles neurologiques

Au vu du caractère réversible des troubles et de la divergence des résultats retrouvés dans la littérature, aucune estimation quantitative de risque n'a pu être établie.

Des recommandations pourront être établies en fonction de la dose tolérable préconisée par le JECFA (cf. §3.1.1) et en tenant compte de l'évaluation quantitative de la balance bénéfico-risque concernant les troubles cardiovasculaires et le contenu du poisson en dioxines (cf. §4.2.4.2).

4.2.4.2 Troubles cardiovasculaires

De manière identique aux troubles neurologiques, l'évaluation quantitative de la balance bénéfico-risque concernant le contenu en mercure et en acides gras oméga-3 des poissons sur l'incidence des troubles cardiovasculaires chez l'adulte n'a pu être effectuée pour cause de manque d'informations.

Or, la balance bénéfico-risque de consommation de poissons sur la mortalité globale a pu être évaluée concernant le contenu en dioxines et celui en acides gras oméga-3. L'estimation du nombre de vies perdues par cancers imputé aux dioxines a été effectuée et comparée à l'estimation du nombre de vies gagnées lié à la réduction du risque de décès par pathologies coronaires imputée à la consommation d'acides gras oméga-3. La balance bénéfico-risque était en défaveur de la consommation de certains poissons (espèce, fréquence) lorsque le nombre de vies perdues devenait supérieur au nombre de vies sauvées (50).

Au final, la zone à risque concernait la consommation de poissons dont le contenu en dioxines était maximal (> 8 pg/g) et dont le contenu en acides gras oméga-3 était minimal (< 3 mg/g), et ceci, quelle que soit la fréquence de consommation. Aucun poisson ne semblait concerné par ces taux.

4.2.5 Conclusions du JECFA concernant l'étude de la balance bénéfico risque de la consommation de poissons

De par la variation géographique des taux de contaminants et d'acides gras oméga-3 des espèces de poissons, ces résultats devront être appliqués aux données locales. Si la teneur en mercure ou en acides gras oméga-3 n'est pas disponible, la figure 5 pourra alors servir de base de travail.

4.2.5.1 Femmes enceintes, fœtus et enfants

- Les effets bénéfiques des acides gras oméga-3 sur le développement neurologique de l'enfant à naître ont été démontrés ;
- Les effets néfastes du méthylmercure sur le développement neurologique de l'enfant à naître sont également connus ;
- Les risques de la consommation de poisson durant l'enfance sur le développement neurologique sont peu connus et sont considérés comme identique à celui du fœtus.

La balance bénéfico-risque oméga-3/mercure contenu dans le poisson est en faveur des effets bénéfiques des acides gras oméga-3 et donc de la consommation de poisson sauf pour quelques espèces et en fonction des fréquences des repas (cf. §4.2.2).

4.2.5.2 Adultes

- Les effets bénéfiques des acides gras oméga-3 sur la mortalité cardiovasculaire ont été démontrés ;
- Les effets néfastes des dioxines sur la mortalité par cancers sont également connus ;
- Les effets néfastes du méthylmercure sur la mortalité par pathologies coronariennes sont possibles.

La balance bénéfice risque oméga-3/dioxine est en faveur des effets bénéfiques des acides gras oméga-3 et donc de la consommation de poisson, ceci sans restriction particulière puisque la seule catégorie de consommation non recommandée ne correspond à aucune espèce de poissons (Figure 5).

5. États des lieux des recommandations émises par les pays

5.1 France (Anses)

Les recommandations ont été émises en fonction des habitudes de consommation qui ont été étudiées de manière individuelle (et non agrégée) : la dose d'exposition a été calculée pour chaque individu et non pas à partir de données moyennes.

Il est recommandé aux femmes enceintes et allaitantes et aux jeunes enfants de favoriser une consommation diversifiée des différentes espèces de poisson en évitant, à titre de précaution, une consommation exclusive de poissons appartenant aux espèces de poissons prédateurs sauvages présentant généralement des niveaux plus élevés de méthylmercure :

- **pour les enfants en bas âge (1-30 mois)**, de veiller à ce qu'ils ne consomment pas plus de 60 grammes de poissons prédateurs sauvages par semaine, en évitant la consommation d'espadons, marlins et sikis, en plus de leur consommation habituelle de poissons non prédateurs ;
- **pour les femmes enceintes et allaitantes**, de veiller à ne pas consommer plus de 150 grammes de poissons prédateurs sauvages par semaine, en évitant, à titre de précaution, la consommation d'espadons, marlins et sikis, en plus de leur consommation habituelle de poissons non prédateurs.

Cette recommandation est limitée aux femmes enceintes et allaitantes, et non à toute la catégorie des femmes en âge de procréer, dans la mesure où, contrairement à certains contaminants, tels que les dioxines, qui s'accumulent tout au long de la vie, le méthylmercure est excrété et métabolisé (demi-vie corporelle estimée à 45 jours) et son impact neurotoxique ne s'exercerait spécifiquement qu'au cours des 2^e et 3^e trimestres de la grossesse (59).

Depuis peu (juillet 2013), l'Anses a émis un nouvel avis concernant la consommation de poissons destiné à la population générale (60). Cet avis concerne essentiellement les espèces de poissons d'eaux douces fortement accumulateur de contaminants. Ces espèces ne sont pas retrouvées en Polynésie française :

- Consommer 2 portions de poissons par semaine, dont un poisson gras (à forte teneur en oméga 3 à longue chaîne) - saumon, sardine, maquereau, hareng, truite fumée ;
- Varier les espèces et les lieux d'approvisionnement ;
- Limiter à 2 fois par mois la consommation de poissons d'eau douce fortement bio-accumulateurs (anguille, barbeau, brème, carpe, silure).

Ces nouvelles recommandations concernent également les populations à risque. Toutefois, aucune modification n'a été effectuée pour la consommation des poissons du large : espadon ou requin sont à éviter, bonites ou thon sont à limiter.

5.2. Europe (EFSA)

Elle suggère que les femmes susceptibles d'être enceintes, les femmes enceintes ou qui allaitent ainsi que les enfants en bas âge ne devraient pas manger plus d'une petite portion (moins de 100 g) par semaine des grands poissons prédateurs, tels l'espadon, le requin, le marlin et le brochet. S'ils mangent une portion d'un de ces poissons, ils devraient éviter de manger un autre poisson durant la même semaine. Ils devraient également éviter de manger du thon plus de deux fois par semaine (52).

5.3 Nouvelle Calédonie

Pour les populations sensibles (femmes enceintes ou désireuses de le devenir, enfants de moins de trente mois)

Il est très fortement déconseillé de consommer les espèces suivantes : Marlin- Espadon de tous types- Requin- Thon bacchi – Saumon des dieux

Il est fortement conseillé de limiter à un repas par semaine la consommation des espèces suivantes : Vivaneau- Thon blanc- Thon jaune- Wahoo

Pour les consommateurs en général

Il est conseillé de limiter à un repas par semaine la consommation des espèces suivantes : Marlin– Espadon de tous types– Requin

Cependant, les intérêts nutritionnels d'une consommation régulière et diversifiée de poissons et autres produits de la mer restent très largement supérieurs aux risques sanitaires encourus (61).

5.4 Canada (Santé Canada)

Limiter la consommation de thon frais/congelé, de requin, d'espadon, d'escolier, de marlin et d'hoplostète orange. En règle générale, vous pouvez consommer jusqu'à 150 g par semaine de ces espèces de poissons combinées.

Les femmes enceintes, celles qui prévoient le devenir et les mères qui allaitent doivent en limiter leur consommation maximale à 150 g par mois. Les jeunes enfants âgés de 5 à 11 ans peuvent en consommer jusqu'à 125 g par mois. Les très jeunes enfants âgés de 1 à 4 ans devraient limiter leur consommation de ces espèces de poissons à 75 g par mois.

Il a été établi, à partir de la littérature, que les Canadiens consommaient 22 g en moyenne de poisson par jour pour les adultes, 10 à 14 g pour les enfants. Ils ont alors calculé la dose de mercure assimilé si la totalité de cette consommation était assignée à une seule espèce de poisson et ils ont regardé quelle espèce dépassait la dose tolérable journalière (0,2 µg/g). Concernant le thon, seule la consommation de thon rouge obèse et de thon frais non identifié dépassait la dose tolérable journalière. Or, afin de faciliter la communication avec la population, sachant que les consommateurs ne font pas de différence entre les espèces et que

celles-ci ne sont pas affichées à l'étalage, l'ensemble des espèces de thon a été assimilé à l'identité « thon frais/congelé » (53).

5.5 Irlande

Le 18 mars 2004, l'Autorité de Sécurité des Aliments d'Irlande (FSAI) a recommandé que les femmes enceintes, qui allaitent, en âge de procréer ainsi que les enfants en bas âge choisissent parmi le large éventail d'espèces en évitant l'espadon, le marlin et le requin, et qu'ils limitent également la consommation de thon à une darne de thon frais (approximativement 227 g) ou deux boîtes de conserve moyennes (227 g) par semaine (62).

5.6 Royaume-Uni

Le Royaume-Uni conseille aux femmes enceintes ou qui pensent le devenir ainsi qu'aux femmes qui allaitent de limiter leur consommation de thon à un maximum de deux boîtes de conserve moyennes ou d'une darne de thon frais par semaine. On leur conseille également d'éviter le requin, l'espadon et le marlin. On conseille aux enfants de moins de 16 ans d'éviter de manger du requin, de l'espadon et du marlin. Les autres consommateurs ne devraient pas manger plus d'une portion de requin, d'espadon ou de marlin par semaine, mais ne doivent pas limiter leur consommation de thon (62).

5.7 USA

Les recommandations concernent les femmes en âge de procréer, les femmes enceintes, les femmes allaitantes et les enfants :

- Ne doivent pas être consommés : requin, espadon, maquereau roi, tile ;
- Peuvent être consommées jusqu'à 12 onces (340 grammes) par semaine (deux repas environ) des variétés à taux plus faible de mercure dont les plus répandues sont : crevettes, thon en conserve, saumon, pollock, poisson-chat. Il est recommandé de diviser les portions par deux (6 onces) si vous souhaitez consommer du thon blanc albacore (Germon). Notons que leur dose maximale recommandée est à 0,7 µg/kg/semaine et non à 1,6 comme préconisée par l'OMS (63).

5.8 Australie et Nouvelle-Zélande

| Femmes enceintes ou souhaitant l'être | Enfants de plus de 6 ans | Population générale |
|---|---------------------------------|---|
| 1 portion : 150 g | 1 portion : 75 g | 1 portion : 150 g |
| 2 – 3 repas par semaine de poissons (sauf ceux listés ci-dessous) | | 2 – 3 repas par semaine de poissons (sauf ceux listés ci-dessous) |
| OU | | OU |
| 1 repas par semaine d'hospolèthe orange ou de poisson-chat et plus aucun autre repas à base de poissons | | 1 repas par semaine de requin ou espadon, marlin et broadbill et aucun autre repas de poisson cette semaine |
| OU | | |
| 1 repas par quinzaine de requin ou espadon, marlin et broadbill et aucun autre repas de poisson cette quinzaine | | |

(64;65)

Partie 2

SITUATION DE LA POLYNÉSIE FRANÇAISE : ÉVALUATION DE LA DOSE D'EXPOSITION AU MÉTHYLMERCURE DE LA POPULATION POLYNÉSIEENNE

La Polynésie française est un ensemble de 118 îles (68 étant habitées) comptant 268 272 individus distribués en 5 archipels : les îles de la Société (87,8 % de la population : île du vent (74,9 %), îles sous le vent (12,9 %)), les îles Tuamotu-Gambier (6,2 %), les îles Marquises (3,5 %) et les îles Australes (2,5 %) (66;67).

Dans l'idéal, l'évaluation d'exposition au méthylmercure doit s'effectuer au sein d'un échantillon représentatif de la population et au sein de sous-groupes à risque, c'est-à-dire de populations plus sensibles (femmes enceintes, enfants) ou plus exposées (gros consommateurs de poisson prédateurs). Cette évaluation peut être effectuée :

- à partir d'un dosage de mercure capillaire (pouvant être assimilé à un dosage de méthylmercure) qui est très bien corrélé à l'exposition et qui permet d'étudier la chronicité et la variabilité de l'exposition ;
- à partir d'autres dosages et en particulier sanguins ;
- à partir de l'évaluation de la consommation de poissons de la population (4).

1. Évaluation de l'exposition réalisée à partir de la consommation de poissons

Comme le présente la figure 1, les données nécessaires au calcul de l'exposition au méthylmercure par le biais de l'évaluation de la consommation de poisson sont : espèce, fréquence et quantité de poissons consommés, teneur en mercure de ces espèces et poids moyen de la population étudiée.

1.1 Le poisson en Polynésie française : espèces, contamination et consommation

1.1.1 La pêche en Polynésie française

- La Pêche hauturière (68)

En 2007, 6 309 tonnes de poissons ont été pêchées au large. Les espèces de poisson pêchées étaient les suivantes (Tableau 2) :

Tableau 2. Espèces de poissons pêchées au large en Polynésie française (68)

| Espèces de poissons | Appellation anglophone | Appellation latine | Proportion |
|---------------------------|------------------------|--------------------|------------|
| Thon | | | |
| Thon blanc Germon | albacore | alalunga | 63 % |
| Thon jaune | yellowfin | albacores | 8 % |
| Thon rouge obèse | Bigeye | obesus | 8 % |
| Marlin | | | |
| Bleu | Blue | | 5 % |
| Rayé | Skipped | | - |
| Espadon | swordfish | | - |
| Pêches accessoires | | | |
| Thazard | wahoo | | 4 % |
| Mahi-Mahi | Dolphin fish | | - |
| Castagnoles ou papio | pomfret | | - |
| Saumon des dieux | Woonfish/opah | | - |
| Bonites | | | - |
| Requin (mako) | | | - |
| Marlin noir | | | - |

L'ensemble des espèces dont la proportion n'a pas été décrite représente 12 % de la pêche. Au total, 86,8 % de cette pêche est à destination locale et plus précisément à destination des collectivités, grandes surfaces, restaurants et hôtels, détaillants et particuliers. Au final, 13,2 % sont exportés : en 2011, le thon germon était la principale espèce exportée, suivie loin derrière par les deux autres espèces de thon.

Il est important de noter que le thon rouge du Pacifique (bluefin) n'est pas pêché en Polynésie française. De plus, le thon jaune yellowfin est considéré visuellement et gustativement comme du thon rouge.

- La Pêche côtière et lagunaire (68)

Il existe également en Polynésie française une pêche côtière permettant la capture de bonites (33 %), de thon yellowfin (21 %) et de Mahi-Mahi (14 %).

La pêche lagunaire permet la capture de diverses espèces de poissons (perroquets, chirurgiens, rougets, carangues, surmulets, becs de cane, mérour, picots, lutjans, mulets, etc.), de mollusques, d'échinodermes, de crustacés, d'inaa, de coraux et d'algues.

Il est à noter que ces deux modes de pêche sont probablement beaucoup pratiqués dans le cadre d'une pêche non professionnelle pour une consommation personnelle.

1.1.2 Contamination en mercure des espèces de poissons pêchées en Polynésie française

La surveillance des taux de mercure total des espèces pêchées en Polynésie française est effectuée par le QAAV du Service du développement rural (SDR du ministère de l'Agriculture). Les données sont disponibles depuis 1999. Les espèces de poissons les plus chargées en mercure sont : le requin, l'espadon et le marlin. Les contaminations moyennes des différentes espèces de thon entre 1999 et 2011 sont proches, entre 0,25 et 0,3 µg/g (Tableau 3). Bien que le thon rouge obèse ait une moyenne de 0,4 µg/g (en tenant compte d'une valeur aberrante), ce taux reste inférieur à celui retenu par l'OMS qui le classe sur des taux plus élevés (> 0,5 µg/g) (Figure 5). Les médianes des trois espèces sont identiques (0,22 µg/g). L'évolution des taux de mercure mesurés au cours du temps dans le thon germon reste stable malgré une légère hausse en 2011 (Figure 6). Les variations intra-espèces sont nombreuses et probablement la résultante de l'âge plus ou moins important des poissons pêchés ou encore de la diversification des sites de pêches (Tableau 3).

Tableau 3. Mercure total des espèces de poissons pêchées en Polynésie française (données de surveillance QAAV-SDR ; Polynésie française).

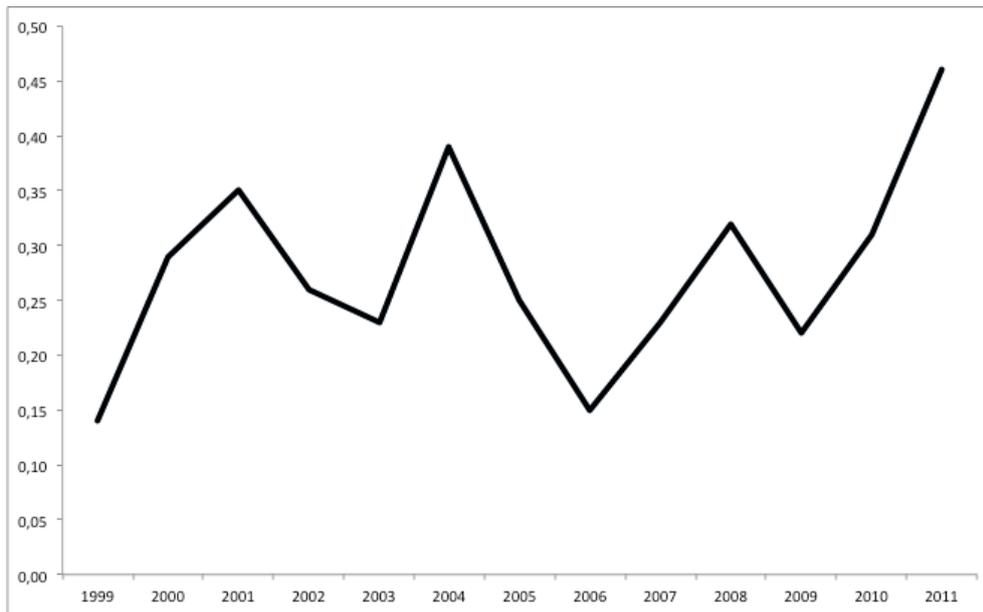
| | N 1999-2011 | Moyenne (ET) du contenu en mercure total (µg/g) 1999-2011 | Médiane (Min-Max) du contenu en mercure total (µg/g) 1999-2011 | Moyenne (ET) du contenu en mercure total (µg/g) 2005-2011 |
|------------------------------|----------------|--|--|--|
| Thon | | | | |
| Thon blanc germon | 68 | 0,27 (0,15) | 0,22 (0,01-0,8) 40 % > 0,27 | 0,25 (0,10) |
| Thon jaune | 32 | 0,24 (0,19) | 0,22 (0,01-0,67) | 0,14 (0,10) |
| Thon rouge obèse | 30 | 0,4 (0,58) 0,3 (0,23)* | 0,22 (0,03-3,2)** | 0,20 (0,07) |
| Marlin | | | | |
| Bleu | 97 | 1,07 (2,42) | 0,5 (0,09-22,7) | 0,88 (1,06) |
| Rayé | 38 | 0,51 (0,50) | 0,45 (0,01-3,3) | 0,43 (0,15) |
| Noir | 14 | 7,19 (8) | 5,06 (0,07-14) | 9,3 (7,90) |
| Espadon | 46 | 0,96 (1,41) | 0,70 (0,07-9,7)** | 1,52 (2,50) |
| Thazard | 22 | 0,23 (0,32) | 0,12 (0,01-1,45)** | 0,31 (0,51) |
| Mahi-Mahi | 12 | 0,16 (0,14) | 0,11 (0,03-0,43) | 0,16 (0,15) |
| Saumon des Dieux | 28 | 0,43 (0,22) | 0,36 (0,12-1,01) | 0,48 (0,17) |
| Papio | 3 | 0,16 (-) | 0,21 (0,02-0,25) | - |
| Bonites | 5 | 0,26 (0,20) | 0,18 (0,1-0,54) | - |
| Requin et requin mako | 20 | 1,25 (1,03) | 0,87 (0,29-3,79) | 1,28 (1,09) |

* sans considérer la valeur extrême de 3,2 µg/g pour les calculs des moyenne et écart-type.

** les valeurs maximales observées sont des valeurs extrêmes.

ET : écart-type ; min : minimum, max : maximum

Figure 6. Évolution des taux moyens de mercure (en mg/kg) contenu dans le thon blanc germon en fonction des années (1999-2011)



Les données précisant les mesures réalisées en 2012 sont disponibles en annexe D. Elles restent supérieures aux moyennes observées sur la période 2005-2011, quelle que soit l'espèce. Toutefois, concernant le thon blanc germon, l'évolution des taux en fonction des années reste stable depuis 1999.

1.1.3 Espèce et quantité de poissons consommés

La consommation de poisson fait partie intégrante de la société polynésienne. Peu d'informations précises sont disponibles concernant les habitudes alimentaires. Cette consommation varie très probablement entre archipels : alors que les grands pélagiques représentent la majeure partie du poisson vendu au marché de Pirae, ce sont les poissons du lagon qui dominent celui d'Uturoa à Raiatea. Celui de Papeete est plus mixé (68). Il est intéressant de noter qu'au fil des années les poissons pélagiques ont pris la place des poissons lagunaires sur les marchés : les grands pélagiques représentaient environ 35 % des étalages des marchés en 1985 vs. 52 % en 2010 (68). Il est également probable que le développement de la commercialisation des poissons pélagiques (disponibilités dans les commerces, restauration, etc.) ait entraîné une consommation plus forte de ces derniers parmi les populations urbaines

et périurbaines et tout particulièrement parmi les strates les plus aisées de la population polynésienne. Ces évolutions exposent donc la population polynésienne aux effets néfastes du méthylmercure.

Parallèlement à cette distribution existe une pêche non professionnelle, en partie côtière et lagonaire, destinée à la consommation personnelle (bonites, thon yellowfin). Cette part, difficile à évaluer, est sans doute très importante et plus présente dans les milieux ruraux et moins aisés.

- Consommation de poissons de la population générale

La quantité moyenne de poissons consommés en Polynésie française est de 54 kg/an/personne comparée à une moyenne mondiale à 16 kg/an/personne (69). Cette consommation varie en fonction des archipels : 67 kg/an/personne à Tikehau, 64 kg/an/personne à Fakarava, 45 kg/an/personne à Mataeia (70). La consommation de poissons pélagiques en 2009 a été évaluée à 23,7 kg/an/personne (71) dont environ 15 kg/an/personne de thon (68). Comme notés précédemment, les grands pélagiques représentaient environ 52 % des étalages des marchés en 2010.

Une étude de consommation datant de 1995 et réalisée parmi des femmes de Huahine et Tubuai et des hommes de Moorea et Tahiti (zones urbaines et périurbaines) montrait que les Polynésiens consommaient 53,3 kg/an/personne de poissons : 39 kg/an/personne de poissons frais dont 22,1 de poissons du lagon et 10,5 de thon et de bonites. Le poisson en conserve et les crustacés représentaient le complémentaire. La consommation masculine était supérieure à la consommation féminine (ratio de 0,64) (72).

- Consommation de poissons de la femme enceinte

Une étude réalisée récemment parmi plus de 200 femmes enceintes de différents archipels montrait que la consommation des poissons lagunaires restait supérieure à celle des pélagiques et que de grandes variabilités étaient observées en fonction des archipels. Ainsi, 11,5 repas/mois étaient consommés à base de poissons pélagiques (17,5 aux Marquises et 6,3 aux australes) et 21,3 repas/mois à base de poissons du lagon (38,1 aux Tuamotu Gambier et 15,9 à Tahiti). Le thon était le poisson pélagique le plus fréquemment consommé (75 %) : 6,9 repas/mois étaient consommés, suivis de 0,9 repas/mois pour la Bonite et le Mahi-Mahi.

Les portions consommées à chaque repas étaient inconnues. (73)

1.2 Évaluation du poids moyen des Polynésiens

Le poids moyen des femmes adultes en 2010 était de 79,7 kg. Le détail par classes d'âges est présenté dans le tableau 4. Le poids moyen des femmes en âge de procréer (18-44 ans) était de 80,7 kg.

Le poids moyen d'un homme adulte était de 90,6 kg. Le détail par classes d'âges est présenté dans le tableau 4 (74).

Tableau 4. Poids moyen des Polynésiens en kg et son intervalle de confiance à 95 % en fonction du sexe et de l'âge

| Classes d'âges (années) | Hommes | Femmes |
|-------------------------|------------------|------------------|
| 18-24 | 87,7 (84,4-91,1) | 77,6 (74,2-81,0) |
| 25-44 | 91,2 (89,0-93,5) | 81,8 (80,2-83,4) |
| 45-64 | 92,3 (89,8-94,9) | 78,0 (76,1-79,9) |
| Total | 90,6 (89,2-92,1) | 79,7 (78,2-81,1) |

1.3 Évaluation de l'exposition au méthylmercure

1.3.1 Chez la femme enceinte

La dose d'exposition pourra être évaluée à partir de la formule suivante précédemment présentée (Figure 1) :

$$\frac{\text{Amount of fish ingested per week (kg/week)} * \text{Mercury concentration in the fish ingested (}\mu\text{g/kg)}}{\text{Kilogram body weight (kg bw)}} = \text{Methylmercury intake per kilogram body weight per week (}\mu\text{g methylmercury per kg body weight per week)}$$

Globalement, comme exposé précédemment, les femmes enceintes polynésiennes déclaraient consommer en moyenne 11,5 repas par mois de poissons pélagiques, soit environ 2,7 par semaine (73).

Il est possible de calculer la dose de mercure artificielle ingérée si l'ensemble des repas pris à base de poissons pélagiques était représenté par une seule et même espèce (Tableau 5). Ce

calcul a été effectué en considérant le contenu moyen en mercure de chaque espèce, des portions de 100 g et un poids moyen de 74 kg : le poids moyen des femmes en âge de procréer (18 - 44 ans) était de 80,7 kg (Tableau 4), mais afin de ne pas sous-estimer les paramètres calculés, nous avons retenu la borne inférieure de l'intervalle de confiance du poids moyen des femmes les plus légères (18 – 24 ans).

Après comparaison avec la DHT émise par le JECFA, la consommation unique des espèces suivantes atteignait ou entraînait des dépassements de cette DHT : marlin, espadon, requin et saumon des Dieux.

Tableau 5. Dose d'exposition au mercure et rapport à la dose hebdomadaire tolérable définie par le JECFA (1,6 µg/kg/semaine) en considérant des portions de 100 g, un poids moyen de 74 kg et dans le cas où chaque espèce compose la totalité des repas hebdomadaires pris à base de poissons pélagiques (2,7 par semaine*)

| | Moyenne (ET) du contenu en mercure total (µg/g) 1999-2011 | Dose d'exposition au mercure (µg/kg/semaine) | rapport à la dose tolérable hebdomadaire (%) |
|------------------------------|--|--|---|
| Thon | | | |
| Thon blanc germon | 0,27 (0,15) | 0,99 | 61,6 |
| Thon jaune | 0,24 (0,19) | 0,88 | 54,7 |
| Thon rouge obèse | 0,30 (0,23) | 1,09 | 68,4 |
| Marlin | | | |
| Bleu | 1,07 (2,42) | 3,90 | 244,0 |
| Rayé | 0,51 (0,50) | 1,86 | 116,3 |
| Noir | 7,19 (8) | 26,2 | 1639,6 |
| Espadon | 0,96 (1,41) | 3,5 | 218,9 |
| Thazard | 0,23 (0,32) | 0,84 | 52,4 |
| Mahi Mahi | 0,16 (0,14) | 0,58 | 36,5 |
| Saumon des Dieux | 0,43 (0,22) | 1,57 | 98,1 |
| Papio | 0,16 (-) | 0,58 | 36,5 |
| Bonites | 0,26 (0,20) | 0,95 | 59,3 |
| Requin et requin mako | 1,25 (1,03) | 4,56 | 285,1 |

* selon les données de l'étude de Dewailly et al, 2008 (11,5 repas par mois divisé par 4,3) (73) ; ET : écart-type

Il est important de noter qu'aucune donnée précise n'était disponible concernant les portions prises par les femmes enceintes. Il n'est pas aberrant de penser qu'elle puisse être de l'ordre de 200 g et non de 100 g. L'exposition étant alors doublée, d'autres espèces seraient alors concernées par le dépassement de la DHT, dont les espèces de thon.

Une analyse d'exposition réelle a été effectuée en fonction des déclarations des espèces de poissons consommés et de leur teneur en mercure, en considérant une portion de 100 g et un poids de 74 kg (Tableau 6). Au final, l'exposition au mercure était de 1,12 µg/kg/semaine et représentait 70 % de la dose hebdomadaire tolérable établie par le JECFA. Mais cette approche a de nombreuses limites.

1) Certaines limites sous-estiment cette dose d'exposition :

- Il existait des données manquantes concernant le détail des espèces de poissons pélagiques du large consommées. Ces données manquantes concernaient 0,5 repas par semaine. Toutefois, en considérant une moyenne de 0,3 µg/g pour la teneur en mercure de ces espèces inconnues, l'exposition atteindrait environ 1,3 µg/kg/semaine et ne dépasserait pas la DHT définie par le JECFA ;
- Les portions utilisées pour le calcul de l'exposition étaient de 100 g et sous-évaluent possiblement l'exposition. Celle-ci peut être doublée si les portions étaient de l'ordre de 200 g, voire davantage. Elle dépasserait alors aisément la DHT.

2) D'autres surestiment cette dose d'exposition :

- L'estimation de la dose d'exposition prend en compte le mercure total et non le méthylmercure précisément contenu dans les poissons ;
- Les teneurs moyennes en mercure ont été utilisées et non les médianes.

3) D'autres entraînent un manque de précisions :

- Le nombre de repas a été calculé à partir de moyennes (dont les écarts-types étaient très importants) qui divergent en fonction des archipels.

Tableau 6. Dose d'exposition au mercure via la consommation de poissons et rapport à la dose hebdomadaire tolérable préconisée par le JECFA (1,6 µg/kg/semaine) en considérant des portions de 100 g et un poids moyen de 74 kg

| | Moyenne (ET) du contenu en mercure total (µg/g) 1999-2011 | Nombre moyen de repas/semaine ** | Dose d'exposition (µg/kg/semaine) | Rapport dose exposition/DHT (%) |
|---------------------------|--|-------------------------------------|---|---------------------------------------|
| Thon* | 0,27 (0,15) | 1,6 | 0,58 | 36 |
| Espadon | 0,96 (1,41) | 0,04 | 0,05 | 3,1 |
| Thazard | 0,23 (0,32) | 0,11 | 0,03 | 2,0 |
| Mahi-Mahi | 0,16 (0,14) | 0,21 | 0,05 | 2,8 |
| Bonites | 0,26 (0,20) | 0,22 | 0,07 | 4,6 |
| Saumon des dieux | 0,43 (0,22) | 0,03 | 0,02 | 1,1 |
| Données manquantes | - | 0,5 | - | - |
| Sous-Total | - | 2,7 | 0,80 | 50,0 |
| Poissons du lagon | 0,05 | 5 | 0,32 | 20,1 |
| Total | - | - | 1,12 | 70,0 |

* le type de thon n'étant pas précisé, nous avons considéré la variété la plus fréquente : le thon blanc.

** selon les données de l'étude de Dewailly et al, 2008 (73). Le nombre moyen de repas par mois a été divisé par 4,3 pour obtenir un nombre de repas moyen par semaine.

1.3.2 Chez les enfants

Aucune donnée précise n'était disponible concernant les habitudes alimentaires des enfants pour calculer l'exposition au méthylmercure via la consommation de poissons. Par conséquent, la dose d'exposition lors de la consommation d'une portion hebdomadaire unique de poissons du large a été calculée en fonction des espèces et de leur teneur en mercure et des portions habituellement recommandées pour les enfants les plus jeunes (1 an ; 10 kg) et les plus âgés (12 ans ; 35 kg) (75). La consommation d'un unique repas hebdomadaire à base de marlin, espadon et requin entraînait un dépassement de la DHT (Tableau 7).

Tableau 7. Dose d'exposition au mercure liée à la consommation d'une portion hebdomadaire de poissons pélagiques et rapport à la dose hebdomadaire tolérable préconisée par le JECFA (1,6 µg/kg/semaine) en considérant des portions habituellement recommandées en fonction du poids et de l'âge de l'enfant.

| | Moyenne (ET) du contenu en mercure total (µg/g) 1999-2011 | Dose d'exposition au mercure (µg/kg/semaine) pour une portion hebdomadaire et rapport à la DHT (%) | | |
|---------------------------|--|---|------------------------|-----|
| | | Poids (kg) | 10 | 35 |
| | | Âge (années) | 1 | 12 |
| | | Portions* (g) | 30 | 100 |
| Thon | | | | |
| Thon blanc | 0,27 (0,15) | 0,81 (50,6%) | 0,77 (48,2%) | |
| Thon jaune | 0,24 (0,19) | 0,72 (45,0%) | 0,69 (42,9%) | |
| Thon obèse | 0,30 (0,23) | 0,90 (56,3%) | 0,86 (53,6%) | |
| Marlin | | | | |
| Bleu | 1,07 (2,42) | 3,21 (200,6%) | 3,06 (191,1%) | |
| Rayé | 0,51 (0,50) | 1,53 (95,6%) | 4,37 (273,2%) | |
| Noir | 7,19 (8) | 21,6 (1348,1%) | 20,54 (1283,9%) | |
| Espadon | 0,96 (1,41) | 2,88 (180%) | 2,74 (171,4%) | |
| Thazard | 0,23 (0,32) | 0,69 (43,1%) | 0,66 (41,1%) | |
| Mahi-Mahi | 0,16 (0,14) | 0,48 (30,0%) | 0,46 (28,6%) | |
| Saumon des dieux | 0,43 (0,22) | 1,29 (80,6%) | 1,23 (76,8%) | |
| Papio | 0,16 (-) | 0,48 (30,0%) | 0,46 (28,6%) | |
| Bonites | 0,26 (0,20) | 0,78 (48,8%) | 0,74 (46,4%) | |
| Requin-requin mako | 1,25 (1,03) | 3,75 (234,4%) | 3,56 (223,2%) | |

* il s'agit des portions habituellement recommandées en fonction de l'âge de l'enfant (75). ET : écart-type

1.3.3 Chez l'adulte

Nous n'avons pas de donnée suffisante pour calculer l'exposition au méthylmercure via la consommation de poissons.

2. Mesure de l'exposition au mercure à partir de dosages sanguins

2.1 Chez la femme enceinte

Une étude réalisée en 2005-2006 a dosé la concentration de mercure dans le sang du cordon ombilical de nouveau-nés de femmes issues des différents archipels. Le dosage moyen était de 64,6 nmol/L (minimum : 0,25 - maximum : 240) et variait entre archipels : 44,2 nmol/L à Moorea et 78,9 nmol/L aux Australes. Notons que ce taux s'élevait à 73,8 à Tahiti. En

considérant que 67,0 nmol/L est le dosage sanguin équivalant à la dose journalière tolérable définie par le JECFA (pour une femme de 60 kg), la moyenne des dosages sanguins chez ces femmes était proche de la dose tolérable malgré de grandes variations intra et inter archipels. Par contre, en terme fréquentiel, **39 % des femmes et donc 39 % des nouveau-nés avaient été surexposés en fin de grossesse** : 30 % des femmes natives de Moorea et 50 %-55 % pour celles des Australes et des Marquises (73).

Toutefois, le taux d'acides gras oméga-3 était important (particulièrement le DHA, essentiel eu développement cérébral) tout comme celui de sélénium. Ces deux nutriments confèrent probablement une protection non négligeable aux effets néfastes du méthylmercure (73).

2.2 Chez des adultes

Une étude réalisée entre 2000 et 2004 - dont l'objectif initial était l'étude de la ciguatera - a retrouvé un taux de mercure moyen dans le sang de 295 Polynésiens (115 hommes et 80 femmes) habitant Tahiti et Moorea de 108 nmol/L (écart-type : 67,7 min-max : 15-420) ou 93,3 nmol/L (moyenne géométrique) : 75,2 nmol/L chez la femme et 103 nmol/L chez l'homme. Selon la classification de santé Canada, 50 % de la population (hommes et femmes) se trouvaient en dessous de la zone à risque de développer des effets indésirables liés au méthylmercure (< 100 nmol/L) et 50 % se situaient dans la zone à risque augmenté (entre 100 et 500 nmol/L). Toutefois, la définition de cette zone reste arbitraire en ce sens où les données de la littérature sont contradictoires et non quantifiables. Notons également que l'échantillon n'était probablement pas représentatif de la population polynésienne (76).

Une seconde étude réalisée en 2007 chez 101 adolescents de 12-17 ans et 180 adultes de plus de 18 ans natifs de Tahiti ou des Australes - et dont le but était la mise en évidence d'une corrélation entre le taux de mercure total dans le sang et des indicateurs cardiovasculaires - retrouvait des moyennes géométriques de taux de mercure total dans le sang de 8,1 µg/L chez les adolescents et 14,5 µg/L chez les adultes ou de 17,8 µg/L chez l'homme et 11,1 µg/L chez la femme. Selon la classification de santé Canada, environ 30 % des adultes étaient dans la zone à risque augmenté d'effets indésirables lié au méthylmercure (entre 20 et 100 µg/L ou 100 et 500 nmol/L) vs. 5 % des adolescents et 1,7 % des adultes étaient à risque important (≥ 100 µg/L ou ≥ 500 nmol/L). Notons que le taux d'acides gras oméga-3 était élevé (particulièrement le DHA)

tout comme celui de sélénium. Ces deux nutriments confèrent probablement une protection non négligeable aux effets néfastes du méthylmercure (45).

3. Exposition au mercure de la population polynésienne : conclusions

Concernant la femme enceinte, l'approche de la dose d'exposition au mercure par le biais de la consommation de poissons reste très approximative et très peu précise. Elle permet tout de même de démontrer le risque d'une consommation excessive des grands poissons prédateurs. Le dosage sanguin permet d'avoir une approche plus objective et montre que plus d'un tiers des nouveau-nés était surexposé à la naissance, selon la DHT définie par le JECFA.

Concernant l'adulte, les dosages sanguins restent les seules données disponibles, même si les échantillons ne sont pas représentatifs de l'ensemble de la Polynésie française. Au total, entre 30 et 50 % des adultes seraient dans une zone définie à risque, même si cette zone reste arbitraire.

Enfin, l'ensemble des populations étudiées avait des taux élevés d'acides gras oméga-3 et de sélénium leur conférant une possible protection aux effets du mercure. Il est ainsi possible que la population polynésienne se rapproche de par ses caractères à la cohorte des Seychelles à partir de laquelle aucune corrélation entre l'exposition au mercure et le retentissement neurocomportemental n'a pu être démontrée (cf. §2.1.1).

Partie 3

PERTINENCE DE L'ÉMISSION DE RECOMMANDATIONS ET PROPOSITIONS DE RECOMMANDATIONS

1. Pourquoi émettre des recommandations en Polynésie française ?

1.1 Femmes enceintes et allaitantes, enfants

Il apparaît pertinent d'émettre des recommandations et tout spécialement pour les femmes enceintes ou allaitantes et les enfants pour les raisons suivantes :

- Les effets néfastes du méthylmercure sur le développement neurologique du fœtus ont été largement démontrés et la corrélation entre l'exposition et les troubles ont été quantifiés (12-26) ;
- Une dose hebdomadaire tolérable a été clairement énoncée par le JECFA (51) ;
- Une partie du méthylmercure, même minime, est excrétée dans le lait maternel (4) ;
- Le développement neurologique de l'enfant est considéré à risque identique de celui du fœtus (51) ;
- La mesure de l'exposition au méthylmercure à partir du dosage sanguin est plus précise que l'évaluation de l'exposition via la consommation de poissons. Le taux sanguin de mercure effectué chez des femmes enceintes démontrait que 39 % des nouveau-nés de Polynésie française semblaient surexposés (73) ;
- La consommation de poissons pélagiques en Polynésie française est grande et la contamination de ces derniers est non négligeable. Au vu du développement économique, on peut penser que la consommation de ces espèces ne diminuera pas et pourrait même augmenter (68-72) ;
- Il serait bénéfique d'éclaircir le message concernant la consommation de poissons au vu des interrogations suscitées par les messages émanant de la presse ou liées à d'autres problématiques en lien avec la consommation de poissons telles que la ciguatera ou l'allergie à l'histamine.

On peut penser que les conséquences économiques de la limitation de consommation de poissons pélagiques chez la femme enceinte seraient minimales. En effet, en 2010, on comptait 4 579 naissances sur une population totale de 270 000 individus (66). En terme de faisabilité, il est important de noter que les femmes enceintes sont habituées à modifier et adapter leur consommation pendant la grossesse.

Enfin, les femmes en âge de procréer ne seraient pas visées par ces recommandations pour les raisons suivantes :

- Contrairement à certains contaminants tels que les dioxines qui s'accumulent tout au long de la vie, le méthylmercure est excrété et métabolisé, même si sa demi-vie est longue (45-80 jours) (4) ;
- L'impact neurotoxique du méthylmercure s'exerce préférentiellement au 2e et 3e trimestres de la grossesse. Une limite de consommations de poisson pélagiques appliquée dès le début de la grossesse suffirait à l'élimination du méthylmercure et à limiter les taux sanguins au moment où le fœtus serait le plus à risque ;
- Le sélénium favorise l'élimination du méthylmercure et le taux retrouvé dans chez les femmes enceintes polynésiennes est élevé (73).

1.2 Adultes

L'utilité de recommandations concernant l'adulte a été discutée pour les raisons suivantes :

- Les travaux étudiant les conséquences neurologiques associées aux doses de mercure induites par la consommation de poissons sont contradictoires et les risques sont non quantifiables (30-34). Ceux étudiant les conséquences en terme d'évènements cardiovasculaires sont encore au stade initial des recherches (35-47). Ainsi, même s'il existe de réelles présomptions concernant certaines conséquences cardiovasculaires qui pourraient potentiellement impacter la mortalité (dans une certaine mesure), aucun résultat définitif, quantifié et faisant l'unanimité n'est à ce jour disponible ;
- Le JECFA précise que les adultes peuvent doubler la dose tolérable émise pour la femme enceinte sans développer d'effets neurologiques. Cette évaluation est plus arbitraire que celle définie pour la femme enceinte (51) ;
- Les résultats de dosages sanguins montraient qu'entre 30 et 50 % des adultes semblaient se trouver en zone à risque augmenté de souffrir de troubles liés au méthylmercure et certaines expositions étaient massives. Toutefois, les échantillons d'études n'étaient pas totalement représentatifs. De plus, la zone à risque définie par le Canada reste arbitraire, car définie à partir de résultats non quantifiés (45;76) ;

- Les dosages sanguins montraient également que les taux d'acides gras oméga-3 et de sélénium étaient importants, conférant ainsi une probable protection à la population aux effets néfastes du méthylmercure (45;76) ;
- L'émission de recommandations trop restrictives risquerait d'inquiéter la population et de ralentir lourdement une consommation de poissons qui apporte d'autres nutriments fondamentaux tels que les acides gras oméga-3 ;
- Il existe un risque de report de la consommation de poissons vers d'autres consommations plus néfastes pour la santé qui risqueraient d'aggraver certaines pathologies déjà très fréquentes en Polynésie française, telles que l'obésité ou le diabète (77) ;
- La consommation de poissons appartient à des habitudes sociétales qu'il ne faut pas négliger (68-72) ;
- Il existe un enjeu économique important.

Toutefois, afin de prendre en considération certaines expositions qui semblaient très élevées, d'éclaircir les messages et lever toutes interrogations, une recommandation concernant la consommation de poissons prédateurs à forte contamination en mercure tels que l'espadon, le requin, le marlin et saumon des dieux a été envisagée.

2. Propositions de recommandations

Les recommandations de consommation de thon et de poissons pélagiques peuvent être établies à partir :

- Du seuil d'exposition au méthylmercure préconisé par le JECFA qui tient compte de l'unique action du méthylmercure (51) ;
- De la balance bénéfice-risque qui prend également en compte les bienfaits des acides gras oméga-3 (50).

2.1 Femmes enceintes ou allaitantes

2.1.1 Recommandations à partir des données de consommation de poissons

Le but est de calculer la quantité maximale de poisson qu'une femme puisse consommer par semaine afin d'atteindre la DHT de méthylmercure définie par le JECFA (1,6 µg/kg/semaine) à partir de la formule présentée dans la figure 1. Il a été décidé d'utiliser la DHT émise par le JECFA, car celle émise par l'EFSA est certes plus récente, mais la méthode de calcul de cette dose entraîne davantage d'incertitudes.

- Basés sur les données d'exposition des femmes polynésiennes (Tableau 5), marlin, espadon, requin et saumon des dieux doivent être déconseillés, car leur consommation - en prenant en considération des portions minimales (100 g) - à l'exclusion de toute autre dépasserait la DHT préconisée par le JECFA.

- Ces espèces exclues, le thon est l'espèce qui a les teneurs en mercure les plus importantes (Tableau 3). De plus, il est également l'espèce la plus consommée.

Le but de cette approche est donc de calculer la quantité maximale de thon qu'une femme peut consommer par semaine afin d'atteindre la DHT de méthylmercure définie par le JECFA (1,6 µg/kg/semaine). Il ne sera pas fait de différence entre les espèces de thon. Bien que la moyenne du thon obèse soit supérieure aux autres (liée à la présence d'une valeur extrême), les médianes sont absolument identiques. De plus, en terme de recommandation, le message s'avèrerait difficile, car le thon jaune yellowfin est visuellement et gustativement considéré comme du thon rouge, et le nom des espèces n'est pas spécifié sur les étalages. Il ne serait donc pas possible en terme de communication de faire de différence entre les espèces.

- La teneur en mercure des poissons du lagon est de l'ordre de 0,05 µg/g.

- La quantité maximale de thon consommé par semaine pour atteindre la DHT émise par le JECFA serait de **400 g/semaine** (394,7 précisément) en considérant :

- un taux de mercure moyen dans le poisson de 0,3 µg/g (moyenne la plus élevée des trois espèces de thon) (Tableau 3) ;

- un poids moyen de la femme de 74 kg (74).

Il est important de noter que cette quantité atteinte, toute autre consommation devient « impossible » sans dépasser la DHT. De plus, il existe des variabilités concernant le contenu en mercure qui peut varier entre poissons d'une même espèce et entre les différentes espèces de thon. Bien que le thon blanc ait été mesuré en moyenne à 0,27 µg/g de mercure et que la variation est faible, 40 % dépassaient cette dose (QAAV-SDR). Il existe également des variabilités concernant le poids des femmes. En conséquence, un abaissement de la portion calculée (400 g/semaine) semble nécessaire.

Il est ainsi recommandé la quantité de 300 g de thon ou poissons du large par semaine, en excluant marlin, espadon, requin et saumon des dieux.

Ceci laisse la place pour la consommation supplémentaire d'environ 500 g de poissons du lagon par semaine.

D'autres alternatives de consommation telles que maquereaux, anchois ou sardines en conserves et saumon (et non saumon des Dieux), etc., peuvent être envisagées et proposées en fonction de leur disponibilité sur le marché et de leur prix. Ces produits ont des taux de mercure faibles (< 0,1 µg/g) et des taux d'acides gras oméga-3 élevés (> 15 mg/g).

2.1.2 Recommandations à partir des données OMS prenant en compte les bienfaits des acides gras oméga-3

À partir des résultats de la balance bénéfice-risque présentés précédemment (cf. §4.2.2), les espèces de poissons non conseillées, quelles que soit la fréquence de consommation, sont celles :

- dont le contenu en méthylmercure est compris entre 0,5 et 1 µg/g, mais dont le contenu en acides gras oméga-3 est faible (< 3mg/g) ;
- dont le contenu en méthylmercure est > 1 µg/g, mais dont le contenu en acides gras oméga-3 est ≤ 8mg/g) ;

Il s'agit de l'espadon, du requin et du marlin ; le thon obèse est également concerné selon la classification OMS, mais les mesures locales montrent une teneur inférieure en mercure ; le saumon des Dieux n'est pas pris en compte par la classification OMS. Notons toutefois que nous n'avons pas de données locales concernant les teneurs en acides gras oméga-3.

Les autres analyses n'éliminent pas la consommation de poissons présents en Polynésie française. Ainsi, la consommation de thon pour une femme de 60 kg semble pouvoir être quotidienne (portion de 100 g, soit 700 g par semaine).

Cette méthode intéressante est toutefois limitée, car elle a été évaluée pour des portions de 100 g et un poids moyen de 60 kg pour le calcul de la dose de méthylmercure. De plus, elle ne prend pas en compte l'effet cumulatif des consommations.

2.1.3 Conclusions

Les deux méthodes semblent en accord pour déconseiller les consommations d'espadon, requin, marlin. Le saumon des dieux, non analysé par l'OMS et dont le taux en acides gras oméga-3 ne nous est pas connu, s'ajoute par précaution. Une consommation unique de ces espèces dépasserait la DHT recommandée par le JECFA.

La recommandation pour la consommation des autres espèces du large varie en fonction des méthodes, entre 300 g et 700 g hebdomadaires (le nombre de repas devant être défini en fonction des portions).

2.2 Les Enfants

La méthode retenue consiste à calculer la quantité maximale de poisson qu'un enfant peut consommer par semaine afin d'atteindre la DHT de méthylmercure définie par le JECFA (1,6 µg/kg/semaine) à partir de la formule présentée dans la figure 1.

- Selon les données d'exposition, la consommation d'une portion hebdomadaire de marlin, espadon, requin dépasserait la DHT préconisée par le JECFA. Au vu de sa teneur importante en mercure et dans un souci d'homogénéiser le message avec celui destiné à la femme enceinte, le saumon des Dieux doit être ajouté à la liste ;
- Ces espèces exclues, le thon est l'espèce qui a les teneurs en mercure les plus importantes (Tableau 3). De plus, il est également l'espèce la plus consommée ;
- Tout comme pour la femme enceinte, il ne sera pas fait de différence entre les espèces de thon ;

- La quantité maximale de thon consommé par semaine pour atteindre la DHT émise par le JECFA varie en fonction du poids de l'enfant et se situe entre 50 g et 185 g par semaine, soit entre 1,7 et 2,3 repas (Tableau 8) :

- en considérant un taux de mercure moyen dans le poisson de 0,3 µg/g (moyenne la plus élevée des trois espèces de thon) (Tableau 3) ;
- en considérant des portions habituelles recommandées aux enfants en fonction de l'âge et du poids (75).

Tout comme pour la femme enceinte, il est important de noter que cette quantité atteinte, toute autre consommation devient « impossible » sans dépasser la DHT et qu'il existe des variabilités concernant le contenu en mercure, entre les différentes espèces de thon et au sein d'une même espèce. Un abaissement des portions recommandées est donc également nécessaire.

Ainsi, la consommation hebdomadaire recommandée pour les enfants est de 1 repas maximum de poissons du large (portion habituelle recommandée et adaptée à l'âge) en excluant marlin, espadon, requin et saumon des dieux.

Ceci laisse la place pour une consommation de 3 à 7 portions de poissons du lagon.

Tableau 8. Quantités hebdomadaires maximales de thon recommandées (en fonction du poids et en considérant une DHT de 1,6 µg/kg/semaine) et nombre de repas hebdomadaire maximum en fonction des portions habituellement recommandées aux enfants.

| Poids de l'enfant (kg) | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Âge (années) | 1 | 2-3 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| Portion hebdomadaire maximale de thon (g) ^{a b} | 50 | 80 | 100 | 130 | 160 | 185 |
| Portion de poisson recommandée par repas par les professionnels de santé (g) ⁽⁷⁵⁾ | 30 | 50 | 50 | 70 | 70 | 100 |
| Nombre maximum de repas hebdomadaires de thon en fonction des deux variables précédentes ^b | 1,7 | 1,6 | 1,8 | 1,8 | 2,3 | 1,8 |
| Nombre de repas conseillés à base de thon/poissons du large ^{c,d} | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Dose d'exposition hebdomadaire apportée par une portion de thon (µg/kg/semaine) ^a | 0,90 | 1,0 | 0,75 | 0,85 | 0,70 | 0,85 |
| Dose d'exposition hebdomadaire apportée par une portion de poisson du lagon (µg/kg/semaine) ^a | 0,15 | 0,17 | 0,13 | 0,14 | 0,12 | 0,15 |
| Portions conseillées de poissons du lagon | 4 | 3 | 6 | 5 | 7 | 5 |

^a Considérant une contamination du thon à 0,3 µg/g et une contamination des poissons du lagon à 0,05 µg/g ;

^b Considérant une limite d'exposition à 1,6 µg/kg/semaine ; ^c nombre de repas arrondi à l'entier inférieur ;

^d en dehors des espèces non recommandées

2.3 Les adultes

Si des limites de consommation de poissons du large et en particulier de thon devaient être émises pour les adultes, on pourrait se baser sur la même approche du calcul des quantités maximales de thon qu'un individu peut consommer pour atteindre la DHT (Figure 1). Les quantités recommandées pourraient alors être les suivantes :

- Chez l'homme

En considérant un poids moyen de 90,6 kg (74), une DHT de 3,2 µg/kg/semaine et une teneur en mercure de 0,30 µg/g (Tableau 3), la quantité maximale de thon serait de 945 g par semaine (ou 300 g d'espadon en avec une teneur en mercure de 0,96 µg/g).

- Chez la femme

En considérant un poids moyen de 79,7 kg (74), une DHT de 3,2 µg/kg/semaine et une teneur en mercure de 0,30 µg/g (Tableau 3), la quantité maximale de thon serait de 850 g par semaine (ou 265 g d'espadon avec une teneur en mercure de 0,96 µg/g).

Les données de consommations indiquent que les Polynésiens consomment environ 54 kg de poissons par an et par personne, soit environ 1 kg par semaine (69). Pour les poissons pélagiques, cette quantité est de 23,7 kg/an/personne, soit 500 g par semaine (71). Aussi, même si ces données agrégées ont certaines limites, les quantités consommées sont largement inférieures aux quantités maximales de thon à ne pas dépasser. Aussi, l'émission de recommandations pour la consommation de poissons du large chez les adultes en Polynésie ne semble pas pertinente. Toutefois, des recommandations concernant la consommation maximale des poissons pélagiques à haut taux de mercure (espadon, requin, marlin) à une fréquence d'un repas par semaine peuvent être faites. Cette fréquence est retrouvée classiquement dans les recommandations émises par les autres pays (cf. §5).

Partie 4

RECOMMANDATIONS VALIDÉES PAR LE GROUPE DE TRAVAIL

1. Recommandations chez la femme enceinte et allaitante

Considérant d'une part :

- ❖ Que la corrélation entre l'exposition maternelle au méthylmercure pendant la grossesse et l'apparition de troubles dans le développement du système nerveux central du fœtus a été démontrée et quantifiée (12-26) ;
- ❖ Que ces troubles peuvent être observés lors d'une exposition modérée au méthylmercure liée à une forte consommation de poissons pélagiques (12-26) ;
- ❖ Que l'exposition du fœtus au méthylmercure est importante principalement au cours du deuxième et du dernier trimestre de grossesse ;
- ❖ Que le JECFA (experts communs à l'OMS et à la FAO) a défini une dose hebdomadaire tolérable d'exposition au méthylmercure qui est de 1,6 µg/kg/semaine (51) ;
- ❖ Qu'une partie du méthylmercure s'oxyde et s'accumule au niveau cérébral, mais que la plus grande partie est métabolisée et excrétée (demi-vie entre 44-80 jours) (4) ;
- ❖ Qu'une partie du méthylmercure métabolisé est excrétée dans le lait maternel (4).

Considérant d'autre part :

- ❖ Que les acides gras oméga-3 présents dans le poisson en plus ou moins grande quantité confèrent au fœtus une protection efficace contre les effets indésirables du méthylmercure puisqu'ils favorisent le développement du système nerveux central du fœtus (22;25;26;55;56) ;
- ❖ Que le sélénium retrouvé en grande quantité dans le poisson – et particulièrement dans le thon, les sardines, le maquereau, les anchois – pourrait contrebalancer la toxicité du méthylmercure (54).

Considérant par ailleurs :

- ❖ Que les résultats d'une étude réalisée en 2005-2006 montraient que 39 % des femmes enceintes de Polynésie française et par conséquent 39 % des fœtus étaient surexposés au méthylmercure en fin de grossesse (73) ;

- ❖ Que les taux de sélénium et d'acides gras oméga-3 chez ces mêmes femmes enceintes étaient très élevés (73) ;
- ❖ Que les femmes enceintes de cette même étude déclaraient consommer en moyenne 2,7 repas hebdomadaires à base de poissons pélagiques ; le thon était l'espèce la plus consommée (73) ;
- ❖ Que les variations de cette consommation entre archipels étaient importantes (73) ;
- ❖ Qu'il est difficile de déterminer avec précision les portions composant un repas et que les variations sont probablement importantes : alors que les portions les plus faibles sont probablement de l'ordre de 100-150 g, les plus importantes peuvent dépasser 300 g ;
- ❖ Que certains professionnels de santé au contact des femmes enceintes polynésiennes font état de pratiques traditionnelles chez ces dernières qui consistent à limiter leur consommation de poissons pélagiques pendant la grossesse ;
- ❖ Que la teneur moyenne en mercure total de certains poissons pélagiques consommés en Polynésie française - tels que le marlin, le saumon des Dieux, l'espadon et le requin - est élevée ($\geq 0,5 \mu\text{g/g}$) et que la variabilité est grande (QAAV-SDR) ;
- ❖ Que la teneur moyenne en mercure total des trois espèces de thon et des bonites est de l'ordre de $0,3 \mu\text{g/g}$ et que la variabilité est grande (QAAV-SDR) ;
- ❖ Que la teneur moyenne en mercure total des autres poissons du large est inférieure à celles des trois espèces de thon (QAAV-SDR) ;
- ❖ Que la teneur moyenne en mercure total des poissons du lagon est de l'ordre de $0,05 \mu\text{g/g}$ et que celle de certains poissons tels que les sardines, maquereaux, anchois, harengs, chinchards (ature et orare) ou saumons sauvages du Pacifique est $< 0,1 \mu\text{g/g}$. La teneur en acides gras oméga-3 de ces derniers est par contre élevée (4).

Considérant enfin :

- ❖ Qu'une consommation régulière des poissons pélagiques ayant les plus hauts taux de mercure ($\geq 0,5 \mu\text{g/g}$) entraînerait rapidement un dépassement de la dose hebdomadaire tolérable définie par le JECFA ;
- ❖ Que la quantité maximale de thon qu'une femme de 74 kg (poids moyen des femmes polynésiennes en âge de procréer) (74) peut consommer, à l'exclusion de toute autre consommation de poisson, pour atteindre la dose hebdomadaire tolérable de mercure de

1,6 µg/kg/semaine est de 400 g par semaine (cette quantité est obtenue indépendamment des actions bénéfiques des autres nutriments).

Le groupe de travail :

- ❖ Rappelle que la consommation de poissons pendant la grossesse est excellente ; elle apporte des éléments fondamentaux au développement du fœtus tels que le sélénium et les acides gras oméga-3 –, particulièrement la consommation d'espèces comme les chinchards (ature/orare), sardines, maquereaux, anchois, harengs et saumon du Pacifique ;
- ❖ Rappelle que la consommation de poissons du lagon est une bonne source de nutriments pendant la grossesse, mais que le choix de sa consommation doit se faire en tenant compte du risque de ciguatera ;
- ❖ Recommande, afin de permettre une couverture optimale des besoins en nutriments tout en limitant le risque de surexposition au mercure pour la femme enceinte ou allaitante, une consommation de poissons pélagiques à la fréquence de :
 - 2 repas par semaine ;
 - en excluant la consommation de marlin, saumon des dieux, espadon et requin.

2. Recommandations chez l'enfant

Considérant d'une part :

- ❖ Que la corrélation entre l'exposition modérée de l'enfant au méthylmercure par le biais d'une consommation fréquente de poissons pélagiques et l'apparition de troubles a été peu étudiée ;
- ❖ Que la corrélation entre une exposition modérée au méthylmercure du fœtus pendant la grossesse et l'apparition de troubles dans le développement du système nerveux central de ce dernier a été démontrée et quantifiée (12-26) ;
- ❖ Que les troubles évoqués précédemment persistent pendant l'enfance et l'adolescence (15) ;
- ❖ Que l'âge auquel le système nerveux central de l'enfant est considéré comme mature n'est pas connu précisément. Toutefois, le périmètre crânien de l'enfant ne cesse d'évoluer jusqu'à 30 mois, âge auquel il commence à se stabiliser ;
- ❖ Que le JECFA (experts communs à l'OMS et à la FAO) a considéré que l'enfant avait un risque identique au fœtus de par la sensibilité et le développement constant de son système nerveux central (51) ;
- ❖ Que le JECFA a défini une dose hebdomadaire tolérable d'exposition au méthylmercure pour l'enfant identique à celle du fœtus, soit 1,6 µg/kg/semaine. Aucune limite d'âge n'a été précisée (51).

Considérant d'autre part :

- ❖ Que les acides gras oméga-3 présents dans le poisson en plus ou moins grande quantité confèrent une protection efficace contre les effets indésirables du méthylmercure puisqu'ils favorisent le développement du système nerveux central (22;25;26;55;56) ;
- ❖ Que le sélénium retrouvé en grande quantité dans le poisson – et particulièrement dans le thon, les sardines, le maquereau, les anchois – pourrait contrebalancer la toxicité du méthylmercure (54).

Considérant par ailleurs :

- ❖ Que la consommation générale de poissons en Polynésie française est élevée (54 kg/an/personne vs. 16 kg/an/personne pour la moyenne mondiale) et que la moitié est représentée par la consommation de poissons pélagiques (69;71) ;
- ❖ Qu'il n'existe actuellement aucune donnée précise concernant les habitudes alimentaires des enfants polynésiens ou concernant leur exposition au méthylmercure. Toutefois, il y a peu de raisons de penser que leur fréquence de consommation de poissons (une fois la diversification alimentaire établie) puisse être nettement inférieure à celle de la population générale ;
- ❖ Qu'il existe des recommandations concernant les quantités à consommer pendant les repas en fonction de l'âge de l'enfant (75). Les professionnels de santé rapportent toutefois des quantités consommées souvent supérieures ;
- ❖ Qu'il existe des recommandations concernant les étapes à suivre lors de la diversification alimentaire de l'enfant. Il est ainsi recommandé de ne pas introduire le poisson pélagique avant l'âge de 12 mois (78) ;
- ❖ Que la teneur moyenne en mercure total de certains poissons pélagiques consommés en Polynésie française - tels que le marlin, le saumon des Dieux, l'espadon et le requin - est élevée ($\geq 0,5 \mu\text{g/g}$) et que la variabilité est grande (QAAV-SDR) ;
- ❖ Que la teneur moyenne en mercure total des trois espèces de thon et des bonites est de l'ordre de $0,3 \mu\text{g/g}$ et que la variabilité est grande (QAAV-SDR) ;
- ❖ Que la teneur moyenne en mercure total des autres poissons du large est inférieure à celles des trois espèces de thon (QAAV-SDR) ;
- ❖ Que la teneur moyenne en mercure total des poissons du lagon est de l'ordre de $0,05 \mu\text{g/g}$ et que celle de certains poissons tels que les sardines, maquereaux, anchois, harengs, chinchards (ature et orare) ou saumons sauvages du Pacifique est $< 0,1 \mu\text{g/g}$. La teneur en acides gras oméga-3 de ces derniers est par contre élevée (4).

Considérant enfin :

- ❖ Qu'un seul repas hebdomadaire pris à base des poissons pélagiques ayant les plus hauts taux de mercure ($\geq 0,5 \mu\text{g/g}$) (considérant des portions adaptées au poids de l'enfant)

entraînerait un dépassement de la dose hebdomadaire tolérable définie par le JECFA, quel que soit le poids de l'enfant ;

- ❖ Que le nombre de repas maximal à base de thon qu'un enfant puisse consommer, à l'exclusion de toute autre consommation de poisson, pour atteindre la dose hebdomadaire tolérable de mercure de 1,6 µg/kg/semaine reste inférieur à 2 repas par semaine, quel que soit le poids de l'enfant (considérant des portions adaptées en fonction de l'âge de l'enfant (75)).

Le groupe de travail :

- ❖ Rappelle que la consommation de poissons est excellente pour le développement de l'enfant puisqu'elle apporte des éléments fondamentaux tels que le sélénium et les acides gras oméga-3, et particulièrement la consommation d'espèces comme les chinchards (ature/orare), sardines, maquereaux, anchois, harengs et saumon du Pacifique.
- ❖ Rappelle que la consommation de poissons du lagon est une bonne source de nutriments, mais que le choix de sa consommation doit se faire en tenant compte du risque de ciguatera ;
- ❖ Rappelle que l'introduction du poisson pélagique chez l'enfant ne doit pas se faire avant l'âge de 12 mois ;
- ❖ Recommande, pour l'enfant âgé de 12 à 30 mois, une consommation de poissons pélagiques à la fréquence de :
 - 1 repas par semaine (dont la portion sera adaptée en fonction de l'âge de l'enfant) ;
 - en excluant la consommation de marlin, saumon des dieux, espadon et requin.

3. Recommandations chez l'adulte

Considérant d'une part :

- ❖ Que les résultats des études de corrélation entre l'exposition modérée au méthylmercure de l'adulte par le biais d'une consommation fréquente de poissons pélagiques et l'apparition de troubles neurologiques ou cardiovasculaires restent à ce jour contradictoires et non quantifiables (30-47) ;
- ❖ Que le JECFA considère toutefois que l'adulte peut doubler l'exposition au méthylmercure recommandée pour la femme enceinte sans s'exposer à l'apparition de troubles neurologiques (3,2 µg/kg/semaine) (51).

Considérant d'autre part :

- ❖ Que les acides gras oméga-3 présents dans le poisson en plus ou moins grande quantité confèrent une protection efficace contre les effets indésirables du méthylmercure puisque ce sont des protecteurs cardiovasculaires efficaces (48) ;
- ❖ Que le sélénium retrouvé en grande quantité dans le poisson – et particulièrement dans le thon, les sardines, le maquereau, les anchois – pourrait contrebalancer la toxicité du méthylmercure (47;54).

Considérant par ailleurs :

- ❖ Que la consommation générale de poissons en Polynésie française est élevée (54 kg/an/personne vs. 16 pour la moyenne mondiale) et que la moitié est représentée par la consommation de poissons pélagiques (69;71) ;
- ❖ Qu'il n'existe actuellement aucune donnée précise et récente concernant les habitudes alimentaires des adultes polynésiens ;
- ❖ Que les résultats de deux études réalisées en 2004 et 2007 montraient une exposition moyenne au méthylmercure des adultes polynésiens proche de la dose hebdomadaire tolérable définie par le JECFA. Ils montraient également qu'entre 30 et 50 % des adultes étaient surexposés. Toutefois, les échantillons n'étaient pas représentatifs de l'ensemble de la population polynésienne (45;76)

- ❖ Que les taux de sélénium et d'acides gras oméga-3 chez ces mêmes adultes étaient très élevés (45;76) ;
- ❖ Que la teneur moyenne en mercure total de certains poissons pélagiques consommés en Polynésie française - tels que le marlin, le saumon des Dieux, l'espadon et le requin - est élevée ($\geq 0,5 \mu\text{g/g}$) et que la variabilité est grande (QAAV-SDR) ;
- ❖ Que la teneur moyenne en mercure total des trois espèces de thon et des bonites est de l'ordre de $0,3 \mu\text{g/g}$ et que la variabilité est grande (QAAV-SDR) ;
- ❖ Que la teneur moyenne en mercure total des autres poissons du large est inférieure à celles des trois espèces de thon (QAAV-SDR) ;
- ❖ Que la teneur moyenne en mercure total des poissons du lagon est de l'ordre de $0,05 \mu\text{g/g}$ et que celle de certains poissons tels que les sardines, maquereaux, anchois, harengs, chinchards (ature et orare) ou saumons sauvages du Pacifique est $< 0,1 \mu\text{g/g}$. La teneur en acides gras oméga-3 de ces derniers est par contre élevée (4).

Considérant enfin :

- ❖ Que la quantité maximale de thon qu'une femme de 79,7 kg (poids moyen des femmes polynésiennes (74)) peut consommer, à l'exclusion de toute autre consommation de poisson, pour atteindre la dose hebdomadaire tolérable de méthylmercure de $3,2 \mu\text{g/kg/semaine}$ est de 850 g par semaine ;
- ❖ Que la quantité maximale de thon qu'un homme de 90,6 kg (poids moyen des hommes polynésiens (74)) peut consommer, à l'exclusion de toute autre consommation de poisson, pour atteindre la dose hebdomadaire tolérable de méthylmercure de $3,2 \mu\text{g/kg/semaine}$ est de 945 g par semaine ;
- ❖ Que ces quantités maximales calculées sont supérieures aux quantités de consommation globales décrites ci-dessus.

Le groupe de travail :

- ❖ Ne limite pas à ce jour la consommation de poissons pélagiques pour l'adulte et s'engage à revoir sa décision en fonction de l'évolution des connaissances et de la recherche ;

Rappelle que la consommation de poissons doit s'intégrer dans une alimentation variée et équilibrée.

Conclusion

Les Polynésiens sont de grands consommateurs de poissons et particulièrement de poissons pélagiques dont le thon. Les poissons pélagiques ont en général des taux de mercure plus élevés que la plupart des autres espèces. Le niveau d'exposition au méthylmercure de la population polynésienne - approché par l'évaluation de leur consommation et par des mesures biologiques - est élevé.

Il est maintenant scientifiquement reconnu que cette exposition au méthylmercure peut avoir des conséquences non négligeables et particulièrement dans les populations à risque que sont le fœtus et l'enfant, chez qui le développement du système nerveux central peut être perturbé. C'est pourquoi des recommandations ont été préconisées pour la femme enceinte - limitant la consommation de poissons pélagiques à deux repas par semaine en excluant la consommation de marlin, saumon des dieux, espadon et requin - ainsi que pour l'enfant âgé de 12 à 30 mois pour qui la consommation est limitée à un repas par semaine en excluant les mêmes espèces. Les connaissances scientifiques concernant les risques liés à l'exposition au méthylmercure de l'adulte étant encore imprécises, aucune restriction particulière n'a été décidée à ce jour pour ce sous-groupe.

Ces recommandations seront diffusées dans un premier temps aux professionnels de santé et à la population générale dans un second temps. Elles pourront également être modifiées en fonction de l'évolution des données scientifiques et des données de surveillance des taux de mercure dans les espèces de poissons pêchés en Polynésie française. Cette surveillance doit être poursuivie et celle des espèces fortement consommées et peu suivies telles que la bonite pourrait être envisagée.

Références

1. Poulin J, Gibb H. Mercury: assessing the environmental burden of disease at national and local levels. WHO - Public Health and the Environment ; 2008
2. McCurry, J. Japan remembers minamata. *Lancet*, 2008;367:99-100
3. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/fr> (Accessed July 23, 2013)
4. UNEP - DTIE Chemicals Branch, WHO - Department of Food Safety, Zoonoses and Foodborne Diseases. Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure ; 2008
5. Forsyth DS, Casey V, Dabeka RW, McKenzie A. Methylmercury levels in predatory fish species marketed in Canada. *Food Addit Contam.* 2004;21:849-56
6. Yamashita Y, Omura Y, Okazaki E. Total mercury and methylmercury levels in commercially important fishes in Japan. *Fisheries Science.* 2005;71:1029–1035
7. National Research Council of the United States of America. Toxicological effects of methylmercury. Washington, DC: National Research Council. 2000.
8. Berglund M, Lind B, Bjornberg KA, Palm B, Einarsson O, Vahter M. Inter-individual variations of human mercury exposure biomarkers: a cross-sectional assessment. *Environ. Health.* 2005;4:20.
9. WHO/IPCS. 2004. Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants, Sixty-first meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO Food Additives Series, No. 52. Geneva: World Health Organization, International Programme on Chemical Safety.
10. Stern AH, Smith AE. An assessment of the cord-blood: maternal blood methylmercury ratio: implications for risk assessment. *Environ Health Perspect.* 2003;111:1465-70.

11. Stern AH. A revised probabilistic estimate of the maternal methyl mercury intake dose corresponding to a measured cord blood mercury concentration. *Environmental Health Perspectives*. 2008 ;113:155-63.
12. Kjellstrom T, Kennedy P, Wallis S, Mantell C. Physical and mental development of children with prenatal exposure to mercury from fish. Stage 1: Preliminary tests at age 4. Report 3080, National Swedish Environmental Protection Board ; 1986
13. Kjellstrom T, Kennedy P, Wallis S, Stewart L, Friberg L, Lind B, et al. Physical and mental development of children with prenatal exposure to mercury from fish. Stage 2: Interviews and psychological tests at age 6. Report 3642, National Swedish Environmental Protection Board ;1989
14. Grandjean P, Weihe P, White RF, Debes F, Araki S, Yokoyama K, et al. Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicology and Teratology*. 1997;19: 417-428.
15. Debes F, Budtz-Jørgensen E, Weihe P, White RF, Grandjean P. Impact of prenatal methylmercury exposure on neurobehavioral function at age 14 years. *Neurotoxicol Teratol*. 2006;28:363-75.
16. Davidson PW, Myers GJ, Cox C, Axtell C, Shamlaye C, Sloane-Reeves J, et al. Effects of prenatal and postnatal methylmercury exposure from fish consumption on neurodevelopment: outcomes at 66 months of age in the Seychelles child development study. *JAMA*. 1998;280:701–707.
17. Davidson PW, Palumbo D, Myers GJ, Cox C, Shamlaye CF, Sloane-Reeves J, et al. Neurodevelopmental outcomes of Seychellois children from the pilot cohort at 108 months following prenatal exposure to methylmercury from a maternal fish diet. *Environmental Research*. 2000;84:1–11.

18. Davidson PW, Myers GJ, Cox C, Wilding GE, Shamlaye CF, Huang LS, et al. Methylmercury and neurodevelopment: longitudinal analysis of the Seychelles child development cohort. *Neurotoxicology and Teratology*. 2006 ;28:529–535.
19. Davidson PW, Strain JJ, Myers GJ, Thurston SW, Bonham MP, Shamlaye CF, et al. Neurodevelopmental effects of maternal nutritional status and exposure to methylmercury from eating fish during pregnancy. *Neurotoxicology*. 2008;29 :767–775.
20. Myers GJ, Davidson PW, Cox C, Shamlaye CF, Palumbo D, Cernichiari E, et al. Prenatal methylmercury exposure from ocean fish consumption in the Seychelles Child Development Study. *Lancet*. 2003;361:1686–1692.
21. Cohen JT, Bellinger DC, Connor WE, Kris-Etherton PM, Lawrence RS, Savitz DA, et al. A quantitative risk–benefit analysis of changes in population fish consumption. *American Journal of Preventive Medicine*. 2005;29:325–334.
22. Cohen JT, Bellinger DC, Shaywitz BA. A quantitative analysis of prenatal methylmercury exposure and cognitive development. *American Journal of Preventive Medicine*. 2005;29:353–366.
23. Budtz-Jørgensen E, Debes F, Weihe P, Grandjean P. 2005. Adverse Mercury effects in 7 Year Old Children Expressed as Loss in “IQ.” Report to the U.S. Environmental Protection Agency. EPA-HQ-OAR-2002-0056-6046. Available: www.regulations.gov (Accessed July 24, 2013)
24. Axelrad DA, Bellinger DC, Ryan LM, Woodruff TJ. Dose–response relationship of prenatal mercury exposure and IQ: an integrative analysis of epidemiologic data. *Environmental Health Perspectives*. 2007;115:609–615.
25. Oken E, Wright RO, Kleinman KP, Bellinger D, Amarasiriwardena CJ, Hu H. Maternal fish consumption, hair mercury and infant cognition in a U.S. cohort. *Environmental Health Perspectives*. 2005;13:1376–1380.

26. Oken E, Radesky JS, Wright RO, Bellinger DC, Amarasiriwardena CJ, Kleinman KP. Maternal fish intake during pregnancy, blood mercury levels, and child cognition at age 3 years in a US cohort. *American Journal of Epidemiology*. 2008;167:1171–1181.
27. Sørensen N, Murata K, Budtz-Jorgensen E, Weihe P, Grandjean P. Prenatal methylmercury exposure as a cardiovascular risk factor at seven years of age. *Epidemiology* 1999;10:370-5
28. Grandjean P, Murata K, Budtz-Jorgensen E, Weihe P. Cardiac autonomic activity in methylmercury neurotoxicity: 14-year follow-up of a Faroese birth cohort. *J Pediatr* 2004;144:169-76.
29. Saint-Amour D, Roy MS, Bastien C, Ayotte P, Dewailly E, Després C, et al. Alterations of visual evoked potentials in preschool Inuit children exposed to methylmercury and polychlorinated biphenyls from a marine diet. *NeuroToxicology*. 2006;27: 567-578.
30. Auger N, Kofman O, Kosatsky T, Armstrong B. Low-level methylmercury exposure as a risk factor for neurologic abnormalities in adults. *Neurotoxicology*. 2005;26:149-57.
31. Johansson N, Basun H, Winblad B, Nordberg M. Relationship between mercury concentration in blood, cognitive performance, and blood pressure, in an elderly urban population. *Biometals*. 2002;15:189-95.
32. Lebel J, Mergler D, Branches F, Lucotte M, Amorim M, Larribe F, et al. Neurotoxic effects of low-level methylmercury contamination in the Amazonian Basin. *Environ Res*. 1998;79:20-32.
33. Yokoo EM, Valente JG, Grattan L, Schmidt SL, Platt I, Silbergeld EK. Low level methylmercury exposure affects neuropsychological function in adults. *Environ Health*. 2003;2:8.
34. Weil M, Bressler J, Parsons P, Bolla K, Glass T, Schwartz B. Blood mercury levels and neurobehavioural function. *JAMA*. 2005;293:1875-82.

35. Salonen JT, Seppanen K, Nyyssonen K, Korpela H, Kauhanen J, Kantola M, et al. Intake of mercury from fish, lipid peroxidation, and the risk of myocardial infarction and coronary, cardiovascular, and any death in eastern Finnish men. *Circulation*. 1995;91:645-55.
36. Virtanen JK, Voutilainen S, Rissanen TH, Mursu J, Tuomainen TP, Korhonen MJ, et al. Mercury, fish oils, and risk of acute coronary events and cardiovascular disease, coronary heart disease, and all-cause mortality in men in eastern Finland. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2005;25:228-33.
37. Guallar E, Sanz-Gallardo MI, van't Veer P, Bode P, Aro A, Gomez-Aracena J, et al. Mercury, fish oils, and the risk of myocardial infarction. *N Engl J Med*. 2002;347:1747-54.
38. Salonen JT, Seppanen K, Lakka TA, Salonen R, Kaplan GA. Mercury accumulation and accelerated progression of carotid atherosclerosis: a population-based prospective 4-year follow-up study in men in eastern Finland. *Atherosclerosis*. 2000;148:265-73.
39. Rissanen T, Voutilainen S, Nyyssonen K, Lakka TA, Salonen JT. Fish oil-derived fatty acids, docosahexaenoic acid and docosapentaenoic acid, and the risk of acute coronary events: the Kuopio ischaemic heart disease risk factor study. *Circulation*. 2000;102:2677-9.
40. Valera B, Dewailly E, Poirier P: Environmental mercury exposure and blood pressure among Nunavik Inuit adults. *Hypertension*. 2009, 54:981-986.
41. Choi AL, Weihe P, Budtz-Jorgensen E, Jorgensen PJ, Salonen JT, Tuomainen T-P, et al. Methylmercury exposure and adverse cardiovascular effects in Faroese whaling men. *Environmental health perspectives*. 2009, 117:367-372.
42. Fillion M, Mergler D, Sousa Passos CJ, Larribe F, Lemire M, Guimaraes JR. A preliminary study of mercury exposure and blood pressure in the Brazilian Amazon. *Environ Health*. 2006;5:29.

43. Pedersen EB, Jorgensen ME, Pedersen MB, Siggaard C, Sorensen TB, Mulvad G, et al. Relationship between mercury in blood and 24-h ambulatory blood pressure in Greenlanders and Danes. *American journal of hypertension*. 2005;18:612-618.
44. Lim S, Chung HU, Paek D. Low dose mercury and heart rate variability among community residents nearby to an industrial complex in Korea. *Neurotoxicology*. 2010;1:10–16.
45. Valera B, Dewailly E, Poirier P, Counil E, Suhas E. Influence of mercury exposure on blood pressure, resting heart rate and heart rate variability in French Polynesians: a cross-sectional study. *Environ Health*. 2011;10:99.
46. Yaginuma-Sakurai K, Murata K, Shimada M, Nakai K, Kurokawa N, Kameo S et al. intervention study on cardiac autonomic nervous effects of methylmercury from seafood. *Neurotoxicology and teratology*. 2009;32:240-245.
47. Mozaffarian D. Fish, Mercury, Selenium and Cardiovascular Risk: Current Evidence and Unanswered Questions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2009;6:894-1916
48. Mozaffarian D, Rimm EB. Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *JAMA*. 2006;296:1885-1899.
49. Moszczyński P. Mercury compounds and the immune system: a review. *Int J Occup Med Environ Health*. 1997;10:247-58.
50. Joint FAO/WHO expert consultation on the risks and benefits of fish consumption. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 978. Rome, 25–29 January 2010 : JECFA FIPM/R978
51. FAO/WHO summary and conclusions of the sixty-seventh meeting of the Joint FAO/WHO expert committee on food additives (JECFA), 20-29 June 2006 ; JECFA 67/SC

52. European Food safety Authority (EFSA). Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal*. 2012;10:2985
53. Santé Canada-Bureau d'innocuité des produits chimiques-Direction des aliments-Direction générale des produits de santé et des aliments. Évaluation des risques pour la Santé liés au mercure présent dans le poisson et bienfaits pour la santé associés à la consommation de poisson. 2007.
Available online : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/pubs/mercur/merc_fish_poisson-fra.php
(Accessed July 24, 2013)
54. Clarkson TW, Strain JJ. Nutritional factors may modify the toxic action of methyl mercury in fish-eating populations. *J Nutr*. 2003;133:1539S-43S.
55. Daniels JL, Longnecker MP, Rowland AS, Golding J. Fish intake during pregnancy and early cognitive development of offspring. *Epidemiology*. 2004;15:394–402.
56. Hibbeln JR, Davis JM, Steer CP, Emmett I, Rogers C, Williams C, et al. Maternal seafood consumption in pregnancy and neurodevelopmental outcomes in childhood (ALSPAC study): an observational cohort study. *Lancet*. 2007;369:578–585.
57. Strain JJ, Davidson PW, Bonham MP, Duffy EM, Stokes-Riner A, Thurston SW et al. Associations of maternal long-chain polyunsaturated fatty acids, methyl mercury, and infant development in the Seychelles Child Development Nutrition Study. *Neurotoxicology*. 2008;29:776–782.
58. Lynch ML, Huang LS, Cox C, Strain JJ, Myers GJ, Bonham MP, et al. Varying coefficient function models to explore interactions between maternal nutritional status and prenatal methylmercury toxicity in the Seychelles Child Development Nutrition Study. *Environmental Research*. 2011;111:75–80.

59. Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA). Avis relatif à la réévaluation des risques sanitaires du méthylmercure liés à la consommation des produits de la pêche au regard de la nouvelle dose hebdomadaire tolérable provisoire (DHTP). Saisine n° 2003-SA-0380, Saisine liée n° 2002-SA-0014. 2004

60. Available online at <http://www.anses.fr/fr/content/poissons-et-produits-de-la-peche-synthese-des-recommandations-de-l-agence> (Accessed July 25, 2013)

61. Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de la Nouvelle-Calédonie, Service des actions sanitaires. Etude de l'imprégnation au mercure chez les parturientes en Nouvelle-Calédonie. 2011. Available online at <http://www.gouv.nc/portal/page/portal/dass/librairie/fichiers/21932007.PDF> (Accessed July 25, 2013)

62. http://www.env-health.org/IMG/pdf/HEA_004-07_consom_poissons_FR.pdf (Accessed July 25, 2013)

63. United States Environmental Protection Agency (EPA) and Food and Drug Administration (FDA). Available online at http://water.epa.gov/scitech/swguidance/fishshellfish/outreach/advice_index.cfm (Accessed July 25, 2013)

64. Karatela S, Paterson J, Schluter P, Anstiss R. Methylmercury exposure through seafood diet and health in New Zealand: Are seafood eating communities at a greater risk? *Australasian Epidemiologist*. 2011;18,21–25

65. <http://www.foodstandards.gov.au> (Accessed July 25, 2013)

66. <http://www.ispf.pf> (Accessed July 25, 2013)

67. <http://www.outre-mer.gouv.fr> (Accessed July 25, 2013)

68. <http://www.peche.pf> (Accessed July 25, 2013)
69. FAO. Fishery Information, Data and Statistics Unit (FIDI). Fishery Statistical Collections. FIGIS Data Collection. FAO - FIGIS. Updated Mon Sep 05 16:37:59 CEST 2005
70. Secretariat of the Pacific Community (SPC). Pacific regional oceanic and coastal fisheries development programme (PROCFish/C/CoFish). French Polynésia country report : profiles and results from survey work at Fakarava, Maatea, Matatea, Raivavae and Tikehau. September-October 2003, January-March 2004, April-June 2006). 2008
71. FAO-FAOSTAT. Available online at <http://faostat.fao.org/site/610/default.aspx#ancor> (Accessed July 25, 2013)
72. Bricas N, Etienne J, Mou Y. Étude sur la commercialisation et la consommation des produits vivriers, horticoles et fruitiers en Polynésie française. Résultats de l'enquête de consommation alimentaire réalisée en Polynésie française en 1995. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), Ministère de l'Agriculture - Service du Développement Rural. 2001
73. Dewailly E, Suhas E, Mou Y, Dallaire R, Chateau-Degat L, Chansin R. High fish consumption in French Polynesia and prenatal exposure to metals and nutrients. Asia Pac J Clin Nutr. 2008;17:461-70
74. Département des programmes de prévention, Direction de la santé, Polynésie française. Enquête santé 2010 en Polynésie française : surveillance des facteurs de risque des maladies non transmissibles.
75. Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, Groupe d'étude des marchés de restaurations collective et de nutrition. Recommandation nutrition, complétée et mise à jour au 10 octobre 2011. Available online at http://www.economie.gouv.fr/directions_services/daj/marches_publics/oeap/gem/table.html (Accessed July 25, 2013)

76. Dewailly E, Chateau-Degat L, Suhas E. Fish consumption and health in French Polynesia. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2008;17:86-93.

77. Bertrand S, Berry AL. Enquête santé 2010 en Polynésie française : surveillance des facteurs de risque des maladies non transmissibles. *Bull Épidémiol Hebd.* 2013;28-29:326-32.

78. Brochure "les bons petits plats de bébé" éditée par le Service de protection infantile de la Direction de la santé, Polynésie française (en partenariat avec Blédina)

Annexes

Annexe A

Courrier du ministère des Ressources Marines au ministère de la Santé.



MINISTÈRE
DES RESSOURCES MARINES,
*en charge de la perliculture, de la pêche
et de l'aquaculture et des technologies vertes*

POLYNÉSIE FRANÇAISE

N° -- 1475 /MRM

Le ministre

Papeete, le 26 DEC. 2012

Affaire suivie par :
cmisselis

à

Monsieur le Ministre de la santé

Objet : Mercure et méthyl-mercure dans le thon.

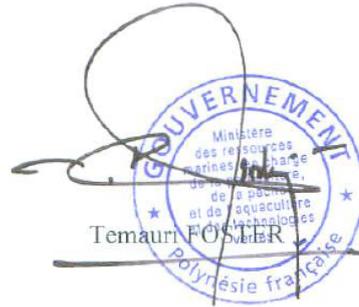
Monsieur le Ministre et cher collègue,

La problématique du mercure ou du méthyle mercure dans les produits de la pêche, nous concerne pleinement et nous inquiète. Les récents articles de presse et interviews des chercheurs de l'Institut Louis Malardé, ainsi que la publication des dernières études canadiennes portent un préjudice certain à la filière hauturière, mais surtout soulèvent un véritable problème de santé publique à en croire la presse internationale. Si je vous saisis aujourd'hui, c'est pour obtenir la confirmation de ces informations et les recommandations officielles qu'elles impliquent pour que nous rassurions notre population. Le poisson effectivement, comme bien d'autres produits d'origine animale, contient une faible teneur en contaminant. La réduction drastique de la fréquence de consommation, annoncée par la presse, ne va-t-elle pas inciter, dans de nombreuses familles à substituer le processus par du poulet ou du bœuf en boîte qui ne sont quand même pas aussi bons pour la santé et n'apportent pas autant d'oméga 3 et de sélénium, que du thon par exemple.

Les mareyeurs du port de pêche sont inquiets et, c'est toute la filière qui, en cette fin d'année, subit de plein fouet les conséquences de cette polémique, puisque de nombreux consommateurs ont annulé leurs commandes en produits de la mer, en raison d'un amalgame prévisible entre les poissons du large et les produits de la pêche au sens large. Jusqu'à présent l'alerte n'avait jamais été aussi forte dans les médias, et les arguments scientifiques, mettant en avant l'effet positif du sélénium, nous permettaient de croire malgré tout dans les qualités nutritionnelles bénéfiques du thon pour la santé de l'homme. Les mesures régulièrement effectuées par le QAAV du SDR sur le taux de mercure présent dans les thons et poissons à rostre, ne nous ont d'ailleurs jamais alertés sur des taux excessifs en mercure des thons pêchés dans nos eaux, selon en tout cas le niveau des seuils fixés par l'Union Européenne.

Je pense qu'il est important que notre gouvernement se positionne de manière officielle sur la consommation de poissons du large, tout en mesurant l'impact qu'auraient d'autres produits sur la santé de nos concitoyens. Je vous rappelle que des négociations sont actuellement menées par notre gouvernement avec l'association « Goût et Terroir », qui regroupe plusieurs cantines scolaires, pour que figurent à leurs menus nos produits locaux et en particulier du poisson issu du port de pêche. Dans la mesure où la consommation de thon présenterait un danger, il m'apparaît nécessaire que votre ministère publie officiellement les taux et les recommandations, à respecter en fonction des catégories de personnes que vous avez sans doute identifiées. Je me tiens à votre disposition pour en discuter.

Dans l'attente, je vous prie d'agréer, Monsieur le Ministre et cher collègue, mes respectueuses salutations.



Temauri FOSTER

Annexe B

Résumé de la méta-analyse réalisée par Axelrad et al. (24)

This analysis incorporated dose–response coefficients for neurological outcomes from the three major cohort studies in a Bayesian hierarchical model assuming a linear nonthreshold association. The relevance of each neurodevelopmental test to IQ scores was evaluated and the following tests were included in the model: full-scale IQ (all three cohorts), performance IQ (New Zealand), California Verbal Learning Test (Faroes and Seychelles), Bender-Gestalt Test (Faroes), Boston Naming Test (Faroes and Seychelles), McCarthy Scales of Children’s Abilities (New Zealand), Test of Language Development (New Zealand), Developmental Test of Visual-Motor Integration (Seychelles), and Wide Range Assessment of Memory and Learning (Seychelles). The Wechsler Intelligence Scales for Children (WISC) test of full-scale IQ was administered to the Seychelles and New Zealand cohorts; the WISC dose–response coefficient for the Faroe Islands cohort was estimated in a structural equation model based on three subtests. Although the Seychelles study used WISC-R and the New Zealand and Faroe Islands studies used WISC-III, the two versions correlate well ($r = 0.89$). A Bayesian hierarchical random effects approach was used to treat all model parameters as random variables and control for within and between study variability. The coefficient for each test was rescaled based on the standard deviation and expressed as IQ. The authors obtained a central estimate of -0.18 IQ points (95% CI $-0.387, -0.012$) per each $1 \mu\text{g/g}$ increase in maternal hair mercury. Estimates from sensitivity analyses ranged from -0.125 to -0.25 IQ points per $1 \mu\text{g/g}$ increase in maternal hair mercury.

Annexe C

Estimation du nombre de points de QI perdus (par l'action du mercure) ou gagnés (par l'action des acides gras oméga-3) par le fœtus suite à la consommation de poissons chez la mère pendant la grossesse, en tenant compte des teneurs en mercure et acides gras oméga-3 des espèces de poissons consommés et des fréquences des repas (un, deux, quatre ou sept).

Fish serving size was estimated to be 100 g. Ratio of DHA to EPA + DHA was assumed to be 0.67. Maternal body weight was assumed to be 60 kg. The numbers in the upper row in each cell (red) are estimates of IQ points lost from methylmercury exposure, with the lower value of the two values calculated using the central estimate of -0.18 and the higher value calculated using the upper-bound estimate of -0.7 . The number in the lower row in each cell (green) is the estimate of IQ points gained from DHA exposure using the coefficient of 4 IQ points for 100 mg of DHA intake. The maximum positive effect from DHA was estimated at 5.8 points. Yellow shaded cells represent the estimates where the net effect on child IQ, using the upper-bound estimate for methylmercury, is negative (4).

(a) One serving per week

| | | Median | EPA + DHA | | | |
|---------------|------------------------------------|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | $x \leq 3$ mg/g | $3 < x \leq 8$ mg/g | $8 < x \leq 15$ mg/g | $x > 15$ mg/g |
| | | | 2 | 5.5 | 11.5 | 20 |
| Methylmercury | $x \leq 0.1$ $\mu\text{g/g}$ | 0.05 | -0.02, -0.08 +0.77 | -0.02, -0.08 +2.1 | -0.02, -0.08 +4.4 | -0.02, -0.08 +5.8 |
| | $0.1 < x \leq 0.5$ $\mu\text{g/g}$ | 0.3 | -0.12, -0.47 +0.77 | -0.12, -0.47 +2.1 | -0.12, -0.47 +4.4 | -0.12, -0.47 +5.8 |
| | $0.5 < x \leq 1$ $\mu\text{g/g}$ | 0.75 | -0.30, -1.2 +0.77 | -0.30, -1.2 +2.1 | -0.30, -1.2 +4.4 | -0.30, -1.2 +5.8 |
| | $x > 1$ $\mu\text{g/g}$ | 1.5 | -0.60, -2.3 +0.77 | -0.60, -2.3 +2.1 | -0.60, -2.3 +4.4 | -0.60, -2.3 +5.8 |

(b) Two servings per week

| | | EPA + DHA | | | | |
|---------------|------------------------------------|-----------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | $x \leq 3$ mg/g | $3 < x \leq 8$ mg/g | $8 < x \leq 15$ mg/g | $x > 15$ mg/g | |
| | | Median | 2 | 5.5 | 11.5 | 20 |
| Methylmercury | $x \leq 0.1$ $\mu\text{g/g}$ | 0.05 | -0.04, -0.2 +1.5 | -0.04, -0.2 +4.2 | -0.04, -0.2 +5.8 | -0.04, -0.2 +5.8 |
| | $0.1 < x \leq 0.5$ $\mu\text{g/g}$ | 0.3 | -0.2, -0.9 +1.5 | -0.2, -0.9 +4.2 | -0.2, -0.9 +5.8 | -0.2, -0.9 +5.8 |
| | $0.5 < x \leq 1$ $\mu\text{g/g}$ | 0.75 | -0.6, -2.3 +1.5 | -0.6, -2.3 +4.2 | -0.6, -2.3 +5.8 | -0.6, -2.3 +5.8 |
| | $x > 1$ $\mu\text{g/g}$ | 1.5 | -1.2, -4.7 +1.5 | -1.2, -4.7 +4.2 | -1.2, -4.7 +5.8 | -1.2, -4.7 +5.8 |

(c) Four servings per week

| | | EPA + DHA | | | | |
|---------------|------------------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | $x \leq 3$ mg/g | $3 < x \leq 8$ mg/g | $8 < x \leq 15$ mg/g | $x > 15$ mg/g | |
| | | Median | 2 | 5.5 | 11.5 | 20 |
| Methylmercury | $x \leq 0.1$ $\mu\text{g/g}$ | 0.05 | -0.08, -0.31 +3.1 | -0.08, -0.31 +5.8 | -0.08, -0.31 +5.8 | -0.08, -0.31 +5.8 |
| | $0.1 < x \leq 0.5$ $\mu\text{g/g}$ | 0.3 | -0.48, -1.9 +3.1 | -0.48, -1.9 +5.8 | -0.48, -1.9 +5.8 | -0.48, -1.9 +5.8 |
| | $0.5 < x \leq 1$ $\mu\text{g/g}$ | 0.75 | -1.2, -4.7 +3.1 | -1.2, -4.7 +5.8 | -1.2, -4.7 +5.8 | -1.2, -4.7 +5.8 |
| | $x > 1$ $\mu\text{g/g}$ | 1.5 | -2.4, -9.3 +3.1 | -2.4, -9.3 +5.8 | -2.4, -9.3 +5.8 | -2.4, -9.3 +5.8 |

(d) Seven servings per week

| | | EPA + DHA | | | | |
|---------------|------------------------------------|-----------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | $x \leq 3$ mg/g | $3 < x \leq 8$ mg/g | $8 < x \leq 15$ mg/g | $x > 15$ mg/g | |
| | | Median | 2 | 5.5 | 11.5 | 20 |
| Methylmercury | $x \leq 0.1$ $\mu\text{g/g}$ | 0.05 | -0.14, -0.5 +5.4 | -0.14, -0.5 +5.8 | -0.14, -0.5 +5.8 | -0.14, -0.5 +5.8 |
| | $0.1 < x \leq 0.5$ $\mu\text{g/g}$ | 0.3 | -0.84, -3.3 +5.4 | -0.84, -3.3 +5.8 | -0.84, -3.3 +5.8 | -0.84, -3.3 +5.8 |
| | $0.5 < x \leq 1$ $\mu\text{g/g}$ | 0.75 | -2.1, -8.2 +5.4 | -2.1, -8.2 +5.8 | -2.1, -8.2 +5.8 | -2.1, -8.2 +5.8 |
| | $x > 1$ $\mu\text{g/g}$ | 1.5 | -4.2, -16.3 +5.4 | -4.2, -16.3 +5.8 | -4.2, -16.3 +5.8 | -4.2, -16.3 +5.8 |

Annexe D

Taux de mercure total mesuré en 2012 dans les différentes espèces de poissons pélagiques de Polynésie française.

Annexe D1. Mercure total des espèces de poissons pêchées en Polynésie française en 2012 (données de surveillance QAAV-SDR Polynésie française).

| | N 2012 | Moyenne (ET) du contenu en mercure total ($\mu\text{g/g}$) 2012 | Médiane (Min-Max) du contenu en mercure total ($\mu\text{g/g}$) 2012 |
|------------------------------|-----------|--|--|
| Thon | | | |
| Thon blanc germon | 15 | 0,31 (0,13) | 0,30 (0,17-0,64) |
| Thon jaune | 6 | 0,32 (0,19) | 0,35 (0,06-0,59) |
| Thon rouge obèse | 9 | 0,42 (0,21) | 0,44 (0,08-0,82) |
| Marlin | | | |
| Bleu | 10 | 1,22 (0,91) | 0,99 (0,16-2,82) |
| Rayé | 5 | 0,65 (0,11) | 0,62 (0,50-0,77) |
| Noir | - | - | - |
| Espadon | 14 | 1,89 (1,56) | 1,52 (0,40-5,35) |
| Thazard | 1 | 0,04 (-) | |
| Mahi-Mahi | - | - | - |
| Saumon des Dieux | 15 | 0,73 (0,37) | 0,67 (0,29-1,44) |
| Papio | - | - | - |
| Bonites | - | - | - |
| Requin et requin mako | - | - | - |

Annexe D2. Évolution des taux de mercure mesurés dans l'thon blanc germon en fonction des années.

