



Rapport de synthèse

Le monitoring du mercure chez les femmes en âge de procréer dans les régions de l'Asie et du Pacifique.

Un projet conjoint de l'IPEN/BRI/ONU Environnement

Avril 2017

Projet de rapport établi par Lee Bell,
Conseiller en politiques sur les questions relatives sur le mercure à IPEN
pour
Accord de Petit Financement de l'ONU Environnement (SSFA)
Réf : SSFA/2015/DTIE/Branche Produits/IPEN/Monitoring de cheveux

Rappel historique

Ce bref rapport résume les résultats d'une étude pilote menée par le Réseau International pour l'Élimination des POP (IPEN) en collaboration avec l'Institut de Recherche sur la Biodiversité (Biodiversity Research Institute) (BRI) et les Nations Unies Environnement pour évaluer la charge corporelle du mercure chez les participantes sélectionnées dans les régions d'Asie et du Pacifique.

L'étude pilote intitulée *le Monitoring du Mercure chez les femmes en âge de procréer dans les régions de l'Asie et du Pacifique a été entreprise tout au long des années 2015 et 2016* par des Organisations Participantes à but non lucratif de l'IPEN sous la supervision de l'Équipe en charge du Projet à IPEN. Le but du projet était d'obtenir des données sur la charge corporelle du mercure chez les femmes en âge de procréer dans les régions de l'Asie et du Pacifique afin de contribuer aux efforts de monitoring du mercure sur le plan national et international en vue de la ratification et la mise en œuvre de la Convention de Minamata sur le Mercure.

La méthodologie de l'étude à prescrire aux Organisations Participantes (OP) de l'IPEN d'identifier 30 à 35 femmes en âge de procréer (âgées de 18 à 44 ans) dans une localité sélectionnée qui consentent à participer à l'étude en fournissant un petit échantillon de leurs cheveux et en remplissant un questionnaire. Les échantillons de cheveux ont été expédiés aux laboratoires de BRI dans le Maine, aux États-Unis d'Amérique pour les analyses.

Les femmes dans cette tranche d'âge ont été sélectionnées car elles constituent une cohorte principale des groupes vulnérables de la population qui sont exposés au mercure, un puissant neurotoxique qui peut affecter à la fois la santé de la mère et avoir des impacts sur un grand nombre de points de terminaison développementaux chez le fœtus en développement avec des conséquences tout au long de la vie¹.

En consultation avec l'ONU Environnement, l'Équipe du Projet de l'IPEN/BRI a établi qu'il était nécessaire de se concentrer sur la génération des données provenant des régions de l'Asie et du Pacifique, avec un accent particulier sur les Petits États Insulaires en Développement du Pacifique à cause de leur forte dépendance au régime alimentaire riche en protéines de poisson. La consommation du poisson est une voie principale d'exposition au mercure chez les humains à cause de la méthylation du mercure par des bactéries dans les eaux de l'océan et la subséquente bioaccumulation et bioamplification du mercure à travers la chaîne alimentaire aquatique.

Une hypothèse de cette étude était que le groupe des participantes provenant des îles du Pacifique pouvaient avoir une plus grande charge corporelle du mercure que celles provenant d'autres endroits à cause de leur consommation relativement élevée des espèces de poissons prédateurs dont de nombreuses études menées auparavant ont prouvé qu'ils avaient des taux de mercure élevés dans leurs chairs.

Par conséquent, l'Équipe du Projet de l'IPEN a coordonné avec ses Pôles (Hub) Régionaux et les OP de l'IPEN au niveau national qui se sont associées à un ensemble d'organisations de la société civile au

¹ Bose-O'Reilly, S., et al (2010) Mercury exposure and children's health. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*, 2010 Sep; 40(8):186-215.

Grandjean, P., et al (2010) Adverse Effects of Methylmercury: Environmental Health Research Implications. *Environmental Health Perspectives*, Vol 118. No.8. August 2010, 1137-1145

niveau local, pour inviter les participantes à fournir des échantillons de cheveux. Cette activité d'échantillonnage a été effectuée dans les pays suivants:

- Les Iles Cook (2 localités);
- Tuvalu ;
- La République des îles Marshall;
- La République de Kiribati;
- Le Tadjikistan; et
- Le Népal (2 localités)

La démarche méthodologique

En préparation de la mise en œuvre de ce projet, IPEN et BRI, en consultation avec l'ONU Environnement, ont mis au point une méthodologie basée sur le cadre d'échantillonnage utilisé précédemment par IPEN/BRI dans leur étude mondiale sur le mercure contenu dans les poissons et les cheveux menée en 2014².

La méthodologie prend en compte les protocoles scientifiques sains et bien connus pour le monitoring des cheveux humains, y compris les questions techniques et pratiques ainsi qu'une évaluation éthique par l'Institutional Review Board of the University of Southern Maine (USM) à Portland, aux États-Unis. La méthodologie englobe la méthode d'échantillonnage, la collecte des données, et les mesures du mercure ainsi que l'évaluation du résultat.

Le critère de sélection parmi le groupe cible des participantes a été évalué selon (1) leur âge (entre 18-44 ans), (2) la volonté de participer et (3) avoir suffisamment des cheveux qui peuvent permettre de fournir un échantillon pour analyse.

Les OP de l'IPEN ont été dotées d'un protocole d'échantillonnage détaillé. Les participantes ont signé un formulaire de consentement, ont rempli un questionnaire et en portant une paire de gants nitrile pour examen (pour la collecte et le traitement de chaque échantillon) les échantillonneurs ont utilisés un coton imbibé d'alcool pour nettoyer les surfaces de coupe des ciseaux en acier inoxydable utilisés pour couper l'échantillon de cheveux.

Les échantillons de cheveux ont été obtenus des individus en coupant une petite touffe de cheveux d'environ 8-10 cm de longueur et ayant l'épaisseur d'un crayon (environ 30 mèches de cheveux) située sur la région occipitale du crâne aussi proche que possible du cuir chevelu. Ceux-ci ont été ensuite emballés, étiquetés et expédiés au BRI conformément aux instructions fournies.

² Evers, D. et al (2014) Global mercury hotspots: New evidence reveals mercury contamination regularly exceeds health advisory levels in humans and fish worldwide. Biodiversity Research Institute. Portland, Maine. IPEN. Göteborg, Sweden. BRI-IPEN Science Communications Series 2014-34. 20 pages.

Résultats obtenus par pays et évaluation

Le tableau 1. Résultats de l'analyse des cheveux pour HgT chez les femmes en âge de procréer dans les régions de l'Asie et du Pacifique.

Pays	Moyenne du HgT (ppm) dans les cheveux	Dev. SD	Max HgT (ppm)	Min HgT (ppm)	Taille de l'échantillon
Les Iles Cook loc. 1	3.60	1,67	6.96	0,17	30
Les Iles Cook loc. 2	3.67	2.19	8.51	0,96	30
Kiribati	3.42	1.27	7.51	1,77	30
Népal, loc. 1	0,67	0,24	1.18	0,21	33
Népal, loc. 2	3.62	6.11	28.46	0,35	20
Rep des îles Marshall.	3.25	2.2	11.31	0.55	30
Rép du Tadjikistan .	0,06	0,12	0,70	0,01	31
Tuvalu	1.99	0,64	3.40	0,53	30

Présentation des données

Les données obtenues pour tous les pays au cours de l'activité d'échantillonnage sont présentées dans un diagramme à la Figure 2.

La figure 1 explique les principales caractéristiques d'une boîte à moustaches (également connu sous le nom de « boîte de tracé et à moustaches»). Une boîte à moustaches montre la distribution des données du minimum, premier quartile, médiane, troisième quartile et maximum.

La « boîte » montre l'écart interquartile ou EI. La ligne à l'intérieur de la « boîte » montre la médiane de l'ensemble des données tandis que les « moustaches » au-dessus de la « boîte » montrent des valeurs maximales et celle en dessous de la boîte affichent les valeurs minimales. Sur le graphique combinée de la boîte et de la projection (Fig.2) ci-dessous, chaque localité est représentée par une boîte individuelle. On trouvera des renseignements supplémentaires sur les graphiques

combinés sur la Figure 2. Les localités sont disposées par moyenne de gauche à droite avec l'astérisque bleu représentant la moyenne pour chaque localité. Les points rouges indiquent des valeurs extrêmes³ et la ligne pointillée représente le taux de référence de 1 discutée plus en détail ci-dessous.

Figure 3 Les concentrations de mercure dans les cheveux (fw ppm) dans les cheveux humains selon les localités.

L'examen des résultats des données d'échantillonnage des cheveux chez les femmes en âge de procréer dans certains pays des régions de l'Asie et du Pacifique donne lieu à un certain nombre d'observations. La représentation graphique ci-dessus montre une nette tendance vers des taux très élevés de mercure parmi les femmes des îles du Pacifique où l'échantillonnage a eu lieu. À l'aide du taux de référence de 1ppm qui était convenu dans la méthodologie du projet (représentée dans la Figure 3 sous la ligne horizontale discontinue) comme seuil au-dessous duquel les effets sanitaires sont actuellement jugés négligeables, il est évident que les taux moyens de HgT chez les femmes des îles du Pacifique sont bien au-dessus du taux de référence.

La base de l'utilisation de ce taux de référence dans la présente étude est le fait qu'elle correspond étroitement à la dose de référence (RfD) proposée par l'USEPA qui est de 0,1 µg/ kg de poids corporel/jour et une concentration de mercure dans le sang allant de 4 à 5 µg/L⁴. La littérature scientifique actuelle suggère que les effets néfastes sur l'individu échantillonné commencent à se produire à⁵ ou au-dessus du taux de référence de 1 ppm⁶. Des études récentes

³ Valeurs extrêmes sont définies comme des valeurs 3 fois l'écart interquartile ou plus au-dessus du troisième quartile ou 3 fois l'écart interquartile ou plus au-dessous du premier quartile.

⁴ US EPA (1997) Mercury study report to Congress, Volume IV, An assessment of exposure to mercury in the United States, EPA-452/R-97-006

⁵Trasande L, Landrigan PJ, Schechter C (2005) Public health and economic consequences of Methyl Mercury Toxicity to the Developing Brain, EnvironHealth Perspect 113:590-596

⁶Grandjean P, Weihe P, White RF, Debes F, Araki S, Yokoyama K, Murata K, Sorensen N, Dahl R, Jorgensen PJ (1997) Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury. Neurotoxicol Teratol 19:417-428

concluent que les effets négatifs sur le développement peuvent se produire à de taux encore plus bas⁷.

Au Népal, à la localité 1, les taux moyens de mercure retrouvés dans les cheveux des femmes étaient de 0,67 ppm ± 0,24 ppm (fw) et seulement 9 % de ceux échantillonnés ont dépassé le taux de référence de 1ppm. À la localité 2, les taux moyens de mercure retrouvés dans les cheveux des femmes étaient de 3,62 ppm ± 6,11 ppm (fw) et 75 % ont dépassé le niveau de référence de 1 ppm. Les femmes qui vivent dans la localité 1 au Népal sont les pêcheuses qui ont un régime alimentaire relativement riche en poissons, qui consomment des poissons les moins vendus, mais qui ont des taux de mercure inférieurs à 1ppm. Le régime alimentaire riche en poissons et les faibles taux de mercure retrouvés dans les cheveux parmi ces femmes suggèrent que le Tilapia couramment consommé (*Oreochromis niloticus*) pourrait avoir de faibles taux de méthylmercure dans leur chair. Cette hypothèse devrait être accompagnée d'une surveillance directe du mercure contenu dans les poissons provenant de cette localité.

Les femmes vivant dans la localité 2 au Népal, qui avaient un régime alimentaire faible en poissons étaient engagées principalement dans la fabrication des idoles religieuses plaquées en or dans leur canton. La méthode de placage, appelée dorure mercurielle, implique la création d'une pâte d'amalgame de mercure et de la poussière d'or qui est appliquée aux idoles et ensuite chauffée pour enlever le mercure sous forme de vapeur. L'exposition professionnelle de ces femmes dans un scénario similaire à celui des travailleurs de l'Extraction Artisanale à Petite Echelle de l'Or, employant la technique d'amalgame de mercure pour récupérer l'or, semble se traduire par des taux élevés du mercure total. Une enquête plus approfondie est nécessaire pour évaluer pourquoi les jeunes femmes vivant dans la localité 2 au Népal avaient des taux de mercure beaucoup plus élevés que les femmes qui avaient travaillé dans l'usine de dorure pendant des périodes beaucoup plus longues.

Parmi les femmes échantillonnées au Tadjikistan la consommation du poisson était faible et les taux de mercure retrouvés dans les cheveux étaient très faibles avec un taux moyen en mercure s'élevant à 0,06 ppm ± 0,12 ppm (fw) retrouvé dans les cheveux humains. Aucune des participantes n'avait un taux total de mercure excédant 1 ppm avec le taux le plus élevé enregistré s'élevant à 0,70 ppm.

Dans les Iles Cook 95 % des femmes présentaient des taux au-dessus du taux de référence de 1 ppm avec les taux moyens parmi la cohorte dépassant ce taux de plus de 3 fois avec un taux moyen de 3,63 ppm ± 1,91 ppm (fw). Les femmes vivant dans la localité 2 des Iles Cook avaient un taux moyen légèrement supérieur à celles vivant dans la localité 1. Du groupe dépassant le taux de référence, 20 % des femmes ont dépassé le taux de référence de 5 fois (5ppm) ou plus. Quatre individus ont dépassé le taux de 7ppm, ceci indique que des taux élevés de mercure peuvent être fréquents chez les habitants des Iles Cook.

Une fois de plus, à Kiribati 100 % de ces femmes qui avaient fourni des échantillons dépassaient le taux de référence de 1ppm avec toutes les femmes ayant des résultats au moins 3 fois plus élevée que le taux de référence de 1ppm. Le taux moyen en mercure contenu dans les cheveux humains à Kiribati est de 3,42 ppm ± 1,27 ppm (fw). Par ailleurs 13 % de toutes les participantes ont eu des taux de plus de 5 ppm.

⁷ Murata K, Weihe P, Budtz-Jorgensen E, Jorgensen PJ, Grandjean P. (2004) Delayed brainstem auditory evoked potential latencies in 14-year-old children exposed to methylmercury. *J Pediatr* 144(2):177-183

Dans les Iles Marshall 96 % des femmes ont dépassé le seuil de 1 ppm, où le taux moyen de mercure contenu dans les cheveux pour le groupe était de 3,25 ppm \pm 2,21 ppm (fw). De cette cohorte 16 % dépassaient Un taux de HgT de 5 ppm avec un individu ayant un taux supérieure 11 ppm.

Au Tuvalu 93 % des femmes qui ont fourni des échantillons avaient un taux de HgT dépassant 1 ppm. La moyenne du groupe était de 1,99 ppm \pm 0,64 ppm (fw). De cette cohorte, personne ne dépassait 4 ppm HgT.

L'ensemble de 96 % des femmes échantillonnées dans les îles du Pacifique avaient un taux total de mercure qui était supérieur à 1ppm et en moyenne leurs résultats étaient situés entre 2 et 3,7 ppm. Visiblement plusieurs personnes avaient des taux de mercure qui se situaient au-dessus de la moyenne.

Basé sur l'absence d'autres sources importantes de la contamination par le mercure, les taux élevés de mercure chez les femmes des îles du Pacifique sont considérés comme étant presque entièrement dû à leur alimentation qui, selon les données analysées à partir des questionnaires, est riche en poissons, plus particulièrement en poissons prédateurs du niveau trophique qui sont connus pour avoir accumulé des taux importants de mercure dans leurs tissus.

Cette voie d'exposition à des taux élevés de mercure chez les femmes vivant dans les îles pacifiques échantillonnées est soutenue à travers les données issues des questionnaires qui montrent des taux élevés des aliments riches en poissons qui sont connus comme portant une charge corporelle élevée en mercure. À titre de comparaison, les participantes non originaires des îles du Pacifique ont des taux relativement faibles en poisson dans leur régime alimentaire en particulier concernant les espèces de poissons prédateurs de grande taille. Le groupe à surveiller est celui vivant dans la localité 1 du Népal qui, malgré leur forte consommation de poissons, n'ont pas des taux élevés de mercure. Cette situation peut être attribuée à leur consommation de plus petits poissons qui ne sont pas facilement vendus sur le marché, et qui à cause de leur âge contiennent moins de mercure dans leurs tissus. Cela nécessiterait une surveillance des poissons dans cette localité pour confirmer ou infirmer cette hypothèse.

Les îles du Pacifique où l'échantillonnage a été effectué manque les installations industrielles développées, connues pour être une source importante d'émissions et des rejets de mercure tels que les incinérateurs de déchets, les centrales électriques alimentées au charbon, les usines de métallurgie, les usines de chlore alcali ou des fours à ciment. L'Extraction Artisanale et à Petite Echelle de l'Or (EAPO) qui est connue comme cause des taux élevés d'exposition au mercure, pour beaucoup de ceux qui participent à cette activité, n'est pas pratiquée sur ces îles. À l'exception des lieux d'enfouissement locaux, la combustion à ciel ouvert de certains déchets et l'exposition à certains produits contenant du mercure, il y a une exposition limitée à la pollution directe par le mercure qui expliquerait les taux élevés généralisés de mercure contenu dans la charge corporelle parmi ces femmes, dont certaines proviennent des îles extérieures lointaines très éloignées des centres urbains des capitales des îles du Pacifique.

Compte tenu de l'absence de l'exposition directe à des sources locales de pollution par le mercure et la répartition géographique très large des participants, on peut conclure que les effets élevés de la charge corporelle de mercure rencontrés par le sous-groupe vivant dans les îles Pacifiques dans ce projet sont principalement attribuables à la pollution diffuse par le mercure venant de l'océan. À son tour la bioaccumulation et la bioamplification du méthylmercure chez les espèces de poissons

consommés couramment est la voie la plus probable de l'exposition des participantes à l'étude menant aux taux élevés de mercure dans la charge corporelle chez ces femmes.

Alors qu'il semble exister une tendance claire en ce qui concerne les taux élevés de mercure chez les femmes vivant dans les îles du Pacifique à cause de leur consommation de poisson (ce qui est confirmé par les données issues des questionnaires), un autre échantillonnage ciblé à l'échelle qui produirait statistiquement les données au niveau des populations concernées doit être entrepris. Cela devrait inclure l'échantillonnage des poissons pour voir leurs taux de mercure afin d'établir une corrélation entre les taux de mercure chez l'homme et les données nutritionnelles issues des questionnaires. Une étude plus vaste contrôlée pour les variables pertinentes aiderait à déterminer si les résultats de cette étude sont reflétés dans la population générale des pays étudiés.

En plus, l'on pourrait entreprendre l'échantillonnage dans un ensemble plus large d'agglomérations régionales asiatiques pour renforcer l'analyse comparative entre les Petits Etats Insulaires en Développement du Pacifique et leurs homologues en Asie pour évaluer l'impact de l'exposition à la pollution directe urbaine/industrielle par le mercure sur la charge corporelle par rapport à la pollution diffuse par le mercure qui semble avoir un impact prononcé dans le Pacifique.

Conclusion

Jusqu'à ce que les taux mondiaux de commerce, de l'utilisation, des émissions et des rejets de mercure ne soient considérablement réduits, le problème lié à la hausse du méthylmercure dans les poissons persistera. Pour les personnes qui sont actuellement dépendantes de la consommation de poissons comme source principale de protéines et donc vulnérables à la charge corporelle élevée de mercure, il y a certaines mesures atténuantes qui peuvent être prises. Comme un individu qui n'a pas accès aux sources alternatives de protéines, il peut être mieux se protéger en sélectionnant des poissons qui ne sont pas de niveaux trophiques supérieurs ou des poissons prédateurs. En plus, les poissons les plus jeunes et les plus petits de toute espèce comestible doivent être recherchés plutôt que de plus gros poissons, des poissons qui sont plus matures qui ont eu une plus longue durée de vie pendant laquelle ils ont eu à accumuler le mercure dans leurs tissus. Si possible les femmes devraient envisager de réduire leur consommation de poisson et de substituer leurs sources de protéines par d'autres groupes d'aliments.

Au niveau national, il est recommandé aux gouvernements et à d'autres parties prenantes de développer des activités pour sensibiliser le public sur les impacts sanitaires liés aux taux élevés de mercure chez les femmes en âge de procréer. Ces activités pourraient inclure des conseils sur les taux de consommation du poisson qui sont sans danger et des espèces de poissons (et d'autres fruits de mer) qui sont plus saines à la consommation.

Les participantes à cette étude ont reçu des conseils contextuels concernant la pertinence des résultats individuels de l'analyse du mercure de cheveux pour leur santé, ainsi que des conseils sur la réduction de leur exposition au mercure provenant de leurs sources alimentaires et d'autres sources.

Références

Bose-o ' Reilly, S., McCarty, K.M., ralentissant, N., Lettmeie, b. (2010) exposition au mercure et santé des enfants. Curr Probl Pediatr Adolesc soins de santé, septembre 2010 ; 8:186-215.

D.C. Evers, DiGangi, J., J. Buck, D.G., Petrlik, Samanek, J., Beeler, B., Turnquist, M.A., Hatch, S.K. et Regan, hotspots de Global mercury K. (2014) : nouveaux éléments de preuve révèle la contamination par le mercure dépasse régulièrement les niveaux consultatif de santé chez les humains et les poissons dans le monde entier. Institut de recherche sur la biodiversité. Portland, Maine IPEN. Goteborg, Suède. BRI-IPEN Science Communication série 2014-34. 20 pages.

Grandjean, P., Satoh, H., Murata, K. et Eto, K. (2010) les effets indésirables du méthylmercure : Environmental Health Research Implications. Environmental Health Perspectives, vol 118. N ° 8. août 2010, 1137-1145

Murata K, Weihe P, E Budtz-Jorgensen, Jorgensen PJ, Grandjean P. (2004) retardée du tronc cérébral auditif évoqués potentiels latences chez les enfants de 14 ans exposés au méthylmercure. J Pediatr 2:177-183

Trasande L, Landrigan PJ, Schecter C (2005) la santé publique et des conséquences économiques méthyl mercure toxique pour le cerveau en développement, 113:590 EnvironHealth Perspect-596

US EPA Mercury (1997) étude rapport au Congrès, Volume IV, une évaluation de l'exposition au mercure contenu dans les États-Unis, EPA-452/R-97-006

Remerciements

L'IPEN et le PNUE aimeraient apprécier la participation de 234 femmes venant de 8 communautés réparties dans six pays qui ont donné des échantillons de cheveux pour cette étude. En plus, nous aimerions reconnaître la contribution des Organisations Participantes de l'IPEN suivantes qui ont prélevé des échantillons de cheveux pour l'analyse du mercure et ont présenté des rapports qui caractérisent les sites de la collection.

Plus précisément, nous aimerions souligner les efforts des organisations suivantes:

- Island Sustainability Alliance Cook Islands Inc. (ISACI),
- Centre for Public Health and Environmental Development (CEPHED) Népal,
- FSCI Dastgri-Center, Tadjikistan

L'IPEN et le PNUE aimerait reconnaître les contributions faites par l'Institut de Recherche sur la Biodiversité (Biodiversity Research Institute) pour l'aider à l'élaboration de la méthodologie et des protocoles, puis à l'organisation des expéditions des matériaux et des échantillons au niveau international et à l'analyse des échantillons.

L'IPEN et le PNUE aimeraient reconnaître que ce document a été réalisé grâce aux contributions financières accordées par le gouvernement de la France via le PNUE, le gouvernement suédois et d'autres donateurs. Les points de vue exprimés dans ce document ne sont pas nécessairement le reflet de l'opinion officielle d'aucune de ces institutions donatrices.