

Le mercure en Guyane française : synthèse des études d'imprégnation et d'impact sanitaires menées de 1994 à 2005

Thierry Cardoso (t.cardoso@invs.sante.fr)¹, Alain Blateau¹, Pascal Chaud¹, Vanessa Ardillon¹, Séverine Boyer¹, Claude Flamand¹, Eric Godard², Nadine Fréry³, Philippe Quénel¹

1/ Cellule interrégionale d'épidémiologie Antilles-Guyane, Fort-de-France, Martinique, France
3/ Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

2/ Direction de la santé et du développement social de la Guyane, France

Résumé / Abstract

La contamination environnementale par le mercure en Guyane résulte des activités d'orpaillage développées à la fin des XIX^e et XX^e siècles. Des études ont été réalisées entre 1994 et 2005 pour mesurer le taux d'imprégnation par le mercure de la population guyanaise et suivre son évolution au cours du temps dans les populations les plus exposées. Il s'agit d'enquêtes transversales réalisées sur un échantillon de personnes tirées au sort. L'exposition au mercure dans la plupart des communautés de Guyane reste modérée. Cependant, les enquêtes ont montré une exposition au mercure excessive des populations amérindiennes et ont confirmé que cette exposition est bien liée à une alimentation riche en poissons dont certaines espèces sont fortement contaminées, et ont également permis d'identifier les espèces contribuant le plus à l'exposition. Si les niveaux d'imprégnation mercurielle mesurés jusqu'à présent sont en dessous des concentrations pour lesquelles des anomalies neurologiques cliniquement observables et des malformations congénitales ont été observées au Japon, les tests pratiqués ont montré qu'à ces niveaux d'exposition, il existait des signes modérés d'altération du développement neurologique ou neurocomportemental chez l'enfant. Ainsi, le fœtus et le nouveau-né constituent les deux groupes de populations qu'il faut protéger en priorité.

Mercury in French Guyana. Synthesis of the impregnation and sanitary impact studies led between 1994 and 2005

Environmental poisoning with mercury in French Guyana is due to gold mining industry developed in the end of 19th and 20th centuries. Epidemiological randomized cross sectional studies have been conducted to assess populational methylmercury exposure and follow-up its evolution in the most exposed populations. These cross-sectional surveys are conducted on a random population sample. Exposure to mercury in most communities inhabiting Guyana remains moderate. However, investigations showed excessive exposure to mercury in Amerindian populations, and have confirmed that exposure to mercury is actually linked to a diet rich in fish, some species being highly contaminated, and also helped identify the species which contribute the most to exposure. If the rate of methylmercury exposure is moderate in the global population, an excess rate was observed among Amerindians. The link between fish consuming and excess rate has been confirmed. Due to the low level of exposure in the population, slight neurologic effects were observed in young patients, but no clinical evidence of neurological perturbation neither births defects were observed in Japan. Therefore, the fetus and new-born child should be the target of prevention programs.

Mots clés / Key words

Guyane française, méthylmercure, poissons, effets neurologiques / French Guyana, methylmercury, fish contamination, neurological effects

Introduction

La contamination environnementale par le mercure en Guyane résulte des activités d'orpaillage essentiellement développées à la fin du XIX^e et en recrudescence dans les années 1990. Elle se fait soit directement, par le rejet dans l'environnement (atmosphère, sols et eau) de mercure lors des procédés d'extraction de l'or, soit indirectement, par érosion et lessivage des sols naturellement riches en mercure pratiqués par la plupart des orpailleurs. Une fois déposé dans les sédiments, le mercure minéral prend sa forme la plus toxique, le méthylmercure ; via un processus bactérien, il intègre ensuite la chaîne alimentaire où il se concentre. Une exposition chronique de la population par ingestion de poissons principalement piscivores contaminés l'expose à un risque neurotoxique et fœtotoxique. Dès sa mise en évidence dans les années 1990, la question de la contamination environnementale par le mercure en Guyane française s'est posée en termes de risque sanitaire et a fait l'objet d'un volet sanitaire dans le cadre d'un programme d'études environnementales. Ainsi, des études d'imprégnation ont été réalisées par le Réseau national de santé publique (RNSP) en 1994 et 1997 puis, sur demande d'un comité de suivi interministériel mis en place suite au rapport parlementaire « Taubira-Delannon »¹, par l'Institut de veille sanitaire (InVS) et la Cellule interrégionale

d'épidémiologie Antilles-Guyane (Cire AG) en 2001, 2002, 2005. Ces études visaient à mesurer le taux d'imprégnation par le mercure de la population guyanaise, en suivre l'évolution au cours du temps et quantifier l'apport alimentaire de mercure. En parallèle, des études sur les effets sanitaires de l'exposition au mercure ont été menées dans la population amérindienne pour laquelle les plus fortes concentrations de mercure avaient été observées : étude réalisée en 1997-1998 sur les effets sur le développement psychomoteur des enfants et une autre, en 2005, concernant les malformations congénitales. Cet article présente de façon synthétique l'ensemble des sept études et leurs principaux résultats².

Matériel et méthodes

Études d'imprégnation

Il s'agit pour la plupart d'enquêtes transversales réalisées sur un échantillon de personnes tirées au sort et vivant en aval du barrage hydroélectrique de Petit-Saut à Sinnamary et le long des fleuves Maroni et Oyapock, surreprésentant parfois certaines populations. Un prélèvement d'une mèche de cheveux a permis de mesurer les concentrations de mercure total, et l'administration d'un questionnaire de

recueillir des informations en vue d'étudier notamment les liens entre habitudes alimentaires et niveau d'imprégnation en mercure.

La première étude a été réalisée en 1994 sur environ 500 personnes recrutées dans 11 centres de santé ou maternités sur l'ensemble des régions habitées de Guyane afin de mesurer les niveaux d'imprégnation dans les différents groupes de population, en particulier ceux forts consommateurs de poissons [1]. Les résultats montrant une exposition importante de la communauté amérindienne Wayana, une enquête alimentaire a été mise en place en mars et novembre 1997 auprès de 521 personnes de cette communauté vivant dans le Haut-Maroni, afin de quantifier l'apport alimentaire de mercure et d'identifier les espèces contribuant le plus à la contamination [2]. En 2001, une étude a été menée auprès d'environ 450 habitants de la commune de Sinnamary située en aval du barrage de Petit-Saut, où des concentrations élevées de mercure avaient été identifiées dans les poissons [3]. Enfin, deux études ont ensuite été menées le long des fleuves Maroni et Oyapock afin d'avoir une estimation plus précise des imprégnations de l'ensemble des populations isolées de Guyane. Ces fleuves sont constitués de zones où l'on trouve, dans les petits villages éloignés des bourgs principaux, un mode de vie traditionnel avec une alimentation basée sur la pêche et la chasse. Ces caractéristiques, directement liées à une exposition potentielle au mercure du fait des quantités de poissons de fleuve consommées, ont conduit à étudier ces zones particulières. À cette fin, une stratification a permis : 1) de surreprésenter ces

¹ Taubira Delannon C. L'or en Guyane : éclats et artifices. Rapport à M. le premier Ministre. Paris : La Documentation française, 2000. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/004001895/index.shtml>

² Les études d'imprégnation menées sur l'Oyapock et le Maroni, ainsi que l'enquête sur les malformations congénitales, sont décrites dans le numéro thématique du Bulletin d'alerte et de surveillance Antilles-Guyane de juillet 2007. Basag n° 07-2007. <http://www.invs.sante.fr/publications/basag/index.html#2007>

zones isolées, peu peuplées, difficiles d'accès ; 2) de dresser une cartographie des niveaux d'exposition au mercure de la population du fleuve ; et 3) d'étudier les liens possibles avec l'intensité des anciennes activités d'orpaillage. L'enquête sur le Maroni a été réalisée de septembre à novembre 2002 et en juin 2005 pour les villages en amont de Maripasoula, incluant 717 personnes. Celle réalisée sur l'Oyapock a eu lieu du 19 au 24 juillet 2004, incluant 337 personnes (taux de sondage de 1/10).

Développement psychomoteur des enfants exposés

L'étude a été réalisée à la demande du RNSP en 1997-1998, auprès des populations amérindiennes du Maroni par deux équipes de l'Inserm. Les enfants inclus dans l'étude ont été soumis à un examen neurologique et à des tests de développement neurocomportemental. Elle a été menée dans trois villages amérindiens : 97 enfants âgés entre 9 mois et 6 ans dans le Haut-Maroni ont subi des examens neurologiques ; 82 à Awala et 69 à Camopi. Au total, 103 enfants âgés de 5 à 12 ans ont répondu à un test de développement psychomoteur dans le Haut-Maroni et 103 à Awala [4].

Malformations congénitales

L'enquête réalisée par la Cire AG avait pour objectifs, d'une part, de déterminer s'il existait un excès de malformations congénitales chez les enfants amérindiens du Haut-Maroni, et d'autre part de rechercher les facteurs de risque connus de malformations chez les enfants malformés et d'évaluer le rôle éventuel du mercure dans leur survenue. Ce travail a concerné tous les enfants nés vivants ou décédés entre juin 1993 et juin 2005 dans les villages amérindiens du Haut-Maroni. Un questionnaire a été administré à toutes les mères et les dossiers médicaux des enfants présentant une malformation ont été consultés. Les malformations majeures, c'est-à-dire entraînant soit la mort, soit un handicap (moteur, intellectuel, fonctionnel ou esthétique), soit un traitement chirurgical ont été prises en compte. La concentration de mercure dans les cheveux de la mère et de l'enfant a été dosée. Les mères de 108 foyers ont été interrogées. La cohorte d'enfants âgés de 0 à 12 ans était constituée de 243 enfants nés vivants et 10 morts fœtales *in utero*. Un examen clinique à la recherche d'anomalies a été réalisé pour 228 enfants ; 6 étaient absents et 9 sont décédés avant l'âge de 5 ans.

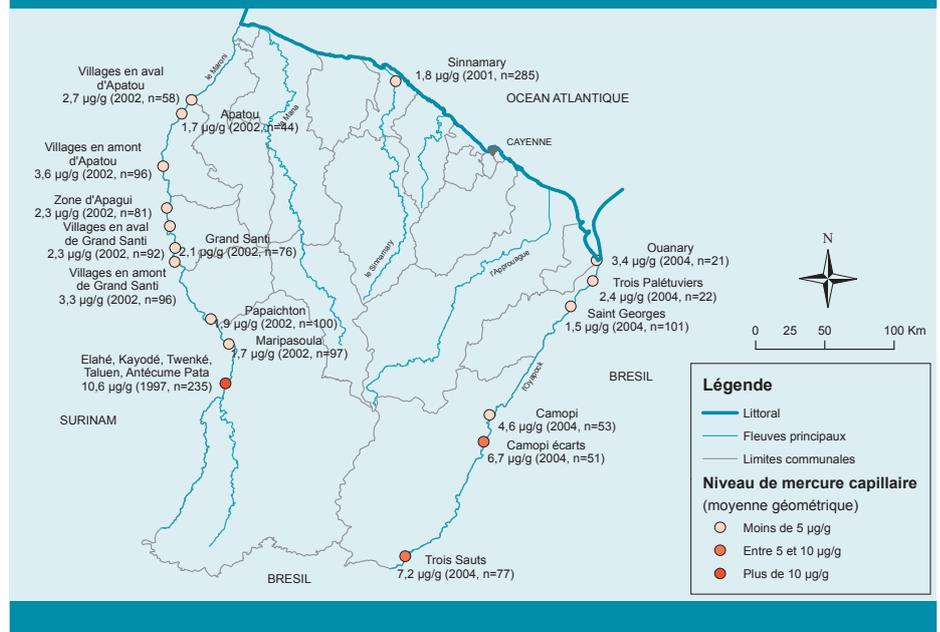
Résultats

Études d'imprégnation (figure 1)

Les imprégnations moyennes de mercure observées au cours de l'étude menée en 1994 étaient de 1,6 µg/g chez les femmes enceintes, 3,4 µg/g chez les autres adultes et 2,5 µg/g chez les enfants. La consommation de poissons d'eau douce en était le principal facteur favorisant. L'âge, la zone d'orpaillage, l'utilisation de certains cosmétiques ou encore la présence d'amalgames dentaires ne contribuaient pas significativement au niveau de mercure mesuré. Globalement, 12% des échantillons dépassaient 10 µg/g (valeur limite proposée par l'OMS) mais, dans certaines communautés amérindiennes, jusqu'à 79% des enfants avaient des niveaux supérieurs à 10 µg/g.

• **À Sinnamary** : l'imprégnation moyenne de la population est de 1,8 µg/g de cheveux, et 5% des

Figure 1 Carte des concentrations moyennes de mercure en µg/g de cheveux. Guyane française 1994-2005 / Figure 1 Mean concentrations of mercury in µg/g hair. French Guyana, 1994-2005



personnes ont une imprégnation dépassant 10 µg/g [3] ; les trois quarts des femmes en âge de procréer se situent en dessous de 3 µg/g ; aucun enfant de moins de 7 ans ne dépasse la valeur de 10 µg/g (seuls 2 enfants de 7 et 13 ans la dépassent).

• **Sur le Maroni** : l'imprégnation moyenne dans les bourgs de Maripasoula, Papaïchton et Apatou est inférieure à 2 µg/g ; 2,2% des femmes en âge de procréer dépassent 10 µg/g ; 1,6% des enfants de moins de 7 ans présentent une concentration de mercure supérieur ou égale à 10 µg/g. En aval de Maripasoula, les populations vivant dans les zones les plus isolées présentent des teneurs moyennes plus élevées que dans les bourgs : 3,3 µg/g en amont de Grand Santi et 3,6 µg/g en amont d'Apatou. En amont de Maripasoula, dans les villages amérindiens du Haut-Maroni, la concentration moyenne de mercure retrouvée dans les cheveux est passée de 10,6 µg/g en 1997 à 12,2 µg/g en 2005. En 1997, 57% des femmes en âge de procréer (15 à 45 ans) et 51% des enfants âgés de moins de 7 ans dépassaient la valeur limite recommandée par l'OMS [5]. Le pourcentage de personnes dépassant la valeur limite de 10 µg/g est de 2,4% sur le Maroni. Dans les villages du Haut-Maroni, ce pourcentage est passé de 64% en 1997 à 84 % en 2005 chez les adultes.

• **Sur l'Oyapock** : parmi les populations vivant le long de ce fleuve, celles résidant dans les zones les plus isolées - Ouanary, bourg de Camopi, écarts de Camopi, Trois Sauts - présentent en moyenne les teneurs les plus élevées, respectivement de 3,4 µg/g, 4,6 µg/g, 6,7 µg/g et 7,2 µg/g. En revanche, l'imprégnation est plus basse dans le bourg de Saint-Georges (1,5 µg/g) et à Trois Palétuviers (2,4 µg/g). La proportion de personnes dépassant 10 µg/g est respectivement de 7,6% dans le bourg de Camopi, 13,7% dans les écarts de Camopi et 18,2% à Trois Sauts. Parmi les femmes en âge de procréer, aucune ne présente de teneur en mercure dans les cheveux supérieure à 10 µg/g dans le bourg de Camopi, 8,3% dépassent cette valeur dans les écarts de Camopi et 21,7% à Trois-Sauts.

Ces études ont permis de montrer que le facteur le plus fortement lié à l'imprégnation par le mercure

est la fréquence de consommation de poisson ; le poisson de fleuve contribue davantage à la dose que le poisson de mer. L'imprégnation mercurielle est plus élevée chez les hommes et chez les Amérindiens ; elle augmente avec l'âge et est plus importante dans les villages du Haut-Maroni et du Haut-Oyapock.

Développement psychomoteur de l'enfant

L'étude sur le développement psychomoteur de l'enfant conduite chez les Amérindiens de Guyane montre de légères baisses de performances sur les tests mesurant la coordination motrice et l'organisation visuo-spatiale, en relation avec l'exposition mercurielle pour des niveaux d'imprégnation de l'ordre de 10 à 20 µg/g [4].

Malformations congénitales

Sur la période d'étude de 12 ans, 8 cas de malformations majeures ont été dénombrés, soit une prévalence à la naissance des malformations majeures de 3,2%. Les 8 cas de malformations congénitales majeures étaient de types très divers : 2 hydrocéphalies, 1 hémangiome sous-glottique bilatéral, 1 imperforation anale, 1 agénésie des deux oreilles, 1 agénésie de l'oreille gauche, 1 anomalie rénale, 1 trisomie 21.

Discussion

Niveaux d'imprégnation

Pour interpréter en termes de risques sanitaires les concentrations de mercure mesurées dans les cheveux, l'OMS a élaboré des valeurs de référence [5] : 2 µg/g de cheveux est le niveau moyen d'imprégnation d'une population non exposée ; 10 µg/g est la valeur seuil au-delà de laquelle il peut exister un risque d'atteinte neurologique chez l'enfant ; à partir de 50 µg/g, ce risque est estimé à 5% dans la population adulte. La valeur d'imprégnation capillaire maximale recommandée à ce jour par l'OMS est de 10 µg/g de cheveux. Cette valeur devrait être revue à la baisse suite à la diminution de l'apport tolérable de mercure par l'alimentation de 3,3 à 1,6 µg/kg de masse corporelle par semaine pour le consommateur [6]. Les concentrations moyennes en mercure des populations du cours amont de l'Oyapock (Camopi et

Trois Sauts) étaient de l'ordre de celles observées dans d'autres populations fortes consommatrices de poisson ou cétagés marins comme aux Seychelles (6,8 µg/g) [7], aux îles Féroé (4,3 µg/g) [8] ou en Nouvelle-Zélande (8,3 µg/g) [9]. Pour ces populations, l'alimentation est moins diversifiée et la fréquence de consommation de poisson est plus importante que dans la population en aval (Saint-Georges, Ouanary et Trois Palétuviers). Sur l'ensemble de la commune de Camopi, 21% des enfants âgés de moins de 7 ans et 13% des femmes en âge de procréer présentaient des concentrations comprises entre 10 et 20 µg/g, dépassant la norme actuelle de l'OMS [5].

Comme pour la population du littoral, les populations de Sinnamary, du Maroni en aval de Maripasoula et du cours aval de l'Oyapock, présentaient des teneurs moyennes en mercure peu élevées (inférieures ou proches de 2 µg/g pour les bourgs et entre 3 et 4 µg/g pour les zones plus isolées). Cette situation peut s'expliquer par le fait que la plupart des personnes vivant dans ces zones consomment peu de poissons carnassiers de grande taille (les plus contaminés par le mercure), et ont accès à une alimentation plus diversifiée.

Outre les populations amérindiennes du Haut-Maroni ou du Haut-Oyapock, les populations résidant dans les écarts ainsi que les populations socio-économiquement défavorisées (quelle que soit leur localisation géographique) constituent également des populations à risque d'exposition élevée, dans la mesure où leurs conditions de vie les amènent à recourir de manière privilégiée à la consommation de poissons pêchés dans les fleuves.

Effets neurologiques

Les niveaux d'imprégnation mercurielle observés jusqu'à présent sont en dessous des concentrations pour lesquelles des anomalies neurologiques cliniquement observables ont été rapportées au Japon, et donc *a fortiori* des niveaux pour lesquels des malformations congénitales ont été observées [12]. Néanmoins, les tests neurologiques et neuropsychologiques pratiqués en 1997 sur la population amérindienne du Haut-Maroni ont montré qu'à des niveaux d'exposition de l'ordre de 10 à 20 µg/g, il existait des signes, modérés mais objectivables, d'altération du développement neurologique ou neuropsychologique (capacités de raisonnement et d'organisation visuo-spatiale, motricité) [4].

Malformations congénitales

La prévalence³ à la naissance des malformations congénitales majeures chez les enfants amérindiens du Haut-Maroni n'est pas différente de la prévalence « de base » admise par la communauté scientifique, soit 2 à 3% [10,11]. Au cours de cette enquête, 7 types de malformations congénitales majeures ont

³ Le terme « prévalence à la naissance » est préférable à celui d'« incidence » car on ignore le nombre d'embryons conçus et de fœtus avortés prématurément ou spontanément qui étaient porteurs d'anomalies congénitales.

été identifiés, classés et validés par un comité d'experts associant acteurs locaux et nationaux. Une telle hétérogénéité observée dans les malformations retrouvées n'est pas en faveur d'une cause commune. Par ailleurs, la nature et la diversité des facteurs de risque retrouvés chez les mères ne permettent pas d'orienter sur une ou des causes spécifiques pouvant être responsables de la survenue des malformations observées. En effet, on retrouve dans la littérature que 40 à 60% des malformations restent inexplicables [10,11]. L'insuffisance de suivi de grossesse est le seul facteur de risque majeur commun à toutes les femmes, avec pour conséquence un mauvais accès à un éventuel diagnostic anténatal des malformations.

Ainsi, les résultats de cette étude en termes de prévalence et de types de malformation, de même que les connaissances scientifiques actuelles sur la physiopathologie des effets du mercure sur le fœtus, ne sont pas en faveur d'un lien entre les malformations à la naissance retrouvées dans ces villages et le mercure.

Conclusion

Les enquêtes menées, en particulier chez les Amérindiens, ont confirmé que l'exposition au mercure est bien liée à une alimentation riche en poissons dont certaines espèces sont fortement contaminées et ont également permis d'identifier les espèces contribuant le plus à l'exposition [2]. Les populations amérindiennes du Haut-Maroni ou du Haut-Oyapock sont parmi celles qui présentent un risque d'exposition élevé, dans la mesure où leurs conditions de vie les amènent à recourir de manière privilégiée à la consommation de poissons pêchés dans les fleuves, principale voie d'exposition au mercure.

Toutefois, si les niveaux d'imprégnation mercurielle sont en dessous des concentrations pour lesquelles des anomalies neurologiques cliniquement observables ont été rapportées au Japon [12], et donc *a fortiori* des niveaux pour lesquels des malformations congénitales ont été observées, les tests neurologiques pratiqués en 1998 sur la population amérindienne du Haut-Maroni [4] ont montré qu'à ces niveaux d'exposition, il existait des signes modérés d'altération du développement neurologique ou neuropsychologique (capacités de raisonnement et d'organisation visuo-spatiale, motricité).

Cette situation doit conduire à agir sans tarder pour éviter l'apparition de formes cliniques, d'autant que depuis 10 ans la situation vis-à-vis de l'exposition se dégrade progressivement. Les dangers neurotoxiques du méthylmercure s'exercent préférentiellement au cours des 2^e et 3^e trimestres de la grossesse. La principale mesure de santé publique est donc la prévention ciblée auprès des femmes en âge de procréer. Cette action s'inscrit dans un cadre plus large, à travers un programme de santé communautaire visant à prévenir l'imprégnation mercurielle et promouvoir l'éducation et la promotion de la santé en territoire amérindien, initié en 2006 par la Croix-

Rouge par convention avec la Direction de la santé et du développement social de Guyane.

Au plan environnemental, une étude de la contamination des poissons a permis de dresser une cartographie de la contamination des milieux [13]. La nécessité de réduire impérativement la contamination des milieux a conduit d'une part à l'interdiction de l'utilisation du mercure dans les activités d'orpillage et d'autre part à tenter de maîtriser l'érosion et le lessivage des sols. Des opérations de répression sont menées depuis plusieurs années par les forces de l'ordre pour lutter contre ces pratiques encore largement répandues dans le cadre des activités d'orpillage clandestin.

Références

- [1] Cordier S, Grasmick C, Paquier-Passelaigue M, Mandereau L, Weber JP, Jouan M. Imprégnation de la population guyanaise par le mercure : niveaux et sources d'imprégnation. Bull Epidemiol Hebd. 1997;14:59-61.
- [2] Frery N, Maillot E, Dehaeger M, Boudou A, Maury-Brachet R. Exposition au mercure de la population amérindienne Wayana de Guyane : enquête alimentaire. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 1999. <http://www.invs.sante.fr/publications/mercure/index.html>
- [3] Boudan V, Chaud P, Quenel P, Blateau A, Cardoso T, Champenois B. Étude de l'imprégnation par le mercure de la population de Sinnamary. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; juillet 2004 ; 48 p. http://www.invs.sante.fr/publications/2004/mercure_sinnamary/index.html
- [4] Cordier S, Garel M, Mandereau L, Morcel H, Doineau P, S. Gosme-Segur S, et al. Neurodevelopmental investigations among methylmercury-exposed children in French Guiana. Environ Res. 2002;89:1-11.
- [5] World Health Organization (WHO). International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 101: Methylmercury. Genève: World Health Organization, 1990; 144 p.
- [6] Summary and conclusions of the sixty-first meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Rome, 10-19 June 2003.
- [7] 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. JAMA 1998;280(8):701-7.
- [8] 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 mercury. Neurotoxicol Teratol. 1997;19:417-28.
- [9] Kjellström T, Kennedy P, Wallis S, Stewart A, Friberg L, Lind B, et al. Physical and mental development of children with prenatal exposure to mercury from fish. National Swedish Environmental Protection Board Report, 1989; No. 3642.
- [10] EUROCAT. A review of environmental risk factors for congenital anomalies (Edition 1). 2004; Part I: 8.
- [11] Santé Canada. Les anomalies congénitales au Canada : rapport sur la santé périnatale, 2002. Ottawa : Ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux Canada, 2002. http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/cac-acc02/index_f.html
- [12] Akagi H, Grandjean P, Takizawa Y, Weihe P. Methylmercury dose estimation from umbilical cord concentrations in patients with Minamata disease. Environ Res. 1998;77:98-103.
- [13] Laperche V, Maury-Brachet R, Blanchard F, Dominique Y, Durrieu G, Massabuau JC, et al. Répartition régionale du mercure dans les sédiments et les poissons de six fleuves de Guyane. Rapport BRGM/RP-55965-FR-septembre 2007 ; 203 p.