

# **Risques sanitaires liés au mercure en Guyane**

Note de synthèse et recommandations

**4 octobre 2004**

## REMERCIEMENTS

Nous remercions les organismes suivants pour les informations qu'ils ont bien voulu nous communiquer :

- Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA),
- Institut de veille sanitaire (InVS) et CIRE Antilles Guyane,
- Institut de recherche pour le développement (IRD),
- Centre national de la recherche scientifique (CNRS),
- Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)
- Ministère de l'écologie et du développement durable (MEDD),
- Direction de la santé du développement social (DSDS) de Guyane,
- Délégation régionale à la recherche et à la technologie (DRRT) de Guyane,
- Commission européenne / DG SANCO, Autorité européenne de sécurité des aliments

et en particulier :

- A. Martin et S. Gallotti, AFSSA
- N. Frery et M. Ledrans, département Santé Environnement, InVS
  
- P. Freyssinet et J. Varet, BRGM
  
- Marianne Berthod de l'expertise collective, IRD-Paris et Laurence Maurice-Bourgoin, IRD-Brasilia
- Alain Boudou, CNRS, Programme Mercure en Guyane
  
- Pr P. Evrard, chef du service Neuropédiatrie et Maladies Métaboliques, Hôpital Robert Debré
  
- G. Golazewski (Directive cadre sur l'eau, substances prioritaires), Direction de l'eau, MEDD
- M. Nichelatti (stratégie communautaire Mercure), DPPR, MEDD
  
- Dr P. Quenel, CIRE Antilles-Guyane
- Champenois, DSDS Guyane
- P. Lecomte, DRRT Guyane
  
- Martin Slayne, DG SANCO, Commission Européenne
- Claudia Heppner, Agence Européenne de Sécurité des Aliments

## **PREAMBULE**

L'AFSSE a reçu, le 21 juillet 2003, une saisine conjointe du Ministère de la santé, de la famille et des personnes handicapées et du Ministère de l'Écologie et du développement durable.

### **Rappel des termes de la saisine**

*« L'exploitation de l'or en Guyane depuis plus de 100 ans a contaminé massivement l'environnement par le mercure utilisé par les orpailleurs. Dès 1993, l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) et l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) ont effectué plusieurs études épidémiologiques qui ont mis en évidence les effets neurotoxiques chez les populations amérindiennes du Haut-Maroni, fortes consommatrices de poissons pollués par le mercure.*

*De multiples travaux ont d'ores et déjà été conduits pour quantifier l'impact environnemental et sanitaire de cette pollution par le CNRS, l'IRD, la DIREN de Guyane, l'InVS, le BRGM... Nous vous demandons, en étroite collaboration avec l'InVS, d'organiser une journée scientifique avec l'ensemble des organismes de recherche intéressés, d'effectuer une synthèse de leurs travaux et de nous proposer des recommandations pour nous aider à gérer avec efficacité les risques sanitaires liés au mercure en Guyane. »*

### **Approche suivie**

Afin de déterminer les contours d'une telle journée scientifique, il est apparu nécessaire de collecter les informations les plus pertinentes, postérieures à l'expertise collective conduite par l'Institut de recherche pour le développement (IRD) et publiée en 2001 sous le titre « Le mercure en Amazonie, rôle de l'homme et de l'environnement, risques sanitaires ».

Cette note présente donc une synthèse des informations postérieures à 2001, des recommandations en matière d'évaluation et de surveillance sanitaire et environnementale, d'information et de communication, de veille et de suivi des initiatives européennes et internationales ainsi qu'à calendrier d'actions à court, moyen et long terme.

Il est accompagné d'une foire aux questions sur les effets sanitaires du mercure en Guyane.

## **I. LES ELEMENTS RECUEILLIS**

### **Les contacts avec les services de l'État en Guyane**

Compte tenu de l'expertise collective publiée en 2001 par l'IRD répondant aux questions des services de l'État en Guyane, nous avons contacté l'ensemble des acteurs de la recherche (CNRS, BRGM, IRD plus particulièrement) travaillant actuellement sur le mercure en Guyane ainsi que la DSDS<sup>1</sup>, la DRRT, la CIRE de Guyane et bien sûr l'InVS (qui conduit depuis de nombreuses années des enquêtes d'exposition au mercure dans les populations guyanaises et a réalisé une étude sur les risques neurotoxiques).

### **Les initiatives communautaires, les informations recueillies et la révision de la dose tolérable hebdomadaire pour le méthylmercure par le JECFA (Juillet 2003)**

L'AFSSE a pris contact, au tout début de l'année 2004, avec la Commission européenne (DG SANCO) ainsi qu'avec l'Agence européenne de la sécurité des aliments pour deux raisons :

- La DG SANCO est impliquée dans la préparation de la Stratégie Communautaire relative au Mercure. Le rapport final de la tâche SCOOP « Mercure » était attendu en Février 2004. SCOOP est une action de coordination scientifique associant les États Membres pour la collecte de données sur le mercure dans l'alimentation et sur des évaluations d'exposition. Cela entre dans le cadre de la révision de la législation sur le mercure dans l'alimentation prévue en 2004 par la Commission Européenne (information présentée par la DG SANCO, lors de la réunion d'information sur la stratégie Mercure organisée le 8 décembre 2003 et à laquelle l'AFSSE a participé à la demande de la Direction Générale de la Santé)<sup>2</sup>
- La Commission Européenne a demandé un avis scientifique à l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA : European Food Safety Authority) sur le risque sanitaire dans l'Union européenne du mercure et du méthylmercure dans l'alimentation. L'Agence européenne a donc demandé au comité d'experts « Contaminants dans la chaîne alimentaire » de délivrer un avis sur la révision récente de la dose hebdomadaire admissible par le JECFA en date de juillet 2003 (Joint WHO/FAO expert Group for Food Additives and Contaminants). En effet, le JECFA a abaissé la dose tolérable hebdomadaire pour le méthylmercure de 3,3 µg /kg de masse corporelle à 1,6 µg /kg afin de tenir compte des effets du mercure sur le développement embryofœtal.

Ce comité d'experts a adopté son avis le 24 février 2004 et l'EFSA l'a publié le 17 mars 2004 (<http://www.efsa.eu.int>). L'abaissement de cette dose tolérable hebdomadaire n'est pas sans conséquence pour l'établissement de recommandations de consommation de poissons pour les États Membres et donc pour la population guyanaise. Ce point est important puisqu'il est envisagé de faire des recommandations de consommations pour certaines espèces.

---

<sup>1</sup> DSDS : Direction de la Santé et du Développement Social

<sup>2</sup> L'AFSSE avait participé à cette réunion avec la DGS

Ce comité d'experts a examiné les études épidémiologiques récentes menées aux Seychelles et aux îles Féroé qui ont été utilisées pour justifier cette division de la dose tolérable hebdomadaire [ces études sont discutées dans le rapport établi par les collaborateurs du Pr Danel, Groupement d' Études Toxicologiques (joint en annexe)]

Au niveau communautaire, le mercure (avec ses composés) fait partie de la liste des substances prioritaires dangereuses de la directive cadre sur l'eau pour lesquelles la définition des normes de qualité environnementale est toujours en cours. En tant que substance prioritaire dangereuse, les émissions, rejets et pertes de mercure (et ses composés) doivent cesser d'ici 20 ans.

Les normes de qualité environnementale doivent être établies pour l'eau (douces, de transition et marines), pour les sédiments et le biote<sup>3</sup>. Toute fixation de normes de qualité pour ces trois matrices environnementales est donc importante pour la Guyane également (et pas seulement pour la métropole). Notons, qu'il semble ne plus y avoir de consensus dans le Forum Consultatif /Substances Prioritaires au niveau européen (EAF-PS) tant sur la prise en compte des matières en suspension pour l'eau, que sur l'établissement d'une valeur unique pour l'Union Européenne (donc la Guyane incluse) ou d'une valeur par masse d'eau.<sup>4</sup>

### **Les effets sur la santé d'une exposition au mercure - Les conséquences sur la consommation de poisson en Guyane.**

L'AFSSE a demandé un rapport à l'équipe du Pr Vincent Danel du Groupement de Toxicologie afin de l'éclairer sur les méthodes et études (épidémiologiques, psychométriques) qui sous-tendent l'établissement de cette dose tolérable admissible hebdomadaire.

Le rapport rappelle bien les effets chez l'homme des expositions à des faibles doses de méthylmercure. L'exposition prénatale et du jeune enfant au mercure est responsable de l'atteinte de l'organe cible principal, à savoir le système nerveux en développement.

La période critique semble être durant la deuxième partie de la grossesse. Cinq types d'effets peuvent être recherchés/mesurés :

- neurologiques : réflexes osteo-tendineux, tonus musculaire
- âge pour atteindre les étapes du développement : marche, premiers mots, ...
- développement préscolaire : tests, ...
- développement durant l'enfance : tests, ...
- neurophysiologiques : potentiel évoqué auditif

Le rapport indique qu'une diminution de la dose tolérable hebdomadaire d'un facteur de 2 correspondrait à une diminution de la valeur de référence dans le cheveu de 10 µg/kg à 4 µg/kg.

A partir des données de l'enquête alimentaire conduite par N. Frery en 1999 auprès des Wayanas et des données de l'étude d'imprégnation menée à Sinamary en 2001 par V. Boudan, on constate que 99,6 % de la population étudiée serait alors au dessus de cette

---

<sup>3</sup> Ensemble des organismes vivants d'un habitat

<sup>4</sup> Le compte rendu du Forum Consultatif sur les substances prioritaires qui s'est tenu le 17 et 18 Novembre est disponible à la Direction de l'Eau.

valeur de 4.4 µg/kg dans la première étude et concernerait 21 à 22 % de la population étudiée dans la deuxième étude. Pour cette deuxième étude, le pourcentage de la population au dessus de cette nouvelle valeur guide est alors multiplié par 5 pour les adultes et par 3 pour les enfants.

Pour que l'apport alimentaire de mercure soit en deçà de 1,6 µg /kg/semaine, il faudrait que l'apport hebdomadaire de mercure via l'alimentation soit diminué de 3 à 5 fois chez les enfants et de 4 à 5 fois chez les femmes en âges de procréer (pour le pays Wayana)

L'AFSSE s'est également rapprochée de l'AFSSA puisqu'il s'agit bien là de connaître la position des experts français notamment en ce qui concerne l'impact d'un tel abaissement sur la consommation de poissons non seulement en métropole, mais également en Guyane.

L'AFSSE a sollicité l'AFSSA afin qu'elle évalue comment les données recueillies par l'InVS en 1999 dans son étude «Exposition au mercure de la population amérindienne Wayana en Guyane - Enquête alimentaire » pourraient être utilisées pour une évaluation du risque pour les populations guyanaises et savoir si son CES «résidus et contaminants chimiques» avait conduit une nouvelle évaluation suite à la position du JECFA. Rappelons que l'AFSSA a publié un avis en octobre 2002 relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés au mercure des femmes enceintes, allaitantes et des jeunes enfants. La réponse de l'AFSSA, en date du 23 février 2004, se trouve en annexe. L'AFSSA a, depuis cette date, actualisé son avis le 16 mars 2004 ([www.afssa.fr](http://www.afssa.fr)).

Les avis convergent en matière de mesure de restriction de consommation de poissons. En effet, la quantification d'une population surexposée est réalisée au regard d'une valeur toxicologique de référence établie pour des femmes enceintes : par construction, des mesures de restrictions à toute la population ne sont pas justifiées, et doivent être évaluées notamment au regard des bénéfices apportés à la population non sensible par la consommation de poisson (source importante d'acides gras poly insaturés essentiels nécessaires pour le développement du système nerveux et la mise en place des fonctions cognitives).

Le but à long terme n'est donc pas de réduire la consommation de poisson mais de diminuer les apports en méthylmercure, par diminution de la contamination des milieux lorsque celle-ci n'est pas d'origine naturelle.

A moyen terme l'objectif serait de limiter la consommation des espèces de poissons les plus contaminées, en particulier pour les populations sensibles (femmes enceintes, allaitantes et jeunes enfants). La connaissance des espèces piscicoles en Guyane, au regard de la contamination mercurielle, a fait déjà fait l'objet d'études, telles les enquêtes alimentaires menées par N. Frery (InVS).

Ces enquêtes ont confirmé que l'exposition au mercure des Amérindiens est bien liée à une alimentation riche en poissons dont certaines espèces sont fortement contaminées. Elles ont également permis d'identifier les espèces contribuant le plus à l'exposition.

### **Les malformations à la naissance – les informations de la CIRE Antilles-Guyane**

En ce qui concerne la connaissance des malformations des enfants à la naissance, la CIRE Antilles-Guyane nous a communiqué le 20 février 2004 des informations relatives à la surveillance épidémiologique périnatale en Guyane.

Un registre a été mis en place en Guyane par le Pr Papiernik et le Pr Breart en 1984-1985. Au plan médical, les données concernant la mère et le nouveau né sont notifiées y compris les malformations observées chez l'enfant.

En matière d'exhaustivité, elle est dite satisfaisante. Cependant, en ce qui concerne les villages dans les zones très isolées (Pays amérindien du haut-Maroni et du haut-Oyapock), les données sur les naissances domiciliées dans ces villages ne sont renseignées par un professionnel que pour les naissances ayant lieu dans le centre de santé de référence (Maripasoula pour le Haut Maroni, Camopi et Saint-Georges pour l'Oyapock) ou, pour les naissances ayant lieu dans un village, mais transférées dans les jours suivant la naissance dans ces mêmes centres (elles sont notifiées alors comme « naissance à domicile », mais rattachées au centre de référence). Ainsi, les naissances qui ont lieu dans ces villages ne font pas l'objet d'un enregistrement systématique et l'exploitation statistique des données ne permet pas de connaître le village d'origine. Aucune information sur la période périnatale n'est donc disponible en routine pour ces cas particuliers.

On ne dispose pas actuellement d'éléments permettant d'estimer le biais de sous-déclaration des naissances dans ces populations.

En ce qui concerne les malformations à la naissance chez les Amérindiens, l'analyse des registres de 1990 à 2001, a relevé 4 malformations chez les Amérindiens résidant (au sens défini ci-dessus) à Maripasoula (Maroni) :

- Malformations neurologiques

1998 : accouchement à l'hôpital de Cayenne, à terme (41 semaines). La mère était âgée de 26 ans, multipare (6<sup>e</sup> enfant) et n'avait bénéficié que de 2 visites prénatales. Aucune pathologie en cours de grossesse n'a été retrouvée. L'enfant de sexe masculin est né vivant avec un poids de naissance de 3110 g. A ce jour, nous n'avons pas d'information sur la nature de la malformation.

- Malformations cardio-vasculaires

1999 : accouchement au centre de santé de Maripasoula, à terme (40 semaines). La mère était âgée de 22 ans, multipare (3<sup>e</sup> enfant) et a bénéficié de 4 visites prénatales. Aucune pathologie en cours de grossesse n'a été retrouvée. L'enfant de sexe féminin est né vivant avec un poids de naissance de 4090 g, mais est mort en période néonatale (moins de 7 j de vie). A ce jour, nous n'avons pas d'information sur la nature de la malformation.

- Malformations diverses (en général, à considérer comme « bénignes »)

1999 : accouchement au centre de santé de Maripasoula, prématuré (36 semaines). La mère était âgée de 35 ans, multipare (5<sup>e</sup> enfant). Aucune pathologie en cours de grossesse n'a été retrouvée. L'enfant de sexe masculin est né vivant avec un poids de naissance de 2100 g.

2000 : accouchement à l'hôpital de Cayenne, à terme (38 semaines). La mère était âgée de 19 ans, multipare (2<sup>e</sup> enfant) et n'a bénéficié que de 5 visites prénatales et 2 échographies. Aucune pathologie en cours de grossesse n'a été retrouvée. L'enfant de sexe masculin est né vivant avec un poids de naissance de 3270 g.

## **Les autres projets de recherche et l'ONUDI (Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel)**

Au-delà du recueil d'information sur les différents projets en cours ou à venir du côté des organismes de recherche français ou de l'InVS<sup>5</sup>, il est important de signaler également les projets du BRGM :

- Une série de projets réalisés dans différents pays (Laos, Soudan, Zimbabwe) dans le cadre de l'ONUDI (Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel) contenant un volet relatif à l'impact sanitaire et environnemental de l'orpaillage (pour les orpailleurs et populations proches des sites).

Notons que les outils et les équipes universitaires mobilisés ici sont différents de ceux mobilisés dans le cadre des études menées par le CNRS et l'InVS. Il conviendra donc, lors de la journée scientifique, de rassembler ces différents intervenants sur le volet sanitaire. Ce sont des équipes de l'Université et du CHU de Montpellier ainsi que de l'Université de Munich qui ont développé les outils d'évaluation de l'impact sanitaire et environnemental de l'orpaillage dans le cadre de l'ONUDI.

- Un projet prévu en Guyane (encore à l'état de proposition pour un financement FEDER) ayant pour objectif, d'une part, d'apporter aux pouvoirs publics les éléments les plus complets possibles sur la cartographie du fond géochimique en mercure sur l'éventuelle contamination des sédiments de cours d'eau et des populations de poissons carnivores (consommées par les Amérindiens) à l'échelle du territoire guyanais (et non en des points spécifiques comme dans les projets de recherche), et d'autre part, d'en déduire les risques d'expositions pour les populations humaines. Ce projet permettrait d'identifier les zones les plus à risques vis-à-vis de l'exposition au mercure pour les populations guyanaises.

Une fois cette étude d'identification des zones à risques réalisée, il conviendrait de réaliser un suivi de cohorte destiné à identifier dans ces zones l'état de santé des populations aux regards des troubles du neurodéveloppement, des pathologies rénales mais aussi des différents types de malformations.

Compte tenu de tous ces éléments, l'Agence a résumé ci-après ses recommandations d'actions conformément à la saisine et rédigé une foire aux questions qui permet une lecture simplifiée des éléments scientifiques disponibles.

---

<sup>5</sup> Toutes ces études sont disponibles à l'AFSSE



## II. RECOMMANDATIONS

### 1. Évaluation, surveillance

Il convient de compléter les études déjà effectuées par une démarche intégrée pour apporter aux pouvoirs publics une évaluation la plus complète possible sur le risque de contamination par le mercure à l'échelle du territoire.

En effet, certaines divergences entre les sources suspectées de pollution, la contamination des milieux et l'exposition effective des populations étant apparues dans le passé, il est recommandé de mener la majorité des actions non plus sur quelques zones, mais d'une manière systématique sur l'ensemble de la Guyane.

Cette démarche devrait comporter les actions suivantes :

- **Évaluation des concentrations en mercure encore présent dans les zones d'exploitation actuelles et anciennes**

L'activité d'orpaillage utilise du mercure depuis plus de 150 ans. Si les conditions modernes d'exploitation permettent actuellement une récupération au moins partielle du mercure lors du traitement des minerais aurifères, on peut considérer que les techniques anciennes dispersaient le mercure dans l'environnement après usage, soit sous forme gazeuse avec dépôt dans l'environnement proche, soit sous forme métallique dans les sédiments. D'autre part, le rebut de mercure après usage était rejeté par les orpailleurs dans les résidus miniers et les alluvions. L'activité d'orpaillage actuelle, remaniant souvent d'anciens placers exploités dans le passé, conduit à une remobilisation du mercure piégé antérieurement dans les alluvions et à son transfert vers le réseau hydrographique et les sédiments récents.

Le recensement des zones d'exploitation actuelles et anciennes permettra d'identifier et de quantifier les sources de pollution liées à l'orpaillage.

Cette action figure dans la proposition « FEDER Guyane » coordonnée par le BRGM.<sup>6</sup>

- **Évaluation du fond géochimique en mercure dans les sédiments fins des principales rivières guyanaises**

La principale relation entre les sources de pollution et la contamination de la chaîne alimentaire est constituée de la dispersion du mercure dans les sédiments de rivières (80 % des transferts se fait sous forme de mercure particulaire adsorbé sur la matière organique ou les argiles). Au niveau de ces sédiments, se produit la méthylation du mercure, autorisant sa bioaccumulation et sa bioamplification le long des chaînes alimentaires aquatiques.

Ces résultats, obtenus à partir de quelques zones d'observation, n'apportent cependant pas d'indication extrapolable sur la qualité générale des sédiments des principales rivières à l'échelle de la Guyane, d'autant plus que quelques essais comparés sur plusieurs rivières ont mis en évidence la grande hétérogénéité de la contamination en mercure. Comme il est

---

<sup>6</sup> FEDER Guyane : Proposition d'étude sur l'évaluation des impacts liés au mercure en Guyane. BRGM, service géologique de Guyane. Mai 2003. Elle ne semble pas avoir reçu de financement pour l'instant.

nécessaire d'identifier, sur une base systématique, les zones où les poissons carnivores sont les plus susceptibles d'être contaminés, et donc les populations les plus susceptibles d'être exposées, ces évaluations du fond géochimique doivent être étendues.

Ce programme d'investigation devra porter sur les cinq principaux réseaux hydrographiques que sont les bassins versants du Maroni, de l'Oyapock, de la Mana, de l'Approuague, de la Comté et de leurs affluents, recoupant les entités géologiques et minières majeures orientées est - ouest.

Cette action figure dans la proposition « FEDER Guyane » coordonnée par le BRGM.

#### • **Estimation de la mobilisation du mercure et de son transfert vers la chaîne trophique**

Le bilan des résultats relatifs aux études menées sur les niveaux de contamination des poissons par le mercure, à partir de différents sites en Guyane (Haut-Maroni, Inini, Petit-Saut,...) a clairement montré l'intérêt de l'espèce *Hoplias aimara* en tant qu'indicateur de la bioamplification du méthylmercure le long des chaînes trophiques aquatiques.

En effet, cette espèce carnivore/piscivore est abondante sur la quasi-totalité des cours d'eau en Guyane, facilement identifiable, aisément capturable par des techniques de pêche traditionnelles (filets, pièges) et représentative d'un secteur défini des cours d'eau, compte tenu de ses déplacements très limités dans le sens amont/aval des hydro systèmes.

Afin d'estimer l'exposition des populations consommatrices de poissons carnivores/piscivores d'une manière représentative, il est nécessaire de généraliser la collecte de ce type de données, et donc de simplifier sa mise en oeuvre. Ainsi, pour éviter la mise en place d'une chaîne du froid, le stockage des échantillons frais de muscle squelettique dorsal d'aymaras peut s'effectuer dans une solution de formol de haute pureté. La mesure de la longueur standard des poissons, un codage précis des poissons, le repérage du lieu et la date de capture devront faire partie des données recueillies.

Cette action constitue l'axe 1 de la phase II du Programme de recherche « Mercure en Guyane », sous la responsabilité de L. Charlet (Université de Grenoble), pour ce qui concerne les zones habitées. Elle figure d'une façon complémentaire dans la proposition FEDER, pour les parties en amont des zones habitées, parallèlement à l'échantillonnage des sédiments sur les différents fleuves et cours d'eau guyanais.

#### • **Mise au point d'un outil de prédiction du risque sanitaire à l'échelle de la Guyane**

Il tirera parti de données documentaires, cartographiques, aéroportées, satellitaires d'une part, et de prélèvements d'échantillons sur le terrain, d'autre part. Cet outil reposera sur une base de données informatique utilisable via un Système d'Information Géographique (SIG). Pour chaque zone devront être recueillis : ses différents paramètres miniers et environnementaux, sa position dans le bassin versant, les sources et le degré de contamination en mercure, les vecteurs de contamination (réseau de drainage...), ainsi que les cibles potentielles (zones de pêche, proximité des populations, sols cultivés...).

La mise au point de cet outil apparaît dans la proposition « FEDER Guyane » coordonnée par le BRGM.

Il faudra cependant la compléter de trois façons :

- en adjoignant une strate « démographique », pour permettre non seulement l'identification d'un certain nombre de zones pouvant présenter les risques les plus importants pour les personnes, mais aussi la quantification des personnes exposées à un tel risque
- en prévoyant une étape de modélisation géostatistique, pour obtenir des estimations en des lieux non échantillonnés sous la forme de « courbes de niveaux » du risque pour l'ensemble du territoire guyanais.
- en intégrant les données d'exposition de la population, pour en faire un véritable outil de prédiction du risque sanitaire et pas seulement de prédiction du risque alimentaire (contamination des poissons susceptibles d'être consommés par la population).

Cet outil devra être réellement utilisable (par des non-professionnels des SIG), et à la disposition de tous les acteurs au service de la santé publique guyanaise

**• Mise en place d'enquêtes épidémiologiques à visée étiologique dans les zones ciblées par l'outil de prédiction du risque sanitaire**

L'identification de zones à risque sanitaire permettra d'initier des enquêtes épidémiologiques avec le maximum de chances de succès (contraste de l'exposition, puissance statistique, etc.). De plus, la conduite de quelques études de ce type autorisera la vérification de la pertinence de l'outil de prédiction. En cas de validation, ce dernier permettra alors de prendre des mesures de prévention et de précaution, sans passer par l'étape épidémiologique de terrain.

Si on veut véritablement obtenir des connaissances de type étiologique (mettant en relation une exposition mesurée avec précision chez la femme enceinte et des événements de santé chez l'enfant à naître), il faudra mettre en place dans ces zones ciblées, des études de cohorte avec suivi longitudinal, à l'image de ce qui est effectué aux îles Féroé<sup>7</sup> ou aux Seychelles.<sup>8</sup> Le point d'entrée dans ces cohortes serait la déclaration de grossesse avec un suivi prospectif de l'enfant le plus long possible. Une telle étude manque dans le bassin amazonien.

Ce type d'enquête présente de nombreux avantages :

- recueil d'indicateurs biologiques d'exposition au mercure chez la mère, au moment le plus critique (celui du neurodéveloppement du fœtus) et obtention des mêmes indicateurs chez le nouveau-né,
- prise en compte de modifications de l'exposition au mercure (habitudes alimentaires...) ou des facteurs de confusion (maladies parasitaires, exposition au DDT, etc.), au cours du temps,

---

<sup>7</sup> Une cohorte de 1022 naissances y est suivie depuis les années 1986-1987.

<sup>8</sup> Une cohorte de 779 naissances y est suivie depuis les années 1989-1990.

- étude d'événements de santé de différente nature : non seulement les effets neurologiques, mais aussi d'autres effets envisageables (insuffisance rénale, ...) ou allégués (malformations),
- identification précoce de signes infra-cliniques prédictifs,
- prise en compte d'un délai de latence dans l'apparition des pathologies (ce qui semble être le cas pour une exposition au mercure),
- établissement d'une relation dose-réponse fiable.

Cette démarche présente cependant des difficultés :

- elle demande un investissement de départ important ;
- si elle produit très rapidement des premiers résultats sur les malformations congénitales, il est indéniable que les autres événements de santé (en particulier les effets neurologiques) demanderont un délai de plusieurs années pour être éventuellement mis en évidence ;
- elle suppose des effectifs de populations importants pour atteindre une puissance statistique suffisante.

Cette action est partiellement couverte par l'axe 4 de la phase II du Programme de recherche « Mercure en Guyane », sous la responsabilité de A. Boudou (Université de Bordeaux 1) en association avec l'InVS et son équipe déconcentrée (CIRE Antilles-Guyane). Si les niveaux d'imprégnation s'avèrent élevés, il y est prévu la mise en œuvre d'études approfondies (comparables aux enquêtes nutritionnelles et aux investigations neuropsychologiques réalisées en 1997 sur la communauté Wayana du Haut-Maroni) dans trois villages bushinengue<sup>9</sup> du Maroni d'une part, et sur l'Oyapock d'autre part.

Si les effectifs de populations sont trop faibles, ou si les difficultés opérationnelles s'avèrent insurmontables, ces ambitions d'enquêtes longitudinales pourraient être revues à la baisse. On pourrait par exemple, ne s'intéresser qu'aux malformations à la naissance (faisant l'économie d'un suivi de l'enfant sur plusieurs années), ou étendre les enquêtes de prévalence dans l'espace (mais alors la connaissance étiologique ne serait pas obtenue).

Cette action pourrait être confiée aux autorités sanitaires locales avec le soutien méthodologique de l'INSERM et/ou de l'InVS.

#### • **Création d'un système de surveillance sanitaire guyanais.**

Pour contribuer à la veille et à l'identification de risque émergents, la mise en place d'un système de surveillance épidémiologique vis-à-vis des malformations congénitales et des effets reprotoxiques doit être envisagée. Il est indéniable que le contexte guyanais apporte son lot de difficultés (migrations transfrontalières, recours aux soins inégal, etc.). C'est pourquoi, il est plus raisonnable d'envisager dans un premier temps un système de surveillance plutôt qu'un « registre » (qui se doit d'être exhaustif).

<sup>9</sup> La communauté bushinengue ou « Noirs marrons », d'origine africaine, vit en aval de Maripasoula sur le fleuve Maroni (Papaïchton, Grand-Santi, Apatou).

Ce travail pourrait être confié aux autorités locales avec le soutien méthodologique de la CIRE Antilles-Guyane.

En ce qui concerne les malformations, en particulier celles observées chez les enfants, la possibilité de faire examiner les cas signalés devrait être envisagée pour apporter une réponse sur le type de malformation. Après un travail d'identification préalable avec les autorités sanitaires, la CIRE Antilles-Guyane et les associations qui ont rapporté quelques cas, une mission de spécialistes (généticien, neuropédiatre notamment) pourrait alors être mise sur pied. Il faut garder en mémoire que, pour autant, l'association avec l'exposition au mercure ne pourrait pas être étudiée, faute de mesure biologique durant la période fœtale ou périnatale.

## 2. **Information, communication**

### • **Actualisation de l'avis de l'AFSSA**<sup>10</sup>

Dans l'avis rendu en 2002, la situation spécifique de la population guyanaise n'a pas été prise en compte. La proportion de la population française dépassant la Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire (DHTP) établie par l'OMS en 1990 (3,3 µg de méthylmercure/kg poids corporel/semaine) est estimée dans cet avis à 15% chez les enfants de 3 à 8 ans, et à moins de 5% au-dessus de 8 ans. Or, sur la base des enquêtes nutritionnelles et des dosages de mercure dans les poissons menés dans les villages Wayanas du Haut-Maroni, tous les individus (exceptés les enfants de moins de un an qui n'en sont pourtant pas très éloignés) atteignent ou dépassent cette valeur limite.<sup>11</sup>

L'avis de l'AFSSA devrait donc être mis à jour en intégrant les données détaillées recueillies par l'InVS sur la population amérindienne Wayana de Guyane en tenant compte de la nouvelle DHTP du JECFA « Joint WHO/FAO expert committee on food additives », qui abaisse la DHTP à 1,6 µg de méthylmercure/kg poids corporel/semaine.<sup>12</sup>

Ce travail devrait être conjointement mené par l'AFSSE, l'AFSSA et l'InVS ; il va au-delà de la suggestion formulée par l'AFSSA dans son courrier du 23 Février 2004.

### • **Recommandations à destination des femmes enceintes après analyse bénéfice-risque**

Une analyse bénéfice-risque est un préalable à toute recommandation visant à modifier les comportements alimentaires des femmes enceintes. La seule connaissance dans le Haut-Maroni des niveaux d'exposition (considérés comme à risque) et des niveaux d'imprégnation des poissons n'est pas suffisante pour établir de telles recommandations. Les types de poisson qu'on peut souhaiter promouvoir ne sont pas nécessairement les plus bénéfiques pour la santé et il faut tenir compte de toutes les dimensions de la sécurité sanitaire (disponibilité des ressources, qualité nutritionnelle, acceptabilité sociale). Les contours plus précis d'une telle analyse coûts-bénéfices pourraient être précisés par la DSDS Guyane.

---

<sup>10</sup> Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition au mercure des femmes enceintes et allaitantes et des jeunes enfants. 21 octobre 2002.

<sup>11</sup> Fréry N, Maillot E, Deheeger M (en collaboration avec Boudou A et Maury-Brachet R). Exposition au mercure de la population amérindienne Wayana de Guyane - enquête alimentaire. InVS, 1999.

<sup>12</sup> Joint WHO/FAO expert committee on food additives (JECFA). Sixty-first meeting, Rome, 10-19 June 2003.

Ensuite seulement, des informations pourront être délivrées aux femmes enceintes (sources alimentaires de mercure, niveaux connus des risques, conseils nutritionnels, etc.), cette activité devant logiquement revenir à la DSDS Guyane.

### • Organisation de « Journées scientifiques » en Guyane

De nombreux travaux ont déjà été conduits par de multiples acteurs (CNRS, IRD, InVS, INSERM, BRGM, Pôle de compétence « mercure », <sup>13</sup> etc.) pour quantifier l'impact environnemental et sanitaire de la contamination par le mercure. D'autres sont en cours (Programme de recherche « Mercure en Guyane », CNRS, phase II 2002-2006) ou en attente de financement (Proposition FEDER du BRGM). Des travaux de recherches plus fondamentaux sur les mécanismes d'actions de certains métaux sur un site spécifique membranaire du neurone se déroulent en particulier au sein de l'équipe de recherche INSERM du Pr Evrard (Chef du service Neurodéveloppement et Maladies Métaboliques de l'Hôpital Robert Debré)

Il y a donc lieu de rassembler, présenter, discuter et synthétiser les résultats provisoires ou définitifs de ces travaux pour proposer des recommandations aux décideurs locaux et nationaux.

L'organisation de « Journées scientifiques » autoriserait des échanges trans-disciplinaires et actualisés. Si elles se tenaient en Guyane comme le souhaite la DRRT, elles constitueraient un jalon important dans un plan de communication à destination des politiques mais aussi du grand public guyanais. Enfin, elles devraient déboucher sur un plan d'actions de réduction des risques, de réhabilitation, de prévention, ou de précaution à entreprendre sur les différentes zones.

Le Préfet de Guyane, dans son courrier du 16 mars 2004 (reçu le 23 mars 2004), se déclare favorable à l'organisation de telles journées (sans en préciser le lieu), mais souhaite qu'elles soient programmées à la fin de l'année 2004.

### • Actualisation de l'expertise collective de l'IRD<sup>14</sup>

La parution de l'expertise collégiale de l'IRD en 2001 a indéniablement participé à la prise de conscience sur les effets environnementaux et sanitaires du mercure en Guyane. Néanmoins, depuis sa parution les connaissances se sont accumulées et l'actualisation de cette expertise apparaît indispensable. Il pourrait être tiré profit de l'organisation des « Journées scientifiques » pour alimenter une version renouvelée.

Au vu de son expérience, l'IRD paraît tout indiqué pour mener à bien cette tâche et devrait donc par là même être associé à l'organisation des « Journées scientifiques ».

---

<sup>13</sup> Créé en 2002 par arrêté du Préfet de Guyane, il comprend à lui seul : la direction régionale de l'Environnement (DIREN), la direction de la Santé et du développement social (DSDS), la direction des Services vétérinaires (DSV), la délégation régionale à la recherche et la Technologie (DRRT), la direction régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE), la direction de l'Agriculture et de la Forêt (DAF), la direction régionale des Douanes, la direction départementale de la Police aux frontières (DDPAF), le groupement de Gendarmerie, l'office national des Forêts (ONF), et le centre national de la Recherche scientifique (CNRS).

<sup>14</sup> Le mercure en Amazonie. Rôle de l'homme et de l'environnement, risque sanitaires. Carmouze JP, Lucotte M, Boudou A. éditeurs. IRD Éditions, collection Expertise collégiale, Paris, 2001.

### • Mise en place d'un plan de communication sur le mercure

En Guyane, la question du mercure constitue une problématique qui date d'environ dix ans. L'historique des différentes recherches et interventions menées révèle la présence de nombreux acteurs qui, à tour de rôle ou simultanément, sciemment ou non, se sont prononcés sur les questions sanitaires reliées à cette question.

Des échanges entre les différentes parties prenantes ont eu lieu ces dernières années (par exemple, lors d'un séminaire organisé par la DSDS en 2001), mais la communication grand public sur cette thématique n'a véritablement commencé que récemment (mission de la DSDS Guyane du 28 au 31 août 2001 dans chaque village amérindien concerné du Haut-Maroni, réunion publique de restitution des résultats des enquêtes d'imprégnation mercurielle à Sinnamary le 12 avril 2003). Par ailleurs, les parutions dans les médias qui se succèdent à un rythme accéléré, compliquent un peu plus la gestion du risque sanitaire lié à la présence de mercure.<sup>15</sup>

Cette action devrait revenir aux acteurs locaux, coordonnés par la DSDS de la Guyane.

### 3. Veille et suivi des initiatives européennes et internationales

Compte tenu des discussions en cours au niveau communautaire, il conviendrait d'être très vigilant quant à l'évaluation de l'impact des directives et stratégies thématiques communautaires [directive cadre sur l'eau et ses directives filles, stratégie communautaire relative au mercure, directives relatives à l'alimentation, Stratégie Santé Environnement de l'enfant (SCALE)] ou des diverses initiatives internationales (OMS, PNUE, ONUDI...) en Guyane. Ce département est peu pris en considération, lors de discussions communautaires ou internationales, en matière environnementale, du fait de sa situation géographique et économique.

Rappelons quelques éléments du contexte européen et international.

#### **Quelques décisions importantes rappelées dans le cadre de la stratégie communautaire Mercure.**

- Février 2001, Le 2<sup>e</sup> Conseil du PNUE initie le travail sur l'évaluation mondiale du Mercure (Global Mercury Assessment) qui doit, premièrement, contenir une évaluation des risques causés par le mercure et ses composés et les options de mesures de réduction des risques, deuxièmement, examiner les options pour réduire les émissions et rejet de mercure, les alternatives au mercure et les technologies alternatives aux procédés utilisant du mercure, troisièmement, réaliser une étude coût efficacité des options disponibles.
- Juin 2001 : OSPAR réalise un bilan juridique sur le mercure.
- Septembre-Octobre 2002 : La Commission publie une Communication sur l'industrie du chlore et de la soude COM (2002) 489 final.

---

<sup>15</sup> A cet égard, l'article du *Monde Diplomatique* paru en février 2001 « Or "sang" contre or vert en Guyane française, entre Far West et développement durable », ainsi que le film documentaire de Philippe Lafaix « La loi de la jungle en Guyane française », constituent des actes de communication dont il faut tenir compte.

- Le Conseil Environnement du 9 décembre 2002 invite la Commission à présenter en 2004 une stratégie Mercure cohérente, fondée sur la Communication COM (2002) 489 final et comportant des mesures visant à protéger la santé et l'environnement des rejets de mercure, dans le cadre d'une approche elle-même fondée sur « le cycle de vie » et qui tiendra compte de la production, de l'utilisation, du traitement, des déchets et des émissions.  
Plusieurs options stratégiques en matière d'approvisionnement, de marché (au plan mondial), d'achat, de stockage, de surveillance dans l'environnement, de surveillance du marché, de recommandations d'alimentations pour les groupes sensibles sont examinées.
- Février 2003 : le 22<sup>e</sup> Conseil du PNUE accepte le rapport « Global Mercury Assessment / Évaluation mondiale du Mercure » qui met l'accent sur les menaces que fait peser le mercure sur la santé humaine et la vie sauvage.
- Au Sommet de Johannesburg, il est convenu que d'ici 2020 les produits chimiques devront être utilisés et produits de façon à réduire significativement les effets nocifs sur la santé et l'environnement. Cette décision concerne donc également le mercure.
- Juillet 2003 : JECFA abaisse d'un facteur 2 la dose tolérable hebdomadaire pour le méthylmercure

### **La stratégie communautaire Santé Environnement pour l'enfant, SCALE, 2004<sup>16</sup>**

Dans le cadre de la stratégie communautaire santé environnement, le groupe technique "métaux lourds", suivant les recommandations méthodologiques du groupe technique « bio surveillance des enfants », propose dans ses recommandations d'actions de mener une étude de cas sur l'évaluation de l'exposition humaine au méthylmercure en Europe et donc d'estimer les effets sanitaires sur la population européenne à partir de l'évaluation de l'exposition et de la connaissance sur les relations exposition – réponse. Si une telle recommandation était retenue par la Commission Européenne dans ses recommandations finales d'action en santé environnement, la situation guyanaise devrait être considérée.

### **Les chiffres de consommation mondiale du mercure et la place de l'orpillage**

Les quelques chiffres, exposés ci-dessous, de consommation de mercure en 2000 montrent bien qu'au niveau mondial, l'orpillage constitue la troisième utilisation de mercure (juste après l'industrie du chlore), alors qu'il n'est pas mentionné dans les consommations au niveau de l'Union Européenne.

<i>Consommation en 2000 (en tonnes) UE</i>	<i>Consommation en 2000 (en tonnes) Monde</i>
Amalgames dentaires : 70	Industrie du Chlore : 797
Industrie du Chlore : 95	Batteries : 1081
Batteries : 15	Extraction de l'or et de l'argent (petite échelle) : 650
Autres usages : 50	Amalgames dentaires : 272

<sup>16</sup> L'AFSSE assure la coordination des experts français dans les neuf groupes de travail de SCALE



## **Une diversité des valeurs toxicologiques de référence au niveau international**

Notons également qu'il existe des différences significatives entre valeurs toxicologiques de référence pour le méthylmercure selon les organismes (OMS, RIVM, USEPA, Canada, ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry)).

Les valeurs toxicologiques de référence les plus récentes, c'est-à-dire construites entre 1995 et 2003, ramenées à une période commune, la semaine, varient selon les agences de 0,6 à 2,1 µg/kg soit un facteur de 3,5 entre ces valeurs extrêmes. Dans les actions de communications entreprises, notamment lors de journées scientifiques, il serait nécessaire de bien expliquer les raisons de telles différences.

### III. PROPOSITION D'UN CALENDRIER D' ACTIONS

#### 1. Actions à mettre en place à court terme

- **Mise en place d'une enquête épidémiologique à visée étiologique sur une population ciblée**

Cette action aurait une très forte visibilité puisqu'elle montrerait la préoccupation et l'implication des autorités. Sans attendre la mise au point de l'outil de prédiction, elle devrait porter sur une autre zone que le Haut-Maroni, pour représenter l'amorce d'une approche globale, demandée par de nombreux acteurs. La zone située au Sud-Est de la Guyane, autour de Camopi pourrait constituer une bonne localisation. Ce village amérindien comprend en effet 1000 habitants, et l'exposition des enfants au mercure y est relativement importante (6,0 µg/g de cheveu). Il a certes déjà fait l'objet d'une étude de l'InVS (69 témoins inclus dans une enquête de prévalence), mais pas selon une approche longitudinale. Ce pré-choix est bien sûr à confirmer par l'InVS.

Enfin, rappelons qu'une telle enquête portant sur les femmes enceintes, peut produire très rapidement des premiers résultats sur d'éventuelles malformations congénitales (sous réserve d'un nombre de naissances suffisant).

- **Création d'un système de surveillance sanitaire guyanais**

Une étude de faisabilité doit être rapidement conduite. Elle devra juger de la qualité et de l'exhaustivité des données disponibles (registre de périnatalité, COTOREP, etc.), ainsi que des mesures à mettre en œuvre pour en faire un véritable outil de surveillance.

- **Actualisation de l'avis de l'AFSSA et de l'expertise collective de l'IRD**

Ces deux actions peuvent faire appel à des experts déjà mobilisés dans les projets originaux. L'intégration de données nouvelles dans des avis actualisés doit pouvoir se faire dans un délai raisonnable et apporter aux décideurs des arguments à la validité renforcée.

- **Recommandations à destination des femmes enceintes après analyse coûts-bénéfices et mise en place d'un plan de communication sur le mercure**

Il est possible dès maintenant de mener une analyse coûts-bénéfices chez les femmes enceintes et de mettre en place un plan de communication s'inspirant des recommandations des chercheurs québécois, tout en conduisant parallèlement une évaluation de son impact au sein des divers publics cibles. Cette action rapide aurait une très forte visibilité.

- **Organisation de « Journées scientifiques » en Guyane**

Sans reprendre l'argumentaire déjà développé, cette action, outre ses apports scientifiques et décisionnels, fait partie intégrante d'un plan de communication bien compris. Les acteurs de la recherche et leurs productions scientifiques sont maintenant bien identifiés. Il reste à définir un contenu précis (prenant en compte les attentes des différentes parties prenantes) et à en assurer le financement (en particulier si ces journées scientifiques se tiennent en Guyane).

## **2. Actions à mettre en place à moyen terme**

- **Évaluation des concentrations en mercure encore présent dans les zones d'exploitation actuelles et anciennes**
- **Évaluation du fond géochimique en mercure dans les sédiments fins des principales rivières guyanaises**
- **Estimation de la mobilisation du mercure et de son transfert vers la chaîne trophique**

Ces trois actions, portant sur autant de maillons de la chaîne de contamination par le mercure, devront à terme être menées à l'échelle du territoire. Cette démarche multidisciplinaire est ambitieuse mais bien structurée dans les projets scientifiques qui font l'objet de demandes de financement.

- **Mise au point d'un outil de prédiction du risque sanitaire à l'échelle de la Guyane**

Cette démarche est nécessairement décalée dans le temps, car dépendante des trois actions ci-dessus citées. Elle n'en est pas moins d'une priorité élevée pour ses apports potentiels aux décideurs. Tout doit concourir à sa mise en place.

## **3. Action à mettre en place à plus long terme**

- **Études longitudinales dans les zones ciblées par l'outil de prédiction du risque sanitaire<sup>17</sup>**

Par définition, cette action renvoie à la mise en place d'un outil de prédiction, lui-même dépendant de pré-requis. C'est la raison de sa prévision dans le plus long terme.

## **4. Action permanente**

- **Veille et suivi des initiatives européennes et internationales**

---

<sup>17</sup> Elles donneraient suite à l'étude longitudinale sur le seul site de Camopi, recommandée comme une action à court terme.

## FOIRE AUX QUESTIONS

En complément, nous avons constitué une foire aux questions sur les effets sanitaires du mercure en Guyane.

### 1. Les niveaux d'exposition rencontrés en Guyane sont-ils élevés ?

Les niveaux moyens d'exposition relevés dans le Haut-Maroni (11-13  $\mu\text{g/g}$  de cheveu) sont nettement supérieurs à ceux observés chez les populations exposées chroniquement ailleurs dans le monde et ayant fait l'objet de recherches chez l'enfant (Seychelles : 6,8  $\mu\text{g/g}$ ; Féroé : 4,3  $\mu\text{g/g}$ ; Nouvelle-Zélande : 8,3  $\mu\text{g/g}$ ). Ils sont du même ordre de grandeur que ceux rapportés chez les indiens de Munduruku, zone d'orpillage intensif au Brésil (14-17  $\mu\text{g/g}$ ).<sup>18</sup>

### 2. Le méthylmercure mesuré dans les cheveux est-il un bon reflet de l'exposition cumulée ?

Le mercure retenu dans les cheveux est métaboliquement stable car, dès leur sortie, ceux-ci se kératinisent. La mesure du mercure capillaire constitue donc un bio-indicateur d'exposition de choix dans les études de contamination environnementale.

En état d'équilibre, le rapport entre la concentration capillaire et la concentration sanguine est estimé sensiblement égal à 250, tandis que la concentration endogène de méthylmercure est environ 100 fois supérieure à la dose ingérée quotidiennement. Sachant que les cheveux poussent à une vitesse d'environ un centimètre par mois, des analyses séquentielles permettent de dresser un tableau de l'exposition des derniers semestres.

Toutefois, c'est l'exposition prénatale (durant la deuxième partie de la grossesse) qui est responsable de l'atteinte de l'organe cible principal, à savoir le système nerveux en développement. La mesure du mercure est donc épidémiologiquement pertinente chez la femme enceinte et le jeune enfant, mais cette pertinence diminue d'autant plus que l'âge augmente.

### 3. Pourquoi rechercher en priorité des effets neurologiques et/ou neuropsychologiques ?

Le cerveau présente une affinité particulière pour le mercure organique et on estime le rapport des concentrations de mercure cerveau/sang à environ six chez l'humain chez les adultes. Le méthylmercure passe aisément la barrière hémato-encéphalique et sa diffusion à travers le placenta est également très facile.

Chez l'adulte, les dommages sur la structure cérébrale sont très focalisés. Il existe un continuum entre l'exposition au mercure et les effets neurologiques.<sup>19</sup> Le premier stade correspond aux altérations des fonctions visuelles, somatosensorielles et motrices (concentration capillaire aux environs de 10  $\mu\text{g/g}$ ). Ensuite, vers 20  $\mu\text{g/g}$  des troubles de coordination motrice sont notés. Une concentration capillaire de 50  $\mu\text{g/g}$  constitue un seuil

<sup>18</sup> Brabo ES, de Oliveira Santos E, Maura de Jesus I et al. Mercury contamination of fish and exposures of an indigenous community in Para State, Brazil. *Environ Res* 2000;84:197-203.

<sup>19</sup> Mergler D, Lebel J. les effets de l'exposition au méthylmercure chez les adultes. In : Le mercure en Amazonie. Rôle de l'homme et de l'environnement, risques sanitaires. Carmouze JP, Lucotte M, Boudou A. éditeurs. IRD Éditions, collection Expertise collégiale, Paris, 2001.

pour le développement des premiers symptômes cliniques de la maladie de Minamata (paresthésies, c'est à dire sensations de brûlure et de picotement aux membres et autour de la bouche). Au delà de 100 µg/g, les symptômes constituant la maladie de Minamata peuvent apparaître (réduction concentrique du champ visuel, engourdissement des extrémités, affaiblissement de l'audition, difficultés d'élocution, troubles de la marche). A un stade plus avancé, le méthylmercure est responsable d'une encéphalopathie sévère associant un syndrome cérébelleux, une détérioration intellectuelle, une cécité et une surdité corticales.

Le fœtus et le jeune enfant sont beaucoup plus sensibles que l'adulte. Dans le jeune cerveau en pleine période de croissance, les lésions produites sont diffuses et étendues. Ainsi à Minamata les mères exposées pendant leur grossesse et n'ayant aucun symptôme ou des paresthésies transitoires ont donné naissance à des enfants souffrant de problèmes neurologiques sévères. Les déficits observés chez les jeunes enfants sont des retards psycho-moteurs, staturo-pondéraux et de l'acquisition du langage, des signes d'atteinte pyramidale, voire une infirmité motrice cérébrale. On admet jusqu'à ce jour que des concentrations supérieures à 10 µg/g dans le cheveu de la mère durant la grossesse sont susceptibles d'accroître le risque d'atteinte cérébrale de l'enfant.

#### **4. Quelle est la spécificité des tests permettant de détecter les formes cliniques d'intoxication mercurielle ?**

Les atteintes précoces du système nerveux sont évaluées à l'aide de tests validés explorant les fonctions motrices, sensorielles, cognitives et émotionnelles. Dans les études menées en Amazonie, les tests neuropsychologiques utilisés sont différents de ceux des autres études réalisées auparavant (Seychelles, îles Féroé, Nouvelle-Zélande). Le choix des fonctions évaluées reposait sur les connaissances en neurotoxicité du méthylmercure, la particularité des populations, les atteintes précoces du système nerveux, et non pas sur la présence de signes cliniques de la maladie de Minamata. Les tests font ainsi peu appel au langage et ne sont pas liés au contexte éducatif et culturel.

Dans l'avenir, pour autoriser les comparaisons, il serait judicieux d'utiliser la batterie de tests recommandée par l'United Nations Industrial Development Organization (« Wechsler Memory test, Match Box test, Finger Tapping, Frsoting test, Visual Field test »).<sup>20</sup>

#### **5. Quelle est la cohérence des résultats observés sur différentes populations amazoniennes consommatrices de poissons ?**

La cohérence n'est que partielle, certains études apparaissant contradictoires même en tenant compte de comportements individuels (alcoolisme).

Ainsi, chez les indiens du village de Munduruku (État du Para, Brésil), les individus examinés, bien que fortement contaminés n'ont pas montré de signes d'intoxication par le mercure, tels que des dysfonctionnements sur le plan du langage, de l'équilibre statique et dynamique, de la coordination motrice, de la sensibilité tactile et douloureuse et de la posture segmentaire.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> UNIDO. Protocols for environmental & health assessment of mercury released by artisanal and small-scale gold miners. Vienna, 2003.

<sup>21</sup> Brabo ES, de Oliveira Santos E, Maura de Jesus I et al. Mercury contamination of fish and exposures of an indigenous community in Para State, Brazil. *Environ Res* 2000;84:197-203.

A Brasilia Legal et Sao Luis do Tapajos (État de Para au Brésil), l'étude des aspects cliniques n'a pas non plus mis en évidence une forme aiguë de la maladie ou des signes et symptômes associables à une intoxication par le mercure.<sup>22</sup>

Par contre, dans la même région de Tapajos, d'autres chercheurs ont mis en évidence chez les adultes une relation dose-effet pour la coordination et la rapidité des mouvements fins ainsi qu'une relation entre le niveau de mercure dans les cheveux et la perte de sensibilité aux contrastes visuels.<sup>23</sup>

Deux autres études réalisées, l'une au Brésil sur le Rio Tapajos et l'autre en Guyane Française, selon des protocoles très semblables et avec des niveaux d'exposition comparables, donnent des résultats concordants : un léger déficit pour les scores des tests mesurant en particulier l'organisation visuospatiale et la motricité, qui augmente avec l'exposition au mercure.<sup>24</sup>

## **6. Le niveau d'exposition rencontré peut-il être à l'origine de malformations congénitales ?**

Ni les études d'exposition chronique (Seychelles, îles Féroé, Nouvelle-Zélande), ni les études d'exposition aiguë (Irak 1971-1972), n'ont permis de mettre en évidence une quelconque association entre l'exposition au méthylmercure et les malformations congénitales.<sup>25</sup> Dans un article scientifique récent passant en revue les effets (entre autres) du méthylmercure, cette pathologie n'est pas plus mentionnée.<sup>26</sup> Compte tenu des niveaux d'imprégnation mesurés et des seuils décrits dans la littérature, la survenue éventuelle de tels cas ne paraît pas devoir être attribuée au méthylmercure.

Néanmoins, comme dans toute population, des malformations congénitales peuvent être malheureusement observées, les causes en étant multiples. En ce qui concerne les populations guyanaises, les enfants atteints de ces malformations, pourraient même éventuellement présenter un taux de mercure dans les cheveux élevé, reflet des habitudes alimentaires partagées par tous ceux qui habitent une zone à risque, et ne signifiant pas pour autant un lien causal.

---

<sup>22</sup> Santos EC, Jesus IM, Brabo ES et al. Mercury exposures in riverside Amazon communities in Para, Brazil. *Environ Res* 2000;84:100-7.

<sup>23</sup> Dolbec J, Mergler D, Sousa Passos CJ et al. Methyl mercury exposure affects motor performance of a riverine population of Tapajos river, Brazilian Amazon. *Int Arch Occup Environ Health* 2000;73:195-203.

Lebel J, Mergler D, Lucotte M et al. Evidence of early nervous system dysfunction in Amazonian populations exposed to low-levels of methyl mercury. *Neurotoxicology* 1996;17:157-68.

Lebel J, Mergler D, Branches F et al. Neurotoxic effects of low-level methyl mercury contamination in the Amazonian basin. *Environ Res* 1998;79:20-32.

<sup>24</sup> Cordier S, Garel M, Mandereau L et al. Neurodevelopmental investigations among methyl mercury-exposed children in French Guyana. *Environ Res* 2002;89:1-11.

Grandjean P, White R, Nielsen A et al. Methyl mercury neurotoxicity in Amazonian children downstream from gold mining. *Environ Health Persp* 1999;107:587-591.

<sup>25</sup> Par contre, en ce qui concerne le mercure élémentaire (et non le méthylmercure), des études menées sur des femmes enceintes, chez les dentistes et leur personnel, au Danemark, aux USA, en Pologne, en Suède et en Union Soviétique décrivent une augmentation des malformations congénitales et des avortements (source INERIS, fiches de données toxicologiques).

<sup>26</sup> Clarkson TW, Magos L, Myers GJ. The toxicology of mercury – current exposures and clinical manifestations. *JAMA* 2003;349:1731-1737

## 7. Existe-t-il une susceptibilité génétique particulière des populations amérindiennes au méthylmercure ?

Les résultats obtenus chez les populations consommatrices de poisson, en partie contradictoires, pourraient laisser supposer la responsabilité d'une sensibilité génétique particulière des Amérindiens. Pourtant, deux arguments plaident en défaveur cette hypothèse.

Premièrement, les études toxicologiques parues à ce jour ont noté une forte susceptibilité individuelle, mais sans lien avec une éventuelle interaction entre l'action du mercure et un profil génétique particulier.

Deuxièmement, l'apparente contradiction porte sur des populations qui vivent toutes en Amazonie. Cela rend des différences génétiques moins probables (ce qui n'est sans doute pas le cas entre les habitants des îles Féroé et des Seychelles, dont les résultats discordent également).

Il faut plutôt chercher l'explication de la cohérence partielle des résultats dans la nature des instruments de mesures utilisés (cf. supra), l'existence d'autres expositions et une différence dans les répartitions des personnes les plus vulnérables (pour des raisons de santé ou d'habitudes de vie). On peut citer :

- les maladies parasitaires (en particulier le paludisme et le parasitisme intestinal). Elles pourraient aggraver les effets du mercure ;
- L'alcoolisme. Il peut biaiser les résultats des tests médicaux ou neurophysiologiques. De plus des interactions toxico-cinétiques ou toxico-dynamiques entre l'alcool et mercure sont possibles<sup>27</sup> ;
- la malnutrition. Par exemple, une carence en vitamine A, par les troubles de la vision qu'elle provoque, pourrait être confondue avec des altérations relevant de niveaux anormaux de mercure dans l'organisme<sup>28</sup> ;
- le DDT. Il a la propriété de s'accumuler dans les graisses animales, et a été associé à des anomalies du développement de l'enfant lors d'une exposition *in utero*. Sachant qu'il a pu être épandu dans le cadre de la lutte contre le paludisme, son rôle est à envisager ;
- la manipulation d'essence et de kérosène. Ces produits ont leur propre toxicité, mais il est à noter que ce sont plus les Noirs Marrons que les Amérindiens qui exercent des activités de piroguiers (exposés à ces produits).

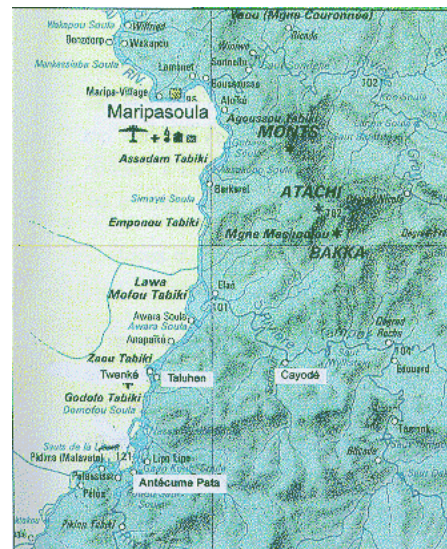
---

<sup>27</sup> UNIDO. Protocols for environmental & health assessment of mercury released by artisanal and small-scale gold miners. Vienna, 2003.

<sup>28</sup> De Oliveira Santos E. Enquêtes sanitaires et contaminations mercurielles en Amazonie brésilienne. In : Le mercure en Amazonie. Rôle de l'homme et de l'environnement, risque sanitaires. Carmouze JP, Lucotte M, Boudou A. éditeurs. IRD Éditions, collection Expertise collégiale, Paris, 2001.

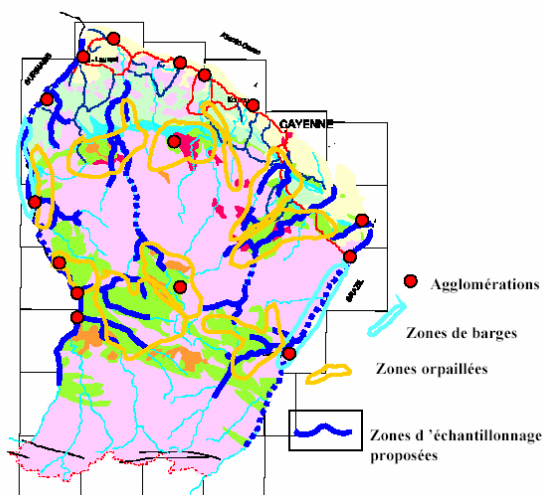
## 8. D'autres études sanitaires sont-elles souhaitables en Guyane française ?

Outre des enquêtes d'exposition, l'InVS a mené une étude épidémiologique entre 1997 et 1998 dans trois communautés amérindiennes de Guyane : le Haut-Maroni (Cayodé, Elahé, Twenke, Taluhen et Antecume-Pata), Camopi (situé sur l'Oyapok à la frontière Est) et Awala (situé à l'embouchure du Maroni à la frontière Ouest), ces deux dernières localisations, moins contaminées par le mercure, servant de zone de référence.<sup>29</sup> Cette démarche apparaît logique, puisque une enquête précédente avait permis d'estimer les concentrations capillaires chez les enfants à 14,0, 6,0 et 2,6 µg/g pour le Haut-Maroni, Camopi et Awala, respectivement.<sup>30</sup>



Cependant, d'autres études sanitaires sont nécessaires pour :

- apporter aux pouvoirs publics une évaluation la plus complète possible sur le niveau et les effets de la contamination par le mercure à l'échelle du territoire. Les résultats, obtenus à partir de quelques zones d'observation, n'apportent pas d'indication extrapolable à l'échelle de la Guyane sur la qualité générale des sédiments des principales rivières, le degré de contamination des poissons carnivores, l'importance de l'exposition des populations ou l'incidence de pathologies ;
- se donner quelques chances de mettre en évidence d'éventuelles améliorations (au moins en termes d'exposition) après l'instauration d'un programme d'actions ;
- prendre en compte d'autres communautés également consommatrices de poissons carnivores, par exemple la communauté Bushinenge (ou « Noirs marrons ») ;
- mettre en relation l'exposition précise recueillie chez les femmes enceintes et différentes pathologies chez leurs enfants à naître, dans une démarche étiologique. Pourraient être pris en compte, non seulement les effets neurologiques, mais aussi d'autres effets envisageables (insuffisances rénales...) ou allégués (malformations). Cela passe par un suivi longitudinal des naissances, plus performant<sup>31</sup> que des enquêtes transversales de prévalence. Ces études devraient porter sur d'autres zones, à la fois suffisamment peuplées et situées en aval d'une zone d'orpaillage.



carte BRGM

<sup>29</sup> Cordier S, Garel M, Mandereau L et al. Neurodevelopmental investigations among methyl mercury-exposed children in French Guyana. *Environ Res* 2002;89:1-11.

<sup>30</sup> Cordier S, Grasmick C, Paquier-Passelaigue M, Mandereau L, Weber JP, Jouan M. Mercury exposure in French Guyana : levels and determinants. *Arch Environ Health* 1998;53:299-303.

<sup>31</sup> Mais aussi plus difficile et plus coûteux.



## **POUR EN SAVOIR PLUS, QUELQUES SITES**

### **Documents Généraux**

#### **Commission Européenne**

Accès aux documents relatifs à l'élaboration d'une stratégie Mercure pour l'Union Européenne et à une synthèse des textes réglementaires relatifs au mercure

<http://europa.eu.int/comm/environment/chemicals/mercury/index.htm>

<http://europa.eu.int/comm/environment/chemicals/mercury/pdf/consultation.pdf>

#### **PNUE, Programme des Nations Unies pour l'Environnement**

Programme Mercure : <http://www.chem.unep.ch/mercury/default.htm>

The Mercury Global Assessment Report : <http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/GMA-report-TOC.htm>

#### **ONUUDI, Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel**

- Programme des Nations Unies pour le Développement de technologies propres pour l'orpaillage : <http://www.natural-resources.org/minerals/CD/unido.htm>

- Global Mercury Project

<http://www.unites.uqam.ca/gmf/intranet/gmp/documents/documents.htm>

Accès aux documents suivants :

- Removal to barriers to the introduction of cleaner artisanal gold mining and extraction technologies : Suppression des obstacles à l'introduction de technologies propres pour l'orpaillage, Août 2002
- Protocols for environmental and Health Assessment of Mercury released by artisanal and small-scale gold miners : Protocoles pour évaluer l'impact sanitaire du mercure provenant de l'orpaillage artisanal ou petite échelle.
- 

#### **Accès aux programmes scientifiques réalisés en Guyane**

<http://kourou.cirad.fr/drrt/prog.html>

### **Avis et Recommandations relatifs au mercure et méthylmercure**

AFSSA ( Agence française de sécurité des aliments)

<http://www.afssa.fr>

EFSA (Autorité Européenne de Sécurité des Aliments – European Food Safety Authority)

<http://www.efsa.eu.int>

[http://www.efsa.eu.int/science/contam/contam\\_opinions/259\\_en.html](http://www.efsa.eu.int/science/contam/contam_opinions/259_en.html)

JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)

[www.who.int/pcs/jecfa.Summary61.pdf](http://www.who.int/pcs/jecfa.Summary61.pdf)