
Mercure en Guyane

Journée scientifique du 10 décembre 2004

Synthèse et propositions

Ce document est une synthèse des différentes problématiques abordées durant cette journée. Pour plus de détails, un document associé reprend *in extenso* les communications et discussions (numérotation entre crochets de 1 à 20). La dernière partie dégage quelques axes et propositions.

Les effets du méthylmercure

Les effets sur la santé de l'exposition aux faibles doses de méthylmercure apporté par la consommation de poissons sont connus. Ces effets ne sont pas appréciables individuellement ; leur mise en évidence requiert la réalisation d'études épidémiologiques. Les résultats des études réalisées sont concordants quant à la cible : le système nerveux central en voie de développement. Les populations les plus sensibles sont délimitées : le petit enfant, le fœtus, donc aussi la femme enceinte, allaitante ou en âge de procréer [2,3].

Des incertitudes persistent, la principale concernant l'établissement du niveau du seuil sans effet. En dehors des divergences introduites par les modèles utilisés et les paramètres pris en compte dans la construction de ces seuils, la controverse est alimentée par les résultats discordants des deux principales études épidémiologiques existantes (Îles Féroé et Îles Seychelles) [2]. Le classement du mercure comme substance reprotoxique est actuellement en cours d'instruction [5].

En Guyane, une enquête réalisée auprès d'enfants a montré en 1998 des troubles neurologiques (troubles de la coordination des membres inférieurs, altération des capacités de raisonnement et de l'organisation visio-spatiale) qui ont été reliés à des concentrations élevées de mercure dans les cheveux [9].

Imprégnation de la population par le méthylmercure

Plusieurs études en population ont été réalisées en Guyane depuis 1994, mesurant la concentration de mercure dans les cheveux [9]. La norme recommandée par l'OMS est en 2004 de 10 µg/g.

- En 1994, les concentrations étaient comprises entre 2 et 4 µg/g sur l'ensemble du littoral et les grands bourgs ; elles étaient de l'ordre de 12 µg/g dans le Haut Maroni : 80% des enfants dépassaient cette norme.
- En 1997, une autre étude a confirmé des concentrations identiques dans la population Wayana (11,5 µg/g, 50% des enfants dépassant la norme). Une relation avec l'alimentation a été documentée montrant des apports journaliers en mercure bien supérieurs aux recommandations, notamment chez le très jeune enfant ; quatre espèces de poissons piscivores contribuaient à près de trois quarts des apports [9].

- En 1998, une troisième enquête a montré chez les enfants des concentrations analogues à celles des autres études, identiques à celles des adultes dans le Haut Maroni et Camopi ; elles étaient moins élevées à Awala. D'autres problèmes sanitaires étaient pointés : paludisme, alcoolisme et suivi insuffisant des grossesses et des accouchements.

- Les enquêtes les plus récentes à Sinnamary (2001), sur le Maroni (2002), et l'Oyapock (2004) ont procédé à un échantillonnage représentatif. Les concentrations moyennes étaient faibles à Sinnamary (1,8 µg/g), sur la partie aval de l'Oyapock et le Maroni (1,5 à 3,6 µg/g), plus élevées à Camopi et Trois-Sauts sur le Haut Oyapock (5 à 7 µg/g) où 12 à 24 % des enfants dépassaient la recommandation OMS de 10 µg/g. Parmi les facteurs de risque d'imprégnation mercurielle plus importante, ont été notés le sexe, l'âge, l'appartenance communautaire (Amérindiens), la consommation de poissons de fleuve, la zone géographique (zones éloignées du littoral, et parmi elles celles éloignées des circuits de distribution alimentaire) et les populations socio-économiquement défavorisées (migrants). Chacun de ces facteurs de risque pouvait s'exprimer différemment selon les régions, ce qui semblait traduire des comportements différents.

En résumé les études d'imprégnation depuis 2001 sont représentatives (échantillonnage par tirage au sort). Elles confirment une imprégnation excessive par le mercure dans certaines régions :

- dans le Haut Maroni (population Wayana), 50% des enfants dépassent la norme OMS (1998) ;
- dans l'Oyapok, à Camopi et en amont de Camopi, 12 à 24% des enfants dépassent la norme (2004) ;
- dans 5 autres localités du Maroni, 1 à 6% des enfants ou des femmes en âge de procréer dépassent la norme (2004).

Ainsi l'imprégnation mercurielle excessive apparaît délimitée, sur le plan géographique, ethnique et socio-économique.

Le mercure dans la chaîne alimentaire

Le méthylmercure formé après méthylation du mercure métallique est stocké par des micro-organismes (bioconcentration), puis successivement le long de la chaîne trophique par les poissons consommateurs de planctons, les poissons piscivores jusqu'aux grands prédateurs. A chacun de ces maillons, les concentrations en méthylmercure augmentent considérablement (bioaccumulation) : le méthylmercure est 19 millions de fois plus concentré chez les poissons piscivores (= carnivores) que dans l'eau dans laquelle ils vivent [7]. En Guyane, les enquêtes ont régulièrement montré chez certains poissons des teneurs élevées en mercure, supérieures aux normes OMS [7,9].

Les teneurs élevées en mercure dans le poisson (95% est présent sous forme de méthylmercure) dépendent donc de trois conditions : la présence de mercure dans le milieu, les conditions propices à la méthylation du mercure et la longueur de la chaîne trophique [3,7,11].

L'exposition de la population par la consommation de poissons dépend de deux composantes : la proportion de poissons dans l'alimentation (et donc la diversité alimentaire), et le niveau de contamination des poissons qui varie avec leur propre régime alimentaire selon qu'il s'agisse de prédateurs (piscivores) ou de non prédateurs (herbivores).

L'AFSSA, à la suite d'une saisine (janvier 2002) a réalisé une évaluation basée sur des enquêtes de consommation et de contamination de poissons et sur une modélisation. Un avis a été rendu le 21 octobre 2002, puis a été revu le 16 mars 2004 à la suite de la modification en 2003 de la dose hebdomadaire tolérable provisoire (DHTP) de l'OMS. Cet avis recommande la limitation de la consommation de poissons

prédateurs par la femme enceinte, la femme allaitante et le jeune enfant, tout en ne remettant pas en cause la consommation de poissons, restant bénéfique pour la santé [3]. On rappelle que la consommation de poissons est une source de protéines importante et qu'elle modifie favorablement le profil lipidique des consommateurs.

Les avis d'autres agences font des recommandations assez analogues, englobant parfois les femmes en âge de procréer, et recommandant par ailleurs l'amélioration des estimations de l'exposition.

Mais préconiser la poursuite de la consommation de poissons, non contaminés, nécessite de connaître au préalable la qualité de la ressource, sa diversité, ses fluctuations saisonnières, et d'appréhender les éventuels impacts sur cette ressource des modifications de comportements alimentaires (le problème est le même pour le gibier comme source alternative de protéines).

Qualité du milieu

Les caractéristiques géologiques de la Guyane (volcanisme ancien) expliquent la présence d'or et un fond géochimique riche en mercure. L'or est extrait soit à partir de minéralisations primaires (il s'agit alors d'une activité essentiellement industrielle) soit à partir de minéralisations secondaires (placers : accumulation alluviale d'or) [6].

L'orpaillage est une activité ancienne, traditionnelle, mais aussi de subsistance pour certaines populations. Le mercure utilisé pour les activités d'orpaillage est du mercure métallique. Le recours à l'usage de mercure remonte à près de cent ans. Si l'activité d'orpaillage légal tend à restreindre l'usage du mercure, anticipant l'horizon 2006, l'orpaillage illégal (Garimpos) y recourt de façon traditionnelle. Les activités illégales ou simplement "riveraines", traditionnellement utilisatrices de mercure, pourraient voir l'arrivée de mercure nouvellement disponible issu de l'industrie du chlore. Le mercure intervient à une étape où l'or mélangé à la boue passe sur une "moquette" permettant de le retenir. Il est estimé qu'environ 1 à 1,5 Kg de mercure sont utilisés pour récupérer 1 Kg d'or. Cette étape est responsable d'importants rejets de boue dans le milieu, donc d'une turbidité importante, et de relargage de mercure sous forme de suspensions colloïdales (contenant 3 à 5 ppm de mercure) pouvant migrer à grande distance.

Le mercure provient donc de plusieurs sources : l'utilisation actuelle de mercure pour l'orpaillage, la mobilisation (même par les activités d'orpaillage n'en utilisant pas actuellement) de mercure laissé en place par les activités passées, et l'origine géologique. A ce stade, le mercure métallique peut être transformé par méthylation en méthylmercure selon des conditions (bactéries sulfito-réductrices, milieu anoxique, variations saisonnières...) et des circonstances qui ne sont pas toutes parfaitement connues à ce jour. Des incertitudes demeurent et un grand nombre de questions restent sans réponse, en Guyane comme ailleurs [7,16] :

- cartographie des niveaux de contamination des sites d'orpaillage, cartographie de la dispersion du mercure dans l'environnement, identification des sites à méthylation importante ;
- pourquoi certains sites non orpaillés présentent-ils une contamination environnementale élevée ?
- pourquoi certaines zones de forte imprégnation humaine ne correspondent pas à des zones de forte contamination environnementale ?

Des études comparatives permettraient d'avancer dans ces interrogations. A ce jour, seuls quelques sites pilotes font l'objet d'un suivi des concentrations et du profil des différentes formes chimiques du mercure. Les enjeux sont importants allant de la connaissance précise des phénomènes clés pour envisager la gestion du

risque environnemental, à la détermination de la contribution (et de la responsabilité) de l'orpaillage dans la contamination environnementale et la bio-accumulation du mercure.

Ainsi, même sans recourir au mercure, les activités d'orpaillage apparaissent préjudiciables pour l'environnement et la santé : re-circulation de mercure *in situ* d'origine géologique ou issu de site historique, rejet de boue, turbidité et ses conséquences sur la faune et la biodiversité (moins d'espèces, plus de piscivores), pression sur les milieux d'une présence humaine dépassant leur tolérance (diminution du gibier)...

Exposition des travailleurs (et des populations) par le mercure métallique

Les effets du mercure métallique sont connus chez l'adulte, notamment chez le travailleur exposé de façon prolongée à des concentrations dans l'air dépassant les normes établies par les hygiénistes industriels. Au delà des effets psycho-comportementaux fins (syndrome psycho-organique), le tremblement et la sensation de goût métallique dans la bouche font partie des premiers signes d'intoxication [4,15].

Que ce soit lors de l'exploitation illégale ou de l'activité légale d'orpaillage sur sites et dans les comptoirs, c'est la phase de chauffage de l'amalgame qui contribue le plus à l'exposition des travailleurs. Le mercure métallique, bien que qualifié de peu volatil, a la propriété d'émettre de façon prolongée des vapeurs dès les températures ambiantes (au delà de 20-25°C) ; ce phénomène augmente considérablement avec une forte température.

Sur site une première distillation permet d'obtenir la cassave (2-4% de mercure). Même à ciel ouvert, les travailleurs et les personnes à proximité immédiate peuvent être exposées à des concentrations de vapeurs atteignant plusieurs centaines de microgrammes par mètre cube [10].

L'affinage est réalisé ensuite par chauffage sur sites et dans les comptoirs. Dans ces derniers, différents procédés de chauffage (plus ou moins) émetteurs de vapeurs de mercure permettent (plus ou moins) la récupération du mercure.

Le constat d'une intoxication professionnelle mercurielle dans un comptoir a été l'occasion d'une évaluation métrologique montrant l'inefficacité des procédés de récupération de vapeurs de mercure : les concentrations étaient très supérieures à la valeur moyenne d'exposition de 50 µg/m³, et pouvaient atteindre 2000 µg/m³. Un dispositif d'assainissement peu onéreux a été mis au point puis amélioré par l'INRS permettant un abattement important des concentrations [10].

Par ailleurs, les vapeurs émises à partir des comptoirs contribuent fortement à la dispersion environnementale du mercure et peuvent concourir, à proximité d'habitations, à l'exposition des populations environnantes : la contamination par le mercure aux alentours d'usines utilisant du mercure pour la fabrication de chlore est connue. Dans les bâtiments, les vapeurs mercurielles peuvent se re-condenser, impliquant ainsi le mercure dans un cycle qui peut entretenir et perpétuer la contamination, ce qui pose le problème de leur décontamination. Aucune campagne de mesures (air, poussières, cheveu) n'a été réalisée à proximité des comptoirs guyanais.

Gestion

Des dosages standardisés du mercure et des protocoles d'évaluation des effets sanitaires (protocole de Montréal [15]) ont été mis en place dans plusieurs pays (programme de l'ONUDI [14]). Ils ont permis de montrer :

- la fréquence élevée des signes d'intoxication chez les orpailleurs utilisant le mercure : au Brésil, 16 - 27% présentent un goût métallique et 20 - 47% un tremblement intentionnel ; aux Philippines, 40% ressentent un goût métallique et 19% ont une ataxie ;
- l'imprégnation excessive des non orpailleurs. Au Ghana [13], 35% des personnes les plus fortement imprégnées n'étaient pas des orpailleurs. Aux Philippines, 11% des non orpailleurs ressentent une sensation métallique dans la bouche.

L'imprégnation des non orpailleurs est à rapporter à la contamination environnementale. En Tanzanie, alors que les concentrations de mercure dans l'eau consommée sont faibles, une enquête a montré une forte contamination des sédiments, une contamination modérée mais dépassant les références canadiennes des sols de surfaces agricoles pouvant être inondés par ces sédiments (les aliments restent cependant faiblement contaminés), et une contamination très importante du poisson (qui n'est pas consommé). L'analyse de la part contributive des différents médias et voies d'exposition a montré le rôle prépondérant de l'ingestion de sol et de poussières directement contaminés par les activités d'orpaillage [14]. L'inhalation de vapeurs peut aussi contribuer à l'exposition : les villageois et leurs enfants assistent fréquemment au chauffage de l'amalgame.

Les enquêtes "intégrées" réalisées en Bolivie ont apporté plusieurs enseignements [16]. La séquence "contamination des poissons (surtout carnivores) / concentration élevée de mercure dans les cheveux / perturbation des tests de coordination motrice" a été vérifiée. Mais contrairement à l'hypothèse qui prévalait, l'origine de la présence du mercure dans l'environnement a été reliée dans ce pays plutôt au déboisement.

Deux expériences d'interventions ont été rapportées. En Bolivie, des actions ont été conduites avec les communautés pour trouver des solutions à court terme (consommer différemment du poisson, en adaptant des supports de communication, le choix des espèces et un code couleur) et à moyen terme (reforestation). Une évaluation a montré une modification qualitative des espèces de poissons consommées (au profit des espèces herbivores), une diminution des concentrations de mercure dans les cheveux, une amélioration de la coordination motrice mais pas d'amélioration des altérations visuelles ; cette évaluation a par ailleurs soulevé l'hypothèse de l'intérêt bénéfique de la consommation de fruits [16]. L'expérience canadienne illustre les difficultés des interventions en communication. Les objectifs étaient de réduire la consommation des espèces de poissons les plus fortement contaminés, tout en maintenant une consommation de poisson suffisante pour bénéficier des effets favorables sur le profil lipidique. Un défaut de compréhension des messages et des effets pervers (développement de diabète de type II) ont été soulignés. Les interventions ont été par la suite davantage tournées vers la problématique nutrition. Au-delà de la mesure de l'efficacité des interventions sur l'imprégnation par le mercure, une évaluation des actions de communication a été conduite : elle a permis le réajustement des messages, en intégrant les aspects psycho-sociaux et culturels. Un diagnostic épidémiologique, comportemental et social apparaît être un préalable à ces interventions [17].

En Guyane [18], un séminaire avait permis d'identifier en 2001 dans une démarche participative des pistes de prévention (modification des habitudes alimentaires, développement de la pisciculture, de la logistique de la conservation par le froid) mais leur mise en œuvre s'est heurtée à un préalable : l'arrêt des activités d'orpaillage clandestin. Seules des préconisations de modifications des espèces consommées ont été proposées à ce jour. Les objectifs de l'action de prévention et de limitation des risques ont été redéfinis : éviter de générer des effets pervers (analyse bénéfice-risque), atteindre les individus les plus exposés et les plus sensibles, intégrer la démarche dans une approche nutritionnelle et de santé plus globale. Cette approche dépasse la seule problématique "mercure" et s'inscrit dans un programme de santé à objectifs multiples visant la protection des futures mères et de leurs enfants.

Propositions

1 - Les effets du méthylmercure, même infra cliniques pour les faibles doses, sont connus et documentés. Les altérations peuvent être prolongées voire définitives. En Guyane, l'imprégnation excessive par le mercure de la population sensible (jeune enfant plutôt amérindien vivant dans des zones géographiques précisées (Haut Maroni, Haut Oyapok), plutôt éloignées des réseaux de distribution de l'alimentation) est démontrée. Les déterminants de l'exposition notamment la contamination de la chaîne alimentaire sont connus. Les alternatives alimentaires *in situ* sont très réduites. Il s'agit d'un problème de santé publique, et malgré les nombreuses incertitudes spécifiques à la problématique mercure, les connaissances sont suffisantes pour **ne pas différer la mise en œuvre d'actions ciblées de prévention et de réduction des risques**.

2 - Ce pré requis étant établi, les conditions sanitaires des populations les plus exposées ont été (au cours de cette journée) peu documentées. Il a été évoqué à plusieurs reprises, en Guyane et ailleurs, que des populations exposées au mercure étaient des populations plutôt socio-économiquement défavorisées. Ces populations cumulaient des conditions défavorables nutritionnelles (diversité alimentaire réduite, poissons contaminés...) et sanitaires (importance du paludisme, de la tuberculose, de la toxicomanie, de l'alcoolisme, des maladies entériques, du sida, du déficit de prévention vaccinale... dans certaines communes concernées par rapport à d'autres communes de Guyane). Dans ce contexte, **l'imprégnation mercurielle excessive seule ne justifie pas l'urgence d'une action spécifique de santé publique**. Mais, c'est la place pour une **action globale de santé publique dont les objectifs contribueraient à réduire les inégalités de santé et leurs déterminants, en intégrant des objectifs spécifiques de prévention de l'imprégnation par le mercure**, et ce d'autant plus que plusieurs facteurs sont fréquemment intriqués.

L'**approche communautaire**, manière de travailler et d'élaborer avec la population des solutions, telle que déjà ébauchée et restée sans suite dans le Maroni en 2001, doit permettre d'identifier les obstacles, limiter d'éventuels effets pervers, de dégager quelques axes de communication (la turbidité plutôt que le mercure...) en intégrant les dimensions économiques, sociales et culturelles.

Conduire un tel programme d'actions nécessite un re-équilibre de financements au profit de la prévention.

3 - Les travailleurs chauffant les amalgames lors de la distillation ou de l'affinage sont exposés à des concentrations importantes de mercure métallique dans l'air sur les sites d'orpaillage ou dans les comptoirs.

C'est peut-être aussi le cas des populations vivant à proximité immédiate des sites et des comptoirs. Hormis les résultats de la campagne de mesures réalisée à l'intérieur de certaines entreprises à la suite de la découverte d'une intoxication mercurielle d'origine professionnelle, aucun dosage de mercure n'a été réalisé en dehors des comptoirs. L'impact sur les populations et l'environnement de l'activité des comptoirs n'est pas connu, alors même que la dispersion du mercure autour d'usines qui en utilisaient (fabrication de chlore) est connue, et que dans d'autres pays l'imprégnation des enfants à partir du sol et des poussières contaminés a été montrée. **Il conviendrait d'évaluer la contamination environnementale à proximité des comptoirs, et l'imprégnation des personnes vivant dans des zones de traitement du mercure (travailleurs légaux, non légaux et population).**

4 - Si beaucoup de données, d'informations et de connaissances ont été produites, de nombreuses incertitudes persistent (conditions précises de la méthylation, distribution de la contamination environnementale...) pouvant justifier des études complémentaires et comparatives. Dans un premier temps et comme préalable, **les données existantes** cloisonnées par les clivages institutionnels ou des différences d'approches propres à chacune des disciplines, **devraient être regroupées et alimenter un système d'information géographique**, intégrant les différentes "couches" géologique, chimique, environnementale, sanitaire..., propre à alimenter les comparaisons souhaitées et à participer à la génération d'hypothèses.

5 - Des **méthodes de diagnostic et de gestion des sites pollués sont à mettre en place** parallèlement à la poursuite de l'évaluation de la contamination des sédiments et de la chaîne alimentaire.