

Enquêtes sanitaires et contaminations mercurielles en Amazonie brésilienne

Dans cette annexe, nous apporterons des éléments d'information sur les conditions de vie passées et présentes des populations amazoniennes, sur leur état de santé et sur les incidences sanitaires de certaines activités anthropiques qui entraînent une modification de leur environnement.

CONDITIONS SANITAIRES DES POPULATIONS AMAZONIENNES : GÉNÉRALITÉS

Le peuplement de l'Amazonie s'est développé à partir de trois groupes ethniques principaux : les Indiens, les premiers occupants, qui se sont dispersés en de nombreuses et petites communautés en bordure de l'Amazone et de ses affluents ; les Blancs, principalement représentés par les Portugais ; les Noirs, venus d'Afrique. Du contact social et du mélange de sang entre ces trois contingents, une population métissée a progressivement émergé, qui se trouve de nos jours en position de prédominance numérique.

La population rurale de l'Amazonie s'est répartie le long des cours d'eau : principalement l'Amazone basse et moyenne, le Solimões, les cours supérieurs des rivières du Sud-Est amazonien, celles-ci accueillant des *seringueiros* (saigneurs d'hévéa), ainsi que le Bragantine, l'île de Marajó et le Bas Tocantins, près de l'embouchure de l'Amazone et à Belém.

Cette population, en majorité paysanne, pratique des activités de type extractiviste, l'agriculture de terres marécageuses (*varzeas*) et de terre ferme, l'élevage semi-extensif en bordure des rivières dans la basse Amazonie ou encore extensif sur l'île de Marajo. Les ouvriers, métis ou *caboclos* pour la plupart, sont pêcheurs, cueilleurs de châtaignes et de résines d'arbre, saigneurs

d'hévéa, vendeurs de peaux et de cuirs, chercheurs de diamants et d'or, petits commerçants, exécutants de petits boulots ou *biscateiros*. Les populations indigènes, quand elles sont en contact avec la société « nationale », participent aux mêmes activités, de façon régulière ou intermittente. Dans les grandes villes, on trouve les propriétaires terriens, ou *seringalistas*, les commerçants, les artisans, les entrepreneurs, les industriels et les fournisseurs de services.

Entre le début des années 1920 et la fin des années 1950, la population a triplé mais le tissu social n'a guère changé. En revanche, au cours d'une période récente, la politique de développement menée par l'État a profondément modifié la structure sociale. Le gouvernement brésilien, dans le but d'associer l'Amazonie à l'effort de modernisation du pays, a promu, à partir de la seconde moitié des années 1960, diverses stratégies de développement accompagnées de nombreuses mesures (LOUVEIRO, 1989 ; voir annexe 14).

Ainsi, l'aménagement du milieu amazonien s'est réalisé à coup de grands projets d'agriculture-élevage, d'exploitations forestières, minières et d'autres ressources naturelles, de constructions de routes et de lacs de barrage. Pour mener à bien cette politique, l'arrivée de nouveaux immigrants a été fortement encouragée et la poussée démographique a eu pour effet de repousser de façon progressive mais implacable les populations préexistantes chaque jour plus avant à l'intérieur de la forêt. Une nouvelle hiérarchie socio-économique s'est mise en place dans les villes nouvelles, très éloignée de celle des villes traditionnelles.

Cette politique a non seulement été à l'origine de graves impacts environnementaux, mais elle a aussi conduit à de profonds changements dans la vie domestique. Les migrations, les échanges sociaux et les contacts humains nouveaux ont eu des répercussions très négatives sur la santé des populations, ne serait-ce qu'en favorisant la dispersion des endémies locales, l'introduction et la dispersion de maladies nouvelles (SANTOS *et al.*, 1992).

De nos jours, les infrastructures sanitaires de base sont toujours très insuffisantes en moyens et en nombre. Les populations, qui restent en grande partie analphabètes, sont mal préparées pour modifier leur hygiène de vie tout comme pour répondre aux besoins des nouvelles activités qui se développent dans la région. Les ressources alimentaires sont limitées et peu diversifiées. Les transports de produits et de passagers sont précaires. En conséquence, les populations amazoniennes se trouvent, pour la plupart

d'entre elles, dans une situation sanitaire très préoccupante, marquée en premier lieu par une forte mortalité infantile (BECKER et LECHTIG, 1987).

Au manque d'hygiène, à la malnutrition, aux dures conditions de travail dans les champs, dans les placers ou en forêt, à l'absence d'actions préventives et d'assistance médicale, s'ajoute une longue liste de maladies endémiques et nouvellement introduites.

La tuberculose, directement corrélée à la nutrition, est en augmentation, tant dans les zones rurales que dans les banlieues des villes (FUNASA, 1996 ; OPAS, 1998).

La lèpre, qui touche des populations atteintes par la malnutrition et manquant d'éducation sanitaire, est largement répandue en Amazonie (OPAS, 1998).

Les deux formes de leishmaniose, tégumentaire et viscérale, sont en augmentation, surtout la seconde forme. La maladie touche autant les petites communautés qui s'installent dans des zones de forêt pour pratiquer l'extractivisme et l'agriculture que celles qui se regroupent dans des zones périurbaines comme à Santarém, où se développe un foyer important de la forme viscérale de la maladie (FUNASA, 1996 ; OPAS, 1998).

La bilharziose mansonique est liée à l'immigration de communautés allochtones, provenant en grande partie du Nordeste brésilien. Dans l'État du Pará, elle a progressé à partir d'un premier foyer enregistré en 1951 (MACHADO et MARTINS, 1951 ; OPAS, 1998).

Les diarrhées sont chroniques chez les populations qui vivent avec les divers pathogènes entériques durant toute leur vie (SANTOS *et al.*, 1992 ; OPAS, 1998). Les enfants de moins de cinq ans sont les plus touchés.

Les hépatites sont sous-estimées par les données officielles car il est difficile de les différencier d'autres maladies provoquant également une altération primaire ou secondaire des fonctions hépatiques (BENSABATH et DIAS, 1983 ; BENSABATH et SUAREZ, 1986 ; SANTOS *et al.*, 1995 ; OPAS, 1998).

En Amazonie brésilienne, les arbovirus comptent actuellement 186 types différents, 34 d'entre eux ayant déjà été impliqués dans des cas d'infection humaine et quatre étant reconnus capables de provoquer des épidémies. Ce sont l'oropouche, la dengue (cette dernière, depuis cinq ans, provoque des flambées épidémiologiques dans les États d'Amazonie), la fièvre jaune (objet actuelle-

ment d'une intense surveillance, 75 cas ayant été enregistrés en 1999 dans six États du Brésil ; FUNASA, 1999) et le mayaro (MOURA et TRAVASSOS DA ROSA, 1990).

La rubéole, transmise par contact direct entre individus, est une maladie grave chez les femmes enceintes car le virus, au cours des premiers mois de gestation, peut franchir la barrière placentaire et causer des malformations du fœtus durant son développement, avec des manifestations qui atteignent le système nerveux, les os et le sang (SOUZA *et al.*, 1997). Depuis peu, des campagnes de vaccination sont organisées. Dans les zones urbaines de la région nord, selon les recherches réalisées par l'Institut Evandro Chagas en 1997, elle atteint 67,2 % des femmes entre 10 et 21 ans ; cette proportion est moindre en zone rurale où la densité de population est plus faible. Au Brésil, durant les années 1994 et 1995, une lutte a dû être engagée pour enrayer une épidémie de rubéole qui était partie du nord.

IMPACT DES CONTAMINATIONS MERCURIELLES SUR LA SANTÉ DES POPULATIONS AMAZONIENNES

La dissémination croissante de polluants, notamment du mercure par les activités d'orpaillage, n'a fait qu'aggraver la situation sanitaire des populations, déjà très préoccupante (CÂMARA et COREY, 1992). L'orpaillage a commencé à proliférer significativement en Amazonie brésilienne dès le début des années 1970, lors de la mise en place du Plan d'intégration national et la construction de la route transamazonienne Cuiabá-Santarém.

L'usage du mercure pour l'enrichissement du minerai aurifère représente une source directe d'exposition des orpailleurs et de leur entourage aux vapeurs de ce métal. Il est également une source indirecte d'exposition des populations au méthylmercure *via* la consommation de poissons contaminés. D'autres activités anthropiques, qui ont également connu un grand essor ces dernières décennies, sont susceptibles de remobiliser une partie du mercure contenu dans les sols forestiers lors des déboisements (ROULET *et al.*, 1998 ; FOSTIER *et al.*, 1999 ; ZEIDEMANN *et al.*, 1999 ; RIBEIRO *et al.*, 1999), dans la couverture végétale lors des incendies (VEIGA *et al.*, 1994), et aussi dans les sols néo-inondés (construction de barrages hydroélectriques) (ROULET et LUCOTTE, 1995). Or ce mercure naturel, au même titre que le mercure provenant des rejets de l'orpaillage, est susceptible de passer à l'état de mercure méthylé,

sous certaines conditions environnementales, en milieu aquatique. Une fois constituée, cette forme, très toxique pour les organismes vivants, transite *via* la chaîne alimentaire jusqu'au poisson puis l'homme (voir annexe 5).

Ainsi, depuis trois décennies, les populations amazoniennes sont exposées de façon croissante à deux formes de contamination mercurielle, l'une par inhalation directe de vapeurs de mercure émises lors de certaines opérations d'enrichissement et de purification de l'or et l'autre par ingestion de méthylmercure contenu dans les poissons consommés (SANTOS *et al.*, 1995).

L'impact du mercure sur la santé n'est pas simple à cerner car il est difficile d'analyser et de discriminer les symptômes relevant des maladies présentes et ceux relevant de chacune des deux formes d'intoxication (SANTOS, 1993 ; SANTOS *et al.*, 1995 ; OPAS, 1998). Toutefois, un certain nombre de programmes de recherche ont été mis en place pour traiter de ce problème. L'un des plus complets est celui développé à l'Institut Evandro Chagas, à Belém (Brésil).

Ce dernier programme présente deux atouts : d'une part la durée et d'autre part la diversification des échantillons de population. Il a débuté au début des années 1990 et il est mené auprès de diverses populations représentatives de situations types de contamination mercurielle :

- la contamination par les vapeurs de mercure des *garimpeiros* qui procèdent à la préparation et au brûlage de l'amalgame or-mercure dans les placers, des joailliers qui purifient l'or dans les « *casas de ouro* », enfin des familles et autres ouvriers se trouvant à proximité de ces lieux d'émission de vapeurs de mercure (JESUS *et al.*, 1999) ;

- la contamination, par ingestion du méthylmercure contenu dans les poissons consommés, des populations riveraines ; parmi ces dernières, une distinction est faite entre celles qui se trouvent à l'intérieur et celles qui vivent hors des régions affectées par l'orpillage, de manière à définir des normes régionales, nécessaires pour évaluer l'intoxication provenant de l'orpillage.

Quatre études ont été retenues qui permettent de présenter un premier bilan. Elles portent sur :

- une population typique d'orpilleurs exposée aux vapeurs de mercure ;
- une population riveraine d'implantation ancienne, les Indiens de Munduruku ;
- deux populations riveraines d'implantation récente, situées dans des environnements inégalement affectés par l'activité d'orpillage.

Ces études, bien que la spécificité de chacune d'elles ait été prise en compte, ont été menées selon une méthodologie commune, reposant sur :

- un ensemble de données socio-démographiques et cliniques comportant un recensement de la communauté, un questionnaire sur l'identité, les conditions de vie, les activités passées et actuelles, les habitudes alimentaires et la morbidité ;

- des analyses cliniques et hématologiques ;

- des consultations médicales avec observation des symptômes généraux ainsi qu'un examen physique plus spécifique destiné à tester les dysfonctionnements de l'équilibre dynamique, de la coordination motrice, de la sensibilité tactile et douloureuse, du tonus musculaire et de la posture segmentaire ;

- des prélèvements d'urine et de sang destinés à des analyses de mercure total, des prélèvements de sang/sérum pour divers dosages hématologiques et biochimiques et diagnostics de paludisme, des prélèvements de selles pour effectuer des parasitoscopies et enfin des prélèvements de cheveux pour déterminer le niveau général d'imprégnation de mercure.

Des dosages de mercure total ont également été effectués sur les poissons de la rivière Tapajós, ainsi que dans les sols et les sédiments aux différents points d'implantation des populations suivies.

UNE POPULATION D'ORPAILLEURS EXPOSÉS AUX VAPEURS DE MERCURE : LE PLACER DU RATO

Rappelons que, jusqu'à la seconde moitié des années 1970, l'orpaillage en Amazonie était exclusivement manuel, reposant sur un équipement rudimentaire (pelles, pioches, etc.). Il se développait dans les cours d'eau des plaines inondées, dans les paléo-alluvions et, plus rarement, dans des alluvions récentes. Le mercure n'était utilisé que pour la concentration finale du minerai. À partir de cette époque, une nouvelle technique employant un jet d'eau sous pression pour désagréger les sols s'est rapidement répandue dans l'ensemble de l'Amazonie. Initialement introduit dans une caisse de concentration de l'or, le mercure (*azougue*) est avec cette technique répandu à même le sol. Dans quelques régions, comme sur le Tapajós et le Madeira, l'orpaillage est également pratiqué dans le propre lit actif des rivières avec utilisation de radeaux et de dragues.

Une grande partie du mercure utilisé est libérée dans l'environnement sous forme de vapeurs, lors de l'incinération sur place de l'amalgame (alliage or-mercure). Les *garimpeiros* qui procèdent à l'opération inhalent directement ces vapeurs. Ce sont généralement de jeunes immigrants en provenance du nord-est du Brésil.

Les orpailleurs et leur famille, qui font l'objet de cette étude, se sont installés entre Santarém et Jacareacanga (État du Pará), le long de la rivière Rato, qui appartient au bassin hydrographique de la rivière Tapajós. L'exposition des orpailleurs aux vapeurs de mercure dans cette région à grande concentration de placers a été mise en évidence (AKAGI *et al.*, 1995).

La population totale s'élève à 300 personnes. L'enquête a porté sur 223 individus, comprenant des orpailleurs et des non-orpailleurs, 67 % d'hommes et 33 % de femmes, 71,3 % d'entre eux étant âgés de 24 à 40 ans. Le travail d'orpaillage est essentiellement assuré par les hommes. Le niveau d'instruction est très faible : plus de 64,0 % ont reconnu un niveau d'instruction minimal, 24,0 % se sont déclarés analphabètes, 3,0 % à peine ont achevé le cycle primaire. Cette déficience ne peut que perdurer chez les nouvelles générations qui n'ont pas accès à la scolarisation.

Résultats

En ce qui concerne les habitudes de vie et l'alimentation, on a pu faire les constats suivants :

- 70,0 % des individus déclarent fumer ou avoir fumé pendant longtemps, 81,0 % reconnaissent s'adonner à la boisson chaque jour ou chaque fin de semaine, 10,0 % ont consommé de la marijuana et/ou de la cocaïne ;

- le régime alimentaire de base comprend de la viande, du poisson, des haricots noirs, de la farine de manioc et de maïs, du riz, peu de légumes et pratiquement aucun fruit ; la consommation de poisson mentionnée par 80,0 % des individus se limite à un à deux repas par semaine, les poissons provenant du bassin du Tapajós sur lequel planent des soupçons de pollution par le mercure ;

- l'approvisionnement en eau de la majorité de la population provient de puits ou directement de la rivière, sans aucun traitement préalable (des coliformes fécaux ont été détectés en abondance dans les eaux consommées) ;

- 80 % des ordures sont déposées en lisière de la forêt et au moins 10,0 %

sont jetées directement dans la rivière ; 58,5 % des déchets sont déposés à ciel ouvert, 41,5 % sont regroupés en un lieu faisant office de dépôt.

Les données de morbidité par maladie de l'appareil digestif révèlent que 71,0 % des personnes consultées souffrent ou ont souffert de problèmes intestinaux et que, parmi elles, 90 % évoquent des troubles datant de moins d'un an. La coproscopie réalisée sur 154 individus de la population du placer du Rato a montré que 96,1 % d'entre eux étaient parasités ou polyparasités : 94 individus ont été infectés par *Ancilostomideo*, 73 par *Ascaris lumbricoides*, 30 par *Entamoeba coli*, 21 par *Entamoeba histolytica*, 19 par *Endolimax nana*, 12 par *Iodamoeba butschilii*, 8 par *Giardia lamblia*, 5 par *Trichocephalus trichiurus*, 1 par *Strongiloides stercoralis* et 1 par *Enterobius vermicularis*.

Une hématimétrie, pratiquée selon la méthode HBCN (Todd *et al.*, 1982) sur 120 patients porteurs de parasites intestinaux, a révélé la présence d'anémie chez 57,5 % d'entre eux. Le paludisme touche la quasi-totalité des orpailleurs (98 %), tandis que 69,0 % de la population signalent avoir eu la maladie au cours de la dernière année. Parmi les personnes atteintes par le paludisme, 29,0 % ont déjà subi une à deux crises, 26,0 % plus de deux crises, 23,0 % de trois à cinq crises, 2,0 % de six à douze crises. Enfin, 97,0 % des individus ont eu la dernière crise sur place.

L'examen du paludisme, effectué par lecture de plaques sur 186 individus, a montré que 35,0 % des personnes testées présentaient la maladie. Le tableau I regroupe les résultats obtenus auprès de 65 patients positifs au paludisme, par sexe et par situation professionnelle, en prenant comme référence l'état clinique, symptomatique ou asymptomatique, lors de la collecte de sang. Parmi les 65 lames positives, 34 (52,3 %) furent recueillies chez des patients sans signe clinique. Dans le groupe des orpailleurs, parmi les 32 individus consultés, 19 (59,4 %) étaient asymptomatiques et 13 (40,6 %) déclaraient avoir des symptômes de la maladie.

L'hématimétrie effectuée sur 148 individus a montré que 66,4 % d'entre eux souffraient d'anémie, révélant des taux d'hémoglobine en dessous de la moyenne. Des hématimétries pratiquées sur des patients simultanément positifs pour le paludisme et la parasitose intestinale ont fait apparaître que 61,2 % d'entre eux étaient anémiques. En prenant en compte les patients uniquement touchés par le paludisme, ceux qui sont atteints d'anémie représentent 64,2 % de l'échantillon analysé.

Tableau I. Résultats concernant les 65 patients du placier du Rato présentant des tests positifs au paludisme, selon le sexe, la situation professionnelle et la présence de symptômes paludiques (Itaituba, Pará, septembre 1992).

Sexe	Masculin		Féminin		Total
	Symptômes	Pas de symptômes	Symptômes	Pas de symptômes	
Orpailleurs	13	19	-	-	32
Prostituées*	-	-	5	1	6
Cuisiniers	-	-	3	3	6
Autres	4	3	4	3	14
Sans occupation	-	2	4	3	7
Total	17	24	14	10	65

* Il n'a pas été possible d'obtenir des données sur la prostitution masculine.

Source : Enquête et analyses de laboratoire, projet Itaituba, IEC/CETEM.

Plusieurs plaintes cliniques enregistrées au cours de l'enquête apportent quelques informations sur une possible morbidité associée à l'usage du mercure durant le travail d'extraction de l'or ; 11 % des orpailleurs consultés font le rapprochement entre leurs problèmes de santé et l'exposition au mercure, 43 % décrivent des symptômes cutanés, 13 % des signes d'asthénie et 43 % d'autres symptômes.

Le tableau II met en évidence des corrélations positives entre les principaux symptômes supposés être causés par l'exposition au mercure métallique (insomnie, irritabilité, nervosité, palpitations, perte de mémoire) et le temps d'exposition à ce métal (YOSHIDA et YAMAMURA, 1982).

Tableau II. Principaux symptômes relatés, susceptibles d'être associés à l'exposition au mercure métallique, selon le temps d'exposition (placier du Rato, Itaituba, Pará, 1992).

Symptomatologie associée	Temps d'exposition				χ^2	p
	Jusqu'à 5 ans		Plus de 5 ans			
	Oui	Non	Oui	Non		
Dépression	10	107	15	91	1,75	0,18
Insomnie	26	91	32	74	1,83	0,17
Irritabilité	25	41	92	65	8	0,004
Nervosité	45	72	65	41	11,63	0,000
Palpitations	19	98	40	66	13,21	0,000
Perte de mémoire	38	79	49	57	4,42	0,035

Source : projet Itaituba, IEC/CETEM.

Les résultats des dosages de mercure dans l'urine, collectée auprès de 173 individus, indiquent que 148 de ces patients présentaient des quantités de mercure inférieures à 10 µg/l (ce qui indique de faibles indices d'exposition au métal, sachant que 83 d'entre eux étaient des orpailleurs), 16 patients, parmi lesquels 9 *garimpeiros*, montraient des taux moyens compris entre 10 et 19 µg/l et enfin 9 patients, dont 5 orpailleurs, avaient des taux égaux ou supérieurs à 20 µg/l (tabl. III).

Parmi les 25 patients qui présentaient des taux de mercure égaux ou supérieurs à 10 µg/l, 22 ont déclaré des symptômes compatibles avec le profil clinique de l'intoxication chronique par le mercure, tandis que trois autres n'ont signalé aucun symptôme qui puisse être associé à cette intoxication.

Une fréquence élevée de syphilis a été observée : 77 cas positifs ont été relevés (42,0 % de l'échantillon) comprenant 61 hommes et 16 femmes. Les orpailleurs et les prostituées sont les plus touchés (respectivement 16 individus sur 103 et 6 sur 16).

La présence de l'hépatite B est élevée, et ce même pour la première tranche d'âge de 0 à 10 ans. Elle augmente graduellement selon l'âge pour atteindre 100 % chez les tranches d'âge supérieures à 40 ans. La prévalence

Tableau III. Dosimétrie du mercure total dans l'urine sur un échantillon de population du placar du Rato, selon l'âge et l'activité professionnelle (Itaituba, Pará).

Age	Taux de Hg dans l'urine (µg/l)									
	0-3		3-9		10-19		20-50		> 50	
	O	NO	O	NO	O	NO	O	NO	O	NO
1-4	-	2	-	2	-	1	-	-	-	-
5-9	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-
10-14	-	5	1	1	-	-	-	-	-	-
15-19	4	1	-	1	1	-	-	-	-	-
20-29	29	15	12	14	5	1	1	1	-	1
30-39	15	7	8	9	3	3	2	2	-	-
40-49	4	2	5	1	-	1	1	-	-	-
50-59	1	2	2	-	1	-	-	-	1	-
Ignoré	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	55	36	28	29	10	6	4	3	1	1

O = orpailleur ; NO = non-orpailleur.

Source : projet Itaituba, IEC/CETEM.

générale de la maladie pour le groupe s'établit à 85,0 %. Parmi les 182 patients étudiés, 11 (6,0 %) étaient porteurs du virus (HBsAg positifs), le dosage de mercure accusant la teneur de 39,08 µg/l pour l'un d'entre eux.

Commentaires

Les données de morbidité observées chez une population typique d'orpailleurs à prédominance masculine mettent en évidence la fréquence élevée du paludisme ainsi que celle des parasitoses intestinales et de l'hépatite B. Pour le paludisme, l'endémicité et la quasi-absence de mesures thérapeutiques ont favorisé un niveau élevé de résistance : 52 % parmi les 35 % de patients positifs ne présentaient pas de symptômes, ce qui accroît la difficulté de contrôle de la maladie (SILVA *et al.*, 1993). Parmi ces patients positifs, au nombre de 65 individus, six d'entre eux présentaient des taux de mercure supérieurs à 20 µg/l, mettant en évidence, une fois de plus, la concomitance des maladies chez une même personne. Pour la syphilis, la prédominance d'anticorps, qui atteint une fréquence élevée chez ces populations (supérieure à celle rencontrée au sein des populations carcérales), montre bien le caractère super-endémique de cette maladie dans la région (ANDRADE *et al.*, 1989 ; GOMES, 1985). La fréquence élevée des marqueurs de l'hépatite B, tout particulièrement chez les orpailleurs (BENSABATH et DIAS, 1983 ; BENSABATH et SOARES, 1983, 1986), ainsi que celle des patients porteurs du virus HBsAg positifs (au nombre de 11 dans l'échantillon étudié) s'expliquent par le fait qu'il s'agit de maladies à transmission parentale, avec possibilité de transmission par contact sanguin et hémodérivés et également par voie sexuelle (HADLER et MORGALLS, 1989 ; SILVA, 1995). Ainsi, l'exposition au mercure n'apparaît que comme un facteur aggravant dans un contexte sanitaire déjà très précaire.

Il n'a pu être établi de correspondance entre les concentrations de mercure observées dans l'urine et celles mesurées dans l'atmosphère du lieu de travail (YOSHIDA et YAMAMURA, 1982), bien qu'on puisse s'attendre à des taux d'imprégnation plus élevés sur le lieu d'incinération de l'amalgame. Il a également été fait des observations en apparence contradictoires : certains individus présentant des teneurs de mercure dans les urines supérieures à 10 µg/l ne montraient aucun signe d'intoxication, tandis que d'autres ayant des teneurs supérieures à 10 µg/l manifestaient des signes d'intoxication. Ces absences de corrélation ne peuvent surprendre car la teneur de mercure dans l'urine d'une personne donnée est fonction de l'heure de la collecte, de l'inter-

valle de temps écoulé entre cette collecte et la dernière exposition aux vapeurs du métal, de la fréquence des expositions et de la cinétique d'excrétion du mercure, qui est propre à chaque individu (PIOTROWSKY *et al.*, 1975 ; WALLIS et BARBER, 1982 ; LIE *et al.*, 1982). La variabilité en fonction de l'heure a toutefois pu être évitée en choisissant d'analyser exclusivement les urines de la première miction. En ce qui concerne la manifestation des symptômes, il ne faut pas oublier que certains d'entre eux peuvent aussi bien être attribués à certaines maladies endémiques qu'à l'intoxication mercurielle. Il est difficile d'établir des relations précises de cause à effet. On peut seulement affirmer qu'il existe une corrélation positive entre les symptômes référencés dans le tableau II et le temps d'exposition du patient au métal.

Ces populations ne semblent pas significativement exposées à l'intoxication par le méthylmercure car le poisson ne constitue pas leur principale source de protéines (GIUGLIANO, 1981, 1984). Elles ne souffriraient pas d'insuffisance protéico-calorique grave, mais seraient soumises à un régime pauvre en vitamines et sels minéraux par manque de fruits et de légumes. Cette constatation est commune en Amazonie (ARAÚJO et SHRIMPTON, 1982).

L'étude consacrée au placer du Rato, qui offre une vision générale des conditions de santé rencontrées dans la communauté *garimpeira* étudiée, met en évidence la superposition de multiples pathologies qui ne peuvent être ignorées lorsque sont effectués des examens cliniques ou encore des traitements thérapeutiques. Elle montre aussi que l'intoxication par les vapeurs de mercure doit d'autant plus être prise en considération qu'elle atteint des populations connaissant des situations sanitaires très précaires.

ENQUÊTE SUR UNE COMMUNAUTÉ RIVERAINE AUTOCHTONE EXPOSÉE À L'INTOXICATION AU MÉTHYLMERCURE PAR VOIE ALIMENTAIRE : LES INDIENS DE MUNDURUKU

L'avancée coloniale a provoqué un déclin radical des populations indiennes. Ainsi, dans l'État du Pará, du début du XVIII^e siècle à nos jours, elles sont passées de 54 000 individus à 16 000 (SANTOS *et al.*, 1992 ; OLIVEIRA, 1983) et occupent à présent à peine 18 % du territoire de l'État. Ce déclin s'est accentué avec le temps. Il s'explique par la multiplication des conflits

territoriaux avec les immigrants, l'introduction de maladies nouvelles véhiculées par ces derniers, et enfin la désagrégation du système socioculturel des populations autochtones. Ces populations ont non seulement acquis des habitudes nouvelles mais elles ont aussi perdu toute garantie concernant l'intégrité de leurs terres et la protection de leurs richesses naturelles (SANTOS *et al.*, 1992 ; GONÇALVES, 1993 ; SANTOS, 1993).

Actuellement, ces populations indiennes, qui habitent le bassin de la rivière Tapajós, sont potentiellement menacées par la pollution au mercure, lequel provient, entre autres, de l'orpaillage intensément pratiqué dans la région. Cette pollution les atteint directement *via* la consommation de poissons contaminés qui, pour eux, représente l'essentiel des apports protéiques (BRABO *et al.*, 1999 a et b ; AULA *et al.*, 1994 ; CASTILHOS *et al.*, 1998).

L'étude en question porte sur l'exposition aux vapeurs de mercure des populations indigènes du village de Munduruku, situé sur la rive gauche du fleuve Tapajós, à 15 km en amont de la commune de Jacareacanga. Le hameau, où vivent 390 personnes, comporte 63 constructions – huit bâties en dur et les autres en terre, recouvertes de paille – et s'étend sur 1 200 m de longueur et 165 m de largeur tout au long du fleuve.

Les Indiens de Munduruku, bien connus dans la région comme « chasseurs de tête » – ils avaient l'habitude après les batailles d'exhiber la tête de leurs ennemis en guise de trophée –, vivent de la pêche et de la chasse, de la culture du manioc, de l'élevage (ils possèdent un cheptel bovin de 22 têtes) et se livrent à un petit commerce de bois nobles, à la cueillette de noix et de latex. Certains s'adonnent de manière intermittente à l'orpaillage.

L'hygiène collective est très sommaire. L'eau de consommation provient des petits ruisseaux qui entourent le village et elle est utilisée sans le moindre traitement, tandis que les déchets sont abandonnés à ciel ouvert.

Résultats

L'étude a porté pour l'essentiel sur des examens toxicologiques et cliniques. Parallèlement, des soins ont été dispensés en fonction des observations et des résultats des analyses médicales. Au total, 330 personnes, soit 192 (58,2 %) femmes et 138 (41,8 %) hommes, ont répondu à un questionnaire épidémiologique.

Des méthodes non paramétriques ont été utilisées pour traiter les informations afin de tenir compte d'un certain nombre de données hors normes. Le test de Krushall-Wallis a été retenu pour comparer la distribution du mercure en fonction des différents groupes, de même que le coefficient de Spearman (ARMITAGE, 1971) pour évaluer la corrélation.

En qui concerne les analyses toxicologiques, le tableau IV indique les taux de mercure mesurés dans les cheveux de l'échantillon de la population classée par tranche d'âge. Les valeurs moyennes varient de 4,50 µg/g chez les enfants de moins de 2 ans à 90,40 µg/g chez les adolescents de 11 à 15 ans ; 204 individus (67 % de la population échantillonnée) présentent des taux inférieurs à la moyenne (soit 15,67 µg/g) alors que chez 120 individus (33 % du total) les taux mesurés sont supérieurs à la moyenne. En comparant ces chiffres aux normes fixées par l'OMS, on constate qu'aucun individu ne présente de taux inférieur à 2,0 µg/g (valeur caractéristique des populations non exposées), et que seulement deux présentent des teneurs qui restent en dessous de la limite de tolérance biologique de 6,0 µg/g.

Bien que fortement contaminés, selon les critères de l'OMS, les individus examinés 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, du tonus musculaire et de la posture segmentaire (BRABO *et al.*, 2000).

Tableau IV. Valeurs moyennes des taux de mercure dans les cheveux, selon la tranche d'âge, mesurés chez 324 personnes s'alimentant quotidiennement de poisson (Sai Cinza, Pará, 1996).

Tranche d'âge (années)	Nombre d'individus	Moyenne des âges (années)	Moyenne des taux de Hg (µg/g)	Amplitude
0-2	39	1,44	14,41	4,50-34,50
3-5	39	3,92	16,14	6,25-33,10
6-10	61	7,80	17,77	9,70-66,60
11-15	52	12,6	17,08	6,80-90,40
16-25	43	21,0	15,17	9,30-25,70
26-35	35	30,0	14,67	6,90-28,30
36-45	20	41,5	16,25	7,80-44,20
> 45	35	56,7	15,31	6,60-64,50

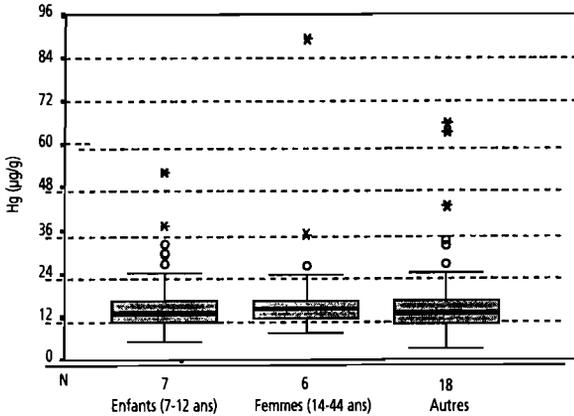


Figure 1
Concentrations de mercure dans les cheveux des catégories d'individus les plus exposées de l'échantillon (Sai Cinza, Pará, 1996).

Il n'a pas été mis en évidence de corrélation entre la concentration de mercure et l'âge. Le coefficient de corrélation de Spearman égal à $-0,459$ est considéré comme non significatif ($p = 0,459$). La figure 1 présente la répartition des concentrations de mercure dans les cheveux des catégories d'individus les plus exposées, c'est-à-dire les enfants en phase de croissance et de développement et les femmes en âge de procréer sujettes à des risques de lésions tératogènes. La comparaison de ces distributions révèle que les teneurs en mercure étaient toutes élevées et accusaient une légère différence significative, par le test de Krushall-Wallis ($p = 0,047$), avec des moyennes de $14,45 \mu\text{g/g}$ pour les enfants de 7 à 12 ans, de $15,70 \mu\text{g/g}$ pour les femmes entre 14 et 44 ans et de $14,1 \mu\text{g/g}$ pour le reste de la population.

Le coefficient de corrélation de Spearman de $0,343$ ($p < 0,001$) a permis d'établir une corrélation assez faible entre les taux de mercure observés chez les femmes en âge de procréer et chez leurs enfants (fig. 2).

Le tableau V montre que cette population indigène, hormis les 38 écoliers qu'elle compte, s'adonne normalement à des activités agricoles et d'orpillage. Ses membres exercent plus d'une activité, les associations les plus courantes étant l'agriculture et les travaux ménagers, les travaux des champs et l'orpillage. Un groupe de 31 Indiens travaillant à l'exploitation de l'or est en plus exposé aux émissions de vapeurs de mercure dans les placers. Cette forme

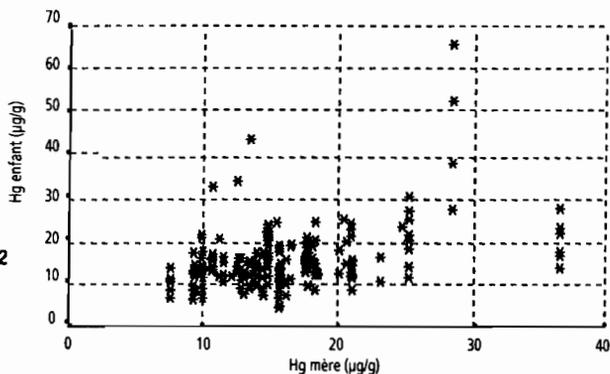


Figure 2

Corrélation entre les taux de mercure des cheveux des mères et de leurs enfants (n = 198). Sai Cinza, Pará, 1996.

de contamination, qui est détectée par des analyses de mercure dans les urines, ne peut pas être évaluée à partir des données du tableau V, qui se limitent à des analyses de mercure dans les cheveux.

La moyenne des teneurs de mercure a été établie à 0,307 ppm dans les poissons carnivores et à 0,307 ppm dans les poissons non carnivores. Bien que ces concentrations varient en fonction de l'espèce, de la taille, de l'âge et surtout des habitudes alimentaires de chaque espèce de poisson, elles se situent toutes au-dessous de 0,5 ppm, limite recommandée par l'Organisation mondiale de la santé (WHO, 1990).

Tableau V. Distribution des teneurs de mercure dans les cheveux par type d'activité économique (Sai Cinza, Pará, 1996).

Activité	Nombre	%	Teneurs de mercure (µg/g)		
			Minimum	Moyenne	Maximum
Enfants (< 6 ans)	93	28,7	4,5	15,0	66,6
Scolaire	38	11,7	9,0	14,8	38,7
Agropastorale	127	39,2	6,8	14,8	90,4
Orpaillage	6	1,9	10,7	13,2	18,5
Orpaillage + agropastorale	25	7,7	6,9	14,2	25,7
Autres	11	3,4	6,6	9,7	20,6
Sans information	24	7,4	9,6	15,5	30,8
Total	324	100,0	4,5	14,6	90,4

Le tableau VI présente les teneurs de mercure mesurées dans les cheveux en fonction des différents types de poissons consommés dans la région. Selon ces résultats, aucune corrélation n'apparaît entre les valeurs moyennes des taux d'imprégnation et la consommation de poisson. La variabilité est élevée dans toutes les situations.

Commentaires

La population étudiée présente des taux élevés de mercure dans les cheveux, variant de 4,50 à 90,40 $\mu\text{g/g}$. Il n'a pas été établi de différences statistiques entre ces valeurs, que ce soit en fonction de la tranche d'âge, du sexe, des groupes à risque, du type d'activité exercé ou encore des habitudes alimentaires ; la seule corrélation observée concerne les teneurs de ce métal dans les cheveux des femmes en âge de procréer et celles dans les cheveux de leurs enfants.

Tableau VI. Taux de mercure dans les cheveux selon le type de poisson consommé dans la région (Sai Cinza, Pará, 1996).

Poissons consommés		Nombre	%	Taux de mercure ($\mu\text{g/g}$)		
				Minimum	Moyenne	Maximum
Jaraqui	Non	66	20,4	6,7	15,05	53,3
	Oui	258	79,6	4,5	14,5	90,4
Tucunaré	Non	44	13,6	6,7	15,65	36,5
	Oui	280	86,4	4,5	14,5	90,4
Pacu	Non	57	17,6	6,7	14,9	36,5
	Oui	267	82,4	4,5	14,5	90,4
Aracu	Non	149	46,0	4,5	14,9	90,4
	Oui	175	54,0	5	14,4	66,6
Caratinga	Non	310	95,7	4,5	14,5	90,4
	Oui	14	4,3	10,7	16,5	33,4
Traira	Non	114	35,2	4,5	13,75	90,4
	Oui	210	64,8	5	15	66,6
Piranha	Non	319	98,5	4,5	14,5	90,4
	Oui	5	1,5	14,8	17	22,5
Tambaqui	Non	319	98,5	4,5	14,6	90,4
	Oui	5	1,5	12	13	15,8
Aruaná	Non	324	100,0	4,5	14,55	90,4
	Oui	0	0,0			
Surubim	Non	323	99,7	4,5	14,6	90,4
	Oui	1	0,3	12,6	12,6	12,6
Mandi	Non	324	100,0	4,5	14,55	90,4
	Oui	0	0,0			
Marincha	Non	273	84,0	4,5	14,5	90,4
	Oui	52	16,0	6,7	14,8	25,4

De tels résultats s'expliquent probablement par des raisons d'ordre culturel. Cette population a changé ses habitudes alimentaires au cours du temps. Sa nourriture est actuellement peu variée et presque exclusivement limitée à la consommation de poisson. Il en résulte une distribution uniforme du risque d'exposition au mercure au sein de la communauté.

Bien que les moyennes de concentration trouvées dans les poissons de la région soient inférieures aux limites recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (0,5 µg/g) (MASCARENHAS *et al.*, 1998), les taux de mercure dans les cheveux sont élevés. La consommation quotidienne de poisson n'y est pas étrangère. Bien que des signes cliniques d'intoxication n'aient pas été clairement mis en évidence, il n'en reste pas moins vrai que cette lente accumulation risque de causer, dans un délai pour l'instant imprévisible, des dégâts sérieux à l'organisme humain.

Il devient nécessaire d'étudier de plus près les variables qui influencent les mécanismes d'absorption du mercure organique par l'organisme humain. Les habitudes alimentaires et le parasitisme intestinal, fréquent dans ces communautés, jouent très certainement un rôle non négligeable dans ces mécanismes.

La difficulté d'interprétation des données est constante. La comparaison des résultats obtenus chez cette communauté avec ceux acquis dans une communauté de São Luis do Tapajós (voir enquête ci-après), non indigène et récemment implantée dans la même région, en est un exemple. La concentration moyenne de mercure dans les cheveux chez cette dernière communauté est plus élevée (19,91 µg/g contre 14,6 µg/g pour les Indiens de Munduruku), mais le plus surprenant est que les taux présentés déjà par les enfants de 0 à 5 ans de São Luis do Tapajós sont également plus élevés (en moyenne 21,06 µg/g contre 15 µg/g) (SANTOS *et al.*, 2000 ; SANTOS *et al.*, à paraître).

ENQUÊTE SUR DEUX COMMUNAUTÉS RIVERAINES D'IMPLANTATION RÉCENTE EXPOSÉES À L'INTOXICATION AU MÉTHYLMERCURE PAR VOIE ALIMENTAIRE : BRASÍLIA LEGAL ET SÃO LUIS DO TAPAJÓS

Entre 1994 et 1997, l'Institut Evandro Chagas a réalisé dans l'État du Pará un travail de recherche clinique, épidémiologique et d'analyses d'imprégnation de mercure sur deux communautés de caractéristiques assez voisines, vivant à Brasília Legal et à São Luis de Tapajós en bordure du fleuve Tapajós, au sein

d'une région d'orpaillage, et présentant des risques de pollution mercurielle. Le but était d'évaluer la situation sanitaire générale de ces populations – notamment en matière d'intoxication par le mercure – et de distinguer, le cas échéant, les divergences et les rapprochements possibles entre les signes cliniques de l'intoxication par le méthylmercure ingéré *via* la consommation de poisson et ceux des autres pathologies présentes. Ces deux communautés vivent principalement de la cueillette de la noix du Brésil, de la petite agriculture et de la pêche.

La communauté de Brasília Legal

La première communauté visitée, Brasília Legal, d'accès uniquement fluvial, se trouve sur la rive gauche du fleuve Tapajós à 825 km de la ville de Belém, capitale de l'État du Pará. L'étude a porté sur 246 individus représentant 46 % de la population totale, 94 étant du sexe masculin et 152 du sexe féminin. La priorité a été donnée à la tranche d'âge entre 1 et 14 ans (59,0 % de la population totale) et aux 59 femmes de 15 à 49 ans, en âge de procréer.

Les études sur la morbidité de cette communauté signalent que, pendant l'étude, 20 personnes (9,1 %) souffraient de diarrhées et 69 (31,13 %) présentaient diverses formes de parasitisme détectées par des analyses de selles. Parmi les 78 femmes ayant plus de 14 ans, 30 (38,4 %) ont eu, tout au long de leur période fertile, un ou plusieurs avortements spontanés.

Leur alimentation repose sur la consommation de farine de manioc, de riz, de poissons et de fruits de saison. La viande de bœuf ou le gibier ne sont consommés en moyenne qu'une fois par semaine. Les seuls légumes disponibles sont les tomates et les oignons, le lait et les œufs sont rarement consommés. L'allaitement maternel est une pratique courante. La moyenne des taux de mercure est de 0,529 µg/g (0,029 à 1,460 µg/g) dans les poissons carnivores et de 0,106 µg/g (0,011 à 0,34 µg/g) dans les poissons non carnivores. L'eau consommée provient de puits ou directement du fleuve, sans traitement préalable.

La communauté de São Luis do Tapajós

La communauté de São Luis do Tapajós se trouve sur la rive droite du fleuve Tapajós, à 912 km de la ville de Belém. La voie d'accès permanente est le fleuve. On peut y accéder par la route hors de la période des hautes eaux. Le premier recensement a porté sur 509 habitants ; 65 % de la population

locale a été examinée, 139 individus étant du sexe masculin et 194 du sexe féminin. Ici aussi la priorité a été donnée à la classe d'âge entre 6 mois et 24 ans (soit 73,3 % de la population) et aux 83 femmes entre 15 à 49 ans (85,6 %), en âge de procréer.

En termes de morbidité, parmi les individus étudiés, 13 souffraient de diarrhée tandis que 280 présentaient diverses formes de parasitisme, révélées par l'examen des selles. Chez les 95 femmes de plus de 14 ans, 32 avaient déjà avorté spontanément.

Leur alimentation est encore moins variée que celle de la communauté de Brasília Legal, notamment en ce qui concerne les légumes verts. L'allaitement maternel est également une pratique courante. La moyenne des taux de mercure trouvés dans les poissons carnivores est de 0,487 $\mu\text{g/g}$ (0,094 à 1,647 $\mu\text{g/g}$) et dans les poissons non carnivores de 0,068 $\mu\text{g/g}$ (0,007 à 0,190 $\mu\text{g/g}$). Les conditions d'hygiène sont semblables à celles de Brasília Legal. L'eau de consommation est puisée par la majorité de la population dans la nappe phréatique et ne subit aucun traitement préalable. Le reste de la population utilise l'eau du fleuve. Comme dans les autres communautés, les déchets sont déposés dans des fosses.

Résultats

Dans cette étude, les examens sur les enfants âgés de moins de 14 ans et les femmes en âge de procréer ont à nouveau été privilégiés.

Une première analyse a porté sur les niveaux de mercure observés dans les cheveux d'individus regroupés par classe d'âge et sur le nombre de repas de poisson par semaine. Une seconde analyse a été menée sur un groupe plus restreint, ne comprenant que des individus ayant toujours résidé dans la localité, de manière à écarter une éventuelle variabilité géographique. C'est cette dernière analyse qui a été retenue ici.

Les résultats sont regroupés dans le tableau VII. Ils portent sur 152 individus vivant à Brasília Legal et 256 à São Luis do Tapajós.

À Brasília Legal, les teneurs de mercure dans les cheveux, égales en moyenne à 11,39 $\mu\text{g/g}$, atteignent 14,22 $\mu\text{g/g}$ dans la tranche d'âge comprise entre 16 et 25 ans, et diminuent jusqu'à 9,82 $\mu\text{g/g}$, dans la dernière tranche d'âge considérée. Parmi cette population, 81 personnes (53,3 %) présentent

Tableau VII. Distribution des taux de mercure dans les cheveux selon la classe d'âge chez des individus ayant vécu en permanence dans l'une des deux communautés riveraines, Brasília Legal et São Luis do Tapajós, dans l'État du Pará (1994-1998).

Tranche d'âge (années)	Brasília Legal				São Luis do Tapajós			
	n	Moyenne Hg ($\mu\text{g/g}$)	Amplitude ($\mu\text{g/g}$)	Consommation moyenne*	n	Moyenne Hg ($\mu\text{g/g}$)	Amplitude ($\mu\text{g/g}$)	Consommation moyenne*
0-5	30	5,84	1,09-46	10	75	21,06	0,10-94,50	13
6-10	56	13,63	0,70-35,80	10	67	22,36	2,40-52,50	14
11-15	24	12,41	1,22-22,70	9	47	23,90	3,90-61,80	14
16-25	13	14,22	1,40-29,50	12	28	18,51	4,40-33,40	14
26-35	14	11,67	2,84-37,20	10	21	18,29	5,10-34,90	14
36-55	15	9,82	1,02-33,0	10	18	14,69	2,60-27,80	13
Total	152	11,39	0,70-37,20	9,89	256	20,96	0,10-94,50	13,35

* Consommation exprimée en nombre de repas de poisson par semaine.

des valeurs de mercure inférieures ou égales à 11,39 $\mu\text{g/g}$ alors que 71 (46,7 %) présentent des moyennes supérieures à 11,39 $\mu\text{g/g}$. Cette communauté, parmi les trois qui sont étudiées dans le cadre de cette annexe, est celle qui présente la moins forte consommation de poisson, avec une moyenne de 9,89 repas de poisson par semaine (SANTOS *et al.*, 2000).

Dans le cas de São Luis do Tapajós, la concentration moyenne de mercure est de 20,96 $\mu\text{g/g}$ (précisons que la même moyenne tirée de la population totale non discriminée est de 19,91 $\mu\text{g/l}$). Elle augmente de 21,06 $\mu\text{g/g}$ pour la tranche d'âge comprise entre 0 et 5 ans à 23,90 $\mu\text{g/g}$ pour la tranche d'âge comprise entre 11 et 15 ans, puis elle tend à diminuer pour les tranches d'âge supérieures. Dans cette population, 148 personnes (57,88 %) présentent des valeurs de mercure inférieures ou égales à 20,96 $\mu\text{g/g}$ alors que 108 personnes (42,2 %) présentent des valeurs supérieures à 20,96 $\mu\text{g/g}$. Les repas de poisson sont au nombre de 13 par semaine.

Commentaires

L'examen des teneurs de mercure dans les échantillons de cheveux prélevés parmi les deux populations de Brasília Legal et de São Luis do Tapajós indique une valeur moyenne élevée ainsi qu'une évolution bien définie des valeurs individuelles en fonction de l'âge. Les teneurs augmentent de l'enfant à l'adulte. Un maximum est observé entre 30 et 40 ans, puis les teneurs ont tendance à diminuer pour des classes d'âge plus élevées.

Cette évolution s'expliquerait par le fait que les individus appartenant aux classes d'âge élevées seraient nés de mères non ou peu contaminées à l'époque de leur naissance. La pollution mercurielle de ces vingt-cinq dernières années aurait eu pour conséquence de contaminer les mères des nouvelles générations d'enfants, de sorte que ces derniers auraient hérité d'une plus forte contamination au sein de l'organisme maternel.

Il est à noter que la teneur moyenne de mercure dans les cheveux est près de deux fois supérieure à Brasília Legal qu'à São Luis do Tapajós, alors que la consommation hebdomadaire de poisson y est moindre. Cette observation montre de façon convaincante qu'il n'y a pas de relation directe entre le niveau d'imprégnation dans les cheveux des populations et la fréquence des repas de poisson.

L'étude des aspects cliniques n'a pas mis en évidence une forme aiguë de la maladie ou des signes et symptômes associables à une intoxication par le mercure. Elle montre également la nécessité d'élaborer des tests spécifiques pour détecter les formes cliniques d'intoxication mercurielle, sans oublier les diagnostics des autres pathologies endémiques. Il est également important d'étudier de près l'alimentation de ces populations afin de mieux comprendre son influence sur les mécanismes d'accumulation et d'élimination du métal dans l'organisme.

Il n'existe pas d'étude sur l'insuffisance de vitamines dans l'alimentation. Elle serait d'une grande importance, notamment pour ce qui concerne la vitamine A dont la carence provoque des troubles de la vision, lesquels peuvent être confondus avec des altérations relevant de niveaux anormaux de mercure dans l'organisme.

La fréquence des diarrhées et la présence de diverses formes de parasitisme chez les populations étudiées sont variables. Leur éventuelle interférence avec les mécanismes d'absorption du méthylmercure est encore une inconnue.

Ces quarante dernières années, la concentration de mercure métallique dans les organismes aquatiques de la vallée du Tapajós s'est accrue. Le poisson est devenu l'agent d'exposition des populations humaines au méthylmercure, tout en étant la source majeure de protéines évitant toute carence protéique. L'État brésilien n'a pas prévu que l'orpaillage – modèle simple d'extraction minière mis à la portée des populations locales – pourrait se transformer en un

vecteur de pollution pour l'homme et son environnement, à partir de l'utilisation intensive et extensive du mercure métallique pour la séparation de l'or.

Le risque pour la santé que représente la concentration de mercure dans les fleuves de la région ne fait pas encore l'objet d'un suivi régulier de la part des services sanitaires. Les professionnels ne sont pas suffisamment préparés pour établir un diagnostic différentiel ou associatif de cette nouvelle pathologie et des principales endémies qui sévissent dans la région. À cela s'ajoute l'insuffisance des infrastructures qui rendent l'action sanitaire très difficile. En Amazonie brésilienne, au cours des trente-cinq dernières années, le développement des infrastructures de base dans le domaine de la santé et de l'assainissement n'a pas accompagné le rythme d'occupation des terres nouvelles. Il s'en est suivi une dégradation rapide de la situation sanitaire des immigrants et l'arrivée de maladies nouvelles pour les populations autochtones.

[Références bibliographiques]

- AKAGI H., MALM O., BRANCHES F.J.P., KINJO Y., KASHIMA Y., GUIMARÃES J.R.D., OLIVEIRA R.B., HARAGUCHI K., PFEIFFER W.C., TAKIZAWA Y., KATO H., 1995. Human exposure to mercury due to goldmine in the Tapajós River Basin, Amazon, Brazil : speciation of mercury in human hair, blood and urine. *Water Air Soil Pollut.*, 80 : 85-94.
- ANDRADE A.L.S.S., MARTELLI C.M.T., SOUSA L.C.S., SOUSA M.A.E., ZICKER F., 1989. Soroprevalência e fatores de risco para sífilis em população carcerária de Goiás. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 31 : 177-182.
- ARAÚJO D.S., SHRIMPTON R., 1982. Padrão alimentar e consumo de zinco, vitamina A e ferro, em pré-escolares num bairro pobre de Manaus. *Acta Amazônica*, 12 : 591-597.
- ARMITAGE P., 1971. *Statistical methods in medical research*. Oxford, Blackwell Sciences.
- AULA I., BRAUNSCHWEILER H., LEINO T., MALIN I., PORVARI P., HATANAKA T., LODENIUS M., JURAS A., 1994. « Levels of mercury in the Tucuruí Reservoir and its surrounding area in Pará, Brazil ». In WATRAS C.J., HUCKABEE J.W. (éd.) : *Mercury pollution : integration and synthesis*, Boca Raton, Lewis Publishers : 21-40.
- BARBOSA J.P., MELAMED R., VILLAS-BOAS R. (éd.), 1999. *Proceedings of the Fifth International Conference on Mercury as a global pollutant (May 23-27 1999, Rio de Janeiro, Brasil)*, Book of abstracts, Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia Mineral, 592 p.
- BECKER R.A., LECHTIG A., 1987. *Brasil : aspectos da mortalidade infantil, pré-escolar e materna*. Brasília, 46 p.
- BENSABATH G., DIAS L.B., 1983. Hepatite de Lábrea (febre de Lábrea) e outras hepatites em Sena Madureira, Acre e

- Boca do Acre, Amazonas, Brasil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 25 : 182-194.
- BENSABATH G., SOARES M.C.P., 1986. « Hepatite por vírus ». In Instituto Evandro Chagas (org.), *Instituto Evandro Chagas, 50 Anos de Contribuição as Ciências Biológicas e à Medicina Tropical*, Belém, Fundação Serviços de Saúde Pública, vol. II : 560-570.
- BRABO E.S., SANTOS E.O., JESUS I.M., MASCARENHAS A.F., FAIAL K.F., 1999 a. Níveis de mercúrio em peixes onsumidos pela comunidade indígena de Sai Cinza, Município de Jacareacanga, Estado do Pará, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 15 (2) : 325-331.
- BRABO E.S., SANTOS E.C.O., JESUS I.M., FAIAL K.R.F., MASCARENHAS A.F.S., 1999 b. « Mercury in fish of areas without gold mining in Amazon region, Amazon basin ». In BARBOSA J.P., MELAMED R., VILLAS-BOAS R. (éd.).
- BRABO E.S., DE OLIVEIRA SANTOS E., MAURA DE JESUS I., MASCARENHAS A.F.S., DE FREITAS FAIAL K., 2000. Mercury contamination of fish and exposures of an indigenous community in Pará State, Brazil. *Environ. Res.*, 84 (3) : 197-203.
- CÂMARA V.M., COREY G., 1992. *Epidemiologia e meio ambiente. O caso dos garimpos de ouro no Brasil*. Metepec, Centro Panamericano de Ecologia Humana e Saúde/ECO/OPS.
- CASTILHOS Z.C., BIDONE E.D., LACERDA L.D., 1998. Increase of the background human exposure to mercury through fish consumption due to gold mining at the Tapajós River Region, Pará State, Amazon. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 61 : 202-209.
- FOSTIER A.H., OLIVEIRA S.M.B., GUIMARÃES J.R.D., FORTI M.C., MELFI A.J., BOULET R., FAVARO D.I.T., KRUG F.J., 1999. « Mercury accumulation in natural forested Amazonian soils ». In BARBOSA J.P., MELAMED R., VILLAS-BOAS R. (éd.) : 522.
- FUNASA, 1996. *Relatório de atividades 1995-1996*. Brasília, Fundação Nacional de Saúde/Coordenação de Doenças Transmitidas por Vetores, 34 p.
- FUNASA, 1999. *Registro de casos confirmados de febre amarela silvestre, Brasil, 1996-1999*. Brasília, Fundação Nacional de Saúde/Coordenação de Doenças Transmitidas por Vetores/DTVA, 6 p.
- GIUGLIANO R., 1981. Estudos nutricionais das populações rurais da Amazônia. I. Várzea do rio Solimões. *Acta Amazônica*, 11 : 773-788.
- GIUGLIANO R., 1984. Estudos nutricionais das populações rurais da Amazônia. II. Rio Negro. *Acta Amazônica*, 14 : 427-449.
- GOMES S., 1985. Incidência de reações sorológicas positivas para sífilis na população carcerária de Niterói. *Arquivos Brasileiros de Medicina*, 54 : 275-278.
- GONÇALVES A., 1993. « Saúde, Garimpagem e Mercúrio entre os Kaiapó-Gorotire ». In MATHIS A., REHAAG R. (éd.) : *Consequência da Garimpagem no Âmbito Social e Ambiental da Amazônia*, Belém, CEJUP : 61-63.
- HADLER S.C., MORGOLIS H.S., 1989. « Viral hepatitis ». In EVANS A.S. (éd.) : *Viral infections of humans, epidemiology and control*, New York, Plenum Medical Book : 351-391.
- JESUS I.M., SANTOS E.C.O., BRABO E.S., LOUREIRO E.C.B., WEIRICH J., MASCARENHAS A.F.S., 1999. « Exposure to elemental mercury in urban workers and "garimpeiros" from Tapajós region, Pará,

- Brazil ». In BARBOSA J.P., MELAMED R., VILLAS-BOAS R. (éd.).
- LIE A., GUNDERSEN N., KORSÅRD K.J., 1982. Mercury in urine. Sex, age and differences in a reference population. *Scand. J. Work Environ. Health*, 8 : 129-133.
- LOUREIRO V.R.A., 1989. « A história social e econômica da Amazônia ». In LOUREIRO V.R. (éd.) : *Estudos e Problemas Amazônicos. História Social e Econômica e Temas Especiais*, Governo do Estado do Pará, Secretaria de Estado de Educação/Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará : 9-55.
- MACHADO W.G., MARTINS C., 1951. Um foco autóctone de schistosomose no Pará. *Hospital*, 39 : 289-290.
- MASCARENHAS A.F.S., BRABO E., SANTOS E.C., JESUS I.M., FAIAL K.F., 1998. Níveis de mercúrio em peixes na Bacia hidrográfica do Tapajós, Jacareacanga, Itaituba, Pará : resultados preliminares. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 31 (suppl. 1) : 41.
- MOURA R.C.S., TRAVASSOS DA ROSA J.F., 1990. « A questão da Saúde na Amazônia ». In : *Ciência & Tecnologia no Processo de Desenvolvimento da Região Amazônica*, SCT/R.CNPq e CEST, vol. II.
- OLIVEIRA A.E., 1983. Ocupação Humana. In SALATI E., JUNK W.J., SHUBART H.O., OLIVEIRA A.E. (éd.) : *Amazônia : Desenvolvimento, Integração e Ecologia*, Brasília, Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Brasileiro : 144-300.
- OPAS, 1998. *A saúde no Brasil*. Brasília, Organização Pan-Americana de Saúde/OMS (Representação do Brasil), 82 p.
- PIOTROWSKI J.K., TROJANOWSKA B., MOGILNICKA E., 1975. Kinetic of excretion and urine mercury variability in workers exposed to mercury vapor. *Arch. Occup. Environ. Health*, 35 : 245-256.
- RIBEIRO Jr M.G., SILVA FILHO E.V., SOUZA M., LACERDA L.D., 1999. « Mercury burden in soils from Central Amazon ». In BARBOSA J.P., MELAMED R., VILLAS-BOAS R. (éd.) : 558.
- ROULET M., LUCOTTE M., 1995. Geochemistry of mercury in pristine and flooded feralitic soils of a tropical rain forest in French Guiana, South America. *Water Air Soil Pollut.*, 80 : 1079-1088.
- ROULET M., LUCOTTE M., SAINT-AUBIN A., TRAN S., RHÉAULT I., FARELLA N., DE JESUS DA SILVA E., DEZENCOURT J., SOUSA PASSOS C.J., SANTOS SOARES G., GUIMARÃES J.R.D., MERGLER D., AMORIM M., 1998. The geochemistry of Hg in Central Amazonian soils developed on the Alter-do-Chão formation of the lower Tapajós river valley, Pará State, Brazil. *Sci. Total Environ.*, 223 : 1-24.
- SANTOS E.C.O., TRAVASSOS DA ROSA J.F., JESUS I.M., LOUREIRO E.C.B., 1992. « A saúde das populações da Amazônia Brasileira ». In YARZABAL L., ESPINAL C., ARAGON L.E. (éd.) : *Enfoque integral de la salud humana en la Amazonia*, UNAMAZ : 95-156.
- SANTOS E.O., 1993. « Garimpagem e Saúde ». In MATHIS A., REHAAG R. (éd.) : *Consequências da Garimpagem no Âmbito Social e Ambiental da Amazônia*, Belém, CEJUP : 36-37.
- SANTOS E.O., LOUREIRO E.C.B., JESUS I.M., BRABO E.S., SILVA R.S.U., SOARES M.C.P., CÂMARA V.M., SOUZA M.R., BRANCHES F., 1995. Diagnóstico das Condições de Saúde de uma Comunidade Garimpeira na Região do Tapajós, Itaituba, Pará-

- Brasil (1992). *Cadernos de Saúde Pública*, 11 (2) : 212-225.
- SANTOS E.C., JESUS I.M., BRABO E.S., LOUREIRO E.C., MASCARENHAS A.F., WEIRICH J., CÂMARA V.M., CLEARY D., 2000. Mercury exposures in riverside Amazon communities in Pará, Brazil. *Environ. Res.*, 84 (2) : 100-107.
- SANTOS E.O., JESUS I.M., BRABO E.S., LOUREIRO E.C.B., MASCARENHAS A.F., WEIRICH J., CÂMARA V.M., CLEARY D., à paraître. Mercury exposure of Sai Cinza indigenous community, Munduruku Reserve, Amazon, Brazil. *Environ. Res.*
- SILVA P.R.N., 1995. « Hepatite aguda por vírus A, B, C, D, E, F, e G ». In PASSOS M.R.P. (éd.) : *Doenças Sexualmente Transmissíveis*, Rio de Janeiro, Cultura Médica, 4ª ed.
- SILVA R.S.U., SANTOS E.C.O., LOUREIRO E.C.B., JESUS I.M., CÂMARA V.M., BRABO E.S., FERNANDES A.S., SOUZA J.M., 1993. « Malária Assintomática. Uma das causas da perpetuação da cadeia da transmissão da malária ». In : *IV Reunião dos Pesquisadores em Malária, Resumos*, Manaus, Governo do Estado do Amazonas (Mimeo).
- SOUZA O.S., SANTOS E.C.O., SERRUYA S.J., 1997. « Rubéola ». In QUEIROZ DE LEÃO R.N. (éd.) : *Doenças Infecciosas e Parasitárias: Enfoque amazônico*, Belém, CEJUP/UEPA/Instituto Evandro Chagas : 397-409.
- VEIGA M.M., MEECH J.A., ONATE N., 1994. Deforestation : A major source of mercury pollution in the Amazon. *Nature*, 368 : 816-817.
- ZEIDEMANN V.K., FORSBERG B.R., ROULET M., LUCOTTE M., JARDIM W.F., 1999. « The geochemistry of mercury in soils of the Negro River Basin (Brazilian Amazon) and its role in the regional mercury cycle ». In BARBOSA J.P., MELAMED R., VILLAS-BOAS R. (éd.) : 561.
- YOSHIDA M., YAMAMURA Y., 1982. Elemental mercury in urine from workers exposed to mercury vapor. *Arch. Occup. Environ. Health*, 51 : 99-104.
- WALLIS G., BARBER T., 1982. Variability in urine mercury excretion. *J. Occup. Med.*, 24 : 290-295.
- WHO, 1990. *Environmental Health Criteria 101 : Methylmercury*. Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety, 144 p.