



EHESP

PLU, PH

Poor Land Use. Poor Health/Terra Esgotada. Saúde Precária/Terre Épuisée. Santé Précaire

Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion : **2010 - 2011**

Date du Jury : **10 octobre 2011**

**L'exposition chronique au mercure des
populations amazoniennes dans la
région du Tapajós (Brésil) :
Quel système de surveillance,
de signalement et de gestion ?**

Arnaud DALLONGEVILLE

Référente pédagogique : Anne Roué Le Gall (EHESP)

Référents professionnels : Christine Romaña (Univ. Paris Descartes)

Ricardo de Gainza (Pertina)

Encadrement : Frédéric Mertens et Carlos Passos (Brésil)

Marc Lucotte et Robert Davidson (Canada)

Lieu du stage : Centre de Développement Durable

Université de Brasília, Brésil

Remerciements

Tout au long de la préparation et de la réalisation de ce travail, j'ai eu le plaisir d'échanger avec un grand nombre de personnes, dont les conseils, l'écoute attentive et les propositions constructives m'ont énormément aidé. Je tiens donc à les remercier pour le soutien qu'elles m'ont apporté.

Je remercie particulièrement Christine Romaña, sans qui ce stage n'aurait pas pu avoir lieu. Grâce à elle, il m'a été permis de prendre part à ce projet de recherche participative en santé environnementale, et ainsi de mettre un pied dans ce milieu où je souhaite sincèrement poursuivre mon parcours. Elle a également été un relais clef dans le cadre de mes relations avec la direction du PLUPH. Je remercie aussi Ricardo de Gainza (cabinet Pertina) : avec Christine, il m'a fourni les bases théoriques de ce travail et m'a fait appréhender la thématique de la surveillance en santé environnementale.

Je tiens également à remercier pour son soutien Anne Roué le Gall, qui a accepté de suivre mon mémoire et m'a permis, grâce à nos discussions et à ses conseils constructifs, de recadrer précisément mon travail chaque fois que c'était nécessaire.

Je remercie Michèle Legeas, Jean-Luc Potelon, Anne Roué Le Gall et Denis Zmirou, pour leur aide précieuse et leur appui dans ma recherche de sources de financements pour ce stage. De même, je remercie le service des relations internationales de l'EHESP ainsi que la région Bretagne pour m'avoir aidé à bénéficier d'une bourse de mobilité.

Un grand merci à Frédéric Mertens, Carlos Passos et Leandra Fatorelli du Centre de Développement Durable de l'Université de Brasília. M'intégrer dans un projet de recherche international, et obtenir un grand nombre de contacts au sein des principales institutions de santé brésiliennes auraient été réellement plus difficile sans leur aide précieuse et leurs conseils au démarrage de mon travail. Merci aussi à Ligia Valadão pour ses nombreux contacts à Belém et Santarém.

Merci également à Carlos et Sonia Passos, qui ont grandement facilité la gestion pratique de mon séjour à Santarém. D'autre part, Alter do Chão a été un cadre propice à la concentration et à la rédaction.

Mes remerciements vont aussi à André Fenner et Juliana Villardi (Fiocruz de Brasília), George Ferreira (IBAMA Brasília), Helen Gurgel (Ministère de l'Environnement), José Dorea et Tais Pita Cotta (Université de Brasília), Priscila Bueno (Ministère de la Santé), Alysso Lemos (Organisation Panaméricaine de la Santé), Amiraldo Pinheiro et Francly Corrêa (Secrétariat Etatique de Santé Publique du Pará à Belém), Sheyla Oliveira (Université Etatique du Pará à Santarém), Francileno Sousa Rêgo (Secrétariat Municipal de Santé de Santarém), Marcelo Lima, Iracina Maura de Jesus et Elisabeth Santos (Institut Evandro Chagas de Belém) et Jean-Loup Guyot (IRD à Brasília). En répondant de manière très spontanée à ma demande de les rencontrer, en me transmettant leur expérience de terrain, en me mettant en contact avec un grand nombre d'autres acteurs et en me faisant parvenir des documents officiels, ils m'ont permis de donner à mon travail une dimension très concrète et de l'inscrire au maximum dans la réalité du Brésil actuel.

Pour leur accueil, leur disponibilité et leurs innombrables coups de main pour les aspects pratiques et logistiques de mon séjour à Belém, merci à tout le personnel du Centre National des Primates et de l'Institut Evandro Chagas.

Bien que ce travail soit rédigé en français, j'ai mené une grande partie de la démarche en portugais, et je ne peux m'empêcher de remercier David, Bruno et Samuel, pour leur patience lors de nos premiers échanges, et pour leurs nombreuses leçons informelles de portugais : elles m'ont permis de m'intégrer rapidement dans la vie brésilienne, et de pouvoir réaliser mes entretiens dans une langue correcte.

Je remercie également Deusilene Amaral, pour son aide très précieuse tant pour mon travail que pour un nombre incalculable de détails pratiques de la vie quotidienne au Brésil.

Merci à mes relectrices et commentatrices Aurore, Elisabeth, et Stef.

Pour terminer, un énorme merci à toutes celles et ceux qui, par leur soutien et leur présence (virtuelle pour certain(e)s) ont su me permettre de dépasser les quelques périodes de doutes qui ont pu me surprendre lors de mon séjour au Brésil, et toutes celles et ceux qui ont rendu ce séjour plus riche encore : Amélie, Aurélien, Aurore, Bruno, Chloé, David, Elisabeth, Elise(s), Marcelli, Marie, Mónica, Samuel et Stef...

Sommaire

Introduction	1
1 Le système de surveillance proposé par Pertina, bases conceptuelles	3
1.1 La notion de risque en santé environnementale : concepts	3
1.2 Structure du système de surveillance et d’alerte	4
1.3 Processus de surveillance et d’alerte	6
1.4 Le consensus du bon état de l’anthroposystème : le référentiel	8
1.5 Du modèle générique vers un modèle spécifique à l’exposition chronique au mercure	8
1.6 Démarche adoptée.....	9
2 Comment caractériser la situation d’exposition au mercure des populations en Amazonie brésilienne ?	11
2.1 La forêt Amazonienne, siège d’une importante activité humaine à fort impact environnemental	11
2.2 Le mercure en Amazonie brésilienne	12
2.2.1 Orpillage et mercure en Amazonie brésilienne	13
2.2.2 Le sol : la source la plus importante de mercure	13
2.2.3 Eléments spécifiques du cycle du mercure (naturel et anthropique) en Amazonie brésilienne	14
2.2.4 Facteurs spécifiques à l’Amazonie brésilienne affectant la concentration en mercure des poissons	17
2.2.5 L’Amazonie brésilienne, un environnement sensible	18
2.3 Mercure et populations humaines en Amazonie brésilienne	18
2.3.1 Les populations du Tapajós : un mode de vie qui les rend vulnérables	18
2.3.2 Exposition quantitative au méthylmercure	20
2.3.3 Valeurs de référence.....	20
2.3.4 Cibles physiologiques du méthylmercure et effets subcliniques	21
2.3.5 Mesures de protection.....	22

3	Comment le problème du mercure est-il pris en compte par le système de santé brésilien ?	23
3.1	Démarche adoptée : entretiens avec les acteurs du système	23
3.2	Le système de santé brésilien (le SUS : Système Unique de Santé)	24
3.3	La santé environnementale dans le système de santé brésilien aux différentes échelles administratives	26
3.3.1	Les acteurs du niveau fédéral : les divisions du Ministère de la Santé	26
3.3.2	Les secrétariats étatiques et municipaux de santé.....	27
3.4	Prise en compte de la question du mercure dans le champ environnement-santé	28
3.4.1	Le VIGIPEQ : Programme de surveillance des personnes exposées à des substances chimiques.....	28
3.4.2	La composante VIGISOLO du VIGIPEQ.....	28
3.4.3	La place du mercure dans le VIGIPEQ	29
3.4.4	Le système d'information pour le mercure environnemental : SISOLO.....	30
3.4.5	Le système d'information pour le mercure et la santé : le SINAN (Système d'information pour les atteintes à la santé soumises à notification)	31
3.4.6	Le SIMPEAQ, un système non fonctionnel mais une perspective intéressante	32
4	Proposition d'un système de surveillance pour l'exposition chronique au mercure en Amazonie brésilienne.....	33
4.1	Limites actuelles de la prise en charge du mercure dans le SUS.....	33
4.1.1	Limites de la prise en charge par le VIGIPEQ.....	33
4.1.2	Limites de l'utilisation pour le Hg du SINAN	33
4.2	Objectifs de la surveillance et de l'alerte pour l'exposition chronique au Hg en Amazonie brésilienne	34
4.3	La menace environnementale et l'anthroposystème	35
4.4	Construction des indicateurs et du référentiel	36
4.4.1	Proposition de référentiel.....	36
4.4.2	Indicateurs environnementaux.....	37
4.4.3	Indicateurs sanitaires.....	40
4.5	Proposition du modèle	42

4.6	Proposition d'intégration au sein du système de santé brésilien	44
4.6.1	Intégration dans le SISOLO	44
4.6.2	Intégration dans le SINAN	44
4.6.3	Autres outils	45
4.6.4	Relations entre les systèmes et les acteurs.....	45
4.7	Limites du modèle proposé	46
4.7.1	Faisabilité technique	46
4.7.2	Faisabilité organisationnelle	46
4.7.3	Faisabilité économique.....	47
4.7.4	Faisabilité politique.....	47
4.8	Critique de la démarche	48
	Conclusion	49
	Bibliographie	51
	Liste des annexes	I

Liste des sigles utilisés

ANVISA : Agence Nationale de Surveillance Sanitaire

(Agencia Nacional de Vigilância Sanitaria)

ASISAST : Analyse des Situations en Santé Environnementale et Santé au Travail

(Análise da Situação em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador)

CGSAT : Coordination Générale de la Santé au Travail

(Coordenação Geral de Saúde do Trabalhador)

CGVAM : Coordination Générale de la Surveillance en Santé Environnementale

(Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental)

DF : District Fédéral

(Distrito Federal)

DSAT : Direction de la Santé Environnementale et Santé au Travail

(Direção de Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador)

FIOCRUZ : Fondation Oswaldo Cruz

(Fundação Oswaldo Cruz)

FUNASA : Fondation Nationale de Santé

(Fundação Nacional de Saúde)

Hg : Mercure

IBAMA : Institut brésilien de l'Environnement et des Ressources Naturelles
Renouvelables

(Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renovais)

IEC : Institut Evandro Chagas

(Instituto Evandro Chagas)

InVS : Institut de Veille Sanitaire

LACEN : Laboratoire Central

(Laboratorio Central)

MeHg : méthylmercure

MMA : Ministère de l'Environnement

(Ministério do Meio Ambiente)

MS : Ministère de la Santé brésilien

(Ministério da Saúde)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OPAS : Organisation Panaméricaine de la Santé

(Organización Panamericana de la Salud, Organização Panamericana da Saúde)

PLUPH :Projet *Poor Land Use, Poor Health*. Projet de recherché participative en santé
environnementale piloté par l'Université du Québec à Montréal et l'Université de Brasilia.

SEMAM : Section « Environnement » de l'Institut Evandro Chagas
(*Seção do Meio Ambiente*)

SES : Secrétariat Etatique de Santé
(*Secretaria Estadual de Saúde*)

SESPA : Secrétariat Etatique de Santé Publique du Pará
(*Secretaria Estadual de Saúde Publica do Pará*)

SIMPEAQ : Système de monitoring des populations exposées à des agents chimiques
(*Sistema de Monitoreamento de Populações Expostas a Agentes Quimicos*)

SINAN : Système d'information pour les atteintes à la santé soumises à notification
(*Sistema de Informação de Agravos de Notificação*)

SINVSA : Subystème National de Surveillance en Santé Environnementale
(*Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental*)

SISSOLO : Système d'information de surveillance de populations exposées à des sols contaminés
(*Sistema de informação de Vigilância de Populações Expostas a Solo Contaminado*)

SMS : Secrétariat Municipal de Santé
(*Secretaria Municipal de Saúde*)

SNC : Système nerveux central

SUS : Système Unique de Santé
(*Sistema Único de Saúde*)

SVS : Secrétariat de Surveillance Sanitaire (Secretaria de Vigilância em Saúde)

USEPA : United States Environmental Protection Agency

VIGIPEQ : Programme de surveillance des populations exposées à des substances chimiques
(*Programa de Vigilância para Populações Expostas a Substancias Quimicas*)

µg/g : Micro-gramme de mercure par gramme de cheveu

Introduction

Le mercure est un polluant ubiquiste et toxique pour l'humain. Il existe sous différentes formes chimiques dans l'environnement, chacune ayant des propriétés et une toxicité bien particulières.

Le mercure métallique élémentaire (Hg^0), forme majoritaire dans les sols et l'atmosphère, est absorbé principalement par inhalation, et est en grande partie éliminé par les urines. Les effets qu'il provoque sont connus donc facilement détectables.

Parmi les formes organiques, le méthylmercure (MeHg) est la plus toxique en raison de son efficacité à traverser les membranes biologiques, de sa grande biodisponibilité et de son importante capacité de bioaccumulation dans les organismes vivants. Neurotoxique, il provoque aussi des altérations du système immunitaire et de l'appareil cardiovasculaire, mais les effets d'une exposition chronique sont encore mal connus.

La production de MeHg résulte de la transformation (méthylation) du mercure métallique accumulé dans l'environnement par des micro-organismes dans les écosystèmes aquatiques. Cette production est notamment liée à la mobilisation par des activités anthropogéniques de mercure stocké dans les sols. A l'opposé du mercure inorganique, le MeHg s'accumule facilement dans les organismes aquatiques où il est biomagnifié d'un niveau trophique à l'autre, conduisant à des concentrations élevées en MeHg dans les poissons prédateurs et donc dans les individus qui s'en nourrissent.

La méthylation et la bioaccumulation au sein de la chaîne trophique dépendent de nombreux facteurs environnementaux, conduisant à une hétérogénéité spatiale et temporelle dans la production de MeHg et dans les niveaux de MeHg relevés dans les poissons, à des échelles locales comme globales.

Certains territoires sont donc particulièrement concernés par la problématique du méthylmercure, en raison de leurs caractéristiques propres mais aussi des activités anthropiques qui s'y développent. De ce point de vue, l'Amazonie brésilienne est un territoire particulièrement sensible : il combine une richesse naturelle en mercure avec des activités anthropiques (telles que l'orpaillage et la déforestation) augmentant ainsi sa concentration dans les écosystèmes aquatiques, dans lesquels les conditions sont extrêmement favorables à la méthylation. Dans cette région, les populations pour lesquelles le poisson constitue une ressource alimentaire irremplaçable sont donc particulièrement exposées de façon chronique à des taux élevés de MeHg.

Etant donné l'étendue du territoire concerné, l'importance des populations en jeu et le caractère avéré des risques pour la santé de l'ingestion de poisson contaminé, l'exposition chronique au MeHg en Amazonie brésilienne constitue un véritable enjeu de santé publique. Cependant, il peut être surprenant de constater que sa prise en compte par le système de santé brésilien est encore très limitée. Il n'existe à ce jour pas de système de surveillance pour détecter les populations exposées à ce risque environnemental important mais souvent méconnu ou sous-estimé, ni de programme de prise en charge de ces populations.

Devant ce constat, il a été proposé dans un premier temps de dresser un état des lieux précis de la prise en charge de cette problématique au sein des institutions de santé brésiennes. Celui-ci constitue le point de départ de la seconde phase de ce travail, consistant en une réflexion autour d'un modèle conceptuel d'un système de surveillance et d'alerte spécifique pour l'exposition chronique au MeHg en Amazonie brésilienne.

Le modèle proposé s'appuie sur les bases conceptuelles d'un modèle générique de système de surveillance et d'alerte en santé environnementale proposé par le cabinet français Pertina¹, bases conceptuelles qui sont présentées dans la première section de ce travail. Une synthèse de la littérature scientifique a permis de répertorier les spécificités de la situation d'exposition considérée pour cette surveillance, qui sont présentées dans la seconde partie. La section suivante présente la manière dont cette situation d'exposition est prise en compte actuellement au sein du système de santé brésilien. Enfin, un modèle conceptuel pour la surveillance de l'exposition chronique au MeHg en Amazonie brésilienne est proposé et discuté dans la dernière partie.

Dans le but d'optimiser l'ensemble de la démarche, il a été décidé de considérer comme zone pilote d'étude une zone particulièrement touchée par la contamination au MeHg : celle de la région du fleuve Tapajós, un des affluents majeurs de l'Amazone (Etat du Pará, Amazonie brésilienne). Il existe en outre pour cette zone de nombreuses données scientifiques, ainsi qu'une importante prise de conscience de la part des populations et des acteurs locaux. En effet, depuis une quinzaine d'années, un groupe de chercheurs de l'Université du Québec à Montréal et de l'Université de Brasília y mène un programme de recherche participative en santé environnementale, dont l'un des axes est l'étude de la contamination par le MeHg. Ces recherches sont actuellement menées au sein du projet « Poor land use, Poor health »² (PLUPH).

¹ <http://www.pertina.com>

² : Poor Land Use, Poor Health : primary prevention of human health through sound land-use for small-scale farmers of the humid tropics

1 Le système de surveillance proposé par Pertina, bases conceptuelles

Cette première partie s'attachera à présenter les définitions et les bases théoriques et conceptuelles d'un modèle de surveillance générique en santé environnementale, tel que proposé par Pertina (cabinet privé d'architecture en systèmes d'informations, Paris³) dans le cadre d'une expertise réalisée pour l'InVS (Micheau, Ohnheiser, Rigal, & Romaña, 2010). C'est sur ce modèle générique que s'appuie la présente étude : il a orienté la collecte d'informations scientifiques et celles concernant le fonctionnement du système de santé brésilien. Se familiariser avec tous les concepts mis en jeu dans ce modèle apparaît indispensable pour pouvoir ensuite réaliser une transition d'un modèle générique (tel que présenté dans cette partie) vers un modèle spécifique pour l'exposition chronique au mercure par ingestion dans la région du Tapajós : c'est l'objectif poursuivi par cette section.

1.1 La notion de risque en santé environnementale : concepts

Le modèle conceptuel du système de surveillance, tel que proposé par Pertina se base sur une approche particulière de la notion de risque en santé environnementale, résultant de l'interaction de plusieurs éléments présentés sur la figure 1 :

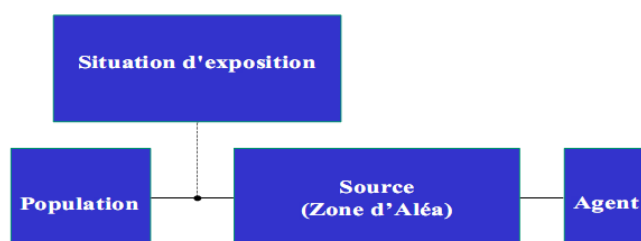


Figure 1 : Le risque en santé environnementale

Une **menace environnementale** est un événement ou une situation conduisant à une **exposition** aiguë ou chronique d'une **population** à un **agent** (chimique ici), susceptible d'engendrer des effets potentiels ou avérés sur la santé humaine. Elle résulte de la conjonction d'un **aléa** (provoqué par la diffusion de l'agent) et d'une **vulnérabilité** (de la population exposée).

Un **aléa** est la probabilité qu'un phénomène accidentel produise en un point donné des effets d'une intensité donnée au cours d'une période déterminée ; il exprime le couple (probabilité d'occurrence vs. intensité des effets) ; il est spatialisé et peut être cartographié.

³ <http://www.pertina.com/>

Autrement dit, un **risque sanitaire environnemental** est la conséquence de la mise en contact d'un danger (un aléa, d'origine environnementale, au sens large) et d'une population donnée. Cette définition implique donc dès lors la caractérisation de plusieurs éléments :

- L'aléa : l'agent, ses sources, sa diffusion, et ses caractéristiques ;
- La population et ses caractéristiques (notamment de vulnérabilité) ;
- La situation d'exposition et ses caractéristiques.

D'un point de vue conceptuel, l'ensemble de ces notions a abouti à la définition du concept d'anthroposystème : il s'agit d'un « système interactif entre deux ensembles constitués par un ou des sociosystème(s) et un ou des écosystème(s) naturel(s) ou artificialisé(s) s'inscrivant dans un espace géographique donné et évoluant avec le temps sous l'effet de facteurs externes et/ou internes au système. C'est un concept qui renvoie à une vision systémique et dynamique des interactions entre l'homme et les milieux. L'homme et son milieu sont appréhendés ainsi en tant qu'un ensemble d'éléments en interactions qui peuvent engendrer des aléas. On parlera alors d'« anthroposystème à risque ». » (Romaña & Gainza, 2010a). L'anthroposystème est la notion centrale de toutes les considérations qui suivent.

1.2 Structure du système de surveillance et d'alerte

L'objectif de l'action en santé publique est, fondamentalement, que l'anthroposystème, et donc les populations qui le constituent mais aussi leur écosystème, se trouvent dans le « meilleur état » possible. Dès lors, cette conceptualisation nécessite :

- De disposer d'un certain consensus sur ce qui définit le « bon état » de l'anthroposystème (l'objectif à atteindre) ;
- De disposer d'outils capables d'informer sur l'état général de l'anthroposystème,
- De disposer d'outils permettant la comparaison entre l'état réel de l'anthroposystème, et le « bon état » que l'on cherche à atteindre, afin de détecter d'éventuels écarts entre ces deux états ;
- De disposer d'outils permettant, en cas de détection d'un écart, d'agir sur l'anthroposystème pour tenter d'en modifier le fonctionnement, et de se rapprocher le plus possible du bon état recherché (autrement dit, d'atteindre à nouveau un niveau de risque acceptable) ;
- Que les outils permettant d'informer sur l'état général de l'anthroposystème soient aussi capables de déterminer l'efficacité (quantitative ou qualitative) des actions entreprises, afin de pouvoir les adapter en permanence ;
- Que tous ces outils soient cohérents entre eux, et qu'il soit possible de comparer et d'exploiter les différentes informations qui en sont issues ;

- Une organisation politique et institutionnelle adaptée aux spécificités de l'aléa et de la vulnérabilité des populations en cause.

Avant de poursuivre, il semble important de définir précisément les termes qui seront utilisés dans ce travail :

Un **système** est un « ensemble d'éléments qui interagissent entre eux selon un certain nombre de principes ou règles. Il est constitué par un ensemble de méthodes, de procédés organisés ou institutionnalisés pour assurer une fonction ».

La **surveillance en santé publique** est un « processus continu d'appréciation de l'**état de santé** d'une population et de ses déterminants par la collecte, l'analyse et l'interprétation des données sur la santé et ses déterminants à l'échelle d'une population » (Romaña & Gainza, 2010a). Enfin, un **système d'alerte** est une **composante d'un système de surveillance** qui vise à détecter le plus précocement possible tout événement anormal. **Son objectif est de permettre une réponse rapide sous forme de mesures de protection de santé de la population.**

Il existe, pour mener à bien la surveillance et l'alerte, deux grands types de signaux :

- Des **indicateurs sanitaires ou environnementaux**, qui sont collectés en routine et reflètent l'état de santé d'une population ou une exposition environnementale à un agent dangereux. Il peut s'agir d'indicateurs de morbidité, de mortalité, ou de la biosurveillance pour un agent spécifique par exemple.
- Des **événements de toute nature et origine associés à une menace pour la santé** publique (excès du nombre d'une certaine pathologie...), relevant plutôt de la veille sanitaire (actions visant à **reconnaître la survenue** de cet événement).

Afin de préciser encore cette conceptualisation, il faut noter que dans le cadre d'un système de surveillance en santé environnementale, il peut être nécessaire d'associer des outils de mesure de l'état de l'environnement avec des outils de mesure de l'état de santé. Ceux-ci peuvent être spécifiques (bioindicateurs ou effets cliniques caractéristiques de l'atteinte à la santé surveillée) ou non spécifiques (indicateurs de mortalité, d'hospitalisations ou de consultations médicales pour une cause particulière...).

De manière plus formelle, en prenant en compte ces définitions et en utilisant le codage graphique de la théorie du contrôle des systèmes, le processus complet du contrôle et de l'action en santé environnementale peut se résumer comme présenté sur la figure 2 de la page suivante.

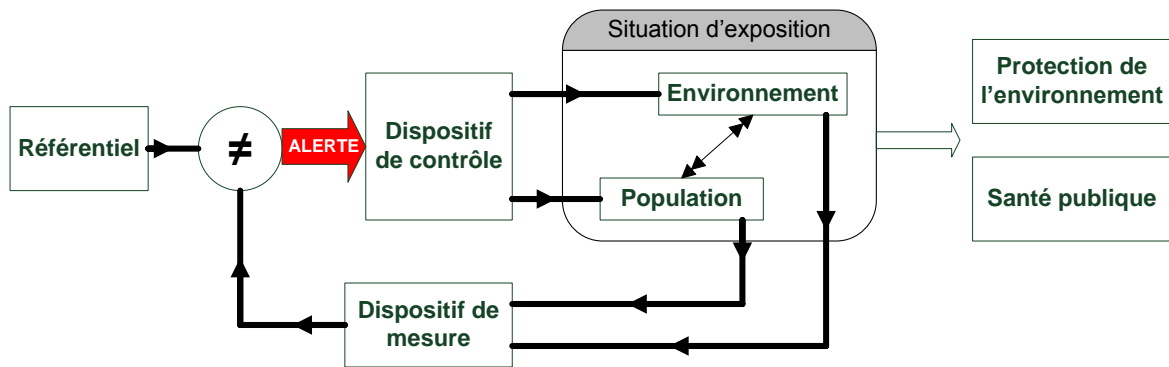


Figure 2 : Système d'alerte en santé environnementale modélisé comme un système de contrôle à boucle fermée d'une situation d'exposition

Cette figure représente bien la manière dont doit fonctionner un dispositif de surveillance et d'alerte en santé environnementale, les différents éléments dont il doit disposer, ainsi que les flux qui relient ces différents éléments :

- Ce qui est schématisé en tant que « dispositif de contrôle » peut être constitué de politiques publiques, de programmes de prévention, d'information... Il s'agit d'un ensemble d'outils permettant d'agir sur l'état de l'anthroposystème pour l'amener au plus proche possible de son « bon état » recherché.
- Le dispositif de mesure est l'ensemble des outils qui permettent d'obtenir des informations sur l'état réel de l'anthroposystème : il comporte par exemple l'ensemble d'indicateurs qui sont utilisés, la manière dont ils sont récoltés et traités, les systèmes d'informations éventuellement en jeu...
- Le cercle symbolise une comparaison : l'état réel dans lequel se trouve l'anthroposystème est comparé à son état « idéal » défini par le référentiel et, en fonction du résultat de cette comparaison, le dispositif de contrôle est ajusté.

Le processus d'alerte figure également sur cette figure, comme émanant justement de cette comparaison : différence inhabituelle entre mesure et référentiel entraîne la mise en œuvre ou l'adaptation du dispositif de contrôle.

Il sera bien entendu à déterminer, pour le cas particulier du mercure, si le contrôle et la mesure devront se faire sur l'environnement, la population, ou les deux.

1.3 Processus de surveillance et d'alerte

En s'appuyant sur toutes les définitions et concepts précédents, il est possible de passer de la représentation générale de la surveillance et de l'alerte en santé environnementale (Figure 2) à la représentation plus précise d'un modèle transposable et utilisable en pratique, proposé sur la figure 3 de la page suivante.

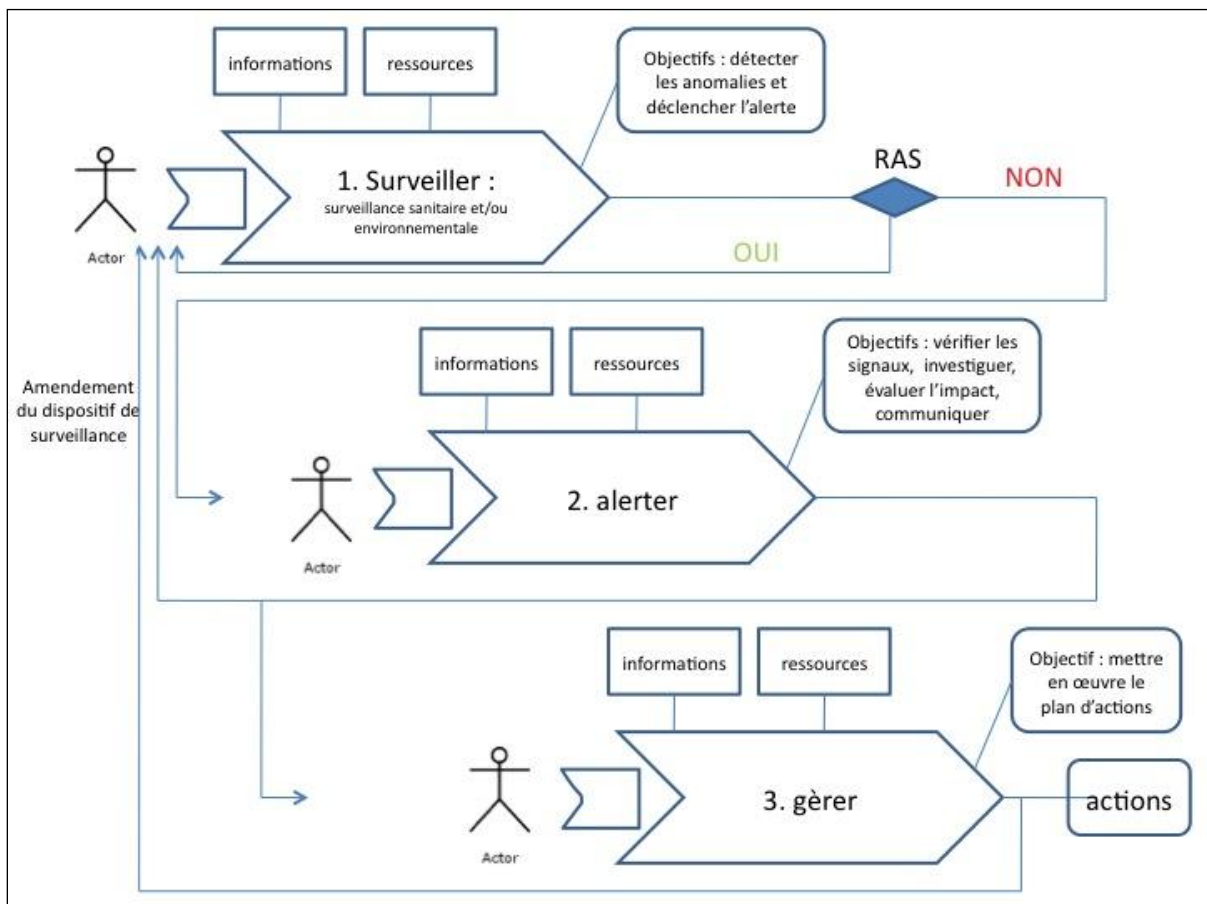


Figure 3 : Modèle du système de surveillance et d'alerte générique en santé environnementale

Ce modèle propose un processus en 3 étapes distinctes, mais fortement reliées : la surveillance, l'alerte et la gestion. Chaque étape est caractérisée par un ensemble de quatre éléments :

- Un objectif spécifique, qui détermine la finalité de chaque étape ;
- Un acteur, responsable de la bonne mise en œuvre de l'étape en question et de l'atteinte de l'objectif qui y est assigné ;
- Des informations, qui donnent des précisions sur les modalités de la réalisation de l'étape et ses enjeux ;
- Des ressources (matérielles, humaines, financières...) donnant à l'acteur les moyens d'atteindre les objectifs qui sont fixés.

Il existe bien entendu un flux d'information entre chaque étape : ces informations sont principalement celles issues de l'état réel de l'anthroposystème, brutes ou déjà traitées et complétées par les étapes précédentes.

Il est important de noter, à chaque niveau, l'existence d'un retour vers l'entrée du modèle: ce retour est en quelque sorte la mise à jour de la mesure de l'état réel de l'anthroposystème, qui permet à l'acteur chargé de la surveillance d'être informé sur l'évolution de l'état du système après chaque étape.

1.4 Le consensus du bon état de l'anthroposystème : le référentiel

La surveillance repose sur un certain nombre d'indicateurs (qualitatifs et quantitatifs), qui sont à rechercher dans les éléments de caractérisation de l'aléa et de la situation d'exposition. Afin de détecter des anomalies et donc de déclencher une alerte, la valeur ou l'état de chaque indicateur reflétant l'état de l'anthroposystème à un instant donné doit être comparée à une valeur ou un état de référence, qui définit le bon état du système (que l'on souhaite atteindre avec des objectifs de santé publique et un niveau de risque acceptable) et donc l'absence d'anomalie. L'ensemble de ces valeurs et états de références est donc ce qui est appelé ici le **référentiel**.

Tout en pouvant présenter des caractéristiques réglementaires (limitation de la teneur d'un certain composé dans les aliments ou produits par exemple) , le référentiel peut acquérir une dimension plus large. Il peut comprendre un grand nombre d'indicateurs sanitaires (spécifiques ou non) et environnementaux, n'ayant aucune valeur réglementaire, mais servant simplement à déclencher et moduler le dispositif d'alerte et de gestion, ou, plus généralement, le dispositif de contrôle. C'est le cas par exemple, en France, de la surveillance du risque amiante : outre le dispositif réglementaire d'interdiction de son utilisation, la détection d'amiante dans des logements ou dans des environnements de travail entraîne la mise en œuvre d'actions de réduction de l'exposition et de décontamination.

Ce référentiel est en général issu de consensus entre la communauté scientifique et les pouvoirs publics, mais il existe encore un grand nombre de menaces environnementales pour lesquelles aucun consensus n'a été établi. De même, il arrive que, du fait de l'évolution constante des connaissances scientifiques, des consensus bien établis et universellement acceptés (et utilisés pour les recommandations de l'OMS, d'agences sanitaires...) soient remis en question, ce qui est précisément le cas pour l'exposition au MeHg.

1.5 Du modèle générique vers un modèle spécifique à l'exposition chronique au mercure

Dans la réflexion sur la transition du modèle générique présenté dans cette partie vers un modèle spécifique à l'exposition chronique au mercure, il existe bien entendu un grand nombre de questions auxquelles il faudra apporter des éléments de réponse. Celles-ci peuvent être regroupées en 4 blocs thématiques.

Par rapport à la définition de la menace environnementale :

- Quel est l'aléa dans la situation d'exposition chronique au mercure par ingestion ?
- Peut-on spatialiser cet aléa, et si oui, comment ?
- Quelles sont les populations concernées, et comment se définit leur vulnérabilité par rapport à ce risque ?
- Quel est le lien entre l'état de l'environnement et l'état de santé des populations ?

Par rapport à la définition de l'anthroposystème :

- Quels sont le/les sociosystèmes impliqués ?
- Quels sont le/les écosystèmes qui interviennent et quel est le rôle de chacun ?
- Quelle est précisément la zone géographique correspondante ?
- Quels sont les facteurs internes ou externes au système à prendre en compte ?

Par rapport au modèle conceptuel du système :

- Comment définir le référentiel pour la situation d'exposition chronique au MeHg ?
- Quels indicateurs (sanitaires et environnementaux) reflètent au mieux l'état de l'anthroposystème ? Comment les mesurer ?
- Peut-on évaluer quantitativement un écart entre le référentiel et l'état réel de l'anthroposystème, et si oui, comment ?

Par rapport à des considérations pratiques :

- Quels acteurs impliquer dans chaque étape du dispositif ?
- De quelles ressources ces acteurs doivent-ils disposer pour atteindre leur objectif ?
- Quelles sont les caractéristiques spatiales et temporelles pour chaque étape ?

1.6 Démarche adoptée

Afin d'atteindre l'objectif de ce travail, à savoir proposer un modèle d'un système de surveillance et d'alerte pour l'exposition chronique au mercure, il a été nécessaire de caractériser la situation d'exposition, et de dresser un état des lieux de la prise en compte de cette question au sein du système de santé brésilien.

La caractérisation de la situation d'exposition résulte d'un important travail de recherche et de synthèse bibliographique. Des recherches ont été menées en utilisant les principaux moteurs de recherche bibliographiques (pubmed, web of science) à l'aide des mots clefs suivants : *mercury, methylmercury, Tapajós, Amazon, fish.*

Les études conservées sont celles qui traitent de l'étude de l'exposition au méthylmercure par ingestion dans les populations d'Amazonie brésilienne, qu'il s'agisse d'études d'imprégnation descriptives dans la région du Tapajós ou de celles investiguant l'influence de certains facteurs sur l'imprégnation. Les articles de synthèse ont été privilégiés. Quelques études menées en Bolivie, en Guyane Française et dans d'autres régions d'Amazonie brésilienne ont également été conservées à titre de comparaison.

Quelques études purement environnementales (sur le cycle biogéochimique du mercure notamment) ont également été utilisées, principalement lorsqu'elles servaient de support dans d'autres études plus globales.

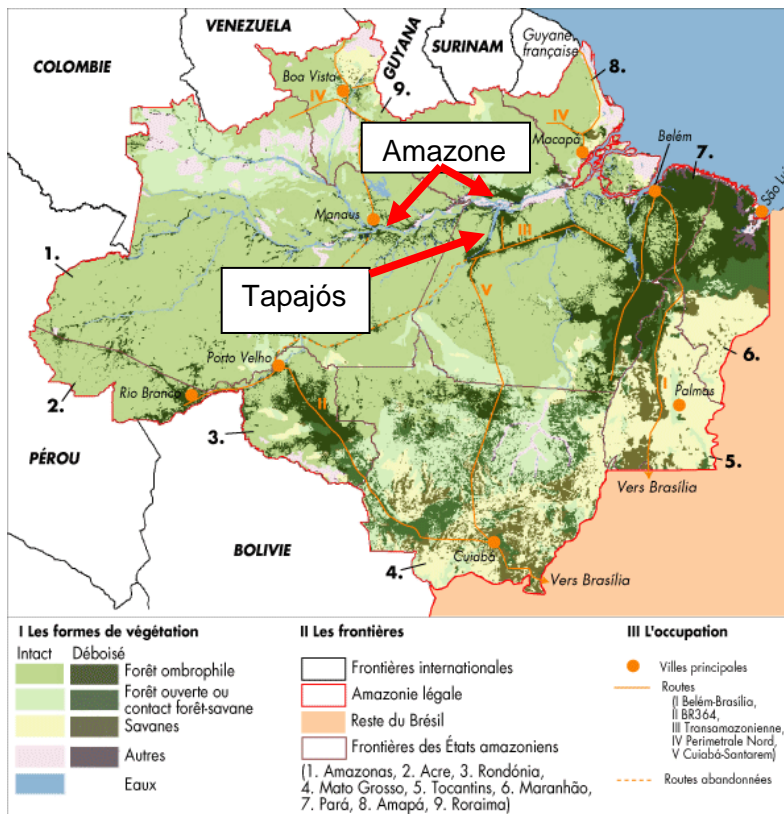
De ces articles ont été extraites des informations sur le cycle biogéochimique du mercure, ses spécificités en Amazonie brésilienne, les voies d'exposition des populations et les effets sur la santé. Des données quantitatives (sur la concentration en mercure des compartiments environnementaux, de l'imprégnation des populations...) ont également été extraites des articles de synthèse.

En ce qui concerne l'état des lieux de la considération de la question du mercure dans le système de santé brésilien, la démarche détaillée est présentée en préambule de la section 3 qui aborde cet aspect.

2 Comment caractériser la situation d'exposition au mercure des populations en Amazonie brésilienne ?

2.1 La forêt Amazonienne, siège d'une importante activité humaine à fort impact environnemental

D'une surface d'environ 3,8 millions de km², l'Amazonie légale brésilienne (figure 4 et annexe I) comprend la majeure partie de la forêt Amazonienne. Cette forêt est l'un des plus importants réservoirs de biodiversité de la planète, un grand nombre d'espèces



animales ou végétales y vivant n'ayant pas encore été décrites ou classifiées.

Cependant, en dépit de son importance naturelle en tant qu'écosystème, elle est le siège de nombreuses activités humaines concourant à sa dégradation.

La déforestation, principalement motivée par des intérêts économiques, convertit des zones boisées en champs d'agriculture ou en pâturages pour le bétail, et est une des menaces les

plus importantes pour cette zone actuellement. Un cinquième de la forêt amazonienne a

Figure 4 : La déforestation en Amazonie brésilienne (source : <http://mappemonde.mgm.fr/num3/articles/art04307.pdf>, © FMLT, CNRS/CDS-UnB)

déjà été détruit. En 10 ans, la forêt a perdu entre 415 000 et

587 000 km² selon les estimations.

La déforestation en Amazonie brésilienne a débuté dans les années 1960, suite à une volonté du gouvernement fédéral de peupler le territoire Amazonien. Les pouvoirs publics mettent alors en place le programme « Polo Nordeste », qui encourage la population à s'installer dans cette zone et à l'exploiter. C'est le début d'une déforestation intense, qui persiste encore aujourd'hui. L'étendue de cette déforestation est variable, et dépend de politiques locales. Souvent illégale, elle a lieu dans des zones classées « parcs naturels », sur des terrains publics ou privés.

Son importance quantitative dépend essentiellement du cours de marchandises telles le bœuf et le soja. De plus, de nombreux outils législatifs sensés encadrer cette pratique sont en pleine évolution. Le code forestier, et en particulier la loi fédérale 4771 qui impose aux propriétaires terriens de conserver 80% de zone boisée sur leur terrain, est en train d'être révisée pour ramener ce taux à 50%.

Le très fort pouvoir politique et économique de l'agro-industrie au Brésil est sans nul doute l'un des facteurs les plus importants qui explique la persistance d'une importante déforestation. Celle-ci est théoriquement encadrée par le ministère de l'environnement et l'IBAMA (Institut brésilien de l'Environnement et des Ressources Naturelles Renouvelables), chargé notamment de délivrer les autorisations de travaux pour des chantiers d'infrastructures, et de surveiller et réprimer la déforestation illégale. Ces interventions s'appuient sur le « Plan d'action pour la prévention et le contrôle de la déforestation en Amazonie » (Presidência da Republica - Casa Civil, 2004). Cependant, en raison principalement de difficultés géographiques (taille et accessibilité des territoires à surveiller) et de moyens parfois insuffisants, des activités de déforestation illégale subsistent en Amazonie brésilienne⁴.

2.2 Le mercure en Amazonie brésilienne

La figure 5 présente un résumé du cycle du mercure en Amazonie brésilienne avec ses spécificités; chaque élément est détaillé dans les paragraphes suivants.

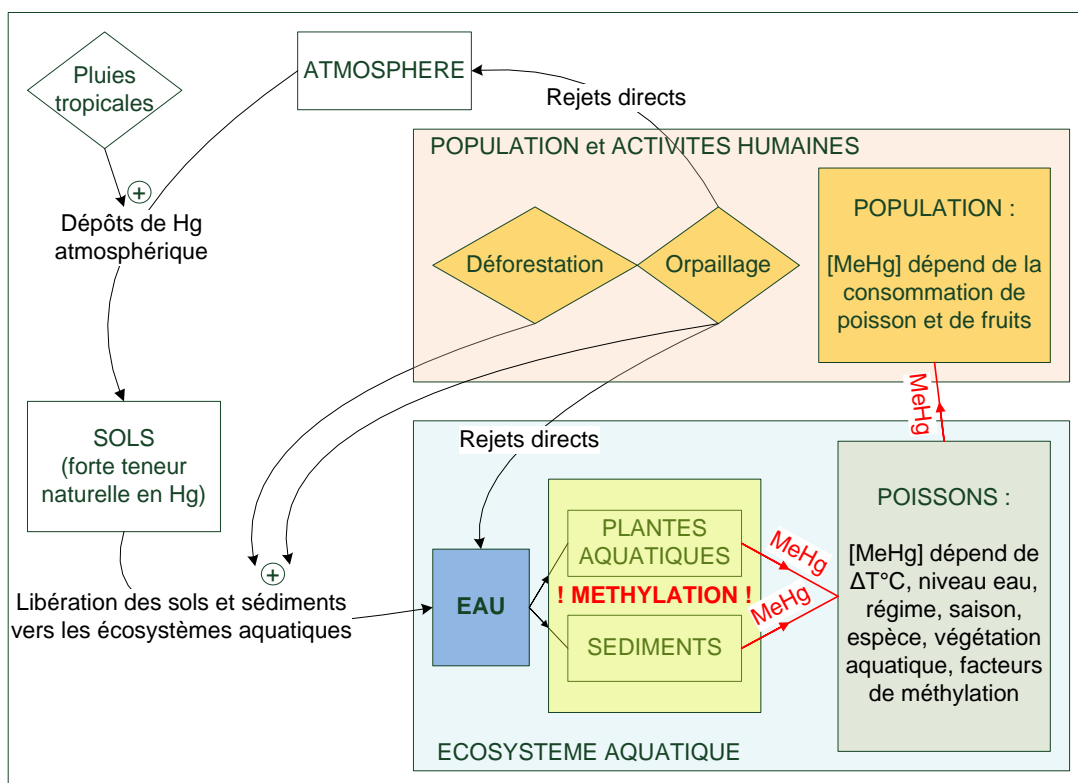


Figure 5 : Résumé du cycle du mercure en Amazonie brésilienne

⁴ Entretien avec George Porto Ferreira, IBAMA Brasília, 15 juin 2011.

2.2.1 Orpailage et mercure en Amazonie brésilienne

Le Brésil est le premier producteur Sud-Américain d'or, avec une production provenant à 90% de *garimpos*, sites d'orpailage en Amazonie brésilienne. Ces *garimpos* seraient à l'origine d'un rejet de 120 à 130 tonnes de mercure par an, dont, en première estimation, la moitié dans l'atmosphère et l'autre moitié dans l'écosystème aquatique (Roulet et al., 1999). Le *garimpo* le plus important se situe au centre du bassin du Tapajós (Nevado et al., 2010).

Dans cette région, l'or est extrait et exploité de façon artisanale. Il provient de la dégradation d'anciens filons de montagne, dans lesquels on le trouvait à l'état de trace, parmi d'autres minerais. Dans les zones géographiques riches de ce métal, il se trouve dans les plages de graviers et dans le lit des rivières sous forme de particules de taille variable. Dans les forêts tropicales comme la forêt Amazonienne, l'or se trouve sous forme de paillettes minuscules. Pour les amalgamer et les récolter plus facilement, les orpailleurs utilisent du mercure métallique liquide, connu pour sa capacité à former des alliages avec d'autres métaux. Les amalgames ainsi formés sont ensuite brûlés : le mercure s'évapore alors sous forme gazeuse dans l'atmosphère, permettant ainsi de « concentrer » l'or. Lors de ce processus, du mercure est donc rejeté à l'environnement :

- Lors du processus d'amalgamation : le mercure est utilisé en excès, une partie s'échappe donc directement dans l'eau et sur les sols ;
- Lors de la combustion des amalgames : tout le mercure s'évapore dans l'atmosphère, en raison de l'absence de dispositif pour en recueillir les vapeurs, ce qui constitue un apport supplémentaire de mercure dans ce réservoir.

Les activités d'orpailage provoquent aussi d'importants « dégâts collatéraux » dans les écosystèmes aquatiques. En effet, ces opérations impliquent d'importantes manipulations (excavations, dragages...) de sols et sédiments riches en mercure, ce qui contribue également à la forte augmentation de la teneur en Hg des milieux aquatiques proches de ces zones (Telmer, Costa, Simões Angélica, Araujo, & Maurice, 2006).

Les rejets des *garimpos* (sites d'orpailage en Amazonie brésilienne) ont longtemps été considérés dans les croyances communes –et dans le monde scientifique, malgré l'absence de démonstration claire de la relation de cause à effet– comme étant les seuls responsables d'une teneur élevée en mercure des rivières du bassin Amazonien.

2.2.2 Le sol : la source la plus importante de mercure

Cependant, dans les années 1990, plusieurs études (Roulet et al., 2000, 1999) ont montré que des populations vivant sur les rives du Tapajós à plusieurs centaines de kilomètres en aval de sites d'orpailage étaient exposées à des quantités de mercure (sous sa forme organique) suffisantes pour provoquer des dysfonctionnement de leur

système nerveux. De plus, et contrairement à ce qui était attendu, il n'a pas été mis en évidence de gradient de concentration de Hg dans l'eau en fonction de la distance à un site d'orpaillage. Il a par la suite été démontré que la concentration en Hg dans l'eau est ne dépend pas de la présence proche d'un site d'orpaillage, mais est liée à la quantité de matière particulaire en suspension (Roulet et al., 1998).

Ces connaissances, nouvelles à l'époque, ont donc remis en question l'hypothèse la plus simple de relation directe de cause à effet entre « rejet de Hg par les *garimpos* » et « teneur élevée en Hg dans les écosystèmes aquatiques ».

Elles ont poussé les auteurs travaillant sur le sujet à étudier plus précisément le cycle du mercure en Amazonie, en dépassant la seule considération des émissions anthropiques pour s'intéresser au mercure naturel contenu dans les différents compartiments de l'environnement.

2.2.3 Eléments spécifiques du cycle du mercure (naturel et anthropique) en Amazonie brésilienne

Les principales données actuellement disponibles quant au cycle complet du mercure sont présentées en annexe II. Quelques éléments caractéristiques de l'environnement Amazonien ayant un impact direct sur le cycle du mercure dans ces régions sont présentés sur la figure 5 et détaillés dans les paragraphes suivants.

- **Dépôt du Hg atmosphérique dans les sols**

Les forêts tropicales humides sont émettrices de gaz qui favorisent l'oxydation du mercure élémentaire ; par ailleurs, les nombreuses et abondantes pluies tropicales, caractéristiques de cette région, seraient un facteur favorisant les retombées au sol du mercure oxydé (Carmouze, Marc Lucotte, & Boudou, 2001).

Dans un écosystème Amazonien à l'état naturel, il a été montré que le Hg est recyclé et/ou retenu dans la forêt ou le sol (Roulet et al., 1999). Dans les 20 premiers centimètres de sol Amazonien, les teneurs cumulées en Hg sont comprises entre 10 et 70 mg/m², teneurs nettement supérieures (parfois dix fois plus élevées) à celles rencontrées dans les régions tempérées.

Par ailleurs, dans les sols des régions tropicales, il existe un renouvellement rapide de la couche organique supérieure du sol, limitant l'accumulation de mercure à l'intérieur de celle-ci (Nevado et al., 2010; Roulet et al., 1999). Le métal se trouve donc plutôt dans les horizons minéraux plus profonds, présent à des concentrations élevées sur plusieurs mètres de profondeur.

Cette accumulation importante de mercure par les sols Amazoniens ne constitue pas un problème à proprement parler. En revanche, il est beaucoup plus préoccupant de constater le fait qu'il existe certains processus pédogénétiques (non considérés ici) mais surtout anthropiques qui contribuent à la remobilisation de ce mercure vers d'autres compartiments de l'environnement où il sera méthylé.

- **Erosion et libération du Hg des sols**

Le facteur le plus étudié est l'érosion des sols liée à l'activité humaine d'agriculture sur brûlis, particulièrement répandue chez les populations Amazoniennes. Cette pratique, dite *slash and burn*, consiste à brûler des parcelles grossièrement défrichées pour pouvoir les cultiver sans labour. Cette activité n'est donc pas limitée à la seule combustion de biomasse, mais inclut une étape de déforestation puis une intense exploitation agricole du sol.

Ces pratiques ne sont pas sans conséquences pour les sols en question :

- En faisant disparaître tout un réseau de végétaux et de racines qui ont un rôle physique structurant, la déforestation désorganise profondément ces sols.
- De même, en éliminant une couverture végétale dense, le déboisement expose les sols aux intempéries : ceci favorise le ruissellement des précipitations, et par conséquent le lessivage et l'érosion des horizons supérieurs de ces sols, parfois jusqu'à quelques dizaines de centimètres de profondeur.

L'érosion, le lessivage et le ruissellement provoquent la remobilisation du mercure accumulé, qui peut alors changer de compartiment. Ceci contribue à expliquer l'augmentation importante des niveaux de Hg inorganique dans les écosystèmes aquatiques Amazoniens à proximité des zones récemment colonisées (Nevado et al., 2010; Roulet et al., 1999). Dans le fleuve Tapajós par exemple, les teneurs en Hg dans les colonnes d'eau et les sédiments sont affectées d'un facteur compris entre 2 et 3, et peuvent être modifiées sur plusieurs centaines de kilomètres (Carmouze et al., 2001) en aval de sites déboisés. Ce résultat a été confirmé par une étude ayant établi, en utilisant des isotopes de différents métaux, un historique de l'érosion des sols dans la partie basse du fleuve Tapajós (McCall, Robbins, & Matisoff, 1984).

Toutes ces perturbations ont pour **conséquence directe une augmentation de la concentration en Hg dans les écosystèmes aquatiques** (Maurice-Bourgoin, Quiroga, Chincheros, & Courau, 2000; Roulet et al., 1999), et donc une **augmentation la quantité de MeHg disponible**.

- **Méthylation du Hg dans les écosystèmes aquatiques**

Une fois parvenu dans les écosystèmes aquatiques, un réseau d'interactions biologiques complexes peut conduire à la conversion du mercure inorganique provenant des sols en méthylmercure (MeHg). Ces processus biologiques de méthylation, ainsi que ceux de la méthylation abiotique, n'ont pas encore été complètement élucidés (Nevado et al., 2010). La plus grande partie du mercure présent dans l'eau du Tapajós est liée à la fraction particulaire fine (40 à 80% du mercure total) : la quantité de matière particulaire en suspension, qui varie selon les saisons, est donc un facteur déterminant de la concentration en mercure de l'eau (Nevado et al., 2010; Passos & Mergler, 2008; Roulet et al., 1998).

Dans les écosystèmes aquatiques, le mercure s'accumule également dans les sédiments, où les processus de méthylation et déméthylation semblent majoritairement se produire. Les plantes aquatiques jouent aussi un rôle important dans la production et la bioaccumulation de méthylmercure, et constituent des pièges pour les particules en suspension transportant la majorité du mercure (Nevado et al., 2010).

- **Entrée du MeHg dans la chaîne alimentaire : les poissons**

Les sédiments et le plancton étant contaminés par le MeHg, les poissons qui s'en nourrissent se contaminent à leur tour : ils constituent alors un risque pour les populations humaines qui s'en alimentent, la consommation de poisson contaminé par le Hg étant le principal facteur d'exposition et de risque pour la santé humaine. Ceci a mené les agences sanitaires du monde entier à considérer le poisson comme une cible de leurs actions pour protéger la santé humaine. Les limites de qualité actuellement en vigueur, exprimées en concentration de mercure par gramme de poids frais sont résumées dans le tableau 1 :

Limite (ng/g)	0,5	0,5	0,5	0,3
Type	Mercure total		Mercure total	Méthylmercure
Source	(Journal officiel des Communautés européennes, 1993)		(World Health Organisation, 1990, 1991)	(Santé Canada, 2007)
Exception/ Remarque	1 ng/g pour certains prédateurs (20 espèces)		1 ng/g pour certains prédateurs : thon, requin, espadon...	Pour une consommation de 0,0175kg/poisson par jour

Tableau 1 : Limites réglementaires de qualité pour la teneur en Hg de poissons destinés à la consommation

2.2.4 Facteurs spécifiques à l'Amazonie brésilienne affectant la concentration en mercure des poissons

Les variations de température, du niveau de l'eau et du régime alimentaire des poissons au cours des saisons entraînent une grande variabilité des teneurs en mercure des poissons, variations elles-mêmes très dépendantes des espèces et du site où elles sont pêchées (Sampaio da Silva, M Lucotte, Paquet, & Davidson, 2009). Ainsi, il a été mis en évidence une échelle de contamination de 0,01 et 3,77µg/g (Passos & Mergler, 2008) pour différents sites de pêche du Tapajós.

Des différences significatives inter-espèces ont été relevées en fonction des différents niveaux trophiques auxquels elles appartiennent. En combinant ces résultats à d'autres études antérieures, il a été proposé une séquence trophique de biomagnification du mercure dans l'ichtyofaune de la région du Tapajós :

Herbivores \leq détritivores < omnivores < planctivores < carnivores omnivores/ichtyophages. (Nevado et al., 2010; Sampaio da Silva et al., 2009).

Au niveau des facteurs généraux influençant la concentration en MeHg, il a été montré que (J. R. D. Guimarães et al., 2000; Sampaio da Silva et al., 2009) :

- plus une zone de pêche est intensivement exploitée, moins ses poissons sont contaminés ;
- les poissons à croissance lente présentent des taux de mercure inférieurs aux autres ;
- les sites présentant une faible couverture forestière et une végétation aquatique dense sont significativement associés à des taux de MeHg plus élevés dans les poissons pêchés à proximité, et inversement (poissons plus faiblement contaminés dans des zones présentant une importante couverture forestière et une végétation aquatique peu développée) ;
- La production de méthylmercure dans les écosystèmes aquatiques n'est pas directement liée à la quantité de mercure totale, mais est fortement associée avec des facteurs favorisant la méthylation par des micro-organismes.

Il est important de noter que la variation saisonnière des facteurs influençant la méthylation (facteurs affectant notamment la végétation aquatique) contribuera à la variation saisonnière de la concentration de Hg dans les poissons.

Les données issues de ces études, nombreuses, variées, complexes et difficilement comparables, mettent cependant en évidence que la méthylation du Hg dans les écosystèmes aquatiques, et l'exposition initiale au méthylmercure des maillons les plus bas dans la chaîne trophique (plancton) impactent les taux de mercure dans plusieurs compartiments de l'écosystème aquatique, jusqu'à atteindre la population humaine.

2.2.5 L'Amazonie brésilienne, un environnement sensible

L'Amazonie brésilienne peut être considérée comme un « terrain de convergence de facteurs de risque de contamination du milieu [et des populations] par le mercure » (Carmouze et al., 2001). A l'origine de ceci se trouvent :

- Des caractéristiques naturelles bien particulières : des sols extrêmement riches en mercure ;
- Des activités anthropiques (orpaillage et déforestation) augmentant les teneurs de Hg de l'atmosphère et du sol dans ces zones, et provoquant sa remobilisation des sols vers les écosystèmes aquatiques ;
- Des facteurs favorisant sa méthylation (présence abondante de végétation aquatique), rendant possible son entrée dans la chaîne trophique et démultipliant son potentiel toxique ;
- Une biomagnification du méthylmercure au sein de la chaîne trophique.

Pour la suite de cette étude, il faudra donc garder à l'esprit principalement que :

- L'orpaillage est responsable d'émissions atmosphériques et aquatiques mais ayant des retombées localisées, limitées géographiquement ;
- Il est aussi à l'origine de pollutions indirectes, de par la manipulation de sédiments et sols contaminés, mais que ces pollutions n'ont pas, à ce jour, été quantifiées ;
- Toute activité anthropique favorisant l'érosion, et la déforestation principalement, est responsable d'une contamination importante des eaux, sédiments (Hg inorganique) et finalement des ressources halieutiques (MeHg), ce qui constitue le **principal facteur d'exposition et de risque pour la santé humaine**.

2.3 Mercure et populations humaines en Amazonie brésilienne

2.3.1 Les populations du Tapajós : un mode de vie qui les rend vulnérables

Les poissons, et plus généralement la faune aquatique, sont des éléments irremplaçables de l'alimentation quotidienne de nombreuses populations riveraines de la région du Tapajós. Ces populations vivent souvent de manière simple, en harmonie avec la nature et les environnements relativement sauvages dans lesquels elles se trouvent (Canuel, Marc Lucotte, & de Grosbois, 2009).

Une enquête alimentaire (Passos et al., 2001) menée auprès de 26 familles d'Amazonie brésilienne a montré que le poisson était la source de protéines animales la plus consommée (55% des jours de l'année en moyenne) devant les autres types de sources (viande bovine, gibier, volaille, porc). D'autres études (Passos, Mergler, Lemire, Fillion, & J. R. D. Guimarães, 2007) montrent, pour d'autres communautés, des résultats

convergentes : une moyenne de 7,4 repas par semaine sont à base de poisson, soit la moitié des repas environ. En terme de consommation quotidienne de poisson, elle est de l'ordre de 340g/jour, et peut augmenter jusqu'à 600g/jour pendant les périodes d'abondance (Passos & Mergler, 2008). Par ailleurs, ces différentes enquêtes alimentaires mettent en évidence une proportion de poissons piscivores (niveau trophique le plus contaminé) variant de 18 à 65% (Nevado et al., 2010) dans ces repas.

Utilisés dans le cadre de traditions, ou tout simplement pour répondre à leurs besoins en protéines vu la disponibilité limitée d'autres sources protéiques dans ces environnements, les poissons sont issus d'activités de pêche artisanale à l'échelle locale, activité qui constitue souvent une part importante de l'économie de ces communautés (Canuel et al., 2009) .

En ce qui concerne les populations urbaines, le problème de l'exposition au mercure par consommation de poisson se pose aussi, mais il a été moins étudié. Il a tout de même été mis en évidence que les conditions socioéconomiques influencent l'exposition des populations. Une étude (Passos et al., 2003) a comparé l'imprégnation de deux populations de milieux socioéconomiques différents : pour des poissons pêchés à deux endroits différents (correspondant aux lieux d'approvisionnement des deux groupes) mais ayant des teneurs comparables en mercure, le groupe économiquement défavorisé présentait des teneurs en mercure total (mesuré dans les cheveux) presque 4 fois plus élevées que celles de l'autre groupe. Ceci provient du fait que le poisson est un aliment de base facilement disponible et accessible aux populations défavorisées, qui en consomment alors d'avantage, augmentant ainsi leur exposition.

La plupart du temps, ces populations (les communautés Amazoniennes en particulier) ne sont pas conscientes des dangers du mercure, de sa présence dans l'écosystème ni par conséquent des risques qu'elles encourent en consommant du poisson contaminé. Ceci rend difficile les actions d'informations, de prévention et de réduction de l'exposition au mercure, d'autant que ces populations ne sont en général pas responsables de cette pollution (Canuel et al., 2009).

Les populations de la région du Tapajós (et de l'Amazonie brésilienne en général) sont donc confrontées à une situation délicate : un fleuve dont l'eau, les plantes aquatiques et les poissons sont contaminés à des niveaux variables par le méthylmercure, face une dépendance nutritionnelle, culturelle et économique à cette ressource contaminée.

Il existe également une contamination materno-fœtale (dite source de contamination secondaire), ce qui explique que des enfants présentent des taux de mercure parfois supérieurs à ceux des adultes, bien qu'ils aient été exposés moins longtemps.

Cependant, à ce jour, il semble qu'aucune étude n'ait pu identifier la contribution relative de cette voie d'exposition par rapport à l'exposition alimentaire pour les enfants (Passos & Mergler, 2008).

2.3.2 Exposition quantitative au méthylmercure

L'analyse générale des études d'imprégnation montre, depuis les 15 dernières années, une diminution des niveaux moyens de mercure dans les cheveux des populations riveraines du Tapajós. Ces niveaux moyens, de l'ordre de 20µg de mercure par gramme de cheveu (µg/g) avant 2001 sont passés sous la barre des 10µg/g dans des études menées sur les mêmes populations entre 2002 et 2007 (Nevado et al., 2010). Les raisons précises de cette baisse ne sont pas toutes élucidées, mais il est permis de supposer que les projets de recherche participative (tels le PLUPH, ou les projets Caruso I et II qui l'ont précédé), menées dans les communautés où ont été faites ces mesures, y ont contribué.

Toutefois, dans certaines communautés, la moyenne reste proche de 15µg/g. Ces niveaux élevés sont probablement le reflet de la multiplicité des sources de contamination de l'environnement, ainsi que la diversité des ressources de pêche (Passos & Mergler, 2008).

Du point de vue de l'apport journalier, dans certaines communautés, l'apport quotidien de mercure est voisin de 1 à 2 µg/kg/jour, donc supérieur à la recommandation de l'USEPA de 0,1 µg/kg/jour (USEPA, 2001), ou celle de l'OMS de 0,23 µg/kg/jour (Passos & Mergler, 2008; World Health Organisation, 2004). Toutefois, l'analyse d'imprégnation seule permet, en première approche, de considérer que ces populations ne sont plus exposées à des doses de Hg potentiellement néfastes pour leur santé, car largement sous le seuil de 50 µg/g de cheveux, et souvent inférieures à 10µg/g.

Cependant, un grand nombre d'études menées dans la région du Tapajós, montre des effets délétères sur la santé des populations même à des doses inférieures aux seuils proposés par l'OMS. Ces effets sont d'autant plus importants que ces populations sont souvent dans un état de santé relativement précaire : maladies hydriques et/ou infectieuses et parasitaires (malaria, maladie de Chagas, VIH, tuberculose...) peuvent affecter les défenses immunitaires des individus face à cette contamination.

2.3.3 Valeurs de référence

Le méthylmercure a une propension particulière à s'accumuler dans le tissu capillaire. La mesure du mercure dans les cheveux est donc considérée comme l'indicateur principal d'exposition pour les populations exposées de façon chronique par ingestion ; c'est cet indicateur qui est utilisé dans les valeurs guides internationales et dans la majorité des

études (ATSDR, 1999; Crinnion, 2000; Passos & Mergler, 2008; USEPA, 2001; World Health Organisation, 1990).

Les cheveux poussant de 1 à 1,5 cm par mois permettent d'avoir un historique de l'exposition au mercure. Les tableaux 2 et 3 présentent les valeurs de références en vigueur actuellement, pour le mercure capillaire et l'apport quotidien de mercure.

Valeur limite (µg/g de cheveu)	10	50
Type	Mercure	Mercure
Source	(World Health Organisation, 1990)	(World Health Organisation, 1990)
Remarque	Risque de 5% d'atteintes neurologiques chez les adultes	

Tableau 2 : Valeurs de référence pour la teneur capillaire en Hg

Valeur limite (µg/kg de poids corporel/jour)	0,23	0,1
Type	Mercure	Mercure
Source	(Passos & Mergler, 2008; World Health Organisation, 2004)	(USEPA, 2001)

Tableau 3 : Valeurs de référence pour l'apport alimentaire quotidien en Hg

2.3.4 Cibles physiologiques du méthylmercure et effets subcliniques

Les effets de l'intoxication aiguë par le méthylmercure ont été relativement bien étudiés, notamment en ce qui concerne des catastrophes industrielles comme à Minamata (1949 : consommation de poissons très contaminés) et en Irak (1956, 1960, 1971 : consommation de semences traitées au mercure pour leur conservation). En revanche, les effets de l'exposition chronique à des doses relativement faibles de mercure ne sont pas encore très bien connus.

Actuellement, les effets des expositions chroniques sont recherchés dans la même direction que les effets des expositions aiguës. Toutefois, comme le souligne assez nettement la littérature, et comme le rappellent toutes les personnes rencontrées dans le cadre de cette étude sans exception, il est difficile de distinguer précisément ce qui est provoqué par l'exposition au MeHg de ce qui résulte d'autres facteurs environnementaux ou sociaux pouvant avoir une influence sur l'état de santé de ces populations : maladies tropicales, maladies hydriques, parasitoses, faible niveau d'éducation, inadéquation entre les méthodes d'investigation et les populations concernées...

Par conséquent, les résultats présentés ici, bien qu'issus d'études scientifiques reconnues, restent donc à interpréter avec les précautions nécessaires.

Les principales affections mises en évidence pour l'exposition chronique au MeHg concernent :

- **Le système nerveux central** (diminution de la coordination fine des mouvements volontaires, troubles centraux de l'articulation, troubles de la sensibilité tactile, réduction du champ visuel, pertes d'audition, anomalies du développement du SNC des enfants)
- **Le système immunitaire** (réduction de l'immunité, développement d'autoimmunité)
- **Le système cardiovasculaire** (altérations variables de la pression artérielle).

Les détails des effets observés chez les populations riveraines du Tapajós ainsi que les études qui les ont mis en évidences sont présentés en annexe III.

2.3.5 Mesures de protection

Deux éléments ayant un potentiel effet protecteur par rapport à l'exposition au mercure dans le contexte de l'Amazonie brésilienne ont commencé à être étudiés : le sélénium et les fruits tropicaux.

Le sélénium a montré des effets protecteurs dans certaines études animales. Quelques corrélations positives entre des bioindicateurs de Se et de Hg ont été montrées, suggérant ainsi que le poisson lui-même pouvait être une source alimentaire de Se. Cependant, les études n'ont pas investigué l'aspect protecteur par rapport au mercure (Passos & Mergler, 2008).

D'autre part, il a été montré que la consommation de fruits tropicaux modifie la relation entre la consommation de poisson contaminé et les teneurs en mercure. Pour une consommation de poisson équivalente, le taux de mercure dans les cheveux est inférieur chez les personnes consommant des fruits par rapport à celles qui n'en consomment pas (Passos & Mergler, 2003; Passos, Mergler, Fillion, et al., 2007).

3 Comment le problème du mercure est-il pris en compte par le système de santé brésilien ?

Cette partie s'attachera à présenter le système de santé brésilien, sa perception de la santé environnementale, ainsi que sa prise en compte du problème de l'exposition chronique au mercure en Amazonie brésilienne. Dans le cadre de l'objectif de ce travail, l'accent sera mis sur la situation parfois particulière des Etats Amazoniens, principalement celui du Pará.

3.1 Démarche adoptée : entretiens avec les acteurs du système

Cette section est le fruit d'un important travail de synthèse d'informations issues de plusieurs sources de natures différentes. Certains documents publics, disponibles sur le site internet du Ministère de la Santé du Brésil⁵ ou celui de l'Organisation Panaméricaine de la Santé⁶ ont été utilisés pour une première approche. Cependant, ces documents sont peu nombreux, et d'ordinaire très généraux et synthétiques.

Une très grande partie de la démarche a donc été de préparer et de réaliser des entretiens avec un nombre important d'acteurs intervenant dans le système de santé, puis d'exploiter leur contenu. Ce sont ces entretiens qui ont permis d'obtenir la grande majorité des informations présentées dans cette partie. La liste des acteurs contactés et rencontrés est présentée en annexe IV.

Le choix des premiers acteurs rencontrés à Brasília a été fait en se référant aux relations déjà établies dans le cadre du PLUPH, et en utilisant les organigrammes et annuaires disponibles sur le site du Ministère de la Santé. Les acteurs étaient choisis pour leur implication dans le champ de la santé environnementale (institutionnels ou scientifiques), en fonction des descriptions disponibles. Chaque acteur a été interrogé en suivant les lignes directrices de la grille d'entretien présentée en annexe V. Les questions effectivement posées dépendaient essentiellement de la fonction de la personne rencontrée. Lorsqu'il s'agissait d'acteurs du milieu scientifique, l'entretien était axé sur des aspects techniques (biogéochimie du mercure, techniques analytiques, effet physiologiques...). A la fin de l'entretien toutefois, l'avis de l'acteur était demandé quant à la pertinence d'un système de surveillance, et, le cas échéant, sur les indicateurs jugés les plus opportuns, et des remarques générales à ce propos.

Lorsque la personne rencontrée faisait partie du milieu institutionnel (Ministères, Secrétariats décentralisés, Fondation Oswaldo Cruz...), le fonctionnement du système de santé brésilien, le rôle précis de l'acteur rencontré, l'organisation du système de

⁵ <http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/>

⁶ <http://new.paho.org/bra/>

surveillance et son intégration dans le système de santé brésilien constituaient le corps de l'entretien, l'avis plus personnel de l'acteur étant également sollicité en fin de discussion. Dans les deux cas, à la fin de l'entretien était évoquée la question d'autres acteurs que la personne rencontrée trouvait opportun d'interroger également.

Pour les entretiens à Belém et Santarém (niveaux étatiques et municipal, cf. paragraphe 3.2), un contact a été pris avec le « correspondant local » du PLUPH : en rencontrant cette personne, les besoins et objectifs du travail étaient discutés, puis cette personne orientait les demandes vers les acteurs les plus adaptés.

Avec l'accord de l'acteur rencontré, chaque entretien était enregistré. A l'issue de celui-ci, il était, à l'aide de l'enregistrement. Les informations fournies étaient ensuite classés en grands blocs thématiques, et les plus importantes étaient mises en évidence de façon à les retrouver plus facilement ensuite.

Les acteurs rencontrés ont également parfois fourni des documents internes à leur service (non confidentiels, mais non diffusés sur internet), qui ont permis de préciser certains aspects avec des informations officielles et à jour. Certains de ces documents sont présentés en en annexe (annexes VII, VIII et IX).

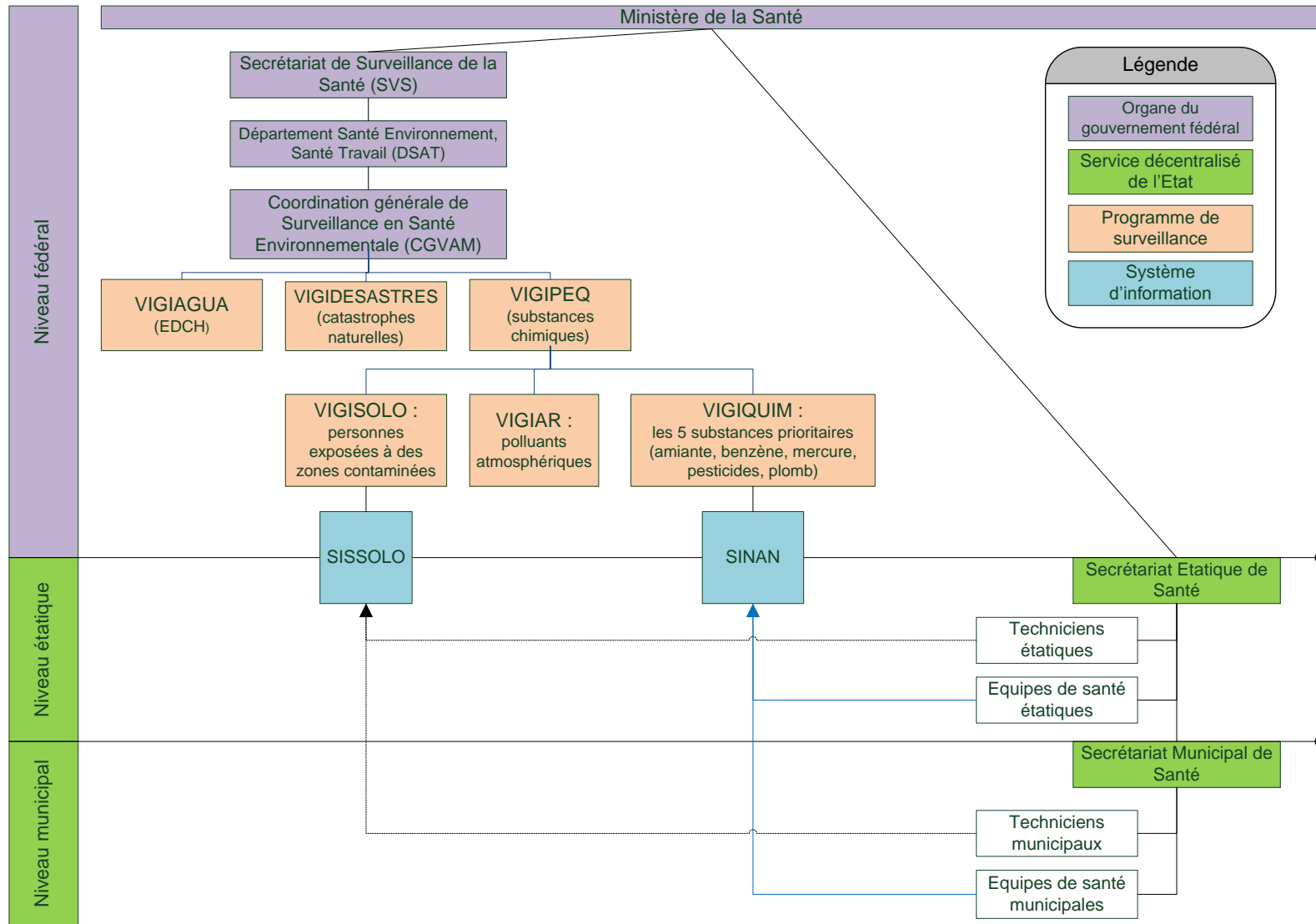
Ces personnes ont également pu transmettre des informations plus subjectives, non vérifiées ou non vérifiables dans une source bibliographique, soit parce que cette source n'existe pas, soit parce qu'elle relève de documents non diffusés. Certaines de ces informations ont été conservées et sont présentées ici, car il a été considéré que les conceptions personnelles des acteurs, en particulier lorsqu'ils interviennent à un niveau hiérarchique important ou qu'ils occupent une position notoire dans la communauté scientifique, sont des facteurs importants qui influencent et guident leur travail.

Enfin, tout ce travail est basé sur des informations qui étaient disponibles et rendues publiques ou portées à la connaissance des personnes rencontrées au moment de sa réalisation. La santé environnementale étant un axe de travail relativement récent du Ministère de la Santé brésilien, il est possible que certaines restructurations aient eu lieu, ou que certains système ou modes de fonctionnement présentés ici ne soient plus d'actualité.

3.2 Le système de santé brésilien (le SUS : Système Unique de Santé)

Une vue globale de l'ensemble des éléments (instances, programmes de surveillance, systèmes d'information) intervenant dans la prise en compte de la question du mercure est présentée sur la page suivante, sur la figure 6.

Figure 6 : Eléments du système de santé brésilien intervenant dans la prise en compte de la question du mercure



La Constitution brésilienne de 1988 marque la création du système public de santé brésilien, le SUS (Système unique de santé, Sistema único de Saúde). La conception, la mise en œuvre et le fonctionnement de ce système sont des défis d'une ampleur surprenante. Il s'agit en effet d'organiser la surveillance, la prise en charge et le suivi de la santé d'un peu plus de 198 millions d'habitants (dont 14% hors de zones urbaines et 0,25% de population indigène), inégalement répartis sur un territoire très hétérogène, regroupant sur environ 8,5 millions de km² des zones arides, semi-arides et tropicales. Pour atteindre ce but, et étant donné les nombreuses sources de variabilité (géographique, économique, sociale, environnementale, climatique...), le Brésil a adopté une forte politique de décentralisation, qui s'applique aussi pour le système de santé.

Administrativement, le Brésil est divisé en 5 macro-régions, comportant chacune un certain nombre d'Etats (26 au total, et un District Fédéral), eux-mêmes divisés en municipalités (*municípios*, chacune comprenant une ville ainsi que tous les villages ou communautés dans une certaine zone géographique autour de cette ville).

Le niveau central du pouvoir (niveau fédéral) est constitué de différents ministères, chacun étant chargé de la définition de tous les éléments des politiques publiques (orientations, protocoles, budget...) dans son domaine. Tous les ministères disposent de services décentralisés aux niveaux étatique et municipal sous forme de secrétariats, chargés d'appliquer à ces niveaux locaux les différentes politiques élaborées au niveau fédéral. Du point de vue de la santé, l'interaction entre les différents niveaux est permise par l'organisation régulière (tous les 4 ans) de conférences de santé, qui ont lieu successivement aux différents niveaux pour permettre une remontée des informations locales.

3.3 La santé environnementale dans le système de santé brésilien aux différentes échelles administratives

3.3.1 Les acteurs du niveau fédéral : les divisions du Ministère de la Santé

Le Ministère de la Santé (MS) est organisé, au niveau fédéral, en plusieurs secrétariats, couvrant chacun un domaine précis. Dans le cadre de la présente étude, le Secrétariat de Surveillance de la Santé (SVS, Secretaria de Vigilância em Saúde), comprenant notamment le département de surveillance en santé environnementale et santé au travail (DSAT), est l'acteur de référence.

Sa mission est de « formuler, réguler et mettre en œuvre les politiques de surveillance en santé environnementale et santé au travail, de manière à éliminer ou réduire les risques, prévenir l'apparition de maladies et affections pathologiques, en intervenant au niveau

des déterminants du processus santé-maladie qui découlent des modèles de développement, des processus productifs et des expositions environnementales, le tout dans un objectif de promotion de la santé des populations »⁷.

C'est le DSAT qui a pour mission de développer et de mettre en œuvre le Subystème National de Surveillance en Santé Environnementale (SINVSA), notamment grâce à la Coordination Générale de la Surveillance en Santé Environnementale (CGVAM) chargée, entre autres attributions, de toutes les questions de contaminations chimiques.

3.3.2 Les secrétariats étatiques et municipaux de santé

En théorie, chaque secrétariat devrait disposer d'un département de surveillance en santé environnementale. En réalité, d'après les dernières données publiées, en 2007 seuls 72% des secrétariats disposaient d'un service structuré de surveillance en santé environnementale (Ministério do Planejamento orçamento e gestão, 2008).

Les secrétariats étatiques de santé (SES) ont pour fonction la « coordination, la gestion des ressources stratégiques et l'exécution d'actions et services complémentaires » (Organización Panamericana de la Salud, 2008), et sont responsable de la prise en charge des affections de « moyenne complexité ». Les secrétariats municipaux de santé (SMS) ont pour « responsabilité primordiale d'adopter les mesures et de fournir des services sanitaires pour les populations concernées [...] avec la coopération technique et financière de l'Union et des Etats ». Pour ceci, ils disposent de centres et de postes de santé, dans lesquels travaillent des équipes multidisciplinaires comportant (dans le meilleur des cas) un médecin, un infirmier, des aides-soignants et des agents communautaires de santé. En moyenne, une équipe de santé est chargée d'environ 1000 familles (Organización Panamericana de la Salud, 2008). Les actions des secrétariats de santé municipaux sont prioritairement la prise en charge de problèmes de santé « basiques » et la gestion de l'assainissement. Ils peuvent également intervenir ponctuellement pour des questions de santé de « moyenne complexité ».

Il n'existe pas de document précisant le rôle de chacun de ces secrétariats dans le cadre des politiques de santé environnementale. Leur rôle est en revanche défini explicitement dans les protocoles rédigés pour des questions spécifiques. En absence de protocole, ce sont les orientations pour la santé en général qui s'appliquent.

⁷ Présentation de Guilherme Netto (directeur du DSAST), Séminaire National de Surveillance des personnes exposées à des substances chimiques, mai 2011

3.4 Prise en compte de la question du mercure dans le champ environnement-santé

La CGVAM, organe de surveillance en santé environnementale, a développé trois grands programmes de surveillance dans le cadre desquels elle organise son action. Ils sont axés respectivement sur les eaux destinées à la consommation humaine (Vigiagua), les catastrophes naturelles (Vigidesastres) et l'exposition des populations aux substances chimiques (Vigipeq).

3.4.1 Le VIGIPEQ : Programme de surveillance des personnes exposées à des substances chimiques

Ce programme « a pour objectif le développement d'actions de surveillance sanitaire de populations potentiellement exposées à des contaminants chimiques dans les sols, dans l'air et dans la biota, visant la recommandation et l'institution de mesures de promotion de la santé, de prévention des facteurs de risque et de prise en charge sanitaire des populations exposées, conformément aux préconisations du SUS. » (Ministério da Saúde, 2010).

Tout en fournissant donc des objectifs, un cadre et des outils de travail communs pour les trois compartiments qu'il cible (sols, air, biota), le programme VIGIPEQ présente une structuration permettant d'adapter au mieux ses actions aux spécificités des problématiques qu'il traite. Les trois axes de travail sont définis par le type d'exposition, et concernent :

- Les populations exposées à des polluants atmosphériques (VIGIAR, axe non pertinent dans le cadre de l'objectif de ce travail)
- Les populations exposées à des zones contaminées (VIGISOLO)
- Les populations exposées aux 5 substances chimiques prioritaires que sont l'amiante, le benzène, le mercure, les pesticides et le plomb (VIGIQUIM).

Dans le cadre de ce travail, l'accent sera mis sur les populations exposées à des zones contaminées, seul axe du programme actuellement développé pour le mercure.

3.4.2 La composante VIGISOLO du VIGIPEQ

La surveillance sanitaire de populations exposées à des zones contaminées a commencé à se structurer en 2004, à partir d'expériences pilotes et d'activités développées en partenariat entre les Etats, les municipalités, le milieu universitaire et d'autres secteurs. L'objectif est de « proposer un modèle qui incluse promotion, protection de la santé, prévention des atteintes à la santé, diagnostic, traitement, rééducation, maintien et surveillance de la santé, **en accord avec les spécificités des territoires** ».

Le fonctionnement de VIGIPEQ pour les zones contaminées fait intervenir 6 étapes :

- 1) Identifier les populations exposées à des zones contaminées par des substances chimiques
- 2) Définir les contaminants d'intérêt, et déterminer les voies d'exposition de la population, puis prioriser les zones
- 3) Qualifier les informations, évaluer les risques pour la santé humaine et élaborer et implémenter les protocoles de surveillance et de prise en charge clinique des populations exposées
- 4) Publier et gérer le système d'informations de surveillance sanitaire des populations exposées à ces zones contaminées
- 5) Réaliser et/ou stimuler des actions de communication et d'éducation sur ce risque sanitaire
- 6) Gérer les actions en ce qui concerne l'exposition humaine aux substances chimiques au niveau Fédéral.

Pour pouvoir atteindre les objectifs de chacune de ces étapes, des protocoles spécifiques sont établis à chaque niveau, jusqu'à celui de la gestion.

3.4.3 La place du mercure dans le VIGIPEQ

Bien qu'intervenant dans chacun des 3 axes du programme VIGIPEQ, et bien qu'y figurant explicitement comme substance prioritaire, la prise en compte effective du mercure, tant au point de vue de la surveillance que des actions entreprises, n'en est qu'à un stade très préliminaire.

L'idée de VIGIPEQ est de proposer une approche qui soit la plus globale et intégrée possible. Dans les régions où les populations sont exposées au mercure, mais sont aussi fortement touchées par certaines maladies tropicales ou hydriques, le mercure ne peut être considéré sans prendre en compte le contexte dans lequel il s'inscrit, contexte qui varie énormément d'une zone géographique à l'autre, d'un état à l'autre, d'une municipalité à l'autre. Ainsi, l'exposition au Hg est considérée comme un facteur déterminant de l'état de santé parmi un ensemble de nombreux autres facteurs.

Si, à ce jour, il n'existe aucun programme spécifique au mercure, il existe cependant, dans le cadre du processus à 6 étapes présenté plus haut, quelques protocoles généraux le concernant. Ceux-ci s'inscrivent dans la mise en œuvre de systèmes d'informations qui existent déjà au sein du SVS. Les deux principaux systèmes d'informations qui concernent directement le mercure sont le SISOLO et le SINAN ; le SIMPEAQ, en cours de restructuration, est également une piste prometteuse. Ces systèmes sont présentés en détails dans les parties qui suivent ; une vue synthétique et correspondant à la formalisation proposée par Pertina dans la section I sont proposés en annexe VI.

3.4.4 Le système d'information pour le mercure environnemental : SISOLO

Le SISOLO est le système d'information du programme VIGISOLO pour la surveillance de populations exposées à des sols contaminés. Il permet le recensement des zones comportant des populations exposées ou potentiellement exposées à des substances chimiques. SISOLO est un outil important pour l'orientation et la priorisation des actions de surveillance sanitaire des populations exposées à des substances chimiques, réunissant des informations sur les zones identifiées et enregistrées en continu.

La voie d'entrée dans ce système est une « fiche de terrain » (annexe VII) (remplie par un technicien du secrétariat municipal de santé lors de sa visite de site), destinée à l'identification et à la caractérisation de zones comportant des populations exposées ou potentiellement exposées à des contaminants chimiques. Les zones visitées pour être référencées sont soit déjà connues des SES et SMS comme potentiellement contaminées (zones en activité industrielle, de stockage de déchets...), soit signalées par des riverains (ayant constaté odeurs, dégradation de la qualité de l'eau, aspect visuel des zones...).

Certaines sections doivent être préremplies avant la visite de terrain, grâce à une collecte d'informations « auprès des institutions susceptibles de posséder ces données, principalement les institutions environnementales ». Ces informations préliminaires doivent notamment préciser si des études ont déjà été menées dans cette zone, en ce qui concerne les expositions humaines et/ou la contamination environnementale, et s'il y existe actuellement des actions mise en œuvre par les institutions environnementales.

La visite de terrain doit permettre de « reconnaître la zone, de valider et de compléter les informations pour permettre d'établir une caractérisation initiale de la situation ». Il est également précisé qu'il est « important de noter que la visite de terrain pour le remplissage de cette fiche [...] a pour but principal de réaliser une caractérisation initiale de son état en considérant les aspects importants pour la santé humaine. ».

Outre les informations générales de localisation de la zone investiguée, le technicien chargé de remplir la fiche doit spécifier, entre autres informations :

- le classement de cette zone (ancienne zone industrielle, activité industrielle, zone de dépotage de déchets industriels, contamination naturelle, zone minière...);
- les contaminants chimiques potentiellement présents : jusqu'à 20 items à choisir dans une liste de 204 contaminants, dont le mercure ;
- la population potentiellement exposée : description qualitative (population générale ou travailleurs, classe sociale...) et quantitative (distance entre la zone contaminée et la population, estimation du nombre de personnes concernées...);
- les caractéristiques de ressources hydriques éventuellement présentes ;
- les caractéristiques du système d'alimentation en eau potable dans cette zone.

Toutes ces informations sont saisies dans la base de données informatique du SISOLO, ce qui permet ensuite une priorisation des aires selon un protocole établi (annexe VIII). Un système de notation relatif au risque potentiel pour la santé des individus est utilisé. Cette notation attribue à chaque zone un score compris entre 0 et 100, définissant 5 niveaux de priorité (90-100 ;60-89 ;35-59 ;20 -34 ;0-20) (Ministério da Saúde, 2010).

Cette priorisation permet donc de classer les zones contaminées en vue d'orienter les moyens et actions de santé publique, sur une base de présence de mercure dans l'environnement. Pour l'instant, cette détection est limitée aux sols, et il faut noter d'une part que cet outil n'est pas spécifique au mercure, et d'autre part qu'il n'en existe à ce jour pas d'autre concernant le mercure dans d'autres compartiments de l'environnement.

3.4.5 Le système d'information pour le mercure et la santé : le SINAN (Système d'information pour les atteintes à la santé soumises à notification)

Ce système d'informations, fonctionnant sur un principe similaire à celui du système français de Maladies à déclaration obligatoire, permet de recenser et d'enregistrer les cas de différentes atteintes à la santé. Toutefois, il est important de noter que les cas inclus dans ce système sont des **cas suspects**, qui sont ensuite confirmés ou infirmés.

Certaines atteintes à la santé sont soumises à une notification obligatoire ; pour d'autres, il est du choix des Etats et des municipalités de déclarer des affections non soumises à notification, mais importantes dans leur secteur géographique. Longtemps tourné vers les maladies transmissibles, il comporte à présent un plus grand nombre de catégories (Ministério da Saúde, 2005). L'entrée dans ce système se fait par une consultation médicale : ainsi, il permet de signaler des cas d'intoxication par le mercure lorsque la personne présente déjà des symptômes.

Lorsqu'un professionnel de santé reçoit une personne pour laquelle il **soupçonne** une telle intoxication, il doit remplir la fiche de notification individuelle du SINAN correspondante, celle d'une « intoxication exogène » (annexe IX). Cette utilisation s'inscrit théoriquement dans le cadre du programme VIGIQUIM (surveillance des populations exposées aux 5 substances chimiques prioritaires, dont le mercure), mais il n'existe à ce jour aucun document encadrant spécifiquement l'utilisation du SINAN pour notifier une intoxication au mercure dans le cadre de VIGIQUIM.

Un cas suspect est défini comme « tout individu qui a été exposé a des substances chimiques (pesticides, médicaments, produits domestiques, cosmétiques et produits d'hygiène personnelle, produits chimiques industriels, drogues, plantes, aliments et boissons) présentant des signaux et symptômes cliniques d'intoxication et/ou l'altération de certains examens de laboratoire probablement ou possiblement compatibles ».

En plus d'informations générales sur le patient, le professionnel de santé doit spécifier la classification de l'agent toxique (catégorie « métal »), jusqu'à 3 voies d'exposition soupçonnées, les circonstances, le lieu et le type d'exposition.

Que le cas soit confirmé ou infirmé, il reste enregistré dans le SINAN. Ces données permettent, pour certaines affections (peste, rage, fièvre jaune, mais pas, actuellement, pour des intoxications exogènes) de déclencher une alerte, ou servent de base à l'orientation des politiques publiques de santé dans certaines régions.

3.4.6 Le SIMPEAQ, un système non fonctionnel mais une perspective intéressante

Il s'agit du Système de monitoring des populations exposées à des agents chimiques. Actuellement en restructuration complète et donc non opérationnel, il a été créé à l'origine pour répondre aux demandes des services de surveillance principalement en ce qui concerne la santé au travail. Dans sa dernière version, il a été adapté à traiter des informations concernant des expositions au benzène et à l'amiante. Il a été conçu pour enregistrer et gérer de nombreuses variables sur l'exposition et les symptômes cliniques : c'est d'ailleurs une fiche concernant ces derniers qui est le point d'entrée dans ce système d'informations. Un second module, en développement, doit permettre d'y associer des informations environnementales (pour l'instant limitées aux environnements professionnels).

Bien qu'étant uniquement développé pour le benzène et l'amiante et actuellement en restructuration, le principe de ce système, permettant d'associer données cliniques et environnementales, pourrait être un apport intéressant dans la conception du modèle proposé dans cette étude.

En revanche, il n'a pas été possible de rencontrer les acteurs clefs de ce système pour discuter des applications éventuelles au problème du mercure. Il ne sera donc pas développé dans la partie suivante.

4 Proposition d'un système de surveillance pour l'exposition chronique au mercure en Amazonie brésilienne

4.1 Limites actuelles de la prise en charge du mercure dans le SUS

4.1.1 Limites de la prise en charge par le VIGIPEQ

Le programme VIGIPEQ étant relativement récent, il est précisé dans les documents destinés aux personnels de la CGVAM, que « les protocoles de prise en charge sanitaire se trouvent à différents stades d'avancement dans différents endroits, étant développés et coordonnés de façon collective par les techniciens des différents niveaux de gestion [...]». (Ministério da Saúde, 2010).

D'un point de vue plus technique, il n'existe à l'heure actuelle pas de consensus de la communauté scientifique pour détecter des expositions au mercure à partir du niveau environnemental, en particulier en ce qui concerne les sols (aspect considéré par la composante VIGISOLO du VIGIPEQ), et en tirer des conclusions quantitatives. En effet, il n'existe aucun seuil à partir duquel un sol considéré comme étant à risque pour les personnes vivant à proximité de cette zone.

De plus, malgré le fait à présent bien établi que la déforestation provoque la mobilisation du mercure des sols vers les écosystèmes aquatiques, disposer des seules données de contamination par le Hg du sol est insuffisant : ces données doivent être associées à des considérations dynamiques de type hydrogéologiques, et à des indicateurs d'utilisation des sols en question. Enfin, du point de vue de la toxicité, les informations disponibles sont fragmentaires et incomplètes, ce qui peut amener à une priorisation mal adaptée de zones enregistrées en utilisant le protocole existant.

La considération environnementale actuelle du Hg, non spécifique et limitée aux seuls sols, est donc tout à fait insuffisante dans un objectif de santé publique.

4.1.2 Limites de l'utilisation pour le Hg du SINAN

Le SINAN est un élément du système de santé brésilien qui fonctionne relativement bien selon les acteurs du système de santé, avec un taux de notification de cas avérés d'environ 70%⁸. Même si ce taux reste perfectible, il n'en est pas moins satisfaisant, au vu des contraintes de toutes natures qui s'exercent sur le fonctionnement du SUS et du jeune âge de ce dernier. Toutefois, le taux de notifications de cas d'intoxication chronique au mercure est très faible : les équipes de santé ne sont pas formées à détecter ce genre de situations⁹.

⁸ Entretien avec Amiraldo Pinheiro et Francly Corrêa, SESPA Belém, 7 juillet 2011.

⁹ Entretiens avec Amiraldo Pinheiro et Francly Corrêa, SESPA Belém, 7 juillet 2011 et Priscila Bueno, CGVAM, 10 août 2011

De plus, le SINAN reste un système de notification. Son utilisation dans un but de surveillance dépend donc en grande partie de l'objectif de celle-ci. Si la détection de personnes présentant déjà des symptômes d'intoxication chronique par le mercure entre encore dans le niveau de risque acceptable défini, ce système peut, sous réserve de quelques aménagements, constituer une option viable pour identifier des zones à risques méritant des investigations plus poussées.

En revanche, dans le cadre d'un dispositif de surveillance en santé environnementale, visant à détecter les environnements à risques avant qu'ils n'aient affecté les populations, ce système est plus adapté à un processus d'alerte qu'à la surveillance.

4.2 Objectifs de la surveillance et de l'alerte pour l'exposition chronique au Hg en Amazonie brésilienne

Dans le modèle conceptuel proposé par Pertina, la **surveillance** en santé publique est un « processus continu d'**appréciation de l'état de santé d'une population et de ses déterminants** par la collecte, l'analyse et l'interprétation des données sur la santé et ses déterminants à l'échelle d'une population » (Romaña & Gainza, 2010b). Un **système d'alerte** est une **composante d'un système de surveillance** qui vise à détecter le plus précocement possible tout événement anormal. **Son objectif est de permettre une réponse rapide sous forme de mesures de protection de santé de la population.**

Pour le SVS, le Subystème National de Surveillance en Santé Environnementale (SINVSA), comprend « l'ensemble des actions et services fournis par des organes et entités publics et privés relatifs à la surveillance en santé environnementale, visant la **connaissance et la détection ou prévention de tout changement des facteurs déterminants ou conditionnant de l'environnement qui interfèrent sur la santé humaine**, avec pour **objectif de recommander et d'adopter des mesures de promotion de la santé environnementale, de prévention et de contrôle des facteurs de risque** reliés aux maladies et autres affections de la santé ».

Ces deux définitions font clairement apparaître la notion de facteurs déterminants de la santé, et proposent d'axer la surveillance sur ces derniers.

Ainsi, dans le cadre de l'exposition chronique au mercure, l'objectif du système de surveillance proposé est de **détecter** et de **prévenir** toute **anomalie** (par rapport à un **référentiel** bien défini) dans les **facteurs déterminants la présence de mercure ou sa teneur** dans différents compartiments des **environnements dans lesquels ou à proximité desquels vivent des populations humaines, dont la santé pourrait être directement affectée par ces anomalies**. Etant donné le caractère avéré de la question de l'exposition chronique au mercure en tant que menace pour la santé des populations et étant donné la faible portée des actions déjà en œuvre, il est important de souligner que

ce système a pour but de détecter toute anomalie, qu'elle soit déjà existante au moment de la mise en place du système, ou qu'elle survienne plus tard temporellement une fois le système déjà en place.

4.3 La menace environnementale et l'anthroposystème

Cette description est résumée dans le tableau 4, en s'appuyant sur les questions soulevées en 1.5. Les autres rubriques (situation d'exposition et référentiel) font l'objet de paragraphes spécifiques (respectivement 2 et 4.4).

Questions concernant la menace environnementale :	
Quel est l'aléa dans la situation d'exposition chronique au mercure par ingestion ?	Les territoires de la région du Tapajós dont les poissons sont contaminés par le MeHg et où vivent des populations qui s'en nourrissent
Peut-on spatialiser cet aléa, et si oui, comment ?	Cet aléa résultant de plusieurs facteurs, il faudrait idéalement spatialiser : <ul style="list-style-type: none"> - La présence de poissons contaminés (campagnes de dosage) - La consommation de poissons contaminés (enquêtes alimentaires) - Les environnements favorables à la méthylation (études environnementales) - Les activités à l'origine de contaminations des écosystèmes aquatiques (orpaillage et déforestation : institutions environnementales)
Comment se définit la vulnérabilité des populations par rapport à ce risque ?	<ul style="list-style-type: none"> - Fréquence et importance de la consommation de poisson - Fréquence et importance de la consommation de fruits tropicaux et des apports en sélénium - Etat de santé général (maladies tropicales, autres atteintes à la santé...) - Facteurs génétiques
Question concernant l'anthroposystème :	
Quels sont le/les sociosystèmes impliqués ?	Toutes les communautés riveraines de la région du Tapajos, toutes grandes consommatrices de poisson pêché dans le Tapajós
Quels sont le/les écosystèmes qui interviennent ?	<ul style="list-style-type: none"> - Ecosystèmes terrestre (air, sol) - Ecosystèmes aquatiques (eau, sédiments, ichtyofaune)
Quelle est précisément la zone géographique correspondante ?	Tout le bassin du Tapajos comprenant des communautés riveraines, l'ensemble du fleuve étant, a priori, concerné par la contamination
Quels sont les facteurs internes ou externes au système à prendre en compte ?	<ul style="list-style-type: none"> - Autres facteurs conditionnant l'état de santé des populations - Autres facteurs conditionnant le cycle du mercure en Amazonie brésilienne (émissions à l'atmosphère, précipitations, méthylation)

Tableau 4 : Description de la menace environnementale et de l'anthroposystème

4.4 Construction des indicateurs et du référentiel

Ce référentiel doit, dans le cadre de la mise en œuvre opérationnelle du système, être établi et validé par les pouvoirs publics de chaque niveau de décentralisation, en collaboration avec les professionnels de santé (de chaque niveau également) et le milieu académique (source des connaissances scientifiques, base indispensable à la construction d'un tel référentiel). Il doit être établi en choisissant, au préalable, un niveau de risque acceptable, niveau en dessous duquel aucun processus d'alerte ne sera déclenché.

4.4.1 Proposition de référentiel

La figure 7 propose un résumé de la situation d'exposition considérée, et replace dans leur contexte tous les indicateurs potentiels. Le tableau 5 propose un référentiel pour la surveillance de l'exposition chronique au MeHg en Amazonie brésilienne, listant les indicateurs retenus. Ceux-ci sont considérés individuellement dans les paragraphes suivants.

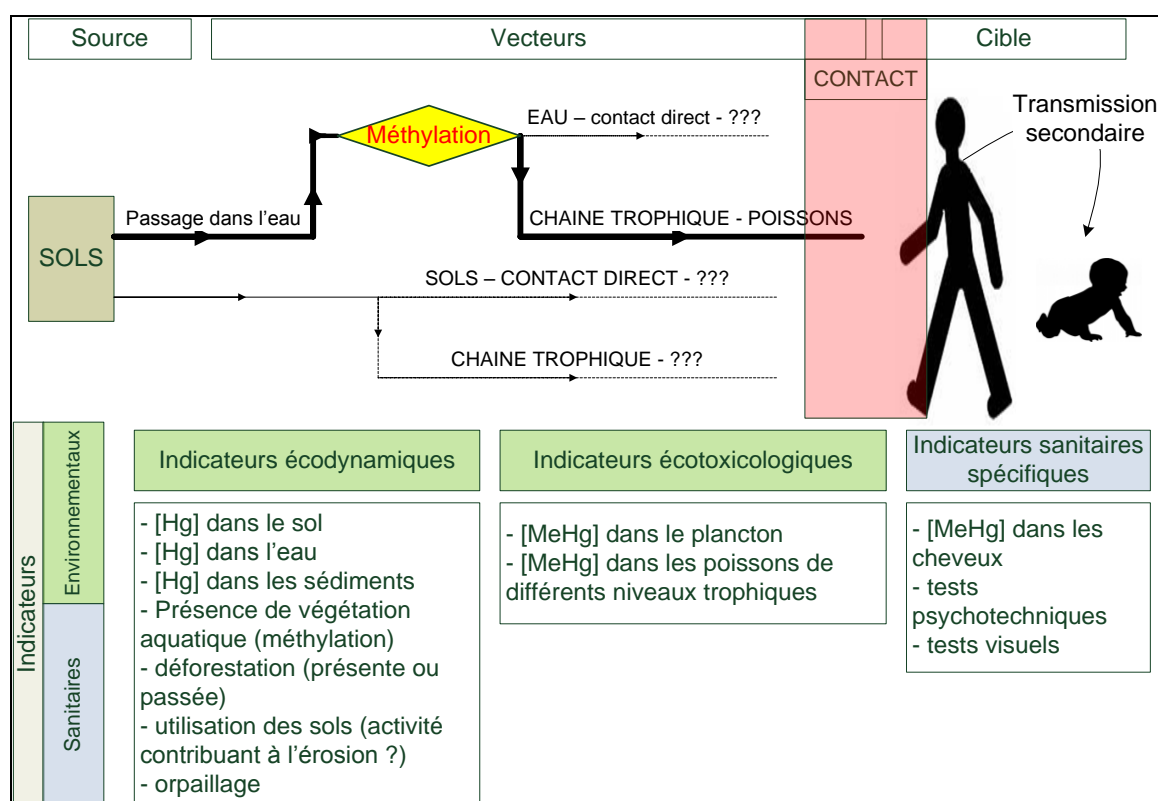


Figure 7 : Résumé de la situation d'exposition au méthylmercure en Amazonie brésilienne et indicateurs potentiels

En ce qui concerne le tableau 5, la dernière colonne propose différentes stratégies en réponse au dépassement du seuil des indicateurs : une alerte en ce qui concerne la santé (AIS), une action directe en ce qui concerne la santé (AcS), ou une investigation plus poussée de cet aspect (IS). Ces propositions sont les mêmes pour des actions environnementales (respectivement AIE, AcE et IE).

Tableau 5 : Proposition de référentiel pour la surveillance de l'exposition chronique au MeHg

Prio rité	Cible	Indicateur	Seuil	Action
1	Populations	Biosurveillance : Hg cheveux	Seuils existants, mais remis en question et non adaptés	AIS + AcS
2	Populations	Tests psychotechniques	Liste précise et seuils à déterminer	AIS + AcS
3	Populations	Tests visuels	Liste précise et seuils à déterminer	AIS + IS + IE
4	Ecosystème aquatique	Taux de Hg dans les poissons (espèces prioritaires)	Seuils à établir (seuils existants inadaptés)	AIS + AIE
5	Populations	Taux de consultations médicales pour troubles visuels ou psychomoteurs	Seuil à définir	AIS + IS + IE
6	Ecosystème aquatique	Teneur en matière particulaire dans l'eau	Seuil à établir	AIE + IS + IE
7	Ecosystème aquatique	Présence de végétation aquatique de surface importante	Description qualitative	AIE + IE + IS
7	Activités anthropiques	Déforestation dans un rayon de /// km et > ///ha	Seuil à établir	AIE + AcE + IS
7	Ecosystème aquatique	Teneur en Hg dans l'eau	Seuil à établir	AIE + IE + IS
7	Ecosystème aquatique	Teneur en Hg dans les sédiments	Seuil à établir	IE
7	Ecosystème terrestre	Teneur en Hg dans les sols	Seuil à établir	IE

4.4.2 Indicateurs environnementaux

A) La source de Hg : le sol

A première vue, la richesse en Hg des sols Amazoniens étant la source principale de la contamination de la chaîne trophique, un premier indicateur pourrait faire intervenir la teneur en Hg des sols, dans une bande bien définie autour du fleuve Tapajós. Ainsi, il serait possible de cartographier la richesse en mercure de la zone pour obtenir une première estimation, très grossière, d'une aire de risque en associant cette cartographie avec des éléments hydrogéologiques (orientation des bassins versants, niveau piézométriques et sens d'écoulement...).

Cependant, il est indispensable de s'interroger quant à la pertinence d'un tel indicateur, et à la qualité de l'information qu'il pourrait apporter. Il existe une telle complexité des processus entre la libération de Hg métallique des sols et l'ingestion de poisson contaminé par le MeHg par les populations, que l'information de la teneur en Hg des sols n'a de sens qu'une fois associée à des données complètes sur les phénomènes hydrogéologiques subis par ces sols, sur leur utilisation, et sur l'importance des processus de méthylation qui ont lieu à proximité.

Toutefois, la contamination des sols est actuellement le seul élément du système de santé brésilien fonctionnel pour la problématique du mercure. Dans une vision pratique, cet indicateur pourrait donc, dans un premier temps, être considéré.

Enfin, l'idée de mesurer la teneur en Hg des plantes terrestres plutôt que dans le sol n'est pas une hypothèse viable, l'absorption de Hg par les racines de la plupart des végétaux testés à ce jour n'étant pas significative (Nevado et al., 2010).

B) Les vecteurs : eau, sédiments, végétation aquatique et poissons

Eau, sédiments et végétation aquatique

L'eau est le principal vecteur de la contamination de la chaîne trophique à partir soit de rejets directs de Hg sur les sites d'orpaillage, soit d'apports indirects du sol sous l'influence des activités humaines favorisant l'érosion. Les eaux naturelles ont en général une concentration en mercure inférieure à 5ng/L ; cependant, dans le fleuve Tapajós, les études font état de concentrations variant entre 0,2 et 15 ng/L (Nevado et al., 2010). Toutefois, dans l'eau, le mercure libre se trouve majoritairement sous forme métallique, ne provoquant aucune contamination de la chaîne trophique. Ainsi, le dosage de Hg dans ce compartiment de l'environnement ne permettrait qu'une cartographie grossière des zones les plus à risques, son passage sous forme MeHg dépendant d'autres facteurs.

Les sédiments jouent un rôle important dans la méthylation du Hg. Cependant, les études disponibles sont trop limitées pour pouvoir tirer des conclusions valables, et il semble exister une très importante variabilité spatio-temporelle qui rendrait la considération du taux de Hg dans les sédiments complexe à utiliser en tant qu'indicateur opérationnel.

Enfin, l'écosystème aquatique évoque bien entendu aussi l'ensemble de la végétation qui s'y trouve, et qui peut être le siège d'une importante activité de méthylation. L'importance de cette végétation peut constituer un indicateur de l'importance de la méthylation, mais les études concernant la méthylation quantitative par cette végétation sont trop peu nombreuses : ce paramètre sera donc conservé pour un aspect qualitatif (Sampaio da Silva et al., 2009).

Mercure dans les poissons

Les poissons étant le vecteur final de contamination des populations humaines, il semble cohérent d'axer la surveillance sur ce vecteur. Situé, dans la chaîne de contamination, en aval des sols et des environnements aquatiques, il est le dernier maillon entre l'environnement et l'homme. Par conséquent, la teneur en Hg des poissons consommés est le paramètre environnemental le plus représentatif de l'exposition humaine. C'est

d'ailleurs le paramètre le plus souvent suggéré par les personnes interrogées¹⁰ lorsqu'elles sont amenées à s'exprimer sur l'indicateur qui leur paraît le plus opportun.

Cependant, pour la construction précise d'un indicateur prenant en compte la teneur de mercure dans les poissons, il est nécessaire de trouver un équilibre entre deux questions qui se posent : d'une part, quels sont les poissons les plus consommés par les populations ? D'autre part, quels sont les poissons les plus fortement contaminés ?

Il est possible d'apporter des éléments de réponse à la première question par la réalisation d'enquêtes alimentaires auprès des communautés. Cependant, étant donnée la biodiversité de la faune dans cette région de l'Amazonie, il est probable que les communautés situées à différents niveaux du Tapajós présentent des profils de consommation différents.

La deuxième question peut être éclaircie en exploitant des articles de synthèse de la littérature, regroupant les résultats d'études d'imprégnation de poissons du Tapajós.

Même en disposant d'éléments de réponses à ces deux questions subsiste celle de l'importance accordée à chacun des facteurs. En d'autres termes, vaut-il mieux axer la surveillance sur les espèces les plus contaminées, sachant que même si elles sont moins consommées par les populations, elles sont représentatives de la teneur maximale en mercure des poissons de la zone ? Ou est-il préférable de centrer la surveillance sur les espèces les plus consommées, peut-être plus nombreuses et plus sujettes à variations, en acceptant ainsi de ne pas détecter des contaminations ponctuelles plus importantes d'espèces consommées occasionnellement ?

Dans le cadre d'une surveillance orientée pour des actions en terme de santé publique et non d'environnement, il semble cohérent d'accorder d'avantage d'importance à la consommation qu'à la contamination.

En ce qui concerne des valeurs de référence à utiliser dans le référentiel, il existe déjà une valeur réglementaire de 0,5µg de mercure total par gramme de poisson (poids frais) valeur établie par l'Union Européenne, Santé Canada et l'OMS. L'USEPA va jusqu'à proposer une limite de 0,3µg/g pour le méthylmercure. Cependant, il est largement permis de supposer que ces valeurs ont été établies par ces institutions en prenant en compte une valeur moyenne de consommation de poisson dans des populations « standards » occidentales (en Europe ou en Amérique du Nord). Or les habitudes alimentaires des populations du Tapajós sont très différentes de celles de ces populations théoriques utilisées pour la détermination de ces valeurs. Par conséquent, il est légitime de s'interroger sur la validité d'utiliser ces valeurs.

¹⁰ Entretien avec Marcelo Lima, Iracina Maura de Jesus et Elisabeth Santos, IEC.

C) Les facteurs qui impactent les vecteurs : activités anthropiques

L'activité humaine et plus particulièrement l'orpaillage et la déforestation étant les principaux facteurs à l'origine de la présence de Hg dans les environnements aquatiques, il paraît opportun de prendre en compte ces activités, afin d'affiner d'autres indicateurs environnementaux.

Il n'existe à ce jour aucune étude reliant **quantitativement** la déforestation et le relargage de mercure, associant par exemple une surface déboisée avec une augmentation de la concentration en Hg dans les eaux du bassin versant correspondant. Il existe en effet une grande complexité biogéochimique intervenant dans ce phénomène. De plus, les estimations quantitatives de relargage direct de Hg dans l'environnement s'expriment de façon générale en tonnes par an, ce qui ne donne aucune indication ni spatiale ni temporelle sur des variations de concentration en Hg de l'eau ou des poissons.

Par conséquent, les activités humaines d'orpaillage et de déforestation seront considérées dans le modèle, mais uniquement de manière qualitative.

4.4.3 Indicateurs sanitaires

A) Bioindicateurs

La mesure du Hg capillaire, peu invasive, est bien représentative de l'exposition au MeHg par ingestion, et permet d'établir un historique de l'exposition. Cette mesure représente donc un indicateur de choix pour avoir une idée de l'imprégnation des populations.

En ce qui concerne des valeurs de référence, l'OMS recommande de ne pas dépasser un seuil de 10µg/g de cheveux, et précise que pour des doses de 50µg/g, il existe un risque de 5% d'atteintes neurologiques chez les adultes (World Health Organisation, 1990). Cependant, comme ceci a déjà été évoqué, ces seuils sont remis en question, la moyenne dans la population Amazonienne se situant à environ 6µg/g et des effets étant déjà présents.

B) Tests psychotechniques

L'exposition chronique au mercure ne produit pas, selon la littérature et les principaux spécialistes du sujet au Brésil, d'effets cliniques à proprement parler¹¹. Seuls certains signes sub-cliniques ont été corrélés avec des teneurs capillaires en mercure dans certains travaux, effets qui ont été mis en évidence par des tests évaluant les capacités psychomotrices fines et l'aptitude visuelle des populations.

Les conclusions de ces études sont toutefois discutées par plusieurs spécialistes du domaine, certains mettant en doute l'objectivité de ces études. Les auteurs ne font pas systématiquement de diagnostic différentiel des personnes des communautés avec lesquels ils travaillent. Par conséquent, il peut arriver qu'ils ne prennent pas en compte

¹¹ Entretiens avec Iracina Maura de Jesus et Elisabeth Santos, IEC, 11 et 18/07/11

certaines facteurs épidémiologiques ou reflétant l'état de santé général des personnes, et leurs conclusions pourraient s'avérer incomplètes¹².

D'autres remettent en cause les tests mêmes qui sont utilisés. Il s'agit dans la plupart des études de tests développés et étalonnés avec des populations occidentales, qui seraient très mal adaptés aux populations Amazoniennes⁹. De plus, les études utilisant ces tests – non validés par les instances de santé du gouvernement brésilien – ne sont pas reconnues valides par ces instances, qui recommandent l'utilisation exclusive de tests approuvées par elles. Toutefois, certains auteurs contestent également ces derniers, les estimant encore moins adaptés aux populations Amazoniennes et surtout moins fiables dans leurs conclusions que leurs homologues Européens ou Nord-Américains¹³.

Les différents tests qui ont été utilisés dans la plupart des études sont présentés dans le tableau 6 :

Capacité psychotechnique testée	Outil de mesure
Force de préhension maximale	Test au dynamomètre manuel
Dextérité manuelle	Test de Santa Ana, version Helsinki
Dextérité manuelle et mouvements moteurs fins	Test dit « Grooved pegboard »
Rapidité motrice et coordination	Fingertapping test
Force fine de la main et des doigts	Dispositif "Pinch Gauge"
Coordination motrice	Branches Alternate Movement Task

Tableau 6 : Principales capacités testées et principaux tests psychotechniques utilisés dans les études d'imprégnation au MeHg

Les détails de chaque test (les modalités de passage, les consignes données ainsi que la forme du résultat et ses interprétations) sont présentés en annexe X. Ces tests pourraient être utilisés comme outil de diagnostic ou de dépistage dans le système de surveillance proposé.

C) Tests visuels

Les études menées sur les symptômes subcliniques font également mention d'altération de la fonction visuelle, mais ils ont été à ce jour moins exploités que les tests psychomoteurs. La liste des facultés testées et les outils correspondants sont présentés à la fin de l'annexe X.

D) Indicateurs sanitaires non spécifiques

Des indicateurs sanitaires non spécifiques pourraient également être inclus dans le modèle, mais le dépassement de leur valeur de référence nécessiterait d'autres investigations avant d'engager des actions. Il pourrait s'agir du nombre de consultations médicales pour des troubles visuels ou psychomoteurs.

¹² Entretien avec Elisabeth Santos, Institut Evandro Chagas, 18 juillet 2011.

¹³ Entretien avec Carlos Passos, Université de Brasilia, 13 juin 2011.

4.5 Proposition du modèle

		Acteur	Objectif	Informations	Ressources
Surveiller	Environnemental	ANVISA (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire)	Mesurer, détecter les anomalies, déclencher le signal	Mettre en place et exécuter une routine d'analyse d'échantillons de poissons	<p>Echantillonnage : Personnels techniques étatiques et municipaux de l'ANVISA et des secrétariats de santé et de l'environnement Stratégie d'échantillonnage et protocoles de prélèvements à définir</p> <p>Analyses : LACENs habilités pour les métaux, laboratoire de la section Environnement (SEMAM) de l'IEC Protocoles existants (analyse de Hg dans les poissons)</p> <p>Données : à introduire dans une nouvelle base de données MERCURE à créer, gérée par le SES</p>
		Secrétariats municipaux et étatiques du MS		Exécution du protocole de VIGISOLO (recensement, caractérisation et enregistrement des zones), avec une orientation spéciale MERCURE (fiche spécifique+zones spécifiques, guidées par l'analyse de la littérature scientifique)	<p>Visites de terrain: Personnels techniques étatiques et municipaux des SES et SMS, déjà formés au protocole du SISOLO</p> <p>Fiches et protocole : ceux du SISOLO déjà existants, et une fiche MERCURE à créer et remplir en association avec le MMA et l'IBAMA</p> <p>Données : Une base de données MERCURE (à créer) gérée par le SES pour regrouper les données environnementales et sanitaires, faisant figurer tous les indicateurs cités. Entrée selon des critères géographiques</p>
		Secrétariats municipaux et étatiques du MMA		Mettre en place et exécuter une routine de mesure du Hg dans l'eau des zones de pêche et dans le sol définies par un protocole, et un relevé de zones favorables à la méthylation (végétation aquatique)	<p>Echantillonnage : Personnels techniques étatiques et municipaux des secrétariats de l'environnement Stratégie d'échantillonnage et protocoles de prélèvements à définir</p> <p>Analyses : LACENs habilités pour les métaux, laboratoire de la section Environnement de l'IEC Protocoles existants pour l'analyse de Hg dans les différentes matrices</p> <p>Données : à compléter dans la base de données MERCURE des SES</p>
	Equipes de santé des SES et SMS ONGs, projets de recherche à composante « santé »	Ajouter des enquêtes alimentaires, des tests psychotechniques aux consultations de routine dès lors que les populations sont issues de zones à risque ou qu'elles présentent des symptômes cohérents avec l'hypothèse d'une exposition au Hg Pour les projets de recherche et ONG, rendre disponibles leurs informations dans la base de donnée MERCURE		<p>Sensibilisation en amont des équipes de santé par les SES et SMS</p> <p>Tests psychotechniques : Batterie de tests validés par la communauté scientifique et les autorités de santé dans les Etats concernés, et auxquels sont formés les équipes de santé, à définir</p> <p>Analyses : LACENs + laboratoires SEMAM de l'IEC pour les analyses</p>	

Alerter	Environnemental	Les départements de Santé Environnementale dans les SES et SMS	Vérifier signaux, évaluer l'impact, investiguer	Analyse croisée des données environnementales (Hg dans les poissons, eaux et sols) et sanitaire (notifications SINAN pour intoxication au Hg) de la base de données MERCURE Priorisation des zones de risque Cartographie des zones prioritaires	Données : Base de données MERCURE Protocole : Protocole de priorisation des zones, inspiré du protocole SISOLO mais prenant en compte tous les indicateurs cités précédemment (sources, vecteurs, facteurs favorisant les vecteurs) Alerte en cas de dépassement des seuils
	Sanitaire	Equipes de santé des SES et SMS ONGs concernées par la santé (type Saúde e Alegria)		En cas de cas suspecté d'exposition chronique au mercure, notification au SINAN + notification dans la base de données MERCURE	Fiches : Fiche de notification individuelle SINAN adaptée pour le mercure (rubrique sur les tests psychotechniques et visuels) et pour la base de données MERCURE
Gérer	Environnemental	Secrétariat municipal du MMA Services décentralisés de l'IBAMA		Exercer le pouvoir de police environnemental de l'IBAMA en cas de dépassement des seuils pour les indicateurs environnementaux	Actions : Contrôle et fiscalisation des sites d'orpaillage (obligation d'enregistrer les quantités de Hg liquide achetées et de procéder à leur récupération adéquate, avec contrôle de la quantité de déchets par rapport aux quantités initiales) et de déforestation
	Sanitaire	SES, SMS et leurs équipes de santé Projets de recherche (type PLUPH) ONGs (type Saúde e Alegria)	Mettre en œuvre le plan d'actions	Actions d'information, de communication et propositions visant à réduire l'exposition des populations et à détecter d'éventuels cas supplémentaires	Information, communication et propositions visant à : - Varier la zone de pêche (il faut pour ceci être en mesure de proposer des alternatives viables) - Réduire au maximum la consommation de poissons carnivores ; privilégier les poissons placés plus bas dans la chaîne trophique - Augmenter la consommation de fruits tropicaux - En cas de présence de cas avérés, mettre en œuvre une campagne de dépistage dans les communautés concernées : bioindicateurs ou tests psychotechniques Mettre le plus rapidement à jour toutes les informations collectées dans tous les systèmes d'informations en jeu

4.6 Proposition d'intégration au sein du système de santé brésilien

Dans le cadre d'un dispositif complexe faisant intervenir plusieurs acteurs, il semble préférable d'exploiter au maximum les ressources déjà disponibles en les adaptant éventuellement, plutôt que de créer entièrement un nouveau dispositif. Ceci évite de devoir former les différents acteurs à l'utilisation d'un outil supplémentaire, et permet de supposer a priori un meilleur fonctionnement de l'ensemble en comptant sur les réflexes et habitudes déjà en place chez ces acteurs.

4.6.1 Intégration dans le SISOLO

Le SISOLO semble, dans son état actuel, mal adapté à la surveillance de l'exposition chronique au MeHg par ingestion. Cependant, le principe même de recensement des zones à forte teneur en Hg est un principe intéressant qu'il est possible d'inclure dans le modèle proposé. Il pourrait être envisageable de créer une fiche spéciale pour le mercure, qu'il serait obligatoire de remplir en plus de la fiche de terrain dès que le mercure apparaît dans la liste des contaminants. En plus de mentionner la proximité de populations, cette fiche pourrait faire figurer la présence éventuelle de sites d'orpaillage dans un rayon défini. Elle pourrait également comporter un champ supplémentaire spécifique qui, en s'appuyant sur des informations fournies par l'IBAMA ou rempli par cet organisme, préciserait si des activités de déforestation ont lieu ou ont eu lieu sur ce site ou dans une zone située dans un certain périmètre autour de ce site, et pourraient affecter les cours d'eau présents sur la zone en question.

4.6.2 Intégration dans le SINAN

Le SINAN est un système de notification de cas suspects. Avoir recours à ce système signifie, en quelque sorte, que les objectifs primaires du système de surveillance, à savoir détecter des anomalies environnementales, n'ont pas été atteints, et que l'on constate déjà une altération de la santé des populations.

Cependant, dans le cadre du mercure, il est possible que les effets subcliniques précoces soient réversibles. De plus, le signalement d'un cas peut permettre de déclencher des investigations environnementales dans la zone où le cas a été détecté, et permettre ainsi de détecter des signaux environnementaux dans des zones non visitées dans le cadre de VIGISOLO par exemple. Ceci ramène alors le système de surveillance à son objectif premier.

En ce qui concerne l'utilisation du SINAN dans ce système de surveillance, il est possible d'envisager, à nouveau, la création d'une fiche spécifique pour l'exposition chronique au mercure. Cette fiche, en plus de récolter des informations géographiques très précises sur l'origine de la personne, pourrait aussi faire figurer des informations sur les habitudes alimentaires de la personne : fréquence de consommation de poisson, type de poisson

consommé, importance de la consommation de fruits... Le fait de devoir fournir ces informations auraient pour double avantage de :

- Faciliter le diagnostic différentiel de la personne concernée, en amenant le professionnel de santé à poser des questions auxquelles il n'aurait pas forcément pensé, et qui pourront aiguiller vers la piste d'une exposition chronique au mercure ;
- Renseigner le système avec un grand nombre d'informations, qui permettront de comparer des cas, d'affiner certains éléments du diagnostic en contribuant indirectement à la recherche (par exemple, une espèce de poisson qui pourrait être systématiquement incriminée ou éliminée, une consommation de fruits tropicaux notoirement en dessous du seuil de protection de l'effet du mercure...), et qui peuvent servir de guide aux médecins confrontés à des cas similaires.

Pour la confirmation du diagnostic, en plus d'analyses de laboratoires du taux de Hg capillaire, une nouvelle rubrique pourrait être ajoutée pour renseigner le résultat des différents tests psychomoteurs et/ou visuels.

4.6.3 Autres outils

En ce qui concerne la surveillance du taux de Hg dans l'eau, les sédiments, les poissons, ainsi que le relevé de la teneur en matière particulaire et de la présence de plantes aquatiques, il n'existe actuellement aucun outil en place au Brésil. Le programme VIGIAGUA concerne exclusivement les eaux destinées à la consommation humaine (une fois traitées), et le mercure ne fait pas partie des paramètres de qualité.

La surveillance des poissons pourrait être prise en charge par l'ANVISA, dans le cadre de ses programmes de surveillance sanitaire des aliments. Malheureusement, aucun acteur cette agence n'a pu être rencontré dans le cadre de la présente étude pour aborder cet aspect.

La surveillance de l'eau, des sédiments et des plantes aquatiques pourrait être réalisée par le Ministère de l'Environnement ; à nouveau, cet aspect n'a pas pu être discuté par les acteurs concernés.

4.6.4 Relations entre les systèmes et les acteurs

Le Ministère de la Santé, et en particulier le SVS, utilise un grand nombre de systèmes d'informations dans le cadre de ses différents programmes. Cependant, il n'existe à l'heure actuelle pratiquement aucune interaction entre ces systèmes. Dans le cadre du système de surveillance pour l'exposition chronique au mercure, il pourrait être particulièrement judicieux d'établir des liens entre le SISOLO et le SINAN, en particulier, afin d'articuler la surveillance environnementale pour les sols (SISOLO) et la surveillance en santé (SINAN). Ainsi, une nouvelle base de données spécifique au

mercure pourrait être créée pour regrouper, selon des critères géographiques, les données relatives à la santé et à l'environnement. Lors de l'interrogation de cette base de données, la recherche géographique d'une zone contaminée permettrait de trouver tous les cas notifiés (suspects, confirmés et infirmés) dans cette zone. De même, la notification d'un cas suspect via le SINAN permettrait de vérifier si la zone a déjà été répertoriée par le SISOLO, et le cas échéant, de déclencher certaines actions.

4.7 Limites du modèle proposé

4.7.1 Faisabilité technique

Dans ces régions Amazoniennes, le simple accès aux populations et aux territoires concernés constitue souvent une grande difficulté. La plupart des communautés ne sont accessibles qu'après plusieurs heures voire plusieurs jours de navigation depuis les principales villes, la voie fluviale constituant la seule option pour parvenir à ces sites. Se pose alors la question de la manière d'acheminer le matériel et de conserver les échantillons (de sols, d'eau, de sédiments, de poissons) jusqu'à leur analyse.

4.7.2 Faisabilité organisationnelle

Ceci met à jour une autre question, elle de nature organisationnelle : quelles structures pourront être chargées des analyses d'échantillons environnementaux et biologiques, où seront-elles implantées, comment seront-elles réparties ? L'analyse de mercure dans différentes matrices nécessite la mise en œuvre d'un certain nombre de techniques de laboratoire pour la préparation des échantillons et la mise à disposition d'un certain équipement (spectroscopie d'absorption atomique à vapeur froide) : ces ressources techniques, accompagnées des ressources humaines correspondantes, devront donc être soigneusement réparties pour permettre de couvrir l'ensemble du territoire concerné.

Le Réseau National de Laboratoires de Santé Publique existe aujourd'hui, mais il n'est pas fonctionnel. Il est composé de laboratoires de référence nationaux, régionaux, frontaliers ou collaborateurs. Il existe aussi un réseau de 27 laboratoires centraux, (les LACENS, placés sous la gestion des Etats). Les laboratoires de référence peuvent être certains LACENS (pouvant être laboratoires de référence régionaux), mais sont la plupart du temps des laboratoires intégrés dans d'autres structures, comme l'IEC par exemple, laboratoire de référence national en ce qui concerne l'analyse des métaux. Les LACENS étant plutôt généralistes, ils sont submergés de demandes en tous genres, et ne parviennent pas à y répondre dans leur intégralité. Leur ajouter une mission supplémentaire de surveillance de routine, ainsi que l'exigence de pouvoir augmenter sa

capacité en cas de détection d'un dépassement des seuils n'apparaît pas comme une perspective viable¹⁴.

Par ailleurs, un autre problème a été soulevé par de nombreux interlocuteurs : la rotativité, voire la volatilité, du personnel. La formation de personnels tels les techniciens, chargés de réaliser le recensement des zones potentiellement contaminées par exemple, n'est pas très longue, mais une grande pratique de terrain est nécessaire avant d'utiliser correctement et efficacement l'outil SISOLO. Or, le système de gestion des fonctionnaires dans le domaine de la santé ne permet pas d'assurer la pérennité de ce système. Les techniciens obtiennent des postes pour 6 mois, 1 an, période après laquelle ils changent de service ou de municipalité d'affectation. Cette contrainte est également un frein au bon fonctionnement d'un système de surveillance¹⁵.

4.7.3 Faisabilité économique

Toutes ces considérations d'ordre pratique soulèvent évidemment la question de l'aspect économique. Le recrutement et la formation de tous les personnels nécessaires au fonctionnement d'un tel système, l'investissement très important en terme de structures (laboratoires, flotte) et de matériel (équipements analytiques) ainsi que la mobilisation de tous les systèmes d'informations en jeu ont un coût certain. Il appartient ensuite aux décideurs, principalement politiques, de considérer le degré de priorité qu'ils attribuent à cette question, ainsi que les moyens qu'ils souhaitent mettre en œuvre pour y répondre.

Dans l'état actuel des choses, il est permis de supposer que la présence d'un grand nombre d'autres menaces pour la santé sévissant dans les Etats Amazoniens, présentant un caractère plus « immédiat » et pour lesquelles une réponse viable existe (comme la dengue, le paludisme, les maladies hydriques...), ont amené à ne pas accorder au problème émergent de l'exposition chronique au mercure toute l'attention nécessaire.

4.7.4 Faisabilité politique

Une autre question inhérente à la décentralisation du système brésilien, et fortement liée à celle de la faisabilité économique, est la prise en compte de l'aspect politique. Une variabilité entre les calendriers politiques des différents niveaux (fédéral, étatique et municipal) ainsi que les résultats de ces élections entraînent parfois l'abandon ou la suspension de projets en cours, selon les différentes volontés politiques en jeu et la façon dont elles priorisent les questions de santé.

¹⁴ Entretien avec Marcelo Lima, Institut Evandro Chagas, 7 juillet 2011

¹⁵ Entretiens avec Marcelo Lima (IEC – 07/07/11), Amiraldo Pinheiro (SESPA Belém – 07/07/11) et Priscila Bueno (MS/SVS/CGVAM – 30/06/11)

4.8 Critique de la démarche

La présente étude a abouti à la proposition d'un modèle d'un système de surveillance pour l'exposition chronique au mercure en Amazonie brésilienne. Le modèle présenté reste bien entendu théorique, l'aspect concret de la faisabilité n'ayant été qu'abordé très brièvement.

Toutefois, afin de pouvoir correctement interpréter ce modèle, il convient de souligner plusieurs éléments.

Tout d'abord, ce travail est basé sur des sources bibliographiques (scientifiques ou institutionnelles), mais aussi sur les informations fournies par un certain nombre d'acteurs actuels du système de santé brésilien, ou d'institutions qui y sont rattachées. Comme il a été souligné¹⁶, chacune de ces personnes possède sa propre subjectivité et ses propres opinions sur ces questions. De plus, ces personnes ont été interrogées par un étudiant, dans le cadre d'un travail universitaire. Il est donc permis de supposer que ces éléments ont pu conditionner leurs réponses, soit en limitant la transmission de certaines informations, soit en limitant la complexité de celles-ci, face à un interlocuteur n'ayant pas une connaissance exhaustive du système de santé brésilien et de tous ses enjeux.

Par ailleurs, ce travail a été réalisé dans un délai bien déterminé. Il s'agit cependant uniquement de la phase préliminaire d'un important travail de fond. Il aurait bien entendu été nécessaire, afin d'avoir une vision réellement complète de la situation, d'interroger un grand nombre d'acteurs supplémentaires : personnes en charge du développement des systèmes d'information, techniciens des ministères de la santé et de l'environnement, médecins, infirmières, équipes de santé de postes de santé municipaux, responsables et techniciens des différents LACENS et laboratoires de référence, mais aussi acteurs politiques des niveaux municipal, étatique et fédéral, et, bien entendu, les communautés elles-mêmes. Des contraintes pratiques ont limité le nombre d'acteurs rencontrés, qui ont été choisis selon des critères¹⁷ spécifiques.

Enfin, ce travail est basé sur un modèle générique élaboré par un cabinet français de conseil en systèmes d'informations (Pertina) dans le cadre d'une expertise réalisée pour l'InVS. Toutes les personnes interrogées ont eu une opinion favorable quant à son principe et ses bases conceptuelles. Cependant, il est possible que, d'un point de vue conceptuel, un modèle différent soit plus adapté au fonctionnement du système de santé brésilien ou de la situation d'exposition étudiée.

Il convient donc de mettre le modèle proposé en perspective de ces limites méthodologiques.

¹⁶ Cf. remarque méthodologique en 3.1.

¹⁷ Cf. critères précisés dans le paragraphe 3.1.

Conclusion

Malgré sa prise en charge encore restreinte, la problématique du mercure en Amazonie pose question aux autorités, et de nombreuses initiatives voient le jour. Un certain nombre des acteurs interrogés, en particulier au niveau du Ministère de la santé (au sein du DSAT et de l'IEC notamment) sont très impliqués au niveau de projets de recherche internationaux (ceux coordonnés par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale par exemple) ou nationaux (comme le PLUPH). De plus, l'OPAS coordonne actuellement un programme de coopération technique entre le Brésil, la Bolivie et la Colombie sur la question du mercure dans l'environnement, tous les pays amazoniens étant concernés.

Le modèle proposé dans ce travail est un dispositif très lourd à mettre en place. Afin d'en alléger les coûts (au sens large), il a été envisagé un système commun à d'autres atteintes à la santé, pour lesquelles les mêmes indicateurs et les mêmes systèmes d'informations pourraient être utilisés. En raison de nombreuses similitudes entre les deux situations d'exposition, la maladie de Chagas constitue un candidat de choix : elle sévit tout particulièrement en Amazonie brésilienne, la déforestation en est un important facteur de risque, la transmission à l'homme se fait principalement par consommation d'aliments contaminés mais importants dans le régime alimentaire des populations, et elle affecte principalement les systèmes cardiovasculaire et immunitaire. Toutefois, il s'avère que des indicateurs de déforestation sont suffisants pour cartographier le risque, ce qui n'est pas le cas pour le mercure.

Au-delà de ce détail technique, il existe actuellement une énorme différence de la prise en compte de ces deux affections au sein du système de santé brésilien : pour la maladie de Chagas, il existe déjà un système de surveillance sanitaire spécifique, et un système de surveillance environnemental est à l'étude. Pour le mercure, la situation est loin d'être aussi avancée. Ceci met en évidence la question de la priorisation des cibles des politiques publiques. Certaines atteintes à la santé qui sévissent dans ces régions ont un caractère plus immédiat, et il existe des solutions concrètes apportant des résultats visibles (campagnes de vaccination, assainissement...). Pour le mercure, les connaissances actuelles ne permettent pas encore d'aboutir à de tels résultats.

Cependant, la prise de conscience est en train de se faire dans les milieux institutionnels. Même si la consolidation de la connaissance de ce polluant global reste nécessaire, l'articulation des actions des différents systèmes et acteurs déjà en place permettrait, pour un investissement limité, d'améliorer grandement la prise en charge de cette problématique.

Bibliographie

- ATSDR. (1999). *Toxicological profile for Mercury*.
- Canuel, R., Lucotte, Marc, & de Grosbois, S. B. (2009). Mercury cycling and human health concerns in remote ecosystems in the Americas. *SAPI EN. S. Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society*, (2.1), 1-13. Institut Veolia Environnement. Retrieved from <http://sapiens.revues.org/index766.html>
- Carmouze, J.-P., Lucotte, Marc, & Boudou, A. (2001). *Le mercure en Amazonie - Rôle de l'homme et de l'environnement, risques sanitaires*.
- Crinnion, W. J. (2000). Environmental medicine, part three: long-term effects of chronic low-dose mercury exposure. *Alternative medicine review : a journal of clinical therapeutic*, 5(3), 209-23. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10869102>
- Dolbec, J., Mergler, D., Passos, C. J. S., & Lebel, Jean. (2000). Methylmercury exposure affects motor performance of a riverine population of the Tapajos river, Brazilian Amazon. *Int Arch Occup Environ Health*, 73, 195-203.
- Fillion, M., Mergler, D., José, C., Passos, C. J. S., Larribe, Fabrice, Lemire, M., Rémy, J., et al. (2006). A Global A preliminary study of mercury exposure and blood pressure in the Brazilian Amazon. *Environmental Health*, 9, 1-9. doi:10.1186/1476-069X-5-Received
- Guimarães, J. R. D., Meili, M., Hylander, L. D., Castro, E. D., Roulet, M., Narvaez Mauro, J. B., & Alves de Lemos, R. (2000). Mercury net methylation in five tropical flood plain regions of Brazil : high in the root zone of floating macrophyte mats but low in surface sediments and flooded soils. *The Science of the total environment*, 261, 99-107.
- Journal officiel des Communautés européennes. (1993). Décision commission 19 mai 1993 niveaux Hg dans produits de la pêche (93/351/CEE). *Journal officiel des Communautés européennes*, L 144, 23-24.
- Lebel, J, Mergler, D., Branches, F., Lucotte, M, Amorim, M., Larribe, F, & Dolbec, J. (1998). Neurotoxic effects of low-level methylmercury contamination in the Amazonian Basin. *Environmental research*, 79(1), 20-32. doi:10.1006/enrs.1998.3846
- Maurice-Bourgoin, L., Quiroga, I., Chincheros, J., & Courau, P. (2000). Mercury distribution in waters and fishes of the upper Madeira rivers and mercury exposure in riparian Amazonian populations. *The Science of the total environment*, 260(1-3), 73-86. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11032117>
- McCall, P. L., Robbins, J. A., & Matisoff, G. (1984). 137Cs and 210Pb transport and geochronologies in urbanized reservoirs with rapidly increasing sedimentation rates. *Chemical geology*, 44(1-3), 33-65. Elsevier. Retrieved from <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=9564721>

- Mergler, D. (2002). Review of neurobehavioral deficits and river fish consumption from the Tapajós (Brazil) and St. Lawrence (Canada). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 12(2), 93-99. doi:10.1016/S1382-6689(02)00027-3
- Micheau, J., Ohnheiser, S., Rigal, E., & Romaña, C. (2010). *Etat des lieux des dispositifs d'alerte existant à l'étranger sur les menaces de santé environnementale. Recherche*. Paris.
- Ministério da Saúde. (2005). *Guia de vigilância Epidemiologica - 6a edição* (p. 806).
- Ministério da Saúde. (2010). Diretrizes para a priorização de áreas com populações potencialmente expostas a contaminantes químicos.
- Ministério do Planejamento orçamento e gestão. (2008). *Relatorio de avaliação do plano plurianual 2004-2007 - Exercício 2008 - Ministerio da Saude*.
- Nevado, J. J. B., Martín-Doimeadios, R. C. R., Bernardo, F. J. G., Moreno, M. J., Herculano, a M., do Nascimento, J. L. M., & Crespo-López, M. E. (2010). Mercury in the Tapajós River basin, Brazilian Amazon: a review. *Environment international*, 36(6), 593-608. Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.envint.2010.03.011
- Olfield, F., & Appleby, P. G. (1984). A combined radiometric and mineral magnetic approach to recent geochronology in lakes affected by catchment disturbance and sediment redistribution. *Chemical geology*, 44(1-3), 67-83. Elsevier. Retrieved from <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=9564722>
- Organización Panamericana de la Salud. (2008). *Perfil de los sistemas de salud : Brasil*.
- Passos, C. J. S., & Mergler, D. (2003). Eating tropical fruit reduces mercury exposure from fish consumption in the Brazilian Amazon. *Environmental Research*, 93(2), 123-130. doi:10.1016/S0013-9351(03)00019-7
- Passos, C. J. S., & Mergler, D. (2008). Human mercury exposure and adverse health effects in the Amazon: a review. *Cad. Saúde Pública*, 24(Sup 4), S503-S520. SciELO Public Health. Retrieved from <http://www.scielosp.org/pdf/csp/v24s4/04.pdf>
- Passos, C. J. S., Lucotte, Marc, Queiroz, A., Mergler, D., Peleja, R., & Goch, Y. (2003). Condições sócioeconômicas e exposição ao mercúrio através do consumo de peixe : um estudo de caso em Santarém , Pará , Brasil. *Revista Saude e Ambiente*, 6(1), 3-11.
- Passos, C. J. S., Mergler, D., Fillion, M., Lemire, M., Mertens, F., Guimarães, J. R. D., & Philibert, A. (2007). Epidemiologic confirmation that fruit consumption influences mercury exposure in riparian communities in the Brazilian Amazon. *Environmental research*, 105(2), 183-93. doi:10.1016/j.envres.2007.01.012
- Passos, C. J. S., Mergler, D., Gaspar, E., Morais, S., Lucotte, Marc, Larribe, Fabrice, & de Grosbois, S. B. (2001). Caracterização do consumo alimentar de uma população ribeirinha na Amazônica Brasileira. *Revista Saude e Ambiente*, 4(1), 72-84.
- Passos, C. J. S., Mergler, D., Lemire, M., Fillion, M., & Guimarães, J. R. D. (2007). Fish consumption and bioindicators of inorganic mercury exposure. *The Science of the total environment*, 373(1), 68-76. doi:10.1016/j.scitotenv.2006.11.015
- Pinheiro, M. C. N., Crespo-López, M. E., Vieira, J. L. F., Oikawa, T., Guimarães, G. a, Araújo, C. C., Amoras, W. W., et al. (2007). Mercury pollution and childhood in

- Amazon riverside villages. *Environment international*, 33(1), 56-61.
doi:10.1016/j.envint.2006.06.024
- Presidência da Republica - Casa Civil. (2004). *Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal*.
- Romaña, C., & Gainza, R. D. (2010a). *Lexique en santé environnementale*.
- Romaña, C., & Gainza, R. D. (2010b). *Formalisation théorique d'un dispositif d'alerte en santé environnementale*.
- Roulet, M., Lucotte, M, Canuel, R., Rheault, I., Tran, S., Defreitosgog, Y., Farella, N, et al. (1998). Distribution and partition of total mercury in waters of the Tapajós River Basin, Brazilian Amazon. *The Science of The Total Environment*, 213(1-3), 203-211.
doi:10.1016/S0048-9697(98)00093-X
- Roulet, M., Lucotte, Marc, Canuel, R., Farella, Nicole, Courcelles, M., Guimarães, J. R. D., Mergler, D., et al. (2000). Increase in mercury contamination recorded in lacustrine sediments following deforestation in the central Amazon. *Chemical Geology*, 165(3-4), 243-266. doi:10.1016/S0009-2541(99)00172-2
- Roulet, M., Lucotte, Marc, Farella, Nicole, Serique, G., Coelho, H., Passos, C. J. S., De Jesus Da Silva, E., et al. (1999). Effects of recent human colonization on the presence of mercury in Amazonian ecosystems. *Water, Air, & Soil Pollution*, 112(3), 297–313. Springer. Retrieved from <http://www.springerlink.com/index/GH4HH472N117R183.pdf>
- Sampaio da Silva, D., Lucotte, M, Paquet, S., & Davidson, R. (2009). Influence of ecological factors and of land use on mercury levels in fish in the Tapajós River basin, Amazon. *Environmental research*, 109(4), 432-46.
doi:10.1016/j.envres.2009.02.011
- Santé Canada. (2007). *Mise à jour de la stratégie de gestion des risques actuelle en matière de présence de mercure dans le poisson vendu au détail*.
- Silva, I. a, Nyland, J. F., Gorman, A., Perisse, A., Ventura, A. M., Santos, E. C. O., Souza, J. M. D., et al. (2004). Mercury exposure, malaria, and serum antinuclear/antinucleolar antibodies in Amazon populations in Brazil: a cross-sectional study. *Environmental health : a global access science source*, 3(1), 11.
doi:10.1186/1476-069X-3-11
- van de Steeg, J. A., Sparovek, G., Ranieri, S. B. L., Maule, R. F., Cooper, M., Dourado Neto, D., & Alves, M. C. (2006). Environmental impact of the Brazilian Agrarian Reform process from 1985 to 2001. *Scientia Agricola*, 63(2), 176-183.
doi:10.1590/S0103-90162006000200010
- Telmer, K., Costa, M., Simões Angélica, R., Araujo, E. S., & Maurice, Y. (2006). The source and fate of sediment and mercury in the Tapajós River, Pará, Brazilian Amazon: Ground- and space-based evidence. *Journal of environmental management*, 81(2), 101-13. doi:10.1016/j.jenvman.2005.09.027
- US EPA. (2001). *Water Quality Criterion for the Protection of Human Health : Methylmercury Final. Environmental Protection*.
- USEPA. (2001). *Methylmercury (CASRN 22967-92-6)*. Retrieved from <http://www.epa.gov/iris/subst/0073.htm>

World Health Organisation. (1990). *Environmental Health Criteria 101 : Methylmercury* (pp. 1-80). Geneva.

World Health Organisation. (1991). *Environmental Health Criteria 118 : Inorganic Mercury*. *World Health Organization* (pp. 1-82). Geneva.

World Health Organisation. (2004). Evaluation of certain food additives and contaminants : Sixty-first report of the Food Additives. *World Health Organization technical report series*.

Liste des annexes

Les annexes sont présentées dans l'ordre où elles sont citées dans le texte.

Annexe I : Carte : Amazonie légale et biome Amazonien

Annexe II : Données détaillées sur le cycle du mercure en Amazonie Brésilienne

Annexe III : Données détaillées sur les effets du méthylmercure sur la santé humaine

Annexe IV : Liste des personnes contactées et rencontrées

Annexe V : Grille d'entretien générique

Annexe VI : Présentation du SISOLO et du SINAN selon les concepts de Pertina

Annexe VII : Fiche de terrain du SISOLO et protocole pour la compléter (en portugais)

Annexe VIII : Protocole de priorisation des zones contaminées (en portugais)

Annexe IX : Fiche de notification du SINAN pour les intoxications exogènes (en portugais)

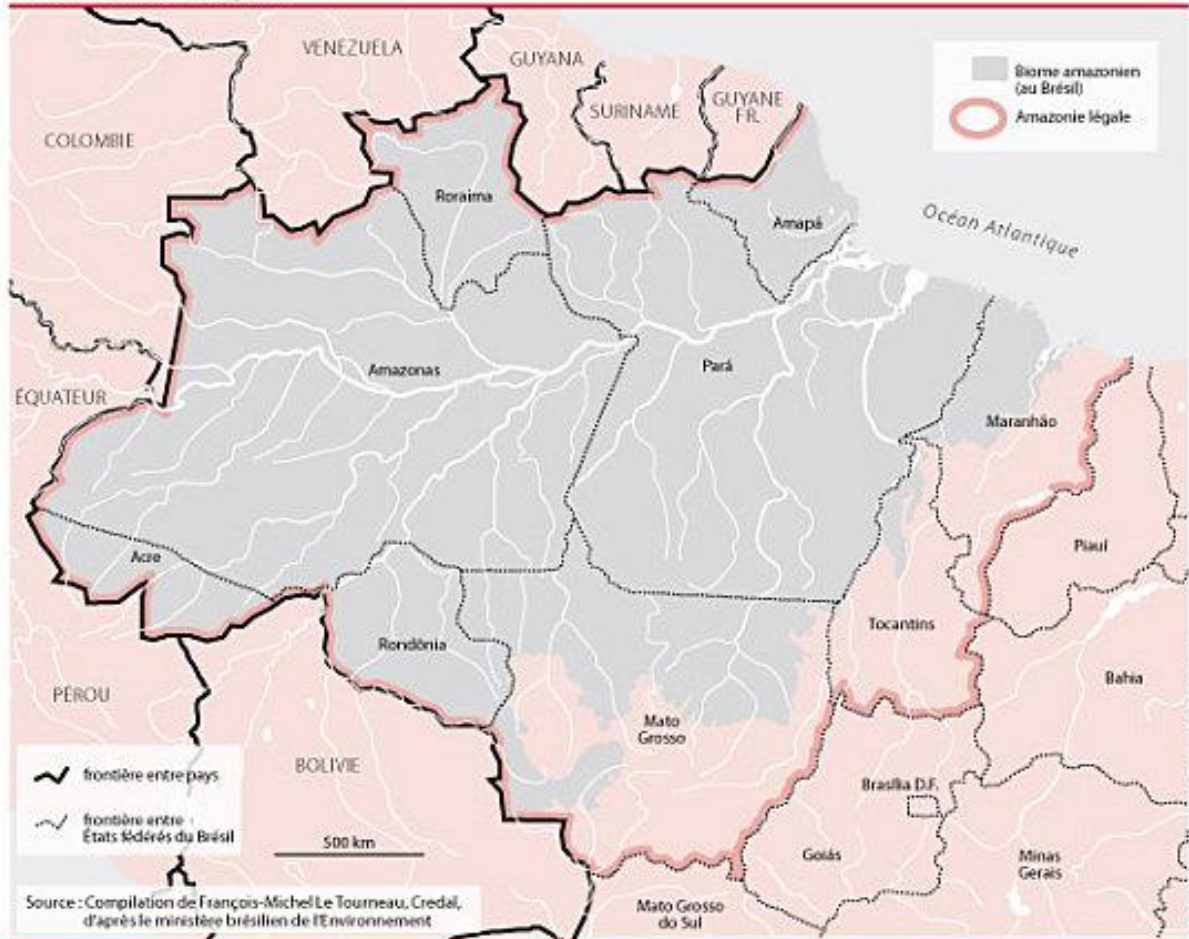
Annexe X : Détails des tests psychotechniques et visuels cités

Annexe XI : Autorisations de recherche du projet PLUPH (en portugais)

ANNEXE I

Amazonie légale et biome Amazonien au Brésil

L'Amazonie légale



 SciencesPo.

D'après P. Jacquet, R. K. Pachauri, L. Tubiana, *Regards sur la terre 2009*, La gouvernance du développement durable, Presses de Sciences Po, Paris, 2009.

Source : http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=SCPO_JACQU 2009_01_0153

ANNEXE II

Eléments sur le cycle du mercure

1. Emissions atmosphériques de Hg

La principale source naturelle de mercure dans l'environnement provient du dégazage naturel de l'écorce terrestre, à travers notamment l'activité volcanique. Il est émis majoritairement à l'état élémentaire (Hg^0) sous forme de vapeur. Les sources anthropiques, qui contribuent à environ 40% des émissions atmosphériques totales, émettent aussi majoritairement le Hg sous forme gazeuse, notamment lors de l'utilisation des combustibles fossiles, de l'incinération de biomasse et de déchets solides, et d'activités minières (Carmouze, Marc Lucotte, & Boudou, 2001, p.25).

Une des premières études sur le sujet (Roulet et al., 1999) a estimé, pour l'ensemble du bassin Amazonien, les émissions cumulées de Hg à l'atmosphère provenant des feux de biomasse à 6 à 9 t de Hg par an. Les sites d'orpaillage seraient responsables de l'émission de 65 à 170t de Hg par an, ce qui représente 86 à 96% des émissions atmosphériques totales des sources anthropogéniques (orpaillage et brûlis) en Amazonie brésilienne.

Une fois rejeté dans l'atmosphère, une grande partie du Hg est oxydée puis dissoute dans des gouttelettes d'eau ou des aérosols en formation. Cette fraction de mercure va retomber vers le sol à l'occasion de précipitations, dans un cercle de rayon en général inférieur à 50km autour de la source.

2. Dépôt du Hg atmosphérique dans les sols

Les forêts tropicales humides sont, selon certaines hypothèses, émettrices de gaz qui favorisent l'oxydation du mercure élémentaire ; par ailleurs, les nombreuses et abondantes pluies tropicales, caractéristiques de cette région, seraient un facteur favorisant les retombées au sol du mercure oxydé (Carmouze et al., 2001). Il existe aussi des apports directs aux sols (fertilisants, fongicides), et un rejet dans des effluents industriels.

Le sol constitue un compartiment essentiel au cycle biogéochimique du Hg, et en est un important réservoir naturel. Il peut se comporter comme source ou comme « consommateur » de mercure.

Dans un écosystème Amazonien à l'état naturel, il a été montré un bilan positif entrée/sortie du mercure. Il est donc recyclé et/ou retenu dans la forêt ou le sol (Roulet et al., 1999). En effet, le Hg, une fois dans les sols, se complexe à la matière organique et s'adsorbe à la surface des argiles et des oxyhydroxydes. Dans les 20 premiers

centimètres de sol Amazonien, les teneurs cumulées en Hg sont comprises entre 10 et 70 mg/m², teneurs nettement supérieures (parfois dix fois plus élevées) à celles rencontrées sans les régions tempérées.

Par ailleurs, dans les sols des régions tropicales, il existe un renouvellement rapide de la couche organique supérieure du sol, limitant l'accumulation de mercure à l'intérieur de celle-ci (Nevado et al., 2010; Roulet et al., 1999). Le métal se trouve donc plutôt dans les horizons minéraux plus profonds. Cette richesse s'explique par l'ancienneté des sols Amazoniens, et leur teneurs élevées en oxydes, notamment de fer et d'aluminium : ayant une meilleure capacité à adsorber le métal et l'ayant accumulé plus longtemps par rapport aux sols des zones tempérées (l'accumulation dans les sols Amazoniens se compte en millions d'années), ces sols ferralitiques présentent des concentrations en Hg élevées sur plusieurs mètres de profondeur.

Cette accumulation importante de mercure par les sols Amazoniens ne constitue pas un problème à proprement parler. En revanche, le fait qu'il existe certains processus pédogénétiques (non considérés ici) mais surtout anthropiques qui contribuent à la remobilisation de ce mercure vers d'autres compartiments de l'environnement, voire qui augmentent encore les teneurs de Hg dans les milieux, est beaucoup plus préoccupant.

D'un point de vue temporel, des travaux mettent en évidence que le début de l'augmentation de la concentration de Hg en surface des sols daterait d'entre 1954 et 1959 environ (Olfield & Appleby, 1984). Un historique de la région, réalisé par des datations à l'aide de marqueurs isotopiques indique que le dépôt de Hg dans les sols s'est considérablement accéléré des années 1950 à 1970 (Roulet et al., 2000).

La prise en compte de ces deux éléments, à savoir la présence de sols naturellement riches en mercure en profondeur, et l'accélération de l'enrichissement en surface par l'activité anthropique, mis en perspective avec l'observation d'eaux chargées en mercure loin de garimpos, ont conduit les auteurs travaillant sur ce sujet à explorer de nouvelles hypothèses.

Comme la contamination des milieux aquatique ne semble pas avoir pour origine principale un rejet direct de mercure par les orpailleurs (même si cette activité y contribue indéniablement), il a été supposé que ces sols très riches en Hg sont à l'origine de la contamination des écosystèmes aquatiques.

Le nouveau problème à résoudre portait alors sur les facteurs susceptibles d'expliquer son passage des sols aux milieux aquatiques.

3. Erosion et libération du Hg des sols

Une des hypothèses qui a été le plus investiguée est celle de l'érosion des sols liée à l'activité humaine d'agriculture sur brûlis. Cette pratique, dite *slash and burn*, consiste à brûler des parcelles grossièrement défrichées pour pouvoir les cultiver sans labour. Cette activité n'est donc pas limitée à la seule combustion de biomasse, mais inclut une étape de déforestation puis une intense exploitation agricole du sol.

Ces pratiques ne sont pas sans conséquences pour les sols en question. En faisant disparaître tout un réseau de végétaux et de racines qui ont un rôle physique structurant, la déforestation désorganise profondément ces sols.

De même, en éliminant une couverture végétale dense, le déboisement expose les sols aux intempéries : ceci favorise le ruissellement des précipitations, et par conséquent le lessivage et l'érosion des horizons supérieurs de ces sols, parfois jusqu'à quelques dizaines de centimètres de profondeur.

L'érosion, le lessivage et le ruissellement remobilisent donc le mercure accumulé, qui peut alors changer de compartiment. Ceci contribuerait à expliquer l'augmentation importante des niveaux de Hg inorganique dans les écosystèmes aquatiques Amazoniens à proximité des zones récemment colonisées (Nevado et al., 2010; Roulet et al., 1999). Dans le rio Tapajos par exemple, les teneurs en Hg dans les colonnes d'eau et les sédiments sont affectées d'un facteur compris entre 2 et 3, et peuvent être modifiées sur plusieurs centaines de kilomètres (Carmouze et al., 2001).

Ce résultat a été confirmé par une étude ayant établi, en utilisant des isotopes de différents métaux, un historique de l'érosion des sols dans la partie basse du fleuve Tapajos.

Les premières études de datation au plomb 210 (^{210}Pb) ont pu mettre en évidence une augmentation de l'érosion superficielle des sols riches en ^{210}Pb (McCall et al., 1984). Pour essayer d'identifier des éléments corrélés à cette chronologie, des indicateurs historiques et géographiques de colonisation ont été utilisés. L'évolution la plus importante de la population à Santarém, Itaituba et Aveiro (municipalités de la région du bas Tapajos) a eu lieu au début des années 1970, période correspondant à une intense activité de colonisation suite à la construction de la route Transamazonienne. L'érosion observée survient donc au même moment qu'une importante colonisation associée à une croissance démographique exponentielle...

Ceci est à rapprocher du contexte du développement de la réforme agraire au Brésil, induisant un important développement de sites colonisés dans des écosystèmes naturels mal protégés (van de Steeg et al., 2006).

Ainsi, ces résultats établissent clairement que la colonisation, la déforestation et l'agriculture intensive sur brûlis pratiquées dans forêt Amazonienne et en particulier dans le bassin du Tapajos provoquent des perturbations majeures dans le cycle du Hg. Ces perturbations sont, en résumé :

- Une augmentation de la teneur en mercure dans les horizons superficiels des sols
- Une augmentation de l'érosion, du lessivage et du ruissellement des précipitations
- Une remobilisation du mercure superficiel et profond suite à ces événements hydrogéologiques

Enfin, il est important de noter que de nombreuses activités liées à la colonisation de la forêt Amazonienne (construction de ponts, de routes, de pistes d'atterrissage...) sont aussi des facteurs favorisant l'érosion des sols.

Toutes ces perturbations ont pour conséquence directe une augmentation de la concentration en Hg dans les écosystèmes aquatiques (Maurice-Bourgoin et al., 2000; Roulet et al., 1999)

4. Le Hg dans les écosystèmes aquatiques

Une fois parvenu dans les écosystèmes aquatiques, un réseau d'interactions biologiques complexes peut conduire à la conversion du mercure inorganique provenant des sols en méthylmercure (MeHg), forme sous laquelle le Hg devient un contaminant de la chaîne trophique et sous laquelle il est le plus toxique pour la santé humaine. Ces processus biologiques de méthylation, ainsi que ceux de la méthylation abiotique, n'ont pas encore été complètement élucidés (Nevado et al., 2010).

La plus grande partie du mercure présent dans l'eau du Tapajos est liée à la fraction particulaire fine (40 à 80% du mercure total) : la quantité de matière particulaire en suspension, qui varie selon les saisons, est donc un facteur déterminant de la concentration en mercure de l'eau (Nevado et al., 2010; Passos & Mergler, 2008; Roulet et al., 1998).

Dans les écosystèmes aquatiques, le mercure s'accumule également dans les sédiments, où les processus de méthylation et déméthylation semblent majoritairement se produire. Les plantes aquatiques jouent aussi un rôle important dans la production et la bioaccumulation de méthylmercure, et constituent également des pièges pour les particules en suspension transportant la majorité du mercure (Nevado et al., 2010). Cependant, les éléments les plus importants des écosystèmes aquatiques en regard de la problématique de l'exposition humaine au méthylmercure sont les poissons qui, en se nourrissant de plancton contaminé, se contaminent à leur tour.

5. Entrée du Hg dans la chaîne alimentaire : les poissons

La consommation de poisson contaminé par le Hg est le principal facteur d'exposition et de risque pour la santé humaine.

6. Facteurs spécifiques à l'Amazonie brésilienne affectant la concentration en Hg des poissons

Les variations de température, du niveau de l'eau et du régime alimentaire des poissons au cours des saisons entraînent une grande variabilité des teneurs en mercure des différents poissons, variations elles-mêmes dépendantes des espèces (Sampaio da Silva et al., 2009).

Cependant, des tendances générales communes à toutes ces études se dégagent. D'une part, le secteur de Santarém présente des poissons très peu contaminés (0,19µg/g en moyenne), et peut donc être considérée comme une « zone contrôle ». Dans d'autres zones, il existe une grande variabilité de la concentration de Hg (dépendant en partie de l'espèce), celle-ci étant comprise entre 0,01 et 3,77µg/g (Passos & Mergler, 2008).

En ce qui concerne justement ces différences inter-espèces, des différences significatives ont été mise en évidence entre les espèces carnivores et non carnivores. En combinant ces résultats à d'autres études antérieures, il a été proposé une séquence trophique de biomagnification du mercure dans l'ichtyofaune de la région du Tapajós :

Herbivores \leq détritivores < omnivores < planctivores < carnivores omnivores/ichtyophages.
(Nevado et al., 2010; Sampaio da Silva et al., 2009).

Certaines études ont essayé de relever le défi de faire une synthèse des différents facteurs ayant une influence sur la concentration en Hg dans les poissons dans cette région. Il a été ainsi mis en évidence que plus une zone de pêche était intensivement exploitée, moins ses poissons étaient contaminés. Les poissons à croissance lente présentent eux aussi des taux de mercure inférieurs aux autres.

Il a également été établi que les surfaces ne présentant pas de couverture végétale étaient directement associées à des taux de Hg plus élevés dans les poissons à proximité. Cependant, la déforestation et l'érosion n'ont à ce jour été mis en relation directe qu'avec la concentration en mercure dans la colonne d'eau, et non dans les poissons (Sampaio da Silva et al., 2009).

Il est aussi connu qu'en Amazonie, les tapis de surface de macrophytes sont des sites efficaces pour la méthylation du mercure. La production de méthylmercure dans les écosystèmes aquatiques n'est d'ailleurs pas directement reliée à la quantité de mercure

totale, mais est fortement associée avec des facteurs favorisant la méthylation par des micro-organismes.

Mis en perspectives avec d'autres données, ceci permet de conclure que la présence forte de végétation aquatique en surface contribue à une augmentation de la contamination des poissons, et ceci pour un grand nombre d'espèces (J. R. D. Guimarães et al., 2000; Sampaio da Silva et al., 2009). Par conséquent, la variation saisonnière des facteurs influençant la méthylation contribue à la variation saisonnière de la concentration de Hg dans les poissons.

Enfin, il a même été proposé par certains auteurs que la complexité de ces réseaux trophiques et les variations des variables environnementales en fonction de l'endroit et de la période de l'année aient induit le développement de mécanismes d'adaptation voire de tolérance chez certaines espèces de poissons (Nevado et al., 2010), ajoutant un degré de complexité supplémentaire.

Ces données nombreuses, variées, complexes et difficiles à comparer mettent cependant en évidence le fait que l'exposition initiale au mercure des maillons les plus bas dans la chaîne trophique (plancton) peut influencer sur les taux de mercure dans plusieurs compartiments de l'écosystème aquatique, et ce à différents niveaux jusqu'à atteindre la population humaine.

ANNEXE III

Cibles physiologiques du MeHg et effets cliniques et subcliniques

Remarque : seuls des signes cliniques ou subcliniques seront considérés. Les altérations moléculaires ou cellulaires, mécanismes à l'origine de certains signes cliniques et subcliniques, ne seront pas mentionnés ici. De plus, seul le MeHg sera considéré : d'une part en raison de sa toxicité et sa bioaccumulation plus importante que le mercure inorganique, d'autre part car il a été mis en évidence que lors d'expositions alimentaires par la consommation de poisson, plus de 80% du mercure total absorbé l'est sous forme MeHg (World Health Organisation, 1990).

Les effets de l'intoxication aiguë par le méthylmercure ont été relativement bien étudiés, notamment en ce qui concerne des expositions professionnelles, ou des catastrophes industrielles comme à Minamata (1949 : consommation de poissons très contaminés) et en Irak (1956, 1960, 1971 : consommation de semences traitées au mercure pour leur conservation). Ces effets peuvent être regroupés en quatre grandes catégories :

- Atteintes du système nerveux central :
 - ataxie (diminution de la coordination fine des mouvements volontaires),
 - dysarthrie (troubles centraux de l'articulation),
 - paresthésie (troubles de la sensibilité tactile),
 - réduction du champ visuel,
 - pertes d'audition,
 - anomalies du développement du SNC des enfants,

- atteintes rénales (plutôt le mercure métallique que le méthylmercure)
- atteintes du système immunitaire
 - réduction de l'immunité, développement d'autoimmunité
- atteintes cardiovasculaires

En revanche, les effets de l'exposition chronique à des doses relativement faibles de mercure ne sont pas encore très bien connus. Ce type d'exposition est précisément celui de certaines populations d'Amazonie brésilienne, en particulier le long du rio Tapajos. C'est dans cette zone qu'ont été menées la majorité des études sur les effets d'une telle exposition.

A la vue de l'état des connaissances, les effets des expositions chroniques sont recherchés dans la même direction que les effets des expositions aiguës. Toutefois, comme le souligne assez nettement la littérature, et comme le rappellent toutes les

personnes rencontrées dans le cadre de cette étude, il est difficile de distinguer précisément ce qui est provoqué par l'exposition au MeHg de ce qui résulte d'autres facteurs environnementaux ou sociaux pouvant avoir une influence sur l'état de santé de ces populations : maladies tropicales, parasitoses, faible niveau d'éducation, inadéquation entre les méthodes d'investigation et les populations concernées...

Par conséquent, les résultats présentés ici, bien qu'issus d'études scientifiques reconnues, restent donc à interpréter avec les précautions nécessaires.

1. SNC

Le SNC est la principale cible du méthylmercure. Les altérations les plus souvent mentionnées en regard d'une exposition chronique alimentaire au MeHg chez les populations riveraines du Tapajos sont un retard de développement psychomoteur des enfants (liée notamment à la contamination materno-fœtale) et des atteintes subcliniques neurocomportementales chez les adultes, et en particulier au niveau de la coordination psychomotrice (Nevado et al., 2010; Passos & Mergler, 2008; Pinheiro et al., 2007).

Afin de mesurer quantitativement ces effets, des tests psychomoteurs ont été utilisés dans plusieurs études, comme le teste de Santa Ana (qui évalue la coordination motrice), le *Grooved Pegboard Fine motor test*, le test du *finger tapping* (qui teste la dextérité manuelle et la rapidité motrice) et l'examen clinique dit BAMT (*Branches Alternate Movement Task*, qui teste aussi la coordination motrice).

Une étude menée en 1996 chez une population consommatrice de poissons et présentant des concentrations moyennes dans les cheveux de $9\mu\text{g/g}$ de mercure total ($94,4 \pm 1,9\%$ de méthylmercure ; données cohérentes avec d'autres études menées aux abords du Tapajos et dans d'autres régions Amazoniennes) montre que la concentration capillaire de mercure était inversement corrélée aux performances globales mesurées par les tests psychomoteurs (Dolbec, Mergler, Passos, & Jean Lebel, 2000). Une étude menée sur une autre communauté abouti aux mêmes conclusions, en ajoutant que la sensibilité au contraste dans la vision de près et la taille du champ visuel sont également négativement corrélées, de façon dose-dépendante, à la teneur en mercure des cheveux. Enfin, des résultats faibles au BAMT ont également été associés à l'exposition au mercure par la consommation de poisson (J Lebel et al., 1998; Mergler, 2002; Passos & Mergler, 2008). Ainsi, une exposition à long terme au méthylmercure de l'ordre de la valeur guide de l'OMS de $10\mu\text{g/g}$ (mais 5 fois inférieure à celle de $50\mu\text{g/g}$, associée à un risque de seulement 5% de troubles neurologiques) diminue les aptitudes psychomotrices des populations exposées de manière dose-dépendante et significative.

Ces altérations légères, dites subcliniques, peuvent constituer des handicaps importants pour les populations, affectant les actions de leur vie quotidienne : certaines activités requérant une coordination psychomotrice fine (réparation de filets de pêche par exemple) peuvent être impactées.

Il est important de noter que ces changements légers constituent des indicateurs précoces de toxicité du MeHg dans les populations étudiées. Les premiers résultats établis permettent de supposer que ces effets subcliniques pourraient être réversibles. Il est donc important de les détecter le plus précocement possible, pour prendre des mesures limitant l'exposition et ainsi éviter des dommages plus importants sur le SNC.

2. Affections rénales

Dans le cadre des intoxications aiguës par le mercure inorganique, l'albuminurie (le passage de protéines du plasma vers l'urine, qui constitue un dysfonctionnement physiologique) étant souvent rapportée (Crinnion, 2000). Cependant, cet aspect n'est à ce jour pas documenté pour l'exposition chronique à des faibles doses de mercure.

3. Immunotoxicité

Les principaux effets, pour une exposition aiguë, des composés du mercure sur le système immunitaire sont le développement d'une auto-immunité, et la baisse de la fonction immunitaire de l'organisme (Crinnion, 2000). Une seule étude a, à ce jour, examiné les effets spécifiques sur le système immunitaire d'une exposition chronique au mercure par ingestion de poisson contaminé. Cette étude démontre l'induction d'une auto-immunité de l'organisme (augmentation de la prévalence d'anticorps antinucléaires et antinucléolaires) (Silva et al., 2004). Cet aspect est important à considérer dans une région où la population est particulièrement exposée à d'autres menaces sanitaires, comme les maladies vectorielles telles le paludisme ou la maladie de Chagas (Passos & Mergler, 2008). Cependant, plus d'études sont nécessaires afin de pouvoir tirer des conclusions quant à cet aspect.

4. Effets cardiovasculaires

En règle générale, le poisson est considéré comme étant un aliment protecteur pour les affections coronaires et cardiaques. Cependant, différents éléments laissent penser que le mercure contenu dans certains de ces poissons pourrait contrebalancer ces effets bénéfiques pour la santé. Ces effets sur le système cardiovasculaire sont toujours débattus aujourd'hui, mais quelques études montrent une corrélation entre le niveau de mercure et la pression artérielle (Fillion et al., 2006).

5. Mesures de protection

Deux éléments ayant un potentiel effet protecteur par rapport à l'exposition au mercure ont commencé à être étudiés : le sélénium et les fruits tropicaux.

Le sélénium a montré des effets protecteurs dans certaines études animales. Les études qui ont tenté d'avoir une représentation des taux sanguins de sélénium ont conclu à une grande hétérogénéité dans la région. Quelques corrélations positives entre des bioindicateurs de Se et de Hg ont été montrées, suggérant ainsi que le poisson pouvait être une source alimentaire de Se. Cependant, les études n'ont pas investigué l'aspect protecteur par rapport au mercure (Passos & Mergler, 2008).

D'autre part, il a été montré que la consommation de fruits tropicaux modifie la relation entre la consommation de poisson contaminé et les teneurs en mercure. Pour une consommation de poisson équivalente, le taux de mercure dans les cheveux est inférieur chez les personnes consommant des fruits par rapport à celles qui n'en consomment pas (Passos & Mergler, 2003; Passos, Mergler, Fillion, et al., 2007).

ANNEXE IV

Liste des acteurs du système de santé brésilien contactés dans le cadre de cette étude. Les dernières lignes (grisées) correspondent à des personnes qui ont été contactées mais qu'il n'a pas été possible de rencontrer.

Nom	Institution	Service/Département	Date entretien
André Fenner	Fiocruz	Santé environnementale	15/06/11
Juliana Villardi	Fiocruz	Santé environnementale	21/06/11
George Ferreira	IBAMA	Centre de télédétection	15/06/11
Helen Gurgel	Ministère de l'environnement	Secrétariat de biodiversité et des forêts – départements des zones protégées	20/06/11
Priscila Bueno	CGVAM	Programme VIGIPEQ	30/06/11 et 10/08/11
Alysson Lemos	OPAS/CGVAM	Détaché à la CGVAM	10/08/11
Jose Dorea	UnB	Département de nutrition	21/06/11
Tais Pita Cotta	UnB	Département de chimie analytique	01/07/11
Marcelo Lima	Institut Evandro Chagas	Section Environnement (chercheur)	07/07/11
Iracina Maura de Jesus	Institut Evandro Chagas	Section Environnement (directrice)	11/07/11
Elisabeth Santos	Institut Evandro Chagas	Directrice	18/07/11
Amiraldo Pinheiro	Secrétariat Etatique de Santé Publique du Pará (SESPA Belém)	Directeur du groupe de travail « santé environnementale »	07/07/11
Francy Correa		Chargée du programme VIGIPEQ	
Antonio	Association Saúde e Alegria, Santarém	Chargé de l'axe santé	27/07/11
Francileno Sousa Rêgo	Secrétariat Municipal de Santé de Santarém	Division prévention et éducation pour la santé	03/08/11
Jorge Machado	Fiocruz	Responsable du SIMPEAQ	/
Maris Conceição	Université Fédérale du Pará	Centre de médecine tropicale	/
Sandra Hacon	Fiocruz Rio		/
Manuel César	OTCA (Organisation du Traité de Coopération Amazonienne)		/
Berenice Britto Klein	ANVISA Brasilia	Surveillance sanitaire	/

ANNEXE V : Grille d'entretien générique

Question	Raison de la question	Info recherchée	Hypothèse	Analyse des réponses ?
1. Le problème du Hg en Amazonie brésilienne				
Connaissez-vous l'existence du problème de l'intoxication chronique par le mercure ?	A poser selon l'acteur			
Quelles sont vos connaissances d'un point de vue :	Etat des lieux pour chaque acteur + éviter de passer à côté d'informations non mises en évidence	Les acteurs sont-ils déjà sensibilisés à la problématique ? Quels sont les connaissances à disposition qui pourront être exploitées ?	Selon les acteurs, mais globalement : connaissance en adéquation avec le niveau de l'acteur et la priorité	Echelle quantitative à 4 niveaux ? Facteur pouvant expliquer la situation (pas de connaissance -> pas d'implication)
* Sources de Hg dans l'environnement				
* Paramètres qui influent sur la contamination de l'environnement ?				
* Présence dans l'environnement : dans quels compartiments ?				
* Effets sur la santé				
* Situation d'exposition des populations : quelles situations sont à risque ?				
* Actions entreprises actuellement				
Arnaud DALLONGEVILLE - Mémoire de l'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique - 2011			I	

Comment, pour vous, détecter un cas d'exposition au Hg ?	Question ouverte pour voir la perception des personnes p/r au problème.	Quelles sont a priori les données nécessaires pour cette détection selon chaque acteur?	Plutôt axé sur des données sanitaires, pas environnementales	
Que pensez-vous indicateurs suivants pour détecter le plus précocément possible des cas d'exposition au Hg ? Comment les classeriez-vous ?	Obtenir des considérations pratiques qui n'apparaissent pas dans la synthèse bibliographique	Obtenir un classement des indicateurs dégagés en fonction de paramètres de terrain, de coût, de faisabilité, de temps... Aspects disponibles seulement grâce aux personnes de terrain		Etablir un classement consensuel prenant en compte le plus de paramètres possible
* Mesure de Hg dans les sols				
* Mesure de Hg dans l'eau				
* Mesure de Hg dans les poissons				
* Mesure de Hg dans le sang				
* Mesure de Hg dans les cheveux				
* Tests de performances psychomotrices				
2. Le système de surveillance				
A votre connaissance, existe-il déjà un système de surveillance de ce problème ?	Eviter de passer à côté d'éléments non mis en évidence avant		Non	
* Lequel?				
* Quels sont ses éléments ?		Elements déjà impliqués ?		
* Comment fonctionne-t-il ?				

* Le système SINAN fait-il remonter des cas d'intoxication au Hg ? Si non, pourquoi ?	les fiches de notification "intoxication exogène" SINAN font apparaître la catégorie métal	peut-on se baser sur qqch de déjà bien en place ?		
* Si non, vous paraîtrait-il judicieux d'en mettre un en place ?	Perception de la pertinence et de l'intérêt de notre travail ?			
Quel est le niveau d'implication de votre service par rapport à ce problème et par rapport au système de surveillance ?	Evaluer l'implication actuelle	De quoi dépend cette implication ? Dépend-elle vraiment de l'échelle ?	Selon l'acteur : plus on est haut (niveau fédéral) plus le Hg fera partie d'au moins un programme. Plus on sera local, plus il risque d'y avoir d'autres priorités	
* Ignorance ?				
* Connaissance ?				
* Etudes ?				
* Actions ?				
Comment ce niveau d'implication de votre service par rapport à ce problème et dans ce système est-il défini ?		Vers quel acteur aller pour définir /faire changer ce niveau d'implication	Selon l'acteur : fédéral définissent l'implication des services inférieurs hiérarchiquement.	
* Orientations générales des politiques publiques ?				
* Directives précises à appliquer ?				
* Origine précise de ces orientations/directives ?				

* Mode de transfert de ces informations ? Quand ? Quoi ?				
* Existe-t-il une demande de feedback de la part des émetteurs de ces orientations ?				
Quel degré de priorité de ce problème à votre échelle ? (échelle de 1 à 10) Pourquoi ?		D'autres éventuelles préoccupations de santé qui sont considérées comme plus importantes (parce que plus graves, plus fréquentes, plus faciles à détecter...)		Mesurer le taux de priorité moyen estimé : peut aussi expliquer la situation
Par rapport aux éléments dont vous disposez du point de vue « scientifique », estimez-vous que c'est cohérent ? Insuffisant ? Correct ? Trop ?	Evaluer la perception de l'adéquation entre importance du pb et implication			
Quelles limites/freins voyez au développement de la surveillance et de la mise en place d'actions par rapport à cette problématique d'un point de vue général ?		Contraintes à considérer		
Présentation du modèle	Evaluer la pertinence de travailler sur ce modèle	Aspects à prendre en compte, qui n'ont pas été considérés lors de		

		l'élaboration du modèle		
* Un tel modèle vous paraît-il concevable dans le cadre du problème de l'exposition au Hg ?				
* Quel est votre avis par rapport à celui-ci ? Suggestions ?				
3. Le réseau d'acteurs				
Pour le problème de l'exposition chronique au mercure, qui pensez-vous qu'il serait judicieux/nécessaire d'associer à ce réseau ?		D'autres contacts auxquels on n'avait pas forcément pensé avant		Compléter le réseau
Avec quelles institutions/agences/... , qui pourraient être impliquées dans la surveillance et la gestion de ce problème, travaillez-vous déjà ?	Inventorier les relations existant déjà autour de la personne interrogée			Essayer d'exploiter des relations qui existent déjà
* Autre service de niveau hiérarchique équivalent ?				
* Avec des services/personnes d'un autre niveau hiérarchique, supérieur ou inférieur ?				
* Dans quel cadre ?				

Quel circuit de communication vous paraîtrait être efficace dans ce cadre ?				
Selon vous, qui serait le plus à même de				
* Collecter				
* Faire remonter				
* Analyser				
* Exploiter				
* Centraliser				
Quelles limites/freins voyez au développement de la surveillance et de la mise en place d'actions par rapport à cette problématique du point de vue d'un éventuel réseau ?		Contraintes à considérer, non mises en évidence avant		

ANNEXE VI : Présentation du VIGISOLO et du SINAN selon les concepts de Pertina

VIGISOLO

	Acteurs	Objectifs	Informations	Ressources
Surveiller	<p>Secrétariats Municipaux de Santé (SMS)</p> <p>Secrétariats Etatiques de Santé si les secrétariats municipaux n'ont pas de département de surveillance en santé environnementale</p>	<p>Mesurer, détecter les anomalies, déclencher le signal</p>	<p>Recensement, caractérisation et enregistrement des zones contaminées par des substances chimiques. La procédure est déclenchée soit à l'initiative du SMS (zones connues comme potentiellement contaminées : sites industriels, sites de stockage de déchets...), soit suite à la plainte de riverains (dégradation de la qualité de l'eau, odeurs, visuel...)</p>	<p>Personnel de la division technique du Secrétariat Municipal de Santé pour la visite de terrain, formés par les techniciens des Secrétariats Etatiques de Santé</p> <p>Fiche de terrain de VIGISOLO et protocole pour son remplissage (existants)</p> <p>Système informatique SISOLO pour l'enregistrement des résultats</p>
Alerter	<p>Secrétariats Municipaux et/ou Etatiques (pas encore clairement défini)</p>	<p>Vérifier signaux, évaluer l'impact, investiguer</p>	<p>Chaque fiche de terrain remplie est analysée selon une grille (existante) : à chaque zone est attribué un score sur 100, correspondant à un des 5 niveaux de priorités.</p> <p>Il n'existe à ce jour pas de protocole permettant d'exploiter le classement ainsi obtenu.</p>	<p>La fiche de terrain remplie par le technicien ayant fait la visite du site</p> <p>Le protocole de priorisation (existant)</p>
Gérer	<p>Secrétariats étatiques de santé</p>	<p>Mettre en œuvre le plan d'actions</p>	<p>Les actions peuvent viser à traiter la zone contaminée, empêcher son accès/son utilisation et l'implantation d'activités ou de logements dans un certain périmètre, ou à protéger des ressources en eau éventuellement impactées (cf rubrique « Ressources en eau » de la ficha de campo)</p>	<p>La base de donnée de SISOLO qui comporte les détails des zones ainsi que leur degré de priorité</p> <p>Les moyens de chaque secrétariat municipal de santé concerné</p>

Notification de cas suspects : SINAN

	Acteur	Objectif	Informations	Ressources
Surveiller	Médecins Equipes de santé des communautés (équipes de « prise en charge basique », atenção básica »)	Mesurer, détecter les anomalies, déclencher le signal	Si le médecin suspecte une des affections soumises à la notification, il doit remplir la fiche de notification adéquate immédiatement. Il est du choix des Etats et des municipalités de déclarer des affections non soumises à notifications, mais importantes dans leur secteur géographique. En cas d'incertitude, un même patient peut être notifié dans 5 catégories différentes. Tout cas notifié est considéré par défaut comme incertain. Selon l'affection en cause, le médecin dispose d'un délai variable pour confirmer ou infirmer cette notification, sur des critères épidémiologiques ET cliniques ET des résultats de laboratoire qu'il doit préciser dans le système. Que le cas soit confirmé ou infirmé, il reste enregistré dans le SINAN. Selon la gravité de l'affection notifiée, elle doit l'être directement soit au SES soit au SVS.	Formulaire individuel de notification du SINAN pour les affections soumises à notifications Les formulaires de notification négative Le système en ligne SINAN Net pour entrer les données de la fiche (ces données sont transmises une fois par semaine du SMS au SES, qui lui transmet dans un délai variable au MS)
Alerter	Cellule de veille au sein des secrétariats étatiques de santé et du Ministère de la Santé/Secrétariat de surveillance en santé (SVS)	Vérifier signaux, évaluer l'impact, investiguer	Variable selon la gravité des affections notifiées	
Gérer	Tous les niveaux hiérarchiques	Mettre en œuvre le plan d'actions	Variable selon l'affection	Variable selon l'affection

26. Distância da moradia mais próxima: _____ m	27. População Estimada:
28. Fonte da População Estimada:	
29. Locais com populações susceptíveis nas proximidades: <input type="checkbox"/> hospital <input type="checkbox"/> posto de saúde <input type="checkbox"/> creche <input type="checkbox"/> escola <input type="checkbox"/> asilo <input type="checkbox"/> parques	

<input type="checkbox"/> playground / área de lazer <input type="checkbox"/> agropecuária <input type="checkbox"/> nenhum	
INFORMAÇÕES SOBRE A ÁGUA	
Curso de água:	
30. Tipo de curso d'água e água:	
<input type="checkbox"/> Rio/Riacho	Nome: _____ Distância: _____ m
<input type="checkbox"/> Lago/Lagoa/Agude	Nome: _____ Distância: _____ m
<input type="checkbox"/> Igarapé	Nome: _____ Distância: _____ m
<input type="checkbox"/> Barragem/Represa	Nome: _____ Distância: _____ m
<input type="checkbox"/> Mar	Nome: _____ Distância: _____ m
31. Qual a forma de abastecimento de água para consumo humano:	
<input type="checkbox"/> Sistema de Abastecimento de Água	
<input type="checkbox"/> Solução Alternativa Individual	
<input type="checkbox"/> Fonte <input type="checkbox"/> Carroça <input type="checkbox"/> Água de chuva <input type="checkbox"/> Água de poço <input type="checkbox"/> Água de rio <input type="checkbox"/> Água de nascente	
<input type="checkbox"/> Solução Alternativa Coletiva	
<input type="checkbox"/> Caminhão Pipa (distribuição por veículo transportador) <input type="checkbox"/> Chafariz <input type="checkbox"/> Fonte <input type="checkbox"/> Barco <input type="checkbox"/> Carroça <input type="checkbox"/> Água de chuva <input type="checkbox"/> Poço comunitário <input type="checkbox"/> Instalações condominiais horizontal e vertical	
32. Existem estudos sobre a área: <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim	
Caso afirmativo, especificar:	
<input type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Ar <input type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> Exposição humana <input type="checkbox"/> outros	
33. Quanto à exposição humana: <input type="checkbox"/> confirmada <input type="checkbox"/> suspeita <input type="checkbox"/> não ocorre exposição	
34. Quanto à contaminação ambiental: <input type="checkbox"/> confirmada <input type="checkbox"/> suspeita <input type="checkbox"/> não há contaminação	
35. Origem das informações utilizadas no preenchimento da ficha de campo:	
36. Existe atuação do órgão ambiental em relação a área: <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim	37. Se sim, especificar:
38. Observações:	
39. Nome do Técnico:	40. CPF:

INSTRUTIVO PARA FICHA DE CAMPO SISOLO 2009

1. ORIENTAÇÕES PARA O PREENCHIMENTO

A ficha de campo é composta por campos abertos e fechados que devem ser preenchidos com informações oriundas de um levantamento prévio de informações junto às instituições que possam reunir tais dados, principalmente órgãos ambientais, além da visita de campo para reconhecimento da área, validação e complementação de informações para uma caracterização inicial da situação. Todos os campos da ficha são obrigatórios no momento do seu cadastro no SISOLO, portanto, caso não haja dados para determinado campo ele deve ser preenchido com um traço (-).

É importante destacar que a visita de campo para preenchimento da ficha não tem caráter de fiscalização do empreendimento instalado na área a ser identificada, mas principalmente realizar uma caracterização inicial do seu entorno, considerando aspectos de interesse para a saúde humana.

1.1 BLOCO: LOCALIZAÇÃO

Campo 1: Data – dd/mm/aaaa.

Caso a área a ser cadastrada ainda não tenha sido inserida no SISOLO, a data a ser informada é a da primeira visita de campo realizada ao local, mesmo que ela não coincida com a data de digitação e alimentação no sistema.

Caso a área já tenha sido cadastrada no SISOLO e o objetivo seja a atualização da ficha de campo, deve ser informada a data de digitação do (s) dado (s) atualizado (s) para que seja guardado o histórico das informações daquela área.

Campo 2: UF – Unidade da Federação

Neste campo deve ser informado o estado onde se localiza a área a ser cadastrada. Para a alimentação do SISOLO o estado deve ser informado sem acentuação gráfica.

Campo 3: Município

O município onde se localiza a área a ser cadastrada deve ser informado por extenso, sem abreviações e acentuação gráfica.

Quando a ficha for cadastrada no SISOLO será preenchido, automaticamente, um campo com a identificação do município pelo IBGE.

Campo 4: Código do Município

Este dado será inserido automaticamente pelo

Sistema. Campo 5: Denominação da área

Este campo deve ser preenchido com o nome da área a ser cadastrada, de acordo com os registros do licenciamento ambiental ou documentos específicos da área, por extenso e sem abreviações (Ex.: Sítio do Seu João; Gráfica Impressão; Posto de Gasolina Imagem, etc).

Campo 6: Distância da capital

O campo deve informar sobre a distância (em m²) do município onde se localiza a área a ser cadastrada à capital do estado.

Campo 7: Nome do proprietário

O campo deve informar o (s) nome (s) do (s) proprietário (s) ou grupo responsável pelo empreendimento instalado na área a ser cadastrada, por extenso e sem abreviações. É preciso informar caso seja “desconhecido”.

Campo 8: Tipo de propriedade

De acordo com o proprietário do empreendimento deverá ser selecionado o tipo de propriedade – pública ou privada.

A propriedade será considerada pública quando for do governo, para o atendimento dos interesses Sociais e do Poder Público.

A propriedade será considerada privada quando for particular.

Campo 9: Endereço completo

Informar a rua, logradouro, avenida, número, complemento, bairro e CEP da área a ser cadastrada, por extenso e sem abreviações (Ex.: Avenida Principal, Rua do Meio, Número 00; Complemento: ---).

Campo 10: Latitude

Informar a coordenada geográfica da área a ser cadastrada de acordo com sua localização em relação ao Equador, com base na informação obtida pela utilização do aparelho GPS, na unidade graus decimais (- 00,0000), considerando pelo menos quatro casas decimais após a vírgula.

Campo 11: Longitude

Informar a coordenada geográfica da área a ser cadastrada de acordo com sua localização em relação ao Meridiano de Greenwich, com base na informação obtida pela utilização do aparelho GPS, na unidade de graus decimais (-00,0000), considerando pelo menos quatro casas decimais após a vírgula.

Campo 12: Número

Informar número caso exista no endereço.

Campo 13: Complemento

Informar complemento caso necessário para melhor localização do endereço.

Campo 14: Bairro

Informar o bairro do endereço.

Campo 15: CEP

Informar o código de endereço postal.

Campo 16: Datum

Um datum caracteriza-se por uma superfície de referência posicionada em relação à Terra. O South American Datum (SAD-69), que deve ser utilizado e informado na ficha de campo e configurado no aparelho GPS, foi estabelecido para a América do Sul desde 1969.

Campo 17: Zona

De acordo com a caracterização da localização da área a ser cadastrada deve ser selecionada uma das opções a seguir:

Zona rural: aglomerado populacional localizado fora do perímetro urbano, onde são desenvolvidas atividades agrosilvopastoris com finalidade econômica e/ou de subsistência.

Zona urbana: aglomerado populacional caracterizado pela existência de edificações contínuas, com melhoramentos construídos ou mantidos pelo poder público.

Zona periurbana: faixa de transição entre urbana e rural, caracterizada por aglomerados populacionais que não apresentam melhoramentos construídos ou mantidos pelo Poder Público.

1.2 BLOCO ÁREA**Campo 18: Classificação da área**

Selecionar a classificação da área a partir da origem da contaminação, onde:

AD (Área Desativada) - Área onde a atividade que deu origem a contaminação está parada, permanente ou temporariamente, sendo o poluidor conhecido ou não.

AI (Área Industrial) - Área onde ocorre processamento (ou capacidade produtiva) e transformação de matérias-primas em insumos até a geração de resíduos (em diferentes frações).

ADRI (Área de Disposição de Resíduos Industriais) - Área onde ocorra disposição de resíduos industriais.

DA (Depósito de Agrotóxicos) - Área de armazenamento inadequada de agrotóxicos, obsoletos ou não, onde se incluem os antigos depósitos da exSucam, depósitos de agrotóxicos e depósitos de embalagens de agrotóxicos.

CN (Contaminação Natural) - Área onde ocorre contaminação natural do ambiente que tenha contaminante em concentrações com potencial de colocar em risco à saúde das populações humanas.

AM (Área de Mineração) - Área onde ocorre extração de substâncias minerais, com potencial de colocar em risco à saúde das populações humanas.

AA (Área Agrícola) - Área de produção agrícola com utilização inadequada de agrotóxico ou fertilizante químico ou orgânico apresente potencial de colocar em risco à saúde das populações humanas.

UDRU (Área de Disposição de Resíduos Urbanos) - área de disposição de resíduos urbanos, com potencial de colocar em risco à saúde das populações humanas.

UPAS (Unidade de Postos de Abastecimento e Serviços) - Área de comercialização e estocagem de combustíveis e derivados de petróleo, com potencial de colocar em risco à saúde das populações humanas.

ACAPP (Área Contaminada por Acidente com Produto Perigoso) - Área Contaminada em função da ocorrência de Acidente(s) tais como explosões, incêndios, vazamentos ou emissões de Produto(s) Perigoso(s) que em razão de suas propriedades químicas, físicas, biológicas, toxicológicas ou radiológicas, isoladas ou combinadas, constitui um perigo real ou potencial à saúde humana, em curto ou longo prazos.

Campo 19: Caso a área seja AI, informe que tipo

Quando a classificação da área for Área Industrial é necessário selecionar o item de acordo a atividade econômica dentre as seguintes opções relacionadas com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE/IBGE):

Abatedouro e Frigoríficos

Captação, Tratamento e distribuição de água

Curtumes, Local de preparação de couro

Depósitos de Agrotóxicos

Fábrica de Agrotóxicos

Fábrica de Produção de Cera de Carnaúba

Fabricação de Adubos Químicos

Fabricação de Artigos de Borracha e Material Plástico

Fabricação de Artefatos de Couro

Fabricação de Celulose, Papel e Produtos de Papel

Fabricação de Coque Refino de Petróleo
Fabricação de Equipamentos para Escritório e Informática
Fabricação de Eletro Eletrônicos
Fabricação de Móveis
Fabricação de Produtos de Higiene, Limpeza e Cosméticos
Fabricação de Produtos Alimentícios e Bebidas
Fabricação de Produtos de Metal
Fabricação de Produtos Farmacêuticos
Fabricação de Produtos Minerais Não Metálicos
Fabricação de Produtos Químicos
Fabricação de Produtos Têxteis
Fabricação de Velas
Fabricação de Vidros e Cerâmicas
Fabricação e Armazenamento de Produtos de Madeira
Fabricação e Montagem de Veículos Automotores
Local de Armazenamento de Produtos Agrícolas
Material Radioativo
Metalurgia
Produção de Biodiesel

Campo 20: Área em Atividade

Este campo se destina a informar sobre o funcionamento ou desativação do empreendimento localizado na área que está sendo identificada. Caso esteja em atividade deve ser selecionada a opção “sim”. Caso esteja desativada a opção deverá ser “não”.

Campo 21: Tamanho da Área

Trata-se de um campo aberto onde deve ser informado o tamanho da área identificada em m². Esta informação pode ser adquirida no licenciamento ambiental, além da possibilidade de ser medida por meio da utilização do aparelho GPS.

Campo 22: Contaminantes Potenciais

Selecionar, com base no processo produtivo e/ou atividades desenvolvidas no local informadas no processo de licenciamento ambiental, os contaminantes ali presentes, que podem, com base na qualificação da informação, passar a ser

considerados contaminantes de interesse. Estão disponíveis as seguintes opções (pode ser selecionado até 20 –vinte – contaminantes por área):

2,4 - D trietanolamina	Acenafteno	Acetamilidas	Acetona
Ácido Clorídrico	Ácido Sulfúrico	Água Oxigenada	Álcool
Acrilato de Butila	Alcanos	Aldrin	Alfacipermetrina
Alumínio	Amianto	Amônia	Antraceno
Areia de fundição	Arsênip	Atrazina	Bauxita
Benzeno	Benzo (A) Pireno	Betume	BHC
Biolarvicidas	Biotita	Bissulfito de Sódio	Boro
Borra de Alcatrão	Borra de Granalha	Borra de Mercúrio	Borra de Tinta
Borra Ácida de Óleo	BTEX	BTX	Bário
Carbono	Catalisadores	Chumbo	Cianetos
Cileno	Cipermetrina	Clordano	Cloreto de Metileno
Cloreto de Vinila	Cloretos	Clorita	Cloro
Clorobenzenos	Cobalto	Cobre	Coliformes
Compostos Aromáticos	Compostos Orgânicos Halogenados	Compostos Orgânicos Semi-Voláteis	Compostos Orgânicos Voláteis
Corantes	Criolita	Cromita	Cromo
Cumeno	Cádmio	DDT	Derivados de Petróleo
Detergentes	Diclorobenzeno	Dicloroetano	Dicloroetano
Dicloroetileno	Diclorofeniltricloroetano	Dicloropropano	Dihidrocolesterol
Dioxinas	Dipirona	Dióxido de Enxofre	Efluentes
Enxofre	Epicloridrina	Escória de Aciaria	Estireno

Etanol	Etilbenzeno	Feldspato	Fenantreno
Fenóis	Ferro	Finitrotion	Fluorantreno
Fluoretos	Fluor	Fosfato	Ftalatos
Fungicidas	Galaxolide	Gasolina	Glicerina
Gorduras	Graxas	Gás Natural	Halogênios
HCH	Heptacloro Hepóxico	Hexaclorobenzeno	Hexaclorobutadieno
Hexano	Hidrocarbonetos	Hidróxido de Sódio	Ilmenita
Isoctano	Lama Abrasiva	Iodo Galvânico	Lubrificantes
Malathion	Manganês	Mercúrio	Metabissulfito de Sódio
Metais	Metais Pesados	Metamidofós	Metanol
Metil Tert Butil Éter	Metilfenol	Minério de Ferro	Minérios
MTBE	Nafta	Naftaleno	Negro de Fumo
Nitratos	Níquel	Oleínas	Óleo Ascarel
Óleo BPF	Óleo BPH	Óleo CAP	Óleo Diesel
Óleo Lubrificante	Óleo Mineral	Óleo Vegetal	Organoclorados
Organofosforados	Óxido de Alumínio	Óxido de Ferro	PAH Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos)
Paracetamol	Parafina	PCB (Bifenilas Policloradas)	Pentaclorofenol
Piretróides	Pirita	Policlorados Dibenzenofuranos	Policlorados Dibenzodioxinas
Polietileno	Praguicidas	Querosene	Resina Fenólica

Resíduos Aditivos Cerâmicos	Resíduos Cáusticos	Resíduos da Indústria Farmacêutica	Resíduos da Indústria Têxtil
Resíduos de Laboratórios	Resíduos de Petróleo	Resíduos de Serviços de Saúde	Resíduos de Refino de Bauxita
Resíduos Hospitalares	Resíduos Industriais	Resíduos Oleosos	Resíduos Orgânicos
Resíduos Químicos	Resíduos Radioativos	Resíduos Orgânicos	Resíduos Urbanos
Sais Orgânicos	Sal de Dimetilamina	Soda Cáustica	Solventes
Sulfato de Amônia	Sulfato de Enxofre	Sulfatos	Sulfeto de Chumbo
Sulfetos	Sulfuretos	Sumethion	Sódio
Tamaron	Taurita	Temephós	Tetracloroetano
Tetracloroetileno	Tiran	Tolueno	TPH
Triclorobenzeno	Tricloroetano	Tricloroetileno	Triclorofenol
Tricloropropano	Uramita	Urânio	Vaselina
Vectron	Verdict	Xileno	Zinco

1.3 BLOCO POPULAÇÃO POTENCIALMENTE EXPOSTA

Campo 23: Existe população nas proximidades (considerar raio de 1 km a partir da área georreferenciada)

Considerar o espaço de um raio de 1 km a partir da área identificada e selecionar a opção (“sim” ou não”) de acordo com a presença ou não de população no local. Caso a opção selecionada seja “sim”, especificar se a população consiste de moradores e/ou de trabalhadores (é possível selecionar ambos os itens).

Campo 24: Característica da população

Indicar se a população existente nas proximidades consideradas no campo anterior são moradores ou trabalhadores.

Campo 25: Estratificação Social

De acordo com as características observadas pelo responsável pela visita de campo em relação à área residencial, as características físicas da moradia da população residente no entorno da área e infra-estrutura dos serviços públicos locais, em conjunto com os conhecimentos e dados genéricos, regionalizados, utilizados pelo Poder Público local, foram definidas as opções de classe “baixa”, “média” e “alta”, com possibilidade de selecionar mais de uma das opções.

Campo 26: Distância da moradia mais próxima

O campo aberto tem a finalidade de informar, em metros, qual a distância da área que está sendo identificada em relação à residência mais próxima a ela. Neste caso não há um limite para registro da moradia mais próxima, a residência pode estar sobre a área (0 m) ou a milhares de metros de distância, o importante é registrar onde se encontra a moradia mais próxima.

Campo 27: População estimada nas proximidades

Considerando o espaço existente a partir do raio de 1 km da área que está sendo identificada, deve ser informada a estimativa da população potencialmente exposta. Caso não exista população deve ser informado a estimativa da população como 0 (zero).

Campo 28: Fonte da população estimada

Informar a respeito da origem dos dados sobre o número da população estimada.

Campo 29: Locais com populações susceptíveis nas proximidades (considerar raio de 1 km a partir da área georreferenciada)

Este campo deve informar sobre a existência de aglomerados populacionais vulneráveis, que apresentem características específicas em relação à exposição a contaminantes químicos, no espaço referente ao raio de 1 km a partir da área identificada. Pode ser selecionada mais de uma opção, a saber:

- Hospital
- Posto de Saúde
- Creche
- Escola
- Asilo
- Parques
- Playground/área de lazer
- Agropecuária
- Nenhum

6.5. INFORMAÇÕES SOBRE ÁGUA

Campo 30: Tipo de curso de água

Selecionar qual (is) o (s) curso (s) de água presente, sob influência da área que está sendo identificada, entre as seguintes opções:

- Nenhum (quando não houver curso de água nas proximidades da área, ou que não esteja sob sua influência)
- Rio/Riacho
- Lago/Lagoa/Agude
- Igarapé
- Barragem/Represa
- Mar

Ao realizar a seleção serão abertos campos para informar o (s) nome (s), por extenso e sem abreviação, e a sua distância da área em questão (em metros).

Neste item não há delimitação de distância (1km). Caso haja possibilidade do curso de água estar sob influência da área com suspeita de contaminação, independente da distância que se encontrar da área, é importante que seja informada. Podem ser selecionadas quantas opções forem necessárias.

Campo 31: Qual (is) a (s) forma (s) de abastecimento de água para consumo humano encontradas no local, considerando o raio de 1 km da área georreferenciada:

É necessária a seleção do (s) tipo (s) de abastecimento de água para consumo humano existente no espaço abrangido por um raio de 1 km a partir da área identificada. Podem ser selecionadas mais de uma opção, a saber:

- Sistema de Abastecimento de Água (SAA)
- Solução Alternativa Individual (SAI) – dentro desta opção podem ser selecionados os itens:
 1. Fonte;
 2. Carroça;
 3. Água de chuva;
 4. Água de poço;
 5. Água de rio e
 6. Água de nascente.
- Solução Alternativa Coletiva (SAC) – dentro desta opção podem ser selecionados os itens:

1. Caminhão pipa (distribuição por veículo transportador);
 2. Chafariz;
 3. Fonte;
 4. Barco;
 5. Carroça;
 6. Água de chuva;
 7. Pogo comunitário e
 8. Instalações condominiais horizontal e vertical.

1.4 BLOCO INFORMAÇÕES GERAIS

Campo 32: Existem estudos sobre a área:

Este campo deve ser preferencialmente preenchido previamente à visita à área e está relacionado com a existência, ou não, de dados comprobatórios acerca da contaminação ambiental e exposição humana. As opções “sim” ou “não” devem ser selecionadas de acordo com a existência e disponibilidade de informações consistentes, com rigorosa descrição metodológica, que possam comprovar a contaminação de amostras ambientais (solo, ar, água) ou biológicas e/ou confirmação de rotas de exposição que confirmem a exposição humana. A seleção da opção “sim” implica na informação sobre a referência do (s) documento (s) que subsidia a afirmação, para que possa (m) ser acessado (s) quando necessário (Ex.: solo: tese de mestrado “Contaminação do subsolo por solventes”, análise de matriz ambiental realizada pelo órgão ambiental local, laudo de órgão ambiental).

Campo 33: Quanto a exposição humana:

Como segmento ao campo anterior, neste caso a informação tem relação com o resultado dos estudos existentes quanto à exposição humana. Quando os dados são suficientes para afirmar que existe exposição humana a opção deve ser “confirmada”. Caso os dados existentes não sejam conclusivos a opção deve ser “suspeita” e caso haja comprovação que não existe exposição humana a opção deve ser “não ocorre exposição”.

Campo 34: Quanto à contaminação ambiental:

Como segmento ao campo 26, neste caso a informação tem relação com o resultado dos estudos existentes sobre a contaminação ambiental. Quando os dados sobre análises de amostras ambientais indicarem que

uma ou mais amostras apresentam contaminação, ainda que apenas por um contaminante, a opção a ser selecionada deve ser “confirmada”. Caso não haja conclusão sobre a contaminação de qualquer amostra, a opção deve ser “suspeita” e, caso haja confirmação que a (s) amostra (s) analisada não apresente contaminação a opção deve ser “não há contaminação”.

Campo 35: Origem das informações utilizadas no preenchimento da ficha de campo:

Para o preenchimento da ficha de campo são necessárias informações além das levantadas por meio da visita de campo. Para tanto é necessário um levantamento prévio de informações por meio da articulação com órgãos de meio ambiente, Ministério Público, Universidades, Associações de Moradores, mídia, entre outros órgãos e instituições que possam ser acionados, além das próprias Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde.

Campo 36: Existe atuação do órgão ambiental em relação à área:

Este campo é importante para que o setor saúde tenha conhecimento da atuação do setor ambiental quanto à possível contaminação ambiental, já que esta situação é fundamental no estabelecimento da exposição humana.

As opções disponíveis para seleção são “sim” para os casos em que existem ações do setor ambiental em relação à área, entre elas renovação de licenciamento ambiental, análises de amostras ambientais, solicitação e acompanhamento de processos de remediação, entre outras. Caso não haja qualquer tipo de atuação do órgão ambiental em relação à área em questão, a opção “não” deve ser selecionada.

Campo 37: Se sim, especificar

Especificar qual atuação é exercida pelo Órgão ambiental em relação a área cadastrada.

Campo 38: Observações:

Trata-se de um campo aberto, com capacidade para 600 caracteres, que deve ser preenchido com informações relevantes relacionadas à área com suspeita de contaminação que não foram contempladas nos demais campos. Por exemplo, informar que a área é sujeita a inundações periódicas, ou que foram realizadas denúncias por parte da população sobre odor alterado na água, derramamento de resíduo em manancial que confirmadamente é (ou foi) utilizado como fonte de abastecimento pela população, caracterizando uma via de exposição (ingestão de água provavelmente contaminada), entre outras.

Campo 39: Nome do Técnico de Campo

Informar o nome do técnico que realizou a visita de campo e preencheu a ficha de campo.

Campo 40: CPF do Técnico

Annexe VIII : Protocole de priorisation des zones contaminées

**MINISTÉRIO DA SAÚDE
SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE
DEPARTAMENTO DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL E SAÚDE DO
TRABALHADOR
COORDENAÇÃO GERAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL**

**DIRETRIZES PARA A PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS COM POPULAÇÕES
POTENCIALMENTE EXPOSTAS A CONTAMINANTES QUÍMICOS**

Brasília/DF, 2010

Equipe Técnica VIGIPEQ

Alysson Lemos, Ana Cristina Linhares, Ana Paula Garcia Martins, Eric Fischer, Fabiana Godoy, Glauce Araújo Ideião Lins, Marcelo Segalera, Maria de Fátima, Maria Paula Zaitune, Patricia Louvandini, Paula Durante Tagliari, Priscila Bueno.

INSTITUIÇÕES APOIADORAS

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

I INTRODUÇÃO	4
II IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM POPULAÇÕES POTENCIALMENTE EXPOSTAS A CONTAMINANTES QUÍMICOS	6
III METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS COM POPULAÇÕES POTENCIALMENTE EXPOSTAS A CONTAMINANTES QUÍMICOS	8
1 Categorização da área	9
1.1 População no entorno	9
1.2 Dados de Exposição	9
1.3 Caracterização Ambiental	10
2 Caracterização da População	10
2.1 População potencialmente exposta estimada	10
2.2 Instalação de Alta Vulnerabilidade	11
2.3 Nível sócio-econômico	11
3 Avaliação Toxicológica	11
3.1 Toxicidade	11
3.1 Persistência ambiental das substâncias	12
4 Medidas de contensão e controle	12
5 Acessibilidade da população ao local	12

I INTRODUÇÃO

A Vigilância em Saúde Ambiental é um conjunto de ações que proporciona o conhecimento e a detecção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana, com a finalidade de identificar as medidas de prevenção e controle dos fatores de risco ambientais relacionados às doenças ou outros agravos à saúde.

A partir da oficialização da nova estrutura regimental do Ministério da Saúde pelo Decreto nº 6.860, regulamentado em maio de 2009, fica consolidado o Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador – DSAST no âmbito da Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS.

A Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Contaminantes Químicos – VIGIPEQ surgiu da reorganização das áreas técnicas da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – CGVAM, vindo ao encontro da preocupação mundial crescente relativa aos riscos à saúde pública decorrentes da presença de contaminantes químicos nas águas subterrâneas e superficiais, no solo, no ar e na biota.

O VIGIPEQ tem como objetivo o desenvolvimento de ações de vigilância em saúde de populações potencialmente expostas a contaminantes químicos nas águas subterrâneas e superficiais, no solo, no ar e na biota visando recomendar e instituir medidas de promoção da saúde, prevenção dos fatores de risco e atenção à saúde das populações expostas, conforme preconizado pelo Sistema Único de Saúde – SUS.

Neste contexto, a CGVAM/VIGIPEQ propõe diretrizes e ações de vigilância em saúde às populações expostas a contaminantes químicos que consistem em:

I - Identificar populações expostas a áreas contaminadas por contaminantes químicos;

II - Definir os contaminantes de interesse e estabelecer as rotas de exposição humana;

III - Elaborar e implementar Protocolos de Vigilância e Atenção à Saúde de Populações Expostas;

IV - Disponibilizar e gerenciar o sistema de informação de vigilância em saúde de populações expostas a áreas contaminadas por contaminantes químicos;

V - Realizar e/ou estimular ações de comunicação de risco e educação em saúde; e

VI - Gerenciar ações no que se refere à exposição humana a contaminantes químicos, no âmbito Federal.

Os Protocolos de Atenção à Saúde de Populações Expostas são documentos voltados para situações específicas de exposição humana a contaminantes químicos, que levam em consideração a temporalidade, os contaminantes de interesse para a saúde e como ocorre o contato desses contaminantes com as populações, possibilitando a estruturação, adequação e qualificação do SUS, além da articulação com outros setores para responder às necessidades deste subgrupo da população.

Os Protocolos de Atenção à Saúde encontram-se em diferentes estágios de elaboração em diversas localidades, sendo desenvolvidos e coordenados de forma coletiva, por técnicos dos diferentes níveis de gestão, com o objetivo de subsidiar o planejamento e a gestão da saúde para a organização da vigilância e atenção às populações expostas.

Preconiza-se que os grupos de trabalho para a elaboração dos protocolos seriam constituídos por representantes da:

- Atenção Primária à Saúde;
- Média e alta complexidade;
- Vigilância em Saúde do trabalhador;
- Vigilância Epidemiológica;
- Vigilância Sanitária;
- Vigilância em Saúde Ambiental;
- Laboratórios de Saúde Pública;

- Instituições de ensino e pesquisa;
- Controle social do SUS e outros segmentos da sociedade civil organizada.

II IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM POPULAÇÕES POTENCIALMENTE EXPOSTAS A CONTAMINANTES QUÍMICOS

A Vigilância em saúde de populações expostas a áreas contaminadas começou a ser estruturada em 2004 a partir de experiências pilotos e atividades desenvolvidas em parceria com estados, municípios, academia, controle social e outros setores. A proposta é de desenvolver um modelo de atenção que inclui promoção, proteção da saúde, prevenção de agravos, diagnóstico, tratamento, reabilitação, manutenção e vigilância à saúde de acordo com as especificidades dos territórios. Durante o ano de 2004, para subsidiar a construção de indicadores de saúde e ambiente e de um Sistema de Informação, o VIGIPEQ realizou nos estados e no Distrito Federal a identificação de populações expostas ou potencialmente expostas a áreas contaminadas ou supostamente contaminadas por contaminantes químicos e o mapeamento e georreferenciamento dessas áreas. Esse trabalho teve como objetivo validar as informações sobre áreas com populações potencialmente expostas previamente fornecidas pelas Secretarias Estaduais de Saúde e de Meio Ambiente e outros órgãos envolvidos, além de capacitar técnicos das Secretarias Estaduais de Saúde e de Meio Ambiente na identificação e georreferenciamento das áreas com populações potencialmente expostas a áreas contaminadas por contaminantes químicos.

Em 2005 foi criado e implantado o Sistema de Informação de Vigilância de Populações Expostas a Solo Contaminado – SISOLO, que propiciou o cadastramento das áreas identificadas com populações expostas ou supostamente expostas a áreas contaminadas por contaminantes químicos. O Sistema tornou-se uma ferramenta importante para orientação e priorização das

ações de vigilância em saúde de populações expostas a área contaminada, reunindo informações sobre áreas identificadas e cadastradas de forma contínua, por parte dos municípios ou estados, além de permitir a construção de indicadores de saúde e ambiente.

A identificação das populações expostas ou potencialmente expostas constitui uma etapa importante no processo de elaboração de programas preventivos e de avaliação da exposição, já que a localização destas populações no espaço permite um maior detalhamento do contexto social e ambiental em que estas exposições ocorrem. Para tanto, faz-se necessário a realização de uma vigilância efetiva dessas áreas, sendo imprescindível a atuação da Atenção Primária à Saúde, especialmente da Estratégia de Saúde da Família, no cuidado à saúde das populações vulneráveis a riscos ambientais.

Por tanto, o cadastramento das áreas no SISOLO tornou-se parte das ações da Programação Anual de Vigilância em Saúde – PAVS, onde os Estados e o Distrito Federal acordaram em realizar o cadastro das áreas. Essa ação fortalece a dinâmica da Vigilância em Saúde de populações expostas a áreas contaminadas. Atualmente todas as Secretarias Estaduais de Saúde e capitais desenvolvem ações, particularmente, a identificação de populações expostas a áreas contaminadas por contaminantes químicos, atividades de capacitação, articulação intra e intersetorial, e acompanhamento da saúde da população exposta. Até meados de 2010, mais de 3.000 áreas foram cadastradas no SISOLO, com a estimativa de mais de 6.000.000 de pessoas expostas ou potencialmente expostas.

Considerando a escassez de recursos humanos e financeiros existentes nos estados e municípios, foi proposta uma matriz composta por um conjunto de parâmetros que devem ser avaliados para definir o nível de prioridade para atuação do setor saúde em cada uma das áreas identificadas.

Assim, o objetivo desse documento é apresentar as diretrizes para priorização de áreas com populações potencialmente expostas a áreas contaminadas por contaminantes químicos.

III METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS COM POPULAÇÕES POTENCIALMENTE EXPOSTAS A CONTAMINANTES QUÍMICOS

Uma área contaminada pode ser definida como uma área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural. Nessa área, os poluentes ou contaminantes podem concentrar-se em subsuperfície nos diferentes compartimentos do ambiente, como por exemplo, no solo, nos sedimentos, nas rochas, nos materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas subterrâneas ou, de uma forma geral, nas zonas não saturada e saturada, além de poderem concentrar-se nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções (Brasil, 2010).

Os poluentes ou contaminantes podem ser transportados a partir desses meios, propagando-se por diferentes vias, como o ar, o próprio solo, as águas subterrâneas e superficiais, a atmosfera, alterando suas características naturais de qualidade e determinando impactos negativos e/ou riscos sobre os bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores. Segundo a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81), são considerados bens a proteger:

- A saúde e o bem-estar da população;
- A fauna e a flora;
- A qualidade do solo, das águas e do ar;
- Os interesses de proteção à natureza/paisagem;
- A ordenação territorial e planejamento regional e urbano;
- A segurança e ordem pública.

O levantamento de áreas contaminadas ou supostamente contaminadas por contaminantes químicos com população potencialmente expostas é realizado a partir de indícios dos Órgãos de Saúde e confirmação dos Órgãos Ambientais.

Para priorizar as áreas identificadas com população exposta ou potencialmente exposta será utilizado um sistema de pontuação relativo ao risco potencial à saúde das populações. Um total de 100 pontos será distribuído entre os parâmetros abaixo discriminados:

1. Categorização da área (25 pontos);
2. Caracterização da população (25 pontos);
3. Avaliação toxicológica (25 pontos);
4. Existência de medidas de contenção e controle (15 pontos);
5. Acessibilidade ao local (10 pontos).

1 Categorização da área (Pontuação Máxima: 25 Pontos)

Para formar a pontuação total da categoria da área, foram utilizados os seguintes sub-parâmetros:

- população no entorno,
- dados de saúde e
- caracterização ambiental.

1.1 População no entorno (Pontuação Máxima: 15 pontos)

Distância da população em relação à área contaminada (m)	Pontuação
0	15
01-100	10 -14
101-300	05 -09
301-400	04
401-1000	01 -03
> 1000	0

1.2 Dados de Exposição (Pontuação Máxima: 05 pontos)

Dados de Exposição	Pontuação
Existe Comprova a exposição	05

investigação	Inconclusiva	03
	Conclui pela não exposição	0
Ausência de Investigação		0

1.3 Caracterização Ambiental (Pontuação Máxima: 05 pontos)

Caracterização Ambiental			Pontuação
Existe informação	Contaminantes de interesse definidos	Em mais de um compartimento	05
		Em apenas um compartimento	04
	Sem definição dos contaminantes de interesse	Independente do compartimento	01-03
Não existe informação			0

2 Caracterização da População (Pontuação Máxima: 25 Pontos)

O parâmetro caracterização da população foi formulado com base nos seguintes sub-parâmetros:

- População potencialmente exposta estimada,
- áreas de alto risco, nível sócio-econômico.

2.1 População potencialmente exposta estimada (Pontuação Máxima: 15 Pontos)

População (número de pessoas)	Pontuação
Mais de 5.000	15
1.001 - 5.000	10 – 14
51 - 1.000	05 - 09
Até 50	01 - 04

2.2 Instalação de Alta Vulnerabilidade (Pontuação Máxima: 05 Pontos)

Instalações de alta vulnerabilidade são as que pelas suas características colocam as populações em contato com pontos de exposição. Quando existir qualquer instalação de alta vulnerabilidade, em um raio de 1 km, deverá ser somado 01 ponto para cada área, até uma pontuação máxima de 05 pontos. Entre as instalações de alta vulnerabilidade podem ser consideradas, por exemplo: hospital, creche, pré-escola, escola, asilo de idosos, lanchonetes, restaurantes, motéis, hotéis, dentre outras.

2.3 Nível sócio-econômico (Pontuação Máxima: 05 Pontos)

Renda da população	Pontuação
Baixa	03
Média	01
Alta	01

3 Avaliação Toxicológica (Pontuação Máxima: 25 Pontos)

O parâmetro avaliação toxicológica foi formulado com base nos seguintes sub-parâmetros:

- Toxicidade e
- Persistência ambiental das substâncias.

3.1 Toxicidade (Pontuação Máxima 20 Pontos)

Deverá ser atribuído o valor de 20 pontos, se a substância:

- For carcinogênica humana; ou

- Tiver os seus efeitos agudos e/ou crônicos à saúde conhecidos;

Deverá ser atribuído o valor de 15 pontos, se a substância:

- For provável carcinogênica ou possível carcinogênica; ou
- Apresentar suspeita de efeitos agudos e/ou crônicos à saúde;

3.1 Persistência ambiental das substâncias (Pontuação Máxima: 05 Pontos)

Persistência	Pontuação
Alta	05
Média	03
Baixa	01
Inexistente	0

4 Medidas de contenção e controle (Pontuação Máxima: 15 Pontos)

Medidas de contenção e controle	Pontuação
Sem medidas de contenção e/ou controle	15
Controle inadequado e/ou ineficiente	10-14
Controle adequado e/ou eficiente	06-09
Sem informação	05
Controle total	0

5 Acessibilidade da população ao local (Pontuação Máxima: 10 Pontos)

Acessibilidade da população ao local		Pontuação
Contínua	Mais de 50 pessoas	10
	Menos de 50 pessoas	06
Ocasional	Mais de 50 pessoas	04
	Menos de 50 pessoas	02
Inexistente		0

IV MATRIZ PARA PRIORIZAÇÃO DAS ÁREAS COM POPULAÇÕES EXPOSTAS A SOLOS CONTAMINADOS

Para priorizar as áreas será utilizado o guia de avaliação:

NÍVEL DE PRIORIDADE	PONTOS
Prioridade 1	90-100
Prioridade 2	60-89
Prioridade 3	35-59
Prioridade 4	20-34
Prioridade 5	0-20

A fim de se pontuar os parâmetros de hierarquização, deve ser preenchida a seguinte matriz:

DENOMINAÇÃO DO LOCAL:

MUNICÍPIO:

ESTADO:

PARÂMETROS	Sub-parâmetros			INTERVALO DE PONTUAÇÃO	PONTUAÇÃO	
1. Categorização da Área	População no entorno	Distância da população em relação à área contaminada (m)	0	15		
			01 - 100	10 - 14		
			101 - 300	05 - 09		
			301 - 400	04		
			401 - 1.000	01 - 03		
			> 1.000	0		
	Dados de Exposição	Existe investigação	Comprova a exposição	05		
			Inconclusiva	03		
			Conclui pela não exposição	0		
		Ausência de investigação		0		
	Caracterização ambiental	Existe informação	Contaminantes de interesse definidos	Em mais de um	05	
			Sem definições contaminantes de interesse definidos	Em apenas um compartimento	04	
Independente do compartimento				01 - 03		
Não existe informação				0		
Sub Total do Parâmetro						

2. Caracterização da População	Sub-parâmetros		INTERVALOS DE PONTUAÇÃO	PONTUAÇÃO ADQUIRIDA	
	População potencialmente exposta estimada	População (número de pessoas)	Mais de 5.000	15	
			1.001 - 5.000	10 - 14	
			51 - 1.000	05 - 09	
			Até 50	01 - 04	
	Instalações de alta vulnerabilidade		Hospital	01	
			Creche	01	
			Pré-escola	01	
			Escola	01	
			Asilo de Idosos	01	
Outras			01		
Nível Sócio-econômico	Renda	Baixa	03		
		média	01		
		Alta	01		
Sub Total do Parâmetro					
3. Avaliação Toxicológica	Sub-parâmetros		INTERVALOS DE PONTUAÇÃO	PONTUAÇÃO ADQUIRIDA	
	Toxicidade	Verificar item 3.1	20		
		Verificar item 3.1	15		
	das substâncias	Persistência ambiental	Alta	05	
			Média	03	
			Baixa	01	
			Inexistente	0	
Sub Total do Parâmetro					

4. Medidas de Contenção e Controle			INTERVALO DE PONTUAÇÃO	PONTUAÇÃO ADQUIRIDA
	Sem medidas de contenção e/ou controle		15	
	Controle inadequado e/ou ineficiente		10 – 14	
	Controle adequado e/ou eficiente		06 - 09	
	Sem informação		05	
Controle Total		0		
Sub Total do Parâmetro				
5 Acessibilidade ao local			INTERVALO DE PONTUAÇÃO	PONTUAÇÃO ADQUIRIDA
	Contínua	Mais de 50 pessoas	10	
		Menos de 50 pessoas	06	
	Ocasional	Mais de 50 pessoas	04	
		Menos de 50 pessoas	02	
Inexistente		0		
Sub total do Parâmetro				

PARÂMETROS			PONTUAÇÃO ADQUIRIDA
	1. Categorização da Area		
	2. Caracterização da População		
	3. Avaliação Toxicológica		
	4. Medidas de Contenção e Controle		
	5. Acessibilidade da População ao Local		
TOTAL GERAL			
NÍVEL DE PRIORIDADE			

Referencias Bibliográficas

- Brasil. Secretaria de Estado da Saúde São Paulo. Centro de Vigilância Epidemiológica. MANUAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL PARA AÇÕES EM VIGILÂNCIA EM SAÚDE RELACIONADA À POPULAÇÃO EXPOSTA A SOLO CONTAMINADO / Secretaria de Estado da Saúde, Centro de Vigilância Epidemiológica – São Paulo, 2010.
- POLÍTICA NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Lei Nº 6.938/1981.
- Decreto Federal Nº 6.860/2009.

Annexe IX : Fiche SINAN pour la notification d'une intoxication exogène



Caso suspeito: todo aquele indivíduo que, tendo sido exposto a substâncias químicas (agrotóxicos, medicamentos, produtos de uso doméstico, cosméticos e higiene pessoal, produtos químicos de uso industrial, drogas, plantas, alimentos e bebidas), apresente sinais e sintomas clínicos de intoxicação e/ou alterações laboratoriais provavelmente ou possivelmente compatíveis.

Dados Gerais	1 Tipo de Notificação 2 - Individual	2 Agravado/doença INTOXICAÇÃO EXÓGENA		Código (CID10) T 65.9	3 Data da Notificação
	4 UF	5 Município de Notificação	Código (IBGE)		
	6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)	Código	7 Data dos Primeiros Sintomas		
Notificação Individual	8 Nome do Paciente		9 Data de Nascimento		
	10 (ou) Idade 1-Hora 2-Dia 3-Mês 4-Ano	11 Sexo M - Masculino F - Feminino I - Ignorado	12 Gestante 4- Idade gestacional Ignorada 5-Nao 6- Nao se aplica 1-1º Trimestre 2-2º Trimestre 3-3º Trimestre 9- Ignorado	13 Raça/Cor 1-Branca 2-Preta 3-Amarela 4-Parda 5-Indígena 9- Ignorado	
	14 Escolaridade 0-Analfabeto 1-1ª a 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) 2-4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) 3-5ª à 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau) 4-Ensino fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau) 5-Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) 6-Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) 7-Educação superior incompleta 8-Educação superior completa 9-Ignorado 10- Não se aplica				
	15 Número do Cartão SUS	16 Nome da mãe			
Dados de Residência	17 UF	18 Município de Residência	Código (IBGE)	19 Distrito	
	20 Bairro	21 Logradouro (rua, avenida,...)	Código		
	22 Número	23 Complemento (apto., casa, ...)	24 Geo campo 1		
	25 Geo campo 2	26 Ponto de Referência	27 UF		
	28 (DDD) Telefone	29 Zona 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Periurbana 9 - Ignorado	30 País (se residente fora do Brasil)		
	Dados Complementares do Caso				

Antecedentes Epidemiológicos	31 Data da Investigação	32 Ocupação
	33 Situação no Mercado de Trabalho	
	01- Empregado registrado com carteira assinada 02 - Empregado não registrado 3- Autônomo/ conta própria 4- Servidor público estatutário 05 - Servidor público celetista 6- Aposentado 7- Desempregado 08 - Trabalho temporário 09 - Cooperativado 10- Trabalhador avulso 11- Empregador 12- Outros 99- Ignorado	
34 Local de ocorrência da exposição		
1. Residência 2.Ambiente de trabalho 3.Trajeto do trabalho 4.Serviços de saúde 5.Escola/creche 6.Ambiente externo 7.Outro 9.Ignorado		

Dados da Exposição	35 Nome do local/estabelecimento de ocorrência		36 Atividade Econômica (CNAE)	
	37 UF	38 Município do estabelecimento	Código (IBGE)	39 Distrito
	40 Bairro	41 Logradouro (rua, avenida, etc. - endereço do estabelecimento)		
	42 Número	43 Complemento (apto., casa, ...)	44 Ponto de Referência do estabelecimento	45 UF
	46 (DDD) Telefone	47 Zona de exposição 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Periurbana 9 - Ignorado	48 País (se estabelecimento fora do Brasil)	

Dados da Exposição

4 Grupo do agente tóxico/Classificação geral

01. Medicamento	02. Agrotóxico; uso agrícola	03. Agrotóxico; uso doméstico	04. Agrotóxico; uso pública
05. Raticida	06. Produto veterinário	07. Produto de uso Doméstico	08. Cosmético/higiene pessoal
09. Produto químico de uso industrial	10. metal	11. Drogas de abuso	12. Planta tóxica

50 Agente tóxico (informar até três agentes)

Nome Comercial/popular	Princípio Ativo
1 -	1 - _____
2 -	2 - _____
3 -	3 - _____

51 Se agrotóxico, qual a finalidade da utilização

1. Inseticida	2. Herbicida	3. Carrapaticida	4. Raticida	5. Fungicida
6. Preservante para madeira	7. Outro _____	8. Não se aplica	9. Ignorado	

52 Se agrotóxico, quais as atividades exercidas na exposição atual

01- Diluição	02- Pulverização	05- Colheita	06- Transporte	07- Não se aplica	08- Produção/formulação	09- Outros	10- Ignorado	1ª Opgão: <input type="checkbox"/>
3- Tratamento de sementes	4- Armazenagem							2ª Opgão: <input type="checkbox"/>
								3ª Opgão: <input type="checkbox"/>

53 Se agrotóxico, qual a cultura/lavoura

54 Via de exposição/contaminação

1- Digestiva	4- Ocular	5- Parenteral	7- Transplacentária	8- Outra	9- Ignorada	1ª Opgão: <input type="checkbox"/>
2- Cutânea	3- Respiratória	6- Vaginal				2ª Opgão: <input type="checkbox"/>
						3ª Opgão: <input type="checkbox"/>

55 Circunstância da exposição/contaminação

01- Uso Habitual	02- Acidental	03- Ambiental	04- _____
------------------	---------------	---------------	-----------

57 Tipo de Exposição

1 - Aguda - única	2 - Aguda - repetida	3 - Crônica	4 - Aguda sobre Crônica	9 - Ignorado
-------------------	----------------------	-------------	-------------------------	--------------

56 A exposição/contaminação foi decorrente do trabalho/ocupação?

1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado

58 Tempo Decorrido entre a Exposição e o Atendimento

1 - Hora 2 - Dia 3 - Mês 4 - Ano 9 - Ignorado

59 Tipo de atendimento

1 - Hospitalar 2 - Ambulatório 3 - Pronto Socorro 4 - Nenhum 9 - Ignorado

Dados do Atendimento

56 A exposição/contaminação foi decorrente do trabalho/ocupação?

1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado

58 Tempo Decorrido entre a Exposição e o Atendimento

1 - Hora 2 - Dia 3 - Mês 4 - Ano 9 - Ignorado

Conclusão do Caso

66 Município de hospitalização

Código (IBGE) _____

Unidade de saúde

CID - 10

Código _____

65 Classificação final

1 - Intoxicação confirmada	2 - S6 Exposição	3 - Reação Adversa
4 - Outro Diagnóstico	5 - Síndrome de abstinência	9 - Ignorado

Se intoxicação confirmada, qual o diagnóstico

67 Critério de confirmação

1 - Laboratorial	2 - Clínico-epidemiológico	3 - Clínico
------------------	----------------------------	-------------

68 Evolução do Caso

1 - Cura sem seqüela	2 - Cura com seqüela	3 - Óbito por intoxicação exógena
4 - Óbito por outra causa	5 - Perda de seguimento	9 - Ignorado



69 Data do óbito

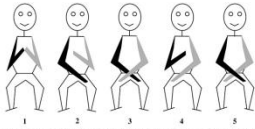
70 Comunicação de Acidente de Trabalho - CAT.


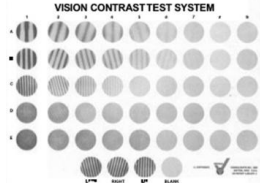
1 - Sim	2 - Não	3 - Não se aplica	9 - Ignorado
---------	---------	-------------------	--------------

71 Data do Encerramento

Annexe X : Détails des tests psychotechniques et visuels cités

PERFORMANCES MOTRICES				
<p>Dans les études fondamentales, ces tests sont menés par des étudiants brésiliens formés à leur utilisation. Toutes les consignes peuvent être données oralement, en portugais, et avant chaque réalisation, il convient de s'assurer que la consigne a bien été comprise.</p>				
Capacité testée	Outil	Modalités	Consigne	Indicateur / Résultat
Force de préhension maximale	Test au dynamomètre manuel 	2 essais, calcul de la moyenne pour chaque main (classée comme « dominante » ou « non dominante » d'après les participants)	Serrer le plus fort possible et le plus longtemps possible	Fatigue : correspond au temps (en secondes) pour atteindre la moitié de la valeur maximale mesurée
Dextérité manuelle	Test de Santa Ana, version Helsinki	Période d'entraînement, puis 2 essais par main	Sortir chaque capsule de son logement, la retourner de 180°C et la replacer dans son logement	Nombre de capsules tournées de 180° en 30s pour les 2 essais = sommées pour chaque main
Dextérité manuelle et mouvements moteurs fins	Test dit « Grooved pegboard » 	1 fois avec la main préférée, puis avec l'autre main, 2 répétitions	Placer 25 pions (ressemblant à des clefs) dans leurs logements le plus rapidement possible	Mesure du temps nécessaire à terminer la tâche. Résultat pour chaque main = la moyenne de 2 essais. Exclusion du résultat si >5min
Rapidité motrice et coordination	Fingertapping test	3 répétitions : 1 essai avec chaque main	Taper, avec l'index, le plus rapidement possible sur un dispositif de mesure, pendant 10s	Enregistrement du nombre de pressions pour chaque essai. Résultat = moyenne des 3 essais calculée pour chaque main
Force fine de la main et	Dispositif "Pinch Gauge"	3 répétitions : 1 essai avec	Comprimer le dispositif	Moyenne des 3 répétitions

des doigts		chaque main	avec le pouce, l'index et le majeur	pour chaque main
	<p>Branches Alternate Movement TASK (BAMT)</p>  <p><small>FIG. 4. The Branches Alternate Movement Task (BAMT). Initially, the participant has both hands in an upright position (1), then she has to touch the left knee with the right hand (2), followed by the crossing over of the left hand to touch the right knee (3). Right leg is then removed from the left knee (4) and crossed over the left arm to be repositioned on the left knee (5). The sequence (2 to 5) is repeated alternately as fast as possible for a time period of approximately 30 s.</small></p>	Période d'entraînement, puis séquence de 30s	Répéter un maximum de fois la séquence	Résultat=normal ou désorganisé (incapacité à réaliser le mouvement ou à le répéter dans le temps)

FONCTIONS VISUELLES				
Tous les tests : réalisés en monoculaire. En l'absence d'électricité : réalisés à l'extérieur dans une zone ombragée, la luminosité étant mesurée à 6m et 40cm				
Acuité visuelle				Résolution à 7,5m (acuité visuelle lointaine) et à 40cm (acuité visuelle proche)
Discrimination chromatique	<p>Palette de couleurs désaturées Lanthony D-15</p> 		Ranger 15 capsules de couleur par ordre de similarité chromatique	Perte de discrimination chromatique estimée avec une échelle continue (Index de confusion de couleurs, Bowman 1982), un ratio basé sur la somme des différences chromatiques entre les capsules juxtaposées. Un score de 1 indique un succès total, >1 indique une perte
Sensibilité au contraste en vision de près	<p>Système Vistech 6000 : 3 cartes contenant chacun 45 cercles répartis en 5 rangées. Dans chaque rangée, le contraste diminue de gauche à droite. Les cercles contiennent un réseau (une grille à une dimension) dont le maillage devient de plus en plus fin.</p> 		Indiquer l'orientation de la grille (verticale, orientée à gauche ou à droite) avec ses mains	Détermination du seuil de perception du contraste pour chaque fréquence lorsque la même réponse est donnée pour au moins 2 des 3 cartes

ANNEXE XI : Autorisations de travail du projet PLUPH



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PORTARIA Nº 379 , DE 8 DE JUNHO DE 2011.

O **MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, no uso das atribuições que lhe confere o art. 2º do Decreto nº 98.830, de 15 de janeiro de 1990, bem como no art. 12 c/c o caput do art. 16 da Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001, **resolve**:

Art. 1º. Prorrogar, a partir de **31 de março de 2011 até 31 de dezembro de 2011**, a autorização concedida pela **Portaria/MCT nº 629, de 02 de setembro de 2008**, e prorrogada pela **Portaria/MCT nº 679, de 2 de setembro de 2010**, ao representante da contraparte brasileira, **Dr. JOSÉ AUGUSTO LEITÃO DRUMMOND**, da Universidade de Brasília (UnB), para dar continuidade à remessa de amostras de solo no âmbito do projeto de pesquisa científica intitulado "*Mau uso da terra e saúde precária: prevenção em saúde por meio do uso adequado da terra por pequenos agricultores dos trópicos úmidos*", **Processo nº EXC-032/07-CR**, que vem realizando no Estado do Pará, em parceria com a Université du Québec à Montreal, representada pelo **Dr. MARC MICHEL LUCOTTE**, contraparte estrangeira, mediante a participação da equipe de pesquisadores estrangeiros abaixo relacionada:

Equipe Estrangeira	Nacionalidade	Intituição
MARC MICHEL LUCOTTE	Canadense	Université du Quebec à Montreal
JOHANNE SAINT-CHARLES	Canadense	Université du Quebec à Montreal
MYRIAM HARRY	Francesa	Université Paris
CHRISTINE AGUEDA ROMAÑA	Francesa	Université Paris Descartes e IRD
BENJAMIN GRÉGOIRE	Canadense	Université du Quebec à Montreal
ROBERT DAVIDSON	Canadense	Université du Quebec à Montreal
JORDAN SKY OESTREICHER	Canadense	McGill University
ANNIE BÉLIVEAU	Canadense	Université du Quebec à Montreal
ANGÉLA GUENTERT	Canadense	Université du Quebec à Montreal
EMMANUEL ROUX	Francesa	Institut de Recherche pour Developpement-IRD
GUY DEMÓSTENES MEJÍA	Colombiana	Universidad del Magdalena
MARION QUARTIER	Suiça	Universidade de Neuchâtel
NATACHA LECOIRS	Canadense	Université du Quebec à Montreal
STÉPHANIE TREMBLAY	Canadense	Université du Quebec à Montreal
EMILIE BÉLANGER	Canadense	Université du Quebec à Montreal

Art. 2º. Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

ALOIZIO MERCADANTE OLIVA



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 16485-2	Data da Emissão: 27/06/2008 18:04	Data de Validade: 27/06/2009
Dados do titular		
Registro no Ibama: 302215	Nome : José Augusto Leitão Drummond Leitão	CPF: 380.122.277-20
Título do Projeto: Mau uso da terra e saúde precária: prevenção em saúde por meio V _{huan} ado da terra por pequenos agricultores dos trópicos úmidos. Título Original: Poor Land Use and Poor Health (PLUPH): primary prevention oalth through sound land-use for small-scale farmers of the humid tropics.		
Nome da Instituição : FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA		CNPJ: 00.038.174/0001-43

Observações, ressalvas e condicionantes

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passa da, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização não exime o titular e a sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade.
3	Esta autorização não poderá ser utilizada para fins comerciais, industriais, esportivos ou para realização de atividades inerentes ao processo de licenciamento ambiental de empreendimentos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br/cites . Em caso de material consignado, consulte www.ibama.gov.br/sisbio - menu Exportação.
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospeção e desenvolvimento tecnológico.
7	Em caso de pesquisa em Unidade de Conservação Federal, o pesquisador titular deverá contactar a administração dessa unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

Outras ressalvas

1	A participação dos pesquisadores Frederique Sabine Vachald Seyler, Robert Davidson, Quartier Marion, Benjamin Grégoire, Marc Michel Lucotte, Harry Myriam, Annie Béliveau, Guy Demostenes Mejia e Romana Christine nas atividades previstas nesta autorização dependerá de autorização a ser expedida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, MCT. O pesquisador Frédéric Adelin Georges Mertens fica dispensado de autorização do Ministério da Ciência e Tecnologia.
---	---

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Anderson Martins de Souza Braz	Estudante de mestrado, atuação no eixo meio ambiente (3.5)	591.356.542-87	2926941 SEGUP-PA	Brasileira
2	Frédéric Adelin Georges Mertens	Coordenador do eixo desenvolvimento subprojetos 3.4	148.068.648-46	V099418P SEDPMAFDPF-	Estrangeira
3	Annamaria de Fátima Venâncio	Pesquisador colaborador no eixo saúde (3.3)	470.839.309-10	987940007 SSP-BA	Brasileira
4	Carlos José Sousa Passos	Pesquisador colaborador do projeto 3.3 - Área de Saúde	437.358.192-49	2461794 SEGUP-PA	Brasileira
5	Frederique Sabine Vachald Seyler	Pesquisador colaborador no eixo meio ambiente (3.5) e saúde	715.737.801-97	P9965-00 Rel. Ext.-DF	Estrangeira
6	Juliana Valentini	Estudante de doutorado, atuação no eixo saúde subprojeto 3.3	725.472.270-53	9015505507 SSP-RS-RS	Brasileira
7	Robert Davidson	Líder do projeto 3.5 - Área de Meio Ambiente		BA134514 Canada-	Estrangeira

Este documento (Autorização para atividades coSiieCWoM) as Instrução Normativa Ibama nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadã e ca entidade ou re ridade deste documento, por meio da página do Ibama/Sisbio na internet (www.ibama.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 36893561



Página 1/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 16485-2	Data da Emissão: 27/06/2008 18:04	Data de Validade: 27/06/2009
Dados do titular		
Registro no Ibama: 302215	Nome : José Augusto Leitão Drummond	CPF: 380.122.277-20
Título do Projeto: Mau uso da terra e saúde precária • ação em saúde por meio V _{huan} ado da terra por pequenos agricultores dos trópicos úmidos. Título Original: Poor Land Use and Poor Health (PLUPH): primary prevention oalth through sound land-use for small-scale farmers of the humid tropics.		
Nome da Instituição : FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA		CNPJ: 00.038.174/0001-43

8	RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA JUNIOR	Pesquisador colaborador no eixo meio ambiente (3.5)	106.087.702-30	4071-D CREA-AM	Brasileira
9	Liléia Gonçalves Diotaiuti	Pesquisador colaborador no eixo saúde (3.3) e orientadora de	250.335.656-72	M305938 SSPMG-MG	Brasileira
10	Quartier Marion	Estudante de doutorado, atuação no subprojeto 3.3.1			Estrangeira
11	Benjamin Grégoire	Estudante de doutorado, atuação no eixo ambiente (3.5) e sa		-	Estrangeira
12	Henrique Marinho Leite Chaves	Pesquisador colaborador no eixo meio ambiente (3.5)	289.390.261-87	5819 CREA-DF	
13	Marc Michel Lucotte	Líder estrangeiro do Projeto. Coordenador do subprojeto 3.1		-	Estrangeira
14	Harry Myriam	Pesquisador colaborador do projeto 3.3 - Área da Saúde			Estrangeira
15	Annie Béliveau	Estudante de doutorado, atuação no eixo ambiente (3.5)		-	Estrangeira
16	LUIZ PARENTE DE SOUSA	Pesquisador colaborador no eixo meio ambiente (3.5)	092.727.712-34	2493692 SSP-PA	Brasileira
17	Fernando Braga Stehling Dias	Estudante de doutorado, atuação no eixo saúde (3.3)	047.263.046-66	MG 8.487.882 SSP-MG	Brasileira
18	Guy Demostenes Mejia	Estudante de doutorado, atuação no eixo saúde (3.3)	735.860.561-68	72173304 Colombia-	Estrangeira
19	Francisco de Assis OLIVEIRA	Colaborador nos subprojetos 3.5 eixo ambiente	022.966.082-72	20888137 SEGUP-PA	Brasileira
20	Daniela Monteiro da Cruz	Aluna de mestrado subprojeto 3.3. área saúde	685.781.302-78	3002481 SEGUP-PA	Brasileira
21	Romana Christine	Líder do projeto 3.3 - Área de Saúde			Estrangeira
22	Fábio Sidonio de Barros Evangelista	Estudante de doutorado, atuação no eixo ambiente (3.5) e sa	056.785.237-75	129700217 IFP-RJ	Brasileira
23	Jean Remy Davee Guimaraes	Pesquisador colaborador no eixo meio ambiente (3.5) e saúde	375.189.337-72	032744823 IFP-RJ	Brasileira
24	Lígia Meres Valadão	Estudante de mestrado, atuação nos subprojetos 3.2 e 3.4.1	282.752.788-05	322340123 SSP-TO	Brasileira
25	PAULA DURANTE TAGLIARI	Estudante de mestrado, atuação no subprojeto 3.5.3	988.741.361-53	1787842 SSP-DF	Brasileira

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	AVEIRO	PA	Aveiro	Fora de UC

Este documento (Autorização para atividades de campo) contém o código de autenticação abaixo, qualquer cidadão e ca en as re Instrução Normativa Ibama nº154/2007. Através do código de autenticação e ca en as re ridade deste documento, por meio da página do

Ibama/Sisbio na internet (www.ibama.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 36893561



Página 2/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 16485-2	Data da Emissão: 27/06/2008 18:04	Data de Validade: 27/06/2009
------------------------	--	-------------------------------------

Dados do titular		
Registro no Ibama: 302215	Nome: José Augusto Leitão Drummond	CPF: 380.122.277-20
Título do Projeto: Mau uso da terra e saúde precária • ação em saúde por meio V _{huan} ado da terra por pequenos agricultores dos trópicos úmidos. Título Original: Poor Land Use and Poor Health (PLUPH): primary prevention oalth through sound land-use for small-scale farmers of the humid tropics.		
Nome da Instituição: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA		CNPJ: 00.038.174/0001-43

2	ALTAMIRA	PA	Altamira	Fora de UC
3	ITAITUBA	PA	Itaituba	Fora de UC
4	BELTERRA	PA	Belterra	Fora de UC
5	JACAREACANGA	PA	Jacareacanga	Fora de UC
6	PLACAS	PA	Placas	Fora de UC
7	RUROPOLIS	PA	RurÁ ³ polis	Fora de UC
8	SANTAREM	PA	SantarÁ@m	Fora de UC
9	URUARA	PA	Uruara	Fora de UC
10	TRAIRO	PA	Trairao	Fora de UC

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Captura de animais silvestres in situ	Amphibia, Aves, Artiodactyla, Didelphimorphia, Rhynchocephalia, Testudinidae, Squamata, Chelidae, Dermatemydidae, Reduviidae, Rodentia
2	Coleta de material botânico, fúngico ou microbiológico	Angiospermae (*Qtde: 80), Protozoa (*Qtde: 125)
3	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Aves, Artiodactyla, Didelphimorphia, Rhynchocephalia, Rodentia, Squamata, Amphibia, Chelidae, Dermatemydidae, Reduviidae, Testudinidae, Xenarthra, Angiospermae
4	Manutenção temporária (até 24 meses) de invertebrados silvestres em cativeiro	Reduviidae

* Qtde. de indivíduos por espécie/localidade/unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

Material e métodos

1	Amostras biológicas (Aves)	Sangue
2	Amostras biológicas (Outros mamíferos)	Sangue
3	Amostras biológicas (Plantas)	Folhas, Semente
4	Método de captura/coleta (Anfíbios)	Captura manual, Outros métodos de captura/coleta(Explicações em "Dados Básicos")
5	Método de captura/coleta (Aves)	Captura manual, Outros métodos de captura/coleta(Explicações em "Dados Básicos")
6	Método de captura/coleta (Invertebrados Terrestres)	Captura manual, Armadilha luminosa, Outros métodos de captura/coleta(armadilha com isca)
7	Método de captura/coleta (Microorganismos)	Outros métodos de captura/coleta(Isolamento em meio de cultivo)
8	Método de captura/coleta (Outros mamíferos)	Captura manual
9	Método de captura/coleta (Plantas)	Outros métodos de captura/coleta(Explicações em "Dados Básicos")
10	Método de captura/coleta (Répteis)	Outros métodos de captura/coleta(Explicações em "Dados Básicos"), Captura manual

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	Fundação Fiocruz	Laboratório de Triatomíneos e Epidemiologia da Doença de Chagas
2	Université Paris XII	Laboratório de Biologia das Populações e Funcionamento dos Solos
3	Fundação Fiocruz	coleção

Este documento (Autorização para atividades c9SjieQ%oM código de autenticação abaixo, qualquer cidadã e ca en as re Instrução Normativa Ibama nº154/2007. Através do ridade deste documento, por meio da página do Ibama/Sisbio na internet (www.ibama.gov.br/sisbio).



Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 16485-5

Data da Emissão: 20/04/2011 15:22

Dados do titular

Nome: José Augusto Leitão Drummond

C PF: 380.122.277-20

Título do Projeto: Mau uso da terra e saúde precária: prevenção em saúde por meio V_{huan}ado da terra por pequenos agricultores dos trópicos úmidos. Título Original: Poor Land Use and Poor Health (PLUPH): primary prevention oalth through sound land-use for small-scale farmers of the humid tropics.

Nome da Instituição : FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

CNPJ: 00.038.174/0001-43

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	coleta de sementes	07/2008	03/2012
2	Isolamento de trypanosomatidae	07/2008	03/2012
3	Captura de invertebrados e vertebrados	07/2008	03/2012
4	Pesquisa Sócioambiental	07/2008	03/2012

De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto.

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, pegadas integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passa da, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA nº 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços online Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES). Em caso de material consignado, consulte www.icmbio.gov.br/sisbio - menu Exportação.
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condições in situ.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .
7	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

Outras ressalvas

1	A participação dos pesquisadores Frederique Sabine Vachald Seyler, Robert Davidson, Quartier Marion, Benjamin Grégoire, Marc Michel Lucotte, Harry Myriam, Annie Béliveau, Guy Demostenes Mejia e Romana Christine nas atividades previstas nesta autorização dependerá de autorização a ser expedida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, MCT. O pesquisador Frédéric Adelin Georges Mertens fica dispensado de autorização do Ministério da Ciência e Tecnologia.
2	Os membros da equipe estrangeiros Frédéric Adelin Georges Mertens, Guy Demostenes Mejia, Frederique Sabine Vachald Seyler, Annie Béliveau, Robert Davidson, Quartier Marion, Benjamin Grégoire, Marc Michel Lucotte, Harry Myriam, Romana Christine, estão relacionados ao processo CNPq - Expedição Científica (EXC 032/07-CR) e dependem de Portaria emitida pelo CNPq/MCT.

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Anderson Martins de Souza Braz	Estudante de mestrado, atuação no eixo meio ambiente (3.5)	591.356.542-87	2926941 SEGUP-PA	Brasileira

Este documento (Autorização para atividades com 3a, l, e i) o pe o s Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá acessar o documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 72562214



Página 1/4



Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 16485-5

Data da Emissão: 20/04/2011 15:22

Dados do titular

Nome: José Augusto Leitão Drummond

C PF: 380.122.277-20

Título do Projeto: Mau uso da terra e saúde precária: prevenção em saúde por meio V_{huan}ado da terra por pequenos agricultores dos trópicos úmidos. Título Original: Poor Land Use and Poor Health (PLUPH): primary prevention oalth through sound land-use for small-scale farmers of the humid tropics.

Nome da Instituição : FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

CNPJ: 00.038.174/0001-43

2	Frédéric Adelin Georges Mertens	Coordenador do eixo desenvolvimento subprojetos 3.4	148.068.648-46	V099418P SEDPMAFDPPF-	Estrangeira
3	Annamaria de Fátima Venâncio	Pesquisador colaborador no eixo saúde (3.3)	470.839.309-10	987940007 SSP-BA	Brasileira
4	C a r l o s J o s é S o u s a P a s s o s	Pesquisador colaborador do projeto 3.3 - Área de Saúde	437.358.192-49	2461794 SEGUP-PA	Brasileira
5	Frederique Sabine Vachald Seyler	Pesquisador colaborador no eixo meio ambiente (3.5) e saúde	715.737.801-97	P9965-00 Rel. Ext.-DF	Estrangeira
6	Juliana Valentini	Estudante de doutorado, atuação no eixo saúde subprojeto 3.3	725.472.270-53	9015505507 SSP-RS-RS	Brasileira
7	R o b e r t D a v i d s o n	Líder do projeto 3.5 - Área de Meio Ambiente		BA134514 Canada-	Estrangeira
8	RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA JUNIOR	Pesquisador colaborador no eixo meio ambiente (3.5)	106.087.702-30	4071-D CREA-AM	Brasileira
9	Liléia Gonçalves Diotaiuti	Pesquisador colaborador no eixo saúde (3.3) e orientadora de	250.335.656-72	M305938 SSPMG-MG	Brasileira
10	Quartier Marion	Estudante de doutorado, atuação no subprojeto 3.3.1 E s t r a n g e i r a		-	
11	Benjamin Grégoire	Estudante de doutorado, atuação no eixo ambiente (3.5) e sa		-	Estrangeira
12	Henrique Marinho Leite Chaves	Pesquisador colaborador no eixo meio ambiente (3.5)	289.390.261-87	5819 CREA-DF	Brasileira
13	Marc Michel Lucotte	Líder estrangeiro do Projeto. Coordenador do subprojeto 3.1		-	Estrangeira
14	Harry Myriam	Pesquisador colaborador do projeto 3.3 - Área da Saúde			Estrangeira
15	Annie Béliveau	Estudante de doutorado, atuação no eixo ambiente (3.5)		-	Estrangeira
16	LUIZ PARENTE DE SOUSA	Pesquisador colaborador no eixo meio ambiente (3.5)	092.727.712-34	2493692 SSP-PA	Brasileira
17	Fernando Braga Stehling Dias	Estudante de doutorado, atuação no eixo saúde (3.3)	047.263.046-66	MG 8.487.882 SSP-MG	Brasileira
18	Guy Demostenes Mejia	Estudante de doutorado, atuação no eixo saúde (3.3)	735.860.561-68	72173304 Colombia-	Estrangeira
19	Francisco de Assis OLIVEIRA	Colaborador nos subprojetos 3.5 eixo ambiente	022.966.082-72	20888137 SEGUP-PA	Brasileira
20	Daniela Monteiro da Cruz	Aluna de mestrado subprojeto 3.3. área saúde	685.781.302-78	3002481 SEGUP-PA	Brasileira
21	Romana Christine	Líder do projeto 3.3 - Área de Saúde		-	Estrangeira
22	Fábio Sidonio de Barros Evangelista	Estudante de doutorado, atuação no eixo ambiente (3.5) e sa	056.785.237-75	129700217 IFP-RJ	Brasileira

Este documento (Autorização para atividades com 3a, 1 e i o p e o s Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá t i c a r e a des documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 72562214



Página 2/4



Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 16485-5

Data da Emissão: 20/04/2011 15:22

Dados do titular

Nome: José Augusto Leitão Drummond

C PF: 380.122.277-20

Título do Projeto: Mau uso da terra e saúde precária: prevenção em saúde por meio V_{huan}ado da terra por pequenos agricultores dos trópicos úmidos. Título Original: Poor Land Use and Poor Health (PLUPH): primary prevention oalth through sound land-use for small-scale farmers of the humid tropics.

Nome da Instituição : FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

CNPJ: 00.038.174/0001-43

2	Jean Remy Davee Guimaraes	Pesquisador colaborador no eixo meio ambiente (3.5) e saúde	375.189.337-72	032744823 IFP-RJ	Brasileira
2	Lígia Meres Valadão	Estudante de mestrado, atuação nos subprojetos 3.2 e 3.4.1	282.752.788-05	322340123 SSP-TO	Brasileira
2	PAULA DURANTE TAGLIARI	Estudante de mestrado, atuação no subprojeto 3.5.3	988.741.361-53	1787842 SSP-DF	Brasileira
2	Aline Rafaela Moura Garcia	Estudante de mestrado atuação eixos Saúde e Meio Ambiente	850.736.442-04	51140-90 SEGUP-PA	Brasileira

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	AVEIRO	PA	Lago Araipa	Fora de UC
2	RUOPOLIS	PA	Vicinal do Boiadeiro	Fora de UC
3	TRAIRAO	PA	TrairAfo	Fora de UC
4	ITAITUBA	PA	Itaituba	Fora de UC

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Captura de animais silvestres in situ	Reduviidae
2	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Reduviidae
3	Manutenção temporária (até 24 meses) de invertebrados silvestres em cativeiro	Reduviidae

Material e métodos

1 Método de captura/coleta (Invertebrados Terrestres)	Armadilha luminosa, Outros métodos de captura/coleta (armadilha com isca), Captura manual
---	---

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	Fundação Fiocruz	coleção
2	Fundação Fiocruz	Laboratório de Triatomíneos e Epidemiologia da Doença de Chagas
3	Université Paris XII	Laboratório de Biologia das Populações e Funcionamento dos Solos

DALLONGEVILLE

Arnaud

10 octobre 2011

Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion 2011

Chronical exposure to methylmercury of Amazonian populations in the Tapajós region (Brazil) : how to monitor, alert and deal with ?

Lieu de stage : Centre de Développement Durable, université de Brasília, Brésil

Abstract :

The Amazonian forest is a territory where the risk of chronical exposure to mercury (Hg) is particularly high. Artisanal goldseeking and deforestation increase metallic Hg concentrations in aquatic environments, where its transformation into organic methylmercury (MeHg) occurs. This form is bioavailable and accumulates in the trophic chain right to predatory fishes. Local populations, who are highly dependent on ichtyofauna for alimentary needs, are chronically exposed to MeHg. Various impregnation studies show alterations of the nervous and immunitary systems, for mercury doses found in hair samples below references doses (10µg mercury / g of hair, WHO). Despite the importance of this public health issue, there is no health programme to detect and attend to these populations.

This file proposes to investigate how the Brazilian health system is taking this topic into account in Brazilian Amazon. Handling with the specificities of the considered exposure, the building of a conceptual model of a monitoring system will then be attempted.

The characteristics of the exposure were studied analyzing the corresponding scientific literature, and the Brazilian health system has been investigated by semi-directive interviews of university and institutional actors of each administrative level of decentralization.

The data collected were based on conceptual bases of a generic model built by the French office Pertina and enabled to imagine a model of a monitoring and alert system for chronical exposure to MeHg. It is mainly built on environmental indicators, it considers the specificities of the territory, and is integrated in the existing tools for environmental monitoring of chemical-contaminated areas (VIGISOLO) and notification of suspect clinic cases (SINAN). It suggests to put them in interaction and to articulate them around a new database specific to Hg, and to involve new actors like the National Agency for Sanitary Safety (ANVISA) and the Ministry of Environment (MMA).

Keywords :

Methylmercury – monitoring system – fish – deforestation – goldseeking

L'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

DALLONGEVILLE

Arnaud

10 octobre 2011

Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion 2011

L'exposition chronique au mercure des populations amazoniennes dans la région du Tapajós (Brésil) : Quel système de surveillance, de signalement et de gestion ?

Lieu de stage : Centre de Développement Durable, université de Brasília, Brésil

Résumé :

La forêt Amazonienne est un territoire qui regroupe tous les facteurs de risques de l'exposition chronique au mercure (Hg). Orpaillage et déforestation augmentent les concentrations de Hg métallique dans des environnements aquatiques très favorables à sa transformation en méthylmercure (MeHg), forme biodisponible qui s'accumule au long de la chaîne trophique jusqu'aux poissons prédateurs. Les populations locales, fortement dépendantes de l'ichtyofaune d'un point de vue alimentaire, sont donc exposées chroniquement au MeHg. De nombreuses études d'imprégnation montrent des atteintes du système nerveux central et du système immunitaire, pour des concentrations capillaires de Hg inférieures aux valeurs de référence proposées par l'OMS (10µg de Hg par gramme de cheveux). Malgré l'enjeu de santé publique majeur que représente cette situation, il n'existe actuellement aucun dispositif pour détecter et prendre en charge ces populations.

Ce mémoire propose donc de dresser un état des lieux précis de la prise en compte actuelle de cette problématique et, à partir de celui-ci et en tenant compte des spécificités de la situation d'exposition, de proposer un modèle conceptuel de système de surveillance et d'alerte.

Les caractéristiques de la situation d'exposition ont été répertoriées grâce à une analyse de la littérature scientifique. Le système de santé brésilien a été investigué par des entretiens semi-directifs menés avec des acteurs universitaires et institutionnels des différents niveaux administratifs de décentralisation.

Les informations recueillies, appuyées sur les bases conceptuelles d'un modèle générique proposé par le cabinet français Pertina, ont permis de proposer un modèle d'un système de surveillance et d'alerte pour l'exposition chronique au MeHg. Construit principalement sur des indicateurs environnementaux, il tient compte des spécificités du territoire et s'intègre au sein des dispositifs de surveillance environnementale de zones contaminées par des produits chimiques (VIGISOLO) et de notification de cas cliniques suspects (SINAN) déjà existants, tout en proposant leur mise en relation autour d'une nouvelle base de données et l'implication de nouveaux acteurs, comme l'Agence Nationale de Surveillance Sanitaire (ANVISA) et le Ministère de l'Environnement (MMA).

Mots clés :

Méthylmercure – système de surveillance – poisson – déforestation – orpaillage

L'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.