

Manuel pour ONG sur la Pollution par le Mercure

Par
Jack Weinberg
Senior Policy Advisor

1. Préface	4
2. Introduction sur le Mercure dans l'Environnement.....	7
3. Les Effets Toxiques du Mercure et du Méthyle de mercure	10
3.1 Le Mercure Élémentaire et les Sels de Mercure Inorganiques	11
3.2 Le Méthyle de Mercure	12
3.3 Les Impacts Environnementaux du Méthyle de Mercure	14
4. La Pollution par le Mercure.....	15
4.1 La Pollution chronique par le Mercure et la Maladie de Minamata	16
4.2 La contamination des poissons par le Mercure	18
4.3 La contamination du riz par le Mercure	22
5. Les Voies d'accès du mercure dans l'environnement	23
6. Les différentes origines du mercure	28
6.1 Extraction minière	28
6.2 Le raffinage des métaux non-ferreux	31
6.3 Le gaz naturel	31
6.4 Le recyclage	32
6.5 La Nécessité de Réduire l'Approvisionnement en Mercure	34
7. Les Sources Intentionnelles: Les produits contenant du mercure	35
7.1 Les Matériels Médicaux	35
7.2 Les Interrupteurs	37
7.3 Les Piles	40
7.4 Les Lampes à Fluorescence	43
7.5 D'autres types de lampes	48
7.6 Les Appareils de Mesure	50
7.7 L'Amalgame Dentaire	52
7.8 Les Pesticides et les Biocides	54
7.9 L'Utilisation du mercure dans les Laboratoires et les Ecoles	56
7.10 Les Produits Cosmétiques	58
7.11 L'Utilisation du Mercure en Médecine	60
7.12 les Produits Culturels, les Remèdes Traditionnels, et les Bijoux	66
8. Les Sources Intentionnelles: Le Mercure dans l'Extraction Minière et les Procédés Industriels	68

8.1 L'Utilisation du Mercure dans l'Extraction Minière Artisanale et à Petite Echelle de l'Or	68
8.2 L'Utilisation du Mercure dans la Production de Chlore et de Soude caustique	71
8.3 Les Catalyseurs à Mercure utilisés dans la Fabrication des Produits Chimiques	76
9 Les Sources Non Intentionnelles du Mercure	79
9.1 Les Centrales Thermiques à Charbon	79
9.2 La Combustion d'Autres Combustibles Fossiles	90
9.3 La Production du Ciment	92
9.4 L'Extraction Minière et le Raffinage des Métaux	95
10. Les Déchets contenant du Mercure et les Sites Contaminés	99
10.1 Les Déchets des Produits	99
10.2 Le Traitement du Mercure et les Déchets des Produits Dérivés	101
10.3 Les Sols et les Eaux contaminés par le Mercure	102
10.4 Le Stockage à Long Terme du Mercure Élémentaire	104
11. Vers un Traité International pour le Contrôle du Mercure	108
11.1 Le Rapport de l'Evaluation Mondiale du Mercure	109
11.2 La Décision de Négocier un Traité sur le Contrôle du Mercure	110
12. La Négociation d'un Traité International Effectif pour le Contrôle du Mercure	112
13. Les Points de Vue d'IPEN sur le Traité International sur le Mercure	114
14. Conclusion.....	119

La liste des Acronymes

AAP	American Academy of Pediatrics
ALMR	Association of Lamp and Mercury Recyclers
AMDE	Evènement d'Appauvrissement du Mercure dans l'Atmosphère
DAPA	Dispositif antipollution atmosphérique
EAPO	Extraction Artisanale et à Petite échelle de l'Or
MTD	Meilleures Techniques Disponibles
BPOM	Indonesian Food and Drug Control Agency
CDC	United States Centers for Disease Control and Prevention
LCF	Lampe Compacte à Fluorescence
CdP	Conférence des Parties
OSC	Organisation de la Société Civile
EMEA	European Agency for the Evaluation of Medicinal Products
APE	Agence de Protection de l'Environnement
REP	Responsabilité Etendue du Producteur
FAO	Organisation Mondiale pour l'Alimentation et l'Agriculture
FDA	Sécritariat Américain aux Produits Alimentaires et Pharmaceutiques
FGD	Désulfuration des gaz de Combustion
GAIA	Global Alliance for Incinerator Alternatives
GC	Conseil d'Administration du PNUE
MEG	Mercure Élémentaire Gazeux
HCWH	Health Care Without Harm
LHID	Lampe à Haute Intensité de Décharge
IARC	International Agency for Research on Cancer
IPEN	Réseau International pour l'Élimination des POPs
LCD	Liquid Crystal Displays
LED	Light-Emitting Diode
GNL	Gaz Naturel Liquefié
FDS	Fiche des Données de Sécurité
NGO	Organisation Non Gouvernemental
PAN	Pesticide Action Network
POP	Polluants Organiques Persistants
PTWI	Dose Hebdomadaire Admissible Provisoire
CPV	Chlorure de Polyvinyle
MGR	Mercure Gazeux Réactif
RoHS	Restrictions in the use of Hazardous Substances
S/S	Solidification/Stabilisation
SCR	Selective Catalytic Reduction
MGT	Mercure Gazeux Total

1. Préface

Ce manuel parle du mercure, un polluant environnemental toxique. Il donne des informations au sujet de la pollution par le mercure et des dommages causés par ce dernier sur la santé humaine et l'environnement. Le manuel présente également les principales sources de la pollution par le mercure et lance un appel à la société civile de fournir les efforts au niveau local, national, et international visant à contrôler les activités humaines qui participent au rejet du mercure dans l'environnement. Le manuel accorde une attention particulière aux négociations et aux discussions intergouvernementales en cours dont le but est l'établissement d'un traité international pour le contrôle du mercure, en incitant les organisations non gouvernementales (ONG) et d'autres organisations de la société civile (OSC) à s'engager dans le processus du traité.

Le mercure est un polluant mondial. Au moment où le mercure est rejeté dans l'environnement, il s'évapore, se déplace sur les courants d'air, et puis retombe sur la terre, soit près du site de rejet initial et soit plus loin de ce dernier. Quand le mercure pénètre dans le milieu aquatique, les microorganismes peuvent le transformer en méthyle de mercure, un composé de mercure qui est plus toxique en faibles doses que le mercure élémentaire.

Une fois dans l'environnement, le méthyle de mercure fait partie de la chaîne alimentaire. Les petits organismes aquatiques ingèrent le méthyle de mercure qui se trouve dans leur environnement immédiat. Ces petits organismes sont à leur tour mangés par les poissons et d'autres organismes aquatiques de la chaîne. Par conséquent, le méthyle de mercure est bioaccumulé, devient de plus en plus concentré au fur et à mesure que le polluant progresse le long de la chaîne alimentaire. Les mammifères marins, les oiseaux, et d'autres animaux qui se nourrissent du poisson peuvent devenir fortement contaminés par le méthyle de mercure. Généralement, les animaux qui sont plus gros et plus vieux ont des concentrations plus élevées. Les gens qui consomment régulièrement du poisson ou les animaux qui se nourrissent du poisson peuvent aussi devenir suffisamment contaminés par le méthyle de mercure jusqu'au point où il nuit à leur santé. Une mère transmet le mercure qui est accumulé dans son corps au fœtus qui se développe. Les fœtus, aussi bien que les nouveaux-nés et les enfants, sont particulièrement vulnérables aux dommages causés par l'exposition au mercure. L'ensemble des connaissances scientifiques concernant les dommages causés sur la santé humaine et l'environnement par l'exposition au mercure a augmenté au fil des années et certains gouvernements ont déjà entrepris certaines démarches pour contrôler à l'intérieur de leurs territoires – les activités industrielles et d'autres activités humaines qui rejettent le mercure dans l'environnement. Cependant, puisque le mercure est un polluant mondial, aucun gouvernement national agissant seul ne peut protéger ses habitants et son environnement des dommages causés par l'exposition au mercure. Reconnaissant ce fait, les gouvernements ont convenu en 2009 de commencer les négociations du traité intergouvernemental avec l'objectif de préparer un traité mondial, juridiquement contraignant pour le contrôle du mercure. La première session du Comité de Négociation Intergouvernemental pour Préparer un Instrument International Juridiquement Contraignant sur le Mercure s'est tenue à Stockholm en Suède en juin 2010. L'objectif visé par ces négociations est de parvenir à un accord pour l'établissement du texte final du traité à temps afin d'adopter un nouveau traité mondial sur le mercure au cours de la Conférence Diplomatique qui se tiendra en 2013.

Ce manuel a été produit pour aider à encourager et permettre aux organisations de la société civile mondiale de s'engager dans les activités locales, nationales, et internationales visant à contrôler la pollution par le mercure. Il contient des informations utiles qui peuvent servir lors

des programmes et des campagnes dont l'objectif est de sensibiliser leurs membres et le public en général sur le mercure. Ce manuel identifie les sources de pollution par le mercure et suggère ce qui peut être fait pour contrôler ces sources. IL envisage également les types de dispositions qu'un traité mondial pour le contrôle du mercure doit contenir s'il doit vraiment réussir à réduire au minimum la pollution par le mercure. Il vise la protection de la santé humaine et l'environnement, et il encourage les organisations de la société civile dans tous les pays à engager les efforts de plaidoyer visant à assurer que les gouvernements adoptent, ratifient, mettent bien en place un traité effectif et protecteur pour le contrôle du mercure.

Ce manuel a pour public cible les dirigeants et les membres de ces ONG et OSC pour qui la protection de la santé publique et l'environnement des dommages causés par la pollution par le mercure est – et devrait être – un sujet de préoccupation. Celles-ci comprennent les organisations de plaidoyer en faveur de la santé publique et de l'environnement, les organisations des professionnels des soins médicaux et sanitaires, les organisations représentant les communautés et les circonscriptions potentiellement affectées par l'exposition au mercure, les syndicats, et d'autres. Ce manuel est le quatrième d'une série de manuels portant sur les sujets relatifs à la protection contre les substances chimiques pour l'auditoire des ONG.¹ Les autres manuels de cette série sont :

- *Le Guide d'une ONG à SAICM: Approche Stratégique pour la Gestion Internationale des Produits Chimiques*
- *Le Guide d'une ONG sur Les Polluants Organiques Persistants*
- *Le Guide d'une ONG à la SAICM et les Pesticides Dangereux*

Tous ces manuels étaient produits pour encourager les ONG et les OSC à s'engager dans les campagnes, les programmes, et les projets visant à réaliser un monde dans lequel l'exposition aux substances chimiques ne constitue plus une source importante de dommages pour la santé humaine et pour les écosystèmes.

Ce manuel et bien d'autres dans la série ont été préparés par le Réseau International pour l'Élimination des POPs (IPEN). L'IPEN est un réseau international de plus de 700 organisations d'intérêt public, d'organisations non gouvernementales oeuvrant dans le domaine de la santé et de l'environnement et travaillant dans plus de 100 pays. A l'origine, le réseau était créé pour promouvoir la négociation d'un traité mondial en vue de protéger la santé humaine et l'environnement d'une catégorie de substances chimiques toxiques appelées les polluants organiques persistants (POPs). Par la suite, après l'adoption de la Convention de Stockholm sur les POPs par les gouvernements, l'IPEN a étendu sa mission au delà des POPs et actuellement il soutient les efforts locaux, nationaux, régionaux, et internationaux pour protéger la santé humaine et l'environnement des dommages causés par l'exposition à tous les types de substances chimiques toxiques.

Nous remercions l'Agence Suédoise de Protection de l'Environnement et l'Office Fédéral Suisse pour l'Environnement et d'autres donateurs d'IPEN pour leur soutien financier qui a rendu possible la production de ce manuel. Toutefois, les points de vue exprimés ne reflètent pas nécessairement ceux des donateurs d'IPEN.

¹ Ces manuels peuvent être trouvés dans les différentes langues dans le site web d'IPEN au <http://www.ipen.org/campaign/education.html>

Nous remercions aussi ceux qui ont pris du temps pour fournir des informations pour ce manuel ou pour le réviser en partie ou entièrement. Nos remerciements spéciaux à Eric Uram, Joe DiGangi, Alan Watson, and Peter Orris. D'autres personnes qui ont contribué à ce travail sont : Björ Beeler, Mariann Lloyd-Smith, Olga Speranskaya, Richard Gutierrez, Fernando Bejarano, Ravi Agarwal, Jindrich Petrlík, Eva Krüemmel, Fe de Leon, Manny Calonzo, Shahriar Hossain, Takeshi Yasuma, Lilian Corra, Yuyun Ismawati, Ahmed Jaafari, Gilbert Kuepouo, Valerie Denney et d'autres. Toutefois, toutes les erreurs contenues dans ce manuel relèvent exclusivement de la responsabilité de son auteur.

Jack Weinberg
Octobre 2010

2. Introduction sur le Mercure dans l'Environnement

Le mercure est un élément naturel dont le symbole chimique est Hg. Cette abréviation vient du mot Grec *hydrargyrum*, qui signifie argent liquide. Sous sa forme pure, le mercure est un métal blanc argenté qui est liquide lorsqu'il est soumis à une température et une pression normale. Dans des contextes différents, le mercure pur est souvent appelé le vif-argent, le mercure métallique, ou le mercure liquide. Plus couramment, cependant, le mercure pur est appelé le mercure élémentaire.

Parce que le mercure élémentaire a une tension superficielle élevée, il forme de petites gouttelettes denses et sphériques lorsqu'il est rejeté dans l'environnement. Quoique les gouttelettes elles-mêmes soient stables, la pression de vapeur élevée du mercure comparée aux autres métaux cause l'évaporation du mercure. Dans un cadre intérieur, le mercure peut rapidement devenir un risque respiratoire. En plein air, le mercure élémentaire se vaporise et entre dans l'atmosphère.²

Le mercure est un élément naturel qu'on ne peut ni créer ni détruire. Le mercure est rejeté dans l'environnement au cours des éruptions volcaniques, et il se présente naturellement dans l'écorce terrestre, souvent sous la forme des sels de mercure tels que le sulfure de mercure. Le mercure est présent en très petites quantités dans les sols contaminés à une concentration moyenne d'environ 100 parties pour milliard (ppb). Les roches peuvent contenir du mercure à des concentrations situées entre 10 et 20 000 ppb.³ Certaines activités humaines libèrent le mercure de la croûte terrestre, entraînant les rejets du mercure dans l'environnement.

Le mercure élémentaire peut être produit pour usage humain à partir d'un minerai appelé le cinabre, qui contient des concentrations élevées de sulfure de mercure. Le mercure élémentaire est un produit dérivé de l'extraction et du raffinage des métaux tels que le cuivre, l'or, le plomb, et le zinc. Le mercure peut également être récupéré à travers les opérations de recyclage et il est parfois libéré du gaz naturel et d'autres combustibles fossiles.

Il a été estimé qu'environ un tiers du mercure qui se trouve en circulation dans l'environnement mondial provient des sources naturelles; et qu'environ les deux tiers qui étaient rejetés originellement dans l'environnement provenaient des activités industrielles et d'autres activités humaines.⁴ En plus des éruptions volcaniques, les sources naturelles de rejet de mercure incluent aussi la désagrégation des roches et des sols. La quantité de mercure qui est en circulation dans l'atmosphère global, les sols, les lacs, les ruisseaux, et les océans a augmenté d'un facteur situé entre deux et quatre depuis le début de l'ère industrielle.⁵ Par conséquent, les taux de mercure dans notre environnement sont dangereusement élevés.

Plusieurs types d'activités humaines rejettent le mercure dans l'environnement. Le mercure est présent dans les combustibles fossiles, les minerais des métaux, et d'autres minéraux. Quand le charbon est en état de combustion, une bonne partie de sa teneur en mercure pénètre dans l'environnement. L'extraction minière et le raffinage des minerais de métaux et la production du ciment rejettent aussi le mercure dans l'environnement. Chaque fois que les

² "Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water," U.S. EPA Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, 2007, <http://www.epa.gov/tio/download/remed/542r07003.pdf>.

³ "Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Mercury and Mercury Compounds," U.S. Environmental Protection Agency, 1997, <http://www.epa.gov/ttnchie1/le/mercury.pdf>.

⁴ U.S. Environmental Protection Agency, http://www.epa.gov/mercury/control_emissions/global.htm.

⁵ Health Canada, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/mercur/q1-q6_e.html.

gens produisent et utilisent intentionnellement du mercure, une grande quantité de ce mercure se volatilise dans l'air. Le plus grand usage intentionnel actuel du mercure revient aux miniers d'or artisanal et à petite échelle. Les composés du mercure sont aussi parfois utilisés comme des catalyseurs ou des charges d'alimentation dans la fabrication des substances chimiques et dans d'autres procédés industriels. En définitive, le mercure et les composés de mercure sont présents dans de nombreuses sortes de produits de grande consommation et de produits industriels.

Après son introduction dans l'air, le mercure subit un transport éolien et retombe éventuellement sur la terre. Dans l'air, le mercure pourrait se déplacer soit à petite ou à grande distance avant de retomber sur la terre ; il pourrait même faire complètement le tour du globe. Une fraction du mercure qui retombe dans l'océan ou sur le sol se revolatilise ; il se déplacera encore avec le vent et retombera une fois de plus quelque part sur la terre. Le mercure qui retombe sur la terre et ne se volatilise pas se fixera sûrement aux matières organiques. Certains sont piégés dans la tourbe ou les sols. Le reste s'écoule éventuellement vers les ruisseaux et les rivières et ensuite, vers les lacs et les océans. Dans le milieu aquatique, le mercure élémentaire se liera probablement aux sédiments et ensuite sera transporté dans les courants des océans et des fleuves. Certaines quantités de mercure se dissolvent dans la colonne d'eau. Dans les réseaux aquatiques, les micro-organismes qui s'y trouvent naturellement peuvent transformer le mercure en méthyle de mercure, un composé organométallique qui est plus toxique à faibles doses que le mercure. Le méthyle de mercure devient partie intégrante de la chaîne alimentaire aquatique ; il se bioaccumule et se bioamplifie, et il peut alors être transporté par les espèces migratrices.

Le Mercure dans l'Atmosphère

La plus grande quantité de mercure qui se trouve dans l'atmosphère est en état gazeux, mais certaines sont fixées aux particules. Le mercure gazeux est très souvent le mercure élémentaire, mais un faible pourcentage a été oxydé en composés du mercure tels que le chlorure mercurique et l'oxyde de mercure.

La vapeur de mercure pur, aussi appelée le mercure élémentaire gazeux (MEG), a une très faible solubilité dans l'eau et est très stable dans l'atmosphère, avec un temps de rétention prévue entre six mois et deux ans. Cette stabilité permet au mercure élémentaire de subir le transport à grande distance et fait en sorte que les concentrations du MEG soient régulièrement uniformes dans l'atmosphère. L'Hémisphère Nord, la plus développée industriellement, a néanmoins des concentrations atmosphériques du MEG plus élevées que L'Hémisphère Sud.

Les composés du mercure présents dans l'atmosphère dans un état gazeux sont souvent appelés le mercure gazeux réactif, ou MGR. Les composés du MGR sont plus chimiquement réactifs que ceux du MEG et sont surtout solubles dans l'eau. Le MGR est très moins stable sur le plan atmosphérique que le MEG, et la pluie et les autres formes de précipitations peuvent l'éliminer de l'atmosphère. Ceci s'appelle le dépôt humide. Le MGR peut aussi être éliminé de l'atmosphère sans précipitation à travers un procédé appelé le dépôt sec.

Le MGR reste dans l'atmosphère pendant seulement un temps assez réduit. Le mercure fixé aux particules passe aussi un temps relativement court dans l'atmosphère et peut aussi être assez rapidement éliminé à la fois par le dépôt humide et par le dépôt sec.

Parce que le MEG est un gaz qui n'est pas très soluble dans l'eau, il ne peut pas être efficacement éliminé de l'atmosphère par la précipitation. Il existe différents mécanismes, en revanche, par lesquels le MEG est assujéti au dépôt, et ceux-ci demeurent un sujet de recherche continu. Certaines études ont associés les dépôts de MEG aux réactions photochimiques qui se produisent sur les couches superficielles de l'atmosphère. Certaines études indiquent que le dépôt sec du MEG peut avoir lieu sur les couverts forestiers et que ceci est un collecteur important pour le MEG atmosphérique. Une autre étude a trouvé des indices montrant que sous certaines conditions, le MEG peut être éliminé de l'atmosphère en bordure de l'océan.^{6, 7, 8}

Un phénomène relativement nouveau appelé un événement d'appauvrissement du mercure dans l'atmosphère (AMDE) a été rapporté dans la littérature. Dans L'Extrême - Arctique Canadien les recherches ont révélées que chaque printemps, pendant le lever du soleil polaire, la concentration de mercure dans l'atmosphère baissait nettement et simultanément, l'ozone présent dans l'air en surface était appauvri. Les AMDE ont été démontrés dans les régions Arctiques et Antarctiques. Ces événements d'appauvrissement sont probablement causés par les réactions photochimiques dans la basse atmosphère entre l'ozone et les composés halogénés beaucoup plus d'origine marine, surtout les oxydes bromés. Au cours de ce processus, l'ozone est détruit et le mercure élémentaire qui est présent dans l'atmosphère est oxydé et converti en composés de mercure réactif gazeux. Il est estimé qu'approximativement 300 tonnes métriques de ce mercure réactif sont déposées chaque année dans les Arctiques à cause des AMDE. Le résultat, apparemment, est le doublement ou plus de la quantité des dépôts de mercure dans l'Arctique en excédent par rapport à la quantité qui aurait été prévue à l'absence de ces évènements d'appauvrissement du printemps. En plus, ces AMDE des dépôts de mercure semblent être sous la forme des composés du mercure bio disponibles oxydés.^{9, 10, 11} La découverte du phénomène d'AMDE a permis de donner plus d'explications sur le pourquoi les peuples arctiques sont affectés de façon disproportionnelle par l'exposition au méthyle de mercure

Les recherches pour comprendre les mécanismes par lesquels le mercure contenu dans le MEG qui se trouve dans l'atmosphère se dépose sur le sol et dans l'eau se poursuivent.

Certaines Propriétés du Mercure Élémentaire

Propriété	Valeur
Poids Atomique	200.59
Numéro Atomique	80

⁶ X. W. Fu et al., "Atmospheric Gaseous Elemental Mercury (GEM) Concentrations and Mercury Depositions at a High-Altitude Mountain Peak in South China," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys.net/10/2425/2010/acp-10-2425-2010.pdf>.

⁷ E.-G. Brunke et al., "Gaseous Elemental Mercury Depletion Events Observed at Cape Point During 2007–2008," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys.net/10/1121/2010/acp-10-1121-2010.pdf>.

⁸ "Fact Sheet: Mercury—A Priority Pollutant," Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2005, <http://www.amap.no/documents/index.cfm?action=getfile&dirsub=/Fact%20Sheets%20-%20ACAP&FileName=FINAL%20-%20merc%20post%20corrections-101205%20screen.pdf>

⁹ A. Steffen et al., "A Synthesis of Atmospheric Mercury Depletion Event Chemistry in the Atmosphere and Snow," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2008, <http://www.atmos-chem-phys.org/8/1445/2008/acp-8-1445-2008.pdf>.

¹⁰ Jens C. Hansen et al., "Exposure of Arctic Populations to Methylmercury from Consumption of Marine Food: An Updated Risk-Benefit Assessment," *International Journal of Circumpolar Health* 64:2, 2005.

¹¹ Laurier Poissant et al., "Critical Review of Mercury Fates and Contamination in the Arctic Tundra Ecosystem," *Science of the Total Environment* 400, 2008, 173-211.

Point de Fusion	-38.87°C
Point d'Ébullition	356.58°C
Pression de Vapeur à 25°C	2 x 10 ⁻³ mm Hg
Solubilité dans l'Eau à 25°C	20-30 µg/L
Numéro d'Enregistrement CAS	7439-97-6
Masse	13.5336gm/cc

3. Les Effets Toxiques du Mercure et du Méthyle de Mercure

Les connaissances sur la toxicité du mercure remontent au moins au premier siècle C.E. lorsque le savant Romain nommé Pliny avait décrit l'empoisonnement au mercure comme étant une maladie des esclaves, en relevant que les mines contaminées par la vapeur de mercure étaient considérées très malsains pour les citoyens romains.¹²

Dans la culture populaire, l'empoisonnement au mercure a été attribué au personnage Mad Hatter dans l'histoire intitulée *Les Aventures d'Alice au pays des Merveilles*. Au dix-neuvième siècle, les travailleurs exerçant dans l'industrie de fabrication des chapeaux en Angleterre souffraient fréquemment des symptômes neurologiques tels que l'irritabilité, la timidité, la dépression, les tremblements, et le trouble de l'élocution. L'exposition à un composé du mercure, le nitrate mercurique—une substance chimique qui était très utilisée à ce moment pour fabriquer les chapeaux de feutre—provoquait ces symptômes. Plusieurs avaient cru que ces travailleurs empoisonnés étaient à l'origine de l'expression populaire de la langue anglaise «mad as a hatter» (fou comme un chapelier) et avaient inspiré la création du personnage Mad Hatter.¹³

L'exposition au mercure en milieu de travail n'est pas seulement un problème qui vient du passé. De nos jours, il demeure un problème pour les travailleurs dans beaucoup d'industries telles que l'extraction du mercure; la production du chlore et de l'acide caustique; la fabrication des thermomètres, les lampes fluorescentes, les Piles, et dans d'autres produits contenant du mercure; dans l'extraction et le raffinage de l'or, du plomb, du cuivre, et du nickel; et dans le domaine de l'art dentaire. Les millions de personnes qui travaillent dans le secteur de l'extraction minière artisanal et à petite échelle de l'or souffrent des expositions à la plus grande échelle. Ces miniers utilisent le mercure élémentaire pour séparer l'or de la gangue, parfois dans des conditions non contrôlées ou mal contrôlées. Par conséquent, les miniers, leurs familles, et leurs communautés sont très exposés.

Le système nerveux est très sensible à toutes les formes de mercure. Le méthyle de mercure et les vapeurs du mercure métallique sont particulièrement dangereux parce que sous ses formes le mercure accède plus facilement au cerveau. L'exposition aux taux élevés de mercure métallique, inorganique, ou organique peut détruire définitivement le cerveau et les reins et il a été démontré que cette exposition affecte un fœtus en croissance, même des mois après l'exposition de la mère. Les effets néfastes qui peuvent être transmis de la mère au fœtus incluent l'endommagement cérébral, la débilité mentale, la cécité, les convulsions, et l'incapacité à s'exprimer. Les enfants qui ont été contaminés par le mercure pourraient avoir des problèmes au niveau de leurs systèmes nerveux et digestifs et les dommages au niveau du

¹² Encyclopedia Britannica Online, February 20, 2010,

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/424257/occupational-disease>.

¹³ "NIOSH Backgrounder: Alice's Mad Hatter and Work-Related Illness," U.S. National Institute for Occupational Safety and Health, March 2010, <http://www.cdc.gov/niosh/updates/upd-03-04-10.html>.

rein. Les adultes qui ont été exposés au mercure ont des symptômes tels que l'irritabilité, la timidité, les tremblements, les troubles visuelles et auditives, et les troubles de mémoire. L'exposition à court terme aux taux élevés de vapeurs de mercure métallique pourrait causer des effets tels que l'endommagement du poumon, les nausées, les vomissements, les diarrhées, l'augmentation de la pression artérielle ou de la fréquence cardiaque, les éruptions cutanées, et l'irritation des yeux.¹⁴

Un document directeur préparé conjointement par L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUD) a publié ce qui suit :

«Les cibles primaires de la toxicité par le mercure et les composés du mercure sont le système nerveux, les reins, et le système cardiovasculaire. Il est généralement admis que les systèmes organiques en croissance (tels que le système nerveux du fœtus) sont les plus sensibles aux effets toxiques du mercure. Les taux du mercure dans le cerveau du fœtus semblent être significativement plus élevés que dans le sang maternel, et le système nerveux central en croissance du fœtus est actuellement considéré comme étant le système qui préoccupe le plus compte tenu du fait qu'il fait preuve de plus de sensibilité. Les autres systèmes qui pourraient être affectés sont les systèmes respiratoire, gastro-intestinal, hématologique, immunitaire, reproductif.»¹⁵

3. 1 Le Mercure Élémentaire et les Sels de Mercure Inorganiques

Les gens peuvent être empoisonnés par le mercure élémentaire pur en inhalant les vapeurs de mercure. Environ 80 pourcent de vapeur de mercure inhalée est absorbée par voie respiratoire ou à travers les sinus et ensuite s'introduit dans l'appareil circulatoire pour être distribué partout dans le corps.¹⁶ L'exposition prolongée par inhalation, même à de faibles doses, a été révélée comme cause des effets tels que les tremblements, les perturbations de l'aptitude intellectuelle, et les troubles de sommeil chez les travailleurs.¹⁷

Les vapeurs de mercure élémentaire peuvent être trouvées dans plusieurs milieux industriels et peuvent également être présents dans les hôpitaux, les cabinets de dentiste, les écoles, et les domiciles où sont utilisés les produits contenant du mercure. L'exposition par suite de l'inhalation à ces vapeurs de mercure cause des risques graves.

D'autre part, sous sa forme liquide le mercure élémentaire diffère de la plupart des composés inorganiques et organiques du mercure en ceci qu'il n'est pas facilement absorbé dans le corps si quelqu'un l'ingère ou y est exposé par le contact cutané. Les données sur les animaux suggèrent que moins de 0.01 pourcent du mercure élémentaire ingéré est absorbé par

¹⁴ "ToxFAQs for Mercury," Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1999, <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts46.html#bookmark05>.

¹⁵ "Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure," UNEP DTIE Chemicals Branch and WHO Department of Food Safety, Zoonoses, and Foodborne Diseases, 2008, p.4., <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/MercuryPublications/GuidanceTrainingmaterialToolkits/GuidanceforIdentifyingPopulationsatRisk/tabid/3616/language/en-US/Default.aspx>

¹⁶ Wikipedia entry on mercury poisoning, M.G. Cherian, J.G. Hursh, and T.W. Clarkson, "Radioactive Mercury Distribution in Biological Fluids and Excretion in Human Subjects after Inhalation of Mercury Vapor," *Archives of Environmental Health* 33, 1978: 190-214.

¹⁷ Wikipedia entry on mercury poisoning, C.H. Ngim, S.C. Foo, K.W. Boey, and J. Keyaratnam, "Chronic Neurobehavioral Effects of Elemental Mercury in Dentists," *British Journal of Industrial Medicine* 49 (11), 1992; and Y.X. Liang, R.K. Sun, Z.Q. Chen, and L.H. Li, "Psychological Effects of Low Exposure to Mercury Vapor: Application of Computer-Administered Neurobehavioral Evaluation System," *Environmental Research* 60 (2), 1993: 320-327.

l'estomac et les intestins. Les cas des personnes empoisonnées par suite de l'ingestion du mercure élémentaire métallique sont rares.¹⁸

D'autre part, les sels de mercure inorganique peuvent être très toxiques et corrosifs. Les expositions aiguës aux sels de mercure inorganique peuvent causer les dommages corrosifs à l'estomac et aux intestins et peuvent aussi causer les dégâts importants au niveau des reins. Si les sels de mercure sont ingurgités ou sont en contact avec la peau, le corps peut les absorber à un taux d'environ 10 pourcent de la quantité ingérée, ce qui détruit les différents systèmes organiques y compris le système nerveux central. La vitesse à laquelle le corps absorbe les sels du mercure inorganique est beaucoup plus grande que la vitesse d'absorption du mercure élémentaire, mais est moins élevée que les vitesses d'absorption des composés du mercure organique tels que le méthyle de mercure, qui, lorsqu'ils sont ingérés, sont presque complètement absorbés par l'estomac et les intestins.¹⁹

3.2 Le Méthyle de Mercure

Le méthyle de mercure (CH_3Hg^+) est la forme du mercure qui est le plus responsable de la contamination des poissons, des crustacés, des oiseaux et des mammifères qui les consomment. Lorsqu'une personne ingère du méthyle de mercure, l'estomac et les intestins l'absorbent beaucoup plus entièrement qu'ils n'absorbent le mercure inorganique.²⁰

Il semble qu'il existe un nombre de voies différentes par lesquelles le mercure est transformé dans l'environnement en méthyle de mercure, et les chercheurs mènent activement des recherches pour en savoir plus. Un processus important de biométhylation est exercé par des bactéries qui vivent dans l'eau avec de faibles taux d'oxygène dissous. Dans l'eau douce et saumâtre, ceci peut se produire dans les sédiments des estuaires et les fonds lacustres.²¹ Le méthyle de mercure peut aussi être formé dans les océans lorsque le mercure qui se trouve dans l'atmosphère retombe sur la surface océanique et est transporté dans les profondeurs de l'océan là où les bactéries, qui y sont de façon naturelle, décomposent les matières organiques et, en même temps, transforment le mercure en méthyle de mercure.²² Une fois dans l'environnement, le méthyle de mercure se bioaccumule et se bioamplifie au fur et à mesure que les organismes plus grands mangent ceux qui sont plus petits.

Le méthyle de mercure diffère du mercure métallique dans la mesure où lorsqu'une personne consomme des aliments contaminés au méthyle de mercure, l'estomac et les intestins l'absorbent rapidement par le sang. De là, il entre aisément dans le cerveau d'un adulte, d'un enfant, ou d'un fœtus en croissance. Au niveau du cerveau, le méthyle de mercure s'accumule et est lentement transformé en mercure (élémentaire) inorganique.²³

En 2000, L'Agence de Protection Environnementale des Etats-Unis (U.S. EPA) a demandé au 'National Research Council of the National Academies of Sciences and Engineering' (Conseil

¹⁸ Wikipedia entry on mercury poisoning, T.W. Clarkson and L. Magos, "The Toxicology of Mercury and Its Chemical Compounds," *Critical Reviews in Toxicology* 36 (8), 2006: 609-62.

¹⁹ Barry M Diner et al., "Toxicity, Mercury," eMedicine, 2009, <http://emedicine.medscape.com/article/819872-overview>.

²⁰ Ibid.

²¹ Definition of methylmercury, U.S. Geological Survey, <http://toxics.usgs.gov/definitions/methylmercury.html>.

²² *A New Source of Methylmercury Entering the Pacific Ocean*, U.S. Geological Survey, http://toxics.usgs.gov/highlights/pacific_mercury.html.

²³ "Toxicological Effects of Methylmercury," The Committee on the Toxicological Effects of Methylmercury, the Board on Environmental Studies and Toxicology, and the National Research Council, 2000, p.4, http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=9899#toc.

National de la Recherche de l'Académie Nationale des Sciences et de l'Ingénierie) de mener une étude sur les effets toxiques du méthyle de mercure. L'étude a montré que les populations qui sont les plus vulnérables à l'exposition au méthyle de mercure sont les enfants nés des femmes qui consommaient d'importantes quantités de poissons et de produits de mer pendant ou immédiatement avant leur grossesse. Elle a montré que le risque que court ces populations est probablement suffisant pour aboutir à une augmentation du nombre des enfants qui doivent se battre pour tenir à l'école et qui pourraient avoir recours aux classes d'orthopédagogie ou à l'éducation de l'enfance en difficulté.²⁴ L'on devrait noter que les études ont prouvé que lorsque les enfants souffrent de ces types de déficits neurologiques suite à l'exposition aux polluants, ils réussissent généralement moins au cours de leur troisième âge comparé aux revenus permanents. De tels déficits ne nuisent pas seulement aux individus exposés et à leurs familles, mais peuvent aussi avoir une incidence cumulative sur la société à travers des dépenses supplémentaires pour l'éducation et les soins des individus intoxiqués et en faisant baisser la productivité nationale.²⁵

- **Les effets Neurologiques**

Le système nerveux en développement est plus sensible aux effets toxiques du méthyle de mercure que le système nerveux qui est déjà développé, malgré le fait que l'encéphale adulte et l'encéphale foetal soient tous deux vulnérables.²⁶ Les expositions prénatales anéantissent la croissance des neurones en développement dans l'encéphale et ailleurs et ont la capacité de causer les dégâts irréversibles sur le système nerveux central en développement. Après les expositions découlant de la consommation chronique du poisson par la mère, les nouveau-nés pourraient sembler être normaux au cours de leurs quelques premiers mois de vie, mais ils pourraient laisser paraître plus tard des déficits aux extrémités neurologiques subtils tels que les déficits du QI; le tonus musculaire anormal; et les pertes de la fonction motrice, les pertes d'attention, et la performance visuospatiale.²⁷

La valeur probante de la preuve pour des effets neurotoxiques en phase de croissance provenant de l'exposition au méthyle de mercure est dominante. Il existe une grande base de données y compris de nombreuses recherches chez les humains et l'évidence expérimentale sur les animaux et les tests in vitro. Les recherches chez les humains incluent les évaluations à la fois des scénarios d'exposition brusque, de forte intensité et des scénarios d'exposition prolongée, de faible intensité.²⁸

- **La Cardiopathie et l'Hypertension Arterielle**

Les chercheurs ont trouvé une corrélation entre la consommation des poissons contaminés par le méthyle de mercure et le risque de crise cardiaque. Une étude portant sur les pêcheurs a montré que la consommation de plus de 30 grammes (g) de poisson par jour doublait ou triplait leur risque de crise cardiaque ou d'arrêt cardiovasculaire. Les tensions artérielles élevées ont été aussi observées sur les hommes exposés dans une ambiance professionnelle.²⁹

- **Les Effets sur le Systeme Immunitaire**

²⁴ Ibid., p. 9.

²⁵ Philip Landrigan et al., "Environmental Pollutants and Disease in American Children," <http://ehp.niehs.nih.gov/members/2002/110p721-728landrigan/EHP110p721PDF.PDF>.

²⁶ *Toxicological Effects of Methylmercury*, p. 310.

²⁷ Ibid., p. 17.

²⁸ Ibid., p. 326.

²⁹ *Toxicological Effects of Methylmercury*, p.18, 309-10.

Les études en milieu de travail suggèrent que l'exposition au mercure peut affecter le système immunitaire chez les hommes. Les études *in vitro* et les études expérimentales chez les animaux ont montré que le mercure peut être toxique sur le système immunitaire et que l'exposition prénatale au méthyle de mercure peut produire des effets à long terme sur le système immunitaire en développement. Les études suggèrent que l'exposition au méthyle de mercure peut augmenter la susceptibilité humaine aux maladies infectieuses et aux troubles auto-immunitaires en détruisant le système immunitaire.³⁰

- **Le Cancer**

Deux études ont découvert des relations entre l'exposition au mercure et la leucémie aigue, mais la force de ces découvertes est limitée à cause du petit nombre de la population d'étude et le manque de contrôle pour d'autres facteurs de risques. L'exposition au mercure a été aussi associée aux tumeurs du rein chez les souris mâles, et il a été aussi démontré que le mercure cause l'altération chromosomique. A partir des données humaines, animales, et *in vitro* disponibles, 'International Agency for Research on Cancer '(L'Agence Internationale pour les Recherches sur le Cancer) (IARC) et l'U.S.EPA ont classés le méthyle de mercure comme un éventuel (EPA Classe C) agent cancérigène pour les humains.³¹

- **Les Effets sur la Reproduction**

Les effets de l'exposition au méthyle de mercure sur la reproduction n'ont pas été évalués suffisamment sur les humains. Cependant, une évaluation des symptômes cliniques et les résultats de plus de 6000 personnes contaminées par le méthyle de mercure au cours d'un incident de contamination du blé en Iraq ont montré un taux de conception faible (une baisse de 79 pourcent), donnant lieu à une possible évidence d'un effet du méthyle de mercure sur la fertilité humaine. Les études expérimentales chez les animaux y compris les travaux portant sur les primates non humaines, ont montré les problèmes de fécondité, y compris les taux de conception décroissants, les pertes fœtales précoces, et les mortinaissances.³²

- **Les Effets sur les Reins**

Le mercure métallique et le méthyle de mercure tous deux sont aussi connus pour être toxiques pour les reins. L'endommagement du rein a été observé après l'ingestion par l'homme des formes organiques du mercure à des taux d'exposition qui avaient aussi causé les effets neurologiques. Les études expérimentales chez les animaux ont aussi démontré la toxicité provoquée par le méthyle de mercure sur les reins.³³

3.3 Les Impacts Environnementaux du Méthyle de Mercure

Les conséquences écologiques de la pollution par le méthyle de mercure ont été moins bien étudiées que sa toxicité humaine. Nous savons, néanmoins, que le méthyle de mercure s'accumule dans les poissons à des taux qui pourraient nuire aux poissons et aux animaux qui se nourrissent d'eux. Les oiseaux et les mammifères qui se nourrissent de poissons sont généralement plus exposés au méthyle de mercure que les autres animaux dans les écosystèmes aquatiques. De même, les prédateurs qui se nourrissent des animaux qui consomment du poisson courent des risques. Selon un rapport de l'EPA, le méthyle de mercure a été découvert dans les aigles, les outres, et les panthères en danger de la Floride, et les analyses qui ont été faites pour le rapport suggèrent que certaines espèces animales

³⁰ Ibid., p. 308.

³¹ Ibid., p. 308.

³² Ibid., p. 309.

³³ Ibid., p. 18,309.

sauvages qui sont plus fortement exposées sont entrain d'être détruites par le méthyle de mercure. Les effets de l'exposition au méthyle de mercure sur les animaux sauvages peuvent être la mort, la réduction de la fécondité, le retard de croissance, et le développement anormal et les écarts de comportements qui peuvent affecter la survie. En plus les taux de méthyle de mercure se trouvant dans l'environnement pourraient changer le système endocrinien des poissons, et ceci pourrait avoir des conséquences sur leur développement et leur reproduction.^{34 35}

Chez les oiseaux, l'exposition au mercure peut perturber la reproduction lorsque les taux de concentration dans les œufs sont aussi faibles et se situent entre 0.05 milligrammes (mg) et 2.0 milligrammes par kilogramme (kg). Les œufs de certaines espèces canadiennes se trouvent déjà dans cet intervalle, et les concentrations du mercure dans les œufs de plusieurs autres espèces canadiennes continuent d'augmenter et sont entrain de s'approcher de ces taux. Les taux de mercure dans les phoques annelés de l'arctique et les baleines blanches ont augmenté de deux à quatre fois au cours des 25 dernières années dans certains endroits de l'Arctique Canadien et le Groenland.³⁶ Il existe aussi des indications selon lesquelles les mammifères prédateurs marins dans les eaux plus chaudes pourraient courir aussi des risques. Dans une étude menée sur une population des dauphins bossus de Hong Kong, le mercure avait été identifié comme constituant un risque particulier pour la santé.³⁷

Les preuves récentes montrent aussi que le mercure est responsable de la baisse de l'activité microbiologique essentielle à la chaîne alimentaire terrestre dans les sols sur les grandes étendues en Europe et potentiellement dans plusieurs autres endroits dans le monde ayant le sol de mêmes caractéristiques.³⁸

Les niveaux d'eau élevés liés au changement climatique mondial pourraient aussi avoir des implications sur la méthylation du mercure et son accumulation dans les poissons. Par exemple, il existe des indications de la formation rapide du méthyle de mercure dans les petits lacs chauds et dans plusieurs régions récemment inondées.³⁹

4. La Pollution par le Mercure

La maladie de Minamata est une maladie grave et parfois mortelle causée par l'exposition aux taux élevés de méthyle de mercure. Cette maladie est associée aux points chauds de la pollution chronique par le mercure provenant de certains procédés industriels et des déchets contaminés par le mercure. Malheureusement, la pollution par le mercure cause aussi les dommages sur la santé humaine et l'environnement dans les sites distants des sources industrielles ou d'autres sources locales d'émission de mercure. Dans toutes les régions du monde, les poissons et les crustacés provenant des étangs, des ruisseaux, des fleuves, des lacs et des océans sont généralement contaminés par le méthyle de mercure à des concentrations

³⁴ "Environmental Effects: Fate and Transport and Ecological Effects of Mercury," U.S. Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/hg/eco.htm>.

³⁵ "Poisoning Wildlife: The Reality of Mercury Pollution," National Wildlife Federation, September 2006, <http://www.nwf.org/nwfwebadmin/binaryVault/PoisoningWildlifeMercuryPollution1.pdf>.

³⁶ F. Riget, D. Muir, M. Kwan, T. Savinova, M. Nyman, V. Woshner, and T. O'Hara, "Circumpolar Pattern of Mercury and Cadmium in Ringed Seals," *Science of the Total Environment*, 2005, p. 351-52, 312-22.

³⁷ "Global Mercury Assessment: Summary of the Report," chapter 5, UNEP, 2003, <http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/Summary%20of%20the%20report.htm#Chapter5>.

³⁸ Ibid.

³⁹ Ibid.

qui peuvent causer des déficits importants sur la santé des personnes qui les consomment, surtout des personnes dont les sources essentielles de protéine sont le poisson et les crustacés.

4.1 La Pollution Chronique par le Mercure et la Maladie de Minamata

L'exemple le plus connu de contamination aigue par le mercure a eu lieu dans les villages de pêche le long de la côte de la Baie de Minamata, au Japon. Chisso, une usine de production des produits chimiques située près de la baie, utilisait le sulfate mercurique et le chlorure mercurique comme des catalyseurs dans la production de l'acétaldéhyde et le chlorure de vinyle. Les eaux usées provenant de l'usine étaient déversées dans la Baie de Minamata et contenaient à la fois le mercure inorganique et le méthyle de mercure. Le méthyle de mercure a été d'abord produit comme un produit secondaire du processus de production de l'acétaldéhyde.⁴⁰ Le méthyle de mercure s'est accumulé dans les poissons et les crustacés dans la baie et dans les populations locales du pays qui avaient consommés des poissons et des crustacés. La conséquence a été une forme d'empoisonnement par le mercure qui est aujourd'hui connue sur le nom de la maladie de Minamata.⁴¹

Les malades souffrant de la maladie de Minamata se sont plaints d'une perte de sensation et d'engourdissement au niveau de leurs mains et de leurs pieds. Ils ne pouvaient pas courir ou marcher sans trébucher, et ils avaient des difficultés pour voir, entendre, et avaler. Un grand nombre avait succombé suite à cette maladie. La maladie avait été diagnostiquée pour la première fois en 1956. En 1959, un argument irréfutable avait été avancé que cette maladie était causée par des concentrations élevées de méthyle de mercure qui s'était accumulé dans les poissons et les crustacés se trouvant dans la baie.

Les déversements de mercure provenant de l'usine Chisso en direction de la baie étaient continus à partir du moment où l'usine avait commencé à utiliser le processus de production de l'acétaldéhyde en 1932 jusqu'en 1968, lorsque l'usine a cessé d'utiliser cette méthode de production. La production du chlorure de vinyle en utilisant un catalyseur de mercure a continué à l'usine jusqu'en 1971, mais après 1968 Les eaux usées ont été déviées vers un bassin particulier.⁴²

Selon une revue récente parue dans un journal d'hygiène environnementale, les victimes de Minamata avaient besoin de vaincre les barrières légales et politiques qui réclamaient une documentation convaincante avant qu'une réelle considération sérieuse ne soit accordée à leur situation critique. Ceci avait été aggravé par les échecs dans la communauté scientifique, dont la compréhension de la cause des effets sanitaires provoqués par le méthyle de mercure était réduite par une confiance placée en des définitions de cas étroit et la spéciation chimique incertaine. Les auteurs de l'article relèvent que malgré le fait que dès 1952, le méthyle de mercure était connu pour sa capacité à produire la neurotoxicité pendant la croissance, il a fallu 50 autres années pour que les chercheurs comprennent la vulnérabilité du système nerveux en développement aux métaux lourds tels que le méthyle de mercure. En plus, les incertitudes normales du genre découlant pratiquement de toutes les nouvelles recherches portant sur l'hygiène environnementale ont retardé pendant des années la réalisation d'un consensus scientifique permettant de déterminer la cause des symptômes observés sur les personnes. Ceci, en son tour a causé des retards prolongés avant que la source de pollution ne

⁴⁰ "Environmental costs of mercury pollution," Lars D. Hylander et al, Science of the Total Environment, 2006, http://www.elsevier.com/authoried_subject_sections/P09/misc/STOTENbestpaper.pdf.

⁴¹ "Minamata disease," Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Minamata_disease and "The Poisoning of Minamata," Douglas Allchin, <http://www1.umn.edu/ships/ethics/minamata.htm>

⁴² Environmental costs of mercury pollution cited above

soit finalement arrêtée, et il a causé même des retards plus prolongés pour fixer des décisions en vue de la compensation des victimes.⁴³

Malgré le fait que la plupart des victimes avaient eu du mal pour obtenir une indemnité, vers la fin de 2009, 2271 victimes avaient été certifiées officiellement et plus de 10 000 personnes avaient reçu des indemnités financières. Les autres personnes contaminées étaient encore entrain de se battre pour recevoir des dédommagements adéquats.⁴⁴ En mai 2010, plus de 50 ans après que la maladie de Minamata avait été pour la première fois diagnostiquée, le Gouvernement du Japon avait adopté des mesures de redressement additionnelles pour les victimes non diagnostiqués de la maladie de Minamata et avait promis de faire des efforts complémentaires. Ensuite le Premier Ministre Japonais Yukio Hatoyama avait pris part à la 54^{ème} cérémonie annuelle de commémoration de Minamata et s'était excusé pour l'incapacité du gouvernement à prévenir la propagation de la maladie dans le cas de la pire pollution industrielle du pays. Dans son discours, il avait exprimé le souhait que le Japon contribuera activement à la création d'un traité international. Ce traité aura pour but la prévention de l'empoisonnement par le mercure et avait proposé le dénommer le Traité de Minamata.⁴⁵ En juin 2010, au cours de la première session du Comité Intergouvernemental de Négociation pour Préparer un Instrument International Juridiquement Contraignant sur le mercure, la délégation venant du Gouvernement du Japon a réitéré cette proposition et a exprimé le besoin d'abriter la Conférence Diplomatique qui suivra les négociations et adoptera le nouveau traité.

Une deuxième propagation de la maladie de Minamata est survenue en 1965 au Japon dans le bassin fluvial d'Agano dans la préfecture de Niigata. Une autre société de produits chimiques, qui produisait l'acétaldéhyde en utilisant un catalyseur le sulfate mercurique et un procédé similaire, déversait ses eaux usées dans la Rivière Agano. Le gouvernement japonais a certifié 690 personnes comme victimes de cette propagation de la maladie.

Un autre exemple de la maladie de Minamata s'est produit au début des années 1970 en Iraq On avait enregistré le décès d'environ 10000 personnes et 100000 étaient atteintes de lésions cérébrales graves et définitives. Cette tragédie est la cause de la consommation du blé qui avait été traité en utilisant du méthyle de mercure.⁴⁶ Un autre exemple est celui de l'empoisonnement des peuples autochtones canadiens à Grassy Narrow, qui avait été causé par les déversements du mercure provenant d'une fabrique de chlore et de soude caustique et d'une usine de pâte à papier et d'une papeterie à Dryden en Ontario, entre 1962 et 1970.⁴⁷

Les cas les moins connus et les moins dramatiques de la pollution chronique par le mercure continuent à se produire de nos jours. Selon le premier expert mondial de la maladie de Minamata Masazumi Harada: « Les fleuves en Amazonie, au Canada, en Chine ont été souillés par la contamination par le mercure. Seulement, comme dans le cas de la maladie de Minamata , à première vue, les victimes gravement malades sont peu nombreux. En effet, Les

⁴³ Grandjean, P., Satoh, H., Murata, K., Eto, K., (2010). Adverse effects of methylmercury: environmental health research implications. *Environ Health Perspect* 118(8): 1137-1145

http://ehp03.niehs.nih.gov/article_fetchArticle.action?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.0901757.

⁴⁴ Information about Minamata disease can be found at the Poisoning of Minamata website, Douglas Allchin, <http://www1.umn.edu/ships/ethics/minamata.htm>.

⁴⁵ "Hatoyama Apologizes for Minamata; At Memorial Service, Says Redress Not End of Matter," *The Japan Times*, May 2, 2010, <http://search.japantimes.co.jp/cgi-bin/nn20100502a1.html>.

⁴⁶ Arne Jernelov, "Iraq's Secret Environmental Disasters," <http://www.project-syndicate.org/commentary/jernelov3/English>.

⁴⁷ "Grassy Narrows Protests Mercury Poisoning," CBC News, April 7, 2010, <http://www.cbc.ca/canada/toronto/story/2010/04/07/tor-grassy-narrows.html>.

gens sont sans doute intoxiqués par le mercure, Sachant que le mercure se trouve en petites quantités dans les organismes des victimes, les malades se trouvent à leurs stades primaires.»⁴⁸

4.2 La Contamination des Poissons par le Mercure

La pollution aigue par le mercure, n'est juste qu'une partie d'une réalité plus grande La pollution étendue par le mercure à des taux inquiétants peut se trouver dans les océans, les lacs, les fleuves, les bassins, et les ruisseaux dans toutes les parties du monde.

Comme cela a été mentionné plus haut, le mercure entre dans les masses d'eau essentiellement en retombant directement de l'atmosphère et à travers le lessivage des sols contaminés par le mercure. Dès que le mercure entre dans l'environnement aquatique, une fraction importante de celui-ci se transforme en méthyle de mercure par les micro-organismes qui sont présents de façon naturelle dans ces écosystèmes. Les micro-organismes sont ensuite dévorés par les petits organismes aquatiques qui sont, à leur tour, dévorés par les poissons et les crustacés. Ceux-ci sont ensuite dévorés par les poissons qui sont plus grands, les oiseaux, les mammifères, et les hommes.

Le méthyle de mercure commence à la base de la chaîne alimentaire et puis s'accumule et se bio amplifié au fur et à mesure que les organismes qui sont plus grands mangent ceux qui sont plus petits. Comme conséquence de cette bioamplification, la concentration de méthyle de mercure dans certaines espèces de poissons peut être à des taux situés dans l'intervalle d'un million de fois (10^6) plus élevée que la concentration du mercure dans l'eau où vivent les poissons.⁴⁹

La pollution des masses d'eau par le mercure est très généralisée. Les masses d'eau situées en amont ou en aval des grandes sources de pollution par le mercure telles que de grandes centrales thermiques alimentées au charbon, les fours à charbon, les mines, les terrils de déchets, les usines de chlore et de la soude caustique, les usines de pâte à papier et de la papeterie, et d'autres grandes sources de pollution industrielles ont souvent particulièrement des taux élevés de contamination par le mercure. Cependant, même dans les régions Arctiques dans les endroits très distants de n'importe quelle importante source de pollution par le mercure, les chercheurs ont découvert un nombre de communautés où l'absorption du mercure par les gens dépasse les directives nationales établies, et ils ont trouvé des preuves pour montrer les conséquences de cette pollution sur les systèmes nerveux des enfants et les effets connexes sur le comportement.⁵⁰ Une étude menée par «*The United State Geological Survey (USGS)*» a échantillonné des poissons prédateurs dans les ruisseaux dans 291 emplacements repartis partout aux Etats-Unis. Les chercheurs ont découvert que le mercure était présent dans chaque poisson qu'ils avaient échantillonné, et les 27 pourcent des échantillons ont dépassé les critères de santé humaine de l'U.S. EPA qui est de 0.3 microgrammes de méthyle de mercure par gramme de poids humide.⁵¹

⁴⁸ Asahi Shimbun, "Interview with Masazumi Harada," Asia Network,

http://www.asahi.com/english/asianet/hatsu/eng_hatsu020923f.html.

⁴⁹ Health Canada, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/mercur/q47-q56_e.html.

⁵⁰ Arctic Monitoring and Assessment Programme, "Executive Summary to the Arctic Pollution 2002 Ministerial Report," <http://www.amap.no/documents/index.cfm?dirsub=/AMAP%20Assessment%202002%20-%20Human%20Health%20in%20the%20Arctic>.

⁵¹ Barbara C. Scudder et al., "Mercury in Fish, Bed Sediment, and Water from Streams Across the United States, 1998–2005," U.S. Geological Survey, 2009, <http://pubs.usgs.gov/sir/2009/5109/pdf/sir20095109.pdf>.

Plusieurs gouvernements ont donné des recommandations, des directives, où des limites légales établissant la quantité maximale de mercure et/ou de méthyle de mercure qui devrait être admise dans les poissons destinés à la commercialisation. Cependant, ce ne sont pas toutes les directives établies qui sont applicables, et plusieurs ONG argumentent qu'elles sont très permissives pour protéger efficacement la santé publique. Dans certains cas, l'industrie de pêche a anéanti avec succès les efforts des organismes d'Etat visant à établir les normes plus strictes argumentant que faire cela réduirait les ventes.

La Commission du Codex Alimentarius—une institution établie par L'Organisation des Nations Unies pour L'Alimentation et l'Agriculture et L'Organisation Mondiale de la Santé pour établir les normes de sécurité alimentaire reconnues mondialement—a établi les niveaux plafonds à 0.5 microgramme de méthyle de mercure par gramme dans les poissons non-prédateurs et 1 microgramme de méthyle de mercure par gramme dans les poissons prédateurs. Le Secrétariat Américain aux Produits Alimentaires et Pharmaceutiques (FDA) a établi un niveau d'intervention de 1 microgramme de méthyle de mercure par gramme à la fois dans les poissons et les crustacés---essentiellement plus élevé que les critères de santé humaine établis par L'USEPA. La Communauté Européenne autorise 0.5 microgramme de méthyle de mercure dans les produits de pêche (avec quelques exceptions). Le Japon autorise jusqu'à 0.4 microgramme de mercure total par gramme dans les poissons où 0.3 microgramme de méthyle de mercure par gramme de poissons.⁵² 'The Canadian Food Inspection Agency's guideline' (Le principe directeur de l'Agence Canadienne d'Inspection des Aliments) pour la vente dans le commerce du poisson est de 0.5 microgramme du mercure total par gramme de poids humide du poisson, et la Santé! Canada a établi un principe directeur de 0.2 microgramme de mercure total par gramme de poids humide pour les consommateurs réguliers de poisson.⁵³

En générale, les grands poissons prédateurs ont des taux les plus élevés de méthyle de mercure dans leurs tissus ; les poissons qui sont plus grands et ceux qui sont plus âgés tendent à être plus contaminés que ceux qui sont plus petits et jeunes. Le méthyle de mercure dans le poisson est fixé au tissu protéique plutôt qu'au tissu adipeux, Ainsi, le rognage et l'écorchement de la peau du poisson contaminé par le mercure ne réduit pas la teneur de mercure présente dans la fraction du filet. Aussi Le taux de méthyle de mercure qui se trouve dans le poisson ne diminue pas avec la cuisson.⁵⁴

Un document directeur préparé conjointement par l'U.S. EPA et la FDA énonce que presque tous les poissons et les crustacés contiennent les traces de mercure, et que certains poissons et les crustacés ont des taux de mercure qui pourraient nuire au système nerveux en du fœtus en développemngt ou du jeune enfant. Le risque, évidemment, dépend de la quantité de poissons et de crustacés consommés et les taux de mercure contenus dans ceux-ci. Le document directeur conseille aux femmes enceintes, aux femmes allaitantes, aux femmes qui pourraient devenir enceintes , et aux jeunes enfants d'éviter complètement de manger des espèces de poissons qui contiennent généralement les taux beaucoup trop élevés de mercure telles que le requin, l'espadon, le thazard, et l'achigan de mer. Il les conseille en outre de ne pas consommer par semaine plus de 12 onces (340 grammes) de poissons et de crustacés qui ont

⁵² "Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure," UNEP DTIE Chemicals Branch and WHO Department of Food Safety, Zoonoses, and Foodborne Diseases, 2008, p. 4, <http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/mercuryexposure.pdf>.

⁵³ Lyndsay Marie Doetzel, "An Investigation of the Factors Affecting Mercury Accumulation in Lake Trout, *Salvelinus Namaycush*, in Northern Canada," <http://library2.usask.ca/theses/available/etd-01022007-094934/unrestricted/LyndsayThesis.pdf>.

⁵⁴ Ibid., p. 8.

un taux de mercure plus faible. Ceci signifie qu'en moyenne ils devraient consommer pas plus de deux repas à base de farine de poisson par semaine. Le document directeur suggère finalement qu'ils consultent le conseil consultatif local concernant la sécurité des poissons pêchés localement et, si aucun conseil fiable n'est disponible, ils doivent se limiter à la consommation d'un seul repas fait avec du poisson pêché localement par semaine.⁵⁵

Néanmoins, le document directeur suggère que les poissons et les crustacés ne devraient pas être complètement supprimés du régime alimentaire. Il relève que, hors mis le mercure, les poissons et les crustacés constituent une source alimentaire très nutritive. Ils contiennent des protéines de grande valeur et d'autres substances nutritives naturelles, ils sont pauvres en graisses saturées, et contiennent les acides gras Omega-3 qui sont importants pour la nutrition.⁵⁶ Les experts des problèmes de santé recommandent souvent de choisir les poissons qui sont pauvres en mercure et riches en acides gras omega-3 pour la consommation.

Malheureusement, les conseils sur la consommation du poisson peuvent être confus et difficiles à suivre. Il y a une grande variabilité des taux de mercure dans le poisson dépendant des espèces, de l'endroit où le poisson était pêché, de sa taille, du moment de l'année, et d'autres considérations. Les choix sont compliqués en plus par le fait que dans les pays très industrialisés, le poisson vendu au marché où qui se trouve au menu du restaurant a été probablement importé d'un endroit lointain du monde. Néanmoins, dans les pays riches, la plupart de femmes et d'enfants peuvent choisir s'ils souhaitent limiter leur consommation de poisson en ne consommant que deux repas à base de farine de poisson par semaine et maintenir toujours un régime alimentaire nutritif en remplaçant le poisson par d'autres aliments riches en protéines. Toutefois, il y a plusieurs personnes dans le monde pour qui, réduire la consommation du poisson pourraient ne pas être une option réaliste.

Dans les pays industrialisés tels que les Etats-Unis, le Canada, et autres, certains peuples autochtones et certaines personnes pauvres pêchent leurs propres poissons et crustacés (et dans certains cas, les oiseaux se nourrissant de poissons et les mammifères) et dépendent de ces aliments comme leurs principales sources de protéine. Ils ne peuvent souvent pas se permettre, où sinon ne pourraient pas avoir accès aux bons aliments nutritifs alternatives. Dans les pays en développement, un plus grand nombre de personnes encore dépendent du poisson. Les gens vivant sur les îles, dans les régions côtières, aux alentours des voies d'eau intérieure, et d'autres ont souvent des régimes alimentaires traditionnels qui sont très dépendants du poisson pour nutrition. L'Organisation Des Nations Unies pour L'Alimentation et L'Agriculture (FAO) estime⁵⁷ que le poisson donne à plus de 2.9 milliard de personnes au moins 15 pourcent de leur moyenne per capita de leur consommation de protéine animale. En plus, le poisson, en moyenne, fournit 50 pourcent ou plus de la consommation des protéines animales pour des personnes dans certains petite états insulaires en développement et aussi au Bangladesh, au Cambodge, en Guinée Equatoriale, en Guyanne Française, en Gambie, au Ghana, en Indonésie, en Sierra Leone. La FAO rapporte que le poisson fournit presque 8 pourcent de la consommation de protéine animale en Amérique du Nord et Centrale, plus de 11 pourcent en Europe, environ 19 pourcent en Afrique, et à peu près 21 pourcent en Asie. (Les chiffres récapitulatifs de la consommation du poisson en Amérique du Sud n'ont pas été

⁵⁵ "What You Need to Know About Mercury in Fish and Shellfish: Advice for Women Who Might Become Pregnant, Women Who are Pregnant, Nursing Mothers, and Young Children," U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Environmental Protection Agency, March 2004, <http://www.epa.gov/waterscience/fish/advice/advisory.pdf>.

⁵⁶ Ibid.

⁵⁷ "The State of World Fisheries and Aquaculture," Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2008, p. 9, 61, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0250e/i0250e.pdf>.

fournis). Le rapport indique aussi que la consommation actuelle a probablement beaucoup plus augmenté que les chiffres donnés parce que les statistiques officielles n'enregistrent pas l'apport de la pêche de subsistance.

Même en tenant compte des impacts sanitaires négatifs dûs à la consommation de quantités importantes de poissons et de crustacés contaminés par le mercure, il existe plusieurs personnes pour qui réduire considérablement leur consommation de poisson pourrait être un mauvais choix ou pourrait ne pas être un choix du tout. Certains ne peuvent pas réduire leur consommation de poissons sans faire face à la faim ou à la famine. Pour d'autres, les principaux aliments de substitutions disponibles qui pourraient remplacer le poisson sont riches en sucre et pauvres en protéine. Réduire la consommation du poisson pour consommer de tels aliments peut conduire à la hausse de l'obésité, des diabètes, de la cardiopathie, et d'autres maladies. Pour les communautés dont l'accès aux aliments nutritifs de substitution est limité, les bénéfices sanitaires de la consommation du poisson pourrait, sur la balance, dépasser les risques sanitaires liés à l'exposition au mercure. Les membres de ces communautés continueront à souffrir des conséquences sanitaires de l'exposition au méthyle de mercure jusqu'à ce qu'une action mondiale réussisse à réduire considérablement la contamination des poissons par le mercure. Ceci, en son tour, n'est pas appelé à se produire sans l'adoption et la mise en application effective d'un traité détaillé pour le contrôle du mercure. En plus, plusieurs peuples autochtones et d'autres ont d'importantes raisons culturelles et sociales pour continuer à consommer leurs aliments traditionnels.

Les Effets du Mercure sur Les Peuples Arctiques

Les gens qui vivent dans les régions Arctiques, surtout les peuples autochtones, sont particulièrement vulnérables à l'exposition au mercure. Leur climat ne leur permet pas de cultiver les céréales et les légumes, qui sont souvent les produits diététiques de première nécessité dans les autres parties du monde. Parce qu'ils vivent souvent dans les endroits éloignés, les aliments du commerce tendent à être extrêmement chers, particulièrement les denrées saines et périssables. Ils ont ainsi peu de choix sinon de survivre à partir d'un régime alimentaire qui non seulement est très riche en poisson, mais aussi en mammifères et en oiseaux qui consomment du poisson. Les vies des peuples autochtones de L'Arctique vivant dans les régions situées à l'extrême nord des pays très industrialisés sont identiques de plusieurs manières aux vies de la plupart des personnes dans les pays en voie de développement.

Les peuples Inuits vivent dans l'Arctique côtière au Canada du nord, au Groenland, en Alaska (États-Unis), et au Chukotka (Russie). Les produits principaux de leur régime alimentaire traditionnel sont les mammifères marins. Une étude portant sur l'exposition au mercure chez les enfants Inuits en âge préscolaire vivant au Nunavut, au Canada, a révélé que presque 60 pourcent de ces enfants ingèrent du mercure en quantités supérieures à la dose hebdomadaire admissible provisoire (DHAP) pour les enfants établi par l'Organisation Mondiale de la Santé en 1998. Cette DHAP est de 1.6 microgramme de méthyle de mercure par kilogramme de poids corporel par semaine. La dose moyenne pour tous les enfants participant à cette étude était de 2.37 microgrammes de méthyle de mercure par kilogramme de poids corporel par semaine. La répartition de l'absorption est comme suit : -33.37% de la consommation du muktuk (les graisses et la peau) des dauphins blancs, -25.90% de la consommation du muktuk narval, -14.71% de la consommation du foie de phoque annelé, -10.60% de la consommation du poisson, -6.02% de la consommation de la viande caribou, et -4.59 % de la consommation de viande de phoque annelé. Ces sources constituaient plus de

95% de l'absorption totale du mercure par les enfants.⁵⁸

Les autres peuples autochtones de L'Arctique sont aussi disproportionnellement affectés par l'exposition au méthyle de mercure. Les villages peuplés par les autochtones athapascans se trouvent partout dans l'Arctique nord américain, surtout autour des grands fleuves. Le piégeage, la chasse, et la pêche restent cruciaux pour leurs gagne-pain de subsistance. En été, les familles quittent souvent le village pour les grands camps à poisson.⁵⁹ Les gagne-pain traditionnels des peuples lapons de la Norvège, de la Suède, de la Finlande, et la péninsule Kola de la Russie incluent la formation des troupeaux rennes semi-nomade, la pêche côtière, le piégeage des animaux à fourrure, la formation des troupeaux de mouton.⁶⁰ Il a eu des suggestions que les événements de réduction du mercure atmosphérique du lever du soleil polaire, qui entraînent le dépôt de grandes quantités de composés de mercure bio disponibles au tundra Arctique, augmentent la présence du mercure dans le réseau trophique tundra. Ceci, ensemble avec la pollution aquatique par le méthyle de mercure, contribue à des accumulations importantes de méthyle de mercure dans les aliments traditionnels de ceux-ci et d'autres peuples arctique.⁶¹

4.3 La Contamination du Riz par le Mercure

Un nombre d'études récentes ont porté sur la pollution par le mercure dans certaines régions situées à l'intérieur de la Chine où la plupart d'habitants consomment peu de poissons mais vivent dans les endroits où une quantité importante de mercure est rejetée dans l'environnement.⁶² Les chercheurs ont remarqué que le sol des rizières est un environnement propice pour le genre de bactéries qui transforment le mercure en méthyle de mercure. Ils ont donc considéré la possibilité que le méthyle de mercure qui est produit dans la rizière soit absorbé par les plantes de riz. L'étude a jeté un regard sur les personnes rurales qui consomment essentiellement les produits agricoles ruraux et a conclu que 95 pourcent de l'exposition totale au méthyle de mercure parmi ces personnes venaient de la consommation du riz.

Pour le cas de plusieurs personnes soumises à l'étude, l'exposition au méthyle de mercure suite à leur consommation du riz était faible comparée à ce qui est actuellement considéré comme étant la dose hebdomadaire admissible provisoire, et les chercheurs ont conclu que ces personnes courent probablement des risques faibles. Cependant, certaines des personnes soumises à l'étude étaient dans un endroit à proximité des mines de mercure. Leur exposition au méthyle de mercure suite à leur consommation de riz a dépassé largement ce qui est considérée comme étant la dose hebdomadaire admissible provisoire, et ils étaient considérés comme courant un potentiel risque sanitaire.

⁵⁸ "Mercury Hair Concentrations and Dietary Exposure Among Inuit Preschool Children in Nunavut, Canada," Tian W. et al, Environ Int. 2010, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20673686>

⁵⁹ Tricia Brown, *Athapascan*, LitSite Alaska, <http://www.litsite.org/index.cfm?section=Digital-Archives&page=People-of-the-North&cat=Native-Peoples&viewpost=2&ContentId=2648>.

⁶⁰ Wikipedia entry on the Sami people, http://en.wikipedia.org/wiki/Sami_people.

⁶¹ "Critical Review of Mercury Fates and Contamination in the Arctic Tundra Ecosystem," cited above.

⁶² Hua Zhang et al., "In Inland China, Rice Rather Than Fish Is the Major Pathway for Methylmercury Exposure," *Environmental Health Perspectives*, April 2010, <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/viewArticle.action?jsessionid=F7154FD5C22DD646D5200FC587451A05?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.1001915>.

Les auteurs ont remarqué que le riz ne contient pas certains micronutriments que contiennent les poissons--- Ces micronutriments facilitent le développement neurologique qui pourraient éventuellement contrebalancer certains des dommages causés par l'exposition au méthyle de mercure. Ces auteurs ont conclu que les lignes directrices actuelles portant sur l'exposition au méthyle de mercure reposant sur la consommation du poisson pourraient être insuffisantes pour protéger les personnes dont l'exposition au méthyle de mercure provient d'un régime alimentaire à base de riz. Ils ont alors recommandé que de nombreuses recherches soient menées afin de déterminer les effets sanitaires de l'exposition aux taux faibles de méthyle de mercure chez les femmes enceintes suite à la consommation du riz.

Les auteurs de l'étude ont mis en évidence l'urgence de cette préoccupation en remarquant que le riz est l'aliment de base principal de plus de la moitié de la population mondiale. En Asie seule, plus de 2 milliards de personnes tirent jusqu'à 70 pourcent de leur dose journalière d'énergie du riz et de ses produits dérivés. Les auteurs ont alors conclu que les recherches similaires devraient être urgemment menées non seulement en Chine mais également dans d'autres pays et régions, tels que l'Inde, l'Indonésie, le Bangladesh, et les Philippines, qui produisent un pourcentage important du riz mondial et où le riz est un aliment de base.⁶³

5. Les Voies d'Accès du Mercure dans l'Environnement

Le mercure entre dans l'environnement à travers plusieurs voies différentes. Certaines quantités de mercure entrent dans l'environnement par les processus naturels tels que les éruptions volcaniques, les activités géothermales, et la désagrégation des roches contenant du mercure. La grande quantité de mercure qui se trouve actuellement dans l'environnement mondial, en revanche, y est suite à l'action de l'homme. Les activités humaines qui rejettent le mercure dans l'environnement sont appelées les sources anthropiques du mercure. Une fois que le mercure est présent dans l'environnement aquatique ou terrestre, il peut se volatiliser et entrer de nouveau dans l'atmosphère.

Les sources anthropiques du mercure entrent dans l'une des trois grandes catégories suivantes :

- **Les sources intentionnelles :** Ces sources surviennent lorsqu'une décision intentionnelle est prise pour fabriquer un produit qui contient du mercure ou pour faire fonctionner un procédé dans lequel le mercure est utilisé. Les exemples de produits qui contiennent du mercure ou un composé du mercure incluent les lampes fluorescentes, certains thermomètres, les Piles et les interrupteurs, et d'autres produits similaires. Un procédé non industriel qui utilise le mercure est l'extraction minière à petite échelle de l'or, dans lequel le mercure élémentaire est utilisé pour capturer l'or provenant des mélanges des roches concassées, des sédiments, des sols, et d'autres particules. Les exemples des procédés industriels dans lesquels le mercure est utilisé incluent les usines de fabrication des substances chimiques qui utilisent les composés du mercure comme catalyseurs, surtout dans la production du monomère chlorure de vinyle et certaines fabriques de chlore et de soude caustique qui utilisent les flaqes de mercure élémentaire comme une cathode dans l'électrolyse.

⁶³ Ibid.

- **Les sources non intentionnelles:** Ces sources surviennent des activités qui brûlent ou transforment les combustibles fossiles, les minerais, ou les minéraux qui renferment du mercure sous forme d'impureté. Les exemples incluent les centrales thermiques alimentées au charbon, les fours à ciment, l'extraction minière et le raffinage des métaux à grande échelle, et l'extraction des combustibles fossiles pour le charbon, l'huile, le schiste à pyrobitume et les sables bitumeux. Les incinérateurs et les décharges contrôlées qui sont utilisés pour éliminer les produits usés et les déchets contenant du mercure rejettent aussi le mercure dans l'environnement et sont catégorisés par certains comme des sources non intentionnelles.
- **Les activités de remobilisation:** Ces sources surviennent des activités humaines qui brûlent ou défrichent les forêts ou qui créent l'inondation sur de grandes surfaces. La biomasse et les sols de surface organiques dans les forêts contiennent souvent du mercure qui est retombé de l'air. La combustion ou le défrichage des forêts – surtout les forêts boréales ou tropicales -- rejettent de grandes quantités de ce mercure de nouveau dans l'atmosphère.⁶⁴ Les projets de construction de grands barrages occupent de grandes surfaces. A cet égard, le mercure piégé dans la biomasse et sur les sols de surface devient plus facilement transformé en méthyle de mercure et entre dans la chaîne alimentaire aquatique.⁶⁵ Les barrages de petite taille qui causent en amont les niveaux de fluctuation des eaux peuvent aussi être un problème. Le méthyle de mercure peut être produit par les bactéries qui se multiplient sur les lignes de côte qui sont tour à tour exposées à l'air et couvertes d'eau au fur et à mesure que les petits barrages ouvrent et ferment leurs vannes de décharge.⁶⁶

Les chercheurs ont essayé d'évaluer la quantité totale de mercure rejetée dans l'environnement provenant des différentes catégories de sources anthropiques. Les données dont disposent ces chercheurs sont, cependant, incomplètes et inexactes. Il est particulièrement difficile de distinguer entre une source émettrice naturelle du mercure (ou le mercure entre dans l'environnement suite à l'activité volcanique ou la désagrégation des roches) et la remobilisation et la réémission du mercure qui à l'origine était entré dans l'environnement à partir d'une source anthropique et était par la suite déposé dans l'eau ou sur la terre.

A cause de cette difficulté, la plupart des estimations publiées des sources émettrices naturelles de mercure dans l'atmosphère incluent de fait dans leurs totaux les réémissions de mercure qui étaient entrées dans l'environnement auparavant suite aux activités humaines.⁶⁷ Suite à cette difficultés, plusieurs des estimations de mercure publiées se rapportant à l'environnement global sont gonflées. Ainsi, elles privilégient involontairement l'impression que le mercure rejeté dans l'environnement par les volcans et par la désagrégation des roches sont de grands contributeurs au taux général du mercure atmosphérique global plus qu'ils ne le sont réellement. Si les réémissions de mercure qui était entré dans l'environnement dès le départ suite aux activités humaines pouvaient être pris en compte comme contribuant aux

⁶⁴ "Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment," AMAP and UNEP, 2008, p. 7, http://www.chem.unep.ch/mercury/Atmospheric_Emissions/Technical_background_report.pdf.

⁶⁵ "James Bay Dam, Electricity, and Impacts," The Global Classroom, American University, <http://www1.american.edu/ted/james.htm>.

⁶⁶ Kristen Fountain, "Study Links Mercury to Local Dams, Plants," *Valley News*, 2007, <http://www.briloon.org/pub/media/ValleyNews1.10.07.pdf>.

⁶⁷ N. Pirrone et al., "Global Mercury Emissions to the Atmosphere from Anthropogenic and Natural Sources," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys-discuss.net/10/4719/2010/acpd-10-4719-2010-print.pdf>.

totaux de toutes les émissions de mercure atmosphérique global, alors les estimations du total des émissions de mercure provenant des sources anthropiques dans l'atmosphère seraient peut être beaucoup plus élevées que les estimations publiées actuellement.

Il est aussi difficile de calculer le pourcentage de la pollution mondiale par le mercure provenant des différentes sources anthropiques. En 2008, le rapport intitulé «Global Atmospheric Mercury Assessment»⁶⁸ du Programme des Nations Unies pour L'Environnement (PNUE) a identifié les différentes activités humaines qui rejettent le mercure dans l'environnement et a fourni des données d'émission pour plusieurs d'entre elles. Ces données des émissions sont fréquemment citées comme un indicateur du pourcentage de la pollution globale par le mercure qui provient de ces différentes sources. Ainsi, par exemple, il est fréquemment répété que la combustion des combustibles fossiles – principalement le charbon- est la plus grande source de pollution par le mercure et représente 45 pourcent de toutes les émissions globales du mercure provenant des sources anthropiques, que l'extraction artisanale et à petite échelle de l'or (EAPO) est la seconde plus grande source de pollution par le mercure et représente environ 18 pourcent des émissions mondiales, et ainsi de suite.⁶⁹

Cependant, ces estimations et bien d'autres des émissions de mercure provenant de différentes sources, peuvent être mal comprises. La raison étant que les estimations des émissions atmosphériques rendues publiques soient basées uniquement sur les quantités de mercure rejetées directement dans l'atmosphère et ne prennent pas en compte le mercure rejeté dans les déchets, les sols, et dans l'eau même si une bonne quantité de ce mercure se volatilise par la suite et entrera dans l'atmosphère. Ces estimations des émissions ne prennent non plus en compte d'autres émissions non quantifiées du mercure lié à la source. Les émissions actuelles de mercure provenant d'une source pourraient être bien plus élevées que les émissions du mercure déclarées provenant de la source.

Les Estimations des Données des Emissions pourraient être Incomprises

Le pourcentage déclaré des émissions globales dans l'air qui provient d'une source particulière est souvent utilisé comme un indicateur de la quantité de pollution mondiale par le mercure qui provient de cette source. Ainsi, par exemple, lorsque nous lisons que la combustion des combustibles fossiles représente 45 pourcent de toutes les émissions globales du mercure dans l'air provenant des sources anthropiques, il est naturel de conclure que 45 pourcent des problèmes d'émission globale du mercure proviennent de la combustion des combustibles fossiles. Mais ceci pourrait être une conclusion fallacieuse pour un nombre de raisons :

1) Il y a certaines sources d'émissions atmosphériques du mercure pour lesquelles il existe peu de données ou pour lesquelles aucune donnée n'est disponible. La contribution aux émissions atmosphériques globales du mercure émanant de ces sources pourrait être largement sous-évaluée.

2) Il est plus facile de mesurer la quantité des émissions de mercure dans l'atmosphère provenant de certaines sources que d'autres. La contribution aux

⁶⁸ "The Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transfers," UNEP Chemicals Branch, 2008, http://www.chem.unep.ch/mercury/Atmospheric_Emissions/UNEP%20SUMMARY%20REPORT%20-%20CORRECTED%20May09%20%20final%20for%20WEB%202008.pdf.

⁶⁹ Ibid

émissions atmosphériques globales du mercure émanant des sources où il est difficile de mesurer ces émissions pourrait être sous-évaluée.

3) Certaines sources de mercure telles que les produits contenant du mercure ont un cycle de vie complexe. Il pourrait être difficile de fusionner totalement des émissions atmosphériques de mercure qui surviennent à tous les points au cours du cycle de vie du produit dans les estimations des émissions émanant de ces sources

4) Certaines sources émettrices de mercure rejettent une grande quantité de mercure dans les sols, dans l'eau, et dans les déchets. Les émissions de mercure vers ce milieu ne comptent pas généralement comme contribuant aux totaux des émissions globales dans l'atmosphère. Cependant, le mercure qui est rejeté vers les milieux autres que l'atmosphère va plus souvent contaminer les écosystèmes aquatiques et va contribuer à la pollution globale totale par le mercure. En plus, une grande quantité de mercure rejetée vers ces milieux va, à une date ultérieure, se volatiliser et entrer dans l'atmosphère. Il serait difficile d'incorporer entièrement de telles sources d'émissions atmosphériques secondaires aux estimations des émissions globales rattachées à la source d'origine.

Un ultime exemple d'une source sous-estimée est la production du monomère de chlorure de vinyle (MCV). Il semble qu'il n'existe aucune donnée disponible sur les émissions atmosphériques du mercure provenant de la production du MCV. Ainsi, les émissions atmosphériques globales du mercure provenant de la production du MCV comptent pour zéro en provenance des sources anthropiques du PNUE qui sont de 1930 tonnes métriques.⁷⁰ Et pourtant, une bonne quantité de mercure est utilisé dans la production du monomère de chlorure de vinyle plus qu'il n'est utilisé dans la plupart d'autres sources intentionnelles. Il y a de bonnes raisons liées au bon sens qui permettent de considérer que la production du MCV est un contributeur majeur à la pollution globale par le mercure. Cependant, si l'on devait utiliser les estimations des émissions atmosphériques globales du PNUE comme un indicateur, l'on pourrait aboutir à la conclusion visiblement fausse que la production du MCV contribue à zéro pourcent à la pollution totale par le mercure dans le monde.

La conclusion selon laquelle l'extraction artisanale de l'or et à petite échelle contribue pour 18% des émissions anthropiques de mercure est basée sur les estimations du PNUE selon lesquelles le total de toutes les émissions anthropiques du mercure dans l'atmosphère est de 1930 tonnes métriques par an et que les activités de l'EAPO génèrent globalement 350 tonnes métriques de ces émissions de mercure. Cependant, le rapport qui présente cette donnée estime aussi que les activités de l'EAPO utilisent 806 tonnes métriques de mercure par an.⁷¹ L'on doit alors accorder une attention sur le devenir des quantités restantes de mercure consommées par les activités de l'EAPO (les 456 métriques tonnes manquantes).

Une fraction de ce total pourrait être récupérée. (Mais la plupart de mercure récupéré dans les activités de l'EAPO serait réutilisé par les miniers et ne se retrouverait probablement pas dans les estimations de consommation du mercure de ce secteur). Une très grande fraction des 850 tonnes de mercure consommées par les activités de l'EAPO est presque sûrement rejetée dans l'environnement. Une quantité importante du mercure qui n'est pas incluse dans l'estimation officielle des émissions atmosphériques est rejetée dans l'eau, sur la terre, dans

⁷⁰ Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment cited above

⁷¹ The Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transfers cited above

les déchets, ou n'est tout simplement pas prise en compte. Une bonne quantité sera plus tard remise à partir de l'eau ou du sol vers l'atmosphère, même si elle ne pourrait pas être toute comptée comme des émissions atmosphériques. Ceci signifie que la fraction de la pollution globale par le mercure provenant des activités de l'EAPO est peut être plus considérable que le chiffre de 18 pourcent fréquemment citée.

De même, les émissions atmosphériques de mercure déclarées émanant de plusieurs autres sources qui utilisent le mercure intentionnellement sont relativement faibles comparées à la quantité de mercure que ces sources sont estimées consommer comme cela est indiqué sur le tableau suivant d'après le "Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment" du PNUE.

La comparaison de la consommation estimée du mercure globale et les émissions estimées du mercure atmosphérique globale par catégorie de source.⁷²

Catégorie de Source	Estimation de la Consommation mondiale de mercure en tonnes métrique	Estimation mondiale des émissions atmosphériques du mercure
EAPO	806	350
Fabrication du monomère de chlorure de vinyle	770	00
Fabriques de Chlore et de soude caustique	492	60
Les Piles	370	20
L'amalgame dentaire	362	26
Les instruments de mesure et de contrôle	350	33
L'éclairage	135	13
Les appareils électriques	200	26
D'autres	313	29
Total	3798	557

Lorsque le mercure est utilisé, il est raisonnable d'admettre qu'il va quelque part. Pour être sûr, dans certains cas, une fraction du mercure utilisée est plus tard récupérée ou recyclée ou est éliminée de façon écologiquement saine. Ces quantités peuvent et devraient être chiffrées. Toutefois, en général le mercure qui a été utilisé et par la suite n'a pas été représenté devrait être considéré comme contribuant à la pollution globale totale par le mercure.

65 pourcent du total des 1930 tonnes métriques que le PNUE estime être le total annuel de toutes les émissions atmosphériques anthropiques du mercure, à peu près proviennent de trois sources seulement qui n'utilisent pas le mercure intentionnellement: -45% des combustibles fossiles, -10% de la production des métaux (excluant l'or), -10% de la production de ciment.⁷³ Cependant, le PNUE estime que juste 557 tonnes métriques des émissions de mercure rejetées dans l'atmosphère proviennent des sources qui utilisent le mercure intentionnellement. En revanche, les produits et les procédés qui utilisent le mercure

⁷² Data in table from Technical Background report cited above.

⁷³ "The Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP, cited above.

intentionnellement sont reconnus comme utilisant environ 3800 tonnes métriques de mercure par an. Ceci donne à penser que seulement 15 pourcent du mercure utilisé par ces sources intentionnelles sont rejetées dans l'atmosphère. Quel est l'avenir des 85 pourcent restants ? Une bonne quantité de ceux-ci entre sûrement dans l'environnement et contribue à la pollution planétaire par le mercure.

Par exemple, lorsqu'une batterie, une ampoule fluorescente, ou certains d'autres produits contenant du mercure sont jetés dans une décharge, ou dans une décharge contrôlée, une bonne quantité de sa teneur en mercure est rejetée au fil du temps dans l'atmosphère et vers d'autres milieux environnementaux. Lorsqu'il est brûlé ou incinéré, une bonne quantité de sa teneur en mercure peut être rejetée plus rapidement étant donné qu'il est difficile d'être capturé même avec les filtres modernes. Les fabriques de chlore et de soude caustique et la fabrication du MCV (monomère de chlorure de vinyle) rejettent aussi incontestablement beaucoup plus de mercure dans l'environnement que ce que suggèrent les estimations officielles de l'émission atmosphérique.

Une bonne quantité de mercure utilisé par les sources intentionnelles finit presque inmanquablement dans l'environnement, et une partie importante de ce mercure finit par circuler partout dans l'atmosphère globale. La seule manière de bien comprendre les données publiées sur les émissions anthropiques du mercure est de conclure que les rejets de mercure dans l'environnement provenant des sources intentionnelles sont un plus grand contributeur à la pollution globale totale par le mercure plus que ne pourraient uniquement suggérer les données des émissions du PNUE. En plus, étant donné que la plupart des données du PNUE viennent des sources gouvernementales et traduisent les manières dont la plupart des gouvernements recueillent les informations sur les émissions atmosphériques du mercure et d'autres rejets dans l'environnement, les ONG feraient mieux d'examiner de façon éclairée l'émission du mercure et communiquer les données fournies et utilisées par leurs gouvernements nationaux.

6. Les Différentes Origines du Mercure

Pratiquement tous les produits ou les procédés qui contiennent ou utilisent du mercure ou les composés du mercure dépendent de l'accès à l'approvisionnement en mercure élémentaire.

6.1 L'Extraction Minière

Depuis les temps anciens, les gens ont extrait un minerai rouge ou roux d'origine naturelle appelé le cinabre, qui contient des quantités importantes de sulfure de mercure. La première mine de cinabre à grande échelle déclarée a été mise en production il y a plus de 3000 ans dans les Andes du Pérou. Aussi lointain qu'en 1400 B.C.E. le minerai de cinabre était dégagé des mines près de la ville actuelle de Huancavelica, au Pérou. Le minerai était écrasé pour faire un pigment rouge connu sous le nom de vermillon. L'extraction du cinabre a commencé sur le site longtemps avant l'ascension de la civilisation Inca et a continué jusqu'aux temps modernes. Le Vermillon était utilisé par les incas et d'autres anciennes civilisations dans la région pour recouvrir le corps humain pour les fins rituelles et aussi pour décorer les objets en or tels que les masques funéraires.⁷⁴ Le Vermillon produit à base du cinabre était aussi connu

⁷⁴ John Roach, "Mercury Pollution's Oldest Traces Found in Peru," National Geographic News, May 18, 2009, <http://news.nationalgeographic.com/news/2009/05/090518-oldest-pollution-missions.html>.

dans la Chine ancienne et en Inde. Il était utilisé dans la Rome antique pour colorer les visages des généraux triomphants.⁷⁵

Le mercure élémentaire peut être produit à partir du cinabre en réchauffant le minerai en présence de l'air et puis condensé le mercure élémentaire de la vapeur.* La connaissance de ce procédé date d'au moins 200 B.C.E, et les Grecs anciens, les Romains, les Chinois, et les Hindous eux tous connaissaient comment produire le mercure élémentaire de cette manière.⁷⁶ Il y a aussi une preuve suggestive que les Incas ont appris à produire le mercure élémentaire de cette manière avant leur premier contact avec les Européens.⁷⁷

Les plus grandes réserves mondiales de minerai de cinabre connues sont situées à la mine d'Almaden en Espagne. Les opérations d'extraction minière et de raffinage ont commencé dans cette localité il y a plus de 2000 ans. Le mercure provenant de la mine d'Almaden était utilisé par les anciens Phéniciens et Carthaginois et plus tard par les Romains pour amalgamer et concentrer l'or et le diamant. L'auteur Romain Pliny était le premier à fournir une description détaillée de ce procédé dans son livre intitulé *Natural History*.⁷⁸

Les données concernant les opérations sur la mine d'Almaden et les autres mines depuis les cinq derniers siècles sont disponibles. Depuis l'année 1500 C.E., environ un million de tonnes métriques de mercure élémentaire ont été produites à partir du cinabre et d'autres minerais qui sont exploitées à Almaden et dans d'autres localités. La moitié de cette quantité ----500 000 tonnes ----avaient déjà été produites avant 1925. L'expédition du mercure d'Espagne pour utilisation dans l'extraction minière de l'argent ou de l'or dans les colonies espagnoles en Amérique a continué pendant 250 ans. Une bonne quantité de mercure a été envoyée dans les environs du Mexique actuel.⁷⁹

L'Extraction Minière d'Or et d'Argent au cours des Siècles Antérieurs

La plus grande utilisation du mercure au cours du seizième et dix-huitième siècles était pour la production d'argent et d'or en Amérique Latine, et cette utilisation avait rejeté d'énormes quantités de mercure dans l'environnement global. Une quantité importante de cet argent et cet or était transportée vers l'Espagne et le Portugal, où ils sont devenus des facteurs majeurs de l'expansion économique rapide en Europe de l'ouest.

Le dix-neuvième siècle a connu une grande explosion dans l'extraction minière du mercure en Amérique du Nord pour utilisation par les mineurs de la ruée vers l'or en Californie et ensuite au nord du Canada et en Alaska. Cette production d'or était un facteur important à l'expansion économique en Amérique du Nord. Les explosions d'or du dix-neuvième siècle se sont également produites en Australie et dans d'autres pays. De quantités importantes de

* The chemical equation for the reaction that takes place is $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$.

⁷⁵ Wikipedia entry on vermilion, <http://en.wikipedia.org/wiki/Vermilion>.

⁷⁶ "Mercury: Element of the Ancients," Dartmouth Toxic Metals Research Program, <http://www.dartmouth.edu/~toxmetal/metals/stories/mercury.html>.

⁷⁷ "Mercury Pollution's Oldest Traces Found in Peru," cited above.

⁷⁸ Luis D. deLarcerra, "Mercury from gold and silver mining: a chemical time bomb?" Springer 1998

⁷⁹ Hylander, L.D. Meili, M., (2003). 500 years of mercury production: global annual inventory by region until 2000 and associated emissions. The Science of The Total Environment 304(1-3): 13-27, http://www.zeromercury.org/library/Reports%20General/0202%20Hg500y_STE03Larsgleobalemissions.pdf.

mercure provenant de l'extraction minière de l'or et de l'argent des siècles antérieurs demeurent dans l'environnement et continuent d'être une source de souffrance.^{80, 81}

Les opérations qui exploitent les minerais de mercure les raffinent en mercure élémentaire rejettent une grande quantité de vapeurs de mercure dans l'atmosphère et ainsi constituent aussi une source directe et importante de la pollution par le mercure. Une étude a conclu que les concentrations atmosphériques du mercure autour d'une mine de mercure abandonnée en Chine sont à plusieurs niveaux de magnitude plus élevées que les sites régionaux historiques.⁸² Une étude portant sur l'exposition humaine au mercure a montré une exposition importante suite à la consommation du riz cultivé dans un district à proximité des mines de mercure et des fonderies. De même lorsqu'il est comparé aux districts qui se trouvent à proximité des fonderies de zinc et les grandes industries de production de charbon.⁸³ En Californie, les chercheurs ont mesurés des quantités importantes de mercure qui s'infiltraient dans une crique qui traversait un site minier de mercure longtemps abandonné. Ceci et les résultats préliminaires obtenus sur d'autres sites miniers indiquent que les mines de mercure inopérantes sont des sources majeures de pollution des masses d'eau par le mercure, et eux aussi, en retour, demeurent également des sources continues des émissions atmosphériques de mercure.⁸⁴

Depuis quelques années, la plupart des mines primaires de mercure dans le monde ont fermé du fait de la baisse en demande du mercure élémentaire. Il y a eu aussi des pressions environnementales pour que les mines soient fermées. La dernière mine de mercure aux Etats-Unis a été fermée en 1990, une grande mine de mercure à proximité d'Idrija en Slovanie a été fermée en 1995, et la mine d'Almaden en Espagne a arrêté l'extraction minière et la transformation des minerais de mercure primaire en 2003. Présentement, il n'existe pas de mines de mercure primaire d'extraction en Amérique du nord où en Europe de l'ouest, et aucune n'est supposée redémarrer ses activités. Un bon nombre d'autres mines de mercure dans le monde ont aussi été fermées, y compris une mine importante en Algérie dont les extractions semblent avoir cessées en fin 2004.^{85, 86}

Selon l'USGS, un bon nombre d'extraction minière du mercure primaire est en cours actuellement dans deux pays seulement : en Chine et au Kirghizistan. En 2009, les mines chinoises et kirghiz ont produit respectivement 800 et 250 tonnes métriques de mercure.⁸⁷ Selon le Gouvernement Chinois, les exportations de mercure provenant de la Chine sont très

⁸⁰ Charles N. Alpers et al., "Mercury Contamination from Historical Gold Mining in California," U.S. Geological Survey fact sheet, 2005, <http://pubs.usgs.gov/fs/2005/3014/>.

⁸¹ B.M. Bycroft et al., "Mercury Contamination of the Lerderberg River, Victoria, Australia, from an Abandoned Gold Field," *Environmental Pollution, Series A, Ecological and Biological*, Volume 28, Issue 2, June 1982.

⁸² "Mercury Pollution in a Mining Area of Guizhou, China," *Toxicological & Environmental Chemistry*, 1998, <http://www.informaworld.com/smpp/content~db=all~content=a902600843>.

⁸³ Hua Zhang et al., "In Inland China, Rice Rather Than Fish Is the Major Pathway for Methylmercury Exposure," *Environmental Health Perspectives*, April, 2010, <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/fechArticle.action?sessionId=F7154FD5C22DD646D5200FC587451A05?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.1001915>.

⁸⁴ Tim Stevens, "Inoperative Mercury Mines Fingered as a Major Source of Mercury Contamination in California Waters," *U.C. Santa Cruz Currents*, 2000, <http://www.ucsc.edu/currents/00-01/11-06/pollution.html>.

⁸⁵ "500 Years of Mercury Production," cited above.

⁸⁶ "Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury," UNEP, 2006, <http://www.chem.unep.ch/mercury/HgSupplyTradeDemandJM.pdf>.

⁸⁷ Mercury Statistics and Information, U.S. Geological Survey, 2010, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/mercury/mcs-2010-mercu.pdf>.

faibles et sa production de mercure est utilisée à l'intérieur de la Chine.⁸⁸ D'autre part, le complexe d'extraction minière de mercure de Khaidarkan au Kirghizstan produit essentiellement pour les exportations.⁸⁹ L'USGS estime que la production minière totale du mercure en 2009 s'élève à 130 tonnes métriques pour tous les autres pays.⁹⁰

6.2. Le Raffinage des Métaux Non Ferreux

Le mercure élémentaire est aussi quelquefois produit comme un produit dérivé lorsque les différents minerais de métaux sont raffinés. Le mercure est retrouvé en traces dans la plupart des minerais de métaux non ferreux tels que le zinc, le cuivre, le plomb, l'or, l'argent, et d'autres. Jusqu'à récemment, la teneur en mercure de ces minerais serait rejetée dans l'environnement comme faisant partie du flux de déchets généré pendant leur extraction minière et leur raffinage. Cependant, depuis quelques années certaines entreprises de raffinage ont commencé à récupérer le mercure de leurs déchets et produisent le mercure élémentaire à vendre sur les marchés locaux et internationaux.⁹¹

Plusieurs producteurs qui ont décidé de faire cela y ont été contraints afin de se conformer aux normes juridiques et aux règlements nationaux, étatiques, ou provinciaux. Dans d'autres cas, les producteurs pourraient être contraints de se conformer aux normes juridiques et aux règlements sur l'élimination des déchets contenant du mercure et pourraient avoir déterminées qu'il est moins coûteux de récupérer le mercure élémentaire de leurs déchets et de le vendre que d'éliminer leurs déchets contenant du mercure en conformité avec les méthodes d'élimination approuvées.

Par exemple, environ 35 dispositifs antipollutions qui ôtent le mercure des gaz de combustion de la fonderie de zinc sont maintenant en fonctionnement partout dans le monde.⁹² Une poignée d'opérations d'extraction minière à grande échelle de l'or en Amérique du sud et en Amérique du nord récupèrent le mercure élémentaire de leurs déchets et vendent ce mercure. Selon une estimation très circonspecte, environ 300 à 400 tonnes métriques de mercure étaient récupérées globalement en 2005 par les entreprises de raffinage de zinc, d'or, du cuivre, du plomb, et d'argent.⁹³ Cette estimation n'inclut pas un important contrat passé entre la Fédération de Russie et l'extraction minière de mercure de Khaidarkan et l'installation de raffinage en Kirghizstan. Par le présent contrat, les stocks existants de déchets contaminés par le mercure provenant d'une grande fonderie de zinc et d'autres sources russes doivent être transportés au Kirghizstan pour être raffinés. Il a été estimée qu'environ 2000 tonnes métriques du mercure élémentaire doivent être extraites de ces déchets et ensuite doivent être vendues.⁹⁴

6.3. Le Gaz Naturel

Le gaz naturel contient aussi des traces de mercure qui sont rejetées dans l'atmosphère lorsque le gaz est brûlé. Dans certaines régions--- y compris les pays limitrophes de la Mer du Nord, l'Algérie, la Croatie, et d'autres--- les concentrations de mercure dans le gaz sont particulièrement élevées et dans ces régions les processeurs ôtent souvent le mercure de leur

⁸⁸ "Mercury Situation in China," Chinese government submission to the UNEP Mercury Open-Ended Working Group, http://www.chem.unep.ch/Mercury/OEWG1/China_response.pdf.

⁸⁹ "Summary of Supply, Trade and Demand," UNEP, cited above.

⁹⁰ Mercury Statistics and Information, U.S. Geological Survey, cited above.

⁹¹ "Summary of Supply, Trade and Demand," UNEP, cited above.

⁹² Ibid.

⁹³ Ibid.

⁹⁴ Ibid.

gaz. Il est estimé que 20-30 tonnes métriques de mercure sont récupérées annuellement des déchets de gaz naturel dans l'Union Européenne.⁹⁵ Les données ne semblent pas être disponibles sur le mercure récupéré des gaz naturels dans d'autres régions.

Les producteurs du gaz naturel liquéfié (GNL) ôtent le mercure du gaz naturel avant de le faire refroidir. Sinon, le mercure présent dans le gaz endommagera les échangeurs thermiques en aluminium utilisés dans les usines de liquéfaction de gaz naturel. Ceci nécessite généralement que la teneur en mercure du gaz naturel soit réduite en-dessous de 0.01microgramme de mercure par mètre cube normal de gaz naturel. S'appuyant sur une revue des matériaux commercialisés provenant des fabricants d'équipements pour ôter le mercure du gaz naturel, il semble que la principale raison pour laquelle cet équipement est acheté est la protection de l'équipement en aval des usines de liquéfaction et de production de produits chimiques. A l'extérieur de l'Europe de l'ouest, il semble que ces technologies ne sont pas très utilisées pour ôter le mercure du gaz naturel vendu pour utilisation dans le chauffage domestique et pour la cuisson ou les fours et les chaudières commerciaux et industriels.⁹⁶ On dispose de peu d'information sur les effets de ce mercure sur les utilisateurs du gaz naturel ordinaire ou son apport à la pollution atmosphérique globale totale par le mercure.

Un fournisseur de l'équipement qui sert à ôter le mercure du gaz naturel pour protéger l'équipement de liquéfaction suggère qu'au cours de son expérience analytique récente, les taux de mercure se trouvant dans le gaz naturel sont situés à une quantité inférieure à la quantité détectable de 120 microgrammes de mercure par mètre cube normal. Le fournisseur a donné l'exemple d'un cas-type survenu dans une installation située dans une région non-nommée, mais une qui est certainement située à l'extérieur de l'Union Européenne. Dans cette installation, la teneur en mercure du gaz entrant se situait entre 25 microgrammes à 50 microgrammes de mercure par mètre cube normal de gaz naturel tandis que la teneur en mercure du gaz sortant était réduite en-dessous du seuil de détection. Le mercure est ôté du gaz naturel avec des adsorbants réels. Les adsorbants sont ensuite reconstitués, et le mercure élémentaire est ôté de ce que l'entreprise spécialisée dans la technologie prétend être une forme qui peut être vendue sur le marché.⁹⁷ Cependant, à l'extérieur de l'Europe de l'Ouest, le mercure élémentaire vendable qui est récupéré par ces technologies ne semble pas être pris en compte sur les données de l'approvisionnement en mercure disponibles mondialement.

6.4 Le Recyclage

Une bonne quantité du mercure élémentaire qui est récupérée par le recyclage provient des procédés industriels qui utilisent le mercure ou les composés du mercure. Dans certains cas, le mercure qui est récupéré est réutilisé par l'industrie. Dans d'autres cas, il est écoulé sur le marché, et ou bien les accords ont été passés pour enlever le mercure récupéré du marché pour le placer dans un entrepôt permanent.

La plus grande source du mercure recyclé ou récupéré est l'industrie du chlore et de l'acide caustique. Cette industrie produit le chlore et l'alcalin (l'hydroxyde de sodium) par un procédé qui met l'électrolyse dans de l'eau salée. Certaines fabriques de chlore et de soude caustique utilisent un procédé à cathode de mercure dans lequel le mercure est utilisé comme

⁹⁵ Ibid.

⁹⁶ Giacomo Corvini et al., "Mercury Removal from Natural Gas and Liquid Streams," UOP LLC, <http://www.uop.com/objects/87MercuryRemoval.pdf>.

⁹⁷ Ibid.

la cathode de l'électrolyse.⁹⁸ Les fabriques de chlore et de soude caustique à cathode de mercure utilisent une quantité importante de mercure et sont très polluantes. Heureusement, la tendance ces dernières années a été d'arrêter progressivement le fonctionnement de la plupart de ces fabriques à cathode de mercure en faveur d'autres procédés qui n'utilisent pas de mercure.

Une seule fabrique à cathode de mercure pourrait contenir de centaines de tonnes de mercure élémentaire pour utilisation dans la production et pourrait avoir même plus de mercure dans son entrepôt pour réapprovisionner le mercure perdu. Lorsqu'une pile à l'oxyde de mercure est déclassée, une bonne quantité de ce mercure peut être récupérée. Sous un accord volontaire, les usines de chlore et de soude caustique à cathode de mercure en Europe de l'ouest sont entrain d'être supprimées progressivement avec une date d'achèvement convenue en 2020. Une étude menée en 2004 qui avait examinée les fermetures des usines de chlore et de soude caustique à cathode de mercure en Europe avait conclu qu'entre 1980 et 2000, presque 6000 tonnes de mercure avaient été récupérées des piles à l'oxyde de mercure déclassées. Une étude avait estimé qu'en 2004, approximativement 25 000 tonnes des inventaires de mercure avaient été attribuées aux usines de chlore et de soude caustique qui sont en activités, la moitié de ces usines étant presque en Europe de l'ouest.⁹⁹ En avril 2010, une association des industries européennes a déclaré qu'il existait 39 usines de chlore et de soude caustique à cathode de mercure fonctionnant encore dans 14 pays européens qui, pris ensemble, contiennent 8200 tonnes métriques de mercure élémentaire.¹⁰⁰

Les usines de chlore et de soude caustique à cathode de mercure en fonctionnement récupèrent aussi parfois le mercure de leurs flux de déchets. Il est estimé qu'en 2005, au niveau mondial, entre 90 et 140 tonnes métriques de mercure avaient été récupérées des usines de chlore et de soude caustique à cathode de mercure en fonctionnement.¹⁰¹

L'autre type de fabrication qui utilise et recycle de grandes quantités de mercure est la production du monomère de chlorure de vinyle pour produire le polychlorure de vinyle, au cours duquel le chlorure mercurique est utilisé comme un catalyseur. Ce procédé n'est pas utilisé dans plusieurs pays. Cependant, on est convaincu que quatre de telles installations fonctionnent dans la Fédération de Russie, et plus de 60 fonctionnent en Chine. Il n'est pas connu si les installations similaires fonctionnent dans les autres pays.¹⁰²

Dans les usines chinoises, les catalyseurs utilisés en une année sont estimés pouvoir contenir 610 tonnes métriques de mercure. En 2004, l'industrie avait estimé qu'elle avait recyclé presque la moitié du mercure contenu originellement dans ses catalyseurs (290 tonnes) mais elle n'a donné aucune information sur le devenir de l'autre moitié.¹⁰³

Le mercure élémentaire peut être récupéré en gérant correctement les produits contenant du mercure dès la fin de leur cycle de vie tels que les thermomètres contenant du mercure,

⁹⁸ A description of this process can be found at http://en.wikipedia.org/wiki/Castner-Kellner_process.

⁹⁹ "Mercury Flows in Europe and the World: The Impact of Decommissioned Chlor-Alkali Plants," European Commission

Directorate General for Environment, 2004, <http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/report.pdf>.

¹⁰⁰ "Storage of Mercury: Euro Chlor View," Euro Chlor, April, 2010,

<http://www.eurochlor.org/news/detail/index.asp?id=325&npage=1&archive=1>.

¹⁰¹ "Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury," UNEP, 2006, p. 32,

<http://www.chem.unep.ch/mercury/HgSupplyTradeDemandJM.pdf>.

¹⁰² Ibid.

¹⁰³ Ibid.

l'amalgame pour usage dentaire, les interrupteurs, les lampes fluorescentes, et d'autres objets similaires. Le mercure élémentaire peut aussi être récupéré des déchets contaminés par le mercure générés dans les usines qui fabriquent les produits contenant du mercure, dans les usines qui utilisent le mercure dans leurs procédés de fabrication, ou celles qui brûlent ou transforment les combustibles ou les minerais contaminés par le mercure.

6.5 La Nécessité de Réduire l'Approvisionnement en Mercure

Entre 1991 et 2003, le prix du mercure s'est stabilisé à son plus bas niveau réel en un siècle, variant entre USD \$4 et \$5 par kilogramme.¹⁰⁴ Plus récemment, le prix du mercure a dramatiquement augmenté. Au moment de cette rédaction, le prix au comptant pour une potiche sur le marché à Londres variait entre USD \$1250 et \$1450.¹⁰⁵ Ceci suppose un prix par kilo de mercure variant entre USD \$36 et \$42, qui sont une hausse importante par rapport aux bas prix récents. Les raisons de cette hausse du prix du mercure ne sont pas claires. La hausse du prix pourrait traduire une baisse dans l'approvisionnement en mercure causée par les fermetures des mines de mercure et les actions entreprises par certains gouvernements pour limiter les exportations de mercure. Il pourrait traduire une hausse de la demande en mercure par les exploitants miniers artisanal et à petite échelle de l'or au fur et à mesure que le prix de l'or augmente vers les nouvelles cimes. Il pourrait aussi traduire une rétention de stock par les marchands de mercure qui anticipent qu'un traité mondial pour le contrôle du mercure serait bientôt adopté et ce qui limiterait les approvisionnements en mercure dans l'avenir. Très probablement, tous les trois facteurs mentionnés ci-dessus sont mis en jeu.

La hausse des prix du mercure découragera certaines utilisations de mercure et rendra plus facile la mise en place des substituts et des alternatives qui éliminent ou réduisent au maximum l'utilisation du mercure. Ainsi, les objectifs d'un traité mondial pour le contrôle du mercure seront bien atteints si le prix du mercure est suffisamment élevé pour décourager la demande en mercure. Cependant, certaines caractéristiques des régimes pour le contrôle du mercure pourraient avoir pour conséquence la création de nouvelles sources ou l'expansion des sources de mercure. Comme les gouvernements imposent les contrôles plus stricts sur les émissions de mercure et sur l'élimination des produits et des déchets contaminés par le mercure, ceci sert de motivation pour les raffineurs de métaux, les recycleurs, et les autres de récupérer le mercure élémentaire des flux de déchets et des combustibles fossiles et d'apporter ce mercure fraîchement récupéré sur le marché. En même temps, un traité mondial pour le contrôle du mercure pourrait aussi contribuer à réduire la demande en mercure par l'élimination, la suppression progressive, ou par la réduction de nombreuses utilisations actuelles du mercure. Finalement, bien qu'il puisse actuellement exister certaines rétentions des stocks de mercure par les marchands par anticipation aux manques d'approvisionnements qui pourraient subvenir dans l'avenir, ceci n'est probablement plus qu'un phénomène à court terme. Pour ces raisons, les prix du mercure pourraient encore chuter en l'absence des interventions spécifiques permettant d'assurer que l'approvisionnement mondial en mercure est et reste restreint par rapport à la demande mondiale.

Pour aider à aborder cela, l'Union Européenne a adopté un règlement qui entrera en vigueur en mars 2011. Ce règlement interdit les exportations de mercure métallique, des minerais de cinabre, le chlorure mercurique, l'oxyde de mercure, et les mélanges de mercure métallique avec d'autres substances provenant de l'Union Européenne. Le règlement interdit aussi la production primaire du mercure élémentaire provenant des minerais de cinabre dans tous les

¹⁰⁴ "Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury," UNEP, cited above.

¹⁰⁵ Minor Metal Prices, MinorMetals.com, September 21, 2010, <http://www.minormetals.com>.

pays de l'U.E. Il classe en plus comme déchets tout le mercure métallique récupéré des usines de chlore et de soude caustique à cathode de mercure de même que le mercure obtenu de l'extraction minière des métaux non ferreux et des activités de fonderie et le nettoyage du gaz naturel. La classification de ce mercure comme déchets signifie que le mercure issu de ces sources dans les pays de l'U.E. ne peut pas être vendu ou utilisé mais doit être éliminé d'une manière écologiquement saine pour la santé humaine et l'environnement.¹⁰⁶

Les Etats-Unis ont promulgué une loi concernant l'exportation de mercure. Cette loi entrera en vigueur en 2013. Elle interdira, sauf quelques exceptions, les exportations de mercure élémentaire provenant des U.S., et elle exigera la mise sur pied d'une structure désignée pour la gestion et le stockage à long-terme du mercure généré à l'intérieur des Etats-Unis.¹⁰⁷

Ces actions initiées par l'U.E. et les U.S. vont dans une direction très positive. Un nouveau traité mondial pour le contrôle du mercure devrait s'inspirer de ces mesures et imposer des restrictions mondiales progressives sur l'approvisionnement en mercure par rapport à la demande. Le traité devrait interdire toutes les extractions minières du mercure primaire et la production du mercure élémentaire à partir des minerais de cinabre. Il devrait interdire ou limiter les ventes dans le commerce le mercure récupéré des fabriques de chlore et de soude caustique, de l'extraction minière et le raffinage des métaux, des catalyseurs industriels, le nettoyage du gaz naturel, et d'autres sources. En plus, le traité devrait inclure les mesures qui assureront le soutien financier et technique pour la construction des entrepôts permanents nationaux ou régionaux sécurisés, ou des installations d'élimination de manière écologiquement saine dans toutes les régions à la fois pour le mercure élémentaire et aussi pour les déchets contenant du mercure.

7. Les Sources Intentionelles: les Produits contenant du Mercure

Un nombre de produits courants contiennent du mercure ou des composés du mercure. Au cours de la fabrication de ces produits le mercure est souvent rejeté dans l'atmosphère (tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du lieu de travail) et est aussi souvent rejeté comme un contaminant dans les flux de déchets solides et liquides. Pendant leur utilisation normale, les produits contenant du mercure se cassent souvent, sinon rejettent leur contenu de mercure dans l'environnement. Et plus tard, à la fin de leur durée de vie utile, seule une fraction de tous les produits contenant du mercure va aux recycleurs qui récupèrent leur contenu en mercure. Fréquemment, ces produits en fin de vie vont dans des incinérateurs, des décharges contrôlés, ou les terrils. Selon les mesures antipollutions atmosphériques qui sont utilisées, les incinérateurs peuvent rapidement rejeter la teneur en mercure des produits en fin de vie dans l'atmosphère. Les décharges contrôlées et les terrils rejettent aussi une bonne quantité de la teneur en mercure de ces produits dans l'atmosphère, mais ont tendance à le faire un peu plus lentement. D'une manière ou d'une autre, une bonne quantité de la teneur en mercure des produits se retrouve éventuellement dans l'environnement.

7.1 Les Matériels Médicaux

Les matériels médicaux contenant du mercure ont été longtemps utilisés dans les hôpitaux et les milieux de soins. Ceux-ci incluent les thermomètres de contrôle de la fièvre, les

¹⁰⁶ Regulation (EC) No. 1102/2008 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2008 on the banning of exports of metallic mercury and certain mercury compounds and mixtures and the safe storage of metallic mercury; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:304:0075:01:EN:HTML>.

¹⁰⁷ "Mercury Export Ban Act of 2008," Global Legal Information Network, <http://www.glin.gov/view.action?glinID=71491>.

instruments de mesure de la pression artérielle (les sphygmomanomètres), et les dilateurs de l'œsophage.

Lorsque de tels matériels se cassent, le mercure qu'ils contiennent peut se vaporiser et exposer les travailleurs de la santé et les patients. Le mercure provenant des cassures peut contaminer la zone immédiate de chute aussi bien que les décharges d'eaux usées de la structure. Les cassures de tels matériels sont régulières. Les hôpitaux utilisant les thermomètres à mercure signalent fréquemment qu'ils remplacent de multiples thermomètres par année pour chaque lit d'hôpital. Une enquête a révélé que dans un hôpital de 250 lits, 4700 thermomètres de contrôle de la fièvre à mercure étaient cassés en une seule année.¹⁰⁸

Chaque thermomètre de contrôle de fièvre contient entre 0.5 g et 3 g de mercure¹⁰⁹ alors qu'un instrument de mesure de la pression artérielle contient entre 100 g et 200 g de mercure.¹¹⁰ Un dilateur de l'œsophage est un long tube flexible qui est introduit à travers la gorge d'un patient vers son œsophage pour certains contrôles médicaux. Bien qu'ils ne soient pas aussi vulgaires que les thermomètres de contrôle de la fièvre et les instruments de mesure de la pression artérielle, chaque dilateur peut contenir jusqu'à un kilogramme de mercure.¹¹¹

Les bonnes alternatives abordables aux thermomètres de contrôle de la fièvre, les instruments de mesure de la pression artérielle, et les dilateurs de l'œsophage contenant du mercure sont actuellement largement disponibles dans tous les pays. A cet égard, des efforts sont entrepris pour supprimer progressivement les instruments de soins de santé contenant du mercure.¹¹² Ainsi le Réseau International d'ONGs « Health Care Without Harm » (HCWH) joue un rôle prépondérant dans la plupart de ces efforts.¹¹³ Le « HCWH » est en tête d'une initiative mondiale pour réaliser l'élimination des thermomètres de contrôle de fièvre et des sphygmomanomètres à mercure afin de les remplacer par les alternatives fiables, abordables d'ici avant 2020. Cette initiative a un site web commun OMS/ HCWH et est connu comme une composante du Programme Mondial de Partenariat pour le Mercure du PNUE.

En 2007, le Parlement Européen a approuvé une loi qui interdira la vente de nouveaux thermomètres de contrôle de la fièvre à l'intérieur de l'U.E. et qui limitera les ventes d'autres instruments de mesure contenant du mercure.¹¹⁴ Plusieurs pays européens y compris la Suède, la Hollande, et le Danemark ont déjà interdit l'utilisation des thermomètres de contrôle de la fièvre contenant du mercure, les instruments de mesure de la pression artérielle, et une variété d'autres matériels. Aux Etats-Unis, treize Etats Fédéraux ont imposé par la loi les interdictions des thermomètres contenant du mercure. Ainsi, des milliers d'hôpitaux, de pharmacies, et des acheteurs des matériels médicaux les ont volontairement remplacés par les thermomètres numériques et les instruments de mesure de pression artérielle anéroïdes et

¹⁰⁸ "Market Analysis of Some Mercury-Containing Products and Their Mercury-Free Alternatives in Selected Regions," Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, 2010, <http://www.ipen.org/ipenweb/documents/ipen%20documents/grs253.pdf>.

¹⁰⁹ "Thermometers and Thermostats," Environment Canada, <http://www.ec.gc.ca/mercure-mercury/default.asp?lang=En&n=AFE7D1A3-1#Fever>.

¹¹⁰ Sphygmomanometers, Local Governments for Health and the Environment, <http://www.lhwmp.org/home/mercury/medical/sphygmom.aspx>.

¹¹¹ "Mercury Legacy Products: Hospital Equipment," Northeast Waste Management Officials' Association, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/projects/legacy/healthcare.cfm#es>.

¹¹² See "The Global Movement for Mercury-Free Health Care," Healthcare Without Harm, 2007, http://noharm.org/lib/downloads/mercury/Global_Mvmt_Mercury-Free.pdf.

¹¹³ The Health Care Without Harm website is <http://www.noharm.org/>.

¹¹⁴ "EU Ban on Mercury Measuring Instruments," U.K. Office of the European Parliament, 2007, <http://www.europarl.org.uk/section/2007-archive/eu-ban-mercury-measuring-instruments>.

numériques.¹¹⁵ Aux Philippines, le Département de la Santé avait rendu publique un Arrêté en 2008 interpellant à une suppression progressive des thermomètres contenant du mercure dans toutes les structures de santé existantes dans tout le pays.¹¹⁶ En Argentine, le Ministre de la Santé avait signé une résolution en 2009 instruisant tous les hôpitaux et les centres de santé existants dans le pays d'acheter les thermomètres et les instruments de mesure de la pression artérielle sans mercure.¹¹⁷

Cependant, dans la plupart des pays en voie de développement et les pays à économies en transition, l'abandon des matériels médicaux contenant du mercure a été généralement plus lent. Dans certains lieux, il y a une prise de conscience limitée de la nécessité d'opérer ce changement. Cependant, même comme la prise de conscience de la nécessité de supprimer progressivement les matériels contenant du mercure dans les centres de santé s'accroît, il reste trois barrières importantes à franchir :

- La méfiance de certains professionnels de la santé vis-à-vis des alternatives disponibles ne contenant pas de mercure
- L'approvisionnement insuffisant du marché en matériels exacts et peu coûteux ne contenant pas de mercure
- Un manque de programmes établissant les normes nationales, régionales, ou internationales et la certification des matériels pour assurer que les matériels qui sont disponibles sur le marché national atteignent les critères de fiabilité et de performance

Comme une stratégie à long terme, l'Organisation Mondiale de la Santé soutient une action visant les interdictions de l'utilisation des matériels médicaux contenant du mercure et en les remplaçant dans tous les pays par les bonnes alternatives ne contenant pas de mercure. A court terme, L'OMS encourage les pays qui ont accès aux alternatives peu coûteux de développer et de mettre en application des plans pour réduire l'utilisation des matériels contenant du mercure et de les remplacer par les alternatives. Dans l'intérim, l'OMS encourage aussi les hôpitaux à développer les techniques de décontamination, de manipulation des déchets, et de stockage.¹¹⁸ Un traité mondial pour le contrôle du mercure peut aider à précipiter et à achever l'élimination totale des matériels médicaux contenant du mercure au niveau mondial.

7. 2 Les Interrupteurs

Plusieurs variétés d'interrupteurs électriques contiennent du mercure. Ceux –ci incluent les interrupteurs à bascule, les interrupteurs à flotteur, les thermostats, les relais qui contrôlent les circuits électroniques, et d'autres.¹¹⁹ En 2004, par exemple, les nouveaux interrupteurs ,les thermostats ,et les relais vendus aux Etats-Unis contenaient environ 46.5 tonnes métriques de

¹¹⁵ "The Global Movement for Mercury-Free Health Care," Healthcare Without Harm, cited above.

¹¹⁶ Environmental Health News, June 21, 2010, <http://www.noharm.org/seasia/news/>.

¹¹⁷ "Argentina Ministry of Health Issues Resolution Ending Purchase of Mercury Thermometers and Sphygmomanometers in the Country's Hospitals," February 24, 2009, http://www.noharm.org/global/news_hcwh/2009/feb/hcwh2009-02-24b.php.

¹¹⁸ "Mercury in Health Care," WHO Division of Water Sanitation and Health, http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/mercury/en

¹¹⁹ "What Devices Contain Mercury?" U.S. EPA Software for Environmental Awareness, Purdue University, <http://www.purdue.edu/envirosoft/mercbuild/src/devicepage.htm>.

mercure élémentaire.¹²⁰ De bonnes alternatives sont disponibles pratiquement pour tous ceux-ci.

Deux directives de l'Union Européenne qui sont entrées en vigueur en 2005 et 2006 interdisaient la vente des interrupteurs et des thermostats contenant du mercure dans les pays européens: WEEE (*Waste Electrical and Electronic Equipment*) et RoHS (*Restrictions in the use of hazardous substances*).¹²¹ Plusieurs Etats Fédéraux aux Etats-Unis ont aussi décrété des interdictions sur les interrupteurs et les thermostats contenant du mercure. Réagissant à ces mesures, plusieurs producteurs ont remplacé ces interrupteurs par des alternatives ne contenant pas du mercure. Par conséquent, le nombre d'interrupteurs contenant du mercure vendu en Amérique du Nord et en Europe Occidentale a été rapidement en baisse. Peu d'informations sont disponibles dans les tendances de l'utilisation des interrupteurs contenant du mercure dans les pays en voie de développement et les pays à économies en transition.

Les Interrupteurs à Bascule : Ce sont les interrupteurs qui contiennent de petits tubes avec les contacts électriques à une extrémité. Lorsque l'extrémité du tube qui contient les contacts électriques est inclinée vers le bas, le mercure coule jusqu'à cette extrémité et bouche le circuit. Lorsque cette extrémité du tube est inclinée vers le haut, le circuit est entrecoupé.¹²²

Les interrupteurs à bascule ont été couramment utilisés dans les automobiles pour contrôler les lampes dans les coffres et dans d'autres positions. Chaque interrupteur contient, en moyenne, 1.2 g de mercure élémentaire. En 2001, les automobiles en circulation aux Etats-Unis contenaient 250 millions d'interrupteurs à bascule contenant du mercure.¹²³ Depuis quelques années, presque tous les constructeurs d'automobiles ont cessé de placer les interrupteurs à bascule dans les nouveaux véhicules. La Suède a interdit les interrupteurs à bascule dans les automobiles au début des années 1990. Les constructeurs d'automobiles européens ont réagi en interrompant pratiquement toute utilisation des interrupteurs contenant du mercure en 1993. Les constructeurs d'automobiles américains ont suivi en 2002.¹²⁴ Et il paraît que pratiquement tous les constructeurs d'automobiles du monde ont maintenant arrêté leur utilisation. Plusieurs vieux véhicules, pourtant, contiennent encore des interrupteurs contenant du mercure qui, en moins d'être récupérés et éliminés d'une manière écologiquement saine, rejeteront leur contenu en mercure dans l'environnement lorsque les véhicules seront démantelés.

Les interrupteurs à bascule ont été aussi utilisés dans beaucoup d'autres produits, quoique leur utilisation soit devenue moins fréquente au cours de ces dernières années. Ces produits incluent les machines à laver, les sècheuses à linge, les congélateurs, les fers à repasser, les radiateurs indépendants, les téléviseurs, les interrupteurs de contrôle de la vitesse des ventilateurs du fourneau, les systèmes de sécurité et les systèmes d'alarme incendie et les bibelots représentant des chaussures des enfants avec des feux clignotants, et beaucoup

¹²⁰ "Mercury Use in Switches and Relays," Northeast Waste Management Officials' Association (NEWMOA), 2008, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/switches.cfm>. (Note: Weights reported in pounds in the original were converted to metric tons.)

¹²¹ "Understanding RoHS," the ABB Group, 2006, [http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot209.nsf/VerityDisplay/32F49F4B89A16FF4852573A300799DB4/\\$File/1SXU000048G0201.pdf](http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot209.nsf/VerityDisplay/32F49F4B89A16FF4852573A300799DB4/$File/1SXU000048G0201.pdf).

¹²² Ibid.

¹²³ "Reducing and Recycling Mercury Switch, Thermostats and Vehicle Components," Illinois Environmental Protection Agency, 2005, <http://www.epa.state.il.us/mercury/iepa-mercury-report.pdf>.

¹²⁴ Ibid.

d'autres.¹²⁵ Les interrupteurs à bascule sont aussi utilisés dans les applications industrielles ou un seul interrupteur pourrait contenir autant que 3.6 mg de mercure élémentaire.¹²⁶ Les interrupteurs très sensibles contenant du mercure sont parfois utilisés dans les gyroscopes et les horizons artificiels, surtout dans les applications aérospatiales et militaires.¹²⁷

Les Interrupteurs à Flotteur : Ils sont couramment utilisés pour faire fonctionner les pompes et contrôler le niveau d'un liquide. Un interrupteur à flotteur est un flotteur rond ou cylindrique ayant un interrupteur qui lui est attaché. L'interrupteur fait fonctionner une pompe allume et éteint la pompe lorsque le flotteur monte au dessus ou baisse en dessous d'une certaine hauteur.¹²⁸ Un seul interrupteur à flotteur peut contenir une quantité de mercure aussi faible que 100 mg ou aussi élevée que 67 g. Les petits interrupteurs à flotteur sont utilisés dans les pompes de puisard qui empêchent l'inondation des sous-sols. Ceux qui sont grands sont utilisés dans les systèmes d'égouts municipaux, pour assurer les contrôles des pompes d'arrosage, et dans plusieurs applications industrielles. Les alternatives pour les interrupteurs à flotteur contenant du mercure sont déjà disponibles et à des prix identiques.¹²⁹

Les thermostats : Ils sont utilisés dans les maisons et ailleurs pour contrôler les dispositifs de chauffage et de refroidissement. Jusqu'à récemment, la plupart des thermostats contenaient du mercure. Les thermostats contenant du mercure ont des spirales bimétalliques qui se contractent et se dilatent en fonction de la température de la pièce. Lorsque la spire se contracte ou se dilate, elle actionne un interrupteur contenant du mercure qui ouvre ou ferme le circuit pour permettre au générateur de chaleur, à la thermopompe, ou à l'appareil de climatisation de s'allumer ou de s'éteindre. La quantité moyenne totale de mercure contenue dans un thermostat résidentiel analogue est d'environ 4 g. Les thermostats industriels pourraient contenir beaucoup plus de mercure.¹³⁰

Au cours de récentes années, plusieurs fabricants ont remplacé le thermostat contenant du mercure par les thermostats électromécaniques ou numériques ne contenant pas de mercure. Aux États-Unis, par exemple, la teneur en mercure dans les nouveaux thermostats vendus en 2004(13.1 tonnes métriques), n'était pas très différente de celle contenue dans les nouveaux thermostats vendus en 2001(13.25 tonnes métriques). Pourtant, à partir de 2007 il y a eu presque 75 pourcent de réduction de la teneur en mercure dans les nouveaux thermostats vendus (moins de 3.5 tonnes métriques).¹³¹ Les thermostats contenant du mercure ont été remplacé en grande partie par les thermostats électroniques qui sont programmables et qui sont en eux-mêmes très rapidement rentables par les économies d'énergie qu'ils apportent au consommateur. Les précautions doivent être prises pour s'assurer que lorsque les thermostats électroniques sont installés à la place des thermostats contenant du mercure, ces derniers doivent être gérés de manière écologiquement saine.

Les Relais à Mercure : Ce sont les dispositifs qui ouvrent ou ferment les contacts électriques pour contrôler le fonctionnement d'autres dispositifs. Les relais sont souvent utilisés pour mettre en marche ou pour arrêter les fortes charges en courant en fournissant les courants

¹²⁵ "Table of Products That May Contain Mercury and Recommended Management Options," U.S. EPA, <http://www.epa.gov/wastes/hazard/tsd/mercury/con-prod.htm>.

¹²⁶ "Mercury Use in Switches and Relays," NEWMOA cited above.

¹²⁷ "Mercury Gyro Sensors," Polaron Components, <http://www.coopercontrol.com/components/mercury-gyro.htm>.

¹²⁸ "What Devices Contain Mercury," cited above.

¹²⁹ "Mercury Use in Switches and Relays," NEWMOA cited above.

¹³⁰ "Fact Sheet: Mercury Use in Thermostats," Interstate Mercury Education and Reduction Clearinghouse (IMERC), 2010, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/thermostats.pdf>.

¹³¹ Ibid.

plus ou moins faibles à un circuit de contrôle. Les relais contenant du mercure incluent ; les relais de commande contenant du mercure, les relais à anches mouillées contenant du mercure, et les relais à contact contenant du mercure.¹³²

Les relais sont généralement utilisés dans plusieurs différents produits et applications. Le marché international des relais en 2001 s'élevait à 4658 milliards de dollar américain de revenu. Les plus grands utilisateurs de relais sont les télécommunications, le transport, et les industries d'automatisation industrielle. On rencontre les relais dans plusieurs applications dont on cite : les ordinateurs, les bloc-notes, les copieurs, les chargeurs de batterie, les appareils générateurs de chaleur, et les étuves, les fours industriels, les lampadaires et les feux tricolores, les matériels de chirurgie et les appareils de radiographie, les avions, les voltmètres et les ohmmètres, les commandes de machines outils, les matériels d'extraction des mines, les chauffe-piscines, les outillages de nettoyage à sec, les cartes de circuits imprimés, les contrôleurs programmables.¹³³ Aux Etats-Unis, les nouveaux relais qui ont été mis sur le marché contenaient 16.9 tonnes métriques de mercure en 2004.¹³⁴

Il existe plusieurs types d'interrupteurs et de relais contenant du mercure en dehors de ceux qui ont été décrits ci-dessus. Ceux-ci incluent les commutateurs à pression et à température, les commutateurs à anches, les interrupteurs des capteurs de flamme, les commutateurs à vibration, et d'autres. Une bonne quantité des informations facilement disponibles concernant les interrupteurs contenant du mercure viennent de l'Amérique du Nord et de l'Europe de l'ouest, où de tels interrupteurs sont entrain d'être remplacés en grande partie par les alternatives qui ne contiennent pas de mercure. Il n'existe aucune information juste permettant de savoir si des tendances similaires ont commencé dans d'autres régions.

Une bonne quantité de mercure qui est contenue dans les interrupteurs dans les produits existants et les matériels entreront éventuellement dans l'environnement en moins que les mesures soient prises pour récupérer ce mercure. Malheureusement, la tendance actuelle consiste pour les pays très industrialisés à expédier leurs déchets électroniques vers les régions à bas-salaires dans les pays en voie de développement, où la plupart des installations de traitement des déchets sont mal contrôlées et mal gérées et créent souvent les problèmes de pollution locale. Un traité mondial sur le mercure pourrait aider à redresser ce problème en accélérant l'élimination progressive des interrupteurs et des relais contenant du mercure partout dans le monde et en exigeant ou en promouvant une meilleure gestion des produits électroniques et les matériels à la fin de leur durée d'utilisation.

7.3 Les Piles

La fonction première du mercure dans les piles est de prévenir l'accumulation de l'hydrogène qui peut faire en sorte que la pile gonfle et coule. Le mercure a été aussi utilisé comme une électrode dans les piles mercuriques oxydées. Aux Etats Unies, aussi récemment qu'au début des années 1980, la fabrication des piles était la seule plus grande utilisation domestique du mercure; elle utilisait plus de 900 tonnes métriques de mercure par an. A partir de 1993, plusieurs fabricants de piles vendaient des accumulateurs alcalins ne contenant pas de mercure pour de nombreuses applications, et dès 1996, ceci est devenu la norme nationale pour plusieurs applications utilisant des piles à la suite de l'adoption d'une loi fédérale réglementant les piles contenant du mercure. Les pays de l'Europe de l'ouest ont mis en place

¹³² "Mercury Use in Switches and Relays," NEWMOA cited above.

¹³³ "An Investigation of Alternatives to Mercury Containing Products," Lowell Center for Sustainable Production, 2003, <http://sustainableproduction.org/downloads/An%20Investigation%20Hg.pdf>.

¹³⁴ "Mercury Use in Switches and Relays," NEWMOA cited above.

les mêmes restrictions. Toutefois, sur le plan mondial le mercure continu d'être largement utilisé dans la fabrication des piles ; IL est dit que les Piles ont constitué environ un tiers de la demande mondiale en mercure en 2000.¹³⁵

Selon le rapport de l'union Européenne, la teneur totale en mercure dans les Piles vendues à la fois aux Etats-Unis et à l'intérieur des pays de l'Union Européenne s'élevait à 1050 tonnes métriques 2000.¹³⁶ Une estimation encore plus récente dans le rapport de l'UNEP intitulé «*Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury*» suggère que la teneur globale en mercure dans les nouvelles piles vendues en 2005 a baissé et se situe entre 300 et 600 tonnes métriques.¹³⁷

Les piles qui ont la plus grande teneur en mercure sont les piles riches en oxyde mercurique, qui sont de 40 pourcent de mercure en poids. Ces piles ont été appréciées pour leur haute densité d'énergie et leur courbe de tension uniforme et ont été utilisées dans les matériels tels que les écouteurs, les horloges, les calculatrices, les caméras électroniques, les appareils de précision, et les matériels médicaux.¹³⁸ Cependant, nous n'avons pas été à mesure de trouver une preuve que les petites piles contenant de l'oxyde mercurique sont encore fabriquées dans un endroit quelconque dans le monde. D'autre part, les grosses piles contenant de l'oxyde mercurique continuent d'être produites pour être utilisées dans les applications militaires et médicales et dans les équipements industriels où un courant stable et une longue durée d'utilisation sont considérés comme étant essentiels. Selon un rapport de la Commission Européenne, au cours de l'année 2007, les piles riches en oxyde mercurique contenant entre 2 et 17 tonnes métriques de mercure étaient vendues dans les pays de l'U. E.¹³⁹

Les piles contenant du mercure autres que les piles riches en oxyde mercurique utilisent le mercure pour empêcher la formation du gaz à l'intérieur de la pile et pour prévenir les fuites. Plusieurs piles alcalines qui se trouvent sur le marché mondial ne contiennent plus du mercure. La principale exception est la pile bouton alcaline.

Les piles bouton alcalines sont de petites piles qui sont utilisées dans les écouteurs, les horloges, les jouets, les bibelots, et d'autres petits matériels portables. Un bon nombre de ces piles contiennent du mercure. Les quatre principales technologies de piles bouton alcalines sont le zinc-air, l'oxyde d'argent, le manganèse alcaline, et le lithium. Les piles bouton alcalines en lithium ne contiennent pas de mercure. D'autre part, le zinc-air, l'oxyde d'argent, et les piles bouton alcalines contenant du manganèse contiennent généralement de 0.1 pourcent à 2.0 pourcent de mercure par poids. Bon nombre de ces piles se trouvent sur le marché à travers la vente des produits dans lesquels la pile est encastrée. Comme par exemple en 2004, 17 millions des jouets Spider man étaient distribués dans les céréales pour petit déjeuner vendus aux Etats-Unis. Il est estimé que cette seule campagne de promotion a injecté 35 kilogrammes de mercure dans la circulation.¹⁴⁰

¹³⁵ "Mercury: Consumer and Commercial Products," U.S. EPA, <http://www.epa.gov/hg/consumer.htm#bat>.

¹³⁶ "Mercury Flows in Europe and the World," cited above.

¹³⁷ "Summary of Supply, Trade and Demand," UNEP, cited above.

¹³⁸ "Fact Sheet: Mercury Use in Batteries," (IMERC), 2008, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/batteries.pdf>.

¹³⁹ "Options for Reducing Mercury Use in Products and Applications, and the Fate of Mercury Already Circulating in Society; COWI A/S and Concorde East/West Sprl European for the European Commission Directorate-General Environment, 2008, http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/study_summary2008.pdf.

¹⁴⁰ "Mercury-Free Button Batteries: Their Reliability and Availability," Maine Department of Environmental Protection, 2009, www.maine.gov/dep/rwm/publications/legislativereports/buttonbatteriesreportjan09.doc.

Les Piles Bouton Zinc-Air : La majorité de celles-ci sont vendues pour être utilisées dans les écouteurs, une utilisation contraignante qui exige une pile à haute énergie. Ces piles généralement ont une vie utile de quelques jours seulement, et les utilisateurs des écouteurs achètent de multiples piles de réchange au même moment. Les piles bouton zinc-air fiables, ne contenant pas de mercure sont sur le marché dans certains pays et sont vendus aux mêmes prix que leurs homologues contenant du mercure.¹⁴¹

Les Piles Bouton en Oxyde d'Argent: Ces piles sont utilisées dans les horloges et les caméras, mais elles peuvent aussi être utilisées dans les pendulettes, les jeux électroniques, les calculatrices, et les autres produits qui exigent un profil de décharge uniformisée. Trois sociétés basées au Japon- Sony, Sieko, et Hitachi ont offert les piles bouton en oxyde d'argent ne contenant pas de mercure en des dimensions variées pendant plusieurs années. Récemment, les sociétés basées en Allemagne et en Chine ont aussi commencé à les produire. Les piles bouton en oxyde d'argent ne contenant pas de mercure provenant de certains producteurs sont vendues aux même prix que leurs homologues contenant du mercure, alors que les piles vendues par certains autres producteurs sont légèrement plus chères. Il semble que les piles bouton en oxyde d'argent ne contenant pas de mercure sont entrain de gagner rapidement une part du marché.¹⁴²

Les Piles Bouton Alcalines contenant du manganèse : C'est le type de piles choisies pour les jouets et les bibelots qui contiennent les éléments boutons et sont aussi utilisées dans beaucoup d'autres produits tels que les caméras, les calculatrices, les thermomètres numériques, et les télécommandes. Il a été estimé que la Chine avait utilisé plus de 900 tonnes métriques de mercure en 2004 dans la fabrication des piles boutons alcalines contenant du manganèse. Celles-ci sont les types de pile bouton les moins couteux, et les formes vulgaires sont disponibles en quantité aux prix de \$ 0.10 US par pile ou moins.

Ils existent au moins cinq producteurs Chinois qui offrent des piles bouton alcalines contenant du manganèse et sans mercure en des dimensions variées. Ceux-ci incluent ; New leader, Super Energy, Chung Pak, Pak Ko et Shenzhen Thumcells. Ces sociétés vendent les piles surtout aux équipementiers originaux pour utilisation dans les produits finis. Selon un chercheur, les ingrédients tels que le bismuth, l'indium et les agents tensio-actifs organiques peuvent être utilisés pour remplacer le mercure contenu dans les piles bouton alcalines contenant du manganèse avec peu ou aucune difficulté technique.¹⁴³

Les Piles Miniatures à Lithium : Ces piles ont plus la forme d'une pièce de monnaie que celle d'un bouton et ne contiennent pas de mercure. Timex utilise les piles à lithium dans 95 pourcent de ses montres, et les piles à lithium sont aussi largement utilisées dans les jeux électroniques, les calculatrices, les dispositifs de verrouillage de la voiture, les ouvre-porte de garage, et les cartes de vœux. Certains ont suggéré que les piles à lithium pourraient être une bonne alternative aux piles bouton contenant du mercure dans de nombreux matériels. Cependant, faire cela exigerait que les produits soient remodelés pour recevoir une autre forme physique de pile étant donné que les piles à lithium sont généralement plus plates et plus larges que les piles bouton, qui pourrait les rendre inappropriées pour de multiples applications actuelles.¹⁴⁴

¹⁴¹ Ibid.

¹⁴² Ibid.

¹⁴³ Ibid.

¹⁴⁴ Ibid.

Le mercure contenu dans les piles est rejeté dans l'environnement pendant la fabrication de ces dernières et à la fin de leur vie utile. Les informations au sujet de l'émission et des rejets de mercure résultant de la fabrication des piles contenant du mercure ne sont pas disponibles, mais les quantités peuvent être importantes. Cependant, la principale voie par laquelle les piles contenant du mercure rejettent le mercure dans l'environnement survient sans doute à la fin de leur vie utile. Dans plusieurs pays, le taux de recyclage des piles, surtout les piles bouton, est très faible, avec la plupart des piles finissant dans les incinérateurs, les décharges contrôlées, ou les terrils. Ceux-ci, en retour, plutôt ou plus tard rejettent une bonne quantité de mercure contenue dans ces piles dans l'environnement.

Au cours des récentes années, il y a eu de réels progrès vers la substitution des piles contenant le mercure avec les alternatives sans mercure, surtout pour les piles destinées aux marchés de l'Europe de l'Ouest et de l'Amérique du Nord. Les plaidoyers nationaux peuvent accélérer les substitutions dans d'autres régions, mais seul un traité mondial de contrôle du mercure peut aider le monde à faire des avancées vers une élimination progressive de toutes les piles contenant du mercure.

7.4 Les Lampes à Fluorescence

Le mercure est utilisé dans une variété de lampes et contribue à leur bonne marche et à leur durée de vie. Les lampes à fluorescence et d'autres lampes contenant du mercure sont généralement beaucoup plus puissantes en énergie et durent beaucoup plus longtemps que les incandescents et d'autres formes équivalentes d'éclairage.¹⁴⁵

Les lampes à fluorescence incluent à la fois les tubes fluorescents et les lampes fluorescentes compactes(LFC) – ont, de très loin, la plus grande part de marché de toutes les lampes contenant du mercure. Les lampes électriques contiennent généralement moins de mercure que les autres lampes contenant du mercure, et la quantité moyenne de la teneur en mercure de chaque lampe électrique est entrain de baisser. Qu'à cela ne tient, à cause de leur grande part du marché, il a été estimé que les lampes électriques représentent approximativement 80 pourcent de la quantité totale du mercure utilisée pour l'éclairage.¹⁴⁶

Une lampe à fluorescence est un tube en verre phosphoré qui contient du mercure et dispose des électrodes situées à chaque extrémité. Lorsque le voltage est appliqué, les électrodes énergisent la vapeur de mercure qui se trouve dans le tube, et ceci conduit à l'émission des énergies ultraviolets (UV). L'enduit phosphoré absorbe l'énergie UV et émet la lumière visible. Le mercure est un constituant essentiel de toutes les lampes à fluorescence.¹⁴⁷

Toutefois, dans plusieurs circonstances, l'utilisation des lampes compactes fluorescentes lumineuses pour remplacer les ampoules à incandescence pourra réellement réduire les rejets totaux de mercure dans l'environnement. Pourquoi cela?

Le charbon contient du mercure qui est rejeté dans l'environnement lorsqu'il est brûlé. Plusieurs pays dépendent des centrales thermiques alimentées au charbon pour avoir une grande productivité en électricité qu'ils utilisent. Par conséquent, les mesures qui diminuent

¹⁴⁵ "Fact Sheet: Mercury Use in Lighting," IMERC, 2008,

<http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/lighting.cfm>.

¹⁴⁶ "The Truth About Mercury in Lamps and Bulbs," Progress Energy Current Lines, <http://www2.unca.edu/environment/documents/Mercury%20&%20Lighting.pdf>.

¹⁴⁷ "Fluorescent Lights and Mercury," North Carolina Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, <http://www.p2pays.org/mercury/lights.asp>.

l'utilisation de l'électricité peuvent faire baisser les émissions de mercure provenant des centrales thermiques alimentées au charbon.

Dans certains Pays, l'Utilisation de l'Eclairage Fluorescent contenant du Mercure Pourrait, à Cours Terme, Contribuer à la Réduction de la Pollution Mondiale par le Mercure.

Les tubes fluorescents et les lampes fluorescentes compactes contiennent souvent une quantité plus ou moins faible de mercure et sont très efficient sur le plan énergétique comparés aux ampoules incandescentes. Lorsqu'un grand nombre de personnes utilisent les tubes fluorescents à la place des ampoules incandescentes, ceci réduira, en général, considérablement, la demande totale en électricité. Dans la plupart des cas, cette substitution peut réduire les émissions de mercure provenant des centrales électrique d'une quantité qui est plus importante que la quantité de mercure contenue dans les lampes fluorescentes elles-mêmes. Ceci peut être démontré à travers un exemple basé sur les données provenant des Etats-Unis. Cependant, il devrait être relevé que pour certains pays en voie de développement et les pays à économies en transition, certaines conclusions basées sur les conditions qui prévalent dans les pays très industrialisés pourraient ne pas être applicables.

Considérons une LCF de 14 watts qui est utilisée pour remplacer une ampoule incandescente de 60 watts. La LCF de 14 watts et l'ampoule incandescente de 60 watts toutes les deux produisent approximativement la même quantité de lumière. Aux Etats-Unis, la durée de vie moyenne d'une telle LCF est d'environ 20 000 heures. Au cours de cette durée de vie moyenne, la LCF consommera 280 kilowatts heures(KWh) d'électricité. Au cours de cette même période, une ampoule incandescente de 60 watts consommera 1200KWh d'électricité.

En substituant une LCF de 14 watts par une ampoule incandescente de 60watts, dans les conditions qui prévalent aux Etats-Unis, l'on peut économiser, en moyenne, 970KWh d'utilisation d'électricité au cours de la durée de vie de la LFC.

Aux Etats-Unis, une centrale thermique alimentée au charbon rejette environ 0.0234 mg de mercure dans l'atmosphère pour chaque kilowatt heure d'électricité qu'elle génère. Si nous considérons qu'une maison aux Etats-Unis tire toute son électricité d'une centrale thermique alimentée au charbon, nous trouvons que remplacer une ampoule incandescente de 60watts par une LFC de 14watts réduit les émissions de mercure de la centrale thermique alimentée au charbon par une moyenne de 21.5 mg (et réduit aussi les émissions des gaz à effet de serre, de l'anhydride sulfureux, de l'oxyde d'azote et d'autres polluants).

Parce que la LFC de 14watts moyenne vendue aux Etats-Unis contient généralement 5 mg de mercure ou moins, son utilisation réduit les émissions totales de mercure d'environ 16.5 mg de mercure, même si nous supposons que tout le mercure contenu dans la LFC en définitive entre dans l'environnement. (Avec 21.5 mg de mercure conservés moins les 5 mg de mercure contenus dans la LFC, il reste 16.5 mg de réduction dans les émissions de mercure.)^{148, 149} Dans ces conditions, lorsque les tubes fluorescents remplacent les ampoules incandescentes à une grande échelle, les réductions totales des émissions de mercure

¹⁴⁸ "The Truth About Mercury in Lamps and Bulbs," Progress Energy CurrentLines, cited above.

¹⁴⁹ "Compact Fluorescent Bulbs and Mercury: Reality Check," *Popular Mechanics*, May 2007, <http://www.popularmechanics.com/home/reviews/news/4217864>.

peuvent être importantes.

D'autre part, dans certains pays les conditions peuvent être très différentes. En Russie par exemple, il s'avère que les lampes électriques contiennent plus de mercure que celles qui sont aux Etats-Unis, avec plusieurs lampes en Russie contenant entre 20 mg et 500 mg de mercure. Les experts russes estiment que la quantité totale de tout le mercure contenu présentement dans les lampes électriques en usage en Russie est d'environ 50 tonnes métriques. Etant donné leur taux de grillage, il est estimé que ces lampes sont responsables du rejet d'environ 10 tonnes métriques de mercure dans l'environnement chaque année.¹⁵⁰

En Russie et dans plusieurs autres pays, la régulation de tension de l'alimentation en électricité est instable, et les utilisateurs d'électricité connaissent des violentes coupures d'énergie. Comme conséquence, la vie moyenne des lampes en Russie semble être plus courte que dans les pays qui ont une fourniture d'énergie électrique plus stable.¹⁵¹

Ces considérations et bien d'autres influencent à la fois les bénéfices et les coûts liés à une substitution des ampoules incandescentes par des lampes à fluorescence. Par exemple, la teneur en mercure du charbon varie d'un pays à un autre et d'une région à une autre comme l'est la quantité de mercure rejetée par kilowatt heure de production provenant de la centrale thermique moyenne alimentée au charbon. Aussi, la proportion de la fourniture d'énergie dérivée des centrales thermiques alimentées au charbon varie d'un milieu à l'autre. Certains pays ont des systèmes relativement bons pour garantir que les lampes à fluorescence sont collectées à la fin de leur vie utile et qu'elles sont gérées de manière à réduire au maximum les rejets de mercure dans l'environnement alors que certains autres pays n'ont pas de tels systèmes en place. Il existe aussi les différences entre les pays quant au coût proportionnel à l'usage des lampes à fluorescence. Finalement, il est possible que dans les pays où les coûts d'électricité sont relativement bas, où le prix des lampes à fluorescence est trop élevé, et où les lampes à fluorescence tendent à avoir une durée de vie écourtée, une substitution des ampoules incandescentes par des lampes à fluorescence pourrait donner lieu à un juste prix au consommateur plutôt qu'à une nette épargne.

En fin de compte, les experts dans différents pays et régions pourraient atteindre des conclusions différentes concernant la nécessité d'éliminer progressivement les ampoules incandescentes pour les lampes à fluorescence dans leurs pays. Un nombre de facteurs pourrait entrer dans une telle prise de décision. D'une part, les experts considèrent le changement climatique et l'importance des mesures pour réduire la demande en électricité dans les centrales thermiques alimentées au charbon ou d'autres combustibles fossiles, et ils considèrent les émissions de mercure provenant de la centrale thermique et d'autres polluants toxiques. D'autre part, les experts pourraient aussi considérer la teneur en mercure des lampes à fluorescence vendues sur leurs marchés nationaux et les émissions de mercure qui surviennent sur le site de fabrication de la lampe et sur le site où le mercure avait été exploité et raffiné. Ils pourront aussi accorder une considération aux préoccupations sanitaires et sécuritaires plus pressantes associées à l'introduction des produits contenant le mercure dans les domiciles et les lieux de travail et la probabilité que les gens déposeront tout simplement les lampes grillées. D'autres considérations pourront inclure la durée moyenne de vie utile des lampes électriques dans le pays et le coût proportionnel à l'usage aux utilisateurs des ampoules incandescentes contre les lampes à fluorescence.

¹⁵⁰ "Mercury Emission Sources in Russia; The Situation Survey in Six Cities of the Country," Eco-Accord Centre, June 2010 <http://www.zeromercury.org/projects/Russian%20Mercury%20sources%20Eng-Final.pdf>

¹⁵¹ Private correspondence with a Russian NGO leader.

Enfin ceux qui soutiennent l'élimination progressive des ampoules incandescentes et les remplacent par les lampes à fluorescence reconnaissent que ceci ne constitue pas une solution satisfaisante définitive, mais qu'elle constitue juste une mesure à court terme ou à moyen terme. L'objectif à long terme est le développement et l'utilisation généralisée des lampes qui fournissent de bons éclairages et qui sont énergiquement efficaces, ne contenant pas de mercure, de longue durée, non coûteux, et non toxiques.

L'utilisation des lampes à fluorescence pose aussi un problème. Les lampes à fluorescence rejettent les vapeurs de mercure dangereuses dans l'environnement intérieur lorsqu'ils se cassent. Aussi, si nous prenons en considération toute la pollution par le mercure associée au cycle de vie des lampes à fluorescence, nous avons intérêt à considérer non seulement la teneur en mercure de la lampe et la pollution qu'elle cause à la fin de leur vie utile mais aussi la pollution par le mercure associée à l'extraction minière du mercure qui est utilisé dans la lampe et la pollution par le mercure associée à la fabrication de la lampe.

Heureusement, les nouvelles lampes à efficacité énergétique qui ne contiennent pas de mercure sont entrain d'être développées. La plus prometteuse est la technologie diode électroluminescente (LED). L'éclairage LED est entrain d'être offert sur le marché mais est encore plus ou moins coûteux. Toutefois, comme c'est le cas avec toutes les nouvelles technologies on peut s'attendre à la baisse de leurs prix au fil du temps. Les vendeurs prétendent que les ampoules LED de commerce qui sont sur le marché ne contiennent pas de mercure, Ils fournissent 77% d'économies d'énergie par rapport aux ampoules incandescentes. De même, ils durent 25 fois plus longtemps, sont froides au toucher, et offrent une luminance complète en étant allumées (ce qui n'est pas le cas avec les lampes à fluorescence).¹⁵² En définitive, les ampoules LED ou d'autres nouvelles technologies remplaceront à la fois et presque parfaitement les ampoules incandescentes et les lampes à fluorescence. Cependant, il existe encore peu d'informations disponibles au sujet des impacts environnementaux et sanitaires des ampoules LED, ceci nécessite donc des investigations ultérieures.

A court ou à moyen terme, remplacer les ampoules incandescentes par les lampes à fluorescence à longue durée de vie semble être profitable sur le plan environnemental dans beaucoup de pays. Néanmoins, tous les tubes fluorescents et les lampes à fluorescence compactes (LFC) ne sont pas identiques. En 2004, la plupart des tubes fluorescents vendus aux Etats- Unis contenaient moins de 10 mg de mercure, mais un bon nombre 12.5 pourcent de ces tubes fluorescents contenaient plus de 50 mg. Les deux tiers de toutes les LFC vendues aux Etats-Unis en 2004 contenaient moins de 5 mg mais certains contenaient plus de 10 mg.¹⁵³ La teneur moyenne en mercure des tubes fluorescents de taille T12 fabriqués en chine en 2006 se situait entre 25 mg et 45 mg. Pour les tubes de taille T5 elle était de 20 mg, et pour les tubes LFC elle était de 10 mg.¹⁵⁴ En Inde, les LFC les plus vulgarisées contiennent entre

¹⁵² "Light Bulb War? New LEDs by GE, Home Depot Compete," *USA Today*, May 10, 2010, <http://content.usatoday.com/communities/greenhouse/post/2010/05/light-bulb-war-new-leds-by-ge-home-depot-compete/1>.

¹⁵³ "Fact Sheet: Mercury Use in Lighting," IMERC, cited above.

¹⁵⁴ "Improve the Estimates of Anthropogenic Mercury Emissions in China," Tsinghua University, 2006, <http://www.chem.unep.ch/mercury/China%20emission%20inventory%20.pdf>.

3.5 mg et 6 mg de mercure, mais certains contiennent plus, et le gouvernement est entrain de préparer les normes.¹⁵⁵

En Europe de l'Ouest, le Parlement de l'Union Européenne a établi une directive qui a restreint l'utilisation du mercure dans les équipements électriques et électroniques. Cette directive exige que la teneur en mercure des LFC doit être en dessous de 5 mg par lampe et la teneur en mercure des tubes fluorescents polyvalentes doit être en dessous de 10 mg par tube.¹⁵⁶ Toutefois, dans certains autres pays la teneur moyenne en mercure des lampes à fluorescence pourrait être plus élevée.

En plus, connaître la teneur en mercure d'une lampe fluorescente ne donne pas une narration complète de sa contribution à la pollution mondiale par le mercure. Certains fabricants de lampes, comme plusieurs d'entre eux qui sont en Chine, tirent leur mercure de petites opérations d'extraction minière et de raffinage de mercure primaire très polluantes. Certaines sociétés qui fabriquent les lampes disposent de piètres systèmes antipollutions et rejettent d'importantes quantités de vapeurs de mercure dans l'air intérieur ou extérieur. Certaines de ces sociétés génèrent d'importantes quantités de flux des déchets solides et liquides mal gérés et contaminés par le mercure. D'autre part, certains fabricants de lampes génèrent de faibles quantités de pollution et prennent leur mercure des opérations de recyclage bien contrôlés qui récupèrent le mercure qui serait autrement entré dans l'environnement.

L'absence d'un système fonctionnel permettant d'assurer la gestion écologiquement saine des lampes déjà usées contenant du mercure, surtout dans les pays en voie de développement, constitue des serieuses menaces pour les travailleurs qui s'occupent de ces déchets et pour leurs communautés, qui récupèrent souvent les lampes usées dans les déchets mixtes déposées dans les aires de dépôt ou les décharges contrôlées et les recyclent dans les conditions non contrôlées. Aux philippines par exemple, les données du gouvernement indiquent que 88 pourcent des ménages et 77 pourcent des lieux d'affaires mettent en dépôt leurs lampes à fluorescence usées comme les ordures ménagères. Le travail d'investigation de la coalition Ecowaste, un membre d'IPEN, sur le recyclage informel des LFC dans les aires de dépôt a attiré l'attention des décideurs qui voient maintenant la nécessité de mettre en place un mécanisme effectif pour la collecte et le recyclage des lampes en fin de vie, y compris l'imposition de la Responsabilité Élargie des Producteurs (REP) pour restreindre leur mode de disposition inapproprié.

Ce problème n'est pas unique aux pays qui ont des économies en développement. The Association of Lamp and Mercury Recyclers (L'Association des Recycleurs des Lampes et du Mercure) (ALMR) aux Etats-Unis estime que seulement environ 23 pourcent de toutes les lampes sont recyclées (30 pourcent provenant des activités commerciales et industrielles mais seulement 5 pourcent provenant des résidences).¹⁵⁷ Les taux de recyclage dans l'Union Européenne sont beaucoup plus élevés. La directive de l'« European community's Waste Electrical and Electronic Equipment» préconise la récupération gratuite des appareils électriques en fin de vie y compris les lampes à fluorescence et la mise en place des installations et les systèmes de collecte pour les déchets électroniques provenant des ménages

¹⁵⁵ "Information on CFL and Its Safe Disposal," Electric Lamp and Component Manufacturers Association of India, <http://www.elcomaindia.com/CFL-Safe-Disposal.pdf>.

¹⁵⁶ "Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council," *Official Journal of the European Union*, http://www.dtsc.ca.gov/HazardousWaste/upload/2002_95_EC.pdf.

¹⁵⁷ "Promoting Mercury-Containing Lamp Recycling: A Guide for Waste Managers," Solid Waste Association of North America, p. 1, <http://www.swana.org/extra/lamp/Iropmanualfinal.pdf>.

privés.¹⁵⁸ Le Canada a aussi commencé à mettre en place ses propres Normes Pan-Canadienne exigeant le développement d'un projet sur la Responsabilité Élargie des Producteurs pour une liste croissante des biens de consommations.¹⁵⁹

Plusieurs différents types de systèmes sont utilisés pour gérer et transformer les lampes à fluorescence en fin de vie. Ceux-ci incluent les broyeurs de lampes et d'autres types de systèmes de recyclage des lampes à fluorescence. Aucune donnée détaillées ne semble être disponible sur les différents facteurs qui sont liés à ces systèmes. La quantité des émissions atmosphériques rejetées à partir de différents types de systèmes de broyage ou de recyclage des lampes à fluorescence, les expositions au mercure en milieu de travail, la contamination du sol et de l'eau par le mercure dans le site de l'usine, les transferts de déchets de mercure hors site, et la quantité de mercure élémentaire pur que les différents systèmes sont à même de récupérer. Cependant, Il semble qu'alors que certains systèmes de broyage et de recyclage des lampes pourraient être plus ou moins bons, d'autres pourraient être très polluants et pourraient causer de fortes expositions au mercure en milieu de travail et/ou dans les communautés.

Un traité de contrôle du mercure peut inclure les mesures qui limiteront la teneur en mercure des lampes à fluorescence; exiger les procédés de fabrication des lampes moins polluantes; augmenter la disponibilité des installations de recyclage des lampes saines et non polluantes; et accélérer le développement des alternatives d'éclairage de hautes qualités et ne contenant pas de mercure qui sont efficaces sur le plan énergétique, abordables, et non toxiques.

7.5 D'autres types de lampes

En plus des lampes à fluorescence, un bon nombre d'autres types de lampes qui se trouvent sur le marché contiennent aussi le mercure. Plusieurs d'entre elles sont considérées comme des lampes à décharge à haute intensité (DHI). Cette appellation est utilisée couramment pour différents types de lampes, y compris les lampes halogénures métallisées, les lampes sodium de haute pression, et les lampes à vapeurs de mercure.

Les lampes DHI fonctionnent de la même façon que les lampes à fluorescence. Elles utilisent un tube rempli de gaz qui contient une vapeur métallique à une pression relativement élevée. Elles ont deux électrodes, et lorsqu'un arc est formé entre elles, elles produisent des températures extrêmement élevées et des énergies rayonnantes visibles. Ces lampes ont de longues durées de vie et certaines d'entre elles fournissent beaucoup plus de lumière que les lampes à fluorescence typiques. Elles nécessitent un temps de réchauffement relativement long pour donner un plein éclairage et même une coupure momentanée de l'alimentation entraîne le redémarrage du système de réchauffement---un processus qui peut prendre plusieurs minutes. De différents types de lampes à haute intensité utilisent de différentes combinaisons de gaz dans le jet d'arc—généralement c'est le xénon ou l'argon et du mercure—et ceci affecte les caractéristiques de la couleur de la lampe et leur rendement total.¹⁶⁰

¹⁵⁸ "Waste from Electrical and Electronic Equipment," Citizens Information website, http://www.citizensinformation.ie/categories/environment/waste-management-and-recycling/waste_from_electric_and_electronic_equipment.

¹⁵⁹ "Canada Wide Action Plan for Extended Producer Responsibility," Canadian Council of Ministers of the Environment, 2009, http://www.ccme.ca/assets/pdf/epr_cap.pdf.

¹⁶⁰ "Fact Sheet: Mercury Use in Lighting," IMERC, cited above.

Les lampes haloïdes métallisées : ces lampes utilisent les haloïdes métallisés tels que l'iodure de sodium dans leurs tubes à arc et produisent la lumière dans plusieurs régions du spectre. Les lampes haloïdes métallisées fournissent un haut rendement, produisent un bon rendu des couleurs, ont une longue durée de vie et elles sont couramment utilisées dans les stades, les entrepôts, les rayons de magasin et les épiceries, et les milieux industriels. Elles sont aussi utilisées pour les phares bleus vifs teintés des véhicules et pour l'éclairage des aquariums. La quantité de mercure utilisée dans chacune des lampes haloïdes métallisées varie de plus de 10 mg à 1000 mg. Soixante quinze pourcent des lampes haloïdes métallisées contiennent plus de 50 mg de mercure; un tiers d'elles contiennent plus de 100 mg de mercure.¹⁶¹

Les lampes céramiques haloïdes métallisées : celles-ci ont été récemment introduites pour fournir une alternative de haute qualité, d'une grande capacité énergétique aux ampoules incandescentes et aux lampes halogènes. Elles sont utilisées essentiellement pour l'éclairage d'accentuation et l'éclairage de proximité. Elles sont différentes des lampes haloïdes métallisées normalisées en ceci que leur tube à arc est fait en céramique. Ces lampes contiennent moins de mercure que les lampes haloïdes métallisées normalisées et fournissent aussi une meilleure qualité d'éclairage et une meilleure précision de couleur à un bas prix. Plus de 80 pourcent de ces lampes contiennent moins de 10 mg de mercure et le reste contient moins de 50 mg de mercure.¹⁶²

Les lampes sodium à haute pression : ces lampes sont une source d'éclairage à très haut rendement, mais tendent à être jaune et donnent un mauvais rendu des couleurs. Elles ont été développées comme des sources de grande capacité énergétique pour l'extérieur, la sécurité et les appareils d'éclairages industriels et sont généralement utilisés pour l'éclairage public. Les lampes sodium à haute pression dégagent une lumière qui varie de la couleur jaune à la couleur orange et, à cause de leur mauvais rendu des couleurs, sont surtout utilisées pour les appareils utilisés en plein air et ceux utilisés dans l'industrie où le rendement élevé et la longue durée de vie sont les priorités. Presque toutes les lampes sodium à haute pression contiennent entre 10 mg et 50 mg de mercure.¹⁶³

Les lampes à vapeur de mercure : celle-ci est la plus vieille technologie des lampes à décharge à haute intensité. L'arc produit une lumière bleuâtre qui donne de faibles couleurs, ainsi plusieurs lampes à vapeur ont une couche fluorescente pour changer la couleur et quelque peu améliorer le rendu des couleurs. Les lampes à vapeurs de mercure ont un faible rendement lumineux et sont les moins efficaces parmi les lampes à décharge à haute intensité. Elles sont essentiellement utilisées dans les applications industrielles et pour l'éclairage en plein air du fait de leur bas prix et leur longue durée de vie. Plusieurs de ces lampes contiennent entre 10 mg et 50 mg de mercure, mais 40 pourcent contiennent plus de 50 mg de mercure, et 12 pourcent contiennent plus de 100 mg de mercure.¹⁶⁴

Les lampes électriques à cathode froide : celles-ci sont une variation des tubes fluorescents mais elles ont un petit diamètre. Les lampes à cathode froide sont utilisées pour l'éclairage en contre-jour des affichages à cristaux liquides (LCDs) pour une gamme étendue des appareils électroniques y compris les ordinateurs, les téléviseurs à écran plat, les caméras, les caméscopes, les caisses enregistreuses, les projecteurs digitaux, les copieurs, et les

¹⁶¹ Ibid.

¹⁶² Ibid.

¹⁶³ Ibid.

¹⁶⁴ Ibid.

télécopieurs. Elles sont aussi utilisées pour l'éclairage en contre-jour des tableaux de bord et les équipements de distraction dans les automobiles. Les lampes à cathode froide fonctionnent à une tension beaucoup plus élevée que les lampes à fluorescence conventionnelles. Ceci exclue la nécessité de chauffer les électrodes et augmente le rendement de la lampe de 10 à 30 pourcent. Elles peuvent être faites de différentes couleurs, avoir une haute luminosité, et une longue vie. Leur teneur en mercure peut être identique à celle des autres lampes à fluorescence.

Les ampoules à néon : celles-ci sont les ampoules à décharge gazeuse qui contiennent généralement les gaz néon, krypton, et argon à une faible pression. Comme des ampoules fluorescentes, chaque extrémité des ampoules à néon contient une électrode métallique. Le courant électrique qui traverse les électrodes ionise le néon et d'autres gaz, les amènent à émettre la lumière visible. Le néon émet la lumière rouge ; d'autres gaz émettent d'autres couleurs. Par exemple, l'argon émet la lavande et l'hélium émet le blanc orangé. La couleur dépend du mélange des gaz et d'autres caractéristiques de l'ampoule. Les ampoules à néon sont souvent fabriquées par les artisans dans les petits ateliers et sont généralement utilisées dans le domaine de la publicité, dans les étalages commerciaux, et dans la décoration. Les ampoules à néon rouges ne contiennent pas de mercure, mais les ampoules à néon d'autres couleurs peuvent contenir entre approximativement 250 mg et 600 mg de mercure par ampoule.¹⁶⁵

Les lampes à l'arc court contenant du mercure : celles-ci sont les ampoules à quartz de forme sphériques e légèrement oblongue ayant deux électrodes qui sont séparées par quelques millimètres seulement. L'ampoule est remplie d'argon et de vapeur de mercure à faible pression. La puissance peut varier entre moins de 10 watts à quelques kilowatts. La lumière produite est extrêmement intense, et ces lampes sont utilisées pour les applications spéciales, telles que les projecteurs électriques, les appareils médicaux spécialisés, la photochimie, le séchage UV, et la spectroscopie. Une variété de cette lampe est la lampe à l'arc court xénon contenant du mercure, qui est identique mais contient un mélange de xénon et de vapeurs de mercure. Ces lampes contiennent généralement entre 100 mg et 1000 mg de mercure. Plusieurs contiennent plus de 1000 mg de mercure.¹⁶⁶

Les lampes capillaires contenant du mercure : celles-ci fournissent une source intense d'énergie rayonnante provenant de l'ultraviolet à travers le spectre de l'infrarouge proche. Elles n'exigent aucun temps de réchauffement pour le démarrage ou le redémarrage et atteint la luminance visuelle presque totale en quelques secondes. Les lampes capillaires contenant du mercure viennent sous une forme variée selon les longueurs de leur arc, les flux énergétiques, et les méthodes de montage. Elles sont utilisées pour faire les cartes de circuits imprimés et d'autres applications industrielles. Elles sont aussi utilisées pour le séchage UV-- --. Elles sont beaucoup utilisées en sérigraphie, dans les impressions et les répliques par CD/DVD, les fabrications médicales, pour la décoration des bouteilles /gobelets, et les applications de revêtement. Ces lampes contiennent entre 100 mg et 1000 mg de mercure.¹⁶⁷

7.6. Les Appareils de Mesure

Le mercure s'étend et se contracte uniformément avec les changements de température et de pression. Cette caractéristique a fait en sorte que le mercure soit utile dans les matériels scientifiques, médicaux et industriels qui permettent de mesurer la température et la pression.

¹⁶⁵ Ibid.

¹⁶⁶ Ibid.

¹⁶⁷ Ibid.

L'Union Européenne a adopté une directive limitant l'utilisation de certains appareils de mesure qui contiennent du mercure. Tous les thermomètres de contrôle de la fièvre contenant du mercure sont interdits sur les marchés dans les pays de l'UE. Tous les autres appareils de mesure contenant du mercure destinés pour la vente au grand public sont aussi interdits y compris les manomètres, les baromètres, les sphygmomanomètres (matériel de mesure de la pression artérielle), et d'autres types de thermomètres contenant du mercure. Une exemption a été imposée aux matériels antiques il y a de cela plus de 50 ans. L'U.E. a donné l'ordre de mener les études complémentaires sur la disponibilité des alternatives fiables. Ces dernières doivent être saines, techniquement et économiquement réalisables pour les instruments contenant de mercure à usage sanitaire et dans d'autres applications professionnelles et industrielles.¹⁶⁸ Un nombre d'Etats Fédéraux aux Etats-Unis ont aussi adopté des interdictions et des restrictions pour certains matériels de mesure contenant du mercure.¹⁶⁹ Réagissant par rapport à ces mesures prises, un nombre de fabricants sont entrain d'abandonner ces matériels et sont entrain d'augmenter leur production d'alternatives de bonne qualité, moins coûteuse et sans mercure.

Les thermomètres et les sphygmomanomètres sont les matériels de mesure contenant du mercure les plus communs. Les thermomètres sont utilisés dans les domaines variés tels que les thermomètres de contrôle de la fièvre aussi bien que d'autres types de thermomètres utilisés dans les domiciles et dans les applications industrielles, dans les laboratoires, et dans les applications commerciales. Un thermomètre pourrait contenir entre 0.5 g à 54 g de mercure. Aux Etats-Unis par exemple, la teneur en mercure dans tous les thermomètres vendus en 2004 s'élevait à environ deux tonnes métriques. Un sphygmomanomètre contient entre 50 g à 140 g de mercure. La teneur en mercure dans tous les sphygmomanomètres vendus aux Etats-Unis en 2004 était d'environ une tonne métrique.¹⁷⁰

Parce que les sphygmomanomètres et d'autres matériels de mesure contenant du mercure sont ouverts à l'air, le mercure qui s'y trouve se perd au fil du temps en se volatilissant. Par conséquent, le mercure doit être remis de temps en temps dans ces matériels. De plus en plus, la norme à laquelle ces appareils ont été recalibrés vient d'un appareil sans mercure, qui indique le degré d'exactitude et la durabilité des appareils électroniques sans mercure. Les autres appareils de mesure contenant du mercure sont les suivants :

- **Les baromètres** : ils servent à mesurer la pression atmosphérique. (Chaque baromètre contient 400 mg à 620 mg de mercure) ;
- **Les manomètres** : ils servent à mesurer les différences de pression du gaz (chaque manomètre contient 30 g à 75 g de mercure) ;
- **Les psychromètres** : ils servent à mesurer l'humidité. (chaque psychromètre contient 5 g à 60 g de mercure.) ;
- **Les débitmètres** : ils servent à mesurer le débit du gaz, de l'eau, de l'air et de la vapeur ;

¹⁶⁸ "Directive 2007/51/EC of the European Parliament and the Council of 25 September 2007 Relating to Restrictions on the Marketing of Certain Measuring Devices Containing Mercury," *Official Journal of the European Union*, March 10, 2007, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:257:0013:0015:EN:PDF>.

¹⁶⁹ "Fact Sheet: Mercury Use in Measuring Devices," IMERC, 2008, http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/measuring_devices.pdf.

¹⁷⁰ Ibid.

- **Les aréomètres** : ils servent à mesurer la densité relative des liquides ;
- **Les spiromètres** : ils servent à mesurer la température des matériaux extrêmement chauds. (ils sont utilisés en premier lieu dans les fonderies.)

La teneur en mercure dans tous les manomètres vendus dans les Etats-Unis en 2004 était un peu plus qu'un tonne métrique. Tous les autres appareils de mesure listés ci-dessus qui étaient vendus aux Etats-Unis en 2004, près ensemble contenaient 0,1 tonne métrique de mercure.¹⁷¹

7.7. L'Amalgame Dentaire

L'amalgame dentaire est un matériel utilisé par les dentistes pour plomber les caries, ou les cavités causées par la carie dentaire. Les amalgames dentaires sont aussi parfois appelés 'silver filling' parce qu'ils ont une apparence semblable à l'argent. L'amalgame est un mélange des métaux qui contient du mercure élémentaire et un alliage en poudre composé d'argent, d'étain, et de cuivre. En poids, environ 50 pourcent d'amalgame dentaire sont constitués du mercure élémentaire. Cette technologie dure depuis plus de 150 ans.¹⁷² Dans le passé, les dentistes mélangeaient l'amalgame sur place, en utilisant le mercure élémentaire et les poudres métalliques en vrac. Aujourd'hui, de nombreux dentistes achètent l'amalgame dentaire en capsules qui se présentent sous différentes formes. La teneur en mercure dans chaque capsule peut varier de 100 mg à 1000 mg de mercure.¹⁷³

L'amalgame dentaire contenant du mercure rejette les vapeurs de mercure en très faibles quantités et ces vapeurs peuvent être absorbées dans les vaisseaux sanguins d'une personne. Il a été estimé qu'une personne ayant l'amalgame dentaire absorbe, en moyenne, entre 3 et 17 microgrammes de vapeurs de mercure dans son sang chaque jour. Cette exposition est faible, mais elle est beaucoup plus grande que l'exposition humaine moyenne qui provient de la teneur en mercure dans l'air ambiant que nous respirons.¹⁷⁴

Les études concernant les dangers potentiels causés par l'exposition au mercure provenant de l'amalgame dentaire ont abouti à des conclusions largement différentes. Certaines études ont découvert des évidences qui suggèrent que le mercure contenu dans l'amalgame dentaire pouvait entraîner de nombreux problèmes de santé y compris la néphrotoxicité, les changements de comportement neurologique, l'auto-immunité, le stress oxydatif, l'autisme, les altérations de la peau et des muqueuses. L'évidence a aussi été citée selon laquelle il existe un lien entre l'exposition au faible dose de mercure et le développement de la maladie d'Alzheimer et les scléroses en plaque. Les auteurs d'un article de la revue scientifique qui soutiennent ce point de vue insistent que d'autres études menées au sujet de l'amalgame dentaire ont des failles méthodiques importantes et que les taux de mercure dans le sang, l'urine, ou d'autres biomarqueurs ne reflètent pas la charge en mercure qui se trouvent dans les organes critiques. Les auteurs déclarent qu'il y a eu plusieurs tentatives dans lesquelles le retrait de l'amalgame dentaire a soulagé chez un nombre important de patients les plaintes

¹⁷¹ Ibid.

¹⁷² "About Dental Amalgam Fillings," U.S. Food and Drug Administration, <http://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/DentalProducts/DentalAmalgam/ucm171094.htm#1>.

¹⁷³ "Fact Sheet Mercury Use in Dental Amalgam," IMERC, 2010, http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/dental_amalgam.cfm.

¹⁷⁴ "Mercury," Chapter 6.9 in Air Quality Guidelines, WHO Regional Office for Europe, http://www.euro.who.int/document/aq/6_9mercury.pdf.

chroniques de façon permanente. Cet article de la revue conclut que «l'amalgame dentaire est un matériel non indiqué pour les raisons médicales, professionnelles et écologiques.»¹⁷⁵

Cependant, d'autres études dignes d'autorité ont abouties des conclusions différentes. Par exemple la «*US Food and Drug Administration*» (FDA) a révisé les évidences scientifiques disponibles permettant de déterminer si les faibles taux de vapeurs de mercure qui se trouvent dans l'amalgame dentaire constituent une cause d'ennuis. S'appuyant sur cette révision, la FDA a conclu que l'amalgame dentaire est sain pour les adultes et pour les enfants âgés de 6 ans et plus.¹⁷⁶ Suivant cette révision, en 2009, la FDA a mis à jour ses règlements régissant les amalgames dentaires. Les nouveaux règlements de la FDA classifient les amalgames dentaires comme présentant de risque modéré. La FDA recommande que les patients qui sont allergiques au mercure doivent être avertis au sujet de l'utilisation de l'amalgame dentaire. Elle recommande aussi que les matériels d'emballage d'amalgame dentaire portent des indications pour aider les dentistes et les patients à prendre des décisions en connaissance de cause. Ces indications devraient contenir les informations à propos de la preuve scientifique sur les bénéfices et les risques de l'amalgame dentaire, y compris les risques d'inhaler les vapeurs de mercure.¹⁷⁷

Réagissant par rapport aux préoccupations sanitaires et environnementales liées aux amalgames dentaires, son utilisation est en déclin aux Etats-Unis et en Europe de l'Ouest. (Les tendances au sujet de cette utilisation ne sont pas claires dans le reste du monde). En 2007, le Ministre Norvégien de l'Environnement a promulgué une directive interdisant l'utilisation du mercure dans les produits dentaires.¹⁷⁸ En 2009, la Suède a suivi cela, et a interdit l'utilisation de l'amalgame dentaire chez les enfants et a restreint leur utilisation chez les adultes dans les cas où il existe une raison médicale particulière pour son utilisation et où d'autres traitements ont été jugés insuffisants.¹⁷⁹ S'appuyant sur les évidences disponibles, l'Australie, l'Allemagne, la Ferlande, la Norvège, les Royaumes Unis, et la Suède ont conseillé aux dentistes d'éviter d'utiliser les amalgames dentaires contenant du mercure spécifiquement pendant la grossesse.¹⁸⁰

Aux Etats-Unis, l'utilisation des amalgames dentaires contenant du mercure est en déclin. Entre 2004 et 2007, la teneur en mercure dans les amalgames dentaires utilisées aux Etats-Unis déclinait presque de 50 pourcent de 27.5 tonnes métriques en 2004 à 15 tonnes métriques en 2007.¹⁸¹

Lorsque les dentistes utilisent les amalgames dentaires contenant du mercure, les déchets contenant du mercure qui entrent dans les égouts et le flux de déchets solides sont générés. Il

¹⁷⁵ J. Mutter et al., "Amalgam Risk Assessment with Coverage of References up to 2005," Institute for Environmental Medicine and Hospital Epidemiology, University Hospital Freiburg, <http://www.iaomt.org/articles/files/files313/Mutter-%20amalgam%20risk%20assessment%202005.pdf>.

¹⁷⁶ "About Dental Amalgam Fillings," FDA, cited above.

¹⁷⁷ "FDA Issues Final Regulation on Dental Amalgam," FDA, July 28, 2009,

<http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/Pressannouncements/ucm173992.htm>.

¹⁷⁸ "Minister of the Environment and International Development Erik Solhei Bans Mercury in Products," press release, December 21, 2007, <http://www.regjeringen.no/en/dep/md/press-centre/Press-releases/2007/Bans-mercury-in-products.html?id=495138>.

¹⁷⁹ "Dental Amalgam: Prohibition to Use Dental Amalgam," the Swedish Chemicals Agency (KemI), http://www.kemi.se/templates/Page___3151.aspx.

¹⁸⁰ Philippe Hujuel et al., "Mercury Exposure from Dental Filling Placement During Pregnancy and Low Birth Weight Risk," *American Journal of Epidemiology* (2005) 161 (8), p. 734-40, <http://aje.oxfordjournals.org/content/161/8/734.full>.

¹⁸¹ "Fact Sheet Mercury Use in Dental Amalgam," IMERC, cited above.

existe cependant une tendance croissante pour de nombreux cabinets de dentiste à récupérer et à recycler les déchets de mercure générés au cours de leurs pratiques, et certaines associations dentaires nationales ont établi des directives pour les meilleures pratiques de gestion des déchets d'amalgame dentaire.¹⁸²

Dans de nombreux pays, il est de pratique courante d'incinérer les corps. Dans un crématorium, l'amalgame dentaire est vaporisé et rejeté dans l'air. Il n'existe pas de statistiques véritables sur la quantité de mercure provenant des crémations qui est rejetée dans l'air globalement. Selon une estimation des années 1995 relative aux crémations aux Etats-Unis, environ 500 000 personnes étaient crémâtées et ceci a entraîné le rejet d'environ 125 tonnes métriques de mercure dans l'air.¹⁸³ La crémation est très répandue dans un nombre de pays, et cette pratique va sans cesse croissante dans d'autres pays. Dans certains cas, les amalgames dentaires sont retirés avant la crémation pour prévenir les émissions de mercure. Il existe, cependant des résistances culturelles à cette pratique. Les contrôles des émissions dans les crématoria peuvent aussi réduire les rejets de mercure, mais ces contrôles peuvent faire augmenter considérablement les coûts.

Il existe un argument irréfutable pour l'élimination progressive de l'utilisation des amalgames dentaires et de les remplacer par des alternatives plus saines. En le faisant, nous avons besoin des évaluations adéquates des alternatives proposées afin de nous assurer que les alternatives ayant leurs propres effets négatifs sur la santé ou l'environnement sont évitées.

7.8. Les Pesticides et les Biocides

Les composés inorganiques et organiques du mercure ont été tous deux utilisés comme des pesticides pour un nombre de fonctions. Ces composés ont été utilisés dans les traitements des semences, pour contrôler les algues et les écumes de défécation dans les tours de refroidissement, et dans les usines de pâte à papier et les papeteries, comme additifs dans les peintures marines et les peintures à eau et les revêtements, pour les mastics à greffer, dans la protection des semences de pommes de terre et des pommiers, pour les utilisations sur les étoffes et la buanderie et d'autres.¹⁸⁴

En Australie, le pesticide Shirtan, qui contient 120 g de mercure par litre sous la forme de chlorure méthoxyéthyl mercurique, est encore homologué pour usage comme fongicide pour contrôler la maladie de l'ananas sur les cultures de canne à sucre.¹⁸⁵ Le Pesticide Action Network (PAN) a établi une liste de 79 pesticides contenant du mercure sur ses bases de données sur les pesticides.¹⁸⁶

La convention de Rotterdam sur le Consentement Préalablement Informé identifie les utilisations de pesticide de mercure élémentaire et des composés de mercure dans la liste de son annexe III des substances chimiques qui ne peuvent pas être exportées vers un pays sans le consentement préalable informé du pays de destination. La convention identifie 44 composés de mercure dont l'usage en tant que pesticide a été restreint par les gouvernements.

¹⁸² "Best Management Practices for Amalgam Waste," American Dental Association, 2007, http://www.ada.org/sections/publicResources/pdfs/topics_amalgamwaste.pdf.

¹⁸³ "Use and Release of Mercury in the United States," U.S. EPA, 2002, p. 64-5, <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r02104/600r02104prel.pdf>.

¹⁸⁴ "Decision Guidance Documents: Mercury Compounds: Joint FAO/UNEP Programme for the Operation of Prior Informed Consent," 1996, www.pic.int/en/DGDs/MercuryEN.doc.

¹⁸⁵ "Shirtan Fungicide from Crop Care," <http://www.fatcow.com.au/c/Crop-Care-Australasia/Shirtan-Fungicide-From-Crop-Care-p18475>.

¹⁸⁶ PAN Pesticides Database: Chemicals Name Search, http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp.

Les composés de pesticides identifiés comprennent les composés du mercure inorganiques, les composés du mercure alkyle, les composés de mercure alkyloxyalkyle, et les composés du mercure aryle. L'Annexe liste aussi les formulations des composés de mercure sous forme de liquides, de poudres mouillables, de matériaux granulaires, de peintures au latex, des formulations intermédiaires, et les concentrés solubles.¹⁸⁷

Bon nombre de pesticides contenant du mercure ont été interdits et leur utilisation limitée à cause de leur toxicité aux êtres humains, leur capacité à contaminer les aliments et les produits alimentaires, et leur toxicité aux organismes aquatiques. Les cas les plus sévères de la toxicité par les pesticides contenant du mercure ont été associés à l'utilisation des composés du mercure comme traitement des semences qui ont été largement utilisés pour protéger les semences contre les infections cyptogamiques.

La première formulation commerciale pour le traitement des semences faite à base de mercure était un liquide appelé Panogen (guanidine méthyle de mercure). Elle a été développée en Suède en 1938 et a connu une utilisation répandue vers la fin des années 1940. Plus tard, une formule en poudre du méthyléthyl de mercure appelée Ceresan était développée et était utilisée largement pour traiter les petites graines. Les traitements des semences qui utilisaient des composés organomercuriques étaient très efficaces et coûtaient très moins chers à telle enseigne que plusieurs stations de traitement les appliquaient pour rien ou à vil prix lorsqu'un agriculteur apportait des semences à traiter. L'utilisation répandue des fongicides contenant du mercure a continué jusqu'aux années 1970, lorsque les restrictions ont commencé après plusieurs cas d'empoisonnement des personnes qui avaient consommé des graines traitées directement ou des personnes qui avaient consommé de la viande des animaux qui avaient consommé des graines traitées. L'utilisation des biofongicides contenant du mercure a été interdite dans plusieurs pays, mais elles pourraient rester en utilisation pour certaines applications dans certains pays.¹⁸⁸

Un cas d'empoisonnement sévère dû aux pesticides, parfois appelé la Catastrophe d'Empoisonnement par les Graines de Basra, s'est produit en 1971 au port de Basra en Iraq. Un chargement de 90 000 tonnes métriques d'orges Américain et de blé Mexicain prévus pour être utilisées comme des grains de semence sont arrivées au port. Les grains avaient été traités au mercure méthylé comme un antifongicide pour prévenir les pourritures. Ils devaient être remis aux planteurs et avaient des mises en garde imprimés sur les sacs en Anglais et en Espagnol. Cependant, ces langues n'étaient pas largement comprises dans cette ville portuaire, et une grande quantité était vendue dans cette localité comme aliments.¹⁸⁹ Il est estimé que comme conséquence de l'empoisonnement par le mercure, 10 000 personnes sont mortes et 10 000 autres ont eu des cerveaux sévèrement et définitivement endommagés.

Certaines autres applications du mercure comme un pesticide ou un biocide qui pourraient encore être en usage sont les suivantes :

- **Les produits additifs des peintures** : Les composés mercuriques phénylés et de l'acétate mercurique de phényle sont parfois ajoutés aux peintures comme des fongicides pour prévenir le développement des moisissures et les mildioccis. Ces

¹⁸⁷ "Annex III," Rotterdam Convention, <http://www.pic.int/home.php?type=t&id=29&sid=30>.

¹⁸⁸ D. E. Mathre, R. H. Johnston, and W. E. Grey, "Small Grain Cereal Seed Treatment," 2006, Department of Plant Sciences and Plant Pathology, Montana State University, <http://www.apsnet.org/edcenter/advanced/topics/Pages/CerealSeedTreatment.aspx>.

¹⁸⁹ Wikipedia entry on the Basra poison grain disaster, http://en.wikipedia.org/wiki/Basra_poison_grain_disaster.

peintures ne sont plus utilisées aux Etats-Unis et en Europe de l'Ouest, mais pourraient encore être utilisées dans d'autres régions.

- **Les usines de pâtes à papier et les papeteries :** L'acétate mercurique de phényle est parfois ajouté à la pâte au cours de la fabrication du papier comme un fongicide ou un myxobactéricide. Compte tenu du fait que la pâte à papier est chaude et riche en substances nutritives ; les champignons et les moisissures visqueuses peuvent pousser sur la pâte et obstruer les équipements sauf au car où ils sont contrôlés. D'importantes quantités d'acétate mercurique de phényle ont été utilisées à cette fin. Ceci peut contaminer à la fois l'évacuation d'eau de l'usine de pâte à papier et les produits de papier eux-mêmes. L'acétate mercurique de phényle a aussi été ajouté aux pâtes à papier emmagasinées pour l'expédition. Il existe peu d'informations disponibles permettant de dire si ces applications de mercure sont encore utilisées.
- **Les antibiotiques topiques:** Le mercurochrome et la Teinture de Merthiolate et certains autres antibiotiques topiques contiennent du mercure et sont utilisés à la fois pour les traitements chez les humains et les animaux dans le cas des pansements de la plaie. Ces antibiotiques sont encore utilisés, surtout pour les applications vétérinaires.

7.9 L'Utilisation du Mercure dans les Laboratoires et les Ecoles

Le mercure élémentaire aussi bien que les composés du mercure, les réactifs contenant du mercure, et les matériels contenant du mercure sont fréquemment trouvés à la fois dans les laboratoires scolaires et professionnels.

De nombreux cas d'empoisonnements sévères suite à la contamination par le mercure dans les écoles secondaires ont été signalés. Un cas saillant s'est produit en 2006 à St. Andrew's School en Paranaque, aux philippines. Dans cette école, les élèves avaient trouvé 50g de mercure prévus pour les expériences scientifiques et avaient commencé à jouer avec ce mercure. Suite à cela, environ 24 de ces élèves, âgés pour la plupart de 13 ans, sont allés à l'hôpital pour une surveillance stricte à cause de l'empoisonnement par le mercure. L'école est restée fermée pendant plusieurs mois pendant que les experts locaux et internationaux nettoyaient et décontaminaient le bâtiment.¹⁹⁰ En février 2010, l'un des élèves a déposé une plainte contre son enseignant et l'école pour la maladie incurable dont il était atteint à cause de l'empoisonnement par le mercure.¹⁹¹

Peu de temps après, le Département de l'Education des Philippines a fait sortir le Mémoire N°160, qui réitérait l'appel du Département de la Santé d'éliminer progressivement le mercure et les matériels contenant du mercure dans les établissements de santé et dans les établissements de soins. Le Département de la Santé avait aussi lancé un appel pour une révision des mesures de sécurité existantes dans les laboratoires scientifiques pour s'assurer que le mercure est exclu des substances couramment utilisées au cours des travaux pratiques dans les établissements scolaires. « *Ban Toxics* », Une ONG basée aux Philippines et membre d'IPEN avait contribué à amener le Département de l'Education des Philippines à rendre publique cet arrêté.¹⁹²

¹⁹⁰ "There's Something About Mercury," Philippine Center for Investigative Journalism, December 31, 2007, <http://pcij.org/stories/theres-something-about-mercury/>.

¹⁹¹ Private correspondence with a Philippine NGO leader.

¹⁹² Ibid.

Un autre cas saillant s'est produit en 2009 à « the Agua Frid High School » en Arizona aux Etats-Unis. Les enseignants dans cette école étaient entrain d'utiliser du mercure pour une leçon sur la densité. Deux élèves ont trouvé une grande bouteille de mercure sur une étagère qui se trouvait à côté de leurs tables-bancs, ils l'ont ouverte, et ont commencé à jouer avec le mercure qu'elle contenait, et sont rentrés à la maison avec une certaine quantité. Enfin de compte, la contamination par le mercure se trouvait non seulement à l'école, mais aussi dans un bus scolaire, dans plusieurs domiciles, et sur les effets personnels de plusieurs élèves. Plusieurs centaines d'élèves et de personnels enseignants étaient exposés, le nettoyage a coûté USD \$800 000 au district scolaire, et le superintendant d'écoles a démissionné.¹⁹³

Les histoires racontées ci-dessus sont justes deux exemples très directs d'un type d'exposition par le mercure qui est tout à fait très courant. Les écoles secondaires n'ont pas besoin de faire des expériences et des démonstrations dans lesquelles le mercure est utilisé. Cette pratique doit être interdite. Si un établissement scolaire, un laboratoire, ou autres installations ont déjà eu à utiliser le mercure dans le passé, le mercure accumulé pourrait toujours être présent dans les siphons de sol ou les siphons d'évier même après que la pratique soit arrêtée et ceci pourrait être une source de préoccupation.¹⁹⁴

Certains usages du mercure dans les laboratoires pourraient être appropriés lorsque les chimistes professionnels ou les élèves de niveau avancés en chimie dans les laboratoires des universités les exécutent. Toutefois, nous pouvons et devrions éliminer ou réduire au maximum l'utilisation du mercure dans les laboratoires parce que les bonnes alternatives peuvent réellement remplacer de nombreuses utilisations du mercure élémentaire, des composés du mercure, et les matériels contenant du mercure. Par exemples, les laboratoires utilisent parfois un appareil rempli de mercure pour maintenir une atmosphère inerte sur une réaction et pour prévoir une soupape de surpression. Les matériels de laboratoire semblables remplis d'huile minérale sont disponibles, et les laboratoires devraient plutôt utiliser ceux-ci.¹⁹⁵ Les laboratoires peuvent aussi passer outre l'utilisation de plusieurs autres matériels et appareils contenant du mercure. Certains laboratoires utilisent l'amalgamation contenant du zinc de mercure comme un réducteur mais, encore, de bonnes alternatives sont couramment disponibles.¹⁹⁶ Le mercure est souvent aussi présent dans les produits chimiques de laboratoire et les réactifs, plusieurs desquels ont de bonnes alternatives.

Certains laboratoires des hôpitaux et d'autres laboratoires ont décidé de ne pratiquement pas utiliser de mercure, Ceux qui souhaitent faire cela devraient lire les étiquettes sur les emballages, les fiches de données de sécurité (FDS), et les notices qui viennent avec les réactifs. Ceux-ci permettront d'identifier les composés du mercure ajoutés intentionnellement dans les réactifs. Cependant, les (FDS) ne pourront pas généralement identifier le mercure ajouté de façon non intentionnelle dans les produits chimiques de laboratoire si la quantité est inférieure à 1 pourcent. C'est ainsi parce que les fabricants ne sont pas souvent tenus de citer les composants dangereux d'un produit si ces composants y sont à des concentrations inférieures à un certain taux. Cependant, les laboratoires et les hôpitaux peuvent chercher à savoir auprès des représentants commerciaux et des fabricants de produits si leurs produits

¹⁹³ "How School's Huge Mercury Cleanup Unfolded," *The Arizona Republic*, November 29, 2009, <http://www.azcentral.com/arizonarepublic/news/articles/2009/11/29/20091129mercuryspill1129.html>.

¹⁹⁴ "How Do Schools Become Polluted by Mercury?" Minnesota Pollution Control Agency, <http://www.pca.state.mn.us/index.php/topics/mercury/mercury-free-zone-program/mercury-free-zone-program.html?menuid=&missing=0&redirect=1>.

¹⁹⁵ "The Glassware Gallery: Bubblers, Lab and Safety Supplies," <http://www.ilpi.com/inorganic/glassware/bubbler.html>.

¹⁹⁶ Wikipedia entry on reducing agents, http://en.wikipedia.org/wiki/Reducing_agent.

contiennent du mercure et peuvent réclamer un certificat des analyses ou d'autres données sur la teneur en mercure des produits de laboratoire.¹⁹⁷

7.10 : Les Produits Cosmétiques

Les produits cosmétiques tels que les crèmes, les laits de toilette et les savons de toilette sont parfois commercialisés avec la promesse que leur utilisation rendra la couleur de la peau plus claire ou éliminera tous les points noirs. Ces produits contiennent souvent du mercure sous la forme de chlorure mercurique et/ou le mercuriammonium. Tous ces deux composés du mercure sont cancérigènes. Les produits de beauté éclaircissants qui ne contiennent pas de mercure contiennent souvent de l'hydroquinone ($C_6H_6O_6$), qui est aussi très toxique.¹⁹⁸

En général, le plus de mélanine que l'on possède sur sa peau détermine la noirceur de celle-ci. Les produits cosmétiques qui contiennent des composés du mercure ou de l'hydroquinone initialement font en sorte que la peau soit éclaircie en empêchant la production de la mélanine. Cependant, à long terme ces produits rendent la peau tachetée, qui en retour pourrait pousser la personne de l'utiliser beaucoup plus pour essayer de rendre la couleur plus uniforme. Les produits cosmétiques contenant du mercure ont été interdits dans beaucoup de pays, mais ils restent souvent disponibles comme des articles vendus clandestinement. Ils semblent être particulièrement très utilisés dans de nombreux pays asiatiques et africains.¹⁹⁹

Une étude suggère que plusieurs femmes dans les pays africains utilisent ces produits régulièrement, dont 25 pourcent des femmes au Mali, 77 pourcent des femmes au Nigéria, 27 pourcent des femmes au Sénégal, 35 pourcent des femmes en Afrique du Sud, et 59 pourcent des femmes au Togo. Au cours d'une enquête réalisée en 2004, 38 pourcent des femmes à Hong-kong, en Corée, en Malaisie, aux Philippines et en Taiwan indiquaient qu'elles utilisent des produits éclaircissants. Plusieurs femmes utilisent ces produits pendant de longues périodes, parfois pendant plus de 20 ans.²⁰⁰

En 1999, le Bureau Kenyan des Normes (the Kenya Bureau of Standards) a fait sortir une note publique pour informer et éduquer les consommateurs au sujet des effets dangereux du mercure, de l'hydroquinone, et des préparations hormonales et des agents oxydants qui sont contenus dans certains produits cosmétiques vendus sur le marché. En 2004, l'« Indonesian Food and Drug Control Agency » (BPOM) a publié une mise en garde contre 51 produits de beauté contenant du mercure. Beaucoup étaient des produits importés, mais en 2006, la police a confisqué 200 cartons de produits cosmétiques provenant d'une petite société de fabrication à Jakarta-Ouest. En 2005, le « New York City's Department of Health and Mental Health » a publié une alerte médicale recommandant aux New Yorkais d'arrêter immédiatement l'utilisation de toute crème et tout savon éclaircissants sur l'étiquette desquels le mercure est listé comme l'un des ingrédients de même cette recommandation étant valable pour n'importe quels produits cosmétiques dont la liste des ingrédients ne figurent pas sur l'étiquette.²⁰¹

¹⁹⁷ "Mercury in Health Care Lab Reagents," Minnesota Technical Assistance Program, <http://www.mntap.umn.edu/health/92-mercury.htm>.

¹⁹⁸ Super Jolly, "Skin Lightening Products..." Black History 365, http://www.black-history-month.co.uk/articles/skin_lightening_products.html.

¹⁹⁹ Ibid.

²⁰⁰ "Mercury in Products and Wastes," UNEP Mercury Awareness Raising Package, http://www.chem.unep.ch/mercury/awareness_raising_package/C_01-24_BD.pdf (note: reference to the actual studies and surveys were not provided in the UNEP document).

²⁰¹ Ibid.

Une étude menée par les ONGs du réseau IPEN a établi que le mercure est utilisé dans plusieurs produits éclaircissants vendus au Mexique. Parmi les sept produits analysés, quatre contenaient des quantités détectables de mercure, avec l'un d'eux contenant 1325 parties pour million (ppm). Tous ces produits testés sont venus avec une liste de leurs ingrédients, mais aucun n'avait cité le mercure comme l'un de ses ingrédients.²⁰²

Un journal de Chicago a fait tester les crèmes éclaircissantes vendues dans les boutiques dans de sa localité et les résultats ont établi que six de ces crèmes contenaient du mercure à des taux qui violaient la loi fédérale des Etat-Unies. Ces six crèmes provenaient de la Chine, de l'Inde, du Liban, et du Pakistan, et certaines étaient vendues dans les boutiques qui ravitaillaient spécifiquement ces communautés d'immigrants. Cinq de ces crèmes contenaient plus de 6000 ppm de mercure et l'une d'elles, fabriquée au Pakistan, contenait presque 30 000 ppm de mercure. Ce produit était une crème blanche étiquetée sous le nom de «Stillaman's Skin Bleach Cream», le propriétaire de cette boutique avait été entendu dire que cette crème se trouve en sa possession parce que le produit est très utilisé au Pakistan.²⁰³

Jusqu'en 2010 la «Food and Drug Administration» des Philippines avait interdit 23 produits éclaircissants importés que l'agence avait décrit comme étant «imminemment préjudiciables, malsains, ou dangereux» parce qu'ils contenaient des impuretés et les contaminants au-delà des limites réglementaires. En ce qui concerne le mercure, le seuil tolérable est de 1 ppm.

Une directive de l'Union Européenne de 2000 stipule que le mercure et ses composés pourraient ne pas être inclus comme ingrédients dans les cosmétiques, y compris les savons de toilettes, les laits, les shampoings et les produits de blanchiment (à l'exception des sels mercurique de phényle qui sont utilisés pour la conservation des produits de maquillage des yeux et des produits pour le démaquillage des yeux en des concentrations ne dépassant pas 0.007 pourcent au poids pondéral).²⁰⁴

Malgré le fait que plusieurs juridictions ont des lois interdisant l'utilisation des crèmes de toilette et les savons de toilettes contenant du mercure, le plupart a eu des difficultés pour faire respecter ces lois.

Peu de juridictions ont interdit l'usage de petites quantités de composés du mercure dans les produits de maquillage tels que les mascaras, et le mercure se trouve encore largement dans ces produits. Les composés du mercure sont utilisés dans les produits de maquillage pour tuer les microbes et pour la préservation, et ils font que ces produits durent longtemps.²⁰⁵ Bien que certains fabricants aient oté le mercure de certains produits mascara par rapport à la demande des consommateurs, la plupart des juridictions permettent encore la vente des produits de maquillage dans lesquels les composés du mercure sont ajoutés. Une exception est l'Etat de Minnesota aux Etat-Unies, où une loi qui a pris effet en 1998 a interdit totalement

²⁰² "Market Analysis of Some Mercury-Containing Products and Their Mercury-Free Alternatives in Selected Regions," conducted by IPEN, Arnika and GRS, 2010, <http://www.ipen.org/ipenweb/documents/ipen%20documents/grs253.pdf>.

²⁰³ "Some Skin Whitening Creams Contain Toxic Mercury, Testing Finds," *Chicago Tribune*, May 19, 2010, <http://www.chicagotribune.com/health/ct-met-mercury-skin-creams-20100518,0,7324086,full.story>.

²⁰⁴ "Mercury in Products and Wastes," UNEP Mercury Awareness Raising Package, cited above.

²⁰⁵ "Mercury... In Your Mascara?" Planet Green, <http://planetgreen.discovery.com/food-health/mercury-mascara.html>.

tout ajout de mercure intentionnel dans les cosmétiques, y compris les mascaras et les eye-liners.²⁰⁶

7.11 L'Utilisation du Mercure en Médecine

Les médecins ont souvent utilisé les composés du mercure comme médicaments.

Le Calomel (le chlorure mercureux)

Les médecins ont utilisé le chlorure de mercureux (Hg_2Cl_2), ou le Calomel, depuis au moins le seizième siècle pour traiter le paludisme et la fièvre jaune. Une préparation appelée le «chocolat des vers, ou le candy des vers» était donnée aux malades infestés de vers intestinaux.²⁰⁷ Tout au long du dix-neuvième siècle et au début du vingtième siècle, plusieurs médecins ont continué d'utiliser le Calomel comme un stimulant purgatif, cathartique et du foie.²⁰⁸ Les parents donnaient fréquemment des poudres de dentition contenant du calomel aux bébés.²⁰⁹

Les médecins ont continué à recommander l'utilisation du Calomel jusqu'au cours des années 1950 aux États-Unis, aux Royaume-Unis et partout ailleurs pour le traitement des troubles de dentition chez l'enfant et la constipation. L'exposition au mercure suite à l'ingestion du Calomel a souvent causé une maladie infantile et de l'enfance banale appelée acrodynie, ou «pink disease». Aussi lointain qu'en 1950, l'acrodynie était responsable de plus de 3 pourcent des hospitalisations en pédiatrie dans les hôpitaux de Londres. Les statistiques officiels ont enregistré que plus de 585 enfants sont morts de suite à l'acrodynie entre 1939 et 1948 en Angleterre et dans les Pays de Galles.²¹⁰ Le calomel n'était pas exclu de la Pharmacopée Britannique jusqu'en 1958. Dans son édition de 1967, la «*United States Dispensatory and Physicians' Pharmacology*» avait listé le calomel comme un médicament et non comme un poison. Après l'arrêt d'utilisation du calomel chez les enfants, l'acrodynie a pratiquement disparu.²¹¹

L'Utilisation Pharmaceutique du Calomel dans les Pays Occidentaux

Dans la tradition médicale des pays occidentaux, les médecins prescrivaient l'usage du Calomel et d'autres composés du mercure à leurs patients jusqu'au vingtième siècle. Ce qui suit est un extrait des usages pharmacologiques du Calomel tiré de *l'Encyclopédie Britannica* édition de 1911.

«Le calomel possède certaines propriétés et importances en médecine.... Le Calomel exerce des actions discrètes sous la forme de chlorure mercureux. La valeur spécifique du chlorure mercureux est qu'il exerce les propriétés valables du chlorure mercureux de la manière la plus saine et la moins irritante, étant donné que le sel actif est généré continuellement et fraîchement en petites quantités ...

«Sur le plan extérieur le sel [Calomel] n'a aucun avantage particulier par rapport

²⁰⁶ "Mercury in Mascara? Minnesota Bans It," MSNBC, December 14, 2007, <http://www.msnbc.msn.com/id/22258423/>.

²⁰⁷ "Unregulated Potions Still Cause Mercury Poisoning," *Western Journal of Medicine*, July 2000, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1070962/>.

²⁰⁸ *Columbia Encyclopedia* on mercurous chloride, <http://www.answers.com/topic/calomel-1>.

²⁰⁹ "The History of Calomel as Medicine in America," The Weston A. Price Foundation, 2009, <http://www.westonaprice.org/environmental-toxins/1446>.

²¹⁰ "Unregulated Potions Still Cause Mercury Poisoning," *Western Journal of Medicine*, cited above.

²¹¹ "The History of Calomel as Medicine in America," The Weston A. Price Foundation, cited above.

aux autres composés du mercure..... Sur le plan intérieur le sel est administré en doses --pour un adulte d'une moitié graine à cinq graines. C'est un excellent laxatif, agissant surtout sur la partie supérieure de l'intestin, et causant une légère augmentation des sécrétions intestinales. L'action stimulante se produisant très haut dans le canal (duodénum et jéjunum), il est bien de faire suivre une dose de Calomel par un purgatif salin quelques heures après....

«Le sel [Calomel] est souvent utilisé dans le traitement de la syphilis, mais il est certainement moins utile que certains autres composés du mercure. Il est aussi utilisé pour la fumigation; le malade s'assoit nu et est recouvert d'une couverture, sur un tabouret en bambou, en dessous duquel sont volatilisées vingt graines de calomel avec une lampe à alcool; dans environ vingt minutes le Calomel est effectivement absorbé par la peau».²¹²

Le Mercurochrome

L'antiseptique appelé mercurochrome est encore vendu dans les pharmacies dans plusieurs pays et est appliqué sur les incisions et les plaies pour prévenir les infections. Cet antiseptique est commercialisé sous plusieurs autres noms y compris le Merbromine sodique, le sodium mercuréscein, l'Asceptichrone, le Supercrome, le Brocasept, et le Cinfacromin. Le produit commercial contient ordinairement, 2 pourcent de composé du mercure/composé bromé le merbromine sodique ($C_{20}H_2Br_2Hg Na_2 O_6$) mélangé avec de l'eau ou de l'alcool.

Le mercurochrome n'est plus vendu en détail aux Etats-Unis à cause des préoccupations au sujet de sa toxicité par le mercure, mais de grandes quantités de merbromine sodique peuvent encore être achetées dans des magasins d'approvisionnement en substances chimiques aux Etats-Unis. Cet antiseptique contenant du mercure est encore largement vendu et utilisé à la fois pour les applications humaines et vétérinaires en Australie et dans beaucoup d'autres pays.

Les Remèdes Traditionnels contenant du Mercure

Le cinabre (un minéral naturel qui contient le sulfure de mercure) a été utilisé dans la médecine traditionnelle chinoise pendant de milliers d'années comme un ingrédient dans de différents remèdes. Il est parfois aussi appelé *Zhu sha* ou «China Red». Selon la *Pharmacopoeia of China*, quarante remèdes traditionnels contenant du Cinabre sont encore en usage là-bas. Une étude suggère que parce que le cinabre est insoluble dans l'eau et faiblement absorbé dans la paroi gastro-intestinale, il présente moins de toxicité que les autres formes de mercure, malgré le fait que les utilisateurs à long terme pourraient avoir les maladies du rein. Qu'à cela ne tienne, les auteurs de l'étude indiquent que la raison fondamentale pour laquelle le Cinabre continue à être inclue dans les médecines traditionnelles chinoises reste à être complètement justifiée.²¹³ Un site internet qui vend le *Zhu sha* comme médicament se vante qu'il apaise l'esprit et traite l'irritabilité, l'insomnie et les rêveries aussi bien que l'angine et le chancre.²¹⁴

²¹² 1911 edition of the *Encyclopedia Britannica* entry on Calomel, <http://www.1911encyclopedia.org/Calomel>.

²¹³ Jie Liu et al., "Mercury in Traditional Medicines: Is Cinnabar Toxicologically Similar to Common Mercurials?" *Experimental Biology and Medicine*, 2008, <http://ebm.rsmjournals.com/cgi/content/full/233/7/810>.

²¹⁴ Cinnabar (*Zhu Sha*), TCM China, <http://www.tcm-treatment.com/herbs/0-zhusha.htm>.

Dans le passé, le calomel était aussi utilisé dans la médecine traditionnelle chinoise, mais ces usages, ont été dans une large mesure remplacés par les thérapies plus saines. Aucun médicament chinois consommé oralement contenant du calomel n'est de nos jours listé dans la Pharmacopée de Chine.²¹⁵

Il existe une longue tradition d'ingestion du mercure pour les raisons médicinales dans la pratique Ayurveda Indienne et dans l'alchimie tantric et Siddha. Le Vagbhatta, qui vient du sixième siècle C.E, recommande les usages internes du mercure pour les fins thérapeutiques le voyageur Italien Marco Polo, qui avait visité l'Inde vers la fin du treizième siècle, selon les dire avait rencontre les Yogis qui avaient vécu pendant longtemps et avaient mené une vie saine parce qu'ils consommaient une boisson faite à base de mercure et de soufre. Les médicaments traditionnels indiens appelés *kajjali et rasasindoor*, qui contiennent des mélanges de mercure et de soufre, sont encore utilisés pour traiter les diabètes, la maladie du foie, l'arthrite et les maladies respiratoires.²¹⁶

Selon certaines sources d'informations, les capsules contenant du mercure connues sous le nom *Azogue* sont encore vendues au Mexique dans les boutiques religieuses pour usage comme remède contre l'indigestion, les troubles gastro-entériques (empacho).²¹⁷

Le thiomersal

Le thiomersal, nommé à la suite du nom thimerosal en Amérique du Nord, est un composé contenant du mercure qui est utilisé pour prévenir le développement des bactéries et des champignons. D'autres noms de ce composé sont : le merthiolate, le mercuriothiolate, l'acide éthylmercurithiosalicylique, et Le sodium 2- zethylmercuriothio-benzoate. la formule chimique du thiomersal est $C_9H_9HgNaO_2S$.²¹⁸

Le thiomersal est largement utilisé dans les vaccins et pourrait être aussi utilisé dans certaines autres applications médicales telles que les tests cutanés, les gouttes ophtalmiques et nasales, et les flacons contenant des solutions à usage multiples telles que celles utilisées dans les lentilles de contact. IL pourrait aussi être utilisé dans les encres de tatouage.²¹⁹ Aux Etats-unis, les fabricants des solutions pour les lentilles de contact ont arrêté volontairement l'utilisation du thiomersal dans ces produits avant 2000. Toutefois, cette pratique pourrait continuer dans d'autres pays.

Le thiomersal est parfois présent dans les flux de déchets provenant des hôpitaux, des laboratoires d'analyse et dans les industries pharmaceutiques, et ceci pourrait conduire à la nécessité de la décontamination de l'environnement.²²⁰

L'usage du thiomersal dans les vaccins pour enfant est devenu un sujet de controverse.

²¹⁵ Jie Liu et al., "Mercury in Traditional Medicines," cited above.

²¹⁶ Ayurveda Under the Scanner, *Frontline*, April 2006,

<http://www.thehindu.com/fline/fl2307/stories/20060421004011200.htm>.

²¹⁷ "Cultural Uses of Mercury," UNEP Mercury Awareness Raising Package,

http://www.chem.unep.ch/mercury/awareness_raising_package/G_01-16_BD.pdf.

²¹⁸ "Exposure to Thimerosal in Vaccines Used in Canadian Infant Immunization Programs," Public Health Agency of Canada, 2002, <http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-rmtc/02vol28/dr2809ea.html>.

²¹⁹ Wikipedia entry on thiomersal, <http://en.wikipedia.org/wiki/Thiomersal>.

²²⁰ "Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water," U.S. EPA Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, cited above.

Les Vaccins contenant du Thiomersal

Certains vaccins ne contiennent pas de thiomersal. Ceux-ci incluent plusieurs vaccins à dose unique et les vaccins pour lesquels le thiomersal pourrait interférer avec l'efficacité du vaccin. Dans certains vaccins, le thiomersal est utilisé au cours du processus de production mais n'est pas ajouté au produit final. Ces vaccins contiennent généralement des quantités en trace de thiomersal de moins de 0.5 microgrammes par dose. Certains autres vaccins contiennent du thiomersal qui a été ajouté au produit final pour prévenir la contamination par les micro-organismes. Ces vaccins ont généralement des concentrations de thiomersal situées entre 10 microgrammes et 50 microgrammes par dose.²²¹

Le thiomersal est parfois ajouté aux vaccins au cours de la fabrication pour prévenir la prolifération microbienne. Cependant, avec les changements survenus dans la technologie de production, la nécessité d'ajouter les conservateurs au cours du processus de production a baissé. Le thiomersal est ajouté aux flacons à dose multiples des vaccins pour prévenir que les vaccins ne deviennent contaminés par la pathogènes lorsque de nombreuses seringues sont plongées dans le même flacon. Par exemple, il y a eu un cas avant que les vaccins ne contiennent des conservateurs, où les enfants vaccinés sont morts après avoir été injectés avec un vaccin contaminé avec les bactéries staphylocoques vivants. Une Commission Royale Britannique a fait des investigations sur l'incident et a recommandé que les produits biologiques dans lesquels le développement des organismes pathogènes est possible ne devraient pas être livrés dans les flacons pour un usage répété à moins qu'il ait une concentration suffisante d'un antiseptique (conservateur) pour arrêter la croissance bactérienne. L'utilisation d'un conservateur dans les vaccins multi-dose est maintenant la pratique qui est acceptée au niveau international.²²²

Vers la fin des années 1990, suite à un nouveau mandat législatif et les inquiétudes des parents, le Secrétariat d'Etat Américain aux Produits Alimentaires et Pharmaceutiques(FDA) avait commencé à mener une enquête sur le thiomersal contenu dans les vaccins. Le FDA a découvert qu'à partir de l'âge de six mois, un nourrisson aux Etats-Unis pourrait avoir reçu jusqu'à 187.5 microgrammes de mercure provenant des vaccins contenant du thiomersal.* En 1999, Réagissant à ces découvertes, les «U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) et l'American Academy of Pediatrics (AAP) ont fait sortir une mise en garde conjointe. Ils ont demandé aux entreprises pharmaceutiques d'ôter le thiomersal des vaccins, aussi vite que possible et, dans l'intérim, ils demandent aux médecins de retarder la dose à la naissance du vaccin contre l'hépatite B chez les enfants qui ne couraient pas les risques d'hépatite.²²³ Cette déclaration était basée sur les précautions et les évidences selon lesquelles le méthyle de mercure et plusieurs autres composés du mercure ont été approuvés comme étant des neurotoxines. A cette date, cependant, il y avait eu peu si non aucune étude portant sur l'éthyle de mercure et aucune étude qui indiquait le danger causé sur les bébés par l'exposition aux vaccins qui contenaient du thiomersal.

²²¹ "Thiomersal and Vaccines: Questions and Answers," World Health Organization, 2006, http://www.who.int/vaccine_safety/topics/thiomersal/questions/en/.

²²² "Thimerosal in Vaccines," U.S. Food and Drug Administration, <http://www.fda.gov/BiologicsBloodVaccines/SafetyAvailability/VaccineSafety/UCM096228#thi>.

* The infant could receive as much as 75 micrograms from three doses of the diphtheria-tetanus-pertussis vaccine; 75 micrograms from three doses of the Haemophilus influenzae type b vaccine, and 37.5 micrograms from three doses of the hepatitis B vaccine.

²²³ Paul A. Offit, "Thimerosal and Vaccines—A Cautionary Tale," *The New England Journal of Medicine*, 2007, <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp078187>,

En 1999, l'European Agency for the Evaluation of Medicinal Products (EMA) a aussi publié une déclaration sur le thiomersal contenu dans les vaccins pour enfant. L'EMA a conclu qu'il n'y avait aucune preuve de dommages causés sur les enfants par le taux de thiomersal contenu dans les vaccins utilisés en ce moment. L'EMA, pourtant, a aussi appelé à une action préventive telle que la promotion de l'utilisation généralisée des vaccins ne contenant pas de thiomersal et d'autres conservateurs contenant du mercure et d'œuvrer pour l'élimination de ces conservateurs par les fabricants.²²⁴

Depuis 1999, la controverse au sujet du thiomersal contenu dans les vaccins a continué et s'est intensifié. De nombreux parents ont cru que l'exposition précoce au thiomersal contenu dans les vaccins contribue à l'autisme et autres troubles de développement du cerveau. Ceci semble être favorisé en partie par les hausses dramatiques de l'incidence de l'autisme dans les années 1980 et 1990. En plus, une prise de conscience croissante du fait que le mercure est une neurotoxine grave a fait en sorte que de nombreux parents se demandent pourquoi le mercure devait être injecté sur leurs nourrissons. Les groupes de parents et d'autres ont cité les études dans les livres qu'ils prétendent soutenir ou suggérer une connexion entre le thiomersal et l'autisme. Ces revendications sont pourtant en discussion.²²⁵

La communauté médicale rejette en bloc la conclusion d'un lien existant entre le thiomersal et les troubles neurologiques de l'enfance. En 2004, la « *U.S. Institute of Medicine's Immunization Safety Review Committee* » a sorti un rapport examinant l'hypothèse selon laquelle les vaccins sont causes de l'autisme.²²⁶ Ce rapport a conclu que l'ensemble des preuves favorise le rejet d'une relation de cause à effet entre les vaccins contenant du thiomersal et l'autisme. A cet effet et d'après des études les plus récentes en épidémiologie l'« *European Medicines Agency Committee for Human Medicinal Products* », en 2004 a conclu qu'il n'y a pas de relation entre les vaccins contenant du thiomersal et les troubles de croissance neurologiques spécifiques.²²⁷ De même, la « *Commission on Human Medicine* » du Royaume-Uni a pris la même position sauf qu'elle a pris en considération l'existence d'un petit risque de réactions d'hypersensibilité telles que les éruptions cutanées ou la tuméfaction locale à l'endroit de la piqûre.²²⁸ Aussi le Comité Consultatif Mondial pour la Sécurisation des Vaccins de l'Organisation Mondiale de la Santé a conclu qu'il n'existe actuellement aucune évidence au sujet de la toxicité par le mercure suite à l'exposition au thiomersal contenu dans les vaccins pour les nourrissons, les enfants, ou les adultes.²²⁹

L'importance de la vaccination pour la prévention de la maladie est bien documentée. Les préoccupations au sujet des effets secondaires des vaccinations ont, dans certains pays

²²⁴ Gary L. Freed et al., "Policy Reaction to Thimerosal in Vaccines: A Comparative Study of the United States and Selected European Countries," Gates Children's Vaccine Program, http://www.path.org/vaccineresources/files/thimerosal_decision.pdf.

²²⁵ Wikipedia entry on thiomersal controversy, http://en.wikipedia.org/wiki/Thiomersal_controversy.

²²⁶ "Thimerosal in Vaccines," U.S. Food and Drug Administration, <http://www.fda.gov/biologicsbloodvaccines/safetyavailability/vaccinesafety/ucm096228.htm>.

²²⁷ Thiomersal— Frequently Asked Questions, Irish Health Protection Surveillance Centre, <http://www.ndsc.ie/hpsc/A-Z/VaccinePreventable/Vaccination/Thiomersal/Factsheet/File,3948,en.pdf>.

²²⁸ "Thiomersal (Ethylmercury) Containing Vaccines," U.K. Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency, 2010, <http://www.mhra.gov.uk/Safetyinformation/Generalsafetyinformationandadvice/Product-specificinformationandadvice/Thiomersal%28ethylmercury%29containingvaccines/index.htm>.

²²⁹ "Thiomersal and Vaccines: Questions and Answers," World Health Organization, cited above.

developpés, causé une baisse du taux de vaccination, et ceci a contribué à l'écllosion de la rougeole et d'autres maladies en plus d'une augmentation des complications graves. Il existe, alors, d'importantes inquiétudes au sein de la communauté médicale et partout ailleurs que des controverses au sujet des vaccins contenant du thiomersal pourraient avoir de graves conséquences sur la santé des enfants.

Plusieurs pays industrialisés semblent avoir adopté l'usage des vaccins à dose unique et sont entrain d'éliminer progressivement les vaccins contenant du thiomersal. Faire ceci au niveau international pourrait prendre du temps à cause des défis liés à la substitution des vaccins à dose multiple par les vaccins à dose unique. Il y a aussi des défis liés au changement de la formulation d'un vaccin homologué. Remplacer le thiomersal par une alternative ne contenant pas de mercure au cours de la production ou ne pas ajouter le thiomersal dans le produit final exigera généralement des recherches et développement de même qu'un nouveau processus d'homologation avec une série d'essais précliniques et cliniques.²³⁰ Une fois de plus, les progrès ont été faits.

Selon une fiche signalétique provenant d'une coalition des ONG Européennes, le Laboratoire Central National du Système Danois de la Santé n'a pas utilisé le thiomersal dans les vaccins destinés aux enfants depuis 1992. Le Programme Suédois de Vaccination des Enfants n'a pas utilisé les conservateurs faits à base de mercure dans les vaccins depuis 1994. Et le Département de la Santé des Royaumes Unis avait annoncé en 2004 qu'il n'utilisera plus le thiomersal dans les vaccins pour bébé.²³¹ Aux Etats-Unis, presque tous les vaccins courants recommandés pour les nourrissons sont disponibles seulement en des formules ne contenant pas de thiomersal ou en formules qui contiennent moins d'un microgramme de thiomersal par dose. La seule exception est le vaccin inerte contre la grippe qui est surtout disponible pour usage pédiatrique aux Etats-Unis sous une préparation qui ne contient pas de thiomersal. Cependant, certaines autres préparations de ce vaccin qui ne contient soit aucun thiomersal ou qui contient juste des traces de thiomersal sont aussi disponibles.²³²

La situation est très différente dans les pays en voie de développement, avec une petite impulsion apparente pour l'élimination progressive du thiomersal des vaccins dans la plupart des pays. Dans plusieurs pays, il est difficile ou impossible de mobiliser les ressources nécessaires pour l'immunisation de tous les nourrissons et les enfants, et ceci a suscité des questions concernant la réorientation des ressources pour l'élimination progressive des vaccins contenant du thiomersal.²³³

La substitution des vaccins contenant du thiomersal par les alternatives dépourvues de mercure pourrait être particulièrement problématique dans les pays où les vaccins fabriqués sur place contiennent du thiomersal et sont très moins coûteux que les vaccins de substitution importés dépourvus de thiomersal. Une autre considération importante est de savoir si les vaccins utilisés pour les immunisations sont offerts dans les flacons à dose unique ou dans les flacons à dose multiples. Dans plusieurs cas, il est important que les flacons à doses multiples contiennent un conservateur comme le thiomersal pour protéger

²³⁰ Ibid.

²³¹ "Mercury and Vaccines Fact Sheet," Stay Healthy, Stop Mercury Campaign, 2006, http://www.env-health.org/IMG/pdf/Mercury_and_vaccines.pdf.

²³² "Thiomersal and Vaccines: Questions and Answers," World Health Organization, cited above.

²³³ Mark Bigham, "Thiomersal in Vaccines: Balancing the Risk of Adverse Effects with the Risk of Vaccine-Preventable Disease," *Drug Safety*, 2005, <http://adisonline.com/drugsafety/pages/articleviewer.aspx?year=2005&issue=28020&article=00001&type=abstract>.

contre la contamination des seringues multiples qui sont introduites dans le flacon. L'usage du conservateur est moins important lorsqu'un flacon à dose unique est utilisé. L'OMS maintient que fournir les vaccins dans les flacons à dose unique exigerait une augmentation significative dans la capacité de production et serait accompagné d'un coût élevé. L'OMS indique également que les flacons à dose unique nécessitent significativement une plus grande chambre froide et ils augmentent les besoins de transport. Parce que l'OMS a défini que plusieurs pays en voie de développement ont une capacité de production et des infrastructures insuffisantes pour le transport des vaccins et de leur stockage dans des conditions de chaîne de froid, elle a conclu que les dépenses supplémentaires et les surcharges rendent impossibles l'accès aux flacons des vaccins à dose unique pour la majorité des pays.^{234 235}

Malgré le fait que l'OMS et certains autres organismes présentent des arguments solides contre les actions pour éliminer le thiomersal dans les pays en voie de développement, plusieurs ONG et les organisations de la société civile ne sont pas d'accord avec cela comme une perspective à long terme. Elles sont conscientes du fait que la communauté médicale internationale a été souvent lente pour reconnaître les dommages causés sur la santé humaine par des expositions à de faibles doses aux autres substances toxiques. Par exemples, aussi récemment que dans les années 1960, la communauté médicale n'a pas encore mené des études ou ne possède pas de données montrant clairement que les enfants dont les taux de plomb dans le sang étaient aussi élevés que 50 microgrammes par décilitre souffraient de l'empoisonnement préjudiciable au plomb. Aujourd'hui, il est reconnu que les enfants qui ont des taux de plomb de 5 microgrammes par décilitre dans le sang ou moins de cette quantité souffrent des effets nocifs. En ayant en esprit cette perspective historique, certains trouvent difficile de se consoler dans les assurances, provenant de la communauté médicale qu'aucun lien établi n'existe entre les vaccins contenant du thiomersal et les troubles de croissance neurologiques chez les enfants.

Comme plusieurs pays industrialisés s'activent à faire éliminer progressivement le thiomersal du vaccin pour enfant, il est difficile pour plusieurs ONG et d'autres organismes d'accepter la double norme que ceci ne devrait pas aussi être un objectif pour les pays en voie de développement. Les voies d'avancements possibles pourraient inclure les recherches pour les conservateurs efficaces dépourvus de mercure qui remplacent le thiomersal et la subvention accordée aux fabricants de vaccins dans les pays en voie de développement pour leur permettre de produire de bons vaccins, moins coûteux, dépourvus de mercure. Un traité mondial de contrôle du mercure pourrait être un véhicule pour promouvoir ces mesures et d'autres.

7.12 Les Produits Culturels, les Remèdes Traditionnels, et les Bijoux

Le mercure est largement utilisé dans les pratiques culturelles et religieuses. Dans la pratique Hindou, le mercure est contenu dans *la parad*, une matière à partir de laquelle les reliques religieuses sont faites. Elle est utilisée dans les rituels de plusieurs religions en Amérique Latine et les Caraïbes y compris Candomblé, Espiritismo, Palo, Mayombé, santéria Voodoo,

²³⁴ "Thiomersal and Vaccines: Questions and Answers," World Health Organization, cited above

²³⁵ "WHO Informal Meeting on Removal of Thiomersal from Vaccines and Its Implications for Global Vaccine Supply," 2002, <http://www.aapsonline.org/iom/who.pdf>.

et Yoruba orisha. Elle est aussi utilisée dans les remèdes et la bijouterie et pour d'autres pratiques culturelles.²³⁶

Les gens peuvent garder le mercure dans les récipients, tels que les marmites ou les chaudrons, pour purifier l'air. Dans certaines cultures, les gens répandent le mercure sur le sol d'une maison dans le but de protéger ses occupants. Certains l'utilisent avec de l'eau et un balai à franges pour nettoyer spirituellement une demeure. Et certains ajoutent du mercure à l'huile des lampes et les bougies pour empêcher les mauvais esprits ; pour apporter la bonne chance, l'amour, ou de l'argent, ou pour activer d'autres charmes. Les gens gardent aussi le mercure dans les amulettes, les ampoules, les flacons, ou les pochettes qu'ils transportent ou portent autour de leur cou.²³⁷

Le parad est une amalgamation du mercure et d'autres métaux qui est utilisé pour faire les reliques pour l'adoration dans la tradition Hindou. Le Parad est traditionnellement fait d'argent et de mercure, mais actuellement il est souvent fait de mercure et d'étain, avec des quantités en trace d'autres métaux. Une étude a découvert que la teneur en mercure du parad est d'environ 75 pourcent. Les différents objets religieux sont faits de Parad et sont vendus sur les marchés en Inde y compris les perles portées autour du rein ou du cou, les gobelets utilisés pour boire rituellement du lait (*amrit*), les statues qui représentent les dieux (*shivlings*), et d'autres objets. L'Inde a plusieurs temples shiva qui ont des shivlings Parad. Une étude menée par Toxics Link, une ONG indienne, a découvert que le mercure s'échappe du Parad et entre dans le lait, et ceci pourrait exposer ceux qui suivent la tradition qui consiste à boire du lait à partir d'un gobelet en Parad ou boire du lait dans lequel une relique en parad a été trempée.^{238 239}

Le mercure a été utilisé également dans les objets d'art des Pays Occidentaux. Le plus célèbre de ceux-ci est le Calder Mercury in the Fundacion Joan Miro museum à Barcelone, en Espagne. Le Gouvernement Espagnol avait demandé à l'artiste Américain Alexander Calder de construire ce jet d'eau comme un monument à la mine de mercure d'Almaden pour exposition à la foire internationale de 1937. Au lieu d'utiliser de l'eau, la pompe projette plutôt et fait circuler approximativement cinq tonnes métriques de mercure élémentaire pur. Le jet est placé dans une vitrine pour empêcher aux spectateurs de toucher le mercure ou d'inhaler ces vapeurs.²⁴⁰

Les bijoux contenant du mercure qui auraient été produits à l'origine pour être utilisés comme des amulettes ou des charmes se retrouvent parfois sur le grand marché. Par exemple, les colliers contenant du mercure qu'on croyait provenir du Mexique se sont retrouvés dans les écoles aux Etats-Unis et probablement partout. Un rapport décrit des colliers ayant des chaînes perlées, une corde, formant une boucle en cuir et un pendentif en verre contenant entre trois grammes et cinq grammes de mercure. Le mercure y est visible comme un massif argenté de liquide roulant tout autour dans un pendentif en verre creux. Les pendentifs en verre viennent sous les formes variées telles que en cœur, en bouteille, en dent de sabre, et en

²³⁶ D.M. Riley et al., "Assessing Elemental Mercury Vapor Exposure from Cultural and Religious Practices," *Environmental Health Perspectives* 109, no. 8, 2001, p. 779-84,
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1240404&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.

²³⁷ "Cultural Uses of Mercury," UNEP Mercury Awareness Raising Package, cited above.

²³⁸ Ibid.

²³⁹ "Mercury: Poison in Our Neighbourhood," Toxics Link, 2006, <http://www.toxicslink.org/mediapr-view.php?pressrelnum=30>.

²⁴⁰ Calder Mercury Fountain, Atlas Obscura, <http://atlasobscura.com/place/calder-mercury-fountain-fundacio-joan-miro>.

forme de piment du Chili et parfois les pendentifs contiennent aussi un liquide brillamment coloré et du mercure.^{241, 242}

8. Les Sources Intentionnelles: Le Mercure dans l'Extraction Minière et les Procédés Industriels

Il existe trois principaux procédés d'extraction minière et industriels qui utilisent de manière intentionnelle le mercure et qui rejettent des quantités importantes de mercure dans l'environnement. Ce sont l'extraction artisanal et à petite échelle de l'or (EAPO), l'utilisation des catalyseurs dans la production des substances chimiques, et les usines de chlore et de soude caustique avec cathode à mercure.

8.1 L'Utilisation du Mercure dans l'Extraction Minière Artisanale et à Petite Echelle de l'Or

Le mercure est rejeté dans l'environnement à la fois au cours de l'extraction minière à grande et à petite échelle de l'or. Cependant, la plupart des émissions de mercure provenant de l'extraction minière à grande échelle de l'or viennent des impuretés de mercure qui se trouvent dans les minerais d'or eux-mêmes. D'autre part les miniers d'or à petite échelle achètent et utilisent le mercure élémentaire, qui est ensuite rejeté dans l'environnement au cours du procédé d'extraction minière et du raffinage. De toutes les sources d'utilisation intentionnelle du mercure, l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or semble être de loin la plus grande source de pollution mondiale par le mercure. Cette pratique cause aussi de graves dommages sur les miniers et sur leurs familles, et elle dégrade sérieusement les écosystèmes locaux et régionaux.

Les miniers d'or à l'échelle artisanale tendent à travailler comme des individus ou de petits groupes dans les régions éloignées où se trouvent les mines contenant de l'or. Après avoir concentré l'or pas les techniques de séparation telles que le lavage à la batée, les miniers mélangent la combinaison d'or, de la terre, du sable, ou des sédiments restants avec le mercure élémentaire pour concentrer de l'or et créer une amalgame mercure-or. Par la suite, les miniers extraient l'excès de mercure de l'amalgame pour leur permettre de séparer l'amalgame riche en or de façon assez rapide. Les miniers réchauffent l'amalgame, qui repousse le mercure, laissant derrière de l'or moyennement pur. Ce procédé garde le minier au contrôle de l'or jusqu'au moment où il (ou elle) décide de le vendre. Il maintient également les coûts à tout le moins et le minier peut en tirer profit à n'importe quel moment.

La mise sur pied d'une opération d'extraction artisanale de l'or nécessite une expertise et un investissement minimal. Avec l'augmentation du prix de l'or à USD\$ 1250 par once et avec le prix du mercure qui reste encore relativement bas, l'extraction artisanale de l'or est rentable, surtout là où il y a une grande pauvreté et un fort taux de chômage et en particulier au sein des groupes qui ont été victimes des catastrophes économiques et écologiques. L'extraction minière à petite échelle de l'or est pratiquée dans 55 pays. Le PNUE estime qu'entre 10 et 15 millions de personnes partout dans le monde sont directement engagées dans l'extraction minière à petite échelle de l'or, et d'autres 85 à 90 millions de personnes dépendent indirectement de cette pratique. Les miniers à petite échelle produisent entre 20

²⁴¹ "School Health Alert About Mercury in Necklaces," Oregon State Government Research & Education Services, 2009, <http://www.oregon.gov/DHS/ph/res/mercalert.shtml#look>.

²⁴² Mercury Legacy Products: Jewelry, NEWMOA, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/projects/legacy/novelty.cfm>.

pourcent et 30 pourcent de tout l'or qui est exploité--Approximativement 500 à 800 tonnes métriques d'or par an. Ces opérations d'extraction minière de l'or sont plus souvent illégales ou non réglementées, et les miniers sont généralement pauvres et ont peu ou aucune conscience des dangers liés à l'exposition au mercure.²⁴³ Dans certains pays, la plupart des activités d'extraction minière de l'or sont faites par les miniers d'or artisanal et à petite échelle. Par exemple, aux Philippines, 75 pourcent de tout l'or exploité est fait par des individus et des petits exploitants.

Il est estimé que les opérations d'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or consomment entre 650 et 1000 tonnes métriques de mercure par an. Une quantité de ce mercure est rejetée directement dans l'atmosphère, surtout si le mercure n'est pas convenablement stockés ou récupéré au cours de la séparation d'avec l'amalgame. Le reste est perdu lors des déversements accidentels, la mauvaise manutention, et par d'autres voies, et le mercure finit par contaminer les sols ou par être rejeté directement dans les adductions d'eau. Les sols contaminés par le mercure peuvent aussi s'écouler dans les adductions d'eau. Il en découle une contamination très étendue par le mercure dans les écosystèmes se trouvant autour des sites où ont eu lieu des activités d'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or. Le mercure élémentaire qui se trouve dans les sols contaminés ou dans les adductions d'eau peuvent par la suite se volatiliser dans l'air et augmenter le taux de mercure atmosphérique mondial.^{244 245}

Certaines opérations d'extraction minière à petite échelle de l'or utilisent un procédé appelé l'amalgamation de tous les minerais. Le minier concasse et broye le minerai dans un broyeur et ajoute du mercure au mélange. Souvent, juste une petite fraction de ce mercure se lie à l'or qui se trouve dans le mélange. L'action de barattage du broyeur fait rejeter le reste de mercure dans l'environnement. Au fur et à mesure que l'action du broyeur écrase le minerai, elle réduit aussi la grosseur des gouttelettes de mercure élémentaire à l'intérieur du broyeur. Elles deviennent de plus en plus petites et sont chassées du moulin par l'eau qui y coule. L'amalgamation de tous les minerais semble être de tous les procédés d'extraction minière de l'or la plus polluante et peut causer les expositions humaines graves et une forte contamination de l'environnement. Toutefois, les miniers utilisent généralement cette méthode parce que le mercure coûte moins cher comparé au prix de l'or, et ce procédé permet de produire de l'or vendable (et un jour de rémunération immédiat) en utilisant très peu de main d'oeuvre. Il existe plusieurs pratiques alternatives qui peuvent réduire l'utilisation du mercure et la pollution en faisant concentrer l'or dans le minerai avant d'y ajouter du mercure, mais certaines de ces techniques exigent plus de temps, d'habiletés, et d'investissements. Lorsqu'elles sont utilisées, néanmoins, ces techniques permettent de capturer plus d'or en utilisant peu de mercure.²⁴⁶

Une autre pratique commune est de laver l'or à la batée. L'eau contenue dans une assiette est utilisée pour ramasser les particules plus lourdes contenues dans le sol, le sable, ou le sédiment pendant qu'elle laisse passer les matières qui sont plus légères. Par la suite, le minier ajoute du mercure sur ces particules plus lourdes dans le but de les séparer de leur teneur en or.

²⁴³ "The Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP, cited above.

²⁴⁴ Ibid.

²⁴⁵ "Mercury Use in Artisanal and Small-Scale Gold Mining," UNEP Mercury Awareness Raising Package, http://www.chem.unep.ch/mercury/awareness_raising_package/default.htm.

²⁴⁶ Ibid.

Les miniers utilisent souvent une pelle ou un coffrage métallique sur un feu en plein air pour chauffer l'amalgame et récupérer de l'or. Lorsqu'ils font cela, cette activité rejette les vapeurs de mercure directement dans l'air que les miniers, leurs familles et les autres personnes qui se trouvent à proximité peuvent inhaler. Mais les miniers peuvent aussi utiliser un procédé simple appelé la pyrogination pour réduire la quantité de vapeur de mercure qui est perdue. Ce procédé capture les vapeurs de mercure, les refroidit, récupère le mercure élémentaire, et permet au minier de le réutiliser. Une cornue (qui peut être n'importe quel nombre de matériels fabriqués à base des bols en verre, de la poterie, et d'autres matériels disponibles) collecte les vapeurs de mercure et les fait refroidir au fur et à mesure qu'il s'échappe de l'amalgame pendant le chauffage, permettant à ce que cette vapeur se condense une fois de plus en un état liquide. Un travail d'évaluation effectué sur le terrain par l'Organisation des Nations-Unies, pour le Développement Industriel a découvert que des cornues effectives peuvent être produites pour aussi peu que USD\$ 3.20. Celles-ci peuvent capturer plus de 95 pourcent de vapeurs de mercure et permettre qu'elles soient recyclées et réutilisées. Malheureusement, à cause du coût relativement faible du mercure élémentaire, la faible prise de conscience sur les dangers causés par les vapeurs de mercure, et le manque d'informations suffisantes au sujet des cornues, peu de miniers à petite échelle de l'or les utilisent.²⁴⁷

Les enquêtes sanitaires ont découvert les taux élevés de mercure dans le corps de plusieurs miniers : certains miniers ont été exposés aux taux de mercure 50 fois plus élevés que les seuils d'exposition du public établis par l'Organisation Mondiale de la Santé. Dans un certain site, presque la moitié de tous les miniers exhibaient des tremblements involontaires, un symptôme caractéristique des dommages causés par le mercure au niveau du système nerveux central. Les familles des miniers vivent souvent à proximité des zones où l'amalgame est réchauffée. Les miniers ramènent aussi du mercure chez eux par le biais de leurs vêtements contaminés. Par conséquent, les familles des miniers sont aussi régulièrement exposées.²⁴⁸ Il a été déclaré qu'en Indonésie, et peut-être partout ailleurs, les personnels des services de santé ont souvent une faible prise de conscience au sujet de l'empoisonnement par le mercure, et ils peuvent interpréter les tremblements et d'autres symptômes causés par l'exposition au mercure comme étant le paludisme ou la dengue.²⁴⁹

La contamination par le mercure dans les sites d'extraction minière artisanale de l'or est souvent, ignorée parce que ces sites sont situés toujours dans les zones éloignées loin de l'attention du public. Lorsqu'il y a même un désir pour surveiller ces sites, il pourrait être difficile de le faire à cause de la non disponibilité des matériels mobiles et des laboratoires environnementaux locaux.

En août 2010 à Lampung en Indonésie, une société d'extraction minière de l'or de taille moyenne qui avait auparavant utilisé le procédé d'amalgamation du mercure était entrain de nettoyer un étang contenant les déchets de mine contaminés par le mercure du fait qu'elle s'apprêtait à basculer vers un procédé utilisant la cyanure. Pendant ce temps, il avait plu, et la société a ouvert l'étang et a rejeté les déchets de mine dans la rivière. Ceci a tué beaucoup de poissons. Les personnes vivant dans la localité ont collecté les poissons morts qui flottaient sur l'eau, les ont ramenés chez elles, et ont nourri leurs familles avec ces poissons. Comme conséquence, approximativement 200 personnes étaient hospitalisées à cause de

²⁴⁷ Ibid.

²⁴⁸ Ibid.

²⁴⁹ Private correspondence with an Indonesian NGO leader.

l'empoisonnement par le mercure. La société avait été sanctionnée et obligée de prendre en charge les dépenses de santé des villageois.²⁵⁰

Il n'existe pas de moyen rapide ou facile d'éliminer ou de réduire au minimum les émissions de mercure provenant, de l'extraction minière à petite échelle de l'or. Les solutions sont souvent dépendantes des régions, des zones, ou même de la localité dans laquelle la mine est située. Plusieurs pays ont essayé d'interdire cette pratique, mais le résultat habituel est la création des opérations d'extraction minière illégales. Il a été déclaré que dans un pays où, la pratique de chauffage d'amalgame en plein air pour récupérer l'or était interdite, certains miniers ont commencé à chauffer l'amalgame à l'intérieur de leurs domiciles et ont exposé sérieusement toutes leurs familles aux vapeurs de mercure. En Kalimantan en Indonésie, en 2007, un nombre de personnes étaient entrain de chauffer l'amalgame à l'intérieur des domiciles et des boutiques d'orfèvrerie sans une bonne ventilation. Une intervention du Projet Mondial sur le Mercure de l'ONUDI a aidé à remédier à cela avec l'installation des hottes aspirantes.²⁵¹

Un traité mondial pour le contrôle du mercure peut apporter d'importantes contributions pour la réduction des rejets de mercure provenant de l'extraction minière de l'or à petite échelle. Ce traité peut contrôler l'approvisionnement, et la commercialisation du mercure, qui rendra le prix du mercure élémentaire élevé et restreindra sa disponibilité aux miniers à petite échelle. Ceci découragera les pratiques incertaines de l'extraction minière de l'or telles que l'amalgamation de tous les minerais. Les chaudières de distillation et les autres technologies qui capturent l'or en utilisant peu de mercure ou pas du tout, d'autre part, deviendront de plus en plus rentables pour les miniers. Un traité sur le mercure peut aussi aider à mobiliser les ressources pour apporter de bons services et une plus bonne formation aux miniers à petite échelle et à leurs communautés et promouvoir l'adoption des pratiques moins polluantes et plus appropriées. Il peut promouvoir l'assistance aux gouvernements locaux dans les secteurs d'extraction minière de l'or et peut aider à rendre disponible les opportunités de soutien financier aux groupes de miniers qui ont la volonté de s'engager dans les opérations de coopération qui utilisent les technologies sans mercure ou les pratiques moins polluantes. L'éventuelle élimination progressive de l'utilisation du mercure élémentaire dans la pratique d'extraction minière de l'or devrait rester un objectif à long terme. Toutefois, la réalisation de cet objectif nécessiterait d'être liée aux succès dans les autres programmes de réduction de la pauvreté et dans certains cas, les miniers et leurs familles déplacés pourraient avoir besoin à l'accès aux opportunités de gagne-pain supplémentaires.

8.2 L'Utilisation du Mercure dans la Production de Chlore et de Soude Caustique

Les fabriques de chlore et de soude caustique sont les procédés industriels qui utilisent l'électrolyse pour produire le chlore ou d'autres composés chlorés, l'alcalin (aussi connu sous le nom de soude caustique ou l'hydroxyde de sodium) ou parfois l'hydroxyde de potassium, et l'hydrogène. Certaines plus vieilles fabriques du chlore et de soude caustique utilisent encore ce qui est appelé un procédé à cathode de mercure, qui est très polluant et rejette de grandes quantités de mercure dans l'environnement.

Ces fabriques emploient un procédé électrolytique dans lequel l'électricité sous la forme de courant direct (CD) est établie entre les électrodes qui sont en contact avec une solution d'eau

²⁵⁰ Ibid.

²⁵¹ Ibid.

de mer (eau salée). L'électrode chargée positivement appelée anode est le graphite ou le titane ; l'électrode chargée négativement appelée cathode est une grande plaque de mercure qui pourrait peser plusieurs centaines de tonnes. Lorsque le courant électrique est établi à travers les électrodes, il crée le chlore à l'anode, qui est mis à l'air libre et collecté. Ceci crée également un amalgame de mercure de sodium à la cathode. Par la suite, une réaction est provoquée entre le sodium métallique qui se trouve dans cet amalgame et l'eau pour produire l'hydroxyde de sodium et l'hydrogène, qui sont aussi tous les deux retirés pour utilisation.*

Les usines à cathode de mercure étaient le traitement commercial principal utilisé pour la production du chlore et de l'hydroxyde de sodium commencée dans les années 1980 et durant jusqu'à la moitié du vingtième siècle. Certaines cathodes de mercure sont encore en activité partout dans le monde, mais la plupart a été remplacée par les alternatives électrolytiques ou par d'autres procédés qui n'utilisent pas le mercure. Ces procédés alternatifs utilisent ce qui s'appellent les cellules à diaphragme ou les membranes cellulaires. Une raison majeure pour laquelle plusieurs usines à cathode de mercure ont été fermées ou transformées en procédés n'utilisant pas de mercure est les pressions réglementaires. Ces dernières sont basées sur les dégâts générés par ces usines quant aux émissions considérables de mercure, aux déversements d'eaux usées contenant du mercure et des déchets solides contaminés par le mercure. Les zones se trouvant autour des fabriques de chlore et de soude caustique sont devenues fortement contaminées par le mercure.²⁵² Une autre raison pour le remplacement est que les cellules à diaphragme et les fabriques de chlore et de soude caustique à cathode de mercure sont plus efficaces que les usines à cathode de mercure.

En plus, le sodium caustique et éventuellement les composés chlorés produits par les fabriques de chlore et de soude caustique à cathode de mercure sont généralement contaminés par le mercure. Le sodium caustique est utilisé dans la production des produits alimentaires tels que le sirop de maïs, et le mercure a été découvert à la fois dans le sirop de maïs se trouvant sur le marché et dans les produits alimentaires qui contiennent du sirop de maïs. Selon un accord passé avec le gouvernement des Etats-Unis, l'industrie de production de chlore des Etats-Unis a accepté volontairement de limiter de 1 pourcent ou moins la quantité de mercure contenue dans le sodium caustique qu'il vend.²⁵³

«L'Evaluation Mondiale du Mercure Atmosphérique» ou "Global Atmospheric Mercury Assessment" du PNUE estime à 60 tonnes métriques la quantité des émissions mondiales de mercure provenant des fabriques de chlore et de soude caustique. Le rapport intitulé "The Technical Background Report to Global Atmospheric Mercury Assessment" commis par le PNUE, cependant, estime que les fabriques de chlore et de soude caustique à cathode de mercure ont consommé 492 tonnes métriques de mercure en 2005. Ce total déclaré était distribué de la façon suivante.

Régions	Consommation du mercure en tonnes métriques
L'Union Européenne	175
CIS et d'autres Pays Européens	105

* The overall chemical for the electrolysis of brine is $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2$.

²⁵² "Compliance with Chlor-Alkali Mercury Regulations, 1986-1989: Status Report," Environment Canada, <http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=E7E0E329-1&offset=4&toc=show>.

²⁵³ Dufault, R., LeBlanc, B., Schnoll, R., Cornett, C., Schweitzer, L., Wallinga, D., et al. (2009). Mercury from chlor-alkali plants: Measured concentrations in food product sugar. *Environmental Health*, 8, 2.

"Study Finds High-Fructose Corn Syrup Contains Mercury," *Washington Post*, January 28, 2009, <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2009/01/26/AR2009012601831.html>.

L'Amérique du Nord	60
Les Pays du Moyens Orient	53
L'Asie du Sud	36
L'Amérique du Sud	30
D'autres Pays listés	33
Total	492

Dans le cas des fabriques de chlore et de soude caustique, la consommation annuelle du mercure est simplement la quantité de mercure que la fabrique perd au cours de l'année. Les usines rejettent une bonne quantité de ce mercure directement dans l'atmosphère parce que le procédé génère de la chaleur et parce que les pratiques de maintenance régulières incluent l'ouverture et la fermeture des confinements de cellules. Certaines quantités de ce mercure sont rejetées dans les masses d'eau ou contaminent les terres qui se trouvent tout autour de l'usine. D'autres quantités de mercure rejetées au cours du procédé vont dans les décharges contrôlées ou dans d'autres installations de stockage de déchets. Certaines quantités de mercure se trouvent dans les produits qui sont produits ou deviennent liés aux matériaux métalliques se trouvant dans l'usine. En plus, compte tenu du fait que le mercure élémentaire est volatil, une bonne quantité de mercure de l'usine qui finit dans l'eau, dans les sols contaminés, dans les décharges contrôlées, et d'autres installations de stockage de déchets se volatilise par la suite et entre dans l'atmosphère.

Historiquement, l'industrie de chlore et de soude caustique a fait un très mauvais travail pour rendre compte et pour fournir des informations sur ses rejets annuels de mercure dans l'environnement. L'industrie et ses autorités de réglementation ont tous deux reconnu que jusqu'à récemment, ils avaient très peu d'informations concernant les quantités et les voies de perte en mercure des fabriques de chlore et de soude caustique à cathode de mercure.²⁵⁴ Toutefois, depuis quelques années certains gouvernements ont exercé des pressions réglementaires sur l'industrie de chlore et de soude caustique pour qu'elle commence à éliminer progressivement les usines à cathode de mercure et, dans l'intérim, de faire un meilleur travail en empêchant les rejets de mercure dans l'environnement et aussi de rendre compte plus fidèlement pour tous les rejets de mercure. Dans certains pays, les opérateurs font maintenant le rapport de leur consommation de mercure annuellement.

Selon un rapport de l'industrie du commerce sortir en 2004, les exploitants des fabriques de chlore et de soude caustique des Etats-Unis ont calculé la quantité de mercure consommée dans une usine en une année de la façon suivante:

L'exploitant de l'usine avait effectué des inventaires de mercure de l'usine le 1^{er} janvier et le 31 décembre. Chaque inventaire était un compte rendu de la quantité de mercure présente dans les installations de cellules de chlore et de soude caustique de l'usine ajoutée à la quantité de mercure que l'usine avait acheté au cours de l'année. La consommation de mercure de l'année était calculée en ajoutant la quantité de mercure sur l'inventaire au début de l'année plus la quantité de mercure achetée au cours de l'année et ensuite soustraire la quantité sur l'inventaire à la fin de l'année (la consommation égale à l'inventaire effectué le 1^{er} janvier plus les achats effectués au cours de l'année moins l'inventaire effectué le 31 décembre).²⁵⁵

²⁵⁴ John S. Kinsey, "Characterization of Mercury Emissions at a Chlor-Alkali Plant," U.S. EPA, 2002.

²⁵⁵ "Seventh Annual Report to EPA for the Year 2003," The Chlorine Institute, July 2004, <http://www.epa.gov/reg5air/mercury/7thcl2report.pdf>.

Dans les derniers rapports, l'« *U.S. industry trade association* » a indiqué que les exploitants doivent réviser la manière de calculer la consommation de mercure en prenant en compte le mercure que l'opérateur a envoyé hors site pour la récupération et pour une utilisation ultérieure. Ces rapports introduisent une nouvelle catégorie, « Mercury Transferred Out », qui est définie comme la quantité de mercure que l'opérateur a envoyé hors site pour la récupération et pour une utilisation ultérieure. Ces rapports introduisent une nouvelle catégorie, le mercure transféré à l'extérieur, qui est défini comme la quantité de mercure que l'opérateur a envoyé hors du site pour la récupération et qui n'a pas été renvoyée au cours de cette même année. Lancé en 2004, au moment de calculer la consommation annuelle de mercure, les exploitants ont soustrait la quantité de « Mercury Transferred Out » de la quantité de mercure achetée au cours de l'année.²⁵⁶ En résumé, selon l'« *U.S. industry trade association* », les exploitants calculent maintenant la consommation annuelle du mercure de la façon suivante :

La Consommation Annuelle du Mercure égale

- la quantité de mercure relevée sur l'inventaire le 1^{er} janvier plus
- la quantité de mercure achetée au cours de l'année moins
- la quantité de mercure expédiée hors site pour la récupération et qui n'est plus revenue à la fin de l'année moins ;
- la quantité de mercure relevée sur l'inventaire le 31 décembre.²⁵⁷

En plus du calcul de la consommation annuelle de mercure, les rapports annuels de l'« *U.S. industry trade association* » ont réparti la consommation du mercure en trois catégories :

1. Le mercure rejeté dans l'environnement et déclaré à l'APE comme faisant partie de l'Inventaire des Rejets Toxiques (IRT)*
2. Le mercure qui se trouve dans les produits qui quittent l'usine (c'est-à-dire, qui se trouve dans la soude caustique et le chlore que l'usine vend)
3. Le reliquat, que les rapports appellent le Mercure Non Imputé²⁵⁸

Aussi récemment que son rapport annuel de l'année 2003, l'industrie de chlore et de soude caustique des Etats-Unis était à mesure de rendre compte juste d'une petite fraction de la quantité de mercure qu'elle a consommée au cours de l'année. Des 38 tonnes américaines (34.5 tonnes métriques) de mercure que l'association du commerce industriel a déclaré que les fabriques de chlore et de soude caustique des Etats-Unis avaient consommé en 2003, les exploitants pouvaient rendre compte du devenir de seulement 8 tonnes américaines (7.25 tonnes métriques). 30 tonnes américaines complètes (27.2 tonnes métriques) ont été classées comme le Mercure Non Imputé. Ceci signifie que les exploitants des fabriques de chlore et de soude caustiques des Etats-Unis ne pourraient rendre compte du devenir de juste 21 pourcent

²⁵⁶ "Chlor-Alkali Industry 2008 Mercury Use and Emissions in the United States," The Chlorine Institute, August 2009, <http://www.epa.gov/reg5oair/mercury/12thcl2report.pdf>.

²⁵⁷ Ibid.

* The Toxics Release Inventory is a publicly available online database established by the U.S. EPA. Many industrial facilities in the U.S. are required to report to the EPA their releases of toxic chemicals to various environmental media, their off-site transfers of toxic wastes, and other waste-management activities. The EPA compiles the responses and makes them available to the public online.

²⁵⁸ Ibid.

du mercure qu'ils ont consommé en 2003; les 79 pourcent restants étaient les rejets de mercure pour lesquels les exploitants ne pourraient pas rendre compte.²⁵⁹

Depuis 2003, la consommation annuelle de mercure déclarée de l'industrie de chlore et de soude caustique des États-Unis a considérablement baissé comme c'est le cas de la quantité des pertes de mercure dont cette industrie ne peut pas rendre compte. Ceci suggère que les exploitants techniquement capables peuvent réagir aux pressions réglementaires et réduire à la fois la consommation annuelle de mercure de leurs usines et aussi améliorer leur capacité à rendre compte et à déclarer leurs pertes de mercure.²⁶⁰

Les Sols Contaminés par le Mercure à partir des fabriques de Chlore et de Soude Caustique

Les chercheurs ont analysé les échantillons de sols contaminés par le mercure ramassés des fabriques de chlore et de soude caustique à cathode de mercure en Europe. Un échantillon était du sol qui a été au départ creusé en dessous de la chambre cellulaire d'une usine et puis stocké à l'extérieur pendant environ trois ans. Il a été découvert que cet échantillon était contaminé par le mercure à une concentration de 569 ppm (mg/kg). Un autre échantillon était creusé de la couche superficielle du sol à proximité d'une fabrique de chlore et de soude caustique à cathode de mercure et il a été découvert que ce sol était contaminé par le mercure à une concentration de 295 ppm (mg/kg).²⁶¹

Les auteurs de l'étude ont remarqué que le mercure élémentaire a une très grande affinité pour les matières organiques et se lie fortement aux sols organiques. Ils ont remarqué en outre, cependant, que le mercure lié aux sols organiques peut, néanmoins, être encore émis du sol vers l'atmosphère, surtout pendant les périodes de haute température.

Il y a des indices qui montrent que le nombre des fabriques de chlore et de soude caustique en fonctionnement dans le monde a continué à diminuer depuis 2005, mais il a été difficile de trouver une liste de toutes les usines de chlore et de soude caustique à cathode de mercure qui sont encore en fonctionnement. Une déclaration de l'association de l'industrie européenne faite en avril 2010 indique que 39 usines de chlore et de soude caustique à cathode de mercure restent en fonctionnement dans quatorze pays européens.²⁶² Une fiche signalétique établie en 2009 venant d'un exploitant chevronné d'une fabrique de chlore et de soude caustique de l'Amérique du nord établie qu'approximativement 13 pourcent des produits contenant du chlore et de soude caustique d'Amérique du nord viennent des usines à cathode de mercure.²⁶³ Un rapport établi par le « World Chlorine Council » (WCC) au PNUE indique qu'en 2007, un total de 70 usines de chlore et de soude caustique à cathode de mercure étaient en fonctionnement dans les pays suivants : les États-Unis, le Canada, l'Europe, la Russie, l'Inde, le Brésil, l'Argentine et l'Uruguay.²⁶⁴ Il est possible qu'un nombre d'autres usines à cathode

²⁵⁹ Ibid.

²⁶⁰ Ibid.

²⁶¹ Carmen-Mihaela Neculita et al., "Mercury Speciation in Highly Contaminated Soils from Chlor-Alkali Plants Using Chemical Extractions," *Journal of Environmental Quality*, 2005, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15647556>.

²⁶² "Storage of Mercury: Euro Chlor View," Euro Chlor, cited above.

²⁶³ "Caustic Soda Production," Olin Chlor Alkali Products, 2009, <http://www.olinchloralkali.com/Library/Literature/OverviewOfProcess.aspx>.

²⁶⁴ "Number of Plants and Capacity of Mercury Electrolysis Units in U.S.A./Canada, Europe, Russia, India and Brazil/Argentina/Uruguay," submitted by the World Chlorine Council to UNEP, http://www.chem.unep.ch/mercury/partnerships/Documents_Partnerships/All_comments_Euro_Chlor.pdf.

de mercure soient encore en fonctionnement dans les pays non couverts par ce rapport du WCC y compris des usines peut-être dans certains pays du Moyen Orient, dans certains pays CIS autre que la Russie, et dans certains pays d'Asie autre que l'Inde.

Un traité mondiale de contrôle du mercure pourrait établir un calendrier de travail pour l'élimination progressive de toutes les usines de chlore et de soude caustique à cathode de mercure, il pourrait exiger que le mercure récupéré de ces usines soit mis hors du marché et qu'il soit gardé dans les entrepôts à long terme, ce traité pourrait établir des conditions de nettoyage rigoureuse pour les sites des anciennes usines à cathode de mercure.

8.3 Les Catalyseurs à Mercure Utilisés dans la Fabrication des Produits Chimiques.

Les catalyseurs contenant du mercure ont été utilisés pendant plusieurs années dans la fabrication des produits chimiques industriels. Ces catalyseurs restent à des fins commerciales à grande échelle dans la fabrication du monomère de chlorure de vinyle (C_2H_3Cl) et cette utilisation semble s'intensifier. D'autre part, il semble que plusieurs autres utilisations industrielles des catalyseurs contenant du mercure sont entrain de baisser ou ont été éliminés progressivement.

Comme indiqué plus haut, la tragédie de la maladie de Minamata était causée par une usine chimique qui utilisait le sulfate mercurique comme un catalyseur dans la fabrication de la substance chimique acétaldéhyde. Il paraît que les catalyseurs contenant du mercure ne sont plus utilisés dans la production industrielle de l'acétaldéhyde.

Historiquement, les composés organiques du mercure étaient considérés comme étant les catalyseurs de choix dans la fabrication des plastiques polyuréthanes et de revêtement dans plusieurs applications. Lorsque les catalyseurs contenant de mercure sont utilisés pour ce but les résidus de mercure restent dans le polyuréthane. Entre les années 1960 et 1980, beaucoup d'établissements scolaires aux Etats-unis ont installé les matériaux de revêtement de sol en polyuréthane qui contenaient généralement entre 0.1 pourcent et 0.2 pourcent de mercure dans leurs gymnases. Un fabricant seul a revendiqué avoir installé plus de 25 millions de livres (11.3 millions de kg) de ce matériel de revêtement de sol. La surface de ce revêtement de sol a rejeté petit à petit la vapeur du mercure élémentaire, venant surtout des zones endommagées. Les employés ont mesuré les concentrations atmosphériques du mercure dans certains gymnases scolaires. Un district scolaire a déclaré la vapeur de mercure allant de l'ordre de 0.79 microgrammes à 1.6 microgramme de mercure par mètre cube d'air dans la zone de respiration. Une autre école a déclaré les vapeurs de mercure allant de 0.042 microgrammes à 0.050 microgrammes de mercure par mètre cube d'air. La variation observée dans les mesures pourrait être attribuée à la dimension du sol, par rapport aux dommages causés sur le matériel de revêtement du sol, à l'aération dans le gymnase, et au type de matériel d'échantillonnage environnemental qui était utilisé.²⁶⁵

Récemment, les catalyseurs alternatifs sans mercure pour la fabrication de polyuréthane basés sur le titane, le bismuth, et d'autres matières semblent avoir remplacé en grande partie les catalyseurs contenant du mercure pour cette utilisation.²⁶⁶ Cependant, le degré auquel les

²⁶⁵ "Children's Exposure to Elemental Mercury: A National Review of Exposure Events," the U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, February 2009, <http://www.atsdr.cdc.gov/mercury/docs/MercuryRTCFinal2013345.pdf#page=31>.

²⁶⁶ "Catalyst and Method of Making Polyurethane Materials," World Intellectual Property Organization, 2005, <http://www.wipo.int/pctdb/en/wojsp?IA=GB2004005368&DISPLAY=DESC>.

catalyseurs contenant du mercure pourraient encore être utilisés pour la fabrication de polyuréthane dans certains pays ou régions n'est pas généralement connu.

Historiquement, certaines autres substances chimiques ont été aussi fabriquées en utilisant les catalyseurs contenant du mercure tels que l'acétate de vinyle et l' amino anthracion.²⁶⁷ Il est probable que ces utilisations et beaucoup d'autres utilisations du mercure comme catalyseur aient été abandonnées sur le plan mondial, mais ceci nécessite d'être encore vérifié.

Cependant, les catalyseurs à mercure servent à des fins commerciales à grande échelle dans la fabrication du monomère de chlorure de vinyle (MCV) et cette utilisation semble encore être grandissante. Le MCV, dont la formule chimique est (C₂H₃Cl) est la matière première essentielle qui entre dans la fabrication des plastiques polychlorure de vinyle (PCV) aussi comme le vinyle, le MCV est produit en utilisant l'acétylène (C₂H₂) comme une matière première. L'acétylène est combiné avec le chlorure d'hydrogène (HCl) et coule à travers un catalyseur le chlorure mercurique pour produire le MCV. Le MCV produit à partir de l'acétylène et d'un catalyseur de chlorure mercurique était en usage aux Etats-Unis aussi récemment qu'en 2000.²⁶⁸

Dans beaucoup de pays aucun catalyseur contenant du mercure n'est utilisé dans la fabrication du MCV mais plutôt un procédé de fabrication différent est utilisé. Dans beaucoup de pays, l'acétylène n'est pas utilisé comme la matière première hydrocarbonée dans la production du MCV, mais c'est plutôt, l'éthylène qui est utilisée. Une différence importante qui existe entre ces deux matières première est que l'éthylène est produite à partir du pétrole ou du gaz naturel alors que l'acétylène est produite à partir du charbon.

Jusqu'à récemment, l'utilisation de l'éthylène comme la matière première était considéré comme étant le procédé de pointe pour la fabrication du MCV. Cependant, comme les prix du pétrole et du gaz naturel ont augmenté par rapport au prix du charbon, le procédé de l'acétylène est devenu plus rentable. C'est le cas surtout dans les pays tels que la Chine qui doit importer le pétrole bien qu'ayant de grandes réserves de charbon qui sont exploitées avec une main d'œuvre bon marché. Un autre facteur qui a découragé la construction de nouvelles usines utilisant l'éthylène comme une matière première est la grande fluctuation observée sur le prix du pétrole. Les entreprises des usines de CPV au nord-ouest de la Chine, contruisent proche des mines de charbon. Ainsi, elles se sentent confiantes puisqu'elles peuvent compter sur un approvisionnement stable du charbon coûtant moins cher et dont les prix sont stables.²⁶⁹ Ces considérations ont rendu possible d'une part le développement rapide des usines de MCV utilisant les catalyseurs contenant du mercure en Chine, mais en plus, elles pourraient aussi s'appliquer ailleurs et encourager la plus grande expansion de cette industrie dans d'autres pays et régions.

Sur la base des informations fournies à l'ONG, Natural Resources Defense Council(NRDC), par le « Chemical Registration Center(CRC) de l'Administration en charge de la protection de l'environnement de l'Agence de Protection Environnementale Officielle Chinoise, la production totale du CPV était de 1.9693 millions de tonnes métriques en 2002. Cette quantité

²⁶⁷ "Mercury Substitution Priority Working List," Nordic Council of Ministers, 2007, <http://www.basel.int/techmatters/mercury/comments/240707hsweden-2.pdf>.

²⁶⁸ Barry R. Leopold, "Use and Release of Mercury in the United States," for U.S. EPA, 2002, <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r02104/600r02104prel.pdf>.

²⁶⁹ "The Renaissance of Coal-Based Chemicals: Acetylene, Coal-to-Liquids, Acetic Acid," Tecnon OrbiChem Seminar at APIC, 2006, <http://www.tecnon.co.uk/gen/uploads//syezu055kgu0ok55epcqomjf12052006115942.pdf>.

a augmenté de 30958 millions de tonnes métriques en 2004, avec 62 installations de production du CPV faisant encore usage des catalyseurs de mercure.²⁷⁰ Les informations n'étaient pas disponibles à cause de l'expansion de cette industrie après 2006. Etant donné la vitesse rapide de son développement entre 2002 et 2004, il est probable que le développement ait continué.

Les catalyseurs utilisés dans les usines se présentent sous la forme de charbon activé qui a été saturé de chlorure mercurique. Lorsque les catalyseurs sont installés, ils se situent entre 8 pourcent et 12 pourcent de chlorure mercurique. Avec le temps, cependant, le catalyseur est appauvri et la quantité de chlorure mercurique qui se trouve dans le catalyseur diminue. Lorsque la quantité baisse d'environ 5 pourcent, le catalyseur, est remplacé. Le devenir du mercure qui se perd à partir du catalyseur n'est pas bien compris.²⁷¹

Selon les estimations du CRC, la quantité de mercure présente dans les catalyseurs qui étaient utilisés et qui ont été ultérieurement remplacés en 2004 s'élevait à 610 tonnes métriques. Ces catalyseurs usés étaient envoyés aux recycleurs, qui les ont transformés et étaient à mesurer de récupérer approximativement 290 tonnes de mercure élémentaire.²⁷² Ceci suggère qu'en 2004, la production du MCV en Chine a donné lieu à plus de 320 tonnes métriques de pertes de mercure dans l'environnement.*

La communauté internationale n'a actuellement aucune donnée sur les émissions de mercure provenant des usines de MCV qui utilisent les catalyseurs contenant du mercure ou provenant des installations de recyclage qui transforment leurs catalyseurs épuisés. Parce que les experts qui ont préparé le rapport ne disposaient d'aucune donnée sur les émissions avec laquelle ils pouvaient travailler, le « Global Atmospheric Mercury Assessment » du PNUE traite les usines de MCV comme si elles ne rejettent pas les émissions de mercure dans l'atmosphère. Ceci signifie que l'estimation du PNUE s'élevant à 1930 tonnes métriques du total des émissions anthropiques globales de mercure par an provenant de toutes les sources ne prend en compte aucune émission associée à la production du MCV comme faisant partie du total.

Parce que la production du MCV en Chine utilisant les catalyseurs contenant du mercure semble être en expansion, il est probable que les rejets de mercure non déclarés provenant de la production du MCV augmenteront avec du temps. En plus, si les fabricants du MCV qui utilisent les catalyseurs contenant du mercure sont à mesure de réaliser des économies considérables sur les coûts de leurs matières premières comparés à ceux qui n'utilisent pas les catalyseurs contenant du mercure, ceci pourrait à la longue créer les pressions boursières sur les fabricants dans d'autres pays. Ainsi on passera de la fabrication du CPV qui utilise le pétrole et le gaz naturel comme matières premières à peut être au procédé de fabrication moins coûteux utilisant l'acétylène /le chlorure mercurique. Un traité mondial de contrôle du mercure aura besoin d'adresser directement l'utilisation des catalyseurs contenant du mercure dans la fabrication des produits chimiques. Pour les procédés autres que la fabrication du MCV, il pourrait ne pas être difficile pour les gouvernements d'accepter immédiatement de les interdire (ou de les éliminer rapidement si certains de ces procédés sont encore entrain

²⁷⁰ "NRDC Submission to UNEP in Response to March 2006 Request for Information on Mercury Supply, Demand, and Trade, http://www.chem.unep.ch/mercury/Trade-information_gov_stakeholders.htm.

²⁷¹ Ibid.

²⁷² Ibid.

* The UNEP "Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment" estimates 2005 global mercury consumption from VCM manufacturing to be 770 metric tons, a figure we cited earlier. This estimate may take into account growth in the industry from 2004. It also likely does not subtract the amount of mercury recovered by recyclers from the amount of mercury originally present in the used catalysts.

d'être utilisés dans certains pays). Faire cela peut empêcher l'éventuelle réapparition de ces procédés dans l'avenir.

Les accords sur les mesures du traité pour contrôler l'utilisation des catalyseurs contenant du mercure dans la fabrication du MCV, cependant, sera probablement plus difficile à atteindre. Comme une démarche immédiate, la convention devrait exiger une meilleure surveillance et un rapport international sur l'utilisation des catalyseurs contenant du mercure et sur le devenir des pertes de mercure associées à la fabrication du MVC. De façon idéale, l'objectif devrait être d'établir un programme d'élimination progressive pour ceci et pour toutes les autres utilisations des catalyseurs contenant du mercure dans la chimie industrielle, mais ceci exigera probablement un effort à long-terme. Comme démarches transitoires, certains ont suggéré de promouvoir la recherche des alternatives, les catalyseurs sans mercure qui peuvent être utilisés avec les matières premières d'acétylène. D'autres ont suggéré de promouvoir la recherche pour le développement des technologies pour produire de l'éthylène à partir du charbon qui permettrait l'utilisation du charbon peu coûteux pour fabriquer le MCV par les procédés qui n'exigent pas les catalyseurs contenant du mercure. Cependant, toutes ces deux suggestions sont problématiques pour deux raisons. Comme le monde lutte à bras-le-corps pour contrôler le changement climatique, ce n'est pas une bonne idée de promouvoir de nouvelles technologies de charbon qui sont les principaux émetteurs du gaz à effet de serre. Aussi, même si la fabrication du MCV utilisant l'éthylène comme une matière première évite les rejets de mercure, il reste toujours un procédé extrêmement polluant qui crée et rejette d'autres polluants environnementaux graves tels que les dioxines.

9. Les Sources Non Intentionnelles du Mercure

Les sources non intentionnelles d'émission du mercure incluent la combustion, le nettoyage et le raffinage des combustibles fossiles, l'extraction minière et le raffinage des minéraux métalliques, et l'utilisation des matières contenant du mercure dans les procédés à hautes températures tels que la production du ciment. Selon les estimations du PNUE, les émissions atmosphériques provenant de ces sources non intentionnelles contribuent à plus de 65 pourcent au total des émissions atmosphériques globales du mercure provenant de toutes les sources anthropiques.

9.1 Les Centrales Thermiques à Charbon

Selon le rapport « Global Atmospheric Mercury Assessment » du PNUE commis en 2008, la plus grande source d'émissions anthropiques mondiales est la combustion de combustibles fossiles, surtout le charbon. Les évaluations estiment que les centrales électriques génèrent 25 pourcent de toutes les émissions anthropiques mondiales. D'autre part, le chauffage industriel et le chauffage domestique génèrent des émissions additionnelles de 20 pourcent.²⁷³ Le mercure est présent en trace dans le charbon allant généralement de 0.01mg à 1.5mg par kilogramme (ppm).²⁷⁴ Cependant, les quantités de charbon brûlées chaque année pour l'énergie électrique et pour le chauffage sont tellement énormes que, selon les estimations du PNUE, en 2005, la combustion du charbon provenant de ces sources avait rejeté 878 tonnes métriques des émissions atmosphérique de mercure.²⁷⁵

²⁷³ "Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP, cited above.

²⁷⁴ "Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment," AMAP and UNEP, cited above.

²⁷⁵ "Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP, cited above.

La Combustion du Charbon et les Emissions du Gaz à Effet de Serre

La combustion du charbon compte aussi pour environ 20 pourcent de toutes les émissions mondiales de gaz à effet de serre.²⁷⁶ Les mesures proposées pour réduire la combustion du charbon sont actuellement entrain d'être débattues dans le contexte des négociations intergouvernementales mondiales pour adopter un nouveau traité pour le changement climatique qui remplacera le protocole de Kyoto. Jusqu'ici dans les négociations sur le changement climatique, les gouvernements de plusieurs grands pays ont affiché un manque de volonté de s'accorder sur les mesures contraignantes qui restreindront de façon significative leur combustion de charbon. Certains ont exprimé une nécessité urgente d'agrandir considérablement la production de l'électricité nationale comme une partie importante de leurs stratégies nationales pour le développement économique.

Il est très incertain que certains gouvernements influents qui continuent de s'opposer aux restrictions contraignantes sur la combustion du charbon dans le contexte des négociations sur le changement climatique accepteront des restrictions contraignantes semblables sur la combustion du charbon pendant les négociations du traité sur le mercure. Il serait donc chimérique de voir les négociations du traité sur le mercure comme un lieu de réunion non conventionnel. En effet, les gouvernements hésitants à limiter les émissions de gaz à effet de serre venant des centrales thermiques alimentées au charbon sont les mêmes qui ne sont pas prêts à réviser leur attitude négociatrice dans les négociations sur le changement climatique. Cependant, les négociations du traité sur le mercure crée un second lieu de réunion pour des discussions internationales de premier plan au sujet des effets nocifs de la combustion du charbon, et elles offrent des opportunités supplémentaires pour la promotion de l'efficacité énergétique et la conservation de même que l'augmentation des sources d'énergie renouvelables.

Pour évaluer les coûts réels de l'utilisation des technologies de combustion du charbon, l'on doit incorporer dans l'équation du coût ses dommages sur l'environnement global et sur la santé humaine. Ceux-ci incluent les dommages causés par le mercure sur la santé humaine et l'environnement abordés dans ce Manuel. Ils incluent aussi des dommages causés par l'anhydride sulfureux, l'oxyde d'azote et de nombreux autres polluants toxiques et dangereux, rejetés par les centrales thermiques. Enfin, les évaluations des coûts réels de l'utilisation des technologies de combustion de charbon doivent, naturellement, prendre en compte les coûts associés aux émissions de gaz à effet de serre et au changement climatique.

Les efforts pour éliminer progressivement les technologies de combustion de charbon vont réussir lorsque les mécanismes mondiaux sont en place pour assurer que ceux-ci et tous les autres coûts externes associés à la combustion du charbon sont inclus dans le prix de l'énergie générée du charbon. Lorsque ceci arrivera, il deviendra clair que les interventions efficaces sur l'énergie et les sources d'énergie alternatives sont actuellement moins coûteuses que les technologies du charbon. Les alternatives pourront dès lors être à mesure de dévaluer rapidement et de remplacer le charbon.

Bien que les négociations du traité sur le mercure ne soient pas certaines de devenir un lieu rotatif de rencontre pour négocier les mesures de prévention du changement climatique, le processus de négociation du traité sur le mercure peut être très utile pour faire avancer la compréhension du public et la reconnaissance du gouvernement sur les dépenses de santé et

²⁷⁶ "Coal and Climate Change Facts," Pew Center on Global Climate Change, <http://www.pewclimate.org/global-warming-basics/coalfacts.cfm>.

les coûts environnementaux associés à la combustion du charbon. Les négociations sur le mercure ont aussi le potentiel pour établir les mesures contraignantes qui accordent aux gouvernements- au moins sous certaines conditions et selon certains programmes- d'exiger que de nouvelles centrales thermiques ou celles existantes dans leurs comtés puissent atteindre certaines normes minimales efficaces et/ou des normes antipollutions. Les normes antipollutions très élevées augmenteront généralement les coûts, de plus, le traité pourra inclure les provisions qui encouragent ou exigent l'utilisation des technologies alternatives, disponibles et économiques, qui éliminent ou réduisent au minimum les émissions de mercure si de telles technologies peuvent satisfaire aux besoins énergétiques nationaux ou locaux. Finalement, un traité sur le mercure établira certainement les mécanismes pour pouvoir à l'assistance financière et technique qui soutiennent la mise en place de ses mesures, et ceux-ci pourraient compléter l'assistance financière et technique prévue sous un régime de changement climatique mondial.

Tenant lieu d'une première approximation, la quantité des émissions de mercure rejetée d'une centrale thermique alimentée au charbon est liée à la quantité de charbon qu'elle brûle pour générer une unité d'électricité. Toute proportion considérée, une centrale thermique plus efficace utilise moins de charbon pour produire un kilowatt heure d'électricité et de cette façon émet moins de mercure par unité d'électricité ce que ne peut faire une centrale thermique moins efficace.

Les augmentations dans les rendements des centrales thermiques alimentées au charbon peuvent être réalisées par les mesures telles que l'amélioration ou le remplacement des brûleurs, l'optimisation de la combustion, l'amélioration du rendement de la chaudière et les dispositifs de transfert de chaleur, l'amélioration du fonctionnement de la centrale et la maintenance, et d'autres mesures. Il y a eu des revendications selon lesquelles dans certains cas, ces approches peuvent faire doubler le rendement de la centrale thermique. Une fusion des facteurs économiques et des règlements antipollutions peuvent aussi aboutir aux décisions de fermer les vieilles centrales thermiques à mauvais rendement et les chaudières industrielles et de les remplacer par celles qui sont plus rentables ou par les sources d'énergie alternatives.

Les dispositifs antipollutions atmosphériques (DAPA) qui nettoient les gaz de cheminée des centrales thermiques peuvent capturer le mercure et réduire les émissions. Le plus commun de ceux-ci capture les cendres volantes, les fines particules qui s'élèvent avec les gaz de cheminée. Certains aussi capturent les gaz acides. Les DAPA incluent aussi les dispositifs de précipitations électrostatiques, les séparateurs à couche filtrante, les systèmes de désulfuration des gaz de combustion. Les stratégies pour le contrôle de la pollution par le mercure devraient alors inclure l'utilisation de nouveaux DAPA : les centrales thermiques devraient réajuster les dispositifs existant de nettoyage des gaz de cheminée pour améliorer la capture du mercure et utiliser les dispositifs supplémentaires de nettoyage des gaz de cheminée. Elles devraient aussi employer les techniques qui peuvent augmenter l'efficacité de la capture du mercure de leurs DAPA existants.

L'efficacité de la capture du mercure par les DAPA est influencée par plusieurs facteurs. A hautes températures les zones de combustion des centrales thermiques alimentées au charbon, la plupart de mercure qui se trouve dans le charbon est rejeté dans le gaz d'échappement sous la forme du mercure élémentaire gazeux.

Ce mercure élémentaire gazeux n'est pas soluble dans l'eau, et les DAPA ne peuvent pas facilement le capturer. Certaines quantités du mercure élémentaire, cependant, sont oxydées par les réactions chimiques avec d'autres substances présentes dans le gaz de cheminée. Le mercure oxydé (souvent sous la forme de chlorure mercurique) est soluble dans l'eau, et les systèmes de désulfuration des gaz de combustion peuvent le capturer. Le mercure oxydé a aussi une tendance à se lier aux particules qui se trouvent dans le gaz de cheminée et forme le mercure lié aux particules. Les séparateurs à couche filtrante et les dispositifs de précipitation électrostatiques peuvent capturer beaucoup de ce mercure lié aux particules.
277,278

En fonction des proportions relatives du mercure élémentaire, le mercure oxydé, et le mercure lié aux particules contenues dans les gaz de cheminée--et selon le rendement des DAPA en utilisation – le rendement d'épuration du mercure du gaz de cheminée se situerait entre 24 pourcent et 70 pourcent.²⁷⁹

La proportion de mercure élémentaire contenue dans le gaz de cheminée qui est convertie en mercure oxydé et en mercure lié aux particules dépend de plusieurs facteurs, y compris la composition du gaz de cheminée et la quantité et les propriétés des cendres volantes qui sont présentes. Ces facteurs, à leur tour, sont dépendants du type et des propriétés du charbon, les conditions de combustion, et de la conception de la chaudière et du dispositif d'extraction de chaleur. Lorsque le charbon a une quantité de chlore plus ou moins élevée, une bonne quantité du mercure élémentaire contenu dans le gaz de cheminée a tendance à être oxydée. Lorsque le charbon a une quantité plus ou moins faible de chlore, une faible quantité du mercure élémentaire a tendance à être oxydée. Ainsi les mesures qui augmentent la quantité de chlore présent dans le procédé peuvent, sous certaines conditions, augmenter le rendement d'épuration du mercure des DAPA.*

En plus, le charbon non brûlé dans les cendres volantes a tendance à absorber le mercure dans le gaz de cheminée et crée le mercure lié aux particules, une bonne quantité duquel peut être capturée par les DAPA. Certains, cependant, soutiennent les interventions qui augmentent la quantité du charbon non brûlé présent dans les cendres volantes avec l'intention d'augmenter de cette façon le rendement d'épuration du mercure des DAPA.²⁸⁰ De telles interventions, toutefois, ont le potentiel de réduire l'efficacité et d'augmenter les risques de pollution causés par les produits de la combustion incomplète. Enfin, lorsque les centrales thermiques alimentées au charbon utilisent la réduction sélective catalytique (RSC) pour contrôler les rejets de l'oxyde d'azote, ce procédé peut aussi transformer le mercure élémentaire en mercure oxydé et améliorer l'élimination du mercure par les DAPA.²⁸¹

²⁷⁷ S. X. Wang et al., "Mercury Emission and Speciation of Coal-Fired Power Plants in China," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys.net/10/1183/2010/acp-10-1183-2010.pdf>.

²⁷⁸ Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants," U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory, 2006, http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/coal_utilization_byproducts/pdf/mercury_%20FGD%20white%20paper%20Final.pdf.

²⁷⁹ S. X. Wang et al., "Mercury Emission and Speciation of Coal-Fired Power Plants in China," cited above.

* Unfortunately, increased chlorine content in the flue gas can have the negative consequence of increasing the unintentional formation and environmental release of dioxins, furans, and other persistent organic pollutants (POPs), which are also serious global pollutants. The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants seeks to minimize and, where feasible, eliminate the formation and release of these POPs.

²⁸⁰ James Kilgroe et al., "Fundamental Science and Engineering of Mercury Control in Coal-Fired Power Plants," U.S. EPA, 2003, http://www.reaction-eng.com/downloads/Senior_AQIV.pdf.

²⁸¹ Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants," cited above.

Plusieurs techniques qui maximisent la transformation du mercure élémentaire gazeux dans le gaz de cheminée en mercure oxydé et/ou en mercure lié aux particules ont été recommandées pour optimiser la capture du mercure en utilisant la combustion existante et le matériel de nettoyage du gaz de cheminée. Ces techniques incluent les suivantes :

- Ajouter les réactifs au charbon ou aux gaz de combustion surchauffés pour favoriser l'oxydation du mercure élémentaire.
- Modifier le procédé de combustion pour augmenter la quantité ou la réactivité du carbone non brûlé dans les cendres volantes pour augmenter l'adsorption, du mercure et/ou favoriser l'oxydation du mercure élémentaire.
- Mélanger du charbon pour changer la composition du gaz de cheminée et les propriétés des cendres volantes afin d'augmenter la formation du mercure oxydé et/ou du mercure lié aux particules ;
- Combiner les étapes décrites ci-dessus.²⁸²

Le Mercure contenu dans les Déchets Récupérés des Dispositifs Antipollutions.

Lorsque les centrales thermiques utilisent les DAPA pour ôter le mercure du gaz de cheminée, il y a des inquiétudes sur le devenir à long terme de ce mercure. Certains de ces déchets vont dans les décharges contrôlées ou les terrils où ils ont la possibilité de dégager les émissions de mercure dans l'atmosphère ou de permettre au mercure de s'infiltrer dans les sols environnants et dans les réseaux hydrographiques. Certaines usines traitent les déchets à partir des appareils de contrôle qui se trouvent sur place, ce qui peut occasionner la pollution environnementale locale et les déversements de mercure dans les cours d'eau. Une grande quantité de ces déchets, cependant, est recyclée pour utilisation dans la fabrication des matériaux de construction et d'autres usages.

Selon une association de l'industrie et du commerce et un groupe de pression, l'« American Coal Ash Association », la vente et l'utilisation des produits provenant de la combustion de Charbon est une industrie qui vaut plusieurs milliard de dollars. L'association définit les produits provenant de la combustion de charbon comme incluant les produits dérivés de la centrale thermique tels que les cendres volantes, les cendres résiduelles, les croûtes des chaudières et d'autres différents résidus provenant des dispositifs de contrôle des émissions de gaz de cheminée et de désulfuration.²⁸³

Les déchets provenant des systèmes de désulfuration des gaz de combustion (DGC) peuvent être récupérés et utilisés pour produire le gypse synthétique. Aux Etats-Unis, par exemple, 75 pourcent de ces déchets sont récupérés et utilisés. La plus grande partie de ces déchets est utilisée pour la fabrication des panneaux muraux en gypse synthétique, un matériel de construction surtout utilisé à l'intérieur des maisons.²⁸⁴ Une moyenne d'environ 8 tonnes de gypses est présente dans les panneaux muraux d'une nouvelle maison construite aux Etats-Unis. Aussi récemment qu'en 2001, 15 pourcent de l'approvisionnement total en gypse des Etats-Unis provenait des déchets contenant du charbon. Dès 2009, l'utilisation de gypse

²⁸² James Kilgroe et al., "Fundamental Science and Engineering of Mercury Control in Coal-Fired Power Plants," cited above.

²⁸³ Coal Ash Facts, <http://www.coalashfacts.org/>.

²⁸⁴ Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants," cited above.

provenant des déchets contenant du charbon a plus que triplé et maintenant est responsable pour plus de la moitié du gypse utilisé aux Etats-Unis.²⁸⁵

Parce que les systèmes de DGC fonctionnent à des températures plus ou moins faibles, les études ont découvert que pendant leur utilisation, certaines éléments traces volatiles se condensent à partir de la phase gazeuse et sont ôtés du gaz de cheminée. Ceci a laissé supposer que les systèmes de DGC pourraient ôter de cette façon certaines quantités de mercure élémentaires gazeux du gaz de cheminée.²⁸⁶ Ceci suppose cependant, que le mercure élémentaire pourrait être présent dans les déchets provenant des systèmes de DGC et a le potentiel pour la révolatisation et le rejet.

Il n'existe pas beaucoup de données sur les rejets de mercure provenant du gypse synthétique dérivé des déchets, mais les données disponibles sont troublantes. Les analyses étaient faites dans une usine de fabrication des panneaux muraux qui utilisent les déchets récupérés des systèmes de DGC de la centrale thermique. Les chercheurs ont mesuré la teneur en mercure du gypse synthétique entrant et la teneur en mercure du gypse sortant et ont calculé la quantité de mercure qui est perdue au cours du procédé de fabrication. Une série de cinq analyses étaient faites sur les produits des panneaux muraux qui utilisaient le gypse synthétique provenant de différentes centrales thermiques et de différentes configurations des appareils antipollutions. Dans le premier test, la quantité totale de mercure déclarée qui était perdue entre le gypse entrant et le produit final était de 5 pourcent. Dans le second test, la quantité totale de pertes de mercure déclarées était de 8 pourcent. Dans le troisième test, la quantité totale de pertes de mercure déclarées était de 46 pourcent. Les pertes totales enregistrées dans le quatrième test n'étaient pas déclarées mais paraissaient faibles. Et dans le cinquième test, la quantité totale des pertes de mercure déclarées était de 51 pourcent.²⁸⁷

Les résultats de ces analyses laissent supposer qu'il pourrait avoir d'importants rejets de mercure dans l'environnement et sur le lieu du travail pendant la fabrication des panneaux muraux à base de gypse synthétique provenant des déchets. Il pourrait aussi avoir des rejets de mercure provenant du gypse synthétique avant que le matériel n'arrive même à l'usine de fabrication des panneaux muraux. L'utilisation croissante du gypse synthétique provenant des déchets pourrait rendre négatif l'efficacité des systèmes de DGC pour ôter le mercure du gaz de cheminée parce que la grande quantité de mercure qui est ôtée au départ par les systèmes de DGC pourrait être par la suite réémise dans l'environnement avant ou pendant la fabrication des panneaux muraux.

Les analyses décrites ci-dessus et le rapport qui en est découlé étaient commis pour l'APE des Etats-Unis par des scientifiques dans une compagnie chef de file qui fabriquent des panneaux muraux avec du gypse synthétique. Le rapport a indiqué que la teneur en mercure dans les panneaux muraux sortants dans les tests varie d'une quantité élevée de 0.95 ppm à une quantité faible de 0.02ppm.²⁸⁸ Peu de données indépendantes, cependant, semblent être disponibles sur la teneur en mercure dans les panneaux muraux fabriqués à base du gypse synthétique. Une étude menée par l'APE des Etats-Unis avait rapporté que la teneur en

²⁸⁵ "Soaring Use of Coal Waste in Homes Risks Consumer Headache," Public Employees for Environmental Responsibility (PEER), 2010, http://www.peer.org/news/news_id.php?row_id=1327.

²⁸⁶ "Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment," AMAP and UNEP, cited above.

²⁸⁷ Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants," cited above.

²⁸⁸ Jessica Sanderson, "Fate of Mercury in Synthetic Gypsum Used for Wallboard Production," USG Corporation, 2008, http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/coal_utilization_byproducts/pdf/42080FinalRpt20080624.pdf.

mercure dans deux échantillons analysés de panneaux muraux fabriqués aux États-Unis se situait entre 2.08ppm et 0.0668 ppm. La même étude a découvert que la teneur en mercure dans deux échantillons analysés des panneaux muraux fabriqués en Chine se situait entre 0.562 ppm et 0.19ppm.²⁸⁹ Beaucoup plus de données indépendantes sur la teneur en mercure dans les panneaux muraux fabriqués avec du gypse synthétique provenant des déchets sont nécessaires.

Il semble qu'il n'existe aucune étude disponible concernant l'exposition au mercure des travailleurs qui installent ces panneaux muraux. Toutefois, une étude publiée par les scientifiques de l'industrie et les consultants vise à montrer que le mercure qui se trouve dans l'air intérieur des chambres couvertes de panneaux muraux fabriqués à base de gypse synthétique ne constitue pas une source d'inquiétude. Il n'est pas facile de comprendre à partir de l'étude comment sa méthodologie et ses résultats peuvent être utilisés pour justifier cette conclusion. Le rapport portant sur l'étude fournit certaines données intéressantes. Elle a mesuré les flux de mercure dans de petites cuves contenant des échantillons de panneaux muraux fabriqués avec du gypse naturel et des cuves contenant des échantillons de panneaux muraux fabriqués avec du gypse synthétique. Elle a trouvé les flux de 0.92 ± 0.11 nanogrammes par mètre carré (mg/m^2) par jour pour les panneaux muraux fabriqués avec du gypse naturel et les flux de $5,9 \pm 2,4$ ng/m^2 par jour pour les panneaux muraux fabriqués avec du gypse synthétique.²⁹⁰ C'est-à-dire que, les flux de mercure mesuré issus des panneaux muraux fabriqués avec du gypse synthétique étaient six fois plus élevés que ceux issus des panneaux muraux fabriqués avec du gypse naturel. Ceci suggère une éventuelle source de préoccupations. Les recherches indépendantes portant sur les rejets de mercure provenant du gypse synthétique seraient très utiles.

Les cendres volantes qui ont été capturées dans les séparateurs à couche filtrante et dans les dispositifs de précipitations électrostatiques des centrales thermiques alimentées au charbon sont aussi mises en utilisation. Selon une association de l'industrie et du commerce, 70 millions de tonnes de cendres volantes sont produites aux États-Unis chaque année. Presque 45 pourcent de ces cendres volantes sont recyclées ultérieurement pour certaines utilisations, et les exploitants des centrales thermiques sont entraînés de faire ce qui relève de leur compétence pour augmenter ce pourcentage. Une grande quantité des cendres volantes est mélangée à des proportions diverses au ciment pour faire du béton. Les sources industrielles prétendent que le mercure est fortement lié aux cendres volantes et très peu de mercure est rejeté du béton de finition ou pendant le malaxage et le séchage du béton. Cependant, il ne semble pas exister des données indépendantes suffisantes disponibles pour soutenir cette prétention. Tout comme il n'existe non plus aucune donnée disponible qui évalue les émissions mondiales totales du mercure associées à la fabrication et à l'utilisation des matériaux de construction provenant des cendres volantes. De plus, étant donné que les exploitants des centrales thermiques à charbon à travers le monde introduisent des innovations technologiques pour augmenter l'efficacité de capture du mercure de leurs appareils antipollution atmosphérique, la quantité totale de la teneur en mercure des cendres volantes et d'autres résidus des DAPA augmentera. Il y a du travail à faire pour suivre la trace du devenir final dans l'environnement du mercure contenu dans les cendres volantes et dans d'autres résidus capturés par les DAPA.

²⁸⁹ "Drywall Sampling Analysis," U.S. EPA, 2009, linked to <http://www.pharosproject.net/index/blog/mode/detail/record/40>.

²⁹⁰ Scott S. Shock et al., "Evaluation of Potential for Mercury Volatilization from Natural and FGD Gypsum Products Using Flux-Chamber Tests," *Environmental Science & Technology*, March 2009, <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es802872n#afn3>.

Les centrales thermiques envoient certaines quantités de cendres volantes capturées dans les dispositifs de précipitations électrostatiques et les séparateurs à couche filtrante vers les fours à ciment, où les cendres volantes sont mélangées aux autres matières premières et le mélange est ensuite soumis à une température aussi élevée que 1450°C. Soumis à ces hautes températures, pratiquement tout le mercure qui se trouve dans les cendres volantes--- le mercure qui au départ a été ôté du gaz de carneau de la centrale thermique par les dispositifs de précipitations électrostatiques et les séparateurs à couche filtrante--- est vaporisé et rejeté, une fois de plus, cette fois-ci dans le gaz de carneau du four à ciment.²⁹¹

Les opérateurs des centrales thermiques cherchent les utilisations pour leurs produits provenant de la combustion de charbon afin de réduire leurs coûts d'élimination des déchets. Etant donné que le monde est entrain d'aller vers l'adoption des contrôles réglementaires plus rigoureux sur les émissions de mercure provenant des centrales thermiques à charbon, les approvisionnements mondiaux du mercure contenant des cendres volantes et d'autres résidus des DAPA augmenteront rapidement comme le seront les incitations à élargir les marchés existants pour les résidus des DAPA et à chercher de nouveaux autres.

La pratique de réutilisation des résidus des DAPA, cependant, semble remobiliser une grande quantité de mercure que les DAPA des centrales thermiques à charbon avait précédemment capturé. Un traité mondial sur le mercure devrait accorder une très grande importance à la prévention des pratiques qui aboutissent aux réémissions de mercure qui contribuent au mercure atmosphérique mondial ou qui polluent l'air intérieur des domiciles et des lieux de travail.

Les Aspects Locaux et Mondiaux de la Pollution par le Mercure.

Les émissions de mercure provenant des centrales thermiques à charbon attirent souvent plus l'attention du public et du politique et font l'objet de plusieurs études que ne le font d'autres sources de pollution par le mercure. Une raison évoquée est que les émissions atmosphériques provenant des centrales thermiques à charbon mal contrôlées comprennent non seulement des émissions du mercure élémentaire gazeux mais aussi de grandes quantités de mercure lié aux particules et du mercure oxydé (tel que le chlorure mercurique et l'oxyde de mercure). Bien qu'une grande quantité des émissions de mercure élémentaire gazeux reste dans l'atmosphère pendant une longue période, le mercure lié aux particules et le mercure oxydé tendent à avoir un séjour beaucoup plus court dans l'atmosphère et tendent à retomber sur la terre en amont de ces centrales thermiques. Par exemple, les recherches faites dans l'Etat de Ohio aux Etats-Unis ont découvert que plus de 70 pourcent du mercure associé aux précipitations (dépôt humide) venaient des centrales thermiques à charbon locales.²⁹² Parce qu'une grande quantité des émissions de mercure lié aux particules et de mercure oxydé d'une centrale thermique retombe sur le sol plus ou moins proche de la centrale thermique, ceci a tendance à augmenter la quantité de méthyle de mercure dans les lacs et les rivières qui se trouvent en amont de ces centrales thermiques et dans les poissons pêchés dans ces lacs et ces rivières.

²⁹¹ "Cementing a Toxic Legacy?" Earthjustice Environmental Integrity Project, 2008, http://www.earthjustice.org/sites/default/files/library/reports/ej_eip_kilns_web.pdf.

²⁹² Emily M.White, Gerald J. Keeler, and Matthew S. Landis, "Spatial Variability of Mercury Wet Deposition in Eastern Ohio: Summertime Meteorological Case Study Analysis of Local Source Influences," *Environmental Science & Technology* 43, no. 13, 2009, p. 4,946-53, doi:10.1021/es803214h, <http://dx.doi.org/10.1021/es803214h>.

Lorsque les autorités de régulation et le public prennent connaissance de ce lien qui existe entre les centrales thermiques à charbon mal contrôlées et les taux très élevés de la contamination par le méthyle de mercure des poissons vivant dans les lacs et les rivières qui se trouvent en amont des sources de contamination, les pressions publiques et politiques pour la surveillance et le contrôle plus approprié des émissions provenant de la centrale thermique s'intensifient le plus souvent.

D'autre part, n'importe quelle source anthropique de mercure qui rejette principalement des émissions du mercure élémentaire aura tendance à avoir un impact environnemental localisé beaucoup plus petit. Les émissions de mercure élémentaire tendent à rester dans l'atmosphère pendant six mois à deux ans et tendent à être répandues par le vent partout à travers le monde. Ce mercure éventuellement retombe aussi sur la terre, mais avec peu, s'il en existe, de lien évident entre la source de pollution et la masse d'eau où les poissons contaminés vivent. Par conséquent, il existe souvent peu de compréhension du public et du politique de la relation qui existe entre les sources d'émissions de mercure élémentaire gazeux et leur éventuel impact environnemental. Pour ces activités humaines qui rejettent essentiellement le mercure dans l'atmosphère sous la forme de mercure élémentaire gazeux, l'impact a tendance à être répandu partout dans le monde plutôt que d'être local ou régional. Ainsi, une approche mondiale est nécessaire pour comprendre entièrement l'impact de telles émissions, et seule une approche mondiale peut effectivement protéger la santé humaine et l'environnement de ces émissions.

Une autre stratégie que les centrales thermiques à charbon peuvent utiliser pour réduire les émissions de mercure est l'épuration du charbon et d'autres formes de prétraitement du charbon. Les centrales thermiques utilisent généralement l'épuration du charbon sur de la houille pour ôter les résidus d'extraction minière et pour réduire la cendre et le soufre. Les pratiques actuelles et communes de l'épuration de la houille sont considérées comme réduisant les émissions de mercure venant des centrales thermiques d'environ 37 pourcent.²⁹³ Les procédés plus avancés de l'épuration du charbon et du prétraitement du charbon qui permettent de réaliser les rendements d'élimination du mercure plus élevés ont aussi été discutés et encouragés. Un exemple qui a été cité est la technologie «K-fuel». C'est une technologie brevetée qui utilise la chaleur et la pression pour transformer physiquement et chimiquement les carburants de faible valeur en carburants solides de basse humidité et à BTU élevée. Ce procédé ôte la cendre et le mercure du charbon et ainsi a le potentiel de produire du carburant ayant une faible teneur en mercure et avec une valeur calorifique élevée.²⁹⁴

Dans de nombreux cas, les décisions prises par les exploitants de la centrale thermique ou de la chaudière d'utiliser les charbons épurés et traités sont motivés par les impératifs économiques tels que la nécessité d'augmenter le rendement du combustible du charbon disponible ou le besoin d'atteindre les normes antipollution sans de nouveaux grands investissements dans le rendement de la centrale thermique ou des DAPA. L'opinion des experts cependant, semble être divisée sur les procédés de pointe d'épuration du charbon et du traitement du charbon. Ainsi ils sont économiquement compétitifs avec d'autres

²⁹³ B. Tooleoneil et al., "Mercury Concentration in Coal—Unraveling the Puzzle," *Fuel* 78, no. 1, 1999, p. 47-54, doi:10.1016/S0016-2361(98)00112-4, [http://dx.doi.org/10.1016/S0016-2361\(98\)00112-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0016-2361(98)00112-4).

²⁹⁴ James Kilgroe et al., "Fundamental Science and Engineering of Mercury Control in Coal-Fired Power Plants," cited above.

technologies potentielles de contrôle du mercure.²⁹⁵ Un traité mondial sur le mercure, toutefois, pourrait influencer de tels calculs économiques ; il pourrait encourager des travaux recherches et de développement supplémentaire dans ce domaine. Il pourra même créer les motivations à la fois aux exploitants d'améliorer le rendement de leur centrale thermique et les DAPA et d'utiliser aussi du charbon qui a été soumis aux procédés d'épuration et de traitement de pointe.

En résumé, plusieurs techniques différentes, peuvent être utilisées pour réduire les émissions de mercure provenant des centrales thermiques à charbon et des chaudières industrielles. Ceux-ci sont les suivants :

- Les mesures pour augmenter le rendement de la centrale thermique et de la chaudière
- Installer et/ou augmenter la capacité des dispositifs antipollution atmosphérique
- Utiliser des techniques diverses pour transformer complètement le mercure élémentaire gazeux se trouvant dans les gaz de combustion en mercure oxydé et/ou en mercure lié aux particules
- Epurer, mélanger ou autrement prétraiter le charbon
- La substitution, c'est-à-dire, décider de remplacer les centrales thermiques à charbon avec les sources d'énergie alternatives qui génèrent moins de pollution mercurique ou qui ne génère pas du tout de pollution mercurique

Un traité de contrôle du mercure peut promouvoir les recherches pour améliorer le rendement et réduire les coûts des techniques de réduction des émissions de mercure et des technologies telles que celles qui sont listées ci-dessus. De plus, le traité peut promouvoir les recherches sur les approches qui peuvent étendre les choix disponibles. A la fin, néanmoins, laquelle de ces techniques, s'il en existe, qu'un exploitant décide d'employer dans le but de réduire la pollution par le mercure dépendra de plusieurs facteurs. Un facteur important sera les caractéristiques et les coûts des approvisionnements en charbon disponible localement, parce que l'efficacité de différentes techniques de contrôle du mercure pourrait varier selon les caractéristiques du charbon qui est brûlé. D'autres facteurs importants incluent le coût local et la disponibilité des technologies et des techniques pour améliorer le rendement de l'installation ou d'ôter efficacement le mercure des gaz de combustion ; le coût pour gérer convenablement n'importe quels déchets générés, surtout les rejets provenant des déchets de mercure ou les transferts ; et la disponibilité du savoir faire local nécessaire pour faire de bons choix technologique et ensuite de les déployer de façon efficace.

Dans de nombreux cas, cependant, même si les techniques et les technologies efficaces de contrôle du mercure sont disponibles, les exploitants des centrales thermiques n'y investiront pas s'il n'existe pas un conducteur réglementaire, un conducteur économique ou tous les deux. La raison étant que les exploitants des centrales thermiques ont une grande incitation à générer l'électricité à son plus bas prix possible. D'autre part, un traité mondial avec des mesures juridiquement contraignantes peut aider à réduire au minimum les avantages économiques que les plus grands pollueurs ont maintenant et peut aider à équilibrer le terrain de jeu pour chacun.

²⁹⁵ Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants," cited above.

Cependant, les exploitants dépenseront leur propre argent pour réduire les émissions de mercure s'ils y sont contraints par la politique gouvernementale et par les réglementations du gouvernement, surtout s'ils comprennent que la non-conformité aux principes leur coûtera même beaucoup plus que leurs coûts de conformité. De plus, même en l'absence d'une exigence contraignante spécifique, les opérateurs accepteront d'employer les techniques de réduction efficace du mercure si les incitations appropriées leur sont données de telles incitations peuvent inclure l'assistance financière et technique. Ou bien ils peuvent inclure l'accès facilité aux technologies et aux techniques qui améliorent les rendements d'extraction de la centrale et ainsi réduisent le coût de production d'une unité de rendement énergétique. Le défi pour les gouvernements impliqués dans la négociation du nouveau traité mondial pour le contrôle du mercure sera d'arriver aux accords sur un ensemble de mesures qui incluent à la fois les règlements bien formulés et obligatoires, juridiquement contraignants et aussi les incitations financières et techniques suffisantes qui, lorsque mis ensembles, seront à mesure d'apporter les réductions mondiales importantes de la pollution par le mercure provenant de centrale thermique.

L'ensemble de mesures négociées aura besoin de réconcilier les objectifs concurrents de contribuer positivement aux réductions des émissions mondiales de mercure, et au même moment, maintenir ou même rehausser le développement de l'économie nationale et les objectifs de réduction de la pauvreté. Réaliser ceci nécessitera un travail acharné et de l'opiniâtreté inventive de la part des négociateurs qui reconnaissent à la fois les dommages graves causés sur la santé humaine et l'environnement par la pollution par le mercure mais aussi la nécessité urgente qu'ont plusieurs pays en voie de développement d'améliorer leur accès à l'électricité fiable à travers une augmentation de la capacité nationale de production d'énergie.

Pour arriver à des accords importants à propos du contrôle des rejets de mercure provenant des centrales thermiques alimentées au charbon, il pourrait être nécessaire d'introduire graduellement les mesures de contrôle contraignantes et obligatoires pendant un certain temps. Les mesures pourraient être formulées en des termes qui sont semblables aux dispositions des meilleurs techniques disponibles (MTD) contenues dans la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants. Ces mesures pourront, sous des conditions d'acceptation de l'accord, exiger aux gouvernements qui sont parties du traité de mandater et/ou de promouvoir l'utilisation des MTD dans les centrales thermiques à charbon dans leurs pays. De plus, les mesures des MTD du traité pourraient être strictement liées aux provisions du traité qui s'occupent à donner l'assistance technique et financière aux pays en voie de développement et les pays qui ont les économies en transition afin d'assurer que les parties peuvent mettre en œuvre les provisions du traité sans sous estimer leur développement économique national et leurs objectifs de réduction de la pauvreté.

Comme cela a été le cas avec la Convention de Stockholm, une définition complètement élaborée des MTD et les directives n'ont pas besoin d'être écrites dans le texte du traité lui-même. Plutôt, le traité pourrait définir les MTD en des termes conceptuels et instruire sa Conférence des Parties (CdPs) d'établir un Groupe Expert des MTD pour préparer les directives de l'avant-projet des MTD pour adoption par la CdPs et pour aussi réviser périodiquement et mettre à jour les directives. Ces directives des MTD ébauchées pourraient inclure les révisions et les mises à jour qui s'occupent des calendriers et des conditions sous lesquels les dispositions des MTD du traité deviennent juridiquement contraignantes.

Parallèlement, la CdPs, pourrait aussi entreprendre des révisions périodiques de la disponibilité pratique de l'assistance technique et financière qui soutient la mise en œuvre des directives des MTD. Les résultats de telles révisions pourraient être étroitement liés aux décisions sur les calendriers et les conditions sous lesquels les provisions des MTD deviennent juridiquement contraignantes. Une telle approche à deux voies pourrait contribuer aux accords sur un traité qui peut imposer des contrôles significatifs sur les centrales thermiques alimentées au charbon sans sous-estimer le développement économique national et les objectifs de la réduction de la pauvreté.

Comme ce fut le cas dans la convention de Stockholm, les directives des MTD pourraient en plus inclure les provisions qui encouragent les exploitants qui souhaitent construire une nouvelle centrale thermique ou qui souhaitent modifier de façon considérable une centrale thermique déjà existante d'accorder un intérêt, aux technologies énergétiques alternatives qui ne rejettent pas le mercure dans l'environnement. Si de telles provisions sont écrites dans les directives, alors le soutien technique et financier qui pourrait devenir disponible pour assister à la mise en œuvre des dispositions des MTD du traité sur le mercure pourrait être utilisé pour déployer plutôt les technologies énergétiques alternatives.

9.2 La Combustion d'Autres Combustibles Fossiles

Les estimations communément déclarées sur les émissions de mercure provenant des sources de combustion des combustibles fossiles autre que les centrales thermiques alimentées au charbon semblent être moins complètes et moins précises que le sont les estimations des émissions provenant des centrales thermiques alimentées au charbon. Beaucoup de gouvernements en Europe de l'Ouest, en Amérique du Nord et partout ailleurs ont exigé une surveillance poussée des émissions des gaz brûlés des centrales thermiques alimentées au charbon dans leurs pays, et cette surveillance a souvent inclu les contrôles des émissions de mercure. Par conséquent, beaucoup de données ont été collectées sur les émissions de mercure provenant des centrales thermiques alimentées au charbon dans plusieurs pays. Ces données ont rendu possible le développement des facteurs d'émissions qui ont été utilisés pour évaluer en gros les émissions de mercure provenant des centrales thermiques même dans les pays où la surveillance des gaz brûlés des centrales thermiques a été moins courante. D'autre part, les émissions de mercure estimées provenant des sources de combustion de combustibles fossiles autre que les centrales thermiques alimentées au charbon semblent être basées sur peu de données et une étude limitée.

Le Chauffage Domestique

Les émissions de mercure provenant de la combustion du charbon pour le chauffage domestique et commercial, pour la cuisson et d'autres sources semblables ont été estimées à approximativement 20 pourcent des émissions globales totales de mercure provenant des sources anthropiques.²⁹⁶ L'utilisation du charbon pour le chauffage domestique rejette aussi des gaz à effets de serre dans l'environnement. Elle rejette en plus d'autres polluants nocifs qui contribuent à la pollution grave de l'atmosphère locale et est la cause des infections des voies respiratoires et d'autres maladies. Ainsi, les mesures pour promouvoir et permettre le remplacement des fournaies à l'air chaud alimentées au charbon et des poêles par des alternatives de chauffage domestique moins polluantes réduiront non seulement la pollution globale totale par le mercure mais peut aussi aider à réduire les émissions globales de gaz à effets de serre aussi bien que la pollution dommageable de l'atmosphère local.

²⁹⁶ Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment," AMAP and UNEP, cited above.

Les Produits Pétroliers

Le raffinage et la combustion du pétrole et ses produits dérivés contribuent aussi à la pollution globale par le mercure. Selon un prestataire de technologie industrielle, le mercure est un composé commun du pétrole, et la transformation du pétrole est souvent accompagnée par la production des flux de déchets qui contiennent du mercure. Les systèmes de piégeage du mercure sont communs dans l'industrie, et la principale incitation pour leur utilisation est de protéger les installations de production et les catalyseurs. Les centrales qui n'ont pas des systèmes de piégeage du mercure génèrent des boues contaminées par le mercure, les sédiments et d'autres flux de déchets. Dans certaines localisations où la concentration en mercure dans le procédé d'alimentation est élevée, les systèmes de traitement pour gérer correctement les déchets de mercure pourraient ne pas être facilement disponibles ou abordables.²⁹⁷

Le "Technical Background Report" du PNUE déclare qu'il existe très peu de données sur les concentrations de mercure présent dans le pétrole brut et indique qu'il existe des informations dans la littérature rapportant des concentrations de mercure dans le pétrole brut au taux aussi élevé que 30 ppm. Il conclut, cependant, que les meilleures données suggèrent que les concentrations de mercure dans le pétrole brut ont tendance à se situer entre 0.01 ppm et 0.5 ppm. (Par comparaison, Le « Rapport d'Acquis Technique » indique que les concentrations de mercure dans le charbon ont tendance à se situer entre 0.01 ppm et 1.5ppm). Le "Technical Background Report" suggère que les émissions de mercure associées à la combustion des produits pétroliers ont tendance à se situer entre un ou deux ordres de grandeur plus faibles que les émissions de mercure provenant de la combustion du charbon, mais cette conclusion est, il est vrai, basée sur des données partielles. Beaucoup de travaux restent à faire pour développer les estimations plus sûres sur les émissions atmosphériques de mercure et d'autres rejets provenant des centrales qui transforment le pétrole et ses produits dérivés, et beaucoup de travaux restent à faire pour estimer des émissions de mercure provenant des installations et des véhicules qui brûlent les produits pétroliers.

Les Produits Pétroliers provenant des Schistes Argileux et des Sables Pétrolifères

La production des produits pétroliers à partir des schistes est coûteuse aux prix actuels du pétrole et à présent juste un nombre réduit de dépôts de schistes à pyrobitume sont entrain d'être utilisés pour produire les produits pétroliers. La production du pétrole à partir du schiste a lieu actuellement au Brésil, en Chine en Estonie, en Allemagne et en Israël.²⁹⁸ Aucune donnée ne semble être disponible sur les rejets de mercure provenant de la production du pétrole à partir du schiste à pyrobitume. Toutefois, la transformation du schiste afin de produire du pétrole peut être une source de rejets de mercure dans l'environnement. De grandes réserves de schistes à pyrobitume existent et au fur et à mesure que les prix du pétrole augmentent, ces réserves pourront de plus en plus être utilisées pour la production du pétrole.

Une étude du « Green River Formation shale » menée en 1983 suggère que la production du pétrole à partir du schiste peut rejeter de grandes quantités de mercure dans l'environnement.²⁹⁹ L'étude estime qu'entre 8 et 16 kilogrammes de schistes doivent être transformés pour produire chaque litre de produit pétrolier. Les quantités en traces de mercure

²⁹⁷ "Generation and Disposal of Petroleum Processing Waste That Contains Mercury," Mercury Technology Services, <http://hgtech.com/Publications/waste.html>.

²⁹⁸ 2007 "Survey of Energy Resources," World Energy Council, http://www.worldenergy.org/documents/ser2007_final_online_version_1.pdf

²⁹⁹ "Mercury Emissions from a Modified In-Situ Oil Shale Retort," Alfred T. Hodgson, et al, Atmospheric Environment, 1984

sont présentes dans le schiste en des concentrations qui sont propres aux matériaux sédimentaires. Au cours de la transformation, le schiste est chauffé à 500°C et il y a une possibilité pour la mobilisation de presque toute sa teneur en mercure à cause de la volatilité du mercure et ses composés. L'étude estime qu'une installation qui transforme une quantité suffisante du « Green River Formation shale » pour produire 8 millions de litres de pétrole par jour pourrait générer environ 8 kilogrammes des émissions atmosphériques du mercure par jour. Ceci suggère qu'un traité mondial de contrôle du mercure devrait inclure les dispositions pour contrôler les émissions de mercure provenant de la production du schiste à pyrobitume par anticipation à une date possible dans l'avenir où de grandes quantités de schistes à pyrobitume seront transformées.

La production des produits pétroliers à partir des sables pétrolifères (aussi appelés sables bitumeux) peut être une source de pollution pas le mercure. Peu de données sont disponibles sur les rejets de mercure provenant de cette source, mais une étude récente a découvert la preuve que l'industrie Canadienne des sables pétrolifères a déversé de quantités importantes de mercure dans le fleuve Athabasca et ses affluents.³⁰⁰ Les données suffisantes et plus sûres devraient être disponibles sur les rejets de mercure provenant à la fois de l'industrie des sables pétrolifères et de l'industrie de l'huile de schiste.

Le Gaz Naturel

Il existe aussi peu d'informations disponibles sur les rejets de mercure associés à la combustion du gaz naturel. Comme il a été mentionné dans une partie se trouvant au début de ce Manuel, le mercure est ôté habituellement du gaz naturel qui est liquéfié parce que même en de très faibles concentrations, le mercure peut corroder le matériel en aval utilisé au cours du procédé. Cependant, à l'extérieur de l'Union Européenne, peu de données sont disponibles sur le devenir environnemental de ce mercure qui est ôté.

Aussi, certains pays et régions ont de telles fortes concentrations de mercure dans leur gaz naturel que les exploitants doivent ôter le mercure du gaz avant de le distribuer. Ceci semble être le cas dans certains pays limitrophes de la Mer du Nord et en Algérie et en Croatie. S'appuyant sur les données fournies dans le rapport du PNUE intitulé « Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury », il semble que le gaz naturel avec des taux analogues élevés de mercure pourrait se trouver dans certains pays de l'Amérique du sud, de l'Extrême Orient et en Afrique du Sud, au Sumatra, et peut être bien aussi dans d'autres pays. Probablement, si le mercure n'est pas ôté de tel gaz, et si le gaz est distribué et utilisé, ceci donnera lieu à d'importantes émissions de mercure. Comme c'est le cas avec les produits pétroliers, il y a visiblement un besoin pour plus de données et beaucoup de travaux restent à faire dans ce domaine par le PNUE et les autres.

9.3 La Production du Ciment

Selon le « Global Atmospheric Mercury Assessment » du PNUE, les fours à ciment rejettent annuellement une quantité de mercure estimée à 189 tonnes métriques dans l'atmosphère. Ceci représente environ 10 pourcent du total des émissions globales atmosphériques de mercure provenant des sources anthropiques.

³⁰⁰ "Oil sands development contributes elements toxic at low concentrations to the Athabasca River and its tributaries." Erin N. Kelly and David W. Schindler, et al, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, July 2010, <http://www.pnas.org/content/107/37/16178.full?sid=800be74f-98bb-4117-a945-bb9ec73936b0>

Une bonne quantité du mercure rejeté provenant des fours à ciment paraît naturellement dans les matières premières utilisées pour fabriquer du ciment celles-ci incluent les sources de calcium, l'élément ayant la plus forte concentration dans le ciment. Les matières premières à partir desquelles proviennent le calcium incluent le calcaire, la craie, les coquillages et d'autres formes naturelles de carbonate de calcium. Une autre catégorie de source de matières premières est les minerais et les minéraux qui contiennent les éléments tels que le silicium, l'aluminium, ou le fer. Ceux-ci incluent le sable, le schiste, l'argile et le minerai de fer.³⁰¹ Ces matières premières peuvent toutes contenir une certaine quantité de mercure naturel. Elles sont écrasées et mélangées ensemble avant d'aller dans le four.

Plusieurs exploitants du four à ciment ajoutent en plus dans ces matières premières naturelles des quantités de cendres volantes provenant des dispositifs antipollutions d'air des centrales thermiques. Comme cela a été relevé plus haut, ces cendres volantes contiennent du mercure qui était piégé avant par les séparateurs à couche filtrante ou les dispositifs de précipitation électrostatique dans les centrales thermiques à charbon où les cendres volantes ont été produites. En 2005, 39 exploitants de cimenterie aux Etats-Unis auraient mélangé un total de 2.7 millions de tonnes métriques de cendres volantes dans les matières premières entrant dans leurs fours à ciment.³⁰²

En plus des matières premières, les fours à ciment utilisent aussi de grandes quantités de combustibles pour chauffer les matières premières à une haute température. Les combustibles utilisés dans les fours à ciment incluent le charbon, le coke de pétrole, le mazout lourd, le gaz naturel, le gaz dégagé à partir des décharges, le gaz torché à partir des raffineries de pétrole. En plus de ces combustibles primaires, les déchets combustibles alimentent aussi souvent les fours, y compris les pneus usagés et les déchets dangereux.³⁰³ Ces combustibles peuvent aussi contenir d'importantes quantités de mercure. Le gaz dégagé à partir des décharges pourrait être particulièrement problématique parce qu'il pourrait contenir du mercure qui s'est trouvé au départ dans la décharge contrôlée à travers les produits contenant du mercure arrivés à leur fin de vie. Beaucoup d'informations sur la teneur en mercure de tous les combustibles utilisés dans les fours à ciment sont nécessaires parce que tous sont susceptibles d'être d'importantes sources d'émissions de mercure.

Souvent, les matières premières mixtes, y compris les cendres volantes sont mises dans le four et chauffées aux températures, aussi élevées que 1450°C. A ces températures, les éléments contenus dans les matières premières fondent et réagissent les uns avec les autres pour produire les silicates et d'autres composés. La matière produite dans le four est appelée le mâchefer, et il contient deux-tiers ou plus de silicates de calcium par poids. Le mâchefer est alors écrasé en une poudre fine, qui est le constituant essentiel du ciment.³⁰⁴

Soumis aux températures élevées dans le four à ciment, le mercure contenu dans les matières premières, les combustibles, et les cendres volantes se vaporise. Les dispositifs antipollutions atmosphériques pourraient piéger certaines quantités de mercure dans la cheminée du four à ciment, mais une bonne quantité de ce mercure est rejetée dans l'atmosphère.

³⁰¹ "Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Mercury and Mercury Compounds," Portland Cement Manufacturing, U.S. EPA, 1997, <http://www.epa.gov/ttnchie1/le/mercury.pdf>.

³⁰² "Cementing a Toxic Legacy?" Earthjustice Environmental Integrity Project, cited above.

³⁰³ Wikipedia entry on cement kiln, http://en.wikipedia.org/wiki/Cement_kiln.

³⁰⁴ Ibid.

Une Liste des Polluants émis des Fours à Ciment

Les fours à ciment rejettent non seulement du mercure et ses composés dans l'atmosphère mais aussi beaucoup d'autres polluants. Le principal polluant rejeté à partir des fours à ciment est le dioxyde de carbone du gaz à effet de serre, qui est produit à la fois par la combustion des combustibles et les réactions qui ont lieu à l'intérieur des matières premières.

D'autres émissions à partir du four à ciment sont les suivantes :

- Le plomb et ses composés
- Le chrome et ses composés
- Le manganèse et ses composés
- Le zinc et ses composés
- Le nickel et ses composés
- Le benzène, l'éthylbenzène, le toluène, le xylène, l'éthylène glycol, et la méthylisobuthylcétone
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques
- Les dioxines, les furannes et les PCBs
- Le perchloréthylène et le dichlorométhane
- Les émissions de particules
- Les oxydes d'azote
- L'anhydride sulfureux et l'acide sulfurique
- Le monoxyde de carbone
- Le carbone lié organiquement
- Les composés du chlore minéral gazeux tels que le chlorure d'hydrogène
- Les composés gazeux minéraux du fluorure.^{305, 306}

En août 2010, l'APE des Etats-Unis a finalisé de nouveaux règlements qui contrôleront les émissions de mercure provenant de tous les fours à ciment aux Etats-Unis. Selon les prétentions de l'agence, lorsque ces nouvelles règles seront complètement mises en application en 2013, les émissions de mercure provenant des fours à ciment aux Etats-Unis seront réduites de 7.5 tonnes métriques (16 600 mesures). Ceci ferait une réduction de 92 pourcent par rapport aux taux actuels.³⁰⁷

Le règlement établit les seuils stricts des émissions de mercure pour les fours à ciment. Sous des conditions de fonctionnement normales, les nouveaux fours à ciment seront limités à 21 livres (9.5 kg) d'émissions de mercure par million de tonnes métriques de mâchefers produits. Les broyeurs existants seront limités à 55 livres (25 kg) des émissions de mercure par million de tonnes métriques de mâchetiers produits. Les exploitants seront appelés à surveiller continuellement leurs émissions de mercure pour s'assurer qu'ils se conforment aux valeurs limites d'émission. Les nouvelles règles mitigeront les restrictions en existence aux Etats-

³⁰⁵ Ibid.

³⁰⁶ "Taking Stock: 2003 North American Pollutant Releases and Transfers," Commission for Environmental Cooperation, July 2006, http://www.cec.org/Storage/60/5254_TS03_Overview_en.pdf.

³⁰⁷ "EPA Sets First National Limits to Reduce Mercury and Other Toxic Emissions from Cement Plants," U.S. EPA press release, August 9, 2010, <http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/e77fdd4f5afd88a3852576b3005a604f/ef62ba1cb3c8079b8525777a005af9a5!OpenDocument>.

Unis concernant l'utilisation des cendres volantes comme une charge fraîche dans les fours à ciment mais seulement après que les règles sur les valeurs limites d'émissions de mercure ont été renforcées (et probablement atteintes). En plus de contrôler les émissions de mercure, les nouvelles règles contrôleront aussi les émissions du carbure d'hydrogène, de la matière particulaire, des gaz acides, de l'anhydride sulfureux (SO₂) et les oxydes d'azote (NO_x) totaux provenant des fours à ciment.³⁰⁸ La surveillance permanente des émissions de mercure est aussi une exigence juridiquement contraignante dans au moins deux autres pays : l'Allemagne et l'Australie.³⁰⁹

L'APE des Etats-Unis estime que la conformité à ses nouvelles règles concernant les fours à ciment coûtera à l'industrie entre USD\$ 926 - \$950 millions à partir de 2013, lorsque les règlements prendront effet. L'APE estime en plus que les règlements apporteront des bénéfices sanitaires et environnementaux évalués entre USD \$ 6.7 milliard et \$18 milliard par an.³¹⁰

En se basant sur les nouveaux règlements concernant les fours à ciment de l'APE des Etats-Unis, trois observations peuvent être faites:

1. La réduction considérable des émissions de mercure provenant des fours à ciment est techniquement réalisable.
2. Des coûts importants sont associés à la réduction des émissions de mercure provenant des fours à ciment.
3. Les bénéfices sanitaires et environnementaux réalisés en réduisant considérablement les émissions de mercure provenant des fours à ciment ont une valeur qui peut être située entre sept et vingt fois plus grande que les coûts de réduction des émissions.

Un traité international de contrôle du mercure peut et devrait promouvoir et exiger des réductions considérables pour les émissions de mercure provenant des fours à ciment, y compris les exigences pour la surveillance permanente des émissions de mercure et le respect progressif des valeurs limites d'émissions de mercure. Toutefois, pour être adoptées de telles dispositions nécessiteraient d'être liées à la disponibilité de l'assistance technique et financière adéquate aux pays en voie de développement et aux pays à économies en transition.

9.4 L'Extraction Minière et le Raffinage des Métaux

Le mercure et les composés de mercure sont souvent présents, parfois à des concentrations plus ou moins élevées, dans les minerais où sont produits les métaux. Selon les estimations du PNUE sur les émissions déclarées, la production industrielle de l'or (sans compter l'extraction minière artisanale ou à petite échelle de l'or) contribue entre 5 pourcent et 6 pourcent des émissions globales de mercure provenant des activités humaines, alors que l'extraction minière et la fusion des métaux autre que l'or contribue approximativement 10 pourcent du total. Selon le rapport, le mercure n'est pas intentionnellement utilisé dans l'extraction

³⁰⁸ "National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants from the Portland Cement Manufacturing Industry and Standards of Performance for Portland Cement Plants, U.S. EPA Final Rule, August 2010, http://www.epa.gov/ttn/oarpg/t1/fr_notices/portland_cement_fr_080910.pdf.

³⁰⁹ "Reference Document on Best Available Techniques in the Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries," European Commission, May 2010, ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/clm_bref_0510.pdf.

³¹⁰ "EPA Sets First National Limits to Reduce Mercury and Other Toxic Emissions from Cement Plants," U.S. EPA press release, cited above.

minière ou dans la production des métaux autres que l'or, l'utilisation intentionnelle du mercure dans l'extraction minière industrielle de l'or n'est non plus la norme. Ainsi, l'utilisation intentionnelle du mercure contribue juste une infinie partie aux émissions de mercure provenant de l'extraction minière industrielle et des opérations de raffinage.³¹¹ Ceci suggère qu'approximativement 15 pourcent du total de toutes les émissions anthropiques du mercure viennent des rejets non intentionnels du mercure rattachés à l'extraction minière des métaux à l'échelle industrielle et aux opérations de raffinage et aux installations.

Le rapport du PNUE "Global Atmospheric Mercury Assessment" indique que l'un des mécanismes qui contribue aux rejets du mercure provenant de l'extraction minière est la désagrégation des roches nouvellement exposés contenant du mercure. Le rapport suggère, cependant, que la principale source des émissions de mercure provenant de l'extraction minière industrielle et du raffinage est la transformation des minerais qui ont une grande quantité de mercure, surtout lorsque ces minerais métallique sont transformés en utilisant des fontes de hautes températures ou des grillages thermiques. Le rapport suggère en outre que les dispositifs antipollutions atmosphériques qui se trouvent dans les fonderies peuvent prévenir les émissions de mercure de la même manière que les DAPA préviennent les émissions de mercure provenant des centrales thermiques à charbon.³¹²

L'argent, l'or, le cuivre, le plomb, le Zinc et le mercure ont tous tendance à se produire dans les formations géologiques identiques et ont tendance à se mélanger entre eux.³¹³ La quantité de mercure qui se trouve dans le minerai varie considérablement. Selon une source de l'APE des Etats-Unis, les minerais d'or aux Etats-Unis contiennent spécifiquement entre 0.1 ppm et 1000 ppm de mercure. Quant aux minerais de zinc et de cuivre, ils contiennent respectivement entre 0.1 ppm et 10ppm de mercure et 0.01 ppm et 1 ppm de mercure.³¹⁴ Une étude récente a évalué que les installations de production du Zinc primaire en Chine avaient rejeté entre 81 et 104 tonnes métriques des émissions de mercure dans l'atmosphère entre 2002 et 2006.³¹⁵ Une autre étude récente a découvert, que les installations de production à l'échelle moderne équipées des dispositifs antipollutions tels qu'une usine acide et une colonne de récupération du mercure peuvent réduire considérablement les émissions de mercure provenant des fonderies de zinc en Chine.³¹⁶

Le minerai de fer contient généralement moins de mercure que plusieurs autres minerais de métaux. Dans l'état de Minnesota aux Etats-Unis, où le minerai de fer est extrait et

³¹¹ "Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP, cited above.

³¹² Ibid.

³¹³ W. Charles Kerfoot et al., "Local, Regional, and Global Implications of Elemental Mercury in Metal (Copper, Silver, Gold, and Zinc) Ores," *Journal of Great Lakes Research*, 2004, http://www.bio.mtu.edu/faculty/kerfoot/jglr_hg_30_sup1_162-184.pdf.

³¹⁴ Alexis Cain, "Mercury Releases from Industrial Ore Processing," U.S. EPA, December 6, 2005, <http://www.epa.gov/bns/reports/stakesdec2005/mercury/Cain2.pdf>.

³¹⁵ Guanghui Li et al., "Mercury Emission to Atmosphere from Primary Zn Production in China," *Science of the Total Environment*, September 2010, http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V78-50KVG3K-3&_user=10&_coverDate=09%2F15%2F2010&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_cct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=685c0374da431ad9c9b8ebf3acf76710

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V78-50KVG3K-3&_user=10&_coverDate=09%2F15%2F2010&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_cct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=685c0374da431ad9c9b8ebf3acf76710.

³¹⁶ S.X. Wang et al., "Estimating Mercury Emissions from a Zinc Smelter in Relation to China's Mercury Control Policies," *Environmental Pollution*, July 2010, http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VB5-50SSKM6-1&_user=10&_coverDate=08%2F15%2F2010&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_cct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=8622d6c12c9ef4a5b7ddc9995d345e9f.

transformé, par exemple, les analyses pour déterminer la teneur en mercure dans le minerai ont montré des concentrations aussi faibles que 0.001ppm et aussi élevées que 0.9 ppm, bien qu'il semble que la plupart des minerais analysés avaient des concentrations de mercure de moins de 0.32 ppm. Les boulettes de minerai de fer sont chauffées pour le traitement afin de réduire les impuretés qui se trouvent dans le minerai avant qu'il ne soit expédié vers les usines de fabrication du fer primaire et les aciéries. Le minerai de fer de Minnesota produit une émission de mercure estimée entre 300 kg à 350 kg par an.³¹⁷

Néanmoins, la principale source des émissions de mercure dans la production du fer primaire et de l'acier n'est pas le minerai mais le coke métallurgique. Le coke est fait à partir du charbon, et les producteurs de fer l'utilisent pour réduire les écailles d'oxyde de fer présentes dans le minerai afin de le convertir en fer métallique. La plupart des émissions de mercure provenant de la fabrication du fer primaire et de l'acier semblent provenir de la teneur en mercure dans le charbon et sont rejetées lorsque le coke est produit ou utilisé. La production de l'acier secondaire, d'autre part, n'utilise pas le minerai de fer ou le coke. Au contraire, elle produit de l'acier à partir des ferrailles d'acier telles que les vieilles automobiles et les appareils. Cependant, il y a d'importantes émissions de mercure provenant de la production de l'acier secondaire qui vient principalement des interrupteurs contenant du mercure ou d'autres appareils électriques qui sont souvent présents dans les ferrailles d'acier.

L'Extraction Minière du Minerai Métallique est une Grande Source de Pollution par le Mercure

Le rapport du PNUE «Global Atmospheric Mercury Assessment» suggère que la plus grande quantité des émissions globales du mercure dans l'atmosphère provenant de l'extraction minière des métaux et des activités de raffinage sont issues des fonderies et d'autres procédés de raffinage de haute température du minerai et non pas de l'extraction minière elle-même. Il semble, néanmoins, que les émissions atmosphériques de mercure et d'autres pollutions par le mercure qui résultent directement de l'extraction minière du minerai des métaux pourraient avoir été sous estimées.

Cette conclusion vient à la suite d'une révision des données établies en 2008 découvertes dans le «Toxics Release Inventory» (Inventaire des Rejets Toxiques) (TRI)³¹⁸ des Etats-Unis qui englobe tous les rejets et les évacuations de mercure et des composés du mercure déclarés aux Etats-unis provenant de 46 installations *d'extraction minière de minerai des métaux* et de 143 fonderies et d'autres installations *de raffinage des métaux primaires*.

Les données sur *l'extraction minière du minerai métallique* viennent de toutes les institutions aux Etats-Unis qui sont principalement engagées dans le développement des sites miniers ou dans l'extraction minière des minéraux métalliques aussi bien que les institutions engagées principalement dans les opérations de préparation mécanique et d'enrichissement du minerai (c'est-à-dire la préparation) qui consistent au concassage, au broyage, au lavage, au séchage, au frittage, à la concentration, au calcinage, et à la lixiviation du minerai.

Les données sur *l'extraction des métaux primaires* viennent de toutes les institutions aux

³¹⁷ Michael E. Berndt, "Mercury and Mining in Minnesota," Minnesota Department of Natural Resources, 2003, http://files.dnr.state.mn.us/lands_minerals/mercuryandmining.pdf.

³¹⁸ See <http://www.epa.gov/triexplorer/>

Etats-Unis qui fondent et/ou raffinent les métaux ferreux et non ferreux provenant du minerai, du saumon de fonte, ou des déchets en utilisant les techniques électrométallurgiques et d'autres procédés métallurgiques.³¹⁹

Lorsque nous considérons les émissions atmosphériques du mercure et des composés du mercure déclarées provenant des installations dans ces deux catégories citées (y compris le total à la fois des émissions atmosphériques provenant *des sources fixes de pollution* et des émissions atmosphérique provenant *des sources diffuses d'émissions*), les opérations de fusion et de raffinage rejeteraient légèrement plus d'émissions que les installations d'extraction et de raffinage du minerai métallique . Les émissions atmosphériques du mercure déclarées en 2008 provenant des activités de la fonderie et du raffinage des métaux aux Etats-Unis sont de 3.86 tonnes métriques (8 515 livres); les émissions du mercure déclarées en 2008 provenant des opérations d'extraction minière du minerai métallique sont de 2.13 tonnes métriques (4 701 livres).

Cependant, lorsque nous comparons tous les rejets de déchets et les transports de déchets de mercure et des composés du mercure provenant des installations se trouvant dans les deux catégories citées ci-dessus la réalité est différente. En 2008, le total des rejets et de transferts de mercure déclaré provenant de tous les installations de la fonderie et du raffinage des métaux aux Etats-Unis était de 10.06 tonnes métriques (22 174 livres). Le total des rejets de mercure et de transports de mercure déclaré en 2008 provenant de toutes les installations d'extraction minière du minerai métallique aux Etats-Unis, d'autre part, était de 2 486.24 tonnes métriques (5 481.215 livres). En d'autres termes, *le total des rejets et de transport de mercure provenant de toutes les opérations d'extraction minière du minerai métallique aux Etats-Unis était presque 250 fois plus élevé que le total des rejets et des transports de mercure en 2008 provenant de toutes les installations de la fonderie et de raffinage des métaux aux Etats-Unis.*

Ceci ne signifie pas que les fonderies et les entreprises de raffinage des métaux ne se sont pas une source importante de pollution par le mercure. C'est juste pour faire savoir que l'extraction minière du minerai métallique est une importante source et souvent une source plus ou moins ignorée des rejets de mercure dans l'environnement.

Des 2500 tonnes métriques de mercure et de composés du mercure qui ont été presque rejetées dans l'environnement en 2008 provenant des opérations d'extraction minière, presque toutes les quantités de ce mercure sont restées sur le site et ont été rejetées dans le sol. Aucune quantité (0 livre) n'était déversée dans les décharges contrôlées agréées pour les déchets dangereux, et approximativement 10 pourcent étaient déversées dans les décharges contrôlées non agréées pour les déchets dangereux. La plus grande quantité, approximativement 90 pourcent de mercure et des composés du mercure --une quantité estimée à 2205.22 tonnes métriques (4 861 684 livres) déclarée était juste déversée de façon incontrôlée. (La description technique de cette catégorie d'élimination de déchet est «l'élimination sur site en milieu terrestre différente les décharges contrôlées y compris les activités telles que les dépôts dans les stocks de déchets et les déversements ou les fuites».)³²⁰

Si nous considérons que l'extraction minière du minerai métallique aux Etats-Unis (où les

³¹⁹ Data is for NAICS codes 2122 and 331. NAICS is the North American Industry Classification System , U.S. Census Bureau. Definitions of 200 NAICS codes can be found at <http://www.census.gov/eos/www/naics/>.

³²⁰ See definition of "Other On-site Land Disposal" at http://yosemite1.epa.gov/oiaa/explorers_fe.nsf/Doc1/Other+Disposal?OpenDocument.

meilleures données sont facilement disponibles) comme seulement une petite fraction de la quantité globale de l'extraction minière du minerai métallique. Et que si seule, la quantité de mercure et de composés du mercure contenue dans les déchets déversés dans les sites d'extraction minière du minerai métallique en un an (2008) était de plus de 2 200 tonnes métriques, nous voyons que la quantité globale de mercure et les composés du mercure contenu dans tous les déchets miniers déversés au cours de toutes les opérations d'extraction minière du minerai métallique survenues dans le passé ou actuellement, doit être extrêmement important. Ces déchets déversés sont continuellement soumis aux altérations atmosphériques et à d'autres processus naturels qui donnent lieu certainement aux émissions atmosphériques élevées mais non comptabilisées, aux évacuations d'eaux, et d'autres rejets de mercure provenant des dépotoirs de déchets miniers.

Un traité international de contrôle du mercure aura besoin d'aborder les émissions atmosphériques du mercure et d'autres rejets environnementaux provenant à la fois des opérations d'extraction minière et de raffinage des métaux non ferreux et ferreux.

10. Les Déchets contenant du Mercure et les Sites Contaminés

Chaque fois que le mercure ou un composé du mercure est utilisé intentionnellement dans un produit ou au cours d'un procédé, les déchets contenant du mercure sont générés. La combustion des combustibles fossiles, plusieurs activités minières, la transformation à haute température des minerais et minéraux contenant du mercure génèrent aussi les déchets contenant du mercure. Dans plusieurs emplacements, les déchets contenant du mercure sont directement rejetés dans les sols locaux, dans les masses d'eau et les nappes d'eau souterraines locales, ce qui donne lieu aux sites contaminés par le mercure.

10.1 Les Déchets des Produits

Une grande quantité de la teneur en mercure des produits contenant du mercure est rejetée dans l'environnement quand ces produits arrivent à la fin de leur vie utile. Lorsque le produit est incinéré, le mercure est rejeté dans le gaz de cheminée de l'incinérateur: les dispositifs antipollutions atmosphériques piègent certaines quantités de mercure, mais le reste est rejeté dans l'atmosphère. Le mercure piégé par les DAPA est aussi souvent subséquentement réémis dans l'environnement.

Lorsqu'un produit contenant du mercure est envoyé dans un terril ou dans une décharge contrôlée à écran d'étanchéité artificiel, une grande quantité de sa teneur en mercure s'échappera vers un espace plus étendu. Une voie importante par laquelle le mercure s'échappe est par les feux de terril et les feux de décharge contrôlée. Cependant, même en l'absence des feux, certaines quantités de mercure se trouvant dans les terrils et les décharges contrôlées se volatiliseront et entreront dans l'atmosphère. Les composés du mercure solubles dans l'eau qui se trouvent dans les décharges contrôlées peuvent être lessivés du site et regagner les réseaux hydrographiques. Le mercure élémentaire et les composés du mercure peuvent tous deux se fixer aux sols et peuvent migrer hors site par suite d'inondation ou d'autres conditions.

Un rapport intitulé «Mercury Rising: Reducing Global Emissions from Burning Mercury-Added Products» produit par le «Mercury Policy Project for the Global Alliance for Incinerator Alternatives (GAIA) et d'autres réseaux d'ONG, estiment qu'entre 100 et 200

tonnes métriques de mercure étaient rejetées dans l'environnement global en 2005. Ces rejets sont la combinaison de l'incinération : des déchets médicaux, de l'incinération des produits contenant du mercure, de l'incinération des boues d'épuration municipales (avec l'apport des produits contenant du mercure), des feux des décharges contrôlées, et de la combustion à l'air libre des déchets parmi lesquels se trouvent des produits contenant du mercure.³²¹

Le mercure provenant des produits contenant du mercure est aussi rejeté à partir des terrils et des décharges contrôlées même en l'absence du feu. Il est rejeté hors de ces produits en transit sur le chemin de la décharge contrôlée, sur le front (partie active) de la décharge, au cours des opérations de manutention des déchets de la décharge, et comme un contaminant à l'intérieur du gaz d'enfouissement. Le gaz d'enfouissement, qui est généralement le méthane et le dioxyde de Carbone, est brûlé, exploité comme une source d'énergie, ou émis directement dans l'atmosphère.³²²

Une étude a découvert du mercure à des taux 10 fois plus élevés que les niveaux de référence à l'intérieur de 20 des 200 bennes Dumpster utilisées dans le transport des déchets à une décharge contrôlée. Les taux de mercure ont atteint approximativement 500 nanogrammes (ng) par mètre cube dans ces bennes Dumpster. Une autre étude a mesuré les concentrations de mercure en aval et en amont du front de décharge de plusieurs décharges contrôlées et a découvert que les concentrations de mercure en aval étaient plus élevées que les concentrations de mercure en amont--souvent de 30 à 40 fois plus. Certaines capacités ont atteint 100 mg de mercure par mètre cube en aval. Les chercheurs ont aussi mesuré la teneur en mercure dans le gaz d'enfouissement et ont découvert des concentrations allant d'un peu plus de cent à plusieurs milliers ng par mètre cube.³²³

Une étude menée dans un site d'enfouissement sanitaire en Chine a mesuré le mercure gazeux total (MGT) contenu dans les gaz d'enfouissement et a aussi mesuré à la fois les concentrations du mercure monométhylé et du diméthylmercure contenues dans les gaz d'enfouissement. Elle a découvert les concentrations du MGT contenues dans les gaz d'enfouissement se situant approximativement de 665 ng par mètre cube et a découvert les concentrations mixtes de mercure monométhylé et du diméthylmercure d'environ 11ng par mètre cube. Le rapport indique en plus que le mercure est rejeté directement des sols des décharges contrôlées sans aucune prise de données effectuées.³²⁴ Une autre étude menée en Chine a découvert des concentrations de MGT contenues dans les gaz d'enfouissement aussi élevées que 1400 ng par mètre cube. La quantité annuelle estimée de mercure contenue dans les gaz d'enfouissement qui s'échappent des décharges contrôlées étudiées était aussi élevée, atteignant 3300 g de mercure par an.³²⁵ Beaucoup de travaux sont certainement nécessaires pour mesurer les émissions et les rejets de mercure provenant à la fois des décharges contrôlées à écran d'étanchéité artificiel et aussi de grands terrils.

³²¹ Peter Maxson, "Mercury Rising: Reducing Global Emissions from Burning Mercury-Added Products," for the Mercury Policy Project, February 2009,

http://www.zeromercury.org/International_developments/FINAL_MercuryRising_Feb2009.pdf.

³²² "Summary of Research on Mercury Emissions from Municipal Landfills," NEWMOA factsheet, 2009,

<http://www.newmoa.org/prevention/mercury/landfillfactsheet.cfm>.

³²³ Ibid.

³²⁴ Xinbin Feng et al., "Landfill Is an Important Atmospheric Mercury Emission Source," *Chinese Science Bulletin*, 2004, <http://www.springerlink.com/content/t1k8j12r71k091r5/>.

³²⁵ Z.G. Li et al., "Emissions of Air-Borne Mercury from Five Municipal Solid Waste Landfills in Guiyang and Wuhan, China," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys.org/10/3353/2010/acp-10-3353-2010.pdf>.

Selon le rapport du PNUE intitulé « Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury », à partir de 2005, les quantités estimées de mercure utilisées dans les produits étaient comme suit:³²⁶

La demande en mercure pour utilisation dans les produits en 2005 (en tonnes métriques)

Produits	Faible Estimation	Forte Estimation
Les piles	300	600
L'usage dentaire	240	300
Les dispositifs de contrôle et de mesure	150	350
L'éclairage	100	150
Les appareils électriques et électroniques	150	350
Autres	30	60
Totaux	970	1,810

Depuis 2005, l'utilisation du mercure dans la fabrication des piles a baissé alors que l'utilisation du mercure a augmenté dans la fabrication des appareils d'éclairage. Cependant, la quantité de mercure ajoutée dans de nouveaux produits chaque année reste probablement au dessus de 1000 tonnes métriques par an.

Chaque produit contenant du mercure à une durée de vie limitée après quoi, il est soit jeté au rebut comme un déchet ou, alternativement, certains ou la totalité de ces produits sont récupérés pour la réutilisation ou le recyclage. Malheureusement, souvent lorsque les déchets électroniques sont transformés pour la récupération ou le recyclage, les appareils contenant du mercure sont détruits et/ou chauffés, ce qui rejette les vapeurs de mercure sur le lieu de travail et dans l'atmosphère. Il semble aussi que juste une petite fraction de déchets provenant des produits contenant du mercure qui sont en fin de leur de vie utile, est gérée de façon responsable de manière à piéger la teneur en mercure dans le produit et à prévenir son rejet dans l'environnement plus tard.

La solution à long terme au problème des déchets contenant du mercure et des sites contaminés par le mercure est la prévention, l'élimination progressive ou la réduction au minimum des produits contenant du mercure et les procédés qui utilisent le mercure, et imposer des seuils stricts et les contrôles rigoureux des sources d'émissions anthropiques non intentionnelles du mercure. Dans l'intérim, les produits contenant du mercure jetés au rebut doivent être mieux gérés. Les entreprises qui produisent ou vendent des produits contenant du mercure devraient être astreints par la loi à les reprendre à la fin de leur vie utile et d'assurer que les appareils jetés au rebut sont gérés de façon responsable de manière à réduire au minimum les rejets de mercure dans l'environnement. En particulier, les mesures mises en place devraient assurer que les produits contenant du mercure qui sont arrivés à la fin de leur cycle de vie ne subissent pas : l'incinération en plein air, la décharge dans les terrils ou les décharges contrôlées qui sont susceptible de subir des feux des décharges contrôlées. La transformation dans les emplacements qui ne sont pas équipés pour gérer convenablement la teneur en mercure de ces déchets comme les déchets électroniques.

10.2 Le Traitement du Mercure et les Déchets des Produits Dérivés

Les informations concernant le traitement du mercure et les déchets des produits dérivés ont déjà été présentées précédemment dans ce manuel dans les sections abordant l'approvisionnement en mercure. (voir l'extraction minière à petite échelle de l'or, les

³²⁶ "Summary of Supply, Trade and Demand," UNEP, cited above.

fabriques de chlore et de soude caustique à cathode de mercure, l'utilisation des catalyseurs de mercure pour produire le monomère de chlorure de vinyle, les centrales thermiques à charbon, la production du ciment, l'extraction minière à l'échelle industrielle et le raffinage des métaux et d'autres sections).

Certaines extractions minières industrielles de l'or et du zinc et les opérations de raffinage récupèrent du mercure élémentaire qui a une certaine valeur à partir des déchets de leurs produits dérivés. Le mercure élémentaire qui a une certaine valeur est aussi parfois récupéré à partir des déchets produits dans les fabriques de chlore et de soude caustique, à partir des catalyseurs utilisés dans la production du MCV et, dans certains cas, même par les exploitants d'or à petite échelle et les marchands d'or. Le mercure élémentaire ayant une certaine valeur récupéré est soit ensuite réutilisé dans le procédé, entre de nouveau sur le marché, ou est retiré du marché et placé dans les installations de stockage à long terme.

Cependant, le plus souvent les procédés industriels et d'autres procédés qui utilisent le mercure aussi bien que ceux qui génèrent les déchets contenant du mercure non intentionnellement, ne récupèrent par le mercure élémentaire ayant une certaine valeur et généralement font un travail insuffisant pour prévenir que, leurs déchets contenant du mercure n'entre dans l'environnement.

10.3 Les Sols et les Eaux Contaminés par le Mercure

Lorsque les sols et les eaux sont contaminés par le mercure, toutes les options disponibles pour la décontamination et la biorestauration coûtent très chères et ne sont pas aussi entièrement satisfaisantes. Dans certains cas, les méthodes utilisées pour décontaminer les sols et les eaux dévient purement le mercure vers un autre milieu. Par exemple, certaines technologies promeuvent le dégagement gazeux du mercure du sol ou de l'eau vers l'atmosphère. En 2007, l'APE des Etats-Unis a fait sortir un rapport intitulé « Treatment Technologies for Mercury in Soil » qui décrit certaines des options disponibles.³²⁷

Le rapport emploie, le terme *sol* pour inclure le sol (un mélange de sable, de boue, d'argile, et de matières organiques), les débris, les boues, les sédiments et d'autres phases solides des milieux environnementaux. Il emploie le mot *déchet* pour inclure les déchets solides dangereux et non dangereux générés par les industries. Il emploie le terme *eau* pour inclure l'eau souterraine, l'eau potable, les eaux usées industrielles dangereuses et non dangereuses, les eaux de surface, l'eau du drain des mines, et le lixiviat. Ce qui suit est un résumé des technologies de traitement qui sont disponibles aux Etats-Unis.

Les Technologies pour le Traitement du Sol et des Déchets

Technologie	Description
Solidification/Stabilisation	Lie physiquement ou enferme les contaminants à l'intérieur d'une masse stabilisée et réduit chimiquement le potentiel de risque d'un déchet en transformation les contaminants en des formes moins solubles, moins mobiles, ou moins toxiques
Le lavage du sol/ Extraction à l'acide	Utilise le principe selon lequel certains contaminants de façon préférentielle adsorbent dans les fractions fines du sol. Le sol est

³²⁷ "Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water," U.S. EPA Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, cited above.

	suspendu dans une solution de lavage et les fines sont séparées de la suspension, réduisant de ce fait les concentrations du contaminant dans le sol résiduel. L'extraction à l'acide utilise une substance chimique d'extraction, telle que l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique.
Adsorption thermique / Stérilisation en autoclave	Fourniture de la chaleur et pression réduite pour volatiliser le mercure du milieu contaminé, suivi par la transformation des vapeurs de mercure en mercure élémentaire liquide par condensation. Le gaz dégagé pourrait exiger un traitement supplémentaire à travers les dispositifs antipollutions atmosphériques supplémentaires tels que les unités d'émission du carbone.
La vitrification	Le traitement à haute température qui réduit la mobilité des métaux en les incorporant dans une masse vitreuse, chimiquement durable et résistante aux fuites. Le procédé pourrait aussi faire en sorte que les contaminants se volatilisent et ainsi réduire leur concentration dans le sol et les déchets

Le rapport indique que le procédé de solidification/stabilisation (S/S) est la technologie la plus fréquemment utilisée aux Etats Unis pour traiter le sol et les déchets contaminés par le mercure. La S/S est une technologie disponible sur le marché qui a été utilisée pour atteindre les niveaux de décontamination réglementaires. Les technologies listées dans le rapport autres que celles utilisées pour le traitement des sols et des déchets contaminés par le mercure sont moins fréquemment utilisées que les technologies S/S et sont spécifiquement utilisées seulement pour les applications ou les types de sols spécifiques.

Les auteurs du rapport n'ont fourni aucune information sur la stabilité à long terme des sols et des déchets contenant du mercure qui ont été traités en utilisant les technologies S/S et ils ont indiqué qu'ils ne possédaient pas les données leur permettant de fournir cette information.

Beaucoup d'informations sont certainement nécessaires, non seulement sur la stabilité des déchets contenant du mercure traité à l'aide des technologies S/S mais aussi, plus généralement, sur le devenir à long terme de la teneur en mercure dans les résidus associés à toutes les technologies de traitement des déchets contenant du mercure. Les inquiétudes persistent à propos du mercure qui se dégage de ces résidus vers l'atmosphère au fil du temps. Les inquiétudes demeurent aussi à propos d'autres voies à travers lesquelles le mercure provenant de ces résidus est rejeté dans l'environnement.

Les Technologies Utilisées pour le Traitement des eaux.

Précipitation / Co-précipitation	Cette technologie utilise les additifs chimiques pour (a) transformer les contaminants dissous en un solide insoluble, ou (b) former des solides insolubles dans lesquels les contaminants dissouts sont adsorbés. Les solides insolubles sont alors ôtés de la phase liquide par clarification ou filtration
Adsorption	Cette technologie concentre les solutés à la surface d'un sorbant, réduisant ainsi leur concentration dans la phase liquide volumique. Les milieux d'adsorption sont souvent immobilisés dans une colonne. Les contaminants sont adsorbés au fur et à mesure que l'eau contaminée passe à travers la colonne.

Filtration sur membrane	Cette technologie sépare les contaminants de l'eau en faisant passer l'eau à travers une barrière ou une membrane semi-perméable. La membrane laisse passer certains constituants, pendant qu'elle bloque le passage aux autres.
Purification	Ce traitement fait intervenir l'utilisation des micro-organismes qui agissent directement sur les espèces contaminées ou créent des conditions ambiantes qui amènent le contaminant à s'extraire du sol ou à se précipiter ou se co-précipiter hors de l'eau.

Parmi ces technologies de traitement d'eau décrites ci-dessus, la précipitation/la co-précipitation est le procédé le plus généralement utilisé aux Etats-Unis pour traiter l'eau contaminée par le mercure. Changer fréquemment les propriétés de l'eau telles que son acidité (pH) ou changer des propriétés chimiques du mercure (Hg^{2+} en Hg^0) donne lieu à des meilleurs taux d'élimination. L'efficacité de cette technologie est moins probable d'être affectée par les caractéristiques du milieu et des contaminants comparés aux autres technologies de traitement d'eau listées.

L'adsorption a tendance à être utilisée dans les cas où le mercure est le seul contaminant qui doit être traité, pour les réseaux relativement plus petits, et comme une technologie d'affinage pour les effluents provenant des réseaux plus larges. La filtration sur membrane est moins fréquemment utilisée parce qu'elle a tendance à produire un volume plus large de résidus que ne le font les autres technologies de traitement de mercure. La biorémédiation semble être limitée aux études pilotes.

10.4 Le Stockage à Long Terme du Mercure Élémentaire

Dans la section de ce manuel intitulée l'approvisionnement en mercure, il était relevé que l'Union Européenne et les Etats-Unis tous deux ont adopté des lois et des règlements qui interdiront les exportations du mercure élémentaire. Dans certaines circonstances, cette mesure exigera la gestion et le stockage à long terme du mercure ; dans d'autres, elle exigera les méthodes d'élimination du mercure qui sont saines pour la santé humaine et l'environnement. Les règlements de l'union Européenne classe comme déchets tout le mercure récupéré à partir des fabriques de chlore et de soude caustique à cathode de mercure et aussi le mercure récupéré à partir de l'extraction minière des métaux non ferreux et des activités de la fonderie et l'épuration du gaz naturel. Ceci signifie que le mercure élémentaire ayant une certaine valeur (économique) qui provient de ces sources ne peut être vendu ou utilisé dans les pays de l'Union Européenne, mais au contraire il doit être éliminé.

Aux Etats-Unis, l'interdiction d'exportation signifiera que tous les approvisionnements en mercure élémentaire ayant une certaine valeur qui sont supérieurs à la demande auront besoin d'être stockés. Les sources courantes d'approvisionnement en mercure aux Etats-Unis incluent le mercure qui a été récupéré suite à la transformation ou à la fermeture des fabriques de chlore et de soude caustique, le mercure récupéré comme un produit dérivé provenant de l'extraction minière de l'or et certains raffinages de métaux non ferreux, le mercure récupéré à partir des programmes de collecte des produits, et autre mercure recyclé.

Selon un rapport d'évaluation du PNUE, en Amérique Latine et les régions du Caraïbe, la capture de plus en plus des produits dérivés du mercure à partir des opérations minières et l'utilisation de plus en plus des alternatives pour remplacer le mercure donnera lieu à l'excès de mercure dans la région. Les gouvernements de la région reconnaissent que cet excès de mercure doit être correctement géré et stocké pour prévenir leur retour sur le marché

international. Ces gouvernements considèrent que l'identification des solutions de stockage écologiquement saines du mercure est une priorité.³²⁸

Même comme d'autres régions telles que l'Asie, ne semblent pas actuellement avoir un excès d'approvisionnement en mercure supérieur à la demande, il est prévu que cette situation changera après l'adoption d'un nouveau traité international pour le contrôle du mercure et l'entrée en vigueur de ses provisions. Il est par conséquent prévu que toutes les régions auront besoin de mettre en place des programmes pour le retrait de l'excès en approvisionnement du mercure du marché dans le but d'empêcher que le mercure qui est en excès et qui coûte moins cher puisse devenir disponible pour les utilisations non appropriées, surtout dans les secteurs où les restrictions légales sur l'utilisation du mercure pourraient être difficiles à appliquer, telle que l'extraction minière à petite échelle de l'or.³²⁹

La méthode de stockage du mercure privilégiée dans certains pays, tels que les Etats-Unis est le stockage en surface contrôlé. Par exemple, l'armée américaine a un grand stock où le mercure est stocké dans les ballons de 76 livres. Ces ballons, à leur tour, sont scellés dans 3 gallons de fûts hermétiques clos. Il y a six ballons par fûts et cinq fûts par palette. A l'intérieur des fûts, les ballons sont scellés individuellement dans les sacs en plastiques, ils sont séparés par les diviseurs et placés sur une natte absorbante qui se double comme le matériau de rembourrage. Les fûts reposent sur les bacs fixés sur les palettes en bois sur les sols imperméables. Les palettes ne sont pas entassées afin de faciliter l'inspection et le contrôle de la pollution atmosphérique.³³⁰ Ceci est susceptible d'être une approche efficace pour prévenir que le mercure ne s'échappe des entrepôts de stockage en adoptant les bonnes pratiques tels que : un entretien convenable, une bonne surveillance, le site d'entrepôt de stockage n'est pas l'objet d'une catastrophe naturelle tel qu'un tremblement de terre, une inondation ou un cyclone violent, l'emplacement où est situé l'entrepôt de stockage ne devient pas une zone de guerre. D'autres options pour le stockage du mercure en utilisation aux Etats-Unis incluent le stocker dans les ballons en tonne métrique et dans les bouteilles en plastique.

Dans l'Union Européenne, les règlements exigent le stockage permanent ou temporaire du mercure élémentaire à l'intérieur des mines de sels adaptées pour l'élimination du mercure métallique ou dans les roches solides en profondeur s'il est déterminé qu'elles ont un degré de sécurité et de confinement équivalent à celui des mines de sel. Les règlements permettent également le stockage temporaire du mercure pendant plus d'une année dans les installations de stockage de surface consacrées à et équipées pour le stockage temporaire du mercure métallique.³³¹

En ce qui concerne le stockage du mercure dans les mines de sel, les règlements de l'Union Européenne stipulent que la roche entourant les déchets devrait agir comme une roche hôte dans laquelle les déchets sont encapsulés. Le site de stockage doit être situé entre les couches rocheuses imperméables sus-jacentes et sous-jacentes pour prévenir que l'eau souterraine n'y entre et que les liquides et les gaz ne s'y échappent. Les puits et les trous de forage doivent

³²⁸ "Assessment Report: Excess Mercury Supply in Latin America and the Caribbean, 2010-2050," UNEP Chemicals, July 2009, http://www.chem.unep.ch/mercury/storage/main_page.htm.

³²⁹ "Development of Options, Analysis and Pre-Feasibility Study for the Long Term Storage of Mercury in Asia and the Pacific," UNEP, February 2010, http://www.chem.unep.ch/mercury/storage/main_page.htm.

³³⁰ "Background Paper for Stakeholder Panel to Address Options for Managing U.S. Non-Federal Supplies of Commodity-Grade Mercury," U.S. EPA, March 2007, <http://www.epa.gov/mercury/stocks/backgroundpaper.pdf>.

³³¹ "Requirements for Facilities and Acceptance Criteria for the Disposal of Metallic Mercury," European Commission, April 2010, http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/bipro_study20100416.pdf.

être sous scellés pendant l'opération, et ils doivent être hermétiquement fermés après les opérations. Le site de dépôt doit être sous scellée avec une digue hydraulique imperméable lorsque l'extraction du minéral est en cours dans la mine. La stabilité de la roche encaissante/hôte doit être assurée pendant l'opération, et l'intégrité de la barrière géologique doit être assurée pendant une durée illimitée.³³²

Les règlements de l'UE permettent également le stockage du mercure dans les formations rocheuses solides. Elles sont définies comme étant les zones de stockages souterrains à plusieurs centaines de mètres de profondeur faites de roche solide, qui inclue les différentes roches magmatiques, tels que le granite ou le gneiss et aussi les roches sédimentaires tels que le calcaire et le grès. Le stockage temporaire ou permanent est permis dans de telles installations seulement s'il est établi que cette installation assure un degré de sécurité et de confinement équivalent à celui des mines de sel. D'autres conditions s'appliquent aussi. L'installation de stockage doit être adaptée pour l'élimination du mercure métallique. Elle doit assurer la prévention contre les rejets de mercure dans la nappe d'eau souterraine et doit protéger contre les émissions de vapeurs de mercure. Le site doit être imperméable aux gaz et aux liquides. La construction doit être passive avec aucune nécessité d'entretien. Il devrait permettre la récupération des déchets et les mesures correctives dans l'avenir. Il doit être stable pendant une période prolongée, jusqu'à de milliers d'années. Et le site de stockage doit être situé en dessous de la nappe d'eau souterraine pour qu'il n'y ait aucune décharge directe des polluants dans l'eau souterraine.³³³

D'autres pays et régions sont entrain de déterminer les options qu'ils pourraient adopter pour le stockage à long terme du mercure élémentaire.

Selon une ébauche de l'avant-projet du rapport préparée par le PNUE et présentée à une session régionale pour les pays de l'Amérique Latine et les régions du Caraïbe en Avril 2010,³³⁴ certaines exigences pour un entrepôt de stockage sophistiqué en surface sont les suivantes :

- L'emplacement ne doit pas être vulnérable au tremblement de terre, aux ouragans et à l'inondation.
- Plus d'une zone devrait être considérée.
- Une préférence est accordée aux zones désertiques.
- Le site devrait être éloigné de n'importe quel bassin d'eau ou n'importe quel secteur à forte densité de population.
- Les conteneurs de mercure devraient être protégés de l'eau souterraine.
- Les émissions de vapeurs de mercure devraient être prévenues par l'emballage, la manutention, le transport intérieur, et le contrôle de température.
- Le site devrait être protégé de la contamination des eaux souterraines et des eaux de surface.
- Le site devrait être à proximité des routes ou des infrastructures de transport.
- Les programmes devraient être mis en place pour prévenir les risques et les accidents.
- Le stockage devrait être réversible.

³³² Ibid.

³³³ Ibid.

³³⁴ "Draft Annotated Outline: Developments of Options Analysis and Feasibility Study for the Long Term Storage of Mercury in Latin America and the Caribbean," UNEP, 2010, http://www.chem.unep.ch/Mercury/storage/LAC_Docs/First%20Draft%20report%20feasibility%20study%20Hg%20storage%20LAC%20project%2005-04-10%20parcial.doc

- Les systèmes devraient être mis en place pour le contrôle de la pollution atmosphérique, le confinement, le sang et l'urine des travailleurs, etc.
- Il devrait avoir les contrôles des émissions dans l'installation.
- L'installation devrait avoir un dispositif permanent de contrôle des émissions de vapeurs de mercure avec une sensibilité assurant que le seuil critique indicatif de 0.02 mg mercure/m³ n'est pas dépassé.
- L'installation devrait avoir un programme pour la prévention et le contrôle des déversements accidentels.
- Les normes d'emballage doivent être établies.
- Les constructions devraient avoir les sols imperméables et résistants au mercure, et elles devraient être inclinées vers un puisard collectif.
- Les installations devraient avoir les mesures de sécurité adéquates.
- Le mercure ne devrait pas être stocké avec d'autres déchets.
- Il devrait avoir les vérifications de maintenance annuelles et le calibrage annuel des systèmes de surveillance.
- L'installation devrait être régulièrement soumise aux audits indépendants réguliers.

Les experts venant de l'Union Européenne ont relevé en plus qu'avec le stockage en surface le mercure reste encore dans la biosphère. Ils ont aussi relevé que la sécurité de cette option dépend de la stabilité politique et que le stockage en surface pourrait ne pas être une solution permanente.

L'avant -projet du rapport parle aussi de l'élimination souterraine. La considération essentielle dans l'élimination souterraine consiste à isoler les déchets venant de la biosphère dans les formations géologiques là où l'on s'attend à ce qu'il reste stable pendant une très longue durée. Ceci est le meilleur stockage souterrain profond construit. Le mercure est placé dans les conteneurs avant d'être déposé dans la mine. Sa contenance et son isolation sont assurées par les conteneurs, par les barrières machinées additionnelles, et par la barrière naturelle assurée par la roche hôte. L'avant projet du rapport indique que les types de roche ou de sols les plus généralement utilisés pour l'élimination souterraine incluent l'argile et le sel aussi bien que les roches magmatiques solides, les roches métamorphiques, ou volcaniques telles que le granite, le gneiss, le basalte, ou le turf. La profondeur dépend du type de formation utilisée et la capacité d'isolation des formations chevauchantes.

L'avant-projet identifie certaines exigences (qui ne sont pas toutes mutuellement compatibles) pour le stockage souterrain des déchets dans les vieux sites miniers.

- Il devrait être une zone disponible, non utilisée, creusée d'une mine qui est éloignée des zones où l'extraction minière active a lieu et qui peut être isolée des zones d'extraction minière active.
- Les cavités auront besoin de rester ouvertes pour que l'opérateur de la mine ne puisse pas avoir une obligation de remplissage.
- Les cavités exploitées doivent être stables et accessibles même après un long moment ;
- La mine doit être sèche et sans eau.
- Les cavités dans lesquelles doivent être stockés les déchets doivent être isolées des couches contenant de l'eau.
- Pour améliorer la sécurité et pour simplifier la manipulation du mercure, le mercure devrait être stabilisé, c'est-à-dire qu'il devrait être chimiquement traité pour transformer le mercure élémentaire en sulfure de mercure.

- La pureté du mercure doit être plus élevée que 99.9 pourcent parce que les impuretés donnent lieu à l'augmentation de la solubilité de l'eau.
- Il ne devrait pas y avoir d'agents oxydants présents dans la proximité du mercure.
- Compte tenu du fait que le mercure à une haute pression de vapeur. L'installation a besoin de bons systèmes de manutention et de ventilation.
- Les critères d'acceptation des déchets dépendront du cadre légal de la région.³³⁵

Une réunion régionale Asiatique a résumé les options pour un stockage à long terme du mercure. Un rapport préparé par de différentes institutions et organisations asiatiques pour la rencontre a considéré trois options : les entrepôts machinés spécialement au dessus du sol, les formations géologiques souterraines telles que les mines de sel et les formations des formations rocheuses spéciales, et l'exportation dans les installations étrangères. Les auteurs du rapport ont conclu que les exigences les plus importantes pour la gestion du mercure à long terme sont les conditions atmosphériques sèches; la stabilité politique, financière et économique; la sécurité; l'infrastructure appropriée; et la sécurité environnementale.³³⁶

Les auteurs recommandent que l'établissement des installations de stockage du mercure doivent aller ensemble avec les efforts pour établir les installations de traitement des déchets riches en mercure. Ils relèvent que ceci coûtera cher et que les mécanismes spéciaux seront nécessaires pour aborder à la fois les coûts financiers et les aspects légaux.

Les auteurs du rapport Asiatique suggèrent que les pays qui ont des déserts et une situation sociopolitiques stable devraient accorder de l'intérêt à abriter une installation de stockage au dessus du sol. Ils recommandent, cependant, que les pays en Asie devraient continuer à utiliser les formations géologiques souterraines pour stocker le mercure à cause de ses coûts élevés et le manque de sites appropriés. Les auteurs recommandent que les pays qui n'ont pas des déserts et ceux ayant des conditions potentiellement instables exportent le mercure et les déchets riches en mercure vers les pays où les installations de stockage sécurisées, et à long terme du mercure peuvent être arrangées.³³⁷

Comme les négociations pour établir un traité international sur le mercure avance, les discussions sur comment établir les installations de stockage à long terme et/ou les installations d'élimination permanentes d'excès de mercure continuera avec la compréhension qu'après l'entrée en vigueur du nouveau traité et de ses provisions il y 'aura un besoin croissant pour de telles installations dans toutes les régions.

11. Vers un Traité International pour le Contrôle du Mercure

En février 2009, le Conseil d'Administration du PNUE (CA) s'est réuni à Nairobi au Kenya, en présence des représentants de 150 gouvernements et a accepté de mettre sur pied un comité intergouvernemental pour négocier les termes d'un traité international juridiquement contraignant pour le contrôle du mercure. Le CA a accepté en plus que les négociations intergouvernementales sur le texte du traité devraient commencer en 2010, avec pour objectif

³³⁵ Ibid.

³³⁶ "Development of Options, Analysis and Pre-Feasibility Study for the Long Term Storage of Mercury in Asia and the Pacific," UNEP, cited above.

³³⁷ Ibid.

de compléter les négociations et d'adopter le traité à la Conférence des plénipotentiaires qui se tiendra en 2013.³³⁸

Le débat intergouvernemental sur la nécessité de l'action internationale pour le contrôle de la pollution par le mercure avait déjà commencé plus tôt. Déjà en 2000, ceci avait été discuté par la Deuxième Session Ministérielle du Conseil Arctique qui s'était tenue à Barrow en Alaska. Le Conseil Arctique est un forum intergouvernemental dont les membres sont les gouvernements des huit pays limitrophes de l'Arctique. À la réunion qui s'est tenue à Barrow, les représentants des gouvernements avaient accepté que les huit États de l'Arctique coordonnent de près les questions environnementales importantes aux États de l'Arctique. Ils ont relevés que les rejets de mercure ont des effets nocifs/préjudiciables sur la santé humaine, et pourraient détériorer les écosystèmes d'importance environnementale et économique, y compris dans les arctiques. Pour répondre à ces préoccupations, le conseil Arctique a interpellé le PNUE à initier une évaluation internationale du mercure qui pourraient former la base de l'action internationale appropriée et avaient indiqué que les États de Arctique participeraient activement à l'évaluation.³³⁹

11.1 Le Rapport de l'Evaluation Mondiale du Mercure

En réponse à cette demande du Conseil Arctique, le PNUE a préparé son rapport intitulé «Evaluation Mondiale du Mercure» qui était publié en décembre 2002.³⁴⁰ Parmi les découvertes clés du rapport figuraient les points suivants:

- **Le mercure est largement présent dans l'environnement.** Les taux de concentrations du mercure dans l'environnement ont considérablement augmenté depuis le début de l'ère industrielle, et le mercure est maintenant présent dans plusieurs milieux environnementaux et dans les aliments (surtout le poisson) partout dans le globe aux taux qui affectent négativement les humains et la faune.
- **Le mercure est persistant et revient par cycle au niveau mondial.** Le mercure persiste dans l'environnement où il circule entre l'air, l'eau, les sédiments, le sol et les organismes vivants sous plusieurs formes. Les émissions actuelles s'ajoutent à la mare de mercure global qui est continuellement mobilisée, déposée sur la terre et dans l'eau, et puis remobilisée. Dans l'environnement, le mercure peut changer en méthyle de mercure, qui a la capacité de s'accumuler dans les organismes (bioaccumule) et devenir concentré au fur et à mesure qu'il monte dans la chaîne alimentaire (biomagnifie). Presque tout le mercure du poisson est le méthyle de mercure.
- **L'exposition au mercure à des effets graves /néfastes.** Le mercure cause une variété d'impacts défavorables importants sur la santé humaine et l'environnement partout dans le monde. L'exposition humaine au mercure peut provenir de la consommation du poisson, aux utilisations du mercure en milieu de travail et dans les familles, des amalgames dentaires, et des vaccins contenant du mercure. Certaines populations sont spécialement susceptibles à l'exposition au mercure, plus particulièrement les fœtus, les nouveaux-nés, et les jeunes enfants. Les populations indigènes et d'autres qui

³³⁸ United Nations Environment Programme, Report of the Governing Council, Twenty-Fifth Session, Decision 25/5 Chemicals management, including mercury, <http://www.unep.org/gc/gc25/>.

³³⁹ "Barrow Declaration on the Occasion of the Second Ministerial Meeting of the Arctic Council," http://arctic-council.npolar.no/Meetings/Ministerial/2000/bar_decl.pdf.

³⁴⁰ "Global Mercury Assessment Report," UNEP, <http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/Final%20Assessment%20report.htm>.

consomment de grandes quantités de poissons contaminés ou des mammifères aquatiques autant que les travailleurs exposés au mercure sont en danger. Dans plusieurs endroits du monde, le poisson occupe une place importante dans l'alimentation des populations, en fournissant des nutriments qui ne sont pas souvent disponibles dans les sources alimentaires alternatives. La pollution par le mercure constitue une menace essentielle à cette source alimentaire. Certains écosystèmes et les êtres vivants du règne animal sauvage sont aussi vulnérables, y compris les poissons qui se nourrissent d'oiseaux, et les mammifères, les écosystèmes arctiques, les terres humides, les écosystèmes tropicaux et les communautés microbiennes vivant dans le sol.

- **Les interventions pour le contrôle de la pollution par le mercure peuvent être une réussite.** La pollution par le mercure peut être abordée à travers une série d'actions qui visent les réductions de l'utilisation du mercure, du rejet du mercure, et de l'exposition au mercure aux niveaux national, régional et mondial.
- **L'action internationale est nécessaire parce que les actions locales et régionales par elles-mêmes ne sont pas suffisantes.** Du fait du transport à longue distance, même les nations qui ont des rejets minimaux du mercure pourraient être négativement affectées. Les taux élevés de mercure sont observés dans les arctiques, loin des sources des quelconques rejets significatifs. Dans les eaux internationales, le poisson migre souvent vers les zones éloignées et diverses, et après que les poissons commerciaux aient été pêchés, ils sont généralement exportés vers les pays très éloignés de leur lieu d'origine. Ceci fait de la pollution par le mercure un véritable enjeu mondial qui affecte les industries de pêche et les consommateurs de poisson à travers le monde.
- **Le mercure pouvait être un problème spécialement important dans les régions moins développées.** Réagissant à la prise de conscience croissante sur les dangers causés par le mercure, beaucoup de pays industrialisés ont réduit de façon significative leur utilisation du mercure, et les alternatives compétitives sont devenues disponibles sur le marché pour la plupart des utilisations. Ceci a baissé la demande en mercure par rapport à l'offre; ce qui a fait baisser les prix du mercure. En retour, ceci a encouragé l'utilisation continue ou croissante du mercure et des technologies démodées du mercure dans les régions moins développées. De façon non surprenante, ces pays sont entrain de souffrir d'une quantité disproportionnelle de certains des dangers sanitaires et environnementaux liés au mercure.³⁴¹

Dans son dernier chapitre, le rapport «Evaluation Mondiale du Mercure» du PNUE révisé les options pour aborder les impacts globalement néfastes de la pollution par le mercure. Parmi celles-ci le lancement des négociations pour un traité juridiquement contraignant sur le contrôle du mercure.³⁴²

11.2. Décision de Négocier un Traité sur le Contrôle du Mercure

Entre 2003 et 2009, les questions liées à l'action internationale sur le mercure étaient débattues au cours de chacune des rencontres /sessions bisannuelles du Conseil d'Administration du PNUE. Le soutien pour l'établissement d'un traité international pour le

³⁴¹ Ibid., Summary of Key Findings.

³⁴² Ibid., chapter 11.

contrôle du mercure a gagné du terrain et, en 2009, les gouvernements présents au CA du PNUE ont adopté la décision 25/5 dans laquelle ils ont accepté de commencer les négociations pour un traité international, juridiquement contraignant pour le contrôle du mercure.³⁴³

La décision 25/5 reconnaît que le mercure est une substance chimique d'enjeu international à cause de son transport atmosphérique à longue distance, sa persistance dans l'environnement sa capacité de bioaccumulation dans les écosystèmes, et ses effets négatifs considérables sur la santé humaine et l'environnement. Dans la décision, les gouvernements ont accepté que le traité puisse inclure à la fois les approches contraignantes et volontaires autant que les activités intérimaires pour réduire les dangers sur la santé humaine et l'environnement. Ils ont aussi accepté que certaines obligations du traité exigent le renforcement des capacités et l'assistance technique et financière pour les pays en voie de développement et les pays à économie en transition. La décision a spécifié que le traité devrait inclure les provisions qui accomplissent ce qui suit:

- a) Identifier les objectifs du traité
- b) Réduire l'approvisionnement en mercure et augmenter la capacité pour le stockage écologiquement rationnel du mercure
- c) Réduire la demande en mercure dans les produits et les procédés
- d) Réduire le commerce international du mercure
- e) Réduire les émissions atmosphériques du mercure,
- f) S'attaquer au déchet contenant du mercure et à la dépollution des sites contaminés
- g) Augmenter les connaissances à travers la prise de conscience et l'échange des informations scientifiques
- h) Préciser les arrangements pour apporter le renforcement des capacités et l'assistance technique et financière
- i) Aborder les conformités³⁴⁴

Dans la décision 25/5, les gouvernements ont aussi convenu que la participation au comité intergouvernemental de négociation devrait être ouverte non seulement aux gouvernements et aux organisations d'intégration économique, mais aussi aux organisations intergouvernementales et non gouvernementales importantes en accord avec les règles des Nations Unies.

En fin de compte, dans la décision 25/5 les gouvernements se sont accordés sur le fait que l'action internationale sur le mercure ne devrait pas attendre jusqu'à l'aboutissement du processus de négociation du traité mais devrait continuer dans les domaines suivantes:

³⁴³ Proceedings of the Governing Council/Global Ministerial Environment Forum at Its Twenty-Fifth Session, <http://www.unep.org/gc/gc25/Docs/Proceeding-FINAL.pdf>.

³⁴⁴ ³⁴⁴ Ibid.

- a) Renforcer la capacité pour le stockage du mercure
- b) Réduire l'approvisionnement du mercure par exemple, l'extraction minière du mercure primaire
- c) Conduire des campagnes de sensibilisation et des projets pilotes dans les pays clés pour réduire l'utilisation du mercure dans l'extraction minière et à petite échelle de l'or.
- d) Réduire l'utilisation du mercure dans les produits et les procédés et sensibiliser sur l'existence des alternatives ne contenant pas de mercure.
- e) Donner les informations au sujet des meilleures techniques disponibles et des meilleures pratiques environnementales et sur les transformations des procédés fondés sur le mercure aux procédés non fondés sur le mercure
- f) .Encourager le développement des inventaires nationaux sur le mercure
- g) Sensibiliser le public et soutenir la communication sur le risque
- h) Donner les informations sur la gestion saine du mercure

12. La Négociation d'un Traité International Effectif pour le Contrôle du Mercure

Il devrait être possible de sécuriser un accord international pour un traité international détaillé, fort, et effectif pour le contrôle du mercure à temps pour avoir le texte négocié final avant 2013 comme l'a demandé la décision du Conseil d'Administration du PNUE. Pour que ceci se réalise, néanmoins, les ONG et les autres organisations de la société civile ont un rôle important à jouer. Il y a un besoin pour les ONG d'aider à créer la prise de conscience sur le mercure dans leurs propre pays pour le soutien d'un traité fort, international et effectif. Les ONG peuvent aussi aider à influencer positivement les représentants de gouvernements qui prennent part aux processus de négociation.

Au moment où les gouvernements négocient un traité international pour le contrôle du mercure, il sera important pour les organisations de la société civile et pour d'autres de garder en esprit que les principaux bénéficiaires d'un traité international effectif sur le mercure seront les milliards de personnes dans le monde qui consomment du poisson et les crustacés comme des composantes essentielles de leur alimentation. Ceci s'applique surtout pour les habitants des pays en voie de développement, les pays à économie en transition, les habitants des petits états insulaires, et les peuples autochtones. Pour plusieurs de ces personnes, éviter l'exposition nocive au mercure en restreignant la consommation du poisson à quelques repas contenant du poisson par semaine ou par mois n'est pas une option viable. À l'intérieur de ces populations, les enfants sont meurtris par l'exposition au mercure commencé avant leur naissance, et ils souffrent des déficits neurologues durant toute la vie qui peuvent dégrader la qualité de leurs vies. Les gens qui dépendent du poisson dans leur régime alimentaire ont besoin des efforts internationaux concertés qui aboutiront aux réductions importantes de leur consommation de méthyle de mercure. Les gouvernements des pays moins développés, des petits États Insulaires en Développement, et d'autres gouvernements représentants des vastes populations qui dépendent du poisson devraient être visés comme des potentiels alliés

indispensables pour les négociations du traité. Leur soutien actif et leur engagement seront nécessaires si un traité puissant, international et réel sur le contrôle du mercure doit être concrétisé.

Au même moment, il est également important de garder en esprit que certaines des plus importantes sources de pollution mondiale par le mercure seront difficiles à contrôler. Plusieurs pays ont des plans d'augmenter considérablement la production de l'énergie électrique comme une composante importante de leurs stratégies de développement et les programmes de réduction de la pauvreté. Malgré le fait que les centrales thermiques utilisant le charbon comme combustible soient la plus importante source de pollution par le mercure et les émissions de gaz à effet de serre, il paraît toutefois que les plans déjà existants font en sorte qu'il soit possible au moins, à court terme que plusieurs nouvelles centrales thermiques à charbon continueront d'être construites dans de différents pays. Le nombre de mine artisanale et à petite échelle de l'or paraît être en croissance et les mesures pour atteindre les réductions considérables du rejet de mercure à partir de ce secteur seront difficiles et coûteux à mettre en place. Ceci suppose que malgré l'accord par les gouvernements de négocier un traité international pour le contrôle du mercure, la pollution atmosphérique globale par le mercure pourrait néanmoins s'accroître.

L'on peut s'attendre à ce que plusieurs gouvernements résisteront fermement aux propositions du traité qui peuvent aboutir aux réductions globales réelles et importantes des émissions de mercure venant des centrales thermiques à charbon et de certaines autres sources non intentionnelles. L'on peut également s'attendre qu'un nombre de gouvernements résistent fermement aux propositions ou dispositions du traité qui stipulent que des ressources financières et techniques suffisantes seront mobilisées pour permettre aux pays en voie de développement et les pays à économie en transition de mettre en place de façon effective les mesures nécessaires pour le contrôle du mercure sans sous-estimer les plans et objectifs nationaux de réduction de la pauvreté. Cependant, les négociations du traité sur le mercure ne seront pas considérées comme un succès si le traité contient seulement les accords volontaires pour contrôler les sources les plus importantes d'émission de mercure. Pour être vu comme un succès, il aura besoin d'inclure les mesures juridiquement contraignantes pour contrôler les centrales thermiques et d'autres sources principales et aussi les accords pour mobiliser les ressources financières et techniques suffisantes pour permettre une mise en oeuvre effective du traité dans les pays en voie de développement. Le traité aura aussi besoin d'inclure les mesures qui contrôlent l'approvisionnement, la demande, et le commerce, qui éliminent la production, la vente, l'importation et l'extraction des produits contenant le mercure; et qui abordent les problèmes de déchets contenant du mercure et les sites contaminés.

Bien qu'il soit important de ne pas compromettre le besoin des mesures juridiques contraignantes pour contrôler les grandes sources du mercure telles que les centrales thermiques, l'extraction minière à petite échelle de l'or, et d'autres, il pourrait avoir des possibilités de négocier les plans pour introduire les mesures juridiques contraignantes et sur les liens entre les obligations des pays en voie de développement à mettre en place les mesures contraignantes et la disponibilité de l'assistance technique et financière adéquate. De plus bien qu'il soit important que le traité inclue les provisions qui préfèrent l'utilisation des meilleures techniques disponibles (MTD) pour les centrales thermiques et certaines autres sources d'émission de mercure, il pourrait ne pas être nécessaire d'avoir tous les détails importants des MTD du traité écrits dans le texte du traité.

Au contraire, il pourrait être suffisant d'inclure le langage consacré sur les dispositions des MTD du traité et les exigences dans le texte du traité au même moment d'avec la provision de mettre sur pied un groupe expert qui développera les directives détaillées des MTD et le calendrier de la mise en œuvre des directives. Le groupe expert devait être établi comme une entité secondaire à la Conférence des Parties (CdP) du nouveau traité. La composition de ses membres serait déterminée de commun accord par la CdP, le produit de son travail serait sous la forme des recommandations adressées à la CdP, et ses recommandations adressées à la CdP entreraient en vigueur après approbation par la CdP.

Les négociations habiles et le soutien ferme de la société civile seront nécessaires pour sécuriser un traité fort et détaillé pour le contrôle du mercure pendant la durée de temps allouée. Mais il y a de bonnes raisons d'espérer que ceci peut être atteint.

13. Les Points de vue d'IPEN sur le Traité International sur le Mercure

Le Réseau International pour l'Élimination des POP, à travers son Groupe de Travail sur les Métaux Lourds, son comité directeur, et son assemblée générale internationale a adopté une feuille de principes intitulé «les perspectives d'IPEN concernant le traité international pour le contrôle du mercure» qui définit ses points de vue.³⁴⁵

L'IPEN a accepté que pour protéger la santé humaine et les écosystèmes, le traité devrait:

- Avoir comme objectif de protéger la santé humaine, la faune et l'environnement du mercure en éliminant-là où c'est possible- les sources anthropiques des émissions et des rejets de mercure
- Reconnaître les populations particulièrement vulnérables telles que les enfants, les femmes en âge de procréer, les peuples autochtones, les communautés arctiques, les habitants des régions insulaires et côtières, les peuples de pêcheurs, les miniers d'or à petite échelle, les pauvres, les travailleurs et d'autres
- Avoir un large spectre et aborder le cycle de vie entier du mercure
- Avoir pour but de contrôler toutes les sources anthropiques de mercure et toutes les activités qui rejettent des quantités considérables de mercure dans l'environnement
- Mettre sur pied un mécanisme adéquatement financé et disposant d'un mécanisme financier prévisible avec des ressources nouvelles et additionnelles suffisantes pour permettre aux pays en voie de développement et les pays à économie en transition de satisfaire aux obligations du traité sans compromettre leurs objectifs de réduction de la pauvreté
- Utiliser les mesures de contrôle basées sur l'élimination soumises aux exemptions illimitées, définies dans le temps pour éliminer tous les produits et les procédés qui contiennent ou utilisent le mercure et, dans l'intérim, établir les normes et les contrôles pour des produits et des procédés restants

³⁴⁵ See <http://www.ipen.org/hgfree>.

- Réduire au minimum la demande commerciale mondiale du mercure
- Réduire l'approvisionnement mondial du mercure provenant de l'extraction primaire du mercure, préférer les entrepôts permanents, sécurisés et surveillés pour les stocks obsolètes de mercure et tout le mercure qui est récupéré des centrales thermiques à charbon et restreindre le commerce du mercure généré des sources restantes
- Etablir des contrôles effectifs sur le commerce international du mercure et des produits contenant du mercure
- Préférer les solutions écologiquement rationnelles pour la gestion des déchets qui contiennent du mercure et les composés de mercure, y compris les mesures pour empêcher au mercure d'entrer dans les flux de déchets municipaux, médicaux et industriels
- Aborder le problème de dépollution et de rénovation des sites contaminés au mercure existants
- Accélérer l'élimination de l'utilisation du mercure dans le secteur des soins de santé
- Promouvoir l'utilisation des alternatives à la place des amalgames dentaires contenant du mercure avec l'objectif d'éliminer éventuellement cette pratique
- Interdire les pesticides contenant du mercure
- Instaurer les meilleures techniques disponibles (MTD) pour les centrales thermiques à charbon, les fours à ciment et d'autres procédés de combustion qui rejettent le mercure dans l'environnement avec un plan arrêté de commun accord pour son entrée en application et visant à éliminer n'importe quelles de ces sources lorsque de bons alternatifs sont réalisables, disponibles et peuvent être achetés.
- Promouvoir l'utilisation des sources d'énergie alternatives renouvelables comme substituts pour les centrales thermiques à charbon qui rejettent le mercure dans l'environnement
- Instituer des mesures effectives pour réduire et éliminer, là où c'est possible, l'utilisation du mercure dans l'extraction minière de l'or
- Réduire au minimum l'utilisation du mercure dans les laboratoires, les établissements scolaires et d'autres institutions; interdire les utilisations inappropriées et incorporer les informations sur la toxicité du mercure et sur les techniques appropriées pour la manutention ou la manipulation du mercure dans les programmes scolaires
- Interdire les nouvelles utilisations du mercure
- Promouvoir les recherches et le développement des alternatives durables non toxiques pour les produits et les procédés qui contiennent ou utilisent du mercure, avec une insistance particulière pour ce qui a trait à comment aborder les besoins des pays en voie de développement et les pays à économie en transition

- S'assurer que les pays en voie de développement et les pays à économie en transition ne deviennent pas des dépotoirs pour les déchets de mercure et les excès d'approvisionnement en mercure
- Instituer les mécanismes pour le renforcement des capacités et le transfert des technologies
- Exiger à chaque parti d'établir et de mettre en application un Plan National ou Régional de Mise en œuvre du Traité; inclure dans les plans les inventaires des approvisionnements en mercure, des sources, des déchets, et des sites contaminés
- S'assurer que la société civile a un rôle actif dans le développement et la mise en application du traité y compris l'opportunité de participer au développement et à la mise en oeuvre des Plans Nationaux ou Régionaux
- Instaurer les mécanismes pour améliorer, donner et échanger les connaissances et les informations au sujet :
 - des émissions, l'approvisionnement, et l'utilisation du mercure
 - L'exposition humaine et l'exposition environnementale au mercure
 - des données pour la surveillance environnementale
 - Les impacts socio-économiques de l'utilisation, des émissions et des contrôles du mercure
 - les alternatives au mercure dans les produits, les procédés et d'autres sources
- S'assurer que toutes les informations scientifiques sur le mercure sont régulièrement mises à jours et sont disponibles et sont facilement accessibles aux publics d'une manière opportune et dans les formats et les langues appropriés
- Instaurer un mécanisme d'établissement des rapports qui exige aux parties de mettre à jour périodiquement leurs inventaires nationales du mercure et de faire des rapports sur l'état des Plans Nationaux ou Régionaux de mise en œuvre et des obligations du traité
- Instaurer des mécanismes pour l'évaluation de l'effectivité du traité y compris la surveillance mondiale du mercure dans l'environnement et chez les humains
- Instaurer et maintenir, un réseau de surveillance mondiale du poisson pour évaluer les progrès faits dans la réduction de la quantité de mercure qui circule dans l'environnement global et de réunir les informations nécessaires permettant aux centres de santé publics de faire de la communication effective sur le risque et de mener les stratégies vers les populations qui consomment du poisson
- D'instaurer les provisions effectives et contraignantes de conformité au traité

En plus des provisions ci-dessus proposées du traité, le réseau d'IPEN a de plus donné son accord pour les autres considérations suivantes:

- La réduction et l'élimination des sources de mercure devraient être rapides, méthodiques et justes. Les provisions pourraient venir après une période de temps, mais il devrait n'y avoir aucun retard non nécessaire
- L'action internationale significative pour réduire et éliminer les sources et l'approvisionnement en mercure ne devrait pas être retardée jusqu'à ce qu'un traité mondial sur le mercure soit adopté et mis en vigueur. Plutôt, les programmes internationaux suffisamment financés sur le contrôle du mercure devraient être entrepris en commençant immédiatement. Il devrait aussi avoir des ressources pour la surveillance environnementale extensive dans tous les pays pour établir un scénario de base et pour accroître la disponibilité des informations importantes au niveau régional
- Compte tenu du fait que le mercure est un enjeu international qui touche les régions du monde, tous les pays ont d'importants rôles à jouer à la fois dans la négociation et la mise en application d'un traité international sur le mercure
- Le traité sur le mercure et sa mise en application devraient être complémentaire à d'autres instruments internationaux importants y compris la Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants, la Convention de Bâle sur les mouvements transfrontaliers des déchets dangereux, la Convention de Rotterdam sur le Consentement Préalable, l'Approche Stratégique International sur la Gestion Rationnelle des Produits Chimiques, et d'autres. Les synergies appropriées entre ces instruments doivent être adoptées.
- Le traité sur le mercure devrait inclure les dispositions qui le permettront de s'étendre à une date future pour contrôler aussi d'autres métaux toxiques tels que le plomb et le cadmium ou d'autres polluants de préoccupations internationales similaires, sans compromettre la robustesse du traité sur le mercure
- Tous les pays devraient contribuer à la mise en application du traité jusqu'au niveau où ils peuvent aller.
- Les pays développés devraient s'engager à fournir de nouvelles ressources financières additionnelles suffisantes et l'assistance technologique pour permettre pleinement aux pays en voie de développement et les pays à économie en transition d'accomplir leurs obligations vis-à-vis du traité. Le traité devrait inclure les dispositions pour sa Conférence des Parties de revoir si les niveaux de financement sont suffisants, si les bénéficiaires sont entrain d'utiliser réellement les fonds et si les actions prises donnent lieu à la conformité totale aux provisions du traité.
- Le processus de négociation du traité devrait être ouvert et transparent. Les provisions devraient être faites pour permettre la participation significative des ONG pertinentes et d'autres parties prenantes d'intérêt public
- Les transitions d'élimination liées au mercure devraient être faites par un régime planifié et ordonné qui est bâti pour garder les coûts économiques et sociaux à un minimum et éviter les interruptions et les dislocations. Dans certains cas, il y aura besoin d'assistance pour la transition et / ou d'autres aides aux groupes spécifiques de

travailleurs ou des communautés qui actuellement dépendent des activités qui rejettent le mercure dans l'environnement pour leur survie

- Là où cela est possible, la responsabilité pour les éliminations liées au mercure et les nettoyages devrait être compatibles avec le principe de polluer payeur, dans lequel les coûts sont partagés par les parties responsables, avec une attention particulière pour le secteur privé.
- L'action sur le mercure devrait être compatible avec le Principe de Précaution. Il devrait dépendre d'une approche d'évidence du poids avec une attention particulière accordée aux dangers dont sont exposés les fœtus, les enfants et d'autres populations vulnérables
- Le traité devrait incorporer d'autres points importants des Principes de Rio. (voir : le Droit au Développement (3), la Protection de l'Environnement dans le Processus de Développement (4) l'Éradication de la Pauvreté (5), la Priorité accordé aux Moins Développés (6), le Renforcement des Capacités pour un Développement Durable (9), la Participation du Public (10), la Compensation pour les Victimes de la Pollution et autres dommages Environnementaux (13), la Coopération Etatique pour Prévenir le Dumping Environnemental (14), l'Internationalisation des Coûts Environnementaux (16), les Femmes ont un Rôle Vital (20), les Peuples Autochtones ont un Rôle Vital (22). La surveillance et la mise en application du traité et le financement devraient être conduites par les entités publiquement responsables
- Les centres spécialisés régionaux et un réseau d'installations spécialisées devraient être mis sur pied pour apporter l'assistance dans la collecte et la gestion des déchets contenant du mercure. Il devrait avoir une interdiction de jeter ces déchets dans les décharges et les dépotoirs des déchets solides. Un système uniforme devrait être établi pour l'enregistrement et l'établissement des rapports au sujet de leur collecte, leur transport et leur traitement
- Un mécanisme d'échange d'information devrait être instauré. Il devrait donner l'accès direct aux informations scientifiques et techniques, et d'autres informations qui peuvent aider à faciliter la coopération scientifique, technique et financière effective et le renforcement des capacités. Les groupes de la société civile devraient être considérés comme des partenaires et une importante source d'information pour le mécanisme d'échange d'information
- Le traité devrait accorder une attention particulière aux besoins des miniers de l'extraction artisanale et à petite échelle de l'or. Il devrait faciliter leur accès aux technologies affectives et appropriées qui réduisent au minimum ou, là où c'est possible, évitent l'utilisation du mercure. Là où ceci semble être impraticable, le traité devrait promouvoir l'institution des programmes pour les assister à avoir des moyens de survie alternatifs
- Le traité devrait inclure ces provisions pour permettre et promouvoir la participation effective des parties prenantes d'intérêts publics, du domaine de la santé et environnemental dans la mise en application du traité.

- Le traité devrait donner aux publics l'information, la sensibilisation et l'éducation, surtout aux femmes, aux enfants, aux travailleurs, aux miniers de l'extraction artisanale et à petite échelle de l'or, aux pauvres, aux personnes marginalisées et aux moins éduqués. Il devrait aussi donner cela aux peuples autochtones, aux communautés arctiques, aux peuples insulaires, aux peuples côtiers, aux peuples de pêcheurs et aux autres qui dépendent du poisson ou d'autres aliments contaminés par le mercure pour leur nutrition
- De nouvelles recherches devraient être soutenues, autant que nécessaire pour étendre la connaissance au sujet des sources de mercure et au sujet des mécanismes de transport qui transportent le mercure dans les zones éloignées. Le public devrait avoir à temps l'accès aux données importantes du gouvernement et du secteur privé sur les dangers du mercure, les sources du mercure et les alternatives des produits contenant du mercure
- De nouvelles recherches devraient aussi être soutenues pour développer les alternatives efficaces, non toxiques, et moins coûteux aux produits contenant du mercure, aux procédés industriels dépendant du mercure et à d'autres activités qui rejettent le mercure dans l'atmosphère
- Un mécanisme devrait être instauré pour identifier, gérer et remédier les sites contaminés par le mercure. Ceci pourrait inclure des compensations appropriées pour les travailleurs et les communautés affectés.
- Le traité devrait faire appel à des parties d'accorder une attention totale aux impacts sanitaires et environnementaux causés par la transformation du mercure en méthyle de mercure dans le sol lorsque les barrages sont construits et les nouvelles zones inondées.
- Les technologies d'analyse sensible devraient être facilement disponibles pour identifier la contamination des milieux environnementaux, des aliments et des personnes par le mercure

14. CONCLUSION

Il est connu depuis les décennies que la pollution par le mercure cause des dommages graves sur la santé humaine et l'environnement. Jusqu'à récemment, les gouvernements avaient résisté à plusieurs mesures de contrôle nécessaires pour réduire au minimum la pollution par le mercure. D'une façon encourageante cette situation est entrain de changer.

L'intérêt grandissant du public et une compréhension scientifique étendue sur les dommages causés par la pollution locale, nationale et globale a poussé de nombreux gouvernements à commencer à prendre de l'action significative pour le contrôle des émissions atmosphériques du mercure et d'autres rejets de mercure dans l'environnement. La décision prise par les gouvernements de commencer à négocier un traité international pour le contrôle du mercure rend plus facile et très indispensable aux ONG et d'autres d'initier des actions qui abordent les inquiétudes et les problèmes locaux nationaux, régionaux et internationaux. Ceci est vrai dans les pays où les problèmes causés par le mercure sont déjà bien insérés comme faisant partie de l'agenda politique et environnemental naturel, et il est de plus en plus vrai dans les

pays et les régimes où les inquiétudes sur la pollution par le mercure sont entrain maintenant d'émerger.

Cette situation crée à la fois une opportunité et une obligation aux ONG et d'autres organisations de la société civile ayant des missions liées à la santé publique ou à la protection de l'environnement. Elle crée aussi des opportunités et des obligations pour les organisations qui représentent les circonscriptions impactées tels que les gens qui se nourrissent du poisson comme composante importante de leur alimentation, les communautés vivant à proximité des installations de pollution par le mercure, les travailleurs qui sont soumis aux expositions au mercure et beaucoup d'autres. Mener des actions sur les problèmes liés à la pollution par le mercure peut très bien réussir dans le contexte politique actuel et peut avoir un grand impact. Finalement, pendant que le traité international sur le contrôle de la pollution par le mercure est en cours de négociation, et plus tard, pendant que les gouvernements nationaux considèrent sa ratification et par la suite sa mise en application, la prise de conscience publique nationale à propos de la pollution par le mercure influence considérablement comment ils vont décider d'agir.

Etant donné la nature planétaire de la pollution par le mercure, il est important d'avoir un mouvement des ONG et d'autres organisations de la société civile à l'échelle mondiale qui oeuvrent ensemble pour trouver des solutions. Le Réseau International pour l'Elimination des POPs s'est engagé pour la mise en place et le renforcement d'un tel mouvement.