

**Directives techniques pour la gestion écologiquement
rationnelle des déchets constitués de mercure élémentaire
et des déchets contenant du mercure ou contaminés
par cette substance**

Adoptées par la dixième réunion de la Conférence des Parties à la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination (décision BC-10/7)

Cartagena, Colombie, octobre 2011

Table des matières

I.	Introduction.....	7
	A. Champ d'application	7
	B. Considérations générales sur le mercure	7
II	Dispositions pertinentes de la Convention de Bâle et organes et instruments internationaux.....	9
	A. Convention de Bâle.....	8
	1. Dispositions générales	8
	2. Dispositions relatives au mercure	9
	B. Organes et instruments internationaux	11
	1. Conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'environnement	11
	2. Convention de Rotterdam.....	11
	3. Protocole relatif aux métaux lourds	11
	4. Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques	12
III.	Orientations en matière de gestion écologiquement rationnelle.....	12
	A. Considérations générales.....	12
	1. Convention de Bâle	12
	2. Organisation de coopération et de développement économiques.....	13
	3. Gestion du cycle de vie du mercure	14
	B. Cadre législatif et réglementaire	15
	1. Enregistrement des producteurs de déchets	16
	2. Réduction et suppression progressive du mercure dans les produits et procédés industriels	16
	3. Prescriptions applicables aux mouvements transfrontières	17
	4. Agrément et inspection des installations pour l'élimination des déchets.....	18
	C. Identification et inventaire	19
	1. Identification.....	19
	2. Inventaires.....	23
	D. Échantillonnage, analyse et surveillance	24
	1. Échantillonnage	24
	2. Analyse	26
	3. Surveillance	26
	E. Prévention et réduction au minimum de la production de déchets	27
	1. Prévention et réduction au minimum des déchets pour les procédés industriels	28
	2. Prévention et réduction au minimum de la production de déchets pour les produits contenant du mercure	29
	3. Responsabilité élargie des producteurs	31
	F. Manipulation, séparation, collecte, emballage, étiquetage, transport et stockage.....	32
	1. Manipulation.....	32
	2. Séparation	33
	3. Collecte	35
	4. Emballage et étiquetage.....	36
	5. Transport.....	37
	6. Stockage.....	37
	G. Élimination écologiquement rationnelle.....	39
	1. Opérations de récupération.....	40
	2. Opérations ne permettant pas la récupération du mercure.....	46
	H. Réduction des rejets de mercure provenant du traitement thermique et de l'élimination des déchets.....	53
	1. Réduction des rejets de mercure provenant du traitement thermique des déchets	53
	2. Réduction des rejets de mercure provenant de décharges	55
	I. Assainissement des sites contaminés.....	55
	1. Identification des sites contaminés et mesures d'intervention d'urgence	55
	2. Assainissement écologiquement rationnel	56
	J. Santé et sécurité.....	57
	K. Mesures d'intervention d'urgence	58
	1. Plan d'intervention d'urgence	58
	2. Considération particulière pour le rejet accidentel de mercure élémentaire	59
	L. Sensibilisation et participation.....	59

Annexe

Bibliographie..... 62

Abréviations et acronymes

AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
AOX	Halogénures organiques absorbables
AQ/CQ	Assurance qualité / Contrôle de qualité
ASTM	Société américaine pour les essais et les matériaux
CAP	Charbon actif en poudre
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CEE-ONU	Commission économique des Nations Unies pour l'Europe
CEN	Comité européen de normalisation
CETEM	Centre de technologie minérale
CH ₃ Hg ⁺ ou MeHg ⁺	Méthylmercure
Cl	Chlore
COT	Carbone organique total
DEEE	Déchets d'équipement électrique et électronique
EN	Norme européenne
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
HCl	Acide chlorhydrique
HF	Acide fluorhydrique
Hg	Mercure
HgCl ₂	Dichlorure de mercure
HgO	Oxyde de mercure (II)
HgS	Sulfure de mercure
HgSO ₄	Sulfate de mercure (II)
HNO ₃	Acide nitrique
IATA	Association internationale du transport aérien
IMERC	Centre d'échanges inter-États pour l'information sur le mercure et la réduction de son utilisation (USA)
ISO	Organisation internationale de normalisation
J-Moss	Marquage de la présence de substances chimiques spécifiques dans les équipements électriques et électroniques
JIS	Normes industrielles japonaises
JLT	Test japonais standard de lixiviation
LCD	Affichage à cristaux liquides
LED	Diode électroluminescente
LFC	Lampe fluorescente compacte
MMSD	Mines, minerais et développement durable
NEWMOA	Association des autorités de gestion des déchets du nord-est (États-Unis)
NIMD	Institut national pour la maladie de Minamata
NO _x	Oxyde d'azote
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
OIT	Organisation internationale du Travail
OMI	Organisation maritime internationale
OMS	Organisation mondiale de la Santé
ONG	Organisation non gouvernementale
ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
OSPAR	Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est
PACE	Partenariat pour une action sur les équipements informatiques
PBB	Polybromobiphényle
PBDE	Polybromodiphényléther
PCB	Biphényles polychlorés
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
POP	Polluants organiques persistants
PVC	Polychlorure de vinyle ou chlorure de polyvinyle
REP	Responsabilité élargie du producteur
RoHS	Restriction d'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques
SCB	Secrétariat de la Convention de Bâle
S/S	Solidification / Stabilisation

SETAC	Société de Toxicologie et Chimie de l'Environnement
SGE	Système de gestion de l'environnement
SO ₂	Dioxyde de soufre
SPC	Ciment de polymère de soufre
TCLP	Procédure de lixiviation pour la détermination des caractéristiques de toxicité
UE	Union européenne
USEPA	Agence de protection de l'environnement des États-Unis
VCM	Chlorure de vinyle monomère

I. Introduction

A. Champ d'application

1. Les présentes directives fournissent des orientations pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance, conformément aux décisions VIII/33, IX/15 et BC-10/7 de la Conférence des Parties à la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination et de la décision VII/7 du Groupe de travail à composition non limitée de la Convention de Bâle.

2. Dans le paragraphe 1 de son article 2 (« Définitions »), la Convention de Bâle définit les déchets comme « des substances ou objets qu'on élimine, qu'on a l'intention d'éliminer ou qu'on est tenu d'éliminer en vertu des dispositions du droit national ». Les déchets suivants sont visés par les directives (voir Tableau 3-1 pour d'autres exemples) :

- a) A : Déchets constitués de mercure élémentaire (par ex. mercure élémentaire récupéré dans des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance et stocks excédentaires de mercure élémentaire désignés comme déchets);
- b) B : Déchets contenant du mercure (par ex. déchets de produits contenant du mercure ajouté);
- c) B 1 : Déchets de produits contenant du mercure ajouté, dont le mercure se déverse facilement dans l'environnement lorsqu'ils sont cassés (par ex. thermomètres à mercure usagés, lampes fluorescentes);
- d) B 2 : Déchets de produits contenant du mercure ajouté, autres que ceux de la catégorie B-1 (par ex. piles);
- e) B 3 : Déchets stabilisés ou solidifiés contenant du mercure provenant de la stabilisation ou de la solidification de déchets constitués de mercure élémentaire;
- f) C : Déchets contaminés par le mercure (par ex. les résidus provenant de procédés d'extraction minière, de procédés industriels ou de traitement des déchets).

3. Les présentes directives concernent principalement les déchets constitués de mercure élémentaire et les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance et classifiés comme déchets dangereux.

B. Considérations générales sur le mercure¹

4. Le mercure est ou a été largement utilisé dans des produits tels que les instruments médicaux (thermomètres, sphymomanomètres), les interrupteurs et relais, les baromètres, les ampoules fluorescentes, les piles et les amalgames (plombages) dentaires ainsi que dans la production industrielle comme dans les usines de chlore-alkali, la production de chlorure de vinyle monomère (VCM), la production d'acétaldéhyde et la fabrication de produits contenant du mercure ajouté. Le mercure peut aussi être un produit dérivé du raffinage de matières premières ou de procédés de production comme

¹ De plus amples informations sur le mercure et ses propriétés chimiques, ses sources, son comportement dans l'environnement, les risques pour la santé humaine et la pollution sont disponibles dans différentes sources (voir la bibliographie ci-dessous)

- Pour les propriétés chimiques : Association japonaise de santé publique 2001, Steffen 2007, OMS 2003, Spiegel 2006, OIT 2000 and 2001, Oliveira 1998, Tajima 1970
- Pour les sources d'émissions anthropiques : PNUE 2008a, Le Groupe de travail Zéro Mercure 2009;
- Pour le comportement du mercure dans l'environnement : Association japonaise de santé publique 2001, Wood 1974;
- Pour les risques pour la santé humaine: Ozonoff 2006, Sanbom 2006, Sakamoto 2005, OMS 1990, Kanai 2003, Kerper 1992, Mottet 1985; Sakamoto 2004, Oikawa 1983, Richardson 2003, Richardson and Allan 1996, Gay 1979, Boom 2003, Hylander 2005, Bull 2006, OMS 1972, 1990, 1991, 2003, Association japonaise de santé publique 2001, Centre canadien pour la santé et la sécurité sur le lieu du travail 1998, Asano 2000; PNUE et OMS 2008;
- Pour la pollution par le mercure: Ministère japonais de l'environnement 1997, 2002, Amin-Zaki 1978, Bakir 1973, Damluji 1972, PNUE 2002, Lambrecht 1989, Département des affaires environnementales et du tourisme 1997, 2007, GroundWork 2005, Ecole des ressources naturelles et de l'environnement, Université du Michigan 2000, Butler 1997.

l'extraction non ferreuse et les opérations pétrolières et gazières. Le mercure est reconnu comme un polluant global dangereux. Les émissions et les rejets de mercure peuvent être causés par l'activité humaine (anthropiques) ou provenir de sources naturelles. Une fois que le mercure est libéré dans l'environnement, il subsiste dans l'atmosphère (vapeur de mercure), le sol (mercure ionique) et en phase aqueuse (méthylmercure (MeHg ou CH_3Hg^+)). Une partie du mercure dans l'environnement se retrouve dans la chaîne alimentaire en raison de la bioaccumulation et de la bioamplification et finit par être ingérée par les humains.

5. La manipulation, la collecte, le transport ou l'élimination inappropriés de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance, tout comme certaines techniques d'élimination, peuvent entraîner des rejets de mercure.

6. Le cas de Minamata au Japon, où des eaux usées contenant du mercure ont été déversées dans la baie de Minamata (Ministère de l'environnement, Japon 2002), le dépôt illégal de déchets contaminés par le mercure au Cambodge en 1998 (Honda et al. 2006; NIMD 1999) et le cas de Thor Chemicals en Afrique du Sud (Lambrecht 1989) ne sont que quelques exemples d'événements où des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance n'ont pas été gérés de manière écologiquement rationnelle.

7. Bien que les dispositions du futur instrument international juridiquement contraignant sur le mercure soient destinées à réduire l'offre et la demande de mercure, la tendance globale croissante à la suppression progressive des produits contenant du mercure ajouté et des procédés utilisant du mercure conduira rapidement à la constitution d'un excès de mercure si l'offre se maintient à son niveau actuel. De plus, les prochaines années verront sans doute une utilisation croissante de certains produits contenant du mercure ajouté comme les lampes fluorescentes, utilisées pour remplacer les lampes incandescentes dans le cadre d'une stratégie de société sobre en carbone, et celles utilisées pour le rétro éclairage des affichages à cristaux liquides (LCD). Garantir la gestion écologiquement rationnelle, particulièrement des déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure sera un problème crucial pour la plupart des pays.

II. Dispositions pertinentes de la Convention de Bâle et organes et instruments internationaux

A. Convention de Bâle

1. Dispositions générales

8. La Convention de Bâle a pour objectif de protéger la santé humaine et l'environnement contre les effets nocifs résultant de la production, de la gestion, des mouvements transfrontières et de l'élimination des déchets dangereux et d'autres déchets.

9. Dans le paragraphe 4 de l'article 2, la Convention définit l'élimination comme « toute opération prévue à l'Annexe IV » à la Convention, notamment les opérations débouchant sur une possibilité de récupération, de recyclage, de réutilisation, de réemploi direct ou d'autres utilisations des déchets (opérations R), et celles ne débouchant pas sur cette possibilité (opérations D).

10. Le paragraphe 1 de l'article 4 (« Obligations générales ») établit la procédure selon laquelle les Parties qui exercent leur droit d'interdire l'importation de déchets dangereux ou d'autres déchets en vue de leur élimination doivent informer les autres Parties de leur décision. Le paragraphe 1 a) dit : « Les Parties exerçant leur droit d'interdire l'importation de déchets dangereux ou d'autres déchets en vue de leur élimination en informent les autres Parties conformément aux dispositions de l'article 13. » Le paragraphe 1 b) stipule : « Les Parties interdisent ou ne permettent pas l'exportation de déchets dangereux et d'autres déchets dans les Parties qui ont interdit l'importation de tels déchets, lorsque cette interdiction a été notifiée conformément aux dispositions de l'alinéa a) ci-dessus. »

11. Les paragraphes 2 a) – e) et 2 g) de l'article 4 contiennent des dispositions essentielles concernant la gestion écologiquement rationnelle, la réduction au minimum des déchets, la réduction des mouvements transfrontières et les méthodes d'élimination qui atténuent les effets nocifs sur la santé humaine et sur l'environnement :

« Chaque Partie prend les dispositions voulues pour :

- a) Veiller à ce que la production de déchets dangereux et d'autres déchets à l'intérieur du pays soit réduite au minimum, compte tenu des considérations sociales, techniques et économiques;

- b) Assurer la mise en place d'installations adéquates d'élimination qui devront, dans la mesure du possible, être situées à l'intérieur du pays, en vue d'une gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux et d'autres déchets en quelque lieu qu'ils soient éliminés;
- c) Veiller à ce que les personnes qui s'occupent de la gestion des déchets dangereux ou d'autres déchets à l'intérieur du pays prennent les mesures nécessaires pour prévenir la pollution résultant de cette gestion et, si une telle pollution se produit, pour en réduire au minimum les conséquences pour la santé humaine et l'environnement;
- d) Veiller à ce que les mouvements transfrontières de déchets dangereux et d'autres déchets soient réduits à un minimum compatible avec une gestion efficace et écologiquement rationnelle desdits déchets et qu'ils s'effectuent de manière à protéger la santé humaine et l'environnement contre les effets nocifs qui pourraient en résulter;
- e) Interdire les exportations de déchets dangereux ou d'autres déchets à destination des États ou groupes d'États appartenant à des organisations d'intégration politique ou économique qui sont Parties, particulièrement les pays en développement, qui ont interdit par leur législation toute importation, ou si elle a des raisons de croire que les déchets en question n'y seront pas gérés selon des méthodes écologiquement rationnelles telles que définies par les critères que retiendront les Parties à leur première réunion;
- f) Empêcher les importations de déchets dangereux et d'autres déchets si elle a des raisons de croire que les déchets en question ne seront pas gérés selon des méthodes écologiquement rationnelles. »

2. Dispositions relatives au mercure

12. L'article 1 (« Champ d'application de la Convention ») définit les catégories de déchets visés par la convention. L'alinéa a) présente deux étapes pour déterminer si un « déchet » est un « déchet dangereux » visé par la Convention : premièrement, le déchet doit appartenir à l'une des catégories figurant à l'Annexe I à la Convention (« Catégories de déchets à contrôler ») et deuxièmement, il doit posséder au moins une des caractéristiques indiquées à l'Annexe III à la Convention (« Liste des caractéristiques de danger »).

13. Les déchets figurant à l'Annexe I sont supposés présenter au moins une des caractéristiques de danger citées à l'Annexe III. Il peut s'agir notamment de H6.1 « Matières toxiques (aigües) », H11 « Matières toxiques (effets différés ou chroniques) » et H12 « Matières écotoxiques », sauf si des tests nationaux permettent de démontrer que les déchets ne présentent pas ces caractéristiques. Les tests nationaux peuvent être utiles pour identifier une caractéristique de danger particulière figurant à l'Annexe III jusqu'au moment où cette caractéristique de danger a été parfaitement définie. Des documents d'orientation pour certaines caractéristiques de danger de l'Annexe III ont été rédigés au titre de la Convention.

14. La liste A de l'Annexe VIII à la Convention contient les déchets qui sont « considérés comme des déchets dangereux en vertu de l'alinéa a) du paragraphe 1 de l'article premier de la Convention » bien que « l'inscription d'un déchet à l'Annexe VIII n'exclut pas le recours à l'Annexe III pour démontrer que ledit déchet n'est pas dangereux » (Annexe I, paragraphe b)). La liste B de l'Annexe IX énumère les déchets qui « ne sont pas couverts par l'alinéa a) du paragraphe 1 de l'article premier de la Convention, à moins qu'ils ne contiennent des matières de l'Annexe I à des concentrations telles qu'ils présentent une caractéristique de danger figurant à l'Annexe III ».

15. Selon l'alinéa b) du paragraphe 1 de l'article premier de la Convention, « les déchets auxquels les dispositions de l'alinéa a) ne s'appliquent pas, mais qui sont définis ou considérés comme dangereux par la législation interne de la Partie d'exportation, d'importation ou de transit » sont également visés par la Convention.

16. Les déchets constitués de mercure élémentaire et les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance inscrits aux Annexes I et VIII à la Convention de Bâle sont énumérés dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Déchets constitués de mercure élémentaire et déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance inscrits aux Annexes I et VIII à la Convention de Bâle

Rubriques faisant référence directe au mercure	
Y29	Déchets ayant comme constituants : <i>Mercur</i> ; <i>composés de mercur</i>
A1010	Déchets de métaux et déchets constitués d'alliages d'un ou plusieurs des métaux suivants ... - <i>Mercur</i> ... à l'exception des déchets de ce type inscrits sur la liste B.
A1030	Déchets ayant comme constituants ou contaminants l'une des substances suivantes : ... <i>Mercur</i> ; <i>composés de mercur</i> ...
A1180	Assemblages électriques et électroniques usagés ou sous forme de débris ² contenant des éléments tels que les accumulateurs et autres piles figurant sur la liste A, <i>les interrupteurs à mercur</i> , les verres provenant de tubes cathodiques, les autres verres activés, les condensateurs au PCB, ou contaminés par des constituants figurant à l'Annexe I (comme le cadmium, <i>le mercur</i> , le plomb, les biphényles polychlorés, etc.) dans une proportion telle qu'ils présentent l'une des caractéristiques de danger énumérées à l'Annexe III (voir rubrique correspondante de la liste B-B1110) ³
Autres rubriques concernant des déchets qui peuvent contenir ou être contaminés par du mercur	
A1170	Accumulateurs électriques et piles usagés non triés, à l'exception des mélanges ne contenant que des accumulateurs électriques et piles usagés figurant sur la liste B. Accumulateurs électriques et piles usagés ne figurant pas sur la liste B et contenant des constituants mentionnés à l'Annexe I dans une proportion qui les rend dangereux
A2030	Catalyseurs usagés, à l'exception de ceux figurant sur la liste B
A2060	Cendres volantes de centrales électriques alimentées au charbon, contenant des substances citées à l'Annexe I à des concentrations suffisantes pour qu'elles présentent l'une des caractéristiques de danger énumérées à l'Annexe III (voir rubrique correspondante de la liste B-B2050)
A3170	Déchets provenant de la production d'hydrocarbures aliphatiques halogénés (tels que les chlorométhane, le dichloréthane, le chlorure de vinyle, le chlorure de vinylidène, le chlorure d'allyle et l'épichlorhydrine)
A4010	Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation de produits pharmaceutiques, à l'exception de ceux figurant sur la liste B
A4020	Déchets hospitaliers et apparentés, c'est-à-dire déchets provenant des soins médicaux, infirmiers, dentaires, vétérinaires ou autres pratiques analogues, et déchets produits dans les hôpitaux ou autres établissements apparentés lors de l'examen ou du traitement des patients ou lors des travaux de recherche

² Cette rubrique n'inclut pas les déchets agglomérés provenant de la production d'énergie électrique

³ Concentration de PCB égale ou supérieure à 50 mg/kg

A4030	Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation de biocides et de produits phytopharmaceutiques, y compris les déchets de pesticides et d'herbicides non conformes aux spécifications, périmés ou impropres à l'usage initialement prévu
A4080	Déchets à caractère explosible (à l'exception de ceux qui figurent sur la liste B)
A4160	Charbon actif usagé ne figurant pas sur la liste B (voir rubrique correspondante de la liste B-B2060)

B. Organes et instruments internationaux

1. Conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'environnement

17. Par sa décision 25/5 III, le Conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) a mis sur pied un comité de négociation intergouvernemental chargé d'élaborer un instrument international juridiquement contraignant sur le mercure. Les travaux du comité ont commencé en juin 2010 et devront être terminés au début de l'année 2013. Le mandat de cet instrument est notamment de :

- a) réduire l'offre de mercure et améliorer les capacités de stockage écologiquement rationnel;
- b) réduire la demande de mercure pour les produits comme pour les procédés;
- c) réduire le commerce international du mercure;
- d) réduire les émissions atmosphériques de mercure;
- e) s'occuper des déchets contenant du mercure et remettre en état les sites contaminés; et
- f) spécifier les arrangements en matière de renforcement des capacités et d'assistance technique.

18. Dans cette même décision, le Directeur exécutif du PNUE était prié de continuer et d'approfondir le travail existant dans certains domaines, en collaborant comme il se doit avec les gouvernements, les organisations intergouvernementales, les parties prenantes et le Partenariat mondial sur le mercure. Le Service Produits chimiques de la Division Technologie, Industrie et Economie du PNUE assure les services de secrétariat pour les négociations sur le mercure et le Partenariat mondial sur le mercure a actuellement identifié sept actions prioritaires (ou domaines de partenariat).⁴

2. Convention de Rotterdam

19. Les « composés du mercure, y compris composés inorganiques et composés du type alkylmercure, alkyloxyalkyle et arylmercure » sont inscrits à l'Annexe III à la Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international. L'Annexe III présente une liste de produits chimiques soumis à la procédure de consentement préalable en connaissance de cause, ainsi que les documents d'orientation des décisions correspondants et toute information supplémentaire. L'Annexe III contient des produits chimiques qui ont été interdits ou sévèrement limités pour des raisons liées à la santé ou à l'environnement.

3. Protocole relatif aux métaux lourds

20. L'objectif du Protocole à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, de 1979, relatif aux métaux lourds est de contrôler les émissions anthropiques de métaux lourds, dont le mercure, qui sont transportées dans l'atmosphère au-delà des frontières nationales sur de longues distances et sont susceptibles d'avoir des effets nocifs importants sur la santé humaine et l'environnement. Les Parties doivent réduire les émissions des métaux lourds visés sous leurs niveaux d'émissions de 1990 (ou toute autre année entre 1985 et 1995) en appliquant les meilleures techniques disponibles pour les sources fixes nouvelles, les valeurs limites d'émissions pour certaines sources fixes nouvelles et les meilleures techniques disponibles et les valeurs limites pour certaines sources existantes. Les Parties doivent également dresser et tenir à jour des inventaires d'émissions pour les métaux lourds visés par le Protocole. L'Annexe VII au Protocole mentionne spécifiquement les

⁴ Pour plus d'informations, voir www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/GlobalMercuryPartnership/tabid/1253/Default.aspx

composants électriques contenant du mercure et les piles et accumulateurs contenant du mercure dans le cadre des mesures recommandées de gestion des produits, notamment le remplacement, la réduction au minimum, l'étiquetage, les incitations économiques, les accords volontaires et les programmes de recyclage.

4. Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques

21. L'Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques se compose de trois textes essentiels : la Déclaration de Dubaï, une stratégie politique globale, et un plan d'action mondial. Le mercure est spécifiquement mentionné dans le Plan d'action mondial dans le domaine d'activités 14 : « Mercure et autres produits chimiques préoccupants au niveau mondial ; produits chimiques produits ou utilisés dans des grandes quantités ; ceux dont les utilisations sont largement répandues ; et autres produits chimiques préoccupants au niveau national », avec des activités spécifiques visant la réduction des risques, l'étude des informations scientifiques et répondant au besoin de nouvelles mesures. Un programme de démarrage rapide pour la réalisation des objectifs de l'Approche stratégique a été mis sur pied pour faciliter les activités initiales de renforcement des capacités et de mise en œuvre dans les pays en développement, les pays les moins développés, les petits États insulaires en développement et les pays à économie en transition (PNUE 2006a).

III. Orientations en matière de gestion écologiquement rationnelle

A. Considérations générales

22. La gestion écologiquement rationnelle est un concept de politique générale. Les dispositions relatives à la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de mercure élémentaire ou de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance (et plus généralement des déchets dangereux) visés par la Convention de Bâle, ainsi que les « critères de performance de base » de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) fournissent des orientations internationales à l'appui des efforts de gestion écologiquement rationnelle entrepris dans différents pays et dans certains secteurs industriels. Il convient de noter que les efforts internationaux sous l'égide notamment du Partenariat mondial sur le mercure du PNUE et les travaux du comité de négociation intergouvernemental se poursuivent. En attendant, il est important d'utiliser ces directives pour promouvoir et mettre en œuvre une gestion écologiquement rationnelle de ces déchets.

1. Convention de Bâle

23. Le paragraphe 8 de l'article 2 de la Convention de Bâle définit la gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux ou d'autres déchets comme toutes mesures pratiques permettant d'assurer que les déchets dangereux ou d'autres déchets sont gérés d'une manière qui garantisse la protection de la santé humaine et de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets.

24. L'alinéa b) du paragraphe 2 de l'article 4 de la Convention exige que chaque Partie prenne les dispositions voulues pour « assurer la mise en place d'installations adéquates d'élimination qui devront, dans la mesure du possible, être situées à l'intérieur du pays, en vue d'une gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux et d'autres déchets en quelque lieu qu'ils soient éliminés », et aux termes de l'alinéa c) de ce paragraphe, chaque Partie doit « veiller à ce que les personnes qui s'occupent de la gestion des déchets dangereux ou d'autres déchets à l'intérieur du pays prennent les mesures nécessaires pour prévenir la pollution résultant de cette gestion et, si une telle pollution se produit, pour en réduire au minimum les conséquences pour la santé humaine et l'environnement ».

25. Le paragraphe 8 de l'article 4 de la Convention exige que « les déchets dangereux et d'autres déchets dont l'exportation est prévue soient gérés selon des méthodes écologiquement rationnelles dans l'État d'importation ou ailleurs. À leur première réunion, les Parties arrêteront des directives techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets entrant dans le cadre de la présente Convention ». Les présentes directives techniques ont pour objet de fournir une définition plus précise de la gestion écologiquement rationnelle dans le cas de déchets constitués de mercure élémentaire, de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance, en précisant notamment le traitement et les méthodes d'élimination appropriés pour ces flux de déchets.

26. Plusieurs principes directeurs pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets ont été formulés dans le Document cadre de 1994 sur la préparation de directives techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets visés par la Convention de Bâle (SCB 1994). Ce Document cadre recommande que des conditions juridiques, institutionnelles et techniques (critères de gestion écologiquement rationnelle) soient remplies, et notamment :

- a) qu'une infrastructure législative d'application assure le respect des textes réglementaires applicables;
- b) que des sites ou des installations soient agréés et possèdent un niveau de technologie et de maîtrise de la pollution approprié pour s'occuper des déchets dangereux de la façon indiquée, compte tenu notamment du niveau de technologie et de maîtrise de la pollution dans le pays exportateur;
- c) qu'il soit exigé des exploitants des sites ou installations gérant des déchets dangereux qu'ils assurent, le cas échéant, la surveillance des effets de ces activités;
- d) que des mesures appropriées soient prises dans les cas où la surveillance montre que la gestion de déchets dangereux a entraîné des rejets inacceptables ; et
- e) que les personnes s'occupant de la gestion de déchets dangereux aient les compétences et la formation requises pour exercer leurs fonctions.

27. La gestion écologiquement rationnelle fait également l'objet de la Déclaration de Bâle pour une gestion écologiquement rationnelle, adoptée en 1999. Aux termes de cette Déclaration, de nombreuses activités devraient être menées dans ce contexte, notamment :

- a) prévention, réduction au minimum, recyclage, récupération et élimination des déchets dangereux et autres déchets visés par la Convention de Bâle, compte tenu des aspects sociaux, techniques et économiques ;
- b) promotion active du recours à des techniques moins polluantes dans le but de prévenir et réduire au minimum la production de déchets dangereux et autres déchets visés par la Convention de Bâle;
- c) réduction plus poussée des mouvements transfrontières de déchets dangereux et autres déchets visés par la Convention de Bâle, compte tenu de la nécessité d'une gestion efficace, des principes d'autosuffisance et de proximité et des impératifs que sont la récupération et le recyclage;
- d) prévention et surveillance du trafic illicite;
- e) amélioration et promotion du développement des capacités institutionnelles et techniques et du transfert de technologies écologiquement rationnelles, en particulier pour aider les pays en développement et les pays à économies en transition;
- f) développement accru des centres régionaux et sous-régionaux de formation et de transfert de technologie;
- g) intensification de l'échange d'informations, de l'éducation et de la sensibilisation dans tous les secteurs de la société;
- h) coopération et partenariat à tous les niveaux entre pays, pouvoirs publics, organisations internationales, secteur industriel, organisations non gouvernementales et établissements d'enseignement; et
- i) mise en place de mécanismes visant à assurer le respect, la surveillance et l'application réelle de la Convention de Bâle et de ses amendements.

28. Des recommandations pour des critères de gestion écologiquement rationnelle des équipements informatiques ont été formulées sous l'égide du Partenariat pour une action sur les équipements informatiques de la Convention de Bâle (PACE).

2. Organisation de coopération et de développement économiques

29. L'OCDE a adopté une recommandation relative à la gestion écologiquement rationnelle des déchets qui comprend notamment les critères de performance de base des orientations pour la gestion écologiquement rationnelle applicables aux installations de récupération des déchets, qui incluent des critères de performance en amont de la collecte, du transport, du traitement et du stockage, ainsi que des critères intervenant en aval du stockage, du transport, du traitement et de l'élimination des résidus correspondants (OCDE 2004). Les critères de performance de base sont les suivants :

- a) l'installation devrait avoir un système de gestion de l'environnement (SGE) en vigueur;
- b) l'installation devrait prendre les mesures suffisantes pour garantir la santé et la sécurité au travail et dans l'environnement;
- c) l'installation devrait avoir un programme adapté de surveillance, de relevés et de rapports;

- d) l'installation devrait disposer d'un programme de formation approprié et adapté pour son personnel;
- e) l'installation devrait disposer d'un plan d'urgence approprié; et
- f) l'installation devrait avoir un plan de fermeture et de suivi adéquat.

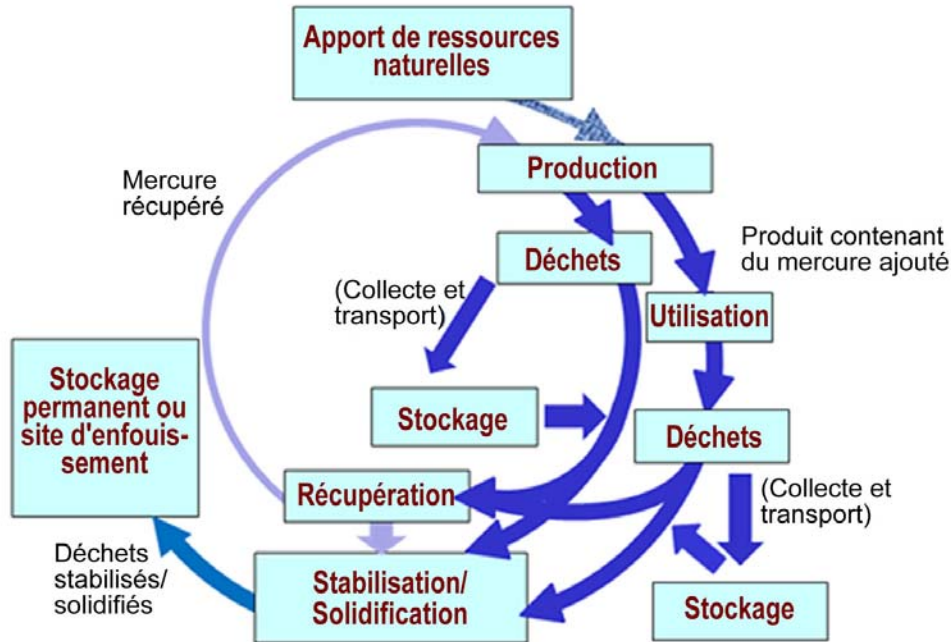
30. De plus amples informations sont disponibles dans le Manuel d'application pour la mise en œuvre de la Recommandation de l'OCDE sur la gestion écologique des déchets (OCDE 2007).

3. Gestion du cycle de vie du mercure

31. Le concept de gestion du cycle de vie fournit une perspective importante pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance. La gestion du cycle de vie offre un cadre pour l'analyse et la gestion des performances de biens et de services en termes de leur durabilité. Les entreprises internationales l'utilisent pour réduire par exemple l'empreinte carbone, l'empreinte eau ou la consommation de matières de leurs produits et améliorer les performances économiques et sociales de leurs produits ou services de manière à garantir une chaîne de valeur plus durable (PNUE et SETAC 2009). Lorsque la gestion du cycle de vie est appliquée au mercure, les résultats devraient être analysés aux étapes suivantes : production de produits contenant du mercure ajouté ou production d'autres produits utilisant du mercure, utilisation de ces produits, collecte et transports des déchets, et élimination des déchets.

32. Dans la gestion du cycle de vie du mercure, il est important de mettre la priorité sur la réduction du mercure utilisé dans les produits et procédés afin de réduire la quantité de mercure contenu dans les déchets à éliminer et dans les déchets générés par les procédés industriels. Lors de l'utilisation de produits contenant du mercure ajouté, il faut particulièrement veiller à ne pas rejeter de mercure dans l'environnement. Les déchets constitués de mercure élémentaire ou les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance devraient être traités de façon à récupérer le mercure ou à l'immobiliser de manière écologiquement rationnelle. Le mercure récupéré devrait être éliminé après stabilisation/solidification (S/S) dans un site de stockage permanent ou un site d'enfouissement spécialement conçu. Il peut également servir d'intrant pour des produits pour lesquels des solutions de remplacement sans mercure n'existent pas ou ne sont pas disponibles, ou lorsque cela prendrait beaucoup de temps de remplacer les produits contenant du mercure ajouté. Ceci permettrait de réduire les quantités de mercure extraites de la terre. Les déchets constitués de mercure élémentaire ou les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance peuvent être stockés, par exemple pour traitement ultérieur jusqu'à ce que des installations soient disponibles ou pour exportation vers d'autres pays pour élimination (voir schéma 1).

"Réduire au minimum et à chaque étape les rejets de mercure dans l'environnement"



* Ce schéma ne s'applique pas au flux de déchets contaminés par le mercure.

Schéma 1 : Concept de base de la gestion du mercure

33. La gestion des déchets comprend le tri à la source, la collecte, le transport, le stockage et l'élimination (par ex. la récupération, la solidification, la stabilisation et le stockage permanent). Lorsqu'un gouvernement prévoit de récolter les déchets constitués de mercure élémentaire et les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance, il doit également organiser les étapes suivantes de la gestion des déchets, telles que le stockage et l'élimination.

B. Cadre législatif et réglementaire

34. Les Parties à la Convention de Bâle devraient examiner leurs procédures, leurs normes et leurs systèmes de contrôle nationaux pour s'assurer qu'elles s'acquittent parfaitement de leurs obligations au titre de la Convention, notamment celles relatives aux mouvements transfrontières et à la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance.

35. Mettre en place une législation devrait donner la possibilité aux gouvernements de promulguer des règles et des règlements spécifiques, de les faire appliquer, de procéder à des inspections, ainsi que de fixer des pénalités pour toute violation. Une telle législation sur les déchets dangereux devrait également définir les déchets dangereux. Les déchets constitués de mercure élémentaire et les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance devraient être inclus dans cette définition. La législation pourrait définir le concept de gestion écologiquement rationnelle et exiger l'acceptation de ses principes, en s'assurant ainsi que les pays respectent les dispositions de la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de mercure élémentaire, contenant du mercure ou contaminés par cette substance. Les composantes et caractéristiques spécifiques d'un cadre réglementaire

correspondant aux exigences de la Convention de Bâle et d'autres accords internationaux sont examinées ci-après.⁵

1. Enregistrement des producteurs de déchets

36. Un élément obligatoire d'une approche visant à obtenir le contrôle total sur les déchets constitués de mercure élémentaire et les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance est la mise sur pied d'un cadre réglementaire prévoyant l'enregistrement des producteurs de ce type de déchets. Le registre devrait inclure les grands producteurs comme les stations électriques, les complexes industriels (par ex. des usines de chlore-alkali utilisant le procédé des cellules à mercure, des unités de productions de VCM utilisant le mercure comme catalyseur ou des opérations de fonderie), les hôpitaux, les centres médicaux, les dentistes et cliniques dentaires, les instituts de recherche, les collecteurs de déchets contenant du mercure, etc. Un registre de ces producteurs de déchets permettrait de clarifier l'origine des déchets, ainsi que leur genre et leur volume (ou la quantité de produits usagés contenant du mercure ajouté).

37. L'information demandée aux producteurs de ce type de déchets comprendrait le nom, l'adresse, le nom de la personne responsable, le genre d'activité, la quantité de déchets produits, le type de déchets, le système de collecte des déchets et la manière dont ces déchets sont finalement transmis aux collecteurs ou éliminés. Les producteurs de déchets devraient transmettre régulièrement ces informations aux autorités publiques (gouvernements nationaux ou locaux) et les garder à jour. De plus, des programmes d'inventaires des déchets, basés sur les quantités et les types de déchets enregistrés devraient être mis au point.

38. Ces producteurs de déchets devraient être tenus d'éviter toute fuite de mercure dans l'environnement jusqu'à la remise des déchets aux collecteurs ou leur envoi vers un site d'élimination. Ils devraient respecter strictement les cadres juridiques nationaux ou locaux pour la gestion de tels déchets et être responsables de remédier à tout effet néfaste sur l'environnement ou la santé qui pourrait se produire, ou compenser celui-ci.

2. Réduction et suppression progressive du mercure dans les produits et procédés industriels

39. La réduction et la suppression progressive du mercure dans les produits et procédés industriels est une des manières les plus efficaces de réduire les rejets de mercure dans l'environnement.

40. Les Parties devraient mettre sur pied et faire appliquer un cadre juridique et réglementaire pour un programme de suppression progressive. Un cadre réglementaire efficace appuie la bonne organisation des obligations liées au principe de responsabilité élargie des producteurs (REP) (examiné dans le chapitre III, E, 3), un principe fondé sur le partage des responsabilités entre parties prenantes. Une approche pour la mise sur pied d'un cadre juridique ou réglementaire pour un programme de suppression progressive implique de fixer une date limite d'autorisation pour l'utilisation du mercure dans les produits et les procédés (exceptés ceux pour lesquels il n'existe pas de solutions de remplacement techniquement ou pratiquement viables ou les dérogations). Après cette date, l'utilisation du mercure devrait être interdite et des systèmes de collecte et de traitement liés à la REP et écologiquement rationnels devraient être mis sur pied, en collaboration avec toutes les parties prenantes. Une telle approche encourage les grands utilisateurs et producteurs de mercure et de produits contenant du mercure de se conformer à l'exigence d'entreprendre un programme de suppression progressive du mercure. Dans certains cas, il peut être utile d'accompagner le programme de suppression progressive d'une interdiction d'exporter les déchets.

41. Un exemple de cadre pour la suppression progressive de la production est la Directive 2002/95/EC du Parlement européen et du Conseil du 27 janvier 2003, dite « Directive RoHS », sur la restriction d'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques, qui limite l'utilisation, entre autres, du mercure dans les équipements électriques et électroniques. Des dérogations temporaires pour l'utilisation de ces substances sont autorisées pour plusieurs produits pour lesquels il n'existe actuellement pas de solutions de remplacement viables (par ex. certains types de lampes contenant du mercure). La plupart des équipements électriques ou

5 Pour de plus amples informations sur les cadres réglementaires conformes à la Convention de Bâle, on se reportera aux documents suivants : Modèle de législation nationale sur la gestion des déchets dangereux ou d'autres déchets, ainsi que le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et d'autres déchets et leur élimination (PNUE 1995), Convention de Bâle: Manuel de mise en œuvre de la Convention de Bâle (SCB 1995a) et Convention de Bâle: Système de contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et d'autres déchets : Projet de manuel d'instruction (SCB 1998).

électroniques ont donc été supprimés du marché de l'Union européenne étant donné que la Directive est entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2006.

42. Un autre exemple de l'Union européenne est la Directive 2006/66/EC du Parlement européen et du Conseil du 6 septembre 2006 relatives aux piles et accumulateurs ainsi qu'aux déchets de piles et accumulateurs et abrogeant la Directive 91/157/CEE, qui interdit la mise sur le marché de toutes les piles et de tous les accumulateurs, intégrés ou non dans des appareils, qui contiennent plus de 0,0005 % de mercure en poids, avec des dérogations (cette interdiction ne s'applique pas aux piles bouton, dont la teneur en mercure peut encore aller jusqu'à 2 % de leur poids).

43. La Norvège a imposé une interdiction générale sur l'utilisation du mercure dans les produits pour garantir que le mercure ne soit pas utilisé dans des produits pour lesquels des solutions de remplacement existent.⁶ Il est interdit de fabriquer, d'importer, d'exporter, de vendre ou d'utiliser des substances ou des préparations contenant du mercure ou des composés de mercure et de fabriquer, d'importer, d'exporter ou de vendre des produits transformés solides contenant du mercure ajouté ou des composés de mercure. Ceci réduira le nombre de produits contenant du mercure ajouté sur le marché, ainsi que les écoulements ou émissions provenant de produits qui, par mégarde, n'auraient pas été éliminés comme des déchets dangereux.

3. Prescriptions applicables aux mouvements transfrontières

44. Aux termes de la Convention de Bâle, les déchets constitués de mercure élémentaire et les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance sont des déchets dangereux.

45. Si la législation nationale d'une des Parties à la Convention interdit l'importation de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance, et si cette information a été communiquée conformément à l'alinéa a) du premier paragraphe de l'article 4, les autres Parties ne peuvent exporter de tels déchets vers cette Partie.

46. Les mouvements transfrontières de déchets dangereux et d'autres déchets doivent être maintenus à un minimum compatible avec leur gestion écologiquement rationnelle et s'effectuer de manière à protéger la santé humaine et l'environnement contre les effets nocifs qui pourraient en résulter. Les mouvements transfrontières de ces déchets sont seulement autorisés dans les conditions suivantes :

- a) ils sont effectués dans des conditions qui ne menacent pas la santé humaine et l'environnement;
- b) les exportations sont gérées de manière écologiquement rationnelle dans le pays d'importation ou ailleurs;
- c) le pays d'exportation n'a pas les moyens techniques ni les installations nécessaires pour éliminer les déchets concernés de manière écologiquement rationnelle;
- d) les déchets concernés représentent une matière première nécessaire pour les industries de récupération ou de recyclage dans le pays d'importation; ou
- e) les mouvements transfrontières concernés sont conformes à d'autres critères décidés par les Parties.

47. Tout mouvement transfrontière de déchets dangereux ou d'autres déchets doit être notifié par écrit aux autorités compétentes de tous les pays concernés par ce mouvement (pays d'exportation, pays d'importation et, le cas échéant, pays de transit). Cette notification doit contenir les déclarations et informations exigées aux termes de la Convention et être écrite dans une langue acceptable pour l'État d'importation. Le consentement préalable des pays d'exportation et d'importation et, le cas échéant, des pays de transit, ainsi que l'existence confirmée d'un contrat entre l'exportateur et le propriétaire du

6 Des dérogations spéciales sont cependant accordées :

- Utilisation limitée (limites de concentration spécifiées) dans les emballages, les piles ou accumulateurs, certaines composantes de véhicules et dans certains équipements électriques ou électroniques conformément à la réglementation communautaire en vigueur en Norvège.
- Substances/préparations ou produits solides transformés dans lesquels la teneur en mercure ou en composés de mercure est inférieure à 0,001 % en poids.
- Thiomersal comme conservateur dans les vaccins.
- Les règlements ne s'appliquent pas à l'utilisation de produits à des fins d'analyse et de recherche. Cependant, l'interdiction s'applique aux thermomètres à mercure utilisés à des fins d'analyse et de recherche.

site d'élimination, précisant que les déchets seront gérés de manière écologiquement rationnelle, sont nécessaires avant que tout mouvement transfrontière de déchets dangereux ou d'autres déchets puisse avoir lieu. Les Parties doivent interdire l'exportation de déchets dangereux et d'autres déchets si le pays d'importation interdit l'importation de tels déchets. La Convention exige aussi que toute expédition soit accompagnée d'un document de mouvement depuis le lieu d'origine du mouvement jusqu'au lieu d'élimination. L'amendement apporté à la Convention, connu sous le nom de « Basel Ban Amendment » (décision III/1 de la Conférence des Parties à la Convention) interdirait, s'il entre en vigueur, l'exportation de déchets dangereux que ce soit pour l'élimination ou le recyclage, à partir des pays énumérés à l'Annexe VII (i.e. des pays membres de l'OCDE, l'Union Européenne, le Liechtenstein), vers des pays ne figurant pas à l'Annexe VII (i.e. des pays en développement). Certains pays imposent ce type d'interdiction au niveau national.

48. Les déchets dangereux et autres déchets concernés par les mouvements transfrontières devraient être emballés, étiquetés et transportés conformément aux règles et normes internationales (Commission des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU) 2007).

49. Si l'État d'importation ou tout État de transit Partie à la Convention l'exige, le mouvement transfrontière de déchets dangereux ou d'autres déchets doit être couvert par une assurance, un cautionnement ou d'autres garanties.

50. Lorsqu'un mouvement transfrontière de déchets dangereux ou d'autres déchets auquel les pays concernés ont consenti ne peut être mené à terme, le pays d'exportation doit veiller au retour des déchets dans le pays d'exportation pour élimination, si d'autres dispositions ne peuvent être prises pour les éliminer selon des méthodes écologiquement rationnelles. Ceci doit avoir lieu dans un délai de 90 jours à compter du moment où l'État d'importation a informé l'État d'exportation, ou toute autre période convenue par les États concernés. Dans le cas de trafic illicite (tel qu'il est défini au paragraphe 1 de l'article 9), le pays d'exportation veillera à ce que les déchets en question soient repris sur son territoire pour élimination ou éliminés conformément aux dispositions de la Convention.

51. Aucun mouvement transfrontière de déchets dangereux et d'autres déchets n'est autorisé entre un État Partie et un État non Partie à la Convention, sauf si un accord bilatéral, multilatéral ou régional existe, comme l'exige l'article 11 de la Convention.

52. Il convient de noter que l'exportation du mercure métallique et de certains composés et mélanges de mercure en provenance de l'Union européenne est interdite par le Règlement (CE) n° 1102/2008 depuis le 15 mars 2011 (Commission européenne 2010). De manière similaire, le « Mercury Export Ban Act » de 2008 interdira l'exportation de mercure élémentaire des États-Unis à partir du 1 janvier 2013 et exigera le stockage à long terme du mercure.

4. Agrément et inspection des installations pour l'élimination des déchets

53. Les déchets constitués de mercure élémentaire et les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance devraient être éliminés dans des installations qui pratiquent la gestion écologiquement rationnelle.

54. La plupart des pays ont une législation ou des règlements spécifiques au secteur exigeant que les installations pour l'élimination des déchets obtiennent un agrément ou une licence d'exploitation sous une certaine forme, avant de commencer les opérations. Les agréments ou licences d'exploitation peuvent être assortis de conditions spécifiques (conception de l'installation et conditions d'exploitation), qui doivent être remplies pour que l'agrément ou la licence garde sa validité. Il pourrait être nécessaire d'ajouter des conditions propres aux déchets constitués de mercure élémentaire et aux déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance pour remplir les conditions de gestion écologiquement rationnelle, pour satisfaire aux exigences spécifiques de la Convention de Bâle et pour tenir compte des recommandations et directives sur les meilleures techniques disponibles, telles que les Directives sur les meilleures techniques disponibles et les orientations provisoires sur les meilleures pratiques environnementales de la Convention de Stockholm ainsi que les documents de référence de l'UE sur ces techniques (BREFs) ou les directives relatives au secteur chlore-alkali du Conseil mondial du chlore et Eurochlor.⁷ Les agréments ou licences d'exploitation devraient être réexaminés périodiquement et mis à jour si nécessaire de manière à améliorer la sécurité sur le lieu du travail et de l'environnement en appliquant des techniques nouvelles ou améliorées.

7 Voir la compilation www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/PrioritiesforAction/ChloralkaliSector/Reports/tabid/4495/language/en-US/Default.aspx

55. Les installations pour l'élimination des déchets devraient être régulièrement inspectées par une autorité indépendante ou une association d'inspection technique pour vérifier le respect des conditions prévues par la licence d'exploitation de l'installation. La législation devrait également permettre des inspections extraordinaires si des preuves de non respect existent.

C. Identification et inventaires

56. Il est important d'identifier les sources qui produisent des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance et de quantifier les déchets et les concentrations de mercure dans des inventaires pour pouvoir prendre les mesures efficaces afin de prévenir, réduire au minimum et gérer de tels déchets.

1. Identification

57. Le schéma 2 montre l'utilisation mondiale de mercure par secteur en 2007. Le secteur utilisant le plus de mercure est celui de l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or, suivie par la production de chlorure de vinyle monomère (VCM) / polychlorure de vinyle (PVC) et par la production chlore-alkali. Le mercure est également utilisé pour des biens de consommation comme les piles et accumulateurs, les amalgames dentaires, les instruments de mesure, les lampes et appareils électriques et électroniques, mais les quantités de mercure dans ces catégories d'utilisation varient d'un pays à l'autre. Les quantités de mercure utilisé en 2007 se situaient entre 3 000 et 4 700 tonnes (Maxson 2010).

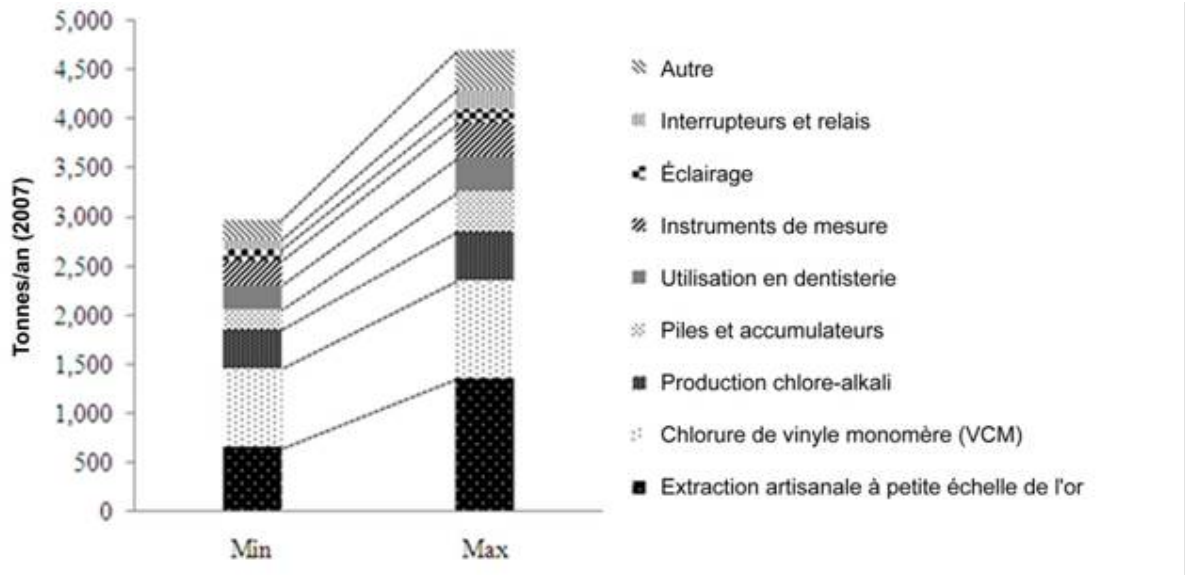


Schéma 2 : Utilisation mondiale estimée de mercure en 2007 (Maxson 2010)

58. Un résumé des sources, catégories et exemples de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance se trouve dans le Tableau 2.

59. Il convient de noter que dans certains pays, certaines sources industrielles (les sources 1, 2, 3, 4 et 7, à l'exception des procédés de production utilisant le mercure) citées dans le Tableau 2 n'utilisent pas de mercure ou ne produisent pas du tout de déchets constitués de mercure élémentaire ni de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance. Les procédés industriels dépendent des conditions sociales et capacités techniques d'un pays, et celles-ci détermineront s'il est possible d'introduire des procédés sans mercure.

Tableau 2: Sources, catégories et exemples de déchets (PNUE 2002; 2005; 2006b; 2006c).

* A : Déchets constitués de mercure élémentaire; B : Déchets contenant du mercure; C : Déchets contaminés par le mercure.

Source	Catégories*	Exemples de types de déchets	Remarques
1. Extraction et utilisation de combustibles/sources d'énergie			
1.1. Combustion de charbon dans les centrales électriques	C	Résidus du nettoyage des gaz de combustion (cendres volantes, particules en suspension, eaux usées/boues d'épuration, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> Accumulation de mâchefers et de résidus du nettoyage des gaz de combustion
1.2. Autre combustion de charbon	C		
1.3. Extraction, raffinage et utilisation d'huile minérale	C		
1.4. Extraction, raffinage et utilisation du gaz naturel	C		
1.5. Extraction et utilisation d'autres combustibles fossiles	C		
1.6. Production d'électricité et de chaleur à partir de biomasse	C		
2. Production de métal primaire (vierge)			
2.1. Extraction primaire et transformation du mercure	C	Résidus de fonderie	<ul style="list-style-type: none"> Pyrométallurgie du minerai de mercure
2.2. Extraction et transformation initiale du métal (aluminium, cuivre, or, plomb, manganèse, mercure, zinc, métal ferreux primaire, autres métaux non ferreux)	C	Résidus miniers, résidus des procédés d'extraction, résidus du nettoyage des gaz de combustion, résidus du traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> Transformation industrielle ; Traitement thermique du minerai ; et Amalgamation.
3. Procédés de production avec des impuretés de mercure			
3.1. Production de ciment	C	Résidus des procédés, résidus du nettoyage des gaz de combustion, boues	<ul style="list-style-type: none"> Pyrotraitement des matières premières et des combustibles avec impuretés de mercure présentes naturellement
3.2. Production de papier et de pâte à papier			<ul style="list-style-type: none"> Combustion des matières premières avec impuretés de mercure présentes naturellement
3.3. Production de chaux et fours à granulats légers			<ul style="list-style-type: none"> Calcination des matières premières et des combustibles avec impuretés de mercure présentes naturellement
4. Utilisation intentionnelle du mercure dans les procédés industriels			
4.1. Production de chlore-alkali avec une technologie au mercure	A/C	Déchets solides contaminés par le mercure, mercure élémentaire, résidus de procédés, sols	<ul style="list-style-type: none"> Cellule à mercure ; Unité pour la récupération du mercure (cornue).
4.2. Production d'alcoolates, de dithionite et de solution ultrapure d'hydroxyde de potassium	A/C	Déchets solides contaminés par le mercure, mercure élémentaire, résidus de procédés, sols	<ul style="list-style-type: none"> Cellule à mercure ; Unité pour la récupération du mercure (cornue).
4.3. Production de VCM catalysé au bichlorure de mercure (HgCl ₂)	A/B/C	Résidus du procédé	<ul style="list-style-type: none"> Catalyse au mercure
4.4. Production d'acétaldéhyde catalysé au sulfate de mercure (II) (HgSO ₄)	C	Eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> Procédé au sulfate de mercure
4.5. Autre production de produits chimiques et	C	Résidus des procédés, eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> Catalyse au mercure

Source	Catégorie*	Exemples de types de déchets	Remarques
pharmaceutiques avec des composés de mercure et/ou catalysés au mercure			
4.6. Production des produits visés au point 5 ci-dessous	C	Résidus de procédés, eaux usées	
5. Produits et applications avec utilisation intentionnelle de mercure			
5.1. Thermomètres et autres instruments de mesures contenant du mercure	B	Produits usagés, obsolètes ou cassés	<ul style="list-style-type: none"> • Mercure élémentaire
5.2. Interrupteurs électriques et électroniques, contacts et relais contenant du mercure			
5.3. Sources de lumière au mercure	B		<ul style="list-style-type: none"> • Mercure élémentaire en phase vapeur • Mercure divalent adsorbé par la poudre de phosphore
5.4. Piles et accumulateurs contenant du mercure	B		<ul style="list-style-type: none"> • Mercure élémentaire, oxyde de mercure
5.5. Biocides et pesticides	B	Stocks (pesticides obsolètes), sol et déchets solides contaminés par le mercure	<ul style="list-style-type: none"> • Composés de mercure (principalement chlorure d'éthylmercure)
5.6. Peintures	B	Stocks (peintures obsolètes), déchets solides contaminés par le mercure, résidus du traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> • Acétate de phénylmercure et composés similaires de mercure
5.7. Produits pharmaceutiques à usage humain et vétérinaire	B	Stocks (produits pharmaceutiques obsolètes), déchets médicaux	<ul style="list-style-type: none"> • Thiomersal • chlorure de mercure (II) • nitrate de phénylmercure • Mercurochrome, etc.
5.8. Cosmétiques et produits connexes	B	Stocks	<ul style="list-style-type: none"> • Iodure de mercure • Mercure ammoniaté, etc.
5.9. Amalgames (plombages) dentaires	B/C	Stocks, résidus du traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> • Alliages de mercure, argent, cuivre et étain
5.10. Manomètres et jauges	B	Produits usagés, obsolètes ou cassés	<ul style="list-style-type: none"> • Mercure élémentaire
5.11. Produits chimiques et équipement de laboratoire	A/B/C	Stocks, résidus du traitement des eaux usées, déchets de laboratoire	<ul style="list-style-type: none"> • Mercure élémentaire • Chlorure de mercure (II), etc.
5.12. Élastomère de polyuréthane	B/C	Déchets dus aux produits défectueux ou excédentaires, produits usagés ou en fin de vie	<ul style="list-style-type: none"> • Déchets d'élastomère contenant des composés de mercure
5.13. Or spongieux/ Production d'or à partir de sources minières artisanales et à petite échelle	C	Résidus des gaz de combustion, résidus du traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement thermique de l'or • Transformation industrielle
5.14. Métal de mercure utilisé lors de rites religieux et dans la médecine populaire	C	Déchets solides, résidus du traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> • Mercure élémentaire
5.15. Utilisation de produits divers, de métal de mercure et autres sources	B/C	Stocks, résidus du traitement des eaux usées, déchets solides	<ul style="list-style-type: none"> • Semi-conducteurs au mercure pour la détection infrarouge • Sondes de Cantor, sondes de Bougie • Utilisations pédagogiques, etc.

Source	Cat- gories*	Exemples de types de déchets	Remarques
6. Production de métal secondaire			
6.1. Récupération du mercure	A/C	Déversements accidentels lors du recyclage, résidus des procédés d'extraction, résidus du nettoyage des gaz de combustion, résidus du traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> Démantèlement des usines de chlore-alkali; Récupération des compteurs au mercure utilisés dans les gazoducs Récupération de manomètres, thermomètres et autre équipement
6.2. Récupération des métaux ferreux	C		<ul style="list-style-type: none"> Déchetage Fonderie de matériaux contenant du mercure.
6.3. Récupération de l'or dans les déchets d'équipements électriques et électroniques (circuit imprimé)	A/C		<ul style="list-style-type: none"> Mercure élémentaire Procédé thermique
6.4. Récupération d'autres métaux	C		<ul style="list-style-type: none"> Autres matériaux, produits ou composés contenant du mercure
7. Incinération des déchets			
7.1. Incinération des déchets solides municipaux	C	Résidus du nettoyage des gaz de combustion, résidus du traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> Déchets des produits et procédés contenant du mercure ajouté Impuretés naturelles de mercure dans les matériaux volumineux (plastiques, papiers, etc.) et les minéraux
7.2. Incinération des déchets dangereux			
7.3. Incinération des déchets médicaux			
7.4. Incinération des boues d'épuration			
8. Décharges/sites d'enfouissement et traitement des eaux usées			
8.1. Décharges et sites d'enfouissement contrôlés	C	Eaux usées, résidus du traitement des eaux usées, déchets solides contaminés par le mercure	<ul style="list-style-type: none"> Déchets des produits et procédés contenant du mercure ajouté Impuretés naturelles de mercure dans les matériaux volumineux (plastiques, boîtes de conserve, etc.) et les minéraux
8.2. Dépôts d'ordures diffus, partiellement contrôlés			
8.3. Élimination locale incontrôlée de déchets de production industrielle			
8.4. Dépôts incontrôlés de déchets généraux			
8.5. Système/traitement des eaux usées		Résidus du traitement des eaux usées, purin	<ul style="list-style-type: none"> Mercure ajouté intentionnellement dans les déchets usagés et les procédés Mercure en tant que polluant anthropique trace dans les matériaux volumineux.
9. Crematorium et cimetières			
9.1. Crematorium	C	Résidus du nettoyage des gaz de combustion, résidus du traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> Amalgames (plombages) dentaires
9.2. Cimetières		Sol contaminé par le mercure	

60. Des informations plus détaillées sur les produits contenant du mercure ajouté (nom spécifique et fabricant des produits) sont disponibles dans les documents suivants :

a) PNUE (2008c) : Rapport sur les principaux produits et procédés contenant du mercure, produits de substitutions et expérience dans la transition vers des produits et procédés sans mercure, http://www.chem.unep.ch/mercury/OEWG2/documents/g7/English/OEWG_2_7.doc;

b) Commission Européenne (2008) : Options pour réduire l'utilisation du mercure dans les produits et les applications et l'avenir du mercure déjà en circulation dans la société, http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/study_report2008.pdf;

c) Partenariat mondial sur le mercure du PNUE – Domaine de partenariat relatif aux produits contenant du mercure, <http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/Mercury-in-products.htm>;

d) Lowell Center for Sustainable Production (2003): Etude des possibilités de remplacement pour les produits contenant du mercure, <http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/Docs/lcspfinal.pdf>;

e) Base de données des produits contenant du mercure ajouté du Centre d'échanges inter-États pour l'information sur le mercure et la réduction de son utilisation (IMERC), <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/notification>.

2. Inventaires

61. Les inventaires sont des outils importants pour identifier, quantifier et caractériser les déchets. Les inventaires nationaux peuvent être utilisés pour :

a) Établir une base pour les quantités de produits contenant du mercure ajouté fabriqués, en circulation/vendus ou utilisés, de mercure en tant que matière première ainsi que de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance;

b) Établir un registre d'informations afin de faciliter les inspections réglementaires et de sécurité;

c) Obtenir des informations précises nécessaires à l'élaboration de plans pour la gestion du cycle de vie du mercure;

d) Faciliter l'élaboration de plans d'intervention d'urgence; et

e) Suivre les progrès vers une réduction et une suppression progressive du mercure.

62. Après avoir identifié les sources et les types de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance, des informations et mesures spécifiques aux procédés devraient être utilisées pour estimer les quantités de déchets provenant des sources identifiées pour différents types de déchets dans un pays donné (ou une région, communauté, etc.) (PNUE 2005).

63. Il est très difficile de rassembler les données nécessaires pour estimer ces quantités, particulièrement dans les pays en développement et dans les pays à économie en transition en raison du manque (ou de l'absence) de données, surtout dans le cas de petites exploitations. Dans les cas où les mesures réelles ne sont pas réalisables, les données pourraient être récoltées à l'aide d'enquêtes basées sur des questionnaires.

64. Le guide méthodologique pour la mise en place d'inventaires nationaux de déchets dangereux dans le cadre de la Convention de Bâle (SCB 2000) devrait être utilisé pour la mise en place d'inventaires de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance. Le guide méthodologique a également été testé dans le cadre du Projet pilote sur la mise en place d'inventaires nationaux, mené par le Secrétariat de la Convention de Bâle, le Centre régional de la Convention pour l'Asie du Sud-est, dont le rapport peut être utilisé comme référence pratique.⁸

65. L'Outil d'identification et de quantification des rejets de mercure (PNUE 2010a) est également utile. L'Outil aide les pays à construire leur base de connaissances grâce à la mise en place d'un inventaire sur le mercure qui identifie les sources de rejets de ce produit dans leur pays et estime ou quantifie ces rejets. L'Outil constitue une méthodologie simple et standardisée pour l'élaboration d'inventaires nationaux et régionaux cohérents sur le mercure (PNUE 2005). L'Outil a été utilisé dans de nombreux pays (PNUE 2008c).

⁸

www.bcrc-sea.org/?content=publication&cat=2

66. Dans le cadre d'une approche axée sur le cycle de vie, les voies et moyens par lesquels le mercure dans les déchets est rejeté dans l'environnement devraient également être identifiés. En raison des risques potentiels des rejets de mercure dans l'environnement, les types de déchets devraient être classés selon la priorité d'action. Les informations concernant des mesures possibles devraient alors être rassemblées, particulièrement pour les sources et catégories de déchets contenant des quantités élevées de mercure et présentant des risques élevés de rejet de mercure dans l'environnement. Ces mesures doivent ensuite être analysées ou évaluées en termes de quantités potentielles de rejets de mercure dans l'environnement évitées, de coûts administratifs et sociaux, de disponibilité des techniques et des installations et de la facilité à atteindre le contrat social associé à la mise en œuvre de ces mesures, etc.

67. Certains pays utilisent un Registre des rejets et transferts de polluants (PRTR) pour la collecte des informations sur la teneur spécifique des déchets en mercure et son transfert par chaque installation (Kuncova *et al* 2007). Les données contenues dans les PRTR sont également accessibles au public.⁹

D. Échantillonnage, analyse et surveillance

68. L'échantillonnage, l'analyse et la surveillance sont des composantes essentielles de la gestion de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance. L'échantillonnage, l'analyse et la surveillance devraient être effectués par des professionnels dûment formés, selon un plan bien conçu et au moyen de méthodes acceptées au niveau international ou approuvées au niveau national, les mêmes méthodes étant utilisées chaque fois pendant toute la durée du programme. L'échantillonnage, l'analyse et la surveillance devraient également être soumis à des critères rigoureux d'assurance et de contrôle de qualité. Des erreurs lors de l'échantillonnage, de l'analyse ou de la surveillance ou des écarts par rapport aux procédures normales peuvent produire des données insignifiantes voire dommageables pour le programme. Chaque Partie devrait donc veiller à la mise en place de manière adéquate, de la formation, des protocoles et des capacités de laboratoires nécessaires aux méthodes d'échantillonnage, de surveillance et d'analyse, ainsi qu'à l'application de ces normes.

69. Étant donné qu'il existe d'une part de multiples raisons pour effectuer des échantillonnages, des analyses et de la surveillance, et d'autre part de nombreuses formes physiques différentes de déchets, de nombreuses méthodes d'échantillonnage, d'analyse et de surveillance différentes existent également. Bien que cela dépasse les objectifs de ce document de les examiner de manière spécifique, les trois sections ci-après passeront en revue les aspects essentiels liés à l'échantillonnage, l'analyse et la surveillance.

70. Pour de plus amples informations sur les bonnes pratiques de laboratoire, on pourra consulter les séries de l'OCDE (OCDE, diverses années); pour des considérations méthodologiques générales, le document édité conjointement par l'OMS et le PNUE « Orientations pour l'identification des populations à risque suite à une exposition au mercure » contient des informations utiles.¹⁰

1. Échantillonnage

71. L'objectif global de toute activité d'échantillonnage est d'obtenir un échantillon convenant à l'utilisation envisagée, laquelle peut être, par exemple, la caractérisation de site, le contrôle de la conformité aux normes réglementaires ou la vérification de l'aptitude à subir un certain mode de traitement ou d'élimination. Il convient de définir l'objectif visé avant de procéder à l'échantillonnage. C'est indispensable si on veut répondre aux exigences qualitatives en matière de matériel, de transport et de traçabilité.

72. Il convient d'élaborer des procédures d'échantillonnage standard et de se mettre d'accord sur ces dernières avant le commencement de la campagne d'échantillonnage (que celui-ci se fasse de façon matricielle ou spécifique au mercure). Ces procédures devraient, entre autres, préciser les points suivants :

- a) nombre d'échantillons à prélever, la fréquence des prélèvements, durée de la campagne d'échantillonnage et description de la méthode utilisée (notamment les procédures d'assurance qualité

⁹ Par exemple, le PRTR tchèque, intitulé le Registre intégré de pollution (disponible sur <http://www.irz.cz>) rassemble les données chimiques spécifiques sur le mercure et les composés de mercure transférés dans les déchets, ce qui donne une information claire sur la quantité totale de mercure transféré dans les déchets ainsi que sur la manière dont ces déchets sont traités.

¹⁰ <http://www.unep.org/hazardoussubstances/LinkClick.aspx?fileticket=DUJZp8XnXq8%3d&tabid=3593&language=en-US>

mises en place, par ex. les récipients pour échantillons,¹¹ les blancs de terrain et la chaîne de responsabilité);

- b) Choix du lieu ou des sites et du moment pour le prélèvement d'échantillons (y compris la description et la localisation géographique); et
- c) Identité de la personne qui a prélevé les échantillons et conditions pendant l'échantillonnage;
- d) Description complète des caractéristiques de l'échantillon, étiquetage;
- e) Préservation de l'intégrité des échantillons pendant le transport et le stockage (avant l'analyse);
- f) Étroite collaboration entre l'échantillonneur et le laboratoire d'analyse;
- g) Personnel d'échantillonnage formé de manière adéquate.

73. L'échantillonnage devrait être conforme à la législation nationale spécifique, là où elle existe, ou aux règlements internationaux. Dans les pays où de tels règlements n'existent pas, du personnel qualifié devrait être nommé. Les procédures d'échantillonnage comprennent notamment :

- a) La mise en place d'une procédure normale pour l'échantillonnage de chaque matrice pour l'analyse ultérieure du mercure;
- b) L'application de procédures d'échantillonnage bien établies telles celles mises au point par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), le Comité européen de normalisation (CEN), l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (USEPA), le Système mondial de surveillance continue de l'environnement (GEMS) ou la Société américaine pour les essais et les matériaux (ASTM); et
- c) L'élaboration de procédures pour l'assurance qualité et le contrôle de qualité (AQ/CQ).

74. Toutes ces étapes sont nécessaires à la réussite d'un programme d'échantillonnage. De même, la documentation doit être complète et rigoureuse.

75. Les catégories de matrices habituellement échantillonnées pour le mercure comprennent des solides, des liquides et des gaz :

- a) Liquides:
 - i) Lixiviats provenant de décharges et de sites d'enfouissement;
 - ii) Liquide récolté à la suite d'un déversement accidentel;
 - iii) Eau (eau de surface, eau potable et effluents industriels);
 - iv) Matières biologiques (sang, urine, cheveux ; particulièrement dans le cas de la surveillance sanitaire des travailleurs)
- b) Solides :
 - i) Stocks, produits et préparations constitués de mercure, en contenant ou contaminés par cette substance;
 - ii) Solides d'origine industrielle ou résultant de procédés de traitement ou d'élimination (cendres volantes, mâchefers, boue d'épuration, résidus de distillation, autres résidus, vêtements, etc.);
 - iii) Récipients, équipement ou autre matériel d'emballage (prélèvement par essuyage ou par rinçage), y compris les tissus ou étoffes utilisés dans le prélèvement d'échantillons par essuyage;
 - iv) Sol, sédiment, gravats, boue d'épuration et compost;
- c) Gaz:
 - i) Air (intérieur).

¹¹ Les bouteilles en polyéthylène sont perméables au mercure et ne devraient pas être utilisées. Pour plus de détails voir Parker et al. (2005).

76. Les programmes de surveillance de l'environnement et de la santé humaine peuvent inclure tant des matrices biotiques qu'abiotiques :

- a) Matières végétales et aliments;
- b) Cheveux, urine, ongles humains, lait maternel ou sang;
- c) Air (ambiant, dépôts humides ou secs, ou éventuellement, neige).

2. Analyse

77. Le terme analyse désigne l'extraction, la purification, la séparation, l'identification, la quantification du mercure contenu dans la matrice et l'élaboration d'un rapport. Afin d'obtenir des résultats significatifs et acceptables, le laboratoire d'analyse devrait disposer de l'infrastructure nécessaire (installations) et une expérience avérée de la matrice et des espèces de mercure (par ex. : participation réussie à des études comparatives inter-laboratoires sur des programmes extérieurs d'essai d'aptitude).

78. L'accréditation du laboratoire selon les normes ISO 17025 ou autres par un organisme indépendant est également importante. Les critères suivants sont essentiels à l'obtention de bons résultats :

- a) Spécifications de la technique d'analyse;
- b) Entretien de l'équipement d'analyse;
- c) Validation de toutes les méthodes utilisées (y compris les méthodes internes); et
- d) Formation du personnel de laboratoire.

79. L'analyse relative au mercure s'effectue généralement dans un laboratoire spécialisé. Dans des situations spécifiques, des trousse d'analyse sont disponibles et peuvent être utilisées sur le terrain à des fins de dépistage.

80. Plusieurs méthodes d'analyses relatives au mercure existent. L'Organisation internationale de normalisation (ISO) et le Comité européen de normalisation (CEN) ont mis au point des méthodes d'analyse du mercure dans différentes matrices, que ce soit pour analyser la teneur totale en mercure ou pour la spéciation du produit. Des méthodes nationales existent également, par exemple aux États-Unis (USEPA) ou au Japon. Le Tableau 3 donne quelques exemples de méthodes d'analyse du mercure dans les déchets et gaz de combustion. La plupart des méthodes internes sont des variantes de celles-ci. Comme pour toutes les analyses chimiques, le laboratoire devrait uniquement utiliser des méthodes validées.

81. Par ailleurs, les procédures et critères d'acceptation pour la manipulation et la préparation de l'échantillon en laboratoire, par exemple l'homogénéisation, doivent être établis.

82. La détermination analytique comprend les étapes suivantes :

- a) extraction ;
- b) purification ;
- c) identification par des détecteurs appropriés tels les ICP, AAS, instruments compact ;
- d) quantification et rapport approprié ;
- e) établissement du rapport conformément aux règlements en vigueur.

3. Surveillance

83. L'alinéa b) du paragraphe 2 de l'article 10 (« Coopération internationale ») de la Convention de Bâle exige que les Parties « coopèrent en vue de surveiller les effets de la gestion des déchets dangereux sur la santé humaine et l'environnement ». Des programmes de surveillance devraient donner des indications sur la conformité de l'opération de gestion des déchets dangereux avec sa conception, et détecter les changements dans la qualité de l'environnement dus à l'opération.

84. L'information provenant du programme de surveillance devrait être utilisée pour s'assurer que les catégories appropriées de déchets dangereux sont prises en charge par l'opération de gestion des déchets, pour déceler tout dégât et y remédier, et pour décider si une autre approche de gestion des déchets serait adaptée. La mise en œuvre d'un programme de surveillance permet aux directeurs des installations d'identifier les problèmes et de prendre les mesures adéquates pour y remédier.

85. Il convient de noter qu'un nombre de systèmes de mesure en continu pour le mercure existent dans le commerce. Ce type de surveillance est parfois exigé par la législation nationale ou locale.

Tableau 3 : Analyse chimique du mercure dans les déchets, les gaz de combustion et les eaux usées

Objectif		Méthode
Déchet	Déterminer la mobilité du mercure dans les déchets	EN 12457-1 à 4 : Caractérisation des déchets. - Lixiviation. - Essai de conformité pour lixiviation des déchets fragmentés et des boues (Comité européen de normalisation 2002a)
		EN 12920 : Caractérisation des déchets – Méthodologie pour la détermination du comportement à la lixiviation d'un déchet dans des conditions spécifiées (Comité européen de normalisation 2006)
		EN 13656 : Caractérisation des déchets - Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acides fluorhydrique (HF), nitrique (HNO ₃) et chlorhydrique (HCl) pour la détermination ultérieure d'éléments contenus dans les déchets (Comité européen de normalisation 2002b)
		EN 13657 : Caractérisation des déchets - Digestion en vue de la détermination ultérieure de la part des éléments solubles dans l'eau régale contenus dans les déchets (Comité européen de normalisation 2002c)
		TS 14405 : Caractérisation des déchets - Essai de comportement à la lixiviation - Essai de percolation à écoulement ascendant (Comité européen de normalisation 2004)
		Méthode 1311 US EPA : TCLP, Procédure de lixiviation pour la détermination des caractéristiques de toxicité (US EPA 1992)
	Déterminer les concentrations de mercure dans les déchets	EN 13370 : Caractérisation des déchets - Analyse chimique des éluats - Détermination de l'ammonium, des AOX, de la conductivité, du Hg, de l'indice phénol, du COT, des CN- aisément libérables et des F- (Comité européen de normalisation 2003)
		EN 15309 : Caractérisation des déchets et du sol - Détermination de la composition élémentaire par fluorescence X (Comité européen de normalisation 2007)
		Méthode 741B US EPA : Mercure dans les déchets solides et semi-solides (technique manuelle de la vapeur froide) (US EPA 2007d)
		Méthode 7473 US EPA : Mercure dans les solides et les solutions par décomposition thermique, amalgamation et spectrophotométrie d'absorption atomique (US EPA 2007e)
Méthode 7470A US EPA: Mercure dans les déchets liquides (technique manuelle de la vapeur froide) (US EPA 1994)		
Gaz de combustion		EN 13211 : Qualité de l'air: émissions de sources fixes. Méthode manuelle de détermination de la concentration en mercure total (Comité européen de normalisation 2001) * Cette méthode détermine la teneur totale en mercure (i.e. Hg métallique/élémentaire + ion mercure)
		EN 14884 : Qualité de l'air - Émissions de sources fixes - Détermination de la concentration en mercure total: systèmes automatiques de mesure (Comité européen de normalisation 2005)
		JIS K 0222 : Méthode d'analyse du mercure dans les gaz de combustion (Association japonaise de normalisation 1997)
		Méthode 0060 US EPA : Détermination des métaux dans les émissions de cheminées (US EPA 1996)
	Pour la spéciation du mercure	ASTM D6784 - 02(2008) : Méthode d'analyse standard pour le mercure élémentaire, oxydé, en particules et total dans les gaz de combustion produits par des sources fixes de combustion de charbon (méthode hydro Ontario) (ASTM International 2008)
Eaux usées		ISO 5666 : 1999: Qualité de l'eau – Détermination du mercure (ISO 1999)
		ISO 16590: 2000: Qualité de l'eau – Détermination du mercure – Méthodes ayant recours à l'enrichissement par amalgamation (ISO 2000)
		ISO 17852 : 2006 : Qualité de l'eau – Détermination du mercure - Méthode ayant recours à la spectrométrie de fluorescence atomique (ISO 2006)

E. Prévention et réduction au minimum de la production de déchets

86. La prévention et la réduction au minimum de la production de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance sont les premières et principales mesures à prendre dans le cadre d'une gestion écologiquement rationnelle de tels déchets. La Convention de Bâle (article 4, paragraphe 2) invite les Parties à «veiller à ce que la production de déchets dangereux et d'autres ... soit réduite au minimum». La présente section donne des informations concernant d'importantes sources de déchets.

1. Prévention et réduction au minimum des déchets pour les procédés industriels

87. Plusieurs procédés industriels font appel au mercure. Nous aborderons ici uniquement les mesures de prévention et de réduction applicables à l'orpaillage artisanal, à la production de chlorure de vinyle monomère et à la production de chlore et de soude caustique (chlore alcali), ces secteurs utilisant de grandes quantités de mercure.

a) Extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or

88. Différentes techniques non fondées sur le mercure sont disponibles: méthodes gravimétriques, procédés du Centre de technologie minérale du Brésil, combinaisons de différentes méthodes sans mercure. Lorsque des procédés de substitution ne peuvent être appliqués, il convient d'utiliser des solutions intermédiaires qui conduisent à des techniques ne nécessitant pas l'emploi de mercure, notamment celles consistant à capturer et recycler cette substance. Parmi celles-ci on peut citer l'utilisation de cornues et de hottes, la réactivation du mercure et le non recours à des traitements consommant de grandes quantités de cette substance tels que l'amalgamation entière des minerais d'or. Les ouvrages ci-après donnent des informations détaillées à ce sujet :

a) GMP (2006): Manual for Training Artisanal and Small-Scale Gold Miners, ONUDI, Vienne, Autriche, www.cetem.gov.br/gmp/Documentos/total_training_manual.pdf;

b) MMSD Project (2002): Artisanal and Small-Scale Mining, Documents on Mining and Sustainable Development from United Nations and Other Organisations;

c) PNUE (2010b): Rapport du Forum mondial sur l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/GlobalForumonASGM/tabid/6005/Default.aspx>;

d) PNUE (2011): Partenariat mondial sur le mercure, Rapports et publications, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/PrioritiesforAction/ArtisanalandSmallScaleGoldMining/Reports/tabid/4489/language/en-US/Default.aspx>;

e) US EPA (2008): Manual for the Construction of a Mercury Collection System for Use in Gold Shops, <http://www.epa.gov/oia/toxics/asgm.html>.

89. Les mineurs artisanaux, leur familles et les communautés avoisinantes devraient être informés sur: (a) les risques d'exposition au mercure et les dangers pour la santé qui y sont associés; et (b) les effets sur l'environnement de l'utilisation du mercure dans l'exploitation artisanale et à petite échelle de l'or (ASGM).

90. Une fois sensibilisés à ces questions, ils devraient recevoir une formation sur les techniques et systèmes de prévention de la production de déchets.

b) Production de chlorure de vinyle monomère (CVM)

91. La fabrication de CVM à base d'acétylène fait intervenir du chlorure mercurique comme composante du catalyseur. On peut éviter et limiter la production de déchets par diverses méthodes, classées en deux grandes catégories : a) les procédés de fabrication de substitution ne faisant pas appel au mercure; et b) l'amélioration de la gestion du mercure durant le processus de fabrication et la capture des rejets à des fins de protection de l'environnement.

92. Le chlorure de vinyle monomère s'obtient à l'aide de diverses méthodes ne nécessitant pas de mercure, généralement basées sur l'oxychloration de l'éthylène (The Office of Technology Assessment 1983). Bien que ce type de méthode soit largement répandu à travers le monde, le procédé à l'acétylène continue d'être utilisé dans plusieurs pays car il s'avère nettement moins coûteux là où le prix du charbon est inférieur à celui de l'éthylène (Maxson 2011). Des efforts considérables sont actuellement déployés pour mettre au point un catalyseur sans mercure pour le procédé à l'acétylène. Un essai de démonstration de ce type de catalyseur à l'échelle commerciale est prévu pour début 2012. Si cet essai s'avère concluant, l'entreprise mettant au point le catalyseur a l'intention d'en assurer la production et on peut s'attendre, au cours des prochaines années, à une transition vers la production de CVM sans recours au mercure (Jacobs et Johnson Matthey 2011).

93. Plusieurs mesures permettant de réduire la production de déchets contaminés par le mercure peuvent être envisagées, notamment: l'amélioration de la gestion du mercure et de la protection de l'environnement par la capture des rejets; la mise au point et l'emploi de catalyseurs utilisant peu de mercure; l'adoption de nouvelles technologies pour empêcher l'évaporation de chlorure mercurique; la prévention de la contamination du catalyseur; et le retardement du dépôt de carbones afin de limiter l'emploi de mercure. Parmi les mesures de protection de l'environnement basées sur la capture des rejets de mercure on peut citer : l'adsorption sur charbon actif dans les procédés d'élimination du

mercure et la désacidification au moyen de tours de moussage et de lavage; le recyclage et le réemploi d'effluents contenant du mercure; la collecte des boues d'épuration contenant du mercure; la récupération du mercure contenu dans les substances évaporées; un contrôle renforcé des émissions de la part des recycleurs et producteurs de catalyseurs. Pour plus d'informations à ce sujet, on peut consulter le document suivant : « Rapport de projet sur la réduction de l'utilisation et des émissions de mercure dans la production de carbure de PVC » (Ministère de la protection de l'environnement, Chine, 2010).

c) Production de chlore alcali

94. Le remplacement des systèmes fondés sur l'utilisation de cellules à mercure par des procédés sans mercure permet d'éliminer les émissions et les déchets contenant cette substance. Il est possible de ne pas faire intervenir de mercure dans la production de chlore et de soude caustique en recourant à des procédés à diaphragme ou à membrane, la technique à membrane offrant un meilleur rapport coût-efficacité car elle consomme moins d'électricité (Maxson 2011). Bien que le procédé des cellules à mercure soit progressivement abandonné, une centaine d'usines réparties dans 44 pays l'utilisaient encore en 2010 (Partenariat mondial sur le mercure du PNUE – Réduction du mercure dans le secteur de la production de chlore alcali, 2010). En 2010, les installations de production de chlore alcali au mercure représentaient environ 10 % de la capacité mondiale de production. Au Japon, ce procédé n'est appliqué depuis 1986 tandis qu'en Europe, 31 % de la capacité de production de chlore était encore basée sur la technologie des cellules à mercure au début de 2010. Les fabricants européens se sont engagés volontairement à remplacer ou fermer toutes les usines produisant du chlore et de la soude caustique à partir de mercure d'ici 2020 (Euro Chlor 2010). Aux États-Unis, l'application du procédé des cellules à mercure est en recul; 5 installations l'utilisaient encore en 2007 contre 14 en 1996 (Chlorine Institute, 2009). Selon le Conseil mondial du chlore, le volume des déchets solides provenant des usines de chlore alcali en Europe s'élevait à 43 293 tonnes en 2009. Si l'on inclut l'Amérique du Nord, l'Inde, la Russie, le Brésil, l'Argentine et l'Uruguay, la production déclarée de déchets pour ce secteur se chiffrait à 69 954 tonnes au cours de la même année.¹² On ne dispose d'aucune information sur la quantité de déchets industriels produits ailleurs dans le monde.

95. Les déchets contaminés au mercure produits par les usines de chlore alcali peuvent contenir des boues semi-solides provenant de divers traitements (eau, saumure et soude caustique); du graphite et du charbon actif issus du traitement des gaz de combustion; des résidus de traitements en autoclave et du mercure présent sous forme de dépôts dans les cuves ou puisards. Outre la détection de fuites éventuelles et les travaux réguliers d'entretien, d'autres mesures permettent de réduire les quantités de déchets produits, notamment la réduction de l'évaporation du mercure, le contrôle renforcé des émissions de mercure et la récupération du mercure contenu dans les eaux usées ainsi que dans le graphite et le charbon provenant du traitement des gaz de combustion et des traitements à la soude caustique. Les documents suivants donnent plus d'informations à ce sujet :

a) Commission européenne (2001): Prévention et réduction intégrées de la pollution. Document de référence sur les meilleures techniques disponibles dans la fabrication du chlore alcali [actuellement mis à jour].

b) Partenariat mondial sur le mercure, secteur de la production de chlore alcali : <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/InterimActivities/Partnerships/ChloralkaliSector/tabid/3560/language/en-US/Default.aspx> (ce site contient une vingtaine de directives pour ce secteur industriel)

2. Prévention et réduction au minimum de la production de déchets pour les produits contenant du mercure ajouté

96. L'adoption de substituts sans mercure et l'interdiction des produits qui en contiennent constituent des moyens importants de prévention de la production de déchets contenant cette substance. Comme mesure transitoire, la fixation de teneurs maximales en mercure dans les produits contribuerait également à limiter la production de tels déchets lorsque les solutions de substitution sans mercure ne sont pas disponibles ou que le processus d'abandon progressif s'avère long. Le remplacement des produits contenant du mercure par des produits de substitution à teneur réduite peut être facilité par la promotion des achats écologiques.

97. Là où on continue d'utiliser des produits contenant du mercure ajouté, la mise en place d'un système fermé sûr pour l'utilisation de cette substance est souhaitable. La contamination par le mercure des flux de déchets devrait être évitée par:

¹² http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Mercury/Documents/chloralkali/WCC_Hg_reporting2009.pdf

- a) l'utilisation de produits sans mercure;
- b) la fixation de teneurs maximales en mercure dans les produits;
- c) des achats publics limités aux produits sans mercure.

98. Les déchets contenant du mercure devraient être séparés et collectés et le mercure qu'ils renferment devrait ensuite être récupéré et utilisé à des fins de production (en remplacement du mercure primaire) ou éliminé de façon écologiquement rationnelle (voir Figure). Le principe de la responsabilité élargie des producteurs (REP) devrait être appliqué comme moyen d'encourager la production de produits sans mercure ou qui en contiennent moins et la collecte des produits en fin de vie.

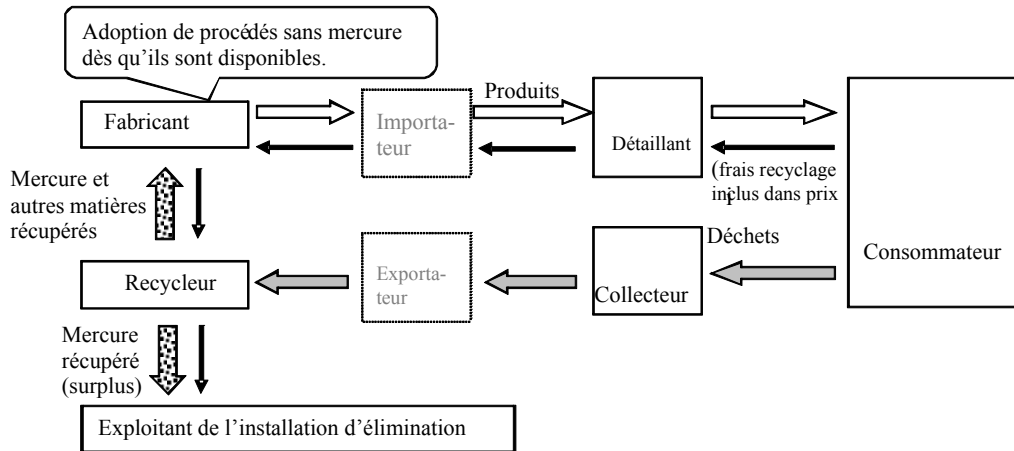


Figure 3 : Système fermé d'utilisation du mercure

a) Produits sans mercure

99. La substitution du mercure dans les produits dépend de plusieurs facteurs tels que le coût du produit, l'impact sur l'environnement et la santé humaine, la technologie disponible, les politiques publiques et les économies d'échelle. De nombreuses techniques de remplacement ne faisant pas intervenir de mercure sont à présent disponibles. On trouvera des informations détaillées sur ces procédés dans les publications suivantes :

- a) Rapport sur les principaux produits et procédés utilisant du mercure, les substituts disponibles et le processus de transitions vers l'usage de produits et procédés sans mercure (PNUE 2008b);
- b) Options pour la réduction de l'utilisation du mercure dans les produits et applications et sort du mercure déjà en circulation dans la société (Commission européenne 2008);
- c) An Investigation of Alternatives to Mercury Containing Products, Prepared for the Maine Department of Environmental Protection (Galligan et al., 2003) Lowell Center for Sustainable Production, University of Lowell, MA, 2003, <http://www.maine.gov/dep/mercury/lcspfinal.pdf>.

b) Fixation de teneurs maximales en mercure dans les produits

100. Des limites de teneur en mercure devraient être établies pour les produits contenant cette substance jusqu'à leur interdiction ou leur abandon progressif. Cette mesure permet de diminuer les quantités de mercure utilisées au stade de la production et, par conséquent, de limiter les émissions de mercure durant tout le cycle de vie du produit. L'imposition de teneurs maximales peut se faire par le biais de dispositions légales (voir les exemples donnés dans la section III, B, 2 ci-dessous) ou d'interventions de nature volontaire dans le cadre d'un plan de gestion de l'environnement/du mercure adopté par le secteur industriel puis rendu public. Comme indiqué précédemment, des dispositions législatives concernant la quantité maximum de mercure par produit ont été établies dans l'Union européenne pour les piles et les lampes fluorescentes et dans plusieurs États des États-Unis pour les piles. Au Japon, des limites maximum de teneur en mercure dans les lampes fluorescentes ont été fixées par l'association des fabricants de ces produits. Le gouvernement les utilise comme critères pour la sélection des lampes fluorescentes dans le cadre d'achats écologiques.

101. Pour réduire l'utilisation du mercure dans la fabrication des ampoules fluorescentes, les producteurs ont mis au point leurs propres technologies permettant de fixer la quantité de mercure par

ampoule de façon à ce qu'elle corresponde à la performance requise pour chaque type de lampe. Parmi les méthodes permettant d'injecter des doses précises de mercure non élémentaire on peut citer l'emploi d'amalgames au mercure, de granules ou bagues d'alliage au mercure et de capsules de mercure (Ministère de l'environnement, Japon 2010).

102. Par rapport à l'utilisation de mercure élémentaire, le recours à des doses d'amalgame de mercure semble offrir des avantages, au plan environnemental et en termes de performance, tout au long du cycle de vie des lampes fluorescentes compactes et d'autres types de lampes contenant du mercure. Le principal intérêt de ce procédé est qu'il réduit au minimum l'exposition des travailleurs et des consommateurs aux vapeurs de mercure - de même que les rejets dans l'environnement - pendant la fabrication, le transport, l'installation, le stockage, le recyclage et l'élimination, en particulier en cas de bris de lampes. De surcroît, cette méthode précise de dosage permet aux producteurs de fabriquer des lampes fluocompactes à très faible teneur en mercure (2 milligrammes ou moins) tout en répondant aux principales exigences de performance : entre autres, un degré élevé d'efficacité et une bonne longévité.

c) Achats gouvernementaux

103. L'encouragement à adopter des programmes d'achats publics de produits sans mercure s'inscrit dans l'optique de la prévention de la production de déchets et de la promotion de la consommation de produits exempts de mercure ou qui en contiennent moins. Ces programmes devraient viser « l'achat de produits sans mercure » sauf, exceptionnellement, lorsque, pour des raisons pratiques ou technologiques, aucun produit de substitution n'est disponible ou devraient favoriser « l'achat de produits dont la teneur en mercure est réduite au minimum ».

104. Les grands consommateurs de produits contenant du mercure, tels que les institutions publiques et les établissements de soins de santé, peuvent contribuer dans une large mesure à stimuler la demande de produits sans mercure en mettant en œuvre des programmes d'achats écologiques. Dans certains cas, des incitations financières pourraient encourager l'adoption de tels programmes. Aux États-Unis, par exemple, certains États ont subventionné l'achat de thermomètres sans mercure.

3. Responsabilité élargie des producteurs

105. La responsabilité élargie des producteurs (REP) a été définie comme étant « une stratégie d'action environnementale par laquelle la responsabilité du producteur vis-à-vis d'un produit se trouve étendue au stade du cycle de vie postérieur à la consommation de ce produit ». Le « producteur »¹³ est considéré comme le propriétaire de la marque ou l'importateur. Il est considéré comme le fabricant (et l'importateur) en cas de conditionnement ou lorsque le propriétaire de la marque n'est pas clairement identifié (OCDE, 2001a). Les programmes de REP confient la responsabilité de la gestion des produits en fin de vie au producteur qui met le produit sur le marché pour la première fois, plutôt qu'aux municipalités, et les incitent à incorporer les considérations d'environnement dans la conception de leurs produits de façon à inclure dans les frais de production les coûts environnementaux liés au traitement et à l'élimination. Cette responsabilité peut être mise en application par des mesures obligatoires, négociées ou volontaires. Les programmes de REP peuvent comporter des programmes de reprise de produits (voir la section F,3 (b),d).

106. Les programmes de responsabilité élargie des producteurs permettent, selon la façon dont ils ont été conçus, d'atteindre un certain nombre d'objectifs : 1) libérer l'administration locale de la charge financière, et parfois opérationnelle, que représente l'élimination des déchets/produits/matériaux; 2) encourager les entreprises à concevoir leurs produits de manière à pouvoir les réutiliser, les recycler et réduire les matériaux de fabrication (en termes de quantité et de risques); 3) incorporer les frais de gestion des déchets dans le prix des produits; 4) développer l'innovation dans le domaine des technologies de recyclage. Ceci contribue à instaurer un marché qui reflète l'impact des produits sur l'environnement (OCDE 2001a). On trouvera des descriptions détaillées de plans de REP dans plusieurs publications de l'OCDE.¹⁴

107. Les services de protection de l'environnement devraient élaborer des cadres réglementaires établissant les responsabilités des acteurs concernés, les normes pour les teneurs en mercure et la gestion des produits, et les composantes des programmes de REP. Ils devraient en outre encourager la participation des parties intéressées et du public. Ils assureront également le suivi de la performance des programmes de REP (par exemple : quantité de déchets collectés, quantité de mercure récupéré et

¹³ La Directive 2008/98/EC de l'Union européenne stipule que la responsabilité élargie du producteur s'applique à toute personne physique ou morale qui met au point, fabrique, transforme, traite, vend ou importe des produits à titre professionnel.

¹⁴ http://www.oecd.org/document/19/0,3746,en_2649_34281_35158227_1_1_1_1,00.html

frais de collecte, de recyclage et de stockage) et recommanderont d'éventuels changements. Le principe de la responsabilité élargie devrait s'appliquer à tous les producteurs des produits considérés. Aucune fraude (producteurs ne partageant pas leurs responsabilités) ne devrait être tolérée. Faute de quoi, les autres producteurs se verraient obligés de supporter des coûts disproportionnés par rapport à la part de marché de leurs produits.

108. Dans l'Union européenne, par exemple, les lampes fluorescentes, dont les ampoules fluocompactes, figurent parmi les produits soumis à la Directive sur les déchets de matériel électrique et électronique, qui rend le producteur responsable de la gestion en fin de vie des équipements électriques et électroniques contenant, entre autres, du mercure. On peut également citer comme exemples le programme de REP pour les piles dans l'UE ou celui pour les lampes fluorescentes et les piles en République de Corée¹⁵

F. Manipulation, séparation, collecte, emballage, étiquetage, transport et stockage

109. Les procédures applicables pour la manipulation, la séparation, la collecte, l'emballage, l'étiquetage, le transport et le stockage des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance, en attendant leur élimination, se rapprochent de celles exigées pour d'autres déchets dangereux. Le mercure possède certaines propriétés physiques et chimiques qui nécessitent des précautions et techniques de manipulation supplémentaires mais cette substance est facilement reconnaissable sous sa forme élémentaire. De plus, le recours à des techniques et équipements de mesure sophistiqués et précis, utilisables sur le terrain et en laboratoire, rend la détection et la surveillance de fuites relativement simple, lorsque de tels moyens sont disponibles.

110. La présente section donne des indications spécifiques concernant la manipulation des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance. Néanmoins, les producteurs doivent impérativement se référer et se conformer aux règles édictées par l'autorité nationale et locale dont ils relèvent. Pour le transport et le mouvement transfrontières des déchets dangereux, les documents ci-après permettent de déterminer certaines exigences particulières :

- a) Convention de Bâle: Manuel de mise en œuvre de la Convention de Bâle (SBC 1995a);
- b) Organisation maritime internationale (OMI): Code maritime international des marchandises dangereuses (OMI 2002);
- c) Organisation internationale de l'aviation civile (OACI): Instructions techniques pour le transport aérien des marchandises dangereuses (OACI 2001); et
- d) Association internationale du transport aérien (IATA): Manuel sur la réglementation des marchandises dangereuses (IATA 2007);
- e) CENUE: Recommandations des Nations Unies sur le transport des marchandises dangereuses. Modèles de réglementation (CENUE 2007).

1. Manipulation

111. Les personnes manipulant des déchets constitués de mercure élémentaire devraient veiller tout particulièrement à éviter l'évaporation et l'écoulement accidentel de ce mercure dans l'environnement. Ce type de déchets devrait être placé dans un conteneur étanche aux gaz et aux liquides portant une marque distinctive indiquant qu'il contient du mercure élémentaire « toxique ».

112. L'utilisateur final doit manipuler avec précaution et éviter d'endommager les produits rejetés contenant du mercure tels que lampes fluorescentes, thermomètres, appareils électriques et électroniques, etc. Les déchets de produits contenant du mercure comme les peintures et pesticides doivent être manipulés en toute sécurité et ne doivent pas être déversés dans des éviers, toilettes, collecteurs d'eaux pluviales ou autres systèmes de récupération des écoulements d'eaux pluviales. Il faut également éviter de mélanger ces déchets à d'autres types de déchets. En cas de dommage ou déversement accidentel, il convient de suivre la procédure de décontamination (voir section III, L ci-dessous).

¹⁵ Informations disponibles à l'adresse : http://eng.me.go.kr/content.do?method=moveContent&menuCode=pol_rec_pol_rec_sys_responsibility

113. Les personnes manipulant des déchets contaminés au mercure doivent éviter de les mélanger à d'autres déchets. Ces déchets doivent être placés dans un conteneur pour éviter leur rejet dans l'environnement.

a) Réduction des rejets de résidus d'amalgames dentaires

114. Pour réduire les rejets de mercure provenant de déchets dentaires, l'Agence pour la protection de l'environnement des États-Unis recommande plusieurs pratiques écologiquement responsables¹⁶, notamment des mesures de gestion des amalgames :

- a) Jeter les résidus d'amalgames dans un sac de couleur grise. Ne jamais déposer de résidus d'amalgames dentaires dans les poches rouges destinées aux déchets médicaux ni dans une poubelle du cabinet dentaire;
- b) Choisir une entreprise de recyclage d'amalgames responsable – qui gèrera les résidus en toute sécurité afin de limiter la quantité de mercure susceptible de retourner dans l'environnement;
- c) Installer dans le cabinet un séparateur d'amalgames permettant de capturer jusqu'à 95 % du mercure quittant le cabinet par les conduites d'évacuation¹⁷;
- d) Sensibiliser et former le personnel aux méthodes appropriées de gestion des amalgames dentaires dans le cabinet.

2. Séparation

115. La séparation et la collecte des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance représentent des facteurs essentiels dans une gestion écologiquement rationnelle. En effet, si de tels déchets sont simplement éliminés avec les déchets municipaux solides, le mercure qu'ils contiennent risque de se retrouver dans l'environnement après la mise en décharge ou l'incinération. Les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance doivent être collectés séparément des autres déchets sans causer de dégâts physiques ni de contamination. Il est recommandé en outre de séparer leur collecte selon qu'ils proviennent de ménages ou d'autres producteurs de déchets (entreprises, gouvernements, écoles et autres organisations) car les quantités engendrées par ces deux sources diffèrent.

116. Les mesures suivantes devraient être envisagées lors de la mise en œuvre de programmes de collecte de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance, en particulier pour les déchets de produits contenant du mercure :

- a) Faire connaître le programme, les lieux de dépôt et le calendrier de collecte à tous les détenteurs potentiels;
- b) Accorder aux programmes de collecte suffisamment de temps pour achever le ramassage de tous les déchets de ce type;
- c) Prévoir dans le programme la collecte de la totalité des déchets, dans la mesure du possible;
- d) Mettre à la disposition des détenteurs de ces déchets des conteneurs acceptables et des matériaux permettant de les transporter en toute sécurité lorsque, pour le transport, un emballage ou des précautions de sécurité s'imposent;
- e) Établir des mécanismes de collecte simples et peu coûteux;
- f) Assurer la sécurité des personnes livrant ces déchets aux dépôts et celle des employés qui y travaillent;
- g) Faire en sorte que les exploitants de dépôts utilisent une méthode d'élimination acceptée;
- h) Veiller à ce que le programme et les installations respectent toutes les exigences applicables prévues par la législation;
- i) Séparer ces déchets des autres flux de déchets.



¹⁶ <http://www.epa.gov/hg/pdfs/dental-module.pdf>

¹⁷ Également prévu par le Décret allemand sur les règles relatives au rejet des eaux usées dans les cours d'eau (17 juin 2004, AbwV), (voir page 106 à l'adresse : http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/wastewater_ordinance.pdf)

117. L'étiquetage des produits contenant du mercure facilite leur séparation et, par conséquent, leur élimination écologiquement rationnelle à la fin de leur vie utile. Au stade de la fabrication, le producteur devrait appliquer un système d'étiquetage qui aidera les programmes de collecte/recyclage à identifier les produits contenant du mercure et nécessitant un traitement spécial.¹⁸ L'étiquetage doit, dans certains cas, se conformer à la réglementation nationale relative à la communication d'informations au titre du droit à l'information sur la présence, l'identité et les propriétés d'une substance toxique dans des produits. L'étiquette doit parfois mentionner les conditions et précautions d'emploi à respecter et donner des instructions sur la gestion en fin de vie qui encouragent le recyclage et empêchent l'élimination dangereuse.

118. Un système d'étiquetage pour les produits contenant du mercure permettrait d'atteindre les objectifs suivants¹⁹:

- a) Informer les consommateurs, au point de vente, de la teneur en mercure de certains produits et de la probable nécessité de les soumettre à un traitement spécial en fin de vie;
- b) Identifier les produits sur le site d'élimination pour pouvoir les tenir à l'écart du flux des déchets destinés à être mis en décharge ou incinérés et, par conséquent, permettre leur recyclage;
- c) Informer les consommateurs de la présence de mercure dans certains produits pour les amener à rechercher des produits de substitution plus sûrs; et
- d) Communiquer certaines informations en vertu du droit à être informé sur la présence d'une substance toxique.

119. Les fabricants peuvent signaler une teneur en mercure en apposant sur le produit le symbole chimique international «Hg» désignant cette substance. À titre d'exemple, les produits contenant du mercure vendus aux États-Unis doivent porter ce signe conventionnel : . Dans l'Union européenne, par exemple, celui-ci doit figurer sur les piles contenant du mercure (Directive 2006/66/EC). L'utilisation d'un emblème similaire sur les emballages de lampes faisant l'objet d'un commerce international pourrait favoriser la reconnaissance au niveau mondial de la présence de mercure dans ces produits. L'emploi des langues locales permettrait de donner des explications supplémentaires sur la signification du symbole .

120. Aux États-Unis, la section Ampoules électriques de la «National Electrical Manufacturers Association» (NEMA) estime qu'une stratégie nationale ou internationale harmonisée pour l'étiquetage des lampes contenant du mercure constitue un élément essentiel pour une distribution efficace et économique d'un éclairage économe en énergie²⁰. Le 18 juin 2010, la Commission fédérale du commerce des États-Unis a adopté une règle imposant, à partir de janvier 2012, un nouvel étiquetage pour les emballages d'ampoules fluocompactes, de lampes à diodes électroluminescentes (LED) et de lampes à incandescence traditionnelles afin d'aider les consommateurs à choisir les lampes les plus efficaces pour leurs besoins en éclairage. Pour les lampes contenant du mercure, l'indication ci-après figurera aussi bien sur les étiquettes et que sur les lampes.²¹

18 A titre d'exemple, certaines directives figurent à l'adresse suivante : <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/labelinginfo.cfm>

19 A titre d'exemple, on trouvera des directives sur les quatre points à l'adresse : <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/labelinginfo.cfm> (NEWMOA 2004)

Au Japon, en vertu de la Loi relative à la promotion de l'utilisation efficace des ressources, les fabricants et importateurs doivent faire apposer une étiquette portant le symbole J-Moss (http://210.254.215.73/jeita_eps/200512jmoss/orange.jpg) sur les produits (ordinateurs personnels, climatiseurs, téléviseurs, réfrigérateurs, lave-linge, fours à micro-ondes et sècheurs domestiques) contenant du plomb, du mercure, du cadmium, du chrome hexavalent, des biphényles polybromés (PBB) et/ou des diphenyléthers polybromés (PBDE).

20 http://www.nema.org/gov/env_conscious_design/lamps/upload/Labeling%20White%20Paper%20Final%2010%2004-2.pdf et <http://www.nef.org.uk/energysaving/lowenergylighting.htm>

21 <http://www.ftc.gov/os/2010/06/100618lightbulbs.pdf>, dernière consultation le 29 mai 2011. Pour des informations sur le recyclage etc., voir : <http://www.epa.gov/cfl/cflrecycling.html>

Contient du mercure

Pour en savoir plus sur la décontamination et l'élimination sans risque, voir epa.gov/cfl.

Figure 4 : Exemple d'étiquette destinée à un produit (lampe fluorescente)

121. Lorsque des produits contenant du mercure sont exportés vers d'autres pays où ils deviennent des déchets, les consommateurs, utilisateurs et autres parties concernées de ces pays ne comprennent pas toujours les indications en langues étrangères figurant sur de tels produits. Dans ce cas, les importateurs, exportateurs, fabricants ou organismes nationaux responsables de l'étiquetage des produits devraient donner des informations dans la langue courante et/ou locale.

3. Collecte

a) Collecte des déchets constitués de mercure élémentaire

122. Les déchets constitués de mercure élémentaire (provenant, par exemple, d'une usine de chlore alcali qui cesse ses activités) diffèrent généralement des autres déchets contenant du mercure, en termes de volume et de risques qu'ils posent en cas de mauvaise manipulation. Le mercure élémentaire en grande quantité devrait être soigneusement emballé dans des conteneurs adéquats avant d'être expédié vers des installations désignées de stockage ou d'élimination²².

b) Collecte des déchets contenant du mercure

123. Il existe trois options pour la collecte auprès des particuliers des déchets contenant du mercure comme les lampes fluorescentes, piles, thermomètres et appareils électroniques (les piles au mercure peuvent être récupérées avec d'autres types de piles). Ces solutions sont examinées dans les trois sections ci-dessous.

a. Centres de collecte des déchets ou points de dépôt

124. Au point de collecte ou de dépôt, les déchets contenant du mercure devraient être placés dans un conteneur spécialement désigné, afin qu'ils ne se mélangent pas aux autres déchets. Leur collecte devrait être effectuée exclusivement par des entreprises agréées par les administrations locales ou d'autres autorités compétentes.

125. Des boîtes ou conteneurs destinés aux déchets contenant du mercure devraient être mis à la disposition du public aux centres de collecte existants. Pour ce type de déchets, notamment les lampes fluorescentes, les thermomètres et les piles, on utilisera exclusivement des conteneurs de couleur et marqués. Les conteneurs désignés à cet effet devraient tous être de la même couleur et/ou porter le même logo, afin de faciliter l'information du public et accroître sa participation. Pour éviter que les lampes fluorescentes et les thermomètres se brisent, il convient notamment d'utiliser des conteneurs spécialement conçus et de donner des indications écrites sur les procédures de collecte. Des conteneurs différents devraient être utilisés pour les ampoules à tube et fluocompactes. Pour les ampoules fluorescentes, il importe d'éviter autant que possible les «chutes libres» en installant des déflecteurs ou volets souples en cascade. Une autre solution consiste à installer une petite boîte ouverte «invitant» les utilisateurs à déposer délicatement leurs ampoules usagées. On peut aussi envisager de demander au consommateur de remettre ses ampoules fluorescentes à un point de dépôt où un personnel compétent est chargé de les déposer dans une boîte. En cas de bris de lampe, le lieu de dépôt doit être immédiatement aéré et le personnel devrait appliquer les procédures de décontamination qui lui ont été indiquées à l'avance.²³

22 Le ministère américain de l'énergie donne des recommandations détaillées sur la manipulation et le stockage sans risque de mercure élémentaire sur les sites internet suivants:
[http://mercurystorageeis.com/Elementalmercurystorage%20Interim%20Guidance%20\(dated%202009-11-13\).pdf](http://mercurystorageeis.com/Elementalmercurystorage%20Interim%20Guidance%20(dated%202009-11-13).pdf)
et: <http://mercurystorageeis.com/Volume%201-Final%20Mercury%20Storage%20EIS.pdf>

23 Élimination d'une ampoule fluocompacte brisée, US EPA, see: <http://www.epa.gov/cfl/cflcleanup.html>; *Shedding Light on Mercury Risks from CFL Breakage*, Mercury Policy Project, février 2008, voir: http://mpp.clearn.org/wp-content/uploads/2008/08/final_shedding_light_all.pdf, Agence allemande de protection de l'environnement, voir: <http://umweltbundesamt.de/energie/licht/hgf.htm> (en allemand)

b. Collecte dans des lieux publics ou des magasins

126. Les déchets contenant du mercure, en particulier les lampes fluorescentes, thermostats, piles et thermomètres, peuvent être collectés à l'aide de véhicules de collecte spécialement conçus dans des lieux publics ou des magasins (hôtels de ville, bibliothèques et autres bâtiments publics; magasins d'appareils électroniques, centres commerciaux et autres points de vente au détail) à condition que des conteneurs adéquats soient disponibles. Les boîtes ou conteneurs de collecte spécialement réservés doivent être conçus en tenant compte des caractéristiques de ces déchets et de façon à éviter qu'ils se brisent. Seuls des récipients expressément désignés à cet effet et pouvant contenir des vapeurs de mercure provoquées par des lampes brisées devraient être utilisés dans des lieux publics de collecte.²⁴ Les consommateurs devraient pouvoir déposer gratuitement leurs lampes fluorescentes, piles, thermostats et thermomètres usagés à ces endroits. Les entreprises de collecte autorisées, municipales ou privées entre autres (par exemple celles qui ont la confiance des producteurs de ces produits), recueilleront ces déchets dans les boîtes ou conteneurs réservés à cet effet.

127. Il faut vérifier que les boîtes ou conteneurs destinés aux déchets contenant du mercure ne contiennent pas d'autres déchets. Ces récipients doivent aussi être étiquetés et placés à l'intérieur d'immeubles tels que des bâtiments publics, des écoles ou des magasins, dans un endroit bien aéré ou, par exemple, à l'extérieur du bâtiment en un lieu couvert et protégé, où ils peuvent être surveillés.

c. Collecte auprès des ménages par des entreprises de collecte

128. La collecte auprès des particuliers par des entreprises agréées peut se faire pour certains types de déchets comme les déchets de matériels électroniques. Pour assurer l'efficacité de la collecte des déchets contenant du mercure par des entreprises locales, des dispositions ou un dispositif juridique particuliers sont nécessaires; par exemple, l'organisation de ces ramassages par les gouvernements, fabricants de produits contenant du mercure ou d'autres organismes.

d. Programmes de reprise de produits

129. Le terme « programmes de reprise de produits » désigne diverses initiatives destinées à détourner certains produits du flux des déchets à des fins de recyclage, de réemploi, de remise en état ou, dans certains cas, de récupération. Il s'agit souvent d'initiatives volontaires émanant du secteur privé (de fabricants; parfois de détaillants) qui donnent la possibilité aux consommateurs de rapporter des produits usagés au point d'achat ou à un autre lieu spécifié. Certains programmes offrent aux consommateurs des incitations financières, d'autres sont mandatés ou gérés par les pouvoirs publics (dépôts de bouteilles, par exemple), d'autres encore financent partiellement des activités d'élimination ou de recyclage. Généralement, ce type de programme concerne des produits de grande consommation (Honda 2005) tels que des piles, interrupteurs, thermostats, lampes fluorescentes et autres articles contenant du mercure ajouté.

130. Au Japon, les producteurs collectent et recyclent les lampes fluorescentes usagées dans le cadre de systèmes de crédit-bail destinés aux entreprises, tels que l'Akari Anshin Service (Panasonic 2009) et l'Hitachi Lighting Service Pack (Hitachi 2006).

c) Collecte des déchets contaminés au mercure

131. Les stations d'épuration des eaux usées et les incinérateurs de déchets sont généralement équipés pour la collecte de boues d'égouts, cendres et résidus pouvant contenir du mercure sous forme de traces ainsi que d'autres métaux lourds. Si les concentrations de mercure dépassent les seuils établis pour les déchets dangereux, ces déchets devraient être collectés séparément.

4. Emballage et étiquetage

132. Pour le transport de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance acheminés depuis les sites de production ou points de collecte publics jusqu'aux installations de traitement, un emballage et un étiquetage appropriés s'imposent. L'emballage et l'étiquetage pour le transport sont souvent réglementés par la législation nationale relative au transport des déchets ou marchandises dangereux, qu'il convient de consulter préalablement. En l'absence d'instructions ou si celles-ci sont insuffisantes, les documents de référence publiés par les gouvernements nationaux, l'IATA, l'OMI et la CENUE devraient être consultés. Des normes internationales ont été établies pour l'étiquetage et l'identification des déchets. Les documents de référence suivants sont utiles à cet égard :

a) CENUE (2003): Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques;

24 Voir: Glenz, T. G., Brosseau, L.M., Hoffbeck, R.W. (2009)

b) OCDE (2001b): Système de classification harmonisé et intégré des dangers pour la santé humaine et l'environnement des substances chimiques et des mélanges.

5. Transport

133. Les déchets constitués de mercure élémentaire et ceux contenant du mercure ou contaminés par cette substance devraient être transportés de façon écologiquement rationnelle pour éviter les déversements accidentels et pouvoir suivre correctement leur acheminement jusqu'à leur destination finale. Avant le transport, des plans d'urgence devraient être établis afin de minimiser les impacts environnementaux associés aux déversements, incendies et autres situations d'urgence possibles. Durant le transport, ces déchets devraient être identifiés, emballés et acheminés conformément aux «Recommandations des Nations Unies sur le transport des marchandises dangereuses : modèles de réglementation (livre orange) ». Le transport de ces déchets devrait être assuré par des personnes qualifiées et certifiées pour le transport de matières et déchets dangereux.

134. Les entreprises transportant des déchets dans leur propre pays devraient être homologuées pour le transport de matières et déchets dangereux et leur personnel qualifié pour ce type d'opération. Les transporteurs géreront les déchets constitués de mercure élémentaire et les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance de façon à éviter tout dommage, le rejet de leurs composants dans l'environnement et l'exposition à l'humidité.

135. Des recommandations sur le transport sans risque des matières dangereuses peuvent être obtenues auprès de l'IATA, de l'OMI, de la CENUE et de l'OACI.

6. Stockage

a) Stockage des déchets contenant du mercure par les producteurs de ces déchets préalablement à leur collecte

136. Les déchets contenant du mercure stockés temporairement dans les locaux des producteurs, en attendant leur collecte et élimination, devraient être entreposés en toute sécurité et séparés des autres déchets jusqu'à leur dépôt à une station ou installation de collecte ou leur ramassage soit dans le cadre de programmes spécifiques soit par des entreprises. Les producteurs devraient conserver ce type de déchets pendant une période limitée, conformément aux normes nationales, et, en tout état de cause, les expédier aussitôt que possible en vue d'une élimination appropriée.

137. Les déchets ménagers contenant du mercure, principalement des lampes fluorescentes, d'autres lampes, des piles et thermomètres au mercure, devraient être stockés temporairement après avoir été soigneusement emballés, en utilisant par exemple des emballages ou boîtes de produits neufs adaptés à leur forme. Les débris d'appareils au mercure endommagés pendant la manipulation devraient être récoltés et stockés à l'extérieur en attendant leur collecte et gestion ultérieure²⁵. Les déchets liquides contenant du mercure, comme les peintures et pesticides, devraient être conservés dans leurs récipients d'origine avec leurs couvercles bien fermés. Les récipients et emballages renfermant des déchets au mercure ne devraient pas être placés avec les autres déchets ; ils doivent être marqués et stockés dans un endroit sec, comme par exemple dans un entrepôt ou un autre lieu généralement non fréquenté.

25 Les matières devraient être stockées à l'extérieur car de nombreux emballages couramment disponibles, tels que les sacs plastiques, sont perméables aux vapeurs de mercure. Voir Maine DEP (2008)

138. Outre les orientations données dans les deux paragraphes précédents, il est recommandé aux gros consommateurs, comme les gouvernements, les entreprises et les établissements scolaires, d'établir un plan de stockage pour des quantités importantes de déchets contenant du mercure. Lorsque les boîtes ou emballages d'origine ne sont pas disponibles, il convient de se procurer des conteneurs spécialement conçus pour le stockage des déchets contenant du mercure (notamment pour les lampes fluorescentes). Les conteneurs ou boîtes destinés au stockage des déchets contenant du mercure devraient être marqués et datés. Ils devraient être entreposés dans un endroit sec. Il est recommandé d'utiliser un lieu ou local séparé exclusivement réservé à l'entreposage de ces déchets. Les recommandations du FEM concernant les déchets contenant du mercure provenant d'établissements de santé²⁶ fournissent des conseils détaillés à cet égard, qui peuvent être appliqués à de nombreuses sociétés commerciales produisant des appareils engendrant ce type de déchets.

b) Stockage des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance préalablement aux opérations d'élimination

139. La présente section concerne le stockage des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance après leur collecte et avant leur élimination, selon les modalités indiquées au paragraphe 148. Les exigences techniques relatives à l'entreposage des déchets dangereux, y compris les normes et réglementations nationales ainsi que les règles internationales, doivent être respectés. Il faut éviter la contamination d'autres matières.

a. Considérations techniques et opérationnelles pour les installations de stockage

140. En ce qui concerne leur emplacement et aménagement, les installations de stockage ne devraient pas être construites dans des zones sensibles telles que des plaines inondables, zones humides ou proches de nappes phréatiques, régions sujettes à des tremblements de terre, terrains karstiques, terrains instables ou lieux caractérisés par des conditions météorologiques défavorables ou une occupation des sols incompatible; ceci afin d'éviter des risques importants de rejet de mercure et une exposition éventuelle des populations et de l'environnement. L'aire de stockage doit être conçue de façon à éviter toute réaction chimique ou physique inutile avec le mercure. Les sols des installations doivent être recouverts de matériaux résistants au mercure. Les locaux doivent être équipés de systèmes d'alerte incendie et d'extinction et posséder des environnements à pression négative afin d'éviter les émissions de mercure à l'extérieur du bâtiment. La température dans les aires de stockage devrait être maintenue à un niveau le plus bas possible, de préférence à une température constante de 21 °C. L'espace de stockage des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance devrait être clairement marqué par des panneaux d'avertissement (FAO 1985; US EPA 1997b; SBC 2006; U.S. Department of Energy 2009).

141. Au plan opérationnel, ce type d'installation devrait rester fermé à clef pour éviter les vols et accès non autorisés. L'accès aux déchets constitués de mercure élémentaire et aux déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance devrait être réservé à des personnes compétentes, notamment en matière de détection, de dangers spécifiques au mercure et de manutention. Il est recommandé de ne pas utiliser les bâtiments de stockage destinés à tous les types de déchets de cette catégorie pour l'entreposage d'autres déchets et matières liquides. Un inventaire complet des déchets entreposés sur le site de stockage devrait être établi et mis à jour au fur et à mesure de l'ajout ou de l'élimination de déchets. Les aires de stockage devraient être régulièrement inspectées, en particulier pour détecter d'éventuels dégâts, écoulements accidentels et dégradations. Le nettoyage et la décontamination devraient être effectués rapidement mais seulement après avoir alerté les autorités concernées. (FAO 1985; US EPA 1997b).

142. Pour la sûreté des installations, il importe de mettre en place des procédures spécifiques à chaque site pour la mise en application des conditions de sûreté identifiées pour le stockage des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance. Un plan d'urgence réaliste, de préférence doté de procédures multiples, devrait être instauré. En cas de déversement accidentel ou de toute autre situation d'urgence, celui-ci devrait être immédiatement appliqué. La protection de la vie humaine et de l'environnement est primordiale. En cas d'urgence, un responsable devrait être présent pour autoriser, s'il y a lieu, la modification des procédures de sûreté afin de permettre au personnel chargé des opérations d'urgence d'intervenir. Il faut veiller à ce que la localisation de l'aire de stockage et l'accès à celle-ci réponde aux normes de

26 Guidance on the Clean Up, Temporary or Intermediate Storage, and Transport of Mercury Waste from Healthcare Facilities.
<http://www.gefmedwaste.org/downloads/Guidance%20on%20Cleanup%20Storage%20and%20Transport%20of%20Mercury%20from%20Health%20Care%20July%202010.pdf>

sécurité (Office de la gestion de l'environnement, République des Philippines 1997; SBC 2006; U.S. Department of Energy 2009).

b. Considérations spéciales pour les déchets constitués de mercure élémentaire

143. Ce type de déchets devrait être stocké dans des conteneurs conçus exclusivement à cet effet et répondant aux conditions suivantes : 1) pas de dégâts causés par des substances contenues précédemment et pas de réaction négative de ces substances avec le mercure; 2) intégrité structurelle du conteneur préservée; 3) pas de corrosion excessive; et 4) présence d'un revêtement protecteur (peinture) anticorrosif. Les matériaux les plus appropriés pour les conteneurs de mercure sont le carbone ou l'acier inoxydable, qui ne réagissent pas avec le mercure aux températures ambiantes. Aucun revêtement protecteur n'est exigé pour la surface intérieure à condition que le mercure réponde aux normes de pureté et qu'il n'y ait pas d'eau à l'intérieur du conteneur. Un enduit de protection (peinture ou revêtement électrolytique, par exemple) devrait être appliqué sur toutes les surfaces extérieures en acier au carbone de façon à ce que l'acier soit intégralement recouvert et en veillant à réduire au minimum les boursouffures, écailllements et craquelures. Une étiquette indiquant le nom des fournisseurs, l'origine, le numéro du conteneur, le poids brut, la date d'injection du mercure et la présence de produits corrosifs devrait être apposée sur chaque conteneur (US Department of Energy 2009). L'étiquette mentionnera en outre la conformité du conteneur avec certaines normes techniques spécifiques : étanchéité, stabilité à la pression, résistance aux chocs, sensibilité à la chaleur.

144. Les conteneurs destinés aux déchets constitués de mercure élémentaire devraient être stockés en position verticale sur des palettes, isolés du sol et suremballés. Les allées des aires de stockage doivent être suffisamment larges pour permettre le passage des équipes d'inspection, machines de chargement et équipements d'urgence. Le sol doit être enduit d'une peinture époxy et de couleur claire pour pouvoir détecter les gouttelettes de mercure. Des inspections fréquentes du sol et du revêtement permettront de vérifier l'absence de craquelure dans le sol et l'état de la couche de protection. Le sol de l'entrepôt doit être dépourvu de drains ou canalisations, mais des sols en pente et des caniveaux ouverts à bords arrondis permettent d'éviter le piégeage du mercure sous les plaques de caniveaux couverts et facilitent la récolte des écoulements accidentels. Pour les murs, on choisira des matériaux de construction n'absorbant pas facilement les vapeurs de mercure. Il importe enfin d'intégrer des systèmes redondants pour éviter tout rejet en cas de situation imprévue. (U.S. Department of Energy 2009; Conseil mondial du chlore 2004).

145. Lors du stockage, on veillera à ce que les déchets constitués de mercure élémentaire soient aussi purs que possible afin d'éviter toute réaction chimique et dégradation des conteneurs. Une teneur en mercure supérieure à 99,9 % en poids est recommandée. Concernant les techniques de purification, on se référera à la section III, G, 1, f ci-dessous.

c. Considérations particulières pour les déchets contaminés au mercure

146. Les déchets liquides devraient être placés dans des bacs de confinement ou une enceinte incurvée étanche. La capacité de contenu liquide devrait atteindre au minimum 125 % du volume des déchets liquides, compte tenu de l'espace occupé par les objets stockés dans l'enceinte de confinement.

147. Les déchets solides devraient être stockés dans des conteneurs scellés, tels que des fûts ou seaux, des conteneurs en acier ou des récipients spécialement conçus pour éviter les émissions de vapeurs de mercure.

G. Élimination écologiquement rationnelle

148. Les opérations d'élimination ci-après, prévues dans les Annexes V A et IV B de la Convention de Bâle, devraient être autorisées pour assurer la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance²⁷:

- a) R4 Recyclage/récupération de métaux et composés de métaux;
- b) R5 Recyclage/récupération d'autres matières inorganiques;
- c) R8 Récupération des produits provenant des catalyseurs;

27 Pour des informations sur le stockage dans l'attente des opérations d'élimination (opérations R13 et D15), voir la section III,F,6

- d) R12 Echange de déchets 28 en vue de les soumettre à l'une des opérations numérotées R4, R5, R8 ou R13;
- e) R13 Mise en réserve de matériaux en vue de les soumettre à l'une des opérations numérotées R4, R5, R8 ou R12;
- f) D5 Mise en décharge spécialement aménagée;
- g) D9 Traitement physico-chimique;
- h) D12 Stockage permanent;
- i) D13 Regroupement²⁹ préalablement à l'une des opérations numérotées D5, D9, D12, D14 ou D15;
- j) D14 Reconditionnement préalablement à l'une des opérations numérotées D5, D9, D12, D13 ou D15; et
- k) D15 Stockage préalablement à l'une des opérations numérotées D5, D9, D12, D13 ou D14.

149. En outre, une certaine forme de remblayage dans des installations souterraines peut également être autorisée lorsque les déchets y sont utilisés pour la sécurité de l'activité minière, en tirant parti des propriétés structurales respectives des déchets³⁰. En Allemagne, par exemple, ce procédé est réglementé par le Décret sur le stockage souterrain de déchets (voir <http://www.bmu.de/3239>), qui contient des dispositions équivalentes à celles de la Directive européenne sur les décharges, et soumis à des procédures spéciales d'octroi de licence et de supervision.

150. En cas d'application d'un processus décrit dans la section III,G,1 et de soumission ultérieure du mercure à une opération D5 ou D12, les opérations décrites dans la section III,G,1 entrent dans les catégories D13 et D9. D'autre part, en cas d'application d'un processus décrit à la section III, G, 2 (stabilisation, par exemple) et de soumission ultérieure des déchets à une opération R, un tel processus relève également d'une opération R. Cela n'est cependant pas le cas dans tous les pays.

1. Opérations de récupération

151. La récupération de mercure à partir de déchets solides comporte généralement 4 processus: 1) prétraitement, 2) traitement thermique, 3) désorption thermique et 4) purification, comme le montre la Figure 5. Pour limiter le plus possible les émissions de mercure lors du processus de récupération, les installations devraient utiliser un système fermé. La totalité de l'opération devrait être réalisée sous pression réduite afin d'éviter les fuites de vapeur de mercure dans le périmètre de traitement (Tanel 1998). La petite quantité d'air qui s'échappe passe à travers une série de filtres à particules et un lit de charbon qui absorbe le mercure avant le rejet dans l'environnement.

152. La récupération du mercure peut s'appliquer entre autres: à du matériel mis en décharge laissant s'échapper facilement du mercure dans l'environnement s'il est endommagé; et à des déchets contaminés présentant une forte concentration de mercure. La première catégorie comprend certains types de lampes, d'appareils de mesure (thermomètres, sphymomanomètres et manomètres), d'interrupteurs et de relais. La deuxième englobe des boues issues du traitement des eaux usées produites par les épurateurs à voie humide des fonderies de métaux non ferreux. Aux États-Unis, une norme a été établie spécifiquement pour les déchets soumis à des opérations de récupération du mercure; les déchets ayant une teneur totale en mercure supérieure ou égale à 260 mg/kg sont soumis à ce traitement, conformément aux Land Disposal Restrictions (voir: U.S. Code of Federal Regulations: 40 CFR 268.40).

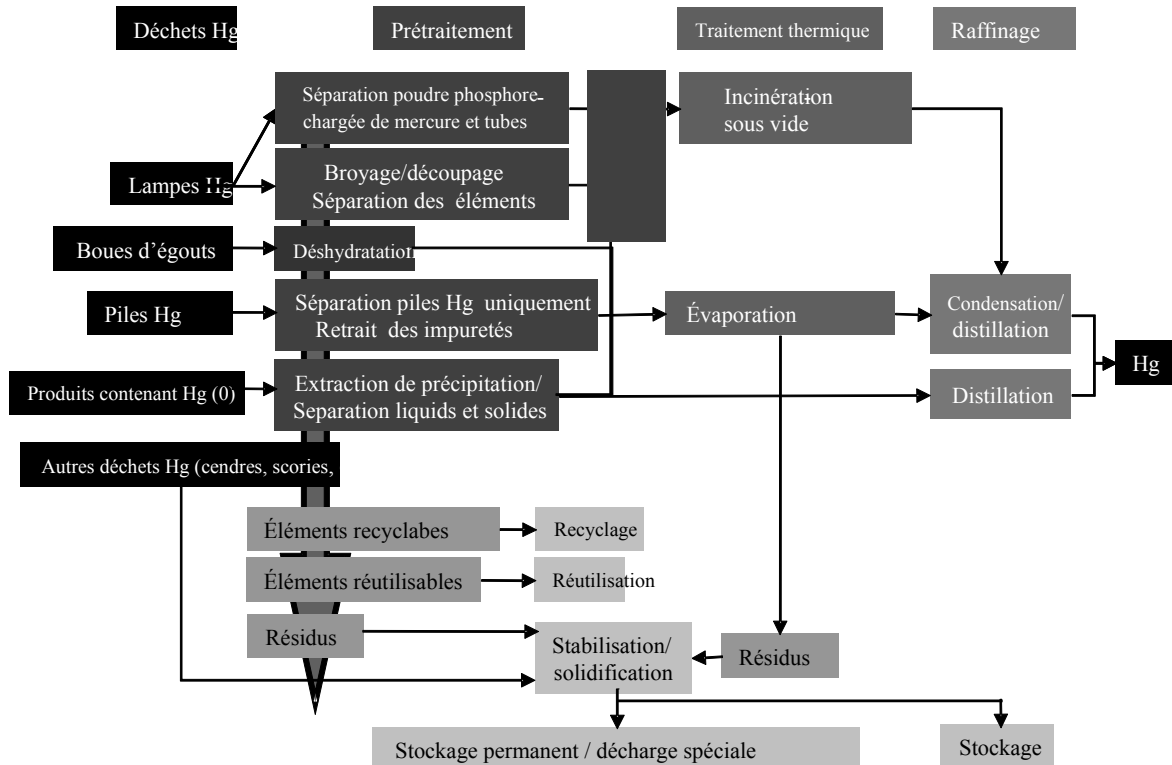
153. Les Directives techniques sur le recyclage ou la récupération écologiquement rationnelle de métaux et de composés de métaux (R4) de la Convention de Bâle portent principalement sur ces opérations, qui concernent entre autres le mercure, substance inscrite à l'Annexe I de la Convention comme catégorie de déchets à contrôler. Il est possible de recycler les déchets constitués de mercure élémentaire et ceux contenant du mercure ou contaminés par cette substance, en particulier le mercure élémentaire, dans des installations spéciales dotées d'équipements perfectionnés de recyclage du

28 L'échange de déchets est interprété comme incluant les opérations de prétraitement à moins qu'un autre code R ne convienne.

29 On peut citer comme exemples d'opérations de prétraitement : le tri, le broyage, le séchage, le déchiquetage, le conditionnement et la séparation.

³⁰ Ce remblayage de sulfure de mercure résultant de la stabilisation de déchets constitués de mercure élémentaire n'est actuellement possible qu'en Allemagne.

mercure. Il convient de noter qu'il importe d'appliquer des procédures appropriées pour ce type de recyclage afin d'éviter tout rejet de mercure dans l'environnement. Par ailleurs, le mercure recyclé peut être vendu sur le marché international des matières premières puis réutilisé. L'intérêt de la récupération des métaux dépend habituellement du degré d'utilisation acceptable et de la rentabilité commerciale de leur récupération.



j

Figure 5 : Étapes de la récupération du mercure contenu dans des déchets solides (Nomura Kohsan Co. Ltd. 2007)

154. La récupération du mercure contenu dans les eaux usées s'opère généralement par oxydation chimique, précipitation chimique ou adsorption et, par la suite, au moyen de divers processus de traitement. Le mercure présent dans les eaux usées provient du rejet, accidentel ou intentionnel, de cette substance contenue sous forme élémentaire dans des thermomètres ou amalgames dentaires ou émanant d'autres procédés industriels utilisant du mercure ou des composés du mercure. Sa présence dans les eaux usées émane d'appareils antipollution de type humide et de lixiviats de décharges ou lieux de dépôt où ont été placés des déchets contenant du mercure, notamment des thermomètres. Le mercure contenu dans les eaux usées ne devrait pas être libéré dans le milieu aquatique où le mercure se méthyle en méthylmercure, qui se bioaccumule et se bioamplifie dans la chaîne alimentaire.

155. Le prétraitement préalable à l'opération R4 (récupération du mercure) relève de l'intervention R12 tandis que l'incinération, la purification, l'oxydation ou la précipitation chimique et l'adsorption font partie de l'opération R4.

a) Prétraitement (échange de déchets en vue de les soumettre aux opérations R4 ou R13)

156. Avant de subir un traitement thermique, les déchets contenant du mercure ou contaminé par cette substance sont traités pour accroître l'efficacité de ce processus. Le prétraitement comprend l'extraction des matières autres que celles contenant du mercure par broyage et séparation, déshydratation des boues et élimination des impuretés. On trouvera dans le tableau 4 des exemples résumés d'opérations de prétraitement spécifiques à certains déchets.

Tableau 4 : Exemples d'opérations de prétraitement par type de déchet

Type de déchet	Prétraitement
<p><i>Lampes fluorescentes</i></p>	<p><i>Broyage mécanique</i></p> <p>Les lampes contenant du mercure devraient être traitées dans une machine qui les broie et les sépare en trois catégories : verre, culots et poudre constituée d'un mélange de mercure et de phosphore. Cette opération s'accomplit en injectant les lampes dans une chambre hermétique de broyage et criblage. A la fin de cette procédure, la chambre extrait automatiquement les produits pour éliminer la possibilité d'une contamination croisée. Les culots et le verre sont retirés et expédiés aux fabricants, qui les réutilisent. Toutefois, les broches métalliques des culots doivent être retirées et traitées séparément car leur teneur en mercure peut être considérable. La poudre de phosphore chargée de mercure est soit rejetée soit traitée pour séparer le mercure du phosphore (Nomura Kohsan Co. Ltd. 2007,).</p> <p>Le verre des lampes broyées peut contenir de grandes quantités de mercure et, avant d'être récupéré ou éliminé, il devrait être traité thermiquement ou selon d'autres procédés afin d'en retirer le mercure (Jang 2005). Si ce verre est destiné à être refondu dans le cadre de son processus de récupération, l'installation de fusion devrait être équipée de dispositifs de lutte contre la pollution atmosphérique spécifiquement conçus pour capter les rejets de mercure (notamment par l'injection de charbon actif).</p> <p>Un système performant d'évacuation d'air permet d'éviter l'émission de vapeurs ou poussières de mercure tout au long du processus. La poudre fluorescente et le mercure doivent être retirés des lampes par vibration et lavage à l'eau. La poudre fluorescente extraite par lavage, y compris le mercure et les fines particules de verre, se sédimente en deux étapes et l'eau utilisée est renvoyée dans le circuit de lavage (www.dela-recycling.com)</p> <p><i>Séparation par injection d'air</i></p> <p>Les culots en aluminium des lampes fluorescentes (tubes droits, circulaires et compacts) sont découpés à l'aide de brûleurs à hydrogène. L'injection d'air dans la partie inférieure des lampes découpées permet d'extraire la poudre de mercure et phosphore adsorbée sur le verre (Jang 2005). La poudre de phosphore chargée de mercure est recueillie dans un précipitateur et les morceaux de verre sont broyés et lavés à l'acide. Au cours de cette opération, la poudre adsorbée sur le verre est totalement éliminée. Enfin, les culots sont broyés et séparés magnétiquement (aluminium, fer et plastiques) pour être recyclés (Kobelco Eco-Solutions Co. Ltd. 2001; Ogaki 2004).</p>
<p><i>Piles contenant du mercure</i></p>	<p><i>Élimination des impuretés</i></p> <p>Pour recycler le mercure, les piles contenant du mercure doivent être collectées séparément et stockées dans des conteneurs appropriés avant leur traitement et recyclage. Lorsqu'elles sont collectées avec d'autres types de piles ou avec des déchets de matériel électrique et électronique, elles doivent ensuite être séparées. Avant de procéder à l'incinération, les impuretés mélangées aux piles et adsorbées sur celles-ci doivent être éliminées, de préférence par un procédé mécanique. Pour que le processus d'incinération soit efficace, il faut en outre trier mécaniquement les piles selon leur taille. (Nomura Kohsan Co. Ltd. 2007).</p>
<p><i>Boues d'égouts</i></p>	<p><i>Déshydratation</i></p> <p>Les boues d'égouts ont une forte teneur en eau (plus de 95 %). Les boues contaminées au mercure et destinées à être détruites doivent donc être déshydratées jusqu'à ce que l'on obtienne de 20 à 35 % de matières solides avant tout traitement thermique. On procède ensuite à leur traitement par incinération. (Nomura Kohsan Co. Ltd. 2007; US EPA 1997a)</p>
<p><i>Déchets contenant du mercure élémentaire</i></p>	<p><i>Extraction</i></p> <p>Il est important que les déchets contenant du mercure élémentaire tels que des thermomètres et baromètres soient intacts lors de leur collecte. Après la collecte de déchets contenant du mercure élémentaire, cette substance contenue dans les produits doit être extraite puis distillée pour une purification sous pression réduite.</p>

Type de déchet	Prétraitement
<i>Déchets contenant du mercure fixés aux appareils</i>	<p>Démontage</p> <p>Certains déchets contenant du mercure (interrupteurs et relais électriques notamment) sont généralement fixés aux appareils électriques. Il faut donc les en retirer, sans toutefois endommager le verre extérieur.</p> <p>Les écrans d'ordinateurs et de téléviseurs à affichage à cristaux liquides (LCD) contiennent une ou plusieurs lampes pour leur illumination, généralement situées sur le bord extérieur de l'écran. Bien que la nouvelle technologie utilisée permette de les remplacer par des diodes électroluminescentes (LED), la plupart des écrans LCD contiennent des lampes fluorescentes à vapeur de mercure. Il arrive souvent qu'elles se cassent pendant la manutention et le traitement mécanisé. La vapeur contenue s'en échappe alors. Elles doivent donc être délicatement retirées à la main. Il faut en outre éviter tout traitement mécanisé, notamment le broyage à moins que broyeur ne soit muni de l'équipement antipollution nécessaire pour ce type d'opération et qu'une licence ou permis ait été délivré à cet effet (comme c'est le cas notamment dans les installations de traitement du mercure). Pour plus d'informations sur ce sujet, voir la section 7.3 du Partenariat de la Convention de Bâle pour une action sur les équipements informatiques : Directives sur la récupération et le recyclage écologiquement rationnels des équipements informatiques en fin de vie (document UNEP/CHW.10/INF/23). De plus amples informations sur la présence de mercure dans les lampes utilisées pour le rétroéclairage des écrans LCD dans le rapport de recherche du « Waste and Resources Action Programme » à l'adresse : http://www.wrap.org.uk/recycling_industry/publications/flat_panel_display.html.</p>

b) Recyclage ou récupération du mercure et des composés de mercure

a. Traitement thermique

157. Les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance, tels que les boues d'égouts, les sols contaminés ou d'autres déchets provenant de sites contaminés, qui sont soumis à un traitement thermique doivent être traités dans des installations équipées de dispositifs de collecte de vapeurs de mercure permettant de récupérer le mercure (ITRC 1998; Chang et Yen 2006).

158. La désorption thermique est un procédé qui consiste à chauffer, par échange de chaleur indirect ou direct, des contaminants organiques à une température suffisamment élevée pour volatiliser et séparer leur matrice solide contaminée et ensuite les collecter ou les détruire. Dans le cas du mercure et de ses composés, l'option recommandée est la désorption thermique indirecte avec collecte du mercure. On utilise de l'air, des gaz de combustion ou un gaz inerte comme milieu de transfert pour les éléments vaporisés. Les systèmes de désorption thermique sont des procédés de séparation physique qui transfèrent les contaminants d'une phase à une autre. Ils comportent deux composantes principales : le désorbteur lui-même et le système de traitement des gaz d'échappement.³¹

159. Il existe plusieurs processus d'évaporation, notamment la distillation au four rotatif, le traitement thermique sous vide et le malaxage à sec sous vide.

160. La distillation au four rotatif sert à extraire et récupérer le mercure contenu dans les déchets, notamment dans des boues minérales industrielles, des boues engendrées par des mouvements de gaz naturel, des charbons actifs, des catalyseurs, des piles bouton ou des sols contaminés, en procédant à l'évaporation et au recyclage du produit exempt de mercure (verre, fer, métaux non ferreux, zéolites, etc.). Les polluants, hydrocarbures et matières sulfureuses éventuels sont extraits lors du traitement.

161. Les déchets placés dans une trémie d'alimentation sont déversés dans le four rotatif de façon homogène via un système de dosage. Les déchets à traiter par distillation au four rotatif doivent être filants et transportables par convoyeur. La distillation dans le tambour rotatif se fait à des températures pouvant atteindre 800°C. Les matériaux utilisés traversent le four de façon homogène. Le mercure

31 La première grande installation de désorption thermique consacrée au traitement de déchets contenant du mercure a été construite pour l'assainissement de l'usine chimique de Marktredwitz (CFM) à Wölsau, en Allemagne. L'opération a commencé en octobre 1993, y compris la première phase d'optimisation. Quelque 50 000 tonnes de déchets solides contaminés au mercure ont été traitées avec succès entre août 1993 et juin 1996. Des unités de désorption thermique ont également été utilisées pour décontaminer une vieille usine de chlore et de soude située à Usti nad Labem en République tchèque et pour la décontamination de sols à Taipei (Chang and Yen 2006).

contenu dans les déchets est évaporé en chauffant les déchets à des températures dépassant 356°C. Le temps de séjour requis des déchets dans le four rotatif dépend du matériau à traiter mais varie habituellement entre 0,5-1,5 h. Le traitement s'effectue à basse pression pour garantir la sécurité du système pendant l'opération. Au besoin, on ajoute de l'azote pour créer une atmosphère inerte dans le four, ce qui renforce les conditions de sécurité. Le flux d'échappement d'air est injecté dans deux épurateurs de gaz via un filtre anti-poussières pour gaz chauds dans lequel le mercure, l'eau et les hydrocarbures se condensent. Le gaz d'échappement pénètre enfin dans un système de filtration pour une épuration finale³².

162. Les déchets prétraités, tels que la poudre de phosphore chargée de mercure dans les lampes fluorescentes, le verre des lampes broyées, les piles nettoyées contenant du mercure, les boues d'égouts déshydratées et les sols criblés peuvent être traités par des installations de traitement par incinération/à l'autoclave dotées d'équipements de collecte de vapeurs de mercure pour la récupération du mercure. On notera cependant que des métaux volatiles, dont le mercure et certaines substances organiques (y compris les polluants organiques persistants), sont émis pendant l'incinération et d'autres traitements thermiques. Ces substances contenues dans les déchets traités sont transférées dans les gaz de combustion et les cendres volantes. Les appareils de traitement des gaz de combustion devraient donc être dotés des équipements adéquats (voir section III, H, I ci-dessous).

163. Il est possible de réaliser un prétraitement et un traitement ultérieur des boues contenant du mercure dans un mélangeur à sec sous vide. L'opération sous vide permet d'abaisser la température d'ébullition, ce qui assure l'efficacité énergétique et la sécurité des opérations. Selon le niveau de vide et la température de fonctionnement atteinte dans l'installation, le mélangeur peut être utilisé pour le prétraitement ou un traitement plus poussé des boues. Un traitement en deux étapes dans un mélangeur sous vide s'est avéré indiqué lors du traitement de boues contenant du mercure à forte teneur en eau et hydrocarbures. Au cours de la première étape, l'eau et la plus grosse partie des hydrocarbures s'évaporent. L'évaporation quantitative du mercure se produit lors de la deuxième étape à la température maximale de traitement. Le mercure se condense séparément de l'eau et des hydrocarbures et peut ainsi être extrait du processus. L'unité sous vide est équipée d'une double enveloppe, chauffée indirectement à l'huile thermique, ce qui donne une répartition homogène de la chaleur dans le matériau traité. L'emploi d'une tige chauffée permet une répartition encore plus efficace de la chaleur. Les gaz de combustion s'échappant du mélangeur sous vide sont épurés dans une unité de condensation et un filtre à charbon actif. Les traitements dans le mélangeur sous vide se font par lots (www.dela-recycling.com).

164. Un traitement thermique sous vide peut être appliqué à divers produits, tels que : thermomètres, piles (en particulier les piles bouton), amalgames dentaires, interrupteurs et redresseurs électriques, poudre fluorescente, tuyaux d'échappement, verre broyé, sols, boues, résidus miniers et matériaux de catalyseur. Le processus comprend généralement les étapes suivantes :

- a) Réchauffement du matériau à traiter dans un four spécial ou lors d'une procédure d'enfournement jusqu'à l'évaporation du mercure contenu dans les déchets. Les températures doivent être comprises entre 340°C et 650°C et la pression atteindre quelques millibars;
- b) Post-traitement thermique des vapeurs contenant du mercure à des températures allant de 800°C à 1000°C, qui permet, entre autres, la destruction des composants organiques;
- c) Collecte et refroidissement des vapeurs contenant du mercure;
- d) Distillation pour la production de mercure liquide pur.

165. Les résidus obtenus au terme du traitement thermique sous vide sont pratiquement dépourvus de mercure et sont soit recyclés soit éliminés, selon leur composition³³.

b. Oxydation chimique

166. L'oxydation chimique du mercure élémentaire et des composés de mercure organique permet de détruire les produits organiques et de convertir le mercure en sels de mercure. Ce type de procédé est efficace pour le traitement de déchets liquides et aqueux (boues et résidus, par exemple) contenant du mercure ou contaminés par cette substance. Parmi les réactifs oxydants employés figurent l'hypochlorite de sodium, l'ozone, le peroxyde d'hydrogène, le dioxyde de chlore et le chlore libre (gaz). L'oxydation chimique peut être conduite comme un processus continu ou par lots dans des cuves de mélange ou des réacteurs à écoulement piston. Les composés d'halogénure de mercure

32 www.dela-recycling.com

33 www.gmr-leipzig.de/gbverfahren.htm

formés au cours de l'oxydation sont séparés de la matrice des déchets, traités et expédiés pour un nouveau traitement (lixiviation acide et précipitation notamment) (US EPA 2007a).

c. Précipitation chimique

167. La précipitation transforme, à l'aide de produits chimiques, des contaminants dissous en une matière solide insoluble. Dans la coprécipitation, le contaminant cible peut être dissout, colloïdal ou en suspension. Les contaminants dissous ne se précipitent pas mais sont adsorbés sur une autre espèce précipitée. Les contaminants colloïdaux ou en suspension se mélangent à d'autres espèces précipitées ou sont extraits par coagulation ou floculation. Les processus permettant d'extraire le mercure de l'eau peuvent combiner précipitation et coprécipitation. La matière solide précipitée/coprécipitée est ensuite retirée de la phase liquide par clarification ou filtration. On trouvera plus d'informations à ce sujet dans : « Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water » (US EPA 2007d).

d. Traitement par adsorption

168. Les matériaux d'adsorption retiennent le mercure à la surface grâce à différents types de forces chimiques telles que les liaisons hydrogènes, les interactions dipôle-dipôle et les forces de van der Waals. La capacité d'adsorption dépend de la superficie, de la porosité et de la chimie de surface. Les matières sont généralement comprimées dans une colonne. Le mercure ou les composés du mercure sont adsorbés lorsque les déchets liquides traversent la colonne. La colonne doit être régénérée ou le milieu remplacé lorsque les sites d'adsorption se saturent (US EPA 2007b).

169.

Comme exemples de matériaux d'adsorption on peut citer le charbon actif et la zéolite. Le charbon actif est un matériau carbonique présentant une multitude de fines ouvertures reliées entre elles. Il peut reposer sur du bois (noix de coco et sciure), de l'huile ou du charbon. On le classe, selon sa consistance, en charbon actif poudreux ou granuleux. On trouve dans le commerce de nombreux produits offrant les caractéristiques spécifiques de leurs matériaux respectifs. Le mercure et d'autres métaux lourds ainsi que les substances organiques s'adsorbent sur le charbon actif (Bansal 2005). Les zéolites sont des silicates présents à l'état naturel qui peuvent également être produites synthétiquement. Les zéolites et les clinoptilolites en particulier ont une forte affinité avec les ions de métaux lourds où le mécanisme d'adsorption est l'échange d'ions. (Chojnacki et al. 2004). Les résines d'échange ionique ont montré leur utilité dans l'extraction de mercure à partir de flux aqueux, en particulier à des concentrations comprises entre 1 et 10 µg/L. Les applications d'échange ionique traitent habituellement les sels mercuriques tels que les chlorures mercuriques présents dans les eaux usées. Ce processus implique la transformation d'un milieu, soit une résine synthétique soit un minéral, en une solution où les ions de métal en suspension sont échangés dans le milieu. La résine échangeuse d'anions peut être régénérée au moyen de fortes solutions d'acide, mais cette opération s'avère compliquée du fait de la faible ionisation des sels de mercure et de la difficulté à les retirer de la résine. La résine doit donc être éliminée. De plus, comme les composés organiques de mercure ne s'ionisent pas, il est difficile de les extraire par la méthode classique de l'échange d'ions. Si on utilise une résine sélective, le processus d'adsorption est généralement irréversible et la résine doit être éliminée en tant que déchet dangereux dans une installation d'élimination sans récupération possible. (Amuda 2010).

170. La résine de chélation est une résine d'échange ionique conçue comme un polymère fonctionnel dont la sélectivité permet de capturer les ions dans des solutions, notamment divers ions de métal, et de les séparer. Elle est constituée d'une base polymère maillée en trois dimensions, avec un groupe fonctionnel qui combine par chélation les ions de métal. Le matériau de la base polymère le plus couramment utilisé est le polystyrène, suivi du plastique phénolique et de la résine époxy. Les résines de chélation servent à traiter les eaux usées résultant de procédés électrolytiques pour en retirer le mercure et d'autres métaux lourds résiduels après neutralisation et sédimentation coagulante ou pour recueillir les ions de métal par adsorption à partir d'eaux usées ayant une concentration d'ions de métal relativement faible. La résine de chélation induisant l'adsorption du mercure permet d'extraire efficacement cette substance dans les eaux usées (Chiarle 2000).

e. Distillation du mercure – purification

171. Après avoir été traité, le mercure recueilli est ensuite purifié par distillations successives (US EPA 2000). Un mercure à haut degré de pureté est produit par une distillation en plusieurs étapes, qui permet d'atteindre un degré de pureté élevé à chaque étape de la distillation³².

2. Opérations ne permettant pas la récupération de mercure élémentaire

172. Avant de procéder à l'élimination de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance, il faut les traiter pour qu'ils répondent aux critères d'admission des installations d'élimination (voir section III, G, 2, (b) ci-dessous). Les déchets constitués de mercure élémentaire doivent être solidifiés ou stabilisés avant d'être éliminés. L'élimination doit s'effectuer selon les lois et règlements nationaux et locaux. Les opérations de traitement préalables aux opérations D5 et D12 relèvent du processus D9.

a) Traitement physico-chimique

a. Stabilisation et solidification

173. Parmi les processus de stabilisation utilisés figurent les réactions chimiques aptes à modifier les caractéristiques dangereuses des déchets (en réduisant la mobilité et parfois la toxicité de leurs composants). Les processus de solidification modifient uniquement l'état physique des déchets à l'aide d'additifs (matières liquides transformées en matières solides, par exemple) sans en changer les propriétés chimiques (Commission européenne 2003).

174. Les opérations de solidification et stabilisation (S/S) sont appliquées, entre autres, à des déchets constitués de mercure élémentaire et à des déchets contaminés au mercure tels que des sols, boues, cendres et liquides. Ces processus réduisent la mobilité des contaminants dans le milieu en les liant physiquement dans la masse stabilisée ou en intégrant des réactions chimiques aptes à réduire la solubilité ou la volatilité et, par conséquent, la mobilité (US EPA 2007b).

175. La stabilisation et la solidification s'appliquent généralement à divers types de déchets, notamment aux boues d'égouts, cendres d'incinérateurs, liquides et sols contaminés au mercure. Le mercure provenant de ces déchets n'est pas facilement accessible aux agents de lixiviation ou à la désorption thermique mais est lessivable lorsque les déchets stabilisés sont conservés en décharge pendant une longue période, comme c'est le cas pour d'autres métaux et composés organiques. Le mercure peut s'échapper des déchets solidifiés et stabilisés qui le contiennent (par dissolution et lixiviation par la voie de matières liquides présentes dans la décharge), migrer jusque dans les eaux souterraines ou les eaux de surface proches et se vaporiser dans l'atmosphère dans des conditions environnementales naturelles.

176. Le processus de solidification consiste à lier ou incorporer des contaminants dans une masse stabilisée (solidification) tandis que la stabilisation vise à induire des réactions chimiques entre l'agent stabilisateur et les contaminants et à réduire ainsi leur mobilité. La formation d'un matériau solide se fait par l'encapsulation ou l'absorption des déchets, lorsque ceux-ci contiennent des liquides libres autres que du mercure élémentaire. L'enrobage s'effectue par micro-encapsulation ou macro-encapsulation. La micro-encapsulation consiste à mélanger les déchets avec le matériau enrobant avant leur solidification. La macro-encapsulation consiste à verser le matériau enrobant sur et autour de la masse de déchets, en l'enfermant ainsi dans un bloc solide (US EPA 2007b).

177. D'une manière générale, la solidification consiste à mélanger des sols ou des déchets avec des liants, tels que du ciment Portland, du ciment polymère sulfuré, des liants sulfurés et phosphatés, de la poussière de four à ciment, des résines de polyester ou des composés de polysiloxane, pour créer une boue, une pâte ou d'autres états semi-liquides qu'on laissera se solidifier (US EPA 2007b).

178. Pour le traitement chimique des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance, il existe deux méthodes principales : (Hagemann 2009):

- a) La conversion chimique en sulfure de mercure; et
- b) L'amalgamation (formation d'un alliage solide avec des métaux adéquats).

179. On atteint une réduction de risque suffisante si le taux de conversion au sulfure de mercure (pourcentage de mercure ayant réagi) est quasi égal ou équivalent à 100 %. Sinon, la volatilité et la lixivibilité restent importantes, comme c'est le cas avec les amalgames (Mattus 1999).

Stabilisation sous forme de sulfure de mercure

180. Comme le mercure à l'état naturel se présente le plus souvent sous forme de cinabre (HgS), dont est dérivé le mercure métallique, l'un des principales méthodes et l'une des plus étudiées est la reconversion du mercure élémentaire en une substance proche de son état naturel sous forme de HgS. Les déchets constitués de mercure élémentaire sont mélangés à du soufre élémentaire ou à d'autres substances sulfurées pour former du sulfure de mercure (HgS). Cette production de HgS peut aboutir à deux types de substance, l'alpha-HgS (cinabre) et le beta-HgS (méta-cinabre). L'alpha-HgS pur

(couleur rouge vif) présente une solubilité dans l'eau légèrement inférieure à celle du beta-HgS (noir). HgS est une poudre d'une densité de 2,5-3 g/cm³.

181. En général, HgS s'obtient en mélangeant pendant un certain temps du mercure et du soufre à des conditions ambiantes jusqu'à la production de sulfure de mercure (II). Pour lancer la réaction, l'énergie d'activation nécessaire peut être fournie en remuant rapidement le mélange. Au cours du processus, des taux de cisaillement et des températures élevés, entre autres facteurs, favorisent la production de la phase alpha tandis qu'un processus plus long facilite la création de beta cinabre. Un malaxage excessivement long en présence d'oxygène peut entraîner la production d'oxyde de mercure (II). Comme HgO possède une solubilité dans l'eau supérieure à celle de HgS, on évite sa production en malaxant dans une atmosphère inerte ou en ajoutant un antioxydant (comme du sulfure de sodium). Etant donné le caractère exothermique de la réaction entre le mercure et le soufre, une atmosphère inerte contribue également à la sécurité de l'opération. Ce processus est relativement simple à exécuter. HgS est non soluble dans l'eau, non volatile, chimiquement stable et non réactif, n'étant attaqué que par des acides concentrés. La manutention de cette fine substance poudreuse est sujette à des exigences spécifiques (pour éviter, par exemple, le risque de rejets de poussière). Cette opération de stabilisation entraîne une augmentation en volume d'environ 300 % et en poids d'environ 16 % par rapport au mercure élémentaire sur la base d'une comparaison des poids moléculaires.

182. Un processus de stabilisation à grande échelle pour les déchets constitués de mercure élémentaire contenant du soufre, formant du sulfure de mercure (HgS), est disponible depuis 2010. Il s'opère dans un mélangeur sous vide en atmosphère inerte, ce qui garantit un bon contrôle du processus et la sécurité de l'opération. Les traitements dans le mélangeur se font par lots, à raison de 800 kg de mercure métallique par lot. Un filtre à poussière et un filtre à charbon actif empêchent les rejets à partir de l'installation. La réaction entre le mercure et le soufre a lieu à un ratio stoechiométrique. Le produit final est constitué de sulfure de mercure rouge avec des valeurs de lixiviation inférieures à 0,002 mg Hg/kg (tests selon EN12457/1-4). Il est thermodynamiquement stable jusqu'à 350 °C. Le mélange sous vide assure la sécurité de l'opération (pas de fuites) et la consommation d'énergie est réduite grâce à l'abaissement du point d'ébullition.³² Les critères d'admission des déchets (y compris un test de lixiviation) ont été remplis, conformément à la Décision du Conseil européen 2003/33/EC du 19 décembre 2002 établissant les critères et procédures d'admission des déchets dans les décharges conformément à l'article 16 et à l'Annexe II de la Directive 1999/31/EC concernant le sulfure de mercure. Le sulfure de mercure devrait de préférence être éliminé dans une installation souterraine.

Stabilisation/solidification des polymères de soufre (SPSS)

183. Version modifiée de la stabilisation du soufre, ce processus a l'avantage de présenter un risque moindre de production de vapeurs et de lixiviats de mercure du fait du caractère monolithique et de la surface réduite du produit final. Au cours du traitement, le mercure élémentaire réagit avec le soufre pour former du sulfure de mercure (II). Simultanément, le HgS est encapsulé et le produit final se présente sous la forme d'un monolithe. Le processus utilise environ 95 % en poids de soufre élémentaire et 5 % d'un agent modifiant les polymères organiques, également appelé ciment polymère sulfuré. Ce ciment peut être du dicyclopentadiène ou des oligomères de cyclopentadiène. L'opération s'effectue à une température relativement élevée (environ 135 °C), ce qui peut entraîner une certaine volatilisation et, par conséquent, des émissions de mercure pendant le processus. Dans tous les cas de figure, une atmosphère inerte est nécessaire pour prévenir la formation d'oxyde de mercure (II) soluble dans l'eau. Dans le cas de ciment polymère sulfuré, on obtient du beta-HgS. En ajoutant du nonahydrate de sulfure de sodium, on produit de l'alpha HgS.

184. Avec ce processus on peut obtenir une charge relativement élevée de Hg dans le monolithe (à peu près 70 %), aucune réaction chimique de la matrice n'étant nécessaire pour le durcissement et le séchage. Le processus est relativement simple à exécuter. En outre, le produit est très insoluble dans l'eau, résiste bien à un environnement corrosif et aux cycles de congélation-décongélation et possède une résistance mécanique élevée. Au cours du processus, des pertes par volatilisation risquent de se produire, d'où la nécessité de procéder à des contrôles techniques appropriés. D'autres contrôles techniques s'imposent également pour éviter des feux et explosions. Il faut en plus tenir compte du fait que le volume des déchets résultant de ce traitement aura considérablement augmenté³⁴.

185. Concernant la stabilité du produit, on a fait état d'une lixiviation minimale de 0,001 mg/l à un pH de 2. Dans une tendance plus ou moins linéaire, la valeur de lixiviation atteint un maximum de 0,1 mg/l à un pH de 12. Dans un autre cas, on a relevé un comportement à la lixiviation compris entre 0,005 et 45 mg/l pour différents pH, cette large variation étant due au fait qu'une petite quantité de

³⁴ Pour plus d'informations, voir le site du projet MERSADE : <http://www.mersade.eu/>.

mercure était restée dans le produit final et non à la dépendance vis-à-vis du pH. L'investisseur a expliqué que la qualité du produit s'améliorait avec un contrôle accru du processus. Aucune émission de mercure à partir du produit n'a été signalée (BiPRO 2010).

Amalgamation

186. L'amalgamation consiste à dissoudre et solidifier du mercure dans d'autres métaux tels que le cuivre, le nickel, le zinc ou l'étain, pour produire une substance solide non volatile. Ce processus fait partie des techniques de solidification. Deux processus génériques sont utilisés pour amalgamer le mercure contenu dans les déchets : le remplacement aqueux et non aqueux. Le processus aqueux consiste à mélanger un métal vil finement fractionné (du zinc ou du cuivre, par exemple) à des eaux usées contenant des sels de mercure dissous; le métal réduit les sels mercuriques et mercurieux en mercure élémentaire, qui se dissout dans le métal pour former un alliage métallique à base de mercure appelé «amalgame». Le processus non aqueux consiste à mélanger de fines poudres de métal dans le mercure élémentaire rejeté pour former un amalgame solidifié. Le remplacement aqueux est applicable aussi bien aux sels de mercure qu'au mercure élémentaire tandis que le processus non aqueux ne s'applique qu'au mercure élémentaire. Cependant, le mercure présent dans l'amalgame produit présente un risque de volatilisation ou de lixiviation. C'est pourquoi l'amalgamation s'utilise habituellement en association avec une technique d'encapsulation (US EPA 2007b).

b. Lavage des sols et extraction par l'acide

187. Le lavage des sols est un traitement *ex situ* de sols et de sédiments contaminés au mercure. C'est un processus à base d'eau qui combine la séparation physique de particules selon leur taille et la séparation chimique à base aqueuse pour diminuer les concentrations de contaminants dans le sol. Cette opération se fonde sur le principe selon lequel les contaminants ont tendance à adhérer aux particules de sol plus fines (argile et limon) plutôt qu'aux particules plus épaisses (sable et gravier). Des méthodes physiques peuvent être utilisées pour séparer les particules relativement grosses des particules plus fines car ces dernières se fixent aux éléments plus épais par des processus physiques (la compaction et l'adhésion). Il s'agit donc de concentrer la contamination fixée aux fines particules en vue d'un traitement plus poussé. L'extraction par l'acide est également une technique *ex situ* qui utilise un produit chimique extracteur tel que l'acide hydrochlorique ou l'acide sulfurique pour extraire des contaminants d'une matrice solide par dissolution dans l'acide. Les contaminants métalliques sont récupérés à partir de la solution de lessivage à l'acide à l'aide de techniques telles que l'électrolyse en phase aqueuse. On trouvera plus d'informations à ce sujet dans : «Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water» (US EPA 2007b).

(b) Décharge spécialement aménagée

188. Après stabilisation ou solidification, les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance peuvent être rejetés dans une décharge spécialement aménagée s'ils répondent aux critères d'admission établis pour ce type de décharge par la réglementation nationale ou locale. Certaines juridictions ont défini des critères d'admission en décharge pour cette catégorie de déchets. Selon la législation de l'UE, seuls les déchets ayant des valeurs limites de lixiviation comprises entre 0,2 et 2 mg Hg/kg de matière sèche à un ratio liquide-solide de 10 L/kg peuvent être acceptés respectivement dans des décharges pour déchets non dangereux et pour déchets dangereux. Aux États-Unis, en vertu de la réglementation sur le traitement des déchets contenant du mercure, seuls des déchets à faible teneur en mercure peuvent être traités et mis en décharge. Une fois traités, leur valeur de lixiviation doit être inférieure à 0,025 mg/L de mercure pour une admission en décharge (selon les tests de lixiviation TCLP destinés à déterminer les caractéristiques de toxicité). Selon la législation japonaise, les déchets traités présentant des concentrations de mercure supérieures à 0,005 mg/L (méthode du test de lessivage: test standardisé n° 13 JLT-13) (Ministère de l'environnement ; notification n° 13) doivent être placés dans une décharge spécialement aménagée (Ministère de l'environnement, Japon 2007b). Dans certains pays, la mise en décharge de certains déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance est interdite.

189. Une décharge spécialement aménagée est un système écologiquement rationnel d'élimination des déchets solides et un site où les déchets solides sont recouverts et isolés les uns des autres et de l'environnement. Tous les aspects des opérations de gestion de la décharge devraient être contrôlés pour que la santé et la sécurité de tous ceux qui vivent et travaillent autour du site soient assurées et pour que l'environnement soit protégé (SBC 1995b).

190. En principe, et pour une période de temps déterminée, une décharge peut être aménagée de façon à être écologiquement rationnelle à condition que le site soit approprié, que les précautions de rigueur aient été prises et que la gestion soit efficace. Des exigences spécifiques devraient être satisfaites en ce qui concerne le choix du site, l'aménagement et la construction, l'exploitation et le

contrôle afin d'éviter les fuites et la contamination de l'environnement. Des procédures de contrôle et de surveillance doivent être appliquées au processus de sélection du site, à son aménagement et sa construction, à son exploitation et sa supervision ainsi qu'aux opérations de fermeture et post-fermeture (SBC 1995b). Les licences devraient comprendre des spécifications précisant : les types de déchets, les concentrations admissibles, les lixiviats, les systèmes de contrôle des gaz, les contrôles à effectuer, les procédures de sécurité sur le site et les opérations de fermeture et post-fermeture.

191. Une attention particulière devrait être portée aux mesures requises pour la protection des eaux souterraines contre les infiltrations de lixiviats dans le sol. La protection du sol, des eaux souterraines et des eaux de surface devrait être assurée par la combinaison d'une barrière géologique et d'un revêtement d'étanchéité placé au fond de la décharge au cours de la phase opérationnelle ainsi que par la combinaison d'une barrière géologique et d'une couverture étanche lors de la phase de fermeture et post-fermeture. Un système de drainage et de collecte devrait être installé dans la décharge pour pouvoir pomper les lixiviats vers la surface et les traiter avant leur rejet dans les réseaux hydrographiques. En outre, des procédures de contrôle devraient être établies pour les phases d'exploitation et de post-fermeture afin de pouvoir détecter d'éventuels effets nuisibles pour l'environnement et prendre des mesures correctives. Les choix en matière de développement de la décharge et de système d'étanchéité doivent se faire en tenant compte du site, de la géologie et d'autres facteurs spécifiques au projet. Les principes géotechniques appropriés doivent être appliqués aux différents aspects de l'aménagement de la décharge, notamment pour la construction des digues, pentes entaillées, cellules de décharge, voies d'accès et installations de drainage (Conseil canadien des ministres de l'environnement, CCME 2006). Par exemple, la décharge peut être enclose dans du béton armé étanche et protégée de la pluie par une toiture et un système d'évacuation des eaux pluviales (Figure) (Ministère de l'environnement, Japon 2007a). L'efficacité de plusieurs systèmes d'étanchéité et de contrôle des lixiviats dans diverses conditions a été établie. Les Directives techniques de la Convention de Bâle sur les décharges spécialement aménagées décrivent en détail quelques autres méthodes de confinement envisageables dans des conditions appropriées (SBC, 1995b).

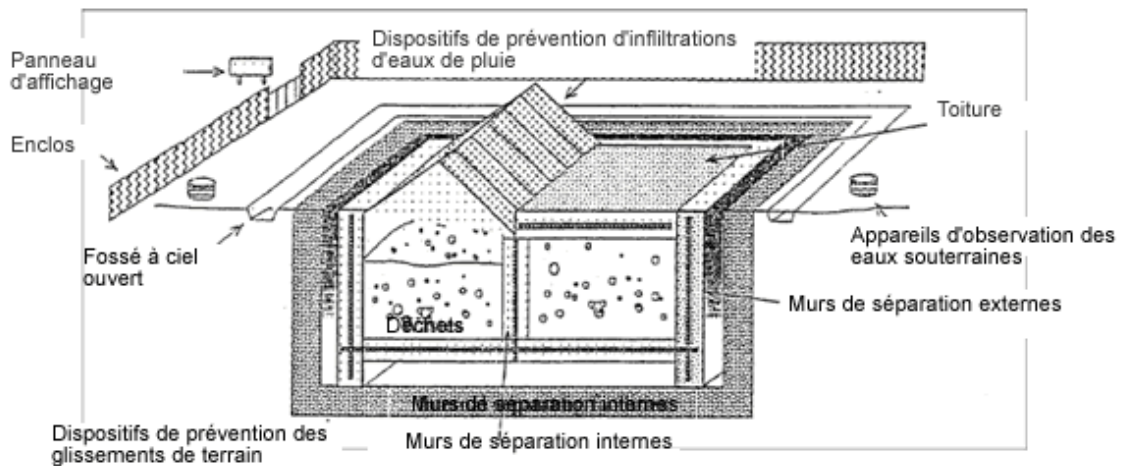


Figure 6 : Décharge spécialement aménagée (Ministère de l'environnement, Japon 2007a)

192. Pour plus d'informations sur les décharges spécialement aménagées, voir les Directives techniques de la Convention de Bâle sur les décharges spécialement aménagées (D5) (SBC 1995b).

c) **Stockage permanent (installation souterraine)**

193. Après solidification ou stabilisation, le cas échéant, les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance³⁵ qui répondent aux critères d'admission pour un stockage permanent peuvent être entreposés de façon permanente dans des conteneurs spéciaux placés dans des sites désignés tels qu'un entrepôt souterrain.

194. La technologie de stockage souterrain se fonde sur l'ingénierie des mines, qui concerne notamment la technologie et la méthodologie d'excavation de zones minières et la construction de

35 Y compris les déchets constitués de mercure élémentaire après stabilisation ou solidification.

carreaux de mine sous forme de grille de piliers en damier³⁶. Des mines désaffectées peuvent être utilisées pour le stockage permanent de déchets solidifiés et stabilisés une fois qu'ils ont été spécifiquement adaptés à cet effet.

195. De plus, les principes régissant l'élimination souterraine de déchets radioactifs et l'expérience acquise dans ce domaine peuvent être appliqués à l'entreposage souterrain de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance. Bien que l'excavation d'un dépôt souterrain profond à l'aide de la technologie standard de l'exploitation minière et du génie civil soit envisageable, elle se limite à des lieux accessibles (par exemple, sous la surface ou à proximité des côtes), à des formations rocheuses relativement stables en l'absence de flux importants d'eaux souterraines ainsi qu'à des profondeurs comprises entre 250 m et 1000 m. Au-delà de 1000 m de profondeur, les excavations deviennent techniquement de plus en plus difficiles et coûteuses (Association nucléaire mondiale 2010).

196. Les publications suivantes contiennent des informations plus détaillées sur le stockage permanent de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance :

a) Communauté européenne (2003): Évaluation de sécurité pour l'admission de déchets en stockage souterrain -Annexe A à la Décision du Conseil du 19 décembre 2002 établissant les critères et procédures d'admission des déchets dans les décharges conformément à l'Article 16 et à l'Annexe II de la Directive 1999/31/EC : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:011:0027:0049:EN:PDF>;

b) BiPRO (2010): Exigences relatives aux installations et aux critères d'admission pour l'élimination de mercure métallique, http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/bipro_study20100416.pdf;

c) Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) (2009): Geological disposal of Radioactive Waste : Technological Implications for Retrievability Pub1378_web.pdf;

d) Association nucléaire mondiale (2010): Storage and Disposal Options <http://www.world-nuclear.org/info/inf04ap2.html>;

e) Projet sur le stockage du mercure en Amérique latine et dans les Caraïbes (2010): Analyse des options et étude de faisabilité pour le stockage à long terme du mercure en Amérique latine et dans les Caraïbes, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/InterimActivities/Partnerships/SupplyandStorage/LACMercuryStorageProject/tabid/3554/language/en-US/Default.aspx>;

f) Projet sur le stockage du mercure dans la région Asie-Pacifique (2010): Analyse des options et étude de faisabilité pour le stockage à long terme du mercure en Asie, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/InterimActivities/Partnerships/SupplyandStorage/AsiaPacificMercuryStorageProject/tabid/3552/language/en-US/Default.aspx>

197. Le stockage permanent dans des installations souterraines situées dans des mines de sel et des formations rocheuses isolées géohydrologiquement constitue une option possible pour séparer les déchets dangereux de la biosphère pendant des périodes de temps géologiques. Pour chaque projet d'installation, il convient d'effectuer une évaluation des risques spécifique au site conformément à la législation nationale, comme le prévoient par exemple les dispositions contenues dans l'Appendice A de l'Annexe à la Décision du Conseil européen 2003/33/EC du 19 décembre 2002 définissant les critères et procédures d'admission des déchets en décharge en vertu de l'Article 16 et de l'Annexe II de la Directive 1999/31/EC.

198. Les déchets devraient être éliminés de façon à éviter a) toute réaction indésirable entre les différents déchets ou entre les déchets et le revêtement d'étanchéité de l'aire de stockage et b) le rejet et le transport de substances dangereuses. Les licences d'exploitation devraient définir d'une manière générale les types de déchets à exclure. L'isolement est assuré par une combinaison de barrières aménagées et naturelles (roche, sel, argile) et aucune obligation d'entretien actif d'une installation n'est transmise aux générations futures. Selon ce concept, souvent appelé «multi-barrières», l'emballage des déchets, le dépôt aménagé et la géologie forment tous des obstacles permettant d'éviter que des fuites de mercure atteignent l'homme et l'environnement (BiPRO 2010; Communauté européenne 2003; IAEA 2009; Association nucléaire mondiale 2010).

199. Certains facteurs particuliers influant sur le comportement du mercure dans la roche hôte et le milieu géologique doivent être pris en compte séparément des propriétés des déchets et du système

³⁶ L'Allemagne, par exemple, dispose d'une vaste expérience en matière de stockage souterrain des déchets dangereux.

d'entreposage. Ces paramètres sont notamment : l'aménagement, les confinements, le lieu et les conditions de stockage, les contrôles, les conditions d'accès, la stratégie de fermeture, l'étanchéisation, le remblayage et la profondeur du lieu de stockage. Les roches pouvant accueillir des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance sont les roches de sel et les formations de roches dures (des roches ignées telles que le granite ou le gneiss, y compris des roches sédimentaires comme le calcaire ou le grès). (BiPRO 2010; Communauté européenne 2003; IAEA 2009; Association nucléaire mondiale 2010).

200. Les impératifs suivants doivent être pris en compte lors du choix d'un site de stockage permanent pour l'élimination de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance :

- a) Les cavernes ou tunnels servant à l'entreposage doivent être complètement séparés des zones d'exploitation minière en activité et des zones qui pourraient être rouvertes à des fins d'exploitation minière;
- b) Les cavernes ou tunnels doivent être situés dans des formations géologiques situées bien en dessous de zones d'eaux souterraines ou dans des formations complètement isolées des nappes phréatiques par une roche imperméable ou par des couches d'argile; et
- c) Les cavernes et tunnels doivent être situés dans des formations extrêmement stables et dans des zones non sujettes à des tremblements de terre.

201. Pour une intégration complète, la mine destinée à l'élimination et toute zone avoisinante susceptible d'être affectée par les opérations d'élimination (géomécaniquement ou géochimiquement, entre autres) devraient être entourées d'une roche hôte (appelée «zone rocheuse isolante») suffisamment épaisse et homogène possédant des propriétés adéquates et située à une profondeur suffisante (voir Figure). Comme principe de base, une évaluation des risques à long terme devrait prouver que la construction, l'exploitation et la phase de post-exploitation d'une installation d'élimination souterraine ne causeront aucune dégradation de la biosphère. Il convient, dès lors, d'utiliser des modèles appropriés pour analyser et évaluer toutes les barrières techniques (la forme des déchets, le remblayage, l'étanchéisation), le comportement de la roche hôte et avoisinante, les morts-terrains rocheux et l'enchaînement d'événements possibles dans le système général.

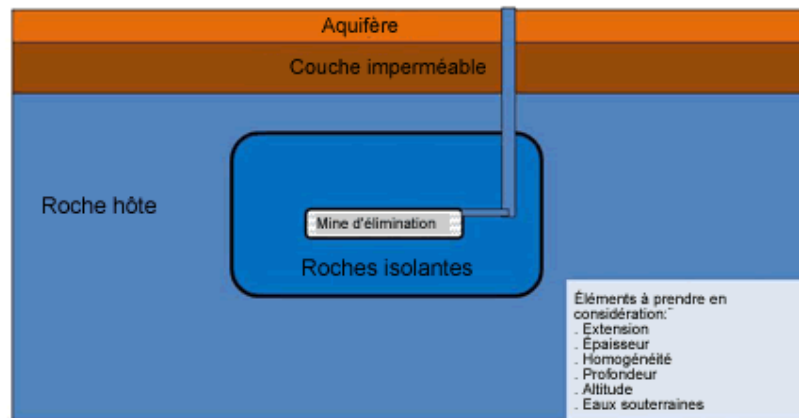


Figure 7 : Concept de l'intégration complète (schéma) (avec l'aimable autorisation de: GRS)

202. Si la formation rocheuse envisagée présente des faiblesses (notamment en termes d'homogénéité et d'épaisseur), un système multi-barrières peut compenser les caractéristiques manquantes ou inadéquates de la roche hôte. En général, un système de ce type comprend un ou plusieurs éléments d'obstacle supplémentaires (voir le Tableau et la figure) contribuant à atteindre le but ultime, à savoir isoler durablement les déchets de la biosphère.

203. Une évaluation de la sécurité à long terme (voir ci-dessus) sert à déterminer la nécessité de recourir à un système multi-barrières et son mode d'action au sein du système d'élimination. À titre d'exemple, la ou les formation(s) géologique(s) recouvrant une mine destinée à l'élimination (les morts-terrains rocheux) peut/peuvent s'avérer efficace de différentes manières :

- a) En protégeant la roche hôte sous-jacente contre toute altération de ses propriétés; et/ou
- b) En fournissant des capacités de rétention supplémentaires des contaminants susceptibles d'être rejetés de la mine dans certaines circonstances.

Tableau 5 : Éléments possibles d'un système multi-barrières et exemples de leur mode d'action

Élément barrière	Exemple de mode d'action
Contenu des déchets	Réduction de la quantité totale des contaminants à éliminer
Caractéristiques des déchets	Traitement des déchets pour obtenir un contaminant moins soluble
Fûts de déchets	Action d'une durée limitée en attendant que les barrières naturelles deviennent efficaces
Remblayage	Remblayage des espaces vides dans la mine pour améliorer la stabilité géomécanique et/ou assurer des conditions géochimiques spéciales
Étanchéisation	L'étanchéisation du puits devrait fournir les mêmes propriétés lorsque la ou les barrière(s) naturelle(s) est/sont perturbée(s) par l'accès à la mine
Roche hôte	Intégration complète des contaminants (cas idéal)
Morts-terrains rocheux	Barrière naturelle (géologique) supplémentaire, par exemple : couche d'argile couvrante suffisamment épaisse et ayant des propriétés adéquates

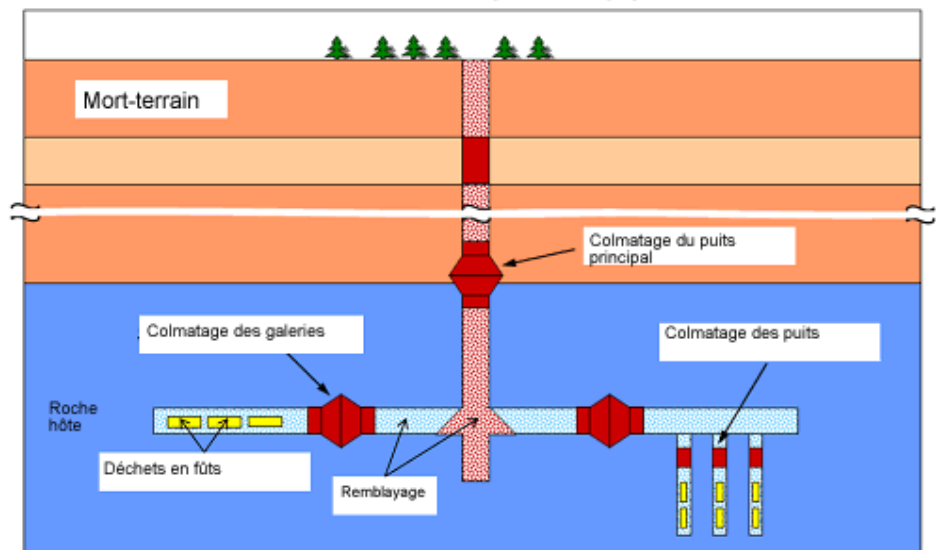


Figure 8 : Principaux éléments d'un système multi-barrières et leur agencement dans le système (schéma) (avec l'aimable autorisation de: GRS)

204. En général, une installation souterraine comme celle décrite ci-dessus, y compris les critères, les exigences et l'aménagement final, devrait être conçue selon des critères spécifiques aux déchets et au site et en tenant compte de tous les règlements applicables (exemple : Communauté européenne 2003). Pour donner une idée approximative de la profondeur et de l'épaisseur de différents types de roche hôte, le tableau 6 ci-dessous présente des dimensions types, sur la base d'expériences et de plans actuels.

Tableau 6 : Épaisseurs verticales types du corps rocheux hôte et profondeurs d'élimination potentielles (d'après Grundfelt et al. 2005)

Système géologique		Épaisseur de la roche hôte	Profondeur d'élimination potentielle
Roche hôte	Variante		
Sel de roche	Dôme de sel	jusqu'à plus de 1 000 m	800 m
Sel de roche	Sel en strates	environ 100 m	650 - 1 100 m
Argile/roche argileux		jusqu'à 400 m	400 - 500 m
Roches sous couverture argileux		environ 100 m	500 - 1 000 m

H. Réduction des rejets de mercure provenant du traitement thermique et de l'élimination des déchets

1. Réduction des rejets de mercure provenant du traitement thermique des déchets

205. Il se peut que des déchets municipaux renferment encore du mercure, contenu entre autres dans des piles, thermomètres, lampes fluorescentes et interrupteurs. La collecte séparée de ces objets permet de réduire les charges globales dans les déchets solides municipaux mais, dans la pratique, des taux de collecte de 100 % ne sont jamais atteints. Par conséquent, il arrive que des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance soient brûlés. Au cours de ce processus, le mercure, en raison de son point d'ébullition peu élevé, est quasi intégralement transféré dans les gaz de combustion, de faibles quantités restant dans les cendres du fond. La majeure partie du mercure contenu dans les gaz d'une unité de combustion se présente sous la forme de mercure élémentaire mais celui-ci se transforme en grande partie en mercure bivalent après le passage à travers l'installation et une certaine quantité de ce mercure bivalent est transféré dans les cendres volantes. Si l'on suppose que le mercure bivalent est du chlorure de mercure, il convient de choisir des dispositifs de traitement des gaz de combustion capables de retirer efficacement ce chlorure de mercure et ce mercure élémentaire. De plus, il faut éviter de brûler dans un incinérateur dépourvu de système de traitement des gaz de combustion des déchets susceptibles de contenir du mercure ou d'être contaminés par cette substance, tels que des déchets mal triés provenant d'établissements de santé (Arai et al. 1997). Il importe de fixer des normes d'émission et de concentration dans les effluents et de contrôler la teneur en mercure des gaz de combustion traités et des eaux usées afin de maintenir les rejets de mercure dans l'environnement à un niveau minimum. Ces pratiques devraient également être appliquées à d'autres traitements thermiques des déchets tels que les installations d'incinération sous vide.

206. Les mesures primordiales destinées à prévenir les rejets de mercure dans l'atmosphère suite à une incinération sont celles qui empêchent ou maîtrisent, si possible, l'intégration de cette substance dans le flux des déchets, telles que (Commission européenne 2006):

- a) Le retrait efficace des produits contenant du mercure du flux des déchets, notamment par la collecte séparée de certains types de piles et d'amalgames dentaires (à l'aide de séparateurs d'amalgames), avant qu'ils se mélangent à d'autres déchets ou aux eaux usées;
- b) L'information des producteurs de déchets sur la nécessité de séparer le mercure;
- c) l'identification et/ou la restriction de la réception de déchets susceptibles de contenir du mercure ou d'être contaminés par cette substance; et
- d) Le contrôle de l'apport de tels déchets sur les sites connus de réception pour éviter de surcharger la capacité des systèmes antipollution.

207. Parmi les techniques secondaires de lutte contre les rejets de mercure dans l'atmosphère à partir du flux des déchets figure le traitement des gaz de combustion. L'UE a fixé des normes à cet égard dans la Directive sur l'incinération des déchets (2000/76/EC) (Communauté européenne 2001), notamment des seuils d'émission pour les rejets d'eaux usées provenant de la purification des gaz de

combustion (0,03 mg/L pour le mercure et ses composés, exprimés en mercure (Hg)) et une valeur limite pour les émissions dans l'atmosphère (0,05 mg/m³ pour un temps moyen de 30 minutes et 0,1 mg/m³ pour un temps moyen de 8 heures pour le mercure et ses composés, exprimés en mercure (Hg)). Le Protocole sur les métaux lourds, dans le cadre de la Convention de la CENUE sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, établit les valeurs limites juridiquement contraignantes pour les émissions de mercure à 0,05 mg/m³ pour l'incinération de déchets dangereux et à 0,08 mg/m³ pour l'incinération de déchets municipaux.

208. Un processus de réduction des rejets de mercure se choisit en fonction de la teneur en chlore du matériau incinéré. Avec des concentrations de chlore élevées, le mercure contenu dans le gaz brut de combustion sera plus oxydé et davantage susceptible de se déposer dans les épurateurs à voie humide. Dans les usines d'incinération pour déchets dangereux et déchets municipaux, la teneur en chlore dans des déchets moyens est habituellement suffisamment élevée, dans des conditions opérationnelles normales, pour assurer la présence de Hg sous une forme principalement oxydée. Les composés volatiles de Hg, tels que HgCl₂, se condenseront lors du refroidissement des gaz de combustion et se dissoudront dans l'effluent de l'épurateur. L'ajout de réactifs destinés au retrait spécifique de Hg constitue un moyen d'éliminer cette substance du processus. On notera que dans l'incinération des boues d'égouts, les émissions de mercure se présentent essentiellement sous une forme élémentaire, en raison d'une teneur en chlore plus faible que dans les déchets municipaux ou dangereux. Par conséquent, il faudra veiller tout particulièrement à piéger ces émissions. Le mercure élémentaire peut être retiré en le transformant en mercure oxydé; ceci peut se faire en ajoutant des oxydants, puis en déposant la substance dans l'épurateur ou en la déposant directement sur du charbon actif enduit de soufre, du coke de four à sole ou des zéolites. L'extraction des métaux lourds présents dans les systèmes d'épuration à voie humide peut être réalisée par floculation, en induisant la formation d'hydroxydes de métal sous l'influence des agents de floculation (poly-électrolytes) et de FeCl₃. Pour le retrait du mercure, on ajoute des agents complexants et des sulfures (par exemple : Na₂S, Tri-Mercaptan, etc.).

209. Le mercure contenu dans les gaz de combustion peut être extrait par sorption sur des réactifs de charbon actif dans un système à flux entraîné, avec injection de charbon actif dans le flux de gaz. Le charbon contenu dans le flux de gaz est filtré à l'aide de filtres à manche. Le charbon actif montre une forte capacité d'adsorption pour le mercure de même que pour les dibenzodioxines polychlorés / dibenzofuranes polychlorés (PCDD/PCDF). Les capacités d'absorption varient selon le type de charbon actif. On pense que cela est lié à la nature spécifique des particules de charbon, qui sont, à leur tour, modifiées par le processus de fabrication (Commission européenne 2006). Les filtres à lit statique de coke de four à sole granulé (un coke fin de 1,25 mm à 5 mm) s'avèrent efficaces pour le dépôt de la quasi-totalité des composants des gaz de combustion sources d'émissions, en particulier les résidus d'acide hydrochlorique, d'acide fluorhydrique, d'oxyde de soufre, de métaux lourds (dont le mercure), parfois à des niveaux inférieurs au seuil de détection. L'effet de dépôt de ces cokes se fonde essentiellement sur des mécanismes d'adsorption et de filtration. En général, les incinérateurs sont équipés de dispositifs de traitement des gaz de combustion empêchant le rejet de NO_x, de SO₂ et de particules et ces dispositifs présentent également l'avantage de capturer les vapeurs de mercure et le mercure lié aux particules. L'injection de charbon actif en poudre est l'une des techniques avancées d'extraction de mercure utilisées dans les incinérateurs ou les centrales électriques au charbon. Le mercure adsorbé sur des charbons actifs peut être stabilisé ou solidifié en vue de son élimination (voir section III, G, 2, (a) ci-dessus)

210. Concernant la réduction des émissions de mercure émanant de l'incinération de déchets, les documents suivants donnent également des informations techniques :

a) Législation nationale : par exemple, la Directive 2000/76/EC sur l'incinération des déchets;

b) PNUE (2002): Évaluation mondiale du mercure;
<http://www.unep.org/hazardoussubstances/LinkClick.aspx?fileticket=Kpl4mFj7AJU%3d&tabid=3593&language=en-US>;

c) Commission européenne (2006): Directive relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution : document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour l'incinération des déchets; <http://eippcb.jrc.es/reference/wi.html>;

d) PNUE (2010c): Étude sur les sources et les émissions de mercure et analyse du coût et de l'efficacité des mesures antipollution. «Étude demandée au PNUE au titre du paragraphe 29» (UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/4),

<http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/Negotiations/INC2/INC2MeetingDocuments/tabid/3484/language/en-US/Default.aspx>; et

e) Protocole de la CENUE sur les métaux lourds dans le cadre de la Convention de la CENUE sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance.

211. Lorsqu'on utilise un épurateur à voie humide pour traiter les gaz de combustion, il est essentiel de traiter les eaux usées provenant de cet épurateur.

2. Réduction des rejets de mercure provenant de décharges

212. Lorsque la mise en décharge de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance est inévitable (opération D1), les voies d'émission du mercure dans les décharges contrôlées sont : le front de décharge, les lixiviats et les gaz de décharge. Les principaux sites d'émission sont le front de décharge et les bouches d'évacuation des gaz méthanes (Lindberg et Price 1999).

213. Les rejets de mercure par lixiviation sont relativement minimes par rapport à ceux provenant des gaz de décharge (Yanase et al. 2009; Takahashi et al. 2004; Lindberg et al. 2001). Le mercure transféré dans les lixiviats peut être extrait par le traitement de ces lixiviats, selon la même procédure que celle appliquée pour les eaux usées provenant des épurateurs par voie humide des incinérateurs de déchets. Il est possible de réduire les rejets de mercure des décharges en empêchant le déversement dans les décharges de déchets contenant ou contaminés par cette substance ainsi que les feux de décharge.

214. La décharge doit être recouverte quotidiennement pour réduire le rejet direct de mercure à partir des déchets récemment déversés (Lindberg et Price 1999) et les risques de feu. Pour pouvoir recouvrir rapidement la décharge de terre en cas de feu, il faut stocker les matériaux nécessaires et disposer des machines servant à l'extinction (camion à benne basculante, pelle de bulldozer).

215. Un système de capture des gaz de décharge devrait être installé pour piéger les vapeurs de mercure et le méthylmercure afin d'empêcher les rejets dans l'atmosphère.

I. Assainissement des sites contaminés

216. Les sites contaminés au mercure sont très répandus partout dans le monde et résultent en grande partie d'activités industrielles, essentiellement de l'extraction minière, de la production de chlore et de la fabrication de produits contenant du mercure. La contamination de ces sites est due en grande partie à l'emploi de mercure dans le secteur de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle de l'or; une méthode qui a largement été abandonnée ou est soumise à des contrôles réglementaires et techniques dans les pays développés mais qui continue d'être utilisée dans les pays en développement sur de vastes sites et dans le secteur de l'orpaillage artisanal. Les sites dont les sols sont contaminés par le mercure et contenant d'importantes quantités de résidus miniers ou ceux comprenant des zones de contamination largement dispersées suite à des migrations par la voie de cours d'eau ou d'autres éléments sont le résultat d'opérations aussi bien historiques qu'actuelles. Cette section présente de façon succincte: a) les techniques d'assainissement disponibles, anciennes et récentes, destinées à la dépollution; et b) les mesures d'intervention d'urgence à prendre lorsqu'un nouveau site est découvert.

1. Identification des sites contaminés et mesures d'intervention d'urgence

217. Un site contaminé par le mercure qui présente une menace pour la santé de l'homme ou l'environnement peut être identifié de plusieurs manières :

- a) Observation visuelle de l'état du site ou de sources associées de contaminants;
- b) Observation visuelle des opérations de fabrication ou d'autres activités connues pour avoir utilisé ou émis un contaminant particulièrement dangereux;
- c) Observation de certains effets néfastes pour l'homme ainsi que pour la flore et la faune, dont on peut supposer qu'ils ont été causés par la proximité du site;
- d) Examen des résultats physiques (pH, par exemple) ou analytiques indiquant certains degrés de contamination; et
- e) Consultation des rapports soumis par la communauté aux autorités compétentes faisant état de soupçons de rejets.

218. Les sites contaminés au mercure sont semblables aux autres sites contaminés en ce sens que les récepteurs peuvent être atteints de différentes manières. La présence de mercure s'avère toutefois particulièrement problématique en raison du danger qu'il présente sous forme de vapeur, de ses effets

peu observables chez les animaux et des différents niveaux de toxicité qui le caractérisent selon qu'il s'agit de mercure élémentaire ou de méthylmercure. La détection s'effectue en utilisant une combinaison d'instruments de terrain et d'analyses de laboratoire.

219. La première mesure à prendre consiste à isoler, dans la mesure du possible, la contamination des récepteurs afin de limiter tout risque de nouvelle exposition. En ce sens, un site contaminé au mercure est comparable à un site contenant un autre contaminant toxique potentiellement mobile.

220. Pour les sites de type résidentiel et relativement peu étendus, on trouve de nombreux conseils sur les mesures d'urgence dans le «Mercury Response Guidebook» de l'Agence pour la protection de l'environnement des États-Unis, consacré aux déversements de petite et moyenne importance dans des zones d'habitation (US EPA 2001a).

221. Pour des sites de plus grande importance résultant de l'emploi de mercure dans des secteurs informels (comme l'orpaillage artisanal) dans des pays en développement, diverses mesures de lutte sont recommandées dans «Protocols for Environmental and Health Assessment of Mercury Released by Artisanal and Small –Scale Gold Miners» (GMP 2004).

2. Assainissement écologiquement rationnel

222. Les mesures d'assainissement à prendre pour des sites contaminés au mercure dépendent d'une variété de facteurs qui définissent le site et l'impact potentiel sur l'environnement et la santé. Pour choisir un groupe initial de techniques de détection et ultérieurement une technique ou combinaison de techniques de traitement, divers facteurs doivent être pris en compte, notamment:

- a) Les facteurs environnementaux :
 - i) la quantité de mercure rejeté au cours des opérations;
 - ii) l'origine de la contamination;
 - iii) l'état chimique du mercure sur le site contaminé;
 - iv) le nombre, l'importance et la localisation des milieux les plus contaminés par le mercure (nécessitant une décontamination);
 - v) pour les opérations minières, les lieux d'où est extrait le mercure, notamment les caractéristiques du sol;
 - vi) le potentiel de méthylation du mercure;
 - vii) le potentiel de lixiviation du mercure à partir des milieux contaminés (sols et sédiments, par exemple);
 - viii) la contamination ambiante – les dépôts de mercure dans l'atmosphère à l'échelle régionale non associés à des sources locales;
 - ix) la mobilité du mercure dans le système aquatique; et
 - x) les normes d'assainissement locales / d'un État / fédérales pour l'eau, les sols, les sédiments et l'air.
- b) Le récepteur :
 - i) la biodisponibilité pour les organismes aquatiques, les invertébrés, les plantes comestibles, etc.; et
 - ii) la concentration de mercure dans les récepteurs (homme, animaux et plantes) comme indication du degré d'exposition.

223. Une fois ces facteurs évalués, une analyse plus complète des techniques d'assainissement appropriées peut commencer. En fonction de la gravité, de l'ampleur, du degré et du type de contamination ainsi que des autres contaminants présents et des récepteurs, un plan d'assainissement faisant vraisemblablement appel à plusieurs techniques peut être élaboré pour réduire efficacement et rationnellement la toxicité, la disponibilité et l'ampleur de la contamination sur le site concerné. On trouvera de plus amples détails sur les techniques de décontamination dans «Mercury Contaminated Sites: A Review of Remedial Solutions» (Hinton 2001) et « Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water» (US EPA 2007b)³⁷. Des cas spécifiques d'assainissement ont été décrits : ceux de Minamata Bay, au Japon (Minamata City Hall 2000) et de l'usine chimique de Marktedwitz, en Allemagne (Comité de l'OTAN sur les défis de la société moderne 1998).

J. Santé et sécurité

224. Chaque employeur devrait assurer la protection de la santé et la sécurité de chacun de ses employés sur le lieu de travail. Il devrait également souscrire une police d'assurance approuvée auprès d'un assureur agréé offrant un niveau de couverture suffisant en cas de responsabilité (indemnisation) pour les maladies ou dommages corporels dont seraient victimes les employés par suite ou au cours de leur activité professionnelle. Des plans de santé et de sécurité devraient être en place dans toutes les installations où sont manipulés des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance afin que soit assurée la protection de tous à l'intérieur et autour de l'installation. Ce type de plan devrait être établi pour chaque installation par un professionnel de la santé et de la sécurité qualifié et ayant l'expérience de la gestion des risques sanitaires associés au mercure.

225. La protection des travailleurs associés à la gestion de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant des déchets ou contaminés par cette substance ainsi que du grand public peut être assurée :

- a) En maintenant les travailleurs et le public à l'écart de toutes les sources possibles de déchets;
- b) En contrôlant les déchets de façon à réduire au minimum la possibilité d'exposition; et
- c) En s'assurant que les travailleurs utilisent des équipements de protection personnelle.

226. L'OMS a établi des valeurs normatives pour les concentrations de mercure dans l'eau potable et l'air ambiant : respectivement 0,006 mg/L (mercure inorganique) et 1 µg/m³ (vapeur de mercure inorganique) (OMS 2006; Bureau régional de l'OMS pour l'Europe 2000). Les gouvernements sont encouragés à surveiller la qualité de l'air et de l'eau dans le but de protéger la santé humaine, en particulier à proximité des sites où sont menées des activités de gestion de déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance. Certains pays ont établi des niveaux admissibles de mercure dans l'environnement de travail (par exemple au Japon : 0,025 mg/m³ sous forme de Hg pour le mercure inorganique à l'exclusion du sulfure de mercure et 0,01 mg/m³ sous forme de Hg pour les composés de l'alkylmercure). Les opérations de gestion des déchets devraient être conduites de façon à respecter les concentrations permises de mercure dans l'environnement de travail. De plus, les installations où sont menées ces opérations devraient être aménagées et exploitées de telle sorte que les rejets de mercure dans l'environnement soient réduits au minimum, dans la mesure des possibilités techniques.

227. Une attention particulière devrait être portée aux sites où sont manipulés des produits contenant du mercure. Dans le flux des déchets, les émissions de mercure émanant de produits contenant cette substance peuvent donner lieu à des expositions inquiétantes au plan sanitaire et contribuer à des rejets dans l'environnement à de multiples endroits. Les collecteurs de déchets, les chauffeurs de camions et les travailleurs aux stations de transfert peuvent être exposés à de brefs pics de vapeur de mercure lors d'opérations de manipulation. Les employés chargés de la gestion des déchets travaillant sur un front de décharge – la zone active où les déchets sont déversés, répandus, compactés et enfouis – risquent à maintes reprises d'être exposés à des vapeurs de mercure. Quant au secteur informel de la récupération d'ordures en décharge, il peut être chroniquement exposé. Les points d'évacuation du gaz méthane produit par les matières organiques en décomposition constituent des sources supplémentaires d'émission et d'exposition.

37 Des informations complémentaires sont disponibles sur les sites internet de l'Agence EPA des États-Unis, notamment concernant les techniques de traitement du mercure (http://www.clu-in.org/contaminantfocus/default.focus/sec/Mercury/cat/Treatment_Technologies/) et les politiques et orientations générales (<http://www.epa.gov/superfund/policy/guidance.htm>).

228. Les installations d'élimination, en particulier celles où sont menées des opérations de récupération, sont des lieux d'exposition à haut risque. Parmi les principales activités présentant un risque élevé figurent le broyage des lampes fluorescentes, l'extraction du mercure élémentaire de produits contenant du mercure tels que des thermomètres et baromètres, le traitement thermique de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance et la stabilisation ou solidification de mercure élémentaire.

229. Une formation à la gestion écologiquement rationnelle devrait être proposée aux employés, notamment pour les protéger contre l'exposition au mercure et les blessures accidentelles lors d'opérations de gestion des déchets.

230. Parmi les connaissances de base indispensables pour le personnel figurent :

- a) La définition des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance et les aspects chimiques du mercure avec ses effets néfastes;
- b) Les méthodes de séparation de ces déchets des autres déchets;
- c) La sécurité au travail et la protection de la santé face aux effets du mercure;
- d) L'utilisation d'équipements de protection personnelle pour le corps, les yeux, le visage, les mains et le système respiratoire;
- e) Les exigences en matière d'étiquetage et de stockage; de compatibilité et de datage des conteneurs et de manipulation des conteneurs fermés;
- f) Les techniques de manipulation des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance, en particulier des produits usagés contenant du mercure élémentaire tels que des thermomètres, baromètres, etc. en utilisant l'équipement disponible dans l'installation;
- g) L'application de contrôles techniques pour réduire au minimum le risque d'exposition; et
- h) Les interventions d'urgence à mener en cas de déversement accidentel de mercure dans les déchets.

231. Il importe de se doter d'une assurance contre les accidents du travail et d'une assurance responsabilité civile des employeurs afin d'être mieux préparé en cas d'accidents ou dommages corporels survenus sur le lieu du travail.

232. De plus, il est recommandé d'utiliser la Documentation de sensibilisation au problème du mercure (PNUE 2008d) pour la formation des employés. Tous les matériels de formation devraient être traduits dans les langues locales.

K. Interventions d'urgence

1. Plan d'intervention d'urgence

233. Des plans d'intervention d'urgence devraient être en place pour la production, l'utilisation, le stockage, le transport et l'élimination du mercure. Bien que ces plans varient selon le stade de gestion des déchets et les caractéristiques physiques et sociales de chaque site, les principaux éléments comprennent l'identification des dangers potentiels, la législation régissant le plan, les mesures à prendre dans des situations d'urgence (y compris les mesures d'atténuation), les programmes de formation du personnel, les objectifs et méthodes de communication en cas d'urgence (pompiers, police, communautés avoisinantes, administrations locales, etc.) ainsi que les méthodes et fréquences des tests des équipements d'intervention d'urgence.

234. Lorsqu'une situation d'urgence se produit, on procède tout d'abord à une investigation. Le responsable doit s'approcher contre le vent et avec précaution, sécuriser le lieu et identifier le danger. Plusieurs sources d'information peuvent être utiles : affiches, étiquettes des conteneurs, documents de transport, fiches sur la sécurité des matériaux, tableaux d'identification et/ou personnes présentes ayant les connaissances nécessaires. Il faut ensuite évaluer la nécessité d'une évacuation, la disponibilité des ressources humaines et du matériel et les mesures immédiates possibles. Pour assurer la sécurité du public, il y a lieu d'appeler un service d'urgence et dans l'immédiat, par mesure de précaution, le lieu du déversement ou de la fuite doit être isolé dans un périmètre d'au moins 50 mètres. En cas d'incendie, un produit extincteur convenant pour le type d'incendie à maîtriser doit être utilisé plutôt que de l'eau. On trouvera des indications utiles à ce sujet dans « Emergency

Response Guidebook » (US Department of Transportation, Transport Canada, and the Secretariat of Communications and Transportation of Mexico (SCT) 2008).

2. Considération particulière pour le rejet accidentel de mercure élémentaire

235. L'écoulement accidentel de mercure élémentaire résulte de bris de produits contenant cette substance. Dans la plupart des cas, il s'agit de thermomètres en verre, largement utilisés à travers le monde mais fragiles. Bien que la faible quantité de mercure contenue dans chaque thermomètre (environ 0,5-3 g) n'entraîne généralement aucun problème de santé sérieux, toute fuite de mercure doit être considérée comme dangereuse et la décontamination doit s'effectuer avec prudence. En cas de malaise après une fuite accidentelle, il faut contacter immédiatement un médecin et/ou les autorités chargées de l'hygiène de l'environnement.

236. Lorsque le déversement est peu important et se produit sur une surface non poreuse telle qu'un sol en linoléum ou en bois dur ou sur un objet poreux facilement jetable (un petit tapis, par exemple), la décontamination peut se faire immédiatement. En cas d'écoulement important ou difficile à éliminer (sur un tapis, sur des tissus de meubles ou dans des fissures), il est parfois nécessaire de faire appel à un professionnel. Lorsque la quantité déversée dépasse le volume de mercure généralement contenu dans un produit ménager normal, les autorités locales chargées de l'hygiène de l'environnement doivent être alertées. Par mesure de précaution, on les contactera également en cas de doute sur l'importance du rejet. Dans certaines circonstances, il est conseillé d'obtenir l'aide d'un personnel qualifié pour la décontamination ou un contrôle de la qualité de l'air, quelle que soit l'ampleur de l'accident (Environnement Canada 2002).

237. Les déversements de mercure élémentaire lors d'activités commerciales et chez des particuliers posent un risque d'exposition à des vapeurs de mercure dangereuses pour les travailleurs et le public. De surcroît, un rejet accidentel entraîne des coûts de décontamination élevés et provoque des perturbations. Les procédures de décontamination suite à de petits écoulements de mercure sont décrites dans US EPA 2007c.

238. Pour déterminer le type d'intervention adapté à un déversement de mercure particulier, il est essentiel d'évaluer l'ampleur du rejet et sa dispersion ainsi que la disponibilité des ressources et de l'expertise nécessaires pour la décontamination. L'aide de professionnels sera sollicitée dans les cas suivants :

- a) Il se peut que la quantité de mercure dépasse 30 millilitres (deux cuillers à soupe). Les déversements importants doivent être signalés aux autorités à des fins de supervision et de suivi;
- b) La contamination est difficilement localisable : personne n'a été témoin de l'accident ou l'ampleur du déversement reste incertaine; il se peut que de petites quantités de mercure difficilement détectables se soient répandues, ce qui nécessite une décontamination;
- c) La contamination s'est produite sur des surfaces poreuses ou semi-poreuses (tapis ou carreaux acoustiques, par exemples) qui absorbent le mercure écoulé, rendant pratiquement impossible la décontamination; et
- d) L'écoulement s'est produit près d'un drain, d'un système de ventilation ou d'un autre type de conduite : le mercure et les vapeurs de mercure peuvent alors s'éloigner rapidement du lieu de l'accident et contaminer d'autres endroits sans être facilement détectés.

239. Il convient d'éviter dans toute la mesure du possible l'éparpillement du mercure déversé (par la projection de jets d'eau, par exemple) car cela accroît considérablement le taux d'évaporation (Conseil mondial du chlore).

L. Sensibilisation et participation

240. La sensibilisation et la participation du public jouent des rôles importants dans la mise en œuvre d'une gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance. La participation du public est un principe clé de la Déclaration de Bâle sur la gestion écologiquement rationnelle et de nombreux autres accords internationaux. Il est essentiel que le public et toutes les parties concernées aient l'occasion de prendre part à l'élaboration des lois, politiques, programmes et autres processus de décision relatifs au mercure.

241. Les articles 6, 7, 8 et 9 de la Convention d'Aarhus de 1998 sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement prescrit des mesures spécifiques concernant la participation du public à certaines activités

gouvernementales et à l'élaboration de lois, politiques, plans et programmes et préconise l'accès du public à la justice pour les affaires relatives à l'environnement.

242. Lors du lancement d'activités comme la collecte et le recyclage de déchets contenant du mercure, il est primordial de s'assurer la coopération des consommateurs qui produisent ce type de déchets. La sensibilisation continue constitue un élément clé du succès des opérations de collecte et de recyclage. En encourageant le public à participer à la conception d'un système de collecte et de recyclage destiné à cette catégorie de déchets, qui fournit aux résidents participants des informations sur les problèmes potentiels causés par une gestion non rationnelle de tels déchets, on accroît la sensibilisation des consommateurs.

243. Les campagnes locales de sensibilisation des communautés et des citoyens contribuent dans une large mesure à encourager la participation du public à la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance. Pour parvenir à sensibiliser le public, les autorités concernées, notamment les pouvoirs locaux, doivent initier diverses campagnes visant à intéresser les citoyens à la protection contre les effets néfastes pour la santé humaine et l'environnement. Il importe en outre de faire participer les associations communautaires à ces campagnes car elles entretiennent des relations étroites avec les résidents et les autres parties intéressées au sein des communautés (Honda 2005).

244. Les programmes de sensibilisation et de participation du public s'élaborent généralement autour d'une situation de gestion des déchets à l'échelon national, local ou communautaire. Le

Tableau présente le contenu et les résultats des programmes de sensibilisation et de participation. Ceux-ci comprennent quatre éléments - publications, programmes d'éducation en matière d'environnement, activités de relations publiques et communication sur les risques - facilement accessibles par les citoyens dans des lieux publics (Honda 2005).

Tableau 7 : Programmes de sensibilisation et de participation du public

	Contenu	Résultats attendus
Publications	<ul style="list-style-type: none"> Manuel, brochures, magazines, affiches, sites internet, etc., en plusieurs langues et dialectes pour expliquer simplement les problèmes liés au mercure Guides expliquant comment éliminer les déchets 	<ul style="list-style-type: none"> Sources de connaissances Explications sur la façon de manipuler les produits contenant du mercure et d'éliminer les déchets
Programmes d'éducation en matière d'environnement	<ul style="list-style-type: none"> Séminaires volontaires Rassemblements communautaires Liens avec d'autres ateliers sur la santé Démonstration de programmes de reprise de produits Études scientifiques Visites d'installations, etc. Apprentissage en ligne 	<ul style="list-style-type: none"> Amélioration des connaissances Échanges sur des problèmes communs Possibilités de discuter directement de questions d'environnement
Activités	<ul style="list-style-type: none"> Programmes de reprise de produits Campagnes en faveur des produits sans mercure Campagnes de réduction des déchets Rassemblements communautaires Visites porte à porte 	<ul style="list-style-type: none"> Mise en œuvre d'activités environnementales réunissant tous les partenaires Sensibilisation des citoyens à l'environnement Communication plus étroite
Communication sur les risques	<ul style="list-style-type: none"> Exposition au mercure dans le cadre de vie général Niveau sûr d'exposition au mercure Niveaux de pollution au mercure PRTR Conseils sur la consommation de poisson (uniquement pour les populations qui en consomment en grandes quantités) Conseils sur la consommation de riz Mesures à prendre en cas de déversement de mercure à partir de produits 	<ul style="list-style-type: none"> Bonne compréhension des seuils de sécurité et des niveaux de risque de l'exposition au mercure dans des circonstances appropriées Prévention de réactions précipitées

245. Les documents publiés dans le cadre des programmes de sensibilisation à l'environnement donnent des informations élémentaires sur les propriétés du mercure, sa toxicologie, ses effets néfastes pour la santé humaine et l'environnement, les problèmes liés aux déchets, l'exposition au mercure provenant de déchets et la façon de gérer ces déchets. Ces publications devraient être traduites dans les langues et dialectes locaux pour assurer une communication efficace en direction de la population ciblée.

246. Les composantes d'un programme de sensibilisation à l'environnement consacré aux déchets constitués de mercure élémentaire et de déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance sont les suivantes (Honda 2005) :

- a) Sensibilisation et sensibilité à l'environnement et aux problèmes d'environnement;
- b) Connaissance et compréhension de l'environnement et des problèmes d'environnement;
- c) Prise en compte des questions d'environnement et motivation pour améliorer ou maintenir la qualité de l'environnement;
- d) Aptitudes à identifier et aider à résoudre des problèmes d'environnement;
- e) Participation à des activités destinées à résoudre des problèmes d'environnement;

247. Les partenaires des programmes de participation du public sont brièvement présentés ci-dessous (Honda 2005):

- a) Représentants gouvernementaux et agents de la fonction publique s'occupant de questions environnementales;
- b) Personnes intéressées par les problèmes d'environnement et susceptibles de les comprendre rapidement et de communiquer des informations à leur sujet :
 - i) Écoliers et étudiants d'université;
 - ii) Enseignants des écoles primaires et secondaires, parfois des professeurs d'université;
 - iii) Hommes et femmes issus des communautés et groupes locaux; et
 - iv) Retraités ayant un niveau d'éducation approprié.
- c) Personnes travaillant dans le domaine de l'environnement à l'échelon local ou communautaire :
 - i) Organisations non gouvernementales (ONG);
 - ii) Petites et moyennes entreprises; et
 - iii) Producteurs, collecteurs et recycleurs locaux; propriétaires des installations d'élimination qui traitent les déchets contenant du mercure.
- d) Personnes ayant vécu sur des sites pollués;
- e) Organisations locales;
- f) Citadins; et
- g) Entreprises.

248. Pour réduire au minimum les rejets de mercure provenant de la collecte, du transport et de l'élimination des déchets, il est important de sensibiliser les parties concernées, notamment celles s'occupant du transport, du recyclage et du traitement. Différents moyens peuvent être employés pour atteindre cet objectif : des activités de sensibilisation, telles que des séminaires, qui informent sur les nouveaux systèmes et règlements et donnent l'occasion d'échanger des informations; la préparation et la distribution de brochures; et la diffusion d'informations via internet.

Bibliographie

- AIEA (2009): Geological Disposal of Radioactive Waste: Technological Implications for Retrievability: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1378_web.pdf
- Amuda, O.S., Alade, A.O., Hung, Y.T., Wang, L.K. (2010): Wastewater Treatment Process. In: Wang, L.K., Hung, Y.T., Shammam, N.K. (eds.) Handbook of Industrial and Hazardous Wastes Treatment, Volume 2. CRC Press, New York, USA, 926.
- Amin-Zaki, L., Maheed, M. A., Clarkson, T.W., Greenwood, M.R. (1978): Methylmercury Poisoning in Iraqi Children: Clinical Observations over Two Years, British Medical Journal, 11, 613-616, <http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=1603391&blobtype=pdf>.
- Arai, Norio et al. (ed.) (1997): Les produits de l'incinération et leur maîtrise technique [en japonais].
- Asano, S., Eto, K., Kurisaki, E., Gunji, H., Hiraiwa, K., Sato, M., Sato, H., Hasuike, M., Hagiwara, N., Wakasa, H. (2000): Acute Inorganic Mercury Vapour Inhalation Poisoning, Pathology International, 50, 169-174.
- ASTM International (2008): ASTM D6784 - 02(2008) Standard Test Method for Elemental, Oxidized, Particle-Bound and Total Mercury in Flue Gas Generated from Coal-Fired Stationary Sources (Ontario Hydro Method).
- Association nucléaire mondiale (2010): Storage and Disposal Options, <http://www.world-nuclear.org/info/inf04ap2.html>.
- Bakir, F., Damluji, S.F., Amin-Zaki, L., Murtadha, M., Khalidi, A., al-Rawi, N.Y., Tikriti, S., Dahahir, H.I., Clarkson, T.W., Smith, J.C., Doherty, R.A. (1973): Methylmercury Poisoning in Iraq, Science, 181, 230-241.
- Bansal, R.C., Goyal, M. (2005): Activated Carbon Adsorption of Mercury. In: Activated Carbon Adsorption. CRC Press, New York, 326-334.
- BiPRO (2010): Exigences relatives aux installations et aux critères d'admission pour l'élimination du mercure métallique, http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/bipro_study20100416.pdf.
- Boom, G. V., Richardson, M. K., Trip, L. J. (2003): Waste Mercury in Dentistry: The Need for Management, http://www.ifeh.org/magazine/ifeh-magazine-2003_v5_n2.pdf.
- Bull, S. (2006): Inorganic Mercury/Elemental Mercury, http://www.hpa.org.uk/chemicals/compendium/Mercury/PDF/mercury_general_information.pdf.
- Bureau régional de l'OMS pour l'Europe (2000): Directives relatives à la qualité de l'air - deuxième édition, http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/123079/AQG2ndEd_6_9Mercury.PDF.
- Butler, M. (1997): Lessons from Thor Chemicals: the Links between Health, Safety and Environmental Protection. In: The Bottom Line: Industry and the Environment in South Africa. L. Bethlehem, Goldblatt, Afrique du Sud, University of Cape Town Press. 194-213.
- CCME (2006): Directives nationales pour les décharges de déchets dangereux, http://www.ccme.ca/assets/pdf/pn_1365_e.pdf.
- Centre canadien de la santé et de la sécurité au travail (1998): Les effets du mercure sur la santé, http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/mercury/health_mercury.html
- CENUE (2003): Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques, http://live.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev00/00files_e.html.
- CENUE (2007): Recommandations des Nations Unies sur le transport des marchandises dangereuses (modèles de réglementation), http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev15/15files_e.html.
- Chang, T. C. et J. H. Yen (2006): On-site mercury-contaminated soils remediation by using thermal desorption technology, Journal of Hazardous Materials, 128(2-3), 208-217.
- Chiarle, S., Ratto, M. (2000): Mercury Removal from Water by Ion Exchange Resins Adsorption, Water Research, 34, 2971-2978.
- Chlorine Institute (2009): Chlor-Alkali Industry 2008 Mercury Use and Emissions in the United States (Twelfth Annual Report), <http://www.epa.gov/reg5oair/mercury/12thcl2report.pdf>.
- Chojnacki, A., Chojnacka, K., Hoffmann, J., Gorecki, H. (2004): The application of natural zeolites for mercury removal: from laboratory tests to industrial scale, Minerals Engineering, 17, 933-937.

Conseil mondial du chlore (2004): Code of Practice, Mercury Housekeeping, Environmental Protection 11, 5th Edition, <http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/Docs/ENV%20Prot%2011%20Edition%205.pdf>.

Commission européenne (2001): Prévention et réduction intégrées de la pollution - Document de référence sur les meilleures techniques disponibles dans le secteur de la production de chlore alcali - ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/cak_bref_1201.pdf. [actuellement mis à jour]

Commission européenne (2010): Règle (EC) n° 1102/2008 du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2008 relative à l'interdiction des exportations de mercure métallique et de certains composés et mélanges de mercure et au stockage sûr de cette substance, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:304:0075:0079:EN:PDF>

Commission européenne (2003): Décision de la Commission du 3 mai 2000 modifiant la Décision 94/3/EC établissant une liste de déchets conformément à l'article 1(a) de la Directive du Conseil 75/442/EEC sur les déchets et à la Décision du Conseil 94/904/EC établissant une liste de déchets dangereux conformément à l'article 1(4) de la Directive du Conseil 91/689/EEC sur les déchets dangereux, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:226:0003:0024:EN:PDF>

Commission européenne (2006): Prévention et réduction intégrées de la pollution - Document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour l'incinération des déchets, <http://eippcb.jrc.es/reference/wi.html>.

Commission européenne (2008): Options pour la réduction de l'utilisation du mercure dans les produits et applications et sort du mercure déjà en circulation dans la société.

Comité de l'OTAN sur les défis de la société moderne (NATO/CCMS) (1998): NATO/CCMS Pilot Study Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment and Clean Up of Contaminated Land and Groundwater PHASE II FINAL REPORT APPENDIX IV — PROJECT SUMMARIES Number 219, <http://www.epa.gov/tio/download/partner/append-4.pdf>.

Comité européen de normalisation (2001): EN 13211: Air quality - Stationary source emissions - Manual method of determination of the concentration of total mercury.

Comité européen de normalisation (2002a): EN 12457-1 to 4: Characterization of waste - Leaching - Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges.

Comité européen de normalisation (2002b): EN 13656: Characterization of waste - Microwave assisted digestion with hydrofluoric (HF), nitric (HNO₃) and hydrochloric (HCl) acid mixture for subsequent determination of elements in waste.

Comité européen de normalisation (2002c): EN 13657: Characterization of waste - Digestion for subsequent determination of aqua regia soluble portion of elements in waste.

Comité européen de normalisation (2003): EN 13370: Characterization of waste - Analysis of eluates - Determination of Ammonium, AOX, conductivity, Hg, phenol index, TOC, easy liberatable CN-, F-.

Comité européen de normalisation (2004): TS 14405: Characterization of waste - Leaching behaviour test - Up-flow percolation test.

Comité européen de normalisation (2005): EN 14884: Air quality - Stationary source emissions - Determination of total mercury: Automated measuring systems.

Comité européen de normalisation (2006): EN 12920: Characterization of waste - Methodology for the determination of the leaching behaviour of waste under specified conditions.

Comité européen de normalisation (2007): EN 15309: Characterization of waste and soil - Determination of elemental composition by X-ray fluorescence.

Communauté européenne (2001): Directive 2000/76/EC du Parlement européen et du Conseil du 4 décembre 2000 sur l'incinération des déchets, http://www.central2013.eu/fileadmin/user_upload/Downloads/Document_Centre/OP_Resources/Incineration_Directive_2000_76.pdf.

Communauté européenne (2003): Evaluation de sécurité pour l'admission des déchets en stockage souterrain, Annexe A à la Décision du Conseil du 19 décembre 2002 établissant des critères et procédures d'admission des déchets dans des décharges conformément à l'article 16 et à l'Annexe II de la Directive 1999/31/EC: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:011:0027:0049:EN:PDF>.

Damluji, S. F., Tikriti, S. (1972): Mercury Poisoning from Wheat, British Medical Journal, 25, 804.

- Department of Environmental Affairs and Tourism, South African Government (1997): Report of the First Phase. Pretoria, Afrique du Sud.
- Department of Environmental Affairs and Tourism, South African Government (2007): Thor Chemicals, <http://www.environment.gov.za/>.
- Environnement Canada (2002): Cleaning Up Small Mercury Spills, <http://www.ec.gc.ca/MERCURY/EN/cu.cfm>.
- Environmental Management Bureau, Republic of the Philippines (1997): DENR Administrative Order No. 38, Chemical Control Order for Mercury and Mercury Compounds, <http://www.emb.gov.ph/chemicals/DAO%2097-38.pdf>.
- Euro Chlor (2010): EURO CHLOR KEY FACTS ABOUT CHLORINE, <http://eurochlor.clients.cwndesign.co.uk/upload/documents/document566.pdf>.
- FAO (1985): Directives pour l'emballage et le stockage des pesticides, <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/pacstor.doc>.
- Gay, D.D., Cox, R.D., Reinhardt, J.W. (1979): Chewing Releases Mercury from Fillings, *Lancet*, 1, 985-986.
- Galligan, G, Morose, G., Giordani, J. (2003): An Investigation of Alternatives to Mercury Containing Products, Prepared for the Maine Department of Environmental Protection (Lowell Center for Sustainable Production, University of Lowell, MA), <http://www.maine.gov/dep/mercury/lcspfinal.pdf>.
- Glenz, T. G., Brosseau, L.M., Hoffbeck, R.W. (2009): Preventing Mercury Vapor Release from Broken Fluorescent Lamps during Shipping, *J. Air and Waste Management Association*, 59, 266-272.
- GMP (2004): Protocols for Environmental and Health Assessment of Mercury Released by Artisanal and Small -Scale Gold Miners, GEF/UNDP/UNIDO, Vienne, Autriche, http://www.undp.org/gef/documents/iw/practitioner/Protocols_for_Environmental_Health_Assess_of_Mercury-Released%20by-Artisanal-Small-Scale-Gold-Miners-1.pdf.
- GMP (2006): Manual for Training Artisanal and Small-Scale Gold Miners, UNIDO, Vienne, Autriche, www.cetem.gov.br/gmp/Documentos/total_training_manual.pdf.
- GroundWork (2005): Advising and Monitoring the Clean-up and Disposal of Mercury Waste in Kwazulu-Natal, Afrique du Sud, http://www.zeromercury.org/projects/Proposal_EEB_Thor_Chemicals_Final_revised_new_WebVs.pdf.
- Groupe de travail du PACE (2011): Environmentally Sound Management (ESM) Criteria Recommendations.
- Grundfelt, B., Jones, C., Wiborgh, M., Kreusch, J., Appel, D.(2005): Bedeutung des Mehrbarrierenkonzeptes für ein Endlager für radioaktive Abfälle – Abschlussbericht. Kemakta Konsult AB, Bericht, Kemakta AR 2005-28, Stockholm, (rapport en allemand sur l'importance du concept de barrières multiples pour l'élimination définitive des déchets radioactifs). http://www.bfs.de/de/endlager/publika/AG_3_Konzeptgrund_Mehrbarrierenkonzept1.pdf.
- Hagemann, S. (2009): Technologies for the stabilization of elemental mercury and mercury-containing wastes. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS). GRS Report 252.
- Hinton, J., Veiga, M. (2001): Mercury Contaminated Sites: A Review of Remedial Solutions, NIMD Forum 2001 - Mercury Research: Today and Tomorrow, Minamata City, Japon, National Institute for Minamata Disease, Ministère de l'environnement, Japon, 73-84, http://www.facom.uqam.ca/pdf/Minamata_Forum_2001.PDF.
- Hitachi. (2006): Corporate Social Responsibility Report, http://www.hitachi.com/csr/csr_images/csr2006.pdf.
- Honda, S. (2005): Study on the Environmentally Sound Management of Hazardous Wastes and Other Wastes in the Asia, Tsinghua University, Beijing, R.P. Chine, thèse de post-doctorat.
- Honda, S., Sakamoto, M., Sambo, S., Kung, S., Sotheavun, T. (2006): Current Mercury Level in Cambodia - with Issue on Waste Management -, NIMD Forum 2006 II - Current Issues on Mercury Pollution in the Asia-Pacific Region, Minamata City, Japon, NIMD, 91-102, http://www.nimd.go.jp/english/kenkyu/nimd_forum/nimd_forum_2006_II.pdf#page=98.
- Hylander, L.D., Meili, M. (2005): The Rise and Fall of Mercury: Converting a Resource to Refuse after 500 Years of Mining and Pollution, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 35, 1-36.
- IATA (2007): Manuel sur la réglementation des marchandises dangereuses.

ITRC (1998): Technical Guidelines for On-site Thermal Desorption of Solid Media and Low Level Mixed Waste Contaminated with Mercury and/or Hazardous Chlorinated Organics, The Interstate Technology and Regulatory Cooperation Work Group - Low Temperature Thermal Desorption Work Team: 68.

Jang, M., Hong, S. M., Park, J. K. (2005): Characterization and Recovery of Mercury from Spent Fluorescent Lamps, *Waste Management*, 25, 5-14.

Jacobs et Johnson Matthey (2011): Mercury Free VCM Catalyst, presented at VCM Catalyst Workshop, Beijing, September 19, 2011.

Japan Standards Association (1997): JIS K 0222: Analysis Method for Mercury in Flue Gas.

Japan Public Health Association (2001): Preventive Measures against Environmental Mercury Pollution and Its Health Effects, Japan Public Health Association, Tokyo, Japon, <http://www.nimd.go.jp/english/kenkyu/docs/manual.pdf>

Kanai, Y., Endou, H. (2003): Functional Properties of Multispecific Amino Acid Transporters and Their Implications to Transporter-Mediated Toxicity, *the Journal of Toxicological Sciences*, 28, http://www.jstage.jst.go.jp/article/jts/28/1/1/_pdf.

Kerper, L.E., Ballatori, N., Clarkson, T.W. (1992): Methylmercury Transport Across the Blood-Brain Barrier by an Amino Acid Carrier, *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 262, 761-765.

Kobelco Eco-Solutions Co. Ltd. (2001): Système de recyclage des lampes fluorescentes [en japonais], GIHO-Kobelco Eco-Solutions Co., Ltd., 45.

Kuncova, H., Petrlik, J. et Stavkova, M. (2007): Chlorine Production – a Large Source of Mercury Releases (The Czech Republic Case Study), *Arnika - Toxics and Waste Programme*, Prague, http://english.arnika.org/files/documents/Mercury_CZ.pdf.

Lambrecht, B. (1989): Zulus Get Exported Poison - US Mercury Waste Pollutes Drinking Water in S. Africa. *St Louis Post-Dispatch*. 26.

Lowell Center for Sustainable Production (2003): An Investigation of Alternatives to Mercury Containing Products, <http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/Docs/lcspfinal.pdf>.

Lindberg, S.E. et Price, J. L (1999): Airborne Emissions of Mercury from Municipal Landfill Operations: A Short-Term Measurement Study in Florida, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 49, 520-532.

Lindberg, S. E, Wallschläger, D., Prestbob, E. M., Bloomb, N. S., Pricec, J. et Reinhart, D. (2001): Methylated mercury species in municipal waste landfill gas sampled in Florida, *États-Unis, Atmospheric Environment*, 35 (23), 4011-4015.

Maine DEP (2008): Maine Compact Fluorescent Lamp Study, <http://www.maine.gov/dep/rwm/homeowner/cflreport.htm>

Maxson, P. (2010): Personal communication for the update of the UNEP 2005 mercury trade report.

Maxson, P. (2011) Personal communication.

Mattus, C. H. (1999): Measurements of mercury released from amalgams and sulfide compounds. Oak Ridge National Laboratory. ORNL/TM 13728 <https://www.etde.org/etdeweb//servlets/purl/5899-ysqvR6/webviewable/5899.pdf?type=download>.

Minamata City Hall (2000): Minamata Disease - History and Message -. Minamata Disease Museum. Minamata City, Japon.

Ministère de la protection de l'environnement, Chine (2010): Rapport de projet sur la réduction de l'utilisation et des émissions de mercure dans la production de carbure de PVC, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/InterimActivities/Partnerships/ChloralkaliSector/abid/3560/language/en-US/Default.aspx>.

Ministère de l'environnement, Japon (1997): Our Intensive Efforts to Overcome the Tragic History of Minamata Disease.

Ministère de l'environnement, Japon (2002): Minamata Disease - The History and Measures, <http://www.env.go.jp/en/chemi/hs/minamata2002/index.html>.

Ministère de l'environnement, Japon (2007a): Guidebook for Waste Management - Case Study of Promoting 3Rs in Japan -. JICA Seminar on Waste Management in Japan. Yokohama International Center.

Ministère de l'environnement, Japon (2007b): Waste Disposal and Recycling Measures, <http://www.env.go.jp/en/recycle/manage/waste.html>.

Ministère de l'environnement, Japon (2010): Lessons from Minamata Disease and Mercury Management in Japan, http://www.env.go.jp/chemi/tmms/pr-m/mat01/en_full.pdf

MMSD Project (2002): Artisanal and Small-Scale Mining, Documents on Mining and Sustainable Development from United Nations and Other Organisations.

Mottet, N.K., Shaw, C.M., Burbacher, T.M. (1985): Health Risks from Increases in Methylmercury Exposure, *Environmental Health Perspectives*, 63, 133-140, <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1568483>.

NEWMOA (2004): Mercury-Added Product Fact Sheet, http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/FactSheets/factsheet_ranges.cfm.

NIMD (1999): Mission Report – Investigation into Suspected Mercury Contamination at Sihanoukville, Cambodia. NIMD. Minamata City, Japon, http://www.nimd.go.jp/english/kenkyu/nimd_forum/nimd_forum_1999.pdf#page=134

Nomura Kohsan Co. Ltd. (2007): Treatment of Mercury-containing Wastes at Itomuka Plant of Nomurakohsan Co., Ltd. Tokyo, Japon.

OACI (2001): Sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses, Annexe 18 à la Convention sur l'aviation civile internationale.

OCDE (2001a): Responsabilité élargie des producteurs - Manuel à l'intention des pouvoirs publics.

OCDE (2001b): Système de classification harmonisé et intégré des dangers pour la santé humaine et l'environnement des substances chimiques et des mélanges.

OCDE (2004): Recommandation du Conseil sur la gestion écologique des déchets, [http://webdomino1.oecd.org/horizontal/oecdacts.nsf/linkto/C\(2004\)100](http://webdomino1.oecd.org/horizontal/oecdacts.nsf/linkto/C(2004)100).

OCDE (2007): Manuel sur la gestion écologique des déchets, <http://www.oecd.org/dataoecd/23/31/39559085.pdf>.

Ogaki, Y., Yamada, Y., Nomura, M. (2004): Recycling Technology of JFE Group for Recycle Oriented Society [in Japanese], *JFE GIHO*, 6, 37-43, <http://www.jfe-steel.co.jp/research/giho/006/pdf/006-07.pdf>.

Oikawa, K., Saito, H., Kifune, I., Ohshina, T., Fujii, M., Takizawa, Y. (1983): Respiratory Tract Retention of Inhaled Air Pollutants, Report 1: Mercury Absorption by Inhaling Through the Nose and Expiring Through the Mouth at Various Concentrations, *Chemosphere*, 11, 943-951.

Oliveira, R.B., Gomes-Leal, W., do-Nascimento, J.L.M., Picanço-Diniz, C.W. (1998): Methylmercury Intoxication and Histochemical Demonstration of NADPH-Diaphorase Activity in the Striate Cortex of Adult Cats, *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 31, 1157-1161.

OIT (2000): Mercurous Chloride, http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/_icsc09/icsc0984.htm.

OIT (2001): Mercuric Oxide, International Occupational Safety and Health Information Centre, http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/_icsc09/icsc0981.htm.

Ozonoff, D.M. (2006): Methylmercury, http://www.ijc.org/rel/pdf/health_effects_spring2006.pdf.

OMI (2002): Code maritime international des marchandises dangereuses, http://www.imo.org/Safety/mainframe.asp?topic_id=158.

OMS (1972): Série "Additifs alimentaires" n° 4: Evaluation du mercure, du plomb et du cadmium, <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v004je07.htm>.

OMS (1990): Critères d'hygiène de l'environnement 101, Le méthylmercure, <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc101.htm>.

OMS (1991): Critères d'hygiène de l'environnement 118, Le mercure inorganique, <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc118.htm>.

OMS (2003): Mercure élémentaire et composés de mercure organique: aspects relatifs à la santé humaine, <http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad50.pdf>.

OMS (2006): Directives de qualité pour l'eau de boisson, troisième édition, http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/.

Panasonic (2009): Akari Ansin Service, <http://panasonic-electric-works.net/csr/environment/communication/event2009/panel/a14.html>.

Parker, J. L., Bloom, N.S. (2005): Preservation and storage techniques for low-level mercury speciation, *Science of the Total Environment*, 337, 253-263.

PNUE (1995): Model National Legislation on the Management of Hazardous Wastes and Other Wastes as well as on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Other Wastes and their Disposal, <http://www.basel.int/pub/modlegis.pdf>.

PNUE (2002): Evaluation mondiale du mercure, PNUE, Genève, Suisse, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/LinkClick.aspx?fileticket=Kpl4mFj7AJU%3d&tabid=3593&language=en-US>

PNUE (2005): Outil d'identification et de quantification des rejets d mercure, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/MercuryPublications/GuidanceTrainingMaterialToolkits/MercuryToolkit/tabid/4566/language/en-US/Default.aspx>.

PNUE (2006a): Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques, http://www.chem.unep.ch/saicm/saicm%20texts/SAICM_publication_ENG.pdf.

PNUE (2006b): Guide pour la réduction des principales utilisations et des rejets de mercure, <http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector%20Guide%202006.pdf>.

PNUE (2006c): Résumé des informations sur l'offre, le commerce et la demande de mercure, Genève, Suisse, <http://www.chem.unep.ch/mercury/HgSupplyTradeDemandJM.pdf>.

PNUE (2008a): Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transport, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/LinkClick.aspx?fileticket=Y0PHPmrXSuc%3d&tabid=3593&language=en-US>.

PNUE (2008b): Rapport sur les principaux produits et procédés utilisant du mercure, les substituts disponibles et le processus de transition vers l'usage de produits et procédés sans mercure, [http://www.chem.unep.ch/mercury/OEWG2/documents/g7\)/English/OEWG_2_7.doc](http://www.chem.unep.ch/mercury/OEWG2/documents/g7)/English/OEWG_2_7.doc).

PNUE (2008c): Summary Report on UNEP Mercury Inventory Activities, [http://www.chem.unep.ch/mercury/OEWG2/documents/y25_14\)/English/OEWG_2_INF14.doc](http://www.chem.unep.ch/mercury/OEWG2/documents/y25_14)/English/OEWG_2_INF14.doc).

PNUE (2008d): Documentation de sensibilisation, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/MercuryPublications/ReportsPublications/AwarenessRaisingPackage/tabid/4022/language/en-US/Default.aspx>.

PNUE (2010a): Outil d'identification et de quantification des rejets de mercure, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/MercuryPublications/GuidanceTrainingMaterialToolkits/MercuryToolkit/tabid/4566/language/en-US/Default.aspx>.

PNUE (2010b): Rapport du Forum mondial sur l'extraction artisanale et à petite échelle de l'or, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/GlobalForumonASGM/tabid/6005/Default.aspx>.

PNUE (2010c): Etude sur les sources et émissions de mercure et analyse du coût et de l'efficacité des mesures de contrôle "Etude demandée au PNUE au titre du paragraphe 29" (PNUE(DTIE)/Hg/INC.2/4), <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/Negotiations/INC2/INC2MeetingDocuments/tabid/3484/language/en-US/Default.aspx>.

PNUE (2011): Partenariat mondial sur le mercure, Rapports et publications, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/PrioritiesforAction/ArtisanalandSmallScaleGoldMining/Reports/tabid/4489/language/en-US/Default.aspx>.

PNUE et OMS (2008): Identification des populations à risque, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/MercuryPublications/GuidanceTrainingmaterialToolkits/GuidanceforIdentifyingPopulationsatRisk/tabid/3616/language/en-US/Default.aspx>.

PNUE Partenariat mondial sur le mercure – Réduction du mercure dans le secteur de la production de chlore alcali (2010): Rapport de projet sur la réduction de l'utilisation et des émissions de mercure dans la production de carbure de PVC, <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/InterimActivities/Partnerships/ChloralkaliSector/tabid/3560/language/en-US/Default.aspx>.

PNUE et SETAC (2009): Gestion du cycle de vie, <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1208xPA-LifeCycleApproach-Howbusinessusesit.pdf>.

Richardson, G.M., Allan, M. (1996): A Monte Carlo Assessment of Mercury Exposure and Risks from Dental Amalgam, *Human and Ecological Risk Assessment*, 2, 709-761.

- Richardson, G.M. (2003): Inhalation of Mercury-Contaminated Particulate Matter by Dentists: An Overlooked Occupational Risk, *Human and Ecological Risk Assessment*, 9, 1519-1531.
- Sakamoto, M., Kubota, M., Liu, X., Murata, K., Nakai, K., Satoh, H. (2004): Maternal and Fetal Mercury and n-3 Polyunsaturated Fatty Acid as a Risk and Benefit of Fish Consumption to Fetus, *Environmental Science and Technology*, 38, 3860-3863.
- Sakamoto, M., Murata, K., Nakai, K., Satoh, H. (2005): Difference in Methylmercury Exposure to Fetus and Breast-Feeding Offspring, *Korean Journal of Environmental Health*, 31, 179-186.
- Sanborn, J.R., Brodberg, R.K. (2006): Evaluation of Bioaccumulation Factors and Translators for Methylmercury, http://www.oehha.ca.gov/fish/special_reports/pdf/BAF020907.pdf.
- SBC (1992): Convention de Bâle sur le contrôle de mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination, <http://www.basel.int/text/17Jun2010-conv-e.doc>.
- SBC (1994): Guidance Document on the Preparation of Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Subject to the Basel Convention, <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/framework.doc>.
- SBC (1995a): Manuel de mise en œuvre de la Convention de Bâle, <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/manual.doc>.
- SBC (1995b): Directives techniques de la Convention de Bâle sur les décharges spécialement aménagées (D5), <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-d5.pdf>.
- SBC (1998): Guide to the Control System, <http://www.basel.int/pub/instruct.doc>.
- SBC (1999): Rapport de la cinquième Réunion de la Conférence des Parties à la Convention de Bâle, <http://www.basel.int/meetings/cop/cop5/cop5reportfinal.pdf>.
- SBC (2000): Guide méthodologique pour la mise en place d'inventaires des déchets dangereux dans le cadre de la Convention de Bâle, <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/techdocs.html>.
- SBC (2006): Directives techniques générales actualisées pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances, <http://www.basel.int/pub/techguid/tg-POPs.doc>.
- Spiegel, S., Veiga, M. (2006): Interventions to Reduce Mercury Pollution in Artisanal Gold Mining Sites - lessons from the UNDP/GEF/UNIDO Global Mercury Project, NIMD Forum 2006 II, Minamata City, Ministère de l'environnement, Japon, 1-18, http://www.nimd.go.jp/english/kenkyu/nimd_forum/nimd_forum_2006_II.pdf#page=8.
- Steffen, A., Douglas, T., Amyot, M., Ariya, P., Aspo, K., Berg, T., Bottenheim, J., Brooks, S., Cobbett, F., Dastoor, A., Dommergue, A., Ebinghaus, R., Ferrari, D., Gardfeldt, K., Goodsite, M E., Lean, D., Poulain, A., Scherz, C., Skov, H., Sommar, J., Temme, C. (2007): A Synthesis of Atmospheric Mercury Depletion Event Chemistry Linking Atmosphere, Snow and Water, *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 7, 10837-10931.
- Tajima, S. (1970): Etudes sur la formation de composés de méthylmercure [en japonais], *Kumamoto Igakkai Zasshi*, 44, 873-886.
- Takahashi, Nakamura, Mizoiri, Shoji. (2004): Comportement du mercure dans la décharge de Chuo Bohatei Sotogawa [en japonais], *Annual Report of the Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection 2004*, 165-171.
- Tanel, B., Reyes-Osorno, B., Tansel, I.N. (1998): Comparative Analysis of Fluorescent Lamp Recycling and Disposal Options, *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 25, 82-88.
- The Office of Technology Assessment (1983): Case Examples of Process Modification - Appendix 5A. In: *Technologies and Management Strategies for Hazardous Waste Control*. The Office of Technology Assessment. Darby, États-Unis, Diane Publishing. 213-217.
- The School of Natural Resources and Environment, University of Michigan (2000): Environmental Justice Case Study - Thor Chemicals and Mercury Exposure in Cato-Ridge, Kwazulu-Natal, Afrique du Sud, <http://www.umich.edu/~snre492/Jones/thorchem.htm>.
- The Zero Mercury Working Group, Mercury Policy Project, Global Alliance for Incinerator Alternatives, Ban Toxics! (2009): Mercury Rising: Reducing Global Emissions from Burning Mercury-Added Products, http://www.zeromercury.org/International_developments/FINAL_MercuryRising_Feb2009.pdf.
- US Department of Energy (2009): US Department of Energy Interim Guidance on Packaging, Transportation, Receipt, Management, and Long-Term Storage of Elemental Mercury,

[http://www.mercurystorageeis.com/Elementalmercurystorage%20Interim%20Guidance%20\(dated%202009-11-13\).pdf](http://www.mercurystorageeis.com/Elementalmercurystorage%20Interim%20Guidance%20(dated%202009-11-13).pdf).

US Department of Transportation, Transport Canada and the Secretariat of Communications and Transportation of Mexico (SCT) (2008): Emergency Response Guidebook, <http://www.phmsa.dot.gov/hazmat/library/erg>.

US EPA (1992): US EPA Method 1311: TCLP, Toxicity Characteristic Leaching Procedure.

US EPA (1994): US EPA Method 7470 A: Mercury in Liquid Waste (Manual Cold-Vapor Technique).

US EPA (1996): US EPA Method 0060: Determination of Metals in Stack Emissions.

US EPA (1997a): Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Mercury and Mercury Compounds, <http://www.epa.gov/ttn/chiefl/le/mercury.pdf>.

US EPA (1997b): Sensitive Environments and the Siting of Hazardous Waste Management Facilities, <http://www.epa.gov/osw/hazard/tsd/permit/site/sites.pdf>.

US EPA (2000): Section 2 - Treatment and Disposal Options, Proceedings and Summary Report - Workshop on Mercury in Products, Processes, Waste and the Environment: Eliminating, Reducing and Managing Risks from Non-Combustion Sources, <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r00014/625r00014.pdf>.

US EPA (2001a): Mercury Response Guidebook (for Emergency Responders), <http://www.epa.gov/mercury/spills/index.htm>.

US EPA (2007a): Mercury Treatment Technologies, http://www.clu-in.org/contaminantfocus/default.focus/sec/Mercury/cat/Treatment_Technologies.

US EPA (2007b): Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste and Water, <http://www.epa.gov/tio/download/remed/542r07003.pdf>.

US EPA (2007c): Spills, Disposal and Site Clean-up, <http://www.epa.gov/mercury/spills/index.htm>.

US EPA (2007d): US EPA Method 7471B: Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique).

US EPA (2007e): US EPA Method 7473: Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation, and Atomic Absorption Spectrophotometry.

US EPA (2008): Manual for the Construction of a Mercury Collection System for Use in Gold Shops, <http://www.epa.gov/oia/toxics/asgm.html>.

Wood, J.M. (1974): Biological Cycles for Toxic Elements in the Environment, *Science*, 15, 1043-1048.

Yanase R., Hirato, O., Matsufuji, Y. (2009): Behaviour of Mercury from Used Batteries in Landfills over 20 Years, *Journal of the Japan Society of Material Cycles and Waste Management*, 20 (1), 12-23.
