



CONVENTION DE BALE

Distr. : générale
20 juillet 2015

Français
Original : anglais

**Conférence des Parties à la Convention de Bâle
sur le contrôle des mouvements transfrontières
de déchets dangereux et de leur élimination**

Douzième réunion

Genève, 4-15 mai 2015

Point 4 b) i) de l'ordre du jour

**Questions relatives à l'application de la Convention :
questions scientifiques et techniques : directives
techniques**

Directives techniques

**Directives techniques sur la gestion écologiquement rationnelle des déchets
constitués de mercure ou de composés du mercure, en contenant ou contaminés
par ces substances**

Note du Secrétariat

Lors de sa douzième réunion, la Conférence des Parties à la Convention de Bâle a adopté par sa décision BC-12/4, les directives techniques sur la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de mercure ou de composés du mercure, en contenant ou contaminés par ces substances, sur la base du projet de directives techniques présenté dans le document UNEP/CHW.12/5/Add.8. Les directives techniques susmentionnées ont été préparées par le gouvernement japonais, en consultation avec le petit groupe de travail intersessions sur l'élaboration de directives techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets de mercure. Ces directives techniques ont été à nouveau révisées compte tenu des observations reçues des Parties et autres intéressés au 21 mars 2015 (voir document UNEP/CHW.12/INF/8). Le texte de la version finale des directives techniques, tel qu'il a été adopté, est présenté en annexe à la présente note.

Annexe

Directives techniques sur la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de mercure ou de composés du mercure, en contenant ou contaminés par ces substances

Version finale révisée (15 mai 2015)

Table des matières

Abréviations et acronymes	5
Unités de mesure.....	6
I. Introduction.....	7
A. Champ d'application	7
B. Considérations générales sur le mercure	8
II. Dispositions pertinentes de la Convention de Bâle et organes et instruments internationaux	9
A. Convention de Bâle	9
1. Dispositions générales	9
2. Dispositions relatives au mercure	9
B. Organes et instruments internationaux	11
1. Convention de Minamata sur le mercure	11
2. Partenariat mondial sur le mercure du PNUE.....	14
3. Convention de Rotterdam.....	14
4. Protocole relatif aux métaux lourds	15
5. Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques	15
III. Orientations en matière de gestion écologiquement rationnelle	15
A. Considérations générales.....	15
1. Convention de Bâle	15
2. Organisation de coopération et de développement économiques.....	16
3. Gestion du cycle de vie du mercure	16
B. Cadre législatif et réglementaire	17
1. Enregistrement des producteurs de déchets	18
2. Réduction et suppression progressive du mercure dans les produits et procédés industriels	18
3. Prescriptions applicables aux mouvements transfrontières	19
4. Agrément et inspection des installations d'élimination des déchets	20
C. Identification et inventaires.....	21
1. Identification des sources de déchets de mercure	21
2. Inventaires	26
D. Échantillonnage, analyse et surveillance	27
1. Échantillonnage	27
2. Analyse	29
3. Surveillance	29
E. Prévention et réduction au minimum des déchets	30
1. Prévention et réduction au minimum des déchets pour les procédés industriels	31
2. Prévention et réduction au minimum des déchets pour les produits contenant du mercure ajouté.....	33
3. Responsabilité élargie des producteurs	35
F. Manipulation, séparation, collecte, emballage, étiquetage, transport et stockage.....	35
1. Manipulation	36
2. Séparation	36
3. Collecte	38
4. Emballage et étiquetage.....	40
5. Transport	41
6. Stockage	41
G. Élimination écologiquement rationnelle.....	43
1. Opérations de récupération.....	44
2. Opérations ne permettant pas la récupération de mercure ou composés du mercure.....	50

H.	Réduction des rejets de mercure provenant du traitement thermique et de la mise en décharge des déchets	59
1.	Réduction des rejets de mercure provenant du traitement thermique des déchets	59
2.	Réduction des rejets de mercure provenant de décharges	61
I.	Assainissement des sites contaminés.....	61
1.	Identification des sites contaminés et mesures d'intervention d'urgence	61
2.	Assainissement écologiquement rationnel	62
J.	Santé et sécurité.....	63
K.	Interventions d'urgence.....	64
1.	Plan d'intervention d'urgence	64
2.	Considération particulière pour le rejet accidentel de mercure ou composés du mercure	65
L.	Sensibilisation et participation.....	66
Annex: Bibliography		69

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 pour l'Europe de l'Organisation des Nations Unies
CEN	Comité européen de normalisation
CETEM	Centre de technologie minérale (Brésil)
CH ₃ Hg ⁺ ou MeHg ⁺	méthylmercure
Cl	chlore
COT	carbone organique total
CVM	chlorure de vinyle monomère
DEEE	déchets d'équipements électriques et électroniques
EN	Norme européenne
EPA	Agence de protection de l'environnement des États-Unis
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FEM	Fonds pour l'environnement mondial
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
HNO ₃	acide nitrique
IATA	Association internationale du transport aérien
IIED	Institut international pour l'environnement et le développement
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 japonais de substances spécifiques (Norme japonaise JIS C0950, intitulée « Marquage de la présence de substances chimiques spécifiques dans les équipements électriques et électroniques »)
JIS	Normes industrielles japonaises
JLT	Test japonais standard de lixiviation
JSA	Japanese Standards Association (Association japonaise de normalisation)
LCD	affichage à cristaux liquides
LED	diode électroluminescente
LFC	Lampe fluorescente compacte
MMSD	Mines, minerais et développement durable (projet IIED/WBCSD)
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 économiques
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	polybromobiphényles
PBDE	polybromodiphényléthers
PCB	biphényles polychlorés
PNM	plan national de mise en œuvre
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
POP	polluants organiques persistants
PRTR	pollutant release and transfer register (registre des rejets et transferts de polluants)
PVC	polychlorure de vinyle ou chlorure de polyvinyle
REP	responsabilité élargie du producteur
RoHS	limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques
SAICM	Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques
SETAC	Société de Toxicologie et Chimie de l'Environnement
SGE	système de gestion de l'environnement
SO ₂	dioxyde de soufre
S/S	stabilisation et/ou solidification
TCLP	procédure de lixiviation pour la détermination des caractéristiques de toxicité
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development (Conseil économique mondial pour le développement durable)

Unités de mesure

µg	microgramme
mg	milligramme
g	gramme
kg	kilogramme
mg/kg	milligramme(s) par kilogramme. Correspond à parties par million (ppm) en masse
l	litre
m ³	mètre cube
cm ³	centimètre cube
°C	degré Celsius

I. Introduction

A. Champ d'application

1. Les présentes directives fournissent des orientations sur la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de mercure¹ ou de composés du mercure², en contenant ou contaminés par ces substances, ci-après dénommés « déchets de mercure », conformément aux décisions VIII/33, IX/15 BC-10/7, BC-11/5 et BC-12/4 de la Conférence des Parties à la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination et aux décisions VII/7 et OEWG-9/4 du Groupe de travail à composition non limitée de la Convention de Bâle. Le présent document annule et remplace les *Directives techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de mercure élémentaire et des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance* de la Convention de Bâle, adoptées par la Conférence des Parties à sa dixième réunion.

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 de mercure³ suivants sont visés par les présentes directives (voir le tableau 3 pour des exemples supplémentaires) :

A : Déchets constitués de mercure ou de composés du mercure (par exemple mercure excédentaire provenant de la mise hors service d'usines de chlore-alcali, mercure récupéré dans des déchets contenant du mercure ou des composés du mercure ou contaminés par de telles substances et stocks excédentaires de mercure ou de composés du mercure désignés comme déchets) ;

B : Déchets contenant du mercure ou des composés du mercure ;

B1 : Déchets de produits contenant du mercure ajouté⁴, dont le mercure peut aisément s'échapper dans l'environnement, notamment lorsqu'ils sont cassés (par exemple thermomètres à mercure, lampes fluorescentes) ;

B2 : Déchets de produits contenant du mercure ajouté, autres que ceux énumérés en B1 (par exemple piles) ;

B3 : Déchets contenant du mercure ou des composés du mercure provenant du traitement des déchets de mercure énumérés en A, B1, B2 ou C ;

C : Déchets contaminés par du mercure ou des composés du mercure (par exemple résidus provenant de procédés d'extraction minière, de procédés industriels ou du traitement des déchets).

3. Les présentes directives concernent principalement les déchets de mercure classés dans la catégorie des déchets dangereux.

¹ Par « mercure », on entend le mercure élémentaire (Hg(0), n° CAS : 7439-97-6) (voir l'alinéa d) de l'article 2 de la Convention de Minamata sur le mercure (ci-après dénommée « Convention de Minamata »).

² Par « composé du mercure », on entend toute substance composée d'atomes de mercure et d'un ou de plusieurs atomes d'autres éléments chimiques qui ne peut être séparée en ses différents composants que par réaction chimique (voir l'alinéa e) de l'article 2 de la Convention de Minamata.

³ En vertu du paragraphe 2 de l'article 11 de la Convention de Minamata, seuls les déchets constitués de mercure ou de composés du mercure, en contenant ou contaminés par ces substances en quantités supérieures aux seuils pertinents définis par la Conférence des Parties à la Convention sont définis comme des déchets de mercure. Cette définition exclut les morts-terrains, les déchets de rocs et les résidus provenant de l'extraction minière, à l'exception de l'extraction minière primaire de mercure, à moins qu'ils ne contiennent du mercure ou des composés du mercure en quantité supérieure aux seuils définis par la Conférence des Parties.

⁴ Par « produit contenant du mercure ajouté », on entend un produit ou composant d'un produit qui contient du mercure ou un composé du mercure ajouté intentionnellement (voir l'alinéa f) de l'article 2 de la Convention de Minamata).

B. Considérations générales sur le mercure⁵

4. Le mercure est ou a été largement utilisé dans des produits tels que les instruments de mesure (baromètres, hygromètres, manomètres, thermomètres, sphymomanomètres), interrupteurs et relais, lampes fluorescentes, piles, cosmétiques, pesticides, biocides, antiseptiques locaux, amalgames dentaires, ainsi que dans des procédés de fabrication tels que ceux concernant la production de chlore-alkali, d'acétaldéhydes, de chlorure de vinyle monomères (CVM), de méthylates ou d'éthylates de sodium ou de potassium, de polyuréthane et de produits contenant du mercure ajouté.

5. Le mercure peut par ailleurs être un sous-produit du raffinage de certaines matières premières et de procédés de fabrication, tels que le raffinage du pétrole et du gaz et la production de métaux non ferreux. Il est reconnu être un polluant planétaire dangereux⁶. Les émissions et rejets de mercure peuvent être issus d'activités humaines (c'est-à-dire qu'ils peuvent être d'origine anthropique) ou provenir de sources naturelles telles que les éruptions volcaniques et les feux de forêts. Une fois émis ou rejeté dans l'environnement, le mercure subsiste dans l'atmosphère (sous forme de vapeur de mercure), les sols (sous forme de mercure ionique) et les masses d'eau (méthylmercure (MeHg⁺ ou CH₃Hg⁺)). Une partie du mercure qui est rejeté et émis dans l'environnement aboutit dans la chaîne alimentaire, principalement en raison de la bioamplification du mercure biodisponible.

6. La manipulation, la collecte, le transport ou l'élimination inappropriés des déchets de mercure, de même que le recours à certaines techniques d'élimination, peuvent entraîner des émissions ou rejets de mercure.

7. Le rejet d'eaux usées contenant du mercure dans la baie de Minamata (Japon) entre 1932 et 1968 (Ministère japonais de l'environnement, 2002), le déversement illicite de déchets contaminés par du mercure au Cambodge en 1998 (Honda *et al.*, 2006 ; NIMD, 1999) et l'affaire impliquant Thor Chemicals en Afrique du Sud (Lambrecht, 1989) ne sont que quelques exemples parmi d'autres de cas où les déchets contenant du mercure ou des composés du mercure ou contaminés par ces substances n'ont pas été gérés de manière écologiquement rationnelle.

8. Les dispositions de la Convention de Minamata sur le mercure (ci-après dénommée « Convention de Minamata ») visent 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 excédent 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, tels que les lampes fluorescentes, utilisées pour remplacer les lampes à incandescence dans le cadre d'une stratégie visant à progresser vers des sociétés sobres en carbone, et les lampes de rétro-éclairage des affichages à cristaux liquides (LCD) qui contiennent du mercure ajouté. La gestion écologiquement rationnelle, en particulier des déchets de mercure, sera une question d'importance cruciale pour la plupart des pays.

⁵ De plus amples informations sur le mercure, y compris sur ses propriétés chimiques, ses sources, son comportement dans l'environnement et ses effets sur la santé humaine, ainsi que les risques posés par le mercure et la pollution qu'il cause sont disponibles dans les sources suivantes (voir la bibliographie ci-après pour les références complètes) :

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

⁶ Le préambule de la Convention de Minamata sur le mercure reconnaît que le mercure est une substance chimique préoccupante à l'échelle mondiale vu sa propagation atmosphérique à longue distance, sa persistance dans l'environnement dès lors qu'il a été introduit par l'homme, son potentiel de bioaccumulation dans les écosystèmes et ses effets néfastes importants sur la santé humaine et l'environnement.

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

A. Convention de Bâle

1. Dispositions générales

9. 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.

10. Dans le paragraphe 4 de l'article 2, la Convention définit l'élimination comme « toute opération prévue à l'Annexe IV » de la Convention. L'annexe en question répartit les opérations en deux catégories : celles 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).

11. 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. L'alinéa a) du paragraphe 1 a) énonce : « 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. » L'alinéa b) du paragraphe 1 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. »

12. Les alinéas a) – e) et g) du paragraphe 2 de l'article 4 contiennent des dispositions essentielles concernant la gestion écologiquement rationnelle, la réduction des déchets à un minimum, la réduction des mouvements transfrontières et les méthodes d'élimination qui visent à atténuer 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 ; »
- « g) 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

13. L'article 1 (« Champ d'application de la Convention ») définit les types de déchets qui sont visés par la Convention de Bâle. L'alinéa a) du paragraphe 1 présente un processus en 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 de la Convention (« Catégories de déchets à contrôler »), et deuxièmement, il doit posséder au moins une des caractéristiques indiquées à l'Annexe III de la Convention (« Liste des caractéristiques de danger »).

14. 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) » ou 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 ont été rédigés au titre de la Convention pour certaines caractéristiques de danger de l'Annexe III.

15. La liste A de l'Annexe VIII 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 cette Annexe n'exclut pas le recours à l'Annexe III [caractéristiques de danger] pour démontrer que ledit déchet n'est pas dangereux » (Annexe I, paragraphe b)). La liste B de l'Annexe IX comprend 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 ».

16. 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 de Bâle.

17. Les déchets de mercure inscrits aux Annexes I et VIII de la Convention sont récapitulés dans le Tableau 1 ci-après.

Tableau 1 : Déchets de mercure inscrits aux Annexes I et VIII de la Convention de Bâle (soulignement ajouté)

Rubriques faisant référence directe au mercure	
Y29	Déchets ayant comme constituants : <i>Mercure ; composés de mercure</i>
A1010	Déchets de métaux et déchets constitués d'alliages d'un ou plusieurs des métaux suivants ... - <i>Mercure</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>Mercure ; composés de mercure</i> ...
A1180	Assemblages électriques et électroniques usagés ou sous forme de débris ⁷ contenant des éléments tels que les accumulateurs et autres piles figurant sur la liste A, <i>les interrupteurs à mercure</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 mercure</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) ⁸
Autres rubriques concernant des déchets qui peuvent contenir ou être contaminés par du mercure	
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

⁷ Cette rubrique n'inclut pas les déchets agglomérés provenant de la production d'énergie électrique.

⁸ Concentration de PCB égale ou supérieure à 50 mg/kg.

	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
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)
A4100	Déchets provenant des installations industrielles antipollution d'épuration des rejets gazeux industriels, à l'exception de ceux qui figurent sur la liste B
A4140	Déchets consistant en, ou contenant des produits chimiques non conformes aux spécifications ou périmés ⁹ , appartenant aux catégories de l'annexe I et ayant les caractéristiques de danger figurant à l'annexe III
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. Convention de Minamata sur le mercure

18. L'objectif de la Convention de Minamata adoptée le 10 octobre 2013 est de protéger la santé humaine et l'environnement contre les émissions et rejets anthropiques de mercure et de composés du mercure. Pour réaliser cet objectif, la Convention de Minamata entend :

- a) réduire l'offre de mercure et contrôler le commerce international de cette substance ;
- b) réduire la demande de mercure pour les produits, les procédés de fabrication et l'extraction artisanale et à petite échelle d'or ;
- c) réduire les émissions et rejets de mercure dans l'atmosphère, les sols et les eaux ;
- d) assurer le stockage provisoire écologiquement rationnel du mercure et des composés du mercure ;
- e) assurer la gestion écologiquement rationnelle des déchets de mercure et la remise en état des sites contaminés ;
- f) encourager le renforcement des capacités, l'assistance technique et le transfert de technologie, notamment par le biais d'arrangements financiers et autres.

19. L'article 11 de la Convention de Minamata (« Déchets de mercure ») énonce les dispositions suivantes, en ce qui concerne les déchets de mercure :

1. Les définitions pertinentes de la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination s'appliquent aux déchets visés par la Convention. Les Parties à la présente Convention qui ne sont pas Parties à la Convention de Bâle utilisent ces définitions comme des orientations applicables aux déchets visés par la présente Convention.
2. Aux fins de la présente Convention, par « déchets de mercure », on entend les substances ou objets :
 - a) Constitués de mercure ou de composés du mercure ;
 - b) Contenant du mercure ou des composés du mercure ; ou
 - c) Contaminés par du mercure ou des composés du mercure,

⁹ Ils sont dits « périmés » pour n'avoir pas été utilisés dans les délais recommandés par le fabricant.

en quantité supérieure aux seuils pertinents définis par la Conférence des Parties, en collaboration avec les organes compétents de la Convention de Bâle, de manière harmonisée, qu'on élimine, qu'on a l'intention d'éliminer ou qu'on est tenu d'éliminer en vertu des dispositions du droit national ou de la présente Convention. La présente définition exclut les morts-terrains, les déchets de rocs et les résidus provenant de l'extraction minière, à l'exception de l'extraction minière primaire de mercure, à moins qu'ils ne contiennent du mercure ou des composés du mercure en quantité supérieure aux seuils définis par la Conférence des Parties.

3. Chaque Partie prend des mesures appropriées pour que les déchets de mercure :

- a) Fassent l'objet d'une gestion écologiquement rationnelle, en tenant compte des directives élaborées au titre de la Convention de Bâle et conformément aux exigences que la Conférence des Parties adopte dans une annexe supplémentaire, conformément à l'article 27. En élaborant ces exigences, la Conférence des Parties prend en compte les réglementations et programmes des Parties en matière de gestion des déchets ;
- b) Ne soient récupérés, recyclés, régénérés ou réutilisés directement qu'en vue d'une utilisation permise à une Partie en vertu de la Convention ou d'une élimination écologiquement rationnelle conformément à l'alinéa a) du paragraphe 3 ;
- c) Pour les Parties à la Convention de Bâle, ne soient pas transportés par-delà les frontières internationales, sauf à des fins d'élimination écologiquement rationnelle conformément aux dispositions du présent article et de la Convention de Bâle. Dans le cas des transports par-delà les frontières internationales auxquels la Convention de Bâle ne s'applique pas, une Partie n'autorise un tel transport qu'après avoir tenu compte des règles, normes et directives internationales pertinentes.

4. La Conférence des Parties s'attache à coopérer étroitement avec les organes compétents de la Convention de Bâle pour examiner et actualiser, selon qu'il convient, les directives visées à l'alinéa a) du paragraphe 3.

5. Les Parties sont encouragées à coopérer entre elles et avec les organisations intergouvernementales compétentes et d'autres entités, s'il y a lieu, pour développer et maintenir les capacités mondiales, régionales et nationales en vue de la gestion écologiquement rationnelle des déchets de mercure.

20. Les paragraphes 21 à 27 ci-après présentent d'autres dispositions de la Convention de Minamata intéressant les déchets de mercure.

21. L'alinéa b) du paragraphe 5 de l'article 3 de la Convention de Minamata stipule que chaque Partie « prend des mesures pour faire en sorte, si cette Partie établit l'existence de mercure excédentaire provenant de la mise hors service d'usines de chlore-alcali, que celui-ci soit éliminé conformément aux directives sur la gestion écologiquement rationnelle mentionnées à l'alinéa a) du paragraphe 3 de l'article 11, par des opérations qui ne débouchent pas sur la récupération, le recyclage, la régénération, la réutilisation directe ou toute autre utilisation ».

22. Le paragraphe 1 de l'article 4 de la Convention prévoit que « chaque Partie fait en sorte, en prenant des mesures appropriées, qu'aucun des produits contenant du mercure ajouté figurant dans la première partie de l'Annexe A ne soit fabriqué, importé ou exporté après la date d'abandon définitif fixée pour ces produits, sauf en cas d'exclusion spécifiée à l'Annexe A ou en vertu d'une dérogation enregistrée pour une Partie conformément à l'article 6 ». La première partie de l'Annexe A prévoit que d'ici à 2020 la production, l'importation ou l'exportation des produits contenant du mercure ajouté soumis au paragraphe 1 de l'article 4 ne sera plus autorisée (date d'abandon définitif). Ces produits sont énumérés dans le tableau 2 ci-dessous. Les produits ci-après sont exclus de l'Annexe A :

- a) Produits essentiels à des fins militaires et de protection civile ;
- b) Produits utilisés pour la recherche, pour l'étalonnage d'instruments, comme étalon de référence ;
- c) Lorsqu'aucune solution de remplacement faisable sans mercure n'est disponible, commutateurs et relais, lampes fluorescentes à cathode froide et lampes fluorescentes à électrodes externes pour affichages électroniques et appareils de mesure ;
- d) Produits utilisés dans des pratiques traditionnelles ou religieuses ; et
- e) Vaccins contenant du thimérosal comme conservateur. »

Tableau 2 : Produits contenant du mercure ajouté énumérés dans la première partie de l'Annexe A (« Produits soumis au paragraphe 1 de l'article 4 ») de la Convention de Minamata

Piles, à l'exception des piles boutons zinc-oxyde d'argent et zinc-air à teneur en mercure < 2 %.
Commutateurs et relais, à l'exception des ponts de mesure de capacité et de perte à très haute précision et des commutateurs et relais radio haute fréquence pour instruments de surveillance et de contrôle possédant une teneur maximale en mercure de 20 mg par pont, commutateur ou relais.
Lampes fluorescentes compactes d'éclairage ordinaire de puissance ≤ 30 W à teneur en mercure supérieure à 5 mg par bec de lampe.
<p>Tubes fluorescents linéaires d'éclairage ordinaire :</p> <p>a) au phosphore à trois bandes de puissance < 60 W à teneur en mercure supérieure à 5 mg par lampe ;</p> <p>b) au phosphore d'halophosphate de puissance ≤ 40 W à teneur en mercure supérieure à 10 mg par lampe.</p>
Lampes d'éclairage ordinaire à vapeur de mercure sous haute pression.
<p>Mercure contenu dans les lampes fluorescentes à cathode froide et à électrodes externes pour affichages électroniques :</p> <p>a) de faible longueur (≤ 500 mm) à teneur en mercure supérieure à 3,5 mg par lampe ;</p> <p>b) de longueur moyenne (> 500 mm et ≤ 1 500 mm) à teneur en mercure supérieure à 5 mg par lampe ;</p> <p>c) de grande longueur (> 1 500 mm) à teneur en mercure supérieure à 13 mg par lampe.</p>
Cosmétiques (à teneur en mercure supérieure à 1 ppm), y compris les savons et crèmes de blanchissement de la peau, mais à l'exclusion des cosmétiques pour la zone oculaire dans lesquels le mercure est utilisé comme agent de conservation pour lequel aucun substitut efficace et sans danger n'est disponible ^{1/} .
Pesticides, biocides et antiseptiques locaux.
<p>Les instruments de mesure non électroniques ci-après, à l'exception de ceux incorporés dans des équipements de grande taille ou utilisés pour des mesures à haute précision, lorsqu'aucune solution de remplacement convenable sans mercure n'est disponible :</p> <p>a) baromètres ;</p> <p>b) hygromètres ;</p> <p>c) manomètres ;</p> <p>d) thermomètres ;</p> <p>e) sphymomanomètres.</p>

^{1/} Les cosmétiques, savons et crèmes qui contiennent du mercure sous forme de contaminant à l'état de traces ne sont pas visés.

23. Le paragraphe 3 de l'article 4 de la Convention de Minamata prévoit que « chaque Partie prend des mesures à l'égard des produits contenant du mercure ajouté inscrits dans la deuxième partie de l'Annexe A, conformément aux dispositions de cette Annexe ». Ladite deuxième partie de l'Annexe A stipule que « les mesures qu'une Partie doit prendre pour éliminer progressivement l'utilisation d'amalgames dentaires doivent tenir compte de sa situation nationale et des orientations internationales pertinentes et comprendre deux ou plusieurs des mesures » indiquées dans cette partie de l'annexe.

24. Le paragraphe 2 de l'article 5 de la Convention de Minamata prévoit que « chaque Partie fait en sorte, en prenant des mesures appropriées, qu'aucun mercure ou composé du mercure ne soit utilisé dans les procédés de fabrication inscrits dans la première partie de l'Annexe B après la date d'abandon définitif spécifiée dans cette annexe pour chaque procédé, sauf en vertu d'une dérogation enregistrée conformément à l'article 6 ». Dans la première partie de l'Annexe B figurent la production de chlore-alcali et la production d'acétaldéhyde dans laquelle du mercure ou des composés de mercure sont utilisés comme catalyseurs. En outre, le paragraphe 3 de ce même article prévoit que « chaque Partie prend des mesures pour limiter l'utilisation de mercure ou de composés du mercure dans les procédés énumérés dans la deuxième partie de l'Annexe B conformément aux dispositions de cette Annexe ». Dans la deuxième partie de l'Annexe B sont inscrites la production de chlorure de vinyle monomère, la production de méthylate ou d'éthylate de sodium ou de potassium et la production de polyuréthane

utilisant des catalyseurs contenant du mercure. Les mesures visant à réduire ou contrôler les émissions et les rejets de mercure issus des procédés de fabrication ou de production dans lesquels du mercure ou des composés du mercure sont utilisés peuvent conduire à la capture et à la production de résidus et de substances contaminées par du mercure ou des composés du mercure qui devraient être gérés de manière appropriée en tant que déchets.

25. Le paragraphe 3 de l'article 8 prévoit qu'« une Partie disposant de sources pertinentes prend des mesures pour contrôler les émissions ». Par « source pertinente » on entend une source appartenant à l'une des catégories de sources mentionnées dans l'Annexe D à la Convention. Parmi les sources pertinentes inscrites à l'Annexe D figurent les installations d'incinération de déchets, les centrales électriques et chaudières industrielles alimentées au charbon, les procédés de fusion et de grillage utilisés dans la production de métaux non ferreux et les installations de production de clinker de ciment. Le paragraphe 4 de l'article 8 prévoit que « s'agissant de ses nouvelles sources, chaque Partie exige l'utilisation des meilleures techniques disponibles et des meilleures pratiques environnementales pour contrôler, et dans la mesure du possible, réduire les émissions, dès que possible mais au plus tard cinq ans après la date d'entrée en vigueur de la Convention à son égard ». Selon le paragraphe 5 de ce même article, « s'agissant de ses sources existantes, chaque Partie inclut dans tout plan national et met en œuvre une ou plusieurs des mesures ci-après, en tenant compte de sa situation nationale ainsi que de la faisabilité technique et économique et du caractère abordable des mesures, dès que possible mais au plus tard dix ans après la date d'entrée en vigueur de la Convention à son égard :

- a) Un objectif quantifié pour contrôler et, dans la mesure du possible, réduire les émissions des sources pertinentes ;
- b) Des valeurs limites d'émission pour contrôler et, dans la mesure du possible, réduire les émissions des sources pertinentes ;
- c) L'utilisation des meilleures techniques disponibles et des meilleures pratiques environnementales pour contrôler les émissions des sources pertinentes ;
- d) Une stratégie de contrôle multipolluants qui présenterait des avantages connexes en matière de contrôle des émissions de mercure ;
- e) D'autres mesures pour réduire les émissions des sources pertinentes.

Il se peut que ces mesures et pratiques de réglementation des émissions conduisent à une production de déchets solides contaminés par du mercure ou des composés du mercure.

26. Enfin, l'article 12 de la Convention de Minamata prévoit que « chaque Partie s'efforce d'élaborer des stratégies appropriées pour identifier et évaluer les sites contaminés par du mercure ou des composés du mercure » et « la Conférence des Parties adopte des orientations sur la gestion des sites contaminés ». Il est possible que les activités de remise en état des sites contaminés par le mercure conduisent à une production de déchets de mercure.

2. Partenariat mondial sur le mercure du PNUE

27. Dans la troisième partie de la décision 25/5, le Conseil d'administration du PNUE prie le Directeur exécutif du PNUE, qui coordonne son action selon qu'il convient avec les gouvernements, les organisations intergouvernementales, les parties prenantes et le Partenariat mondial sur le mercure, de poursuivre et développer, dans le cadre de l'action internationale sur le mercure, les travaux en cours dans un certain nombre de domaines. Le Partenariat mondial sur le mercure du PNUE a défini, à ce jour, huit priorités d'action ou « domaines de partenariat »¹⁰. L'un de ces domaines est celui du partenariat sur la gestion des déchets de mercure, qui a été institué en 2008 avec le Ministère japonais de l'environnement comme chef de file. Ce partenariat a, entre autre, identifié et groupé des projets de portée nationale pour les différents flux de déchets et dressé une liste de conseillers techniques spécialisés dans les déchets de mercure.

3. Convention de Rotterdam

28. À l'Annexe III de 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, sont inscrits « les composés du mercure, y compris les composés inorganiques et les composés du type alkylmercure, alkyloxyalkyle et arylmercure ». Cette annexe

¹⁰ Pour en savoir plus, voir <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/GlobalMercuryPartnership/tabid/1253/language/en-US/Default.aspx> pour plus de détails.

contient une liste de produits chimiques qui ont été interdits ou strictement réglementés dans au moins deux régions en raison de leurs effets néfastes sur la santé et l'environnement et qui sont soumis à la procédure de consentement préalable en connaissance de cause.

4. **Protocole relatif aux métaux lourds**

29. L'objectif du Protocole de 1998 relatif aux métaux lourds, protocole à la Convention de 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, qui a été amendé en 2012, est de contrôler les émissions anthropiques de métaux lourds, dont le mercure, qui sont susceptibles de se propager par voie éolienne sur de longues distances, au-delà des frontières nationales, et peuvent avoir des effets nocifs importants sur la santé humaine et l'environnement. Les Parties au Protocole sont tenues de ramener les émissions des métaux lourds visés à des niveaux inférieurs à ceux de 1990 (ou toute autre année comprise entre 1985 et 1995) en appliquant les meilleures techniques disponibles pour les sources fixes, et en imposant des valeurs limites d'émissions pour certaines de ces sources. Les Parties sont également tenues de dresser et de tenir à jour des inventaires des émissions pour les métaux lourds visés par le Protocole. L'Annexe VII à ce Protocole recommande d'appliquer aux composants électriques, dispositifs de mesure, lampes fluorescentes, amalgames dentaires, pesticides, peintures, et piles et accumulateurs contenant du mercure, des mesures de gestion telles que le remplacement de ces produits, leur réduction à un minimum, leur étiquetage et la mise en place d'incitations économiques, d'accords volontaires ainsi que de programmes de collecte, de recyclage ou d'élimination.

5. **Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques (SAICM)**

30. L'Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques (SAICM) se compose d'une déclaration ministérielle (la « Déclaration de Dubaï concernant la gestion internationale des produits chimiques »), d'une stratégie politique globale et d'un plan d'action mondial. Le mercure est spécifiquement mentionné dans le Plan d'action mondial de la SAICM, dans le domaine d'activités 14, à savoir : « 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 » ; les activités spécifiques prévues dans ce domaine concernent la réduction des risques, la nécessité éventuelle de nouvelles mesures et l'étude des informations scientifiques. Un programme de démarrage rapide a été mis sur pied en 2006 dans le cadre de la SAICM afin de 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). En février 2014, sept projets, y compris la campagne pour la réduction à un minimum de l'utilisation du mercure et l'établissement d'inventaires des produits contenant du mercure ainsi que des rejets et des sites d'extraction de cette substance avaient été mis en œuvre dans le cadre du programme de démarrage rapide (PNUE, 2014a).

III. **Orientations en matière de gestion écologiquement rationnelle**

A. **Considérations générales**

31. La gestion écologiquement rationnelle est un large concept de politique générale que différents pays, organisations et autres parties prenantes comprennent et mettent en œuvre de diverses manières. La Convention de Bâle et l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) ont élaboré des documents d'orientation internationaux et des critères de performance de base qui devraient aider les parties prenantes à réaliser une gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux, y compris des déchets de mercure.

1. **Convention de Bâle**

32. Dans le paragraphe 8 de l'article 2, 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.

33. Dans l'alinéa b) du paragraphe 2 de l'article 4, 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 ».

34. Dans le paragraphe 8 de l'article 4, la Convention exige que « les déchets dangereux ou 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 ont pour objet de fournir une définition plus précise de la gestion écologiquement rationnelle lorsqu'elle s'applique aux déchets de mercure, en définissant notamment pour les déchets de mercure un traitement et des méthodes d'élimination appropriés qui constituent une gestion écologiquement rationnelle.

35. À sa onzième réunion, tenue en 2013, la Conférence des Parties à la Convention de Bâle a adopté un *Cadre pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux et autres déchets*. Ce cadre établit une interprétation commune de ce que la gestion écologiquement rationnelle englobe et propose des outils et stratégies pour appuyer et promouvoir la mise en œuvre de cette gestion. Destiné à servir de guide pratique aux gouvernements et autres parties prenantes intervenant dans la gestion des déchets dangereux et autres déchets, il constitue le document d'orientation le plus complet encore jamais élaboré sur la gestion écologiquement rationnelle et vient s'ajouter aux diverses directives techniques adoptées dans le cadre de la Convention de Bâle.

36. Dans le cadre de la Convention de Bâle, la gestion écologiquement rationnelle fait l'objet de nombreuses dispositions (voir la section II.A.1 ci-dessus) et des deux déclarations suivantes :

a) La Déclaration de Bâle pour une gestion écologiquement rationnelle, qui a été adoptée en 1999 par la Conférence des Parties à la Convention de Bâle à sa cinquième réunion et appelle les Parties à intensifier et renforcer leurs efforts et la coopération pour parvenir à une gestion écologiquement rationnelle, notamment par le biais de la prévention, de la réduction au minimum, du recyclage, de la récupération et de l'élimination des déchets dangereux et autres déchets visés par la Convention de Bâle, en tenant compte des aspects sociaux, technologiques et économiques; et par une réduction plus poussée des mouvements transfrontières de déchets dangereux et autres déchets visés par la Convention.

b) La Déclaration de Cartagena sur la prévention, la minimisation et la récupération des déchets dangereux et autres déchets, qui a été adoptée en 2011 par la Conférence des Parties à la Convention de Bâle à sa dixième réunion et réaffirme que la Convention de Bâle est le principal instrument juridique mondial orientant la gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux et autres déchets ainsi que leur élimination.

37. Des recommandations quant aux 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

38. 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 et, en particulier, 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).

39. 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).

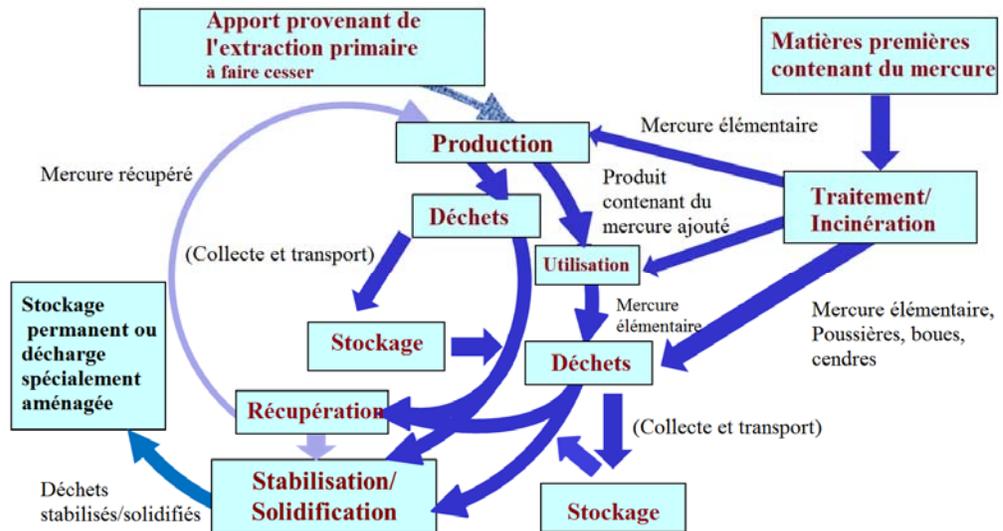
3. Gestion du cycle de vie du mercure

40. Le concept de gestion du cycle de vie peut constituer une approche utile pour favoriser la gestion écologiquement rationnelle des déchets de mercure. La gestion du cycle de vie offre un cadre pour l'analyse et la gestion des performances des biens et services en matière de durabilité. Les entreprises internationales y ont recours pour réduire par exemple l'empreinte écologique de leurs produits et services en termes d'émissions de carbone et de consommation d'eau et de matières premières, pour améliorer leurs performances économiques et sociales, et pour garantir des chaînes de valeur plus durables (PNUE et SETAC, 2009). Lorsque l'approche de gestion du cycle de vie est appliquée au mercure, les résultats devraient être évalués au cours des étapes suivantes : fabrication de produits contenant du mercure ajouté ou d'autres produits utilisant du mercure, utilisation de ces produits, collecte et transports des déchets, et élimination des déchets.

41. Dans la gestion du cycle de vie du mercure, il est important d'accorder la priorité à la réduction de l'emploi du mercure dans les produits et les procédés industriels, de manière à réduire la teneur en mercure des déchets générés par ces produits et procédés. Lors de l'utilisation de produits contenant du mercure ajouté, il faut particulièrement veiller à ne pas émettre ou rejeter de mercure dans l'environnement. Les déchets contenant du mercure devraient être traités soit pour récupérer le mercure qu'ils renferment, soit pour l'immobiliser de manière écologiquement rationnelle. Lorsqu'il est récupéré, le mercure devrait être éliminé après stabilisation et/ou solidification (S/S) dans un site de stockage permanent ou dans une décharge spécialement aménagée. Le mercure récupéré peut également être utilisé pour la fabrication de produits pour lesquels aucune solution de remplacement sans mercure n'existe ou n'est disponible, ou dans les cas où le remplacement des produits contenant du mercure ajouté prendrait beaucoup de temps. Une telle réutilisation permettrait de réduire la production de nouvelles quantités de mercure primaire. Les déchets de mercure peuvent être stockés en attendant de pouvoir les traiter ou les éliminer ou jusqu'à ce qu'il soit possible de les exporter vers d'autres pays pour élimination (voir figure 1 ci-après).

Figure 1 : Concept de base de la gestion du mercure

« Prévenir et réduire autant que possible les rejets dans l'environnement à toutes les étapes »



42. La gestion des déchets comprend le tri à la source, la collecte, le transport, le stockage et l'élimination (par exemple la récupération, la solidification, la stabilisation, le stockage permanent et la mise en décharge spécialement aménagée). Lorsqu'un gouvernement prévoit de collecter les déchets de mercure, il doit également organiser les étapes suivantes de la gestion des déchets, telles que le stockage et l'élimination.

B. Cadre législatif et réglementaire

43. Les Parties à la Convention de Bâle devraient examiner leurs procédures, normes et systèmes de contrôle nationaux pour s'assurer qu'ils cadrent avec leurs obligations au titre de la Convention, notamment celles relatives aux mouvements transfrontières et à la gestion écologiquement rationnelle des déchets de mercure. Si elles sont également Parties à la Convention de Minamata, elles devraient en outre examiner ces procédures, normes et systèmes de contrôle pour s'assurer qu'ils cadrent avec les obligations que leur impose cette Convention en matière de gestion des déchets.

44. Les lois d'application devraient donner aux gouvernements le pouvoir de promulguer des règles et règlements spécifiques et de les faire appliquer, de procéder à des inspections, ainsi que de fixer des pénalités pour toute violation. Toute législation portant sur les déchets dangereux devrait définir ce type de déchets conformément à la Convention de Bâle et inclure les déchets de mercure dans cette définition. La législation pourrait définir le concept de gestion écologiquement rationnelle et exiger l'acceptation de ses principes pour faire en sorte que les pays respectent les dispositions correspondantes pour les déchets de mercure. 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-après¹¹.

1. Enregistrement des producteurs de déchets

45. L'établissement, par le biais d'une réglementation, de registres des producteurs de déchets de mercure est un moyen de faciliter la gestion écologiquement rationnelle de ce type de déchets. Ces registres devraient inclure les grands producteurs de déchets de mercure, tels que les centrales électriques, les complexes industriels (par exemple les usines de chlore-alkali utilisant le procédé des cellules à mercure, les unités de production de CVM utilisant le mercure comme catalyseur ou les fonderies), ainsi que les hôpitaux, les centres médicaux, les cabinets dentaires, les instituts de recherche, les collecteurs de déchets de mercure, etc. Les registres de producteurs de déchets de mercure permettraient de déterminer l'origine des déchets, ainsi que le type et le volume des diverses sortes de déchets de mercure et les quantités de produits contenant du mercure ajouté utilisées par divers producteurs de déchets.

46. La réglementation concernant les registres de producteurs de déchets de mercure pourrait exiger que ces derniers indiquent leur nom, leur adresse, le nom de la personne responsable, le type d'activité de leur entreprise, les quantités et les types de déchets de mercure produits, et qu'ils fournissent aussi des informations sur les systèmes de collecte applicables à ces déchets et sur la manière dont ces derniers seront remis aux collecteurs et éliminés. Il pourrait être demandé aux producteurs de déchets de transmettre ces informations aux autorités publiques (autorités nationales ou locales) et de les actualiser régulièrement. En fonction des quantités et des types de déchets déclarés dans les registres, les Parties pourraient également mettre en place des programmes d'inventaires des déchets.

47. Les producteurs de déchets de mercure devraient être tenus de prévenir les émissions et rejets 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 exigences juridiques nationales et locales en matière de gestion des déchets de mercure et être tenus de remédier aux effets néfastes sur l'environnement ou la santé qu'ils pourraient causer lors de la manipulation de ces déchets, ou de verser une indemnisation, dans la mesure exigée par la législation applicable.

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

48. La réduction et l'abandon progressif de l'utilisation de mercure dans les produits et procédés industriels est une des manières les plus efficaces de réduire les émissions et rejets de mercure dans l'environnement.

49. Les Parties à la Convention de Minamata doivent mettre au point et appliquer un cadre juridique ou réglementaire en vue de la mise en œuvre d'un programme ainsi que de mesures de réduction et d'abandon progressif, conformément aux dispositions de la Convention de Minamata (voir les paragraphes 22 à 24 ci-dessus). Une manière de procéder pour un tel programme consiste à fixer, par le biais d'une législation ou d'une réglementation, une date limite à compter de laquelle la fabrication, l'exportation et l'importation de produits contenant du mercure ou des composés du mercure et l'utilisation de mercure ou de composés du mercure dans les procédés (sauf lorsqu'il n'existe pas de solutions de remplacement techniquement ou pratiquement viables ou si des dérogations ont été accordées) ne seraient plus autorisées. Il faudrait alors que les producteurs, importateurs et exportateurs de mercure et de produits contenant du mercure ajouté se conforment à l'obligation d'entreprendre un programme d'abandon progressif du mercure.

50. La directive 2002/95/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques, dite « Directive RoHS », est un exemple de réglementation exigeant l'arrêt progressif de l'utilisation du mercure dans certains produits. Cette directive limite l'utilisation du mercure et d'autres substances dans les équipements électriques et électroniques et, bien que des dérogations puissent être accordées dans les cas où il n'existe pas de solutions de remplacement satisfaisantes (par exemple certains types de lampes contenant du mercure ajouté), la plupart des équipements électriques et électroniques contenant du mercure ajouté ont été supprimés sur le marché de l'Union européenne

¹¹ 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 sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et d'autres déchets et de leur élimination (PNUE, 1995), Convention de Bâle : Manuel de mise en œuvre de la Convention de Bâle (PNUE, 2015) et Convention de Bâle : Guide du système de contrôle (PNUE, 2015b).

depuis l'entrée en vigueur de la directive le 1^{er} juillet 2006. Une version révisée de la Directive RoHS, dite « Directive RoHS II », a été adoptée en mai 2011 et est entrée en vigueur le 21 juillet 2011.

51. La directive 2006/66/CE du Parlement européen et du Conseil relative aux piles et accumulateurs ainsi qu'aux déchets de piles et d'accumulateurs, qui interdit la mise sur le marché des piles et accumulateurs contenant plus de 0,0005 % de mercure en poids, y compris ceux qui sont intégrés dans des appareils, est un autre exemple émanant de l'Union européenne. Les piles bouton dont la teneur en mercure est inférieure à 2 % en poids bénéficiaient d'une exception à cette interdiction jusqu'au 1^{er} octobre 2015, tandis que les piles et accumulateurs légitimement mis sur le marché avant la date de mise en application des interdictions prévues dans l'article 4 de la directive peuvent continuer à être vendus jusqu'à épuisement des stocks (Union européenne, 2006).

52. La Norvège impose une interdiction générale sur l'utilisation de mercure dans les produits pour éviter qu'il ne soit fait usage de cette substance dans des produits pour lesquels des solutions de remplacement existent¹². La réglementation interdit la fabrication, l'importation, l'exportation, la vente et l'utilisation de substances ou de préparations contenant du mercure ou des composés du mercure, ainsi que la fabrication, l'importation, l'exportation et la vente de produits transformés solides contenant du mercure ajouté ou des composés du mercure. Cette mesure est par conséquent censée réduire le nombre de produits contenant du mercure ajouté circulant sur le marché, ainsi que les rejets provenant des produits de ce genre qui, par mégarde, n'auraient pas été éliminés comme des déchets dangereux.

53. Le *Règlement sur les produits contenant du mercure* du Canada interdit la fabrication et l'importation de produits contenant du mercure ou l'un de ses composés, tout en prévoyant quelques exemptions dans le cas de produits essentiels pour lesquels il n'existe pas de solution de remplacement viable sur le plan technique ou économique (par exemple, certaines applications relatives à la médecine et à la recherche et les amalgames dentaires).

3. Prescriptions applicables aux mouvements transfrontières

54. Les déchets de mercure sont inscrits à l'Annexe I de la Convention de Bâle, dans la catégorie Y29 (déchets ayant le mercure ou des composés du mercure comme constituants) et sont par conséquent considérés comme des déchets dangereux, à moins qu'on puisse prouver par le biais de tests nationaux qu'ils ne possèdent aucune des caractéristiques énoncées dans l'Annexe III (« Liste des caractéristiques de danger »).

55. Si la législation nationale d'une des Parties à la Convention interdit l'importation de déchets de mercure et si cette information a été notifiée conformément à l'alinéa a) du paragraphe 1 de l'article 4, les autres Parties sont tenues d'interdire ou de ne pas permettre l'exportation de tels déchets vers cette Partie. Par ailleurs, dans les cas où l'État considéré n'en a pas interdit l'importation, les Parties à la Convention doivent interdire ou ne pas permettre l'exportation de déchets de mercure vers cet État tant que celui-ci n'a pas signifié par écrit son consentement exprès à leur introduction sur son territoire.

56. La Convention de Minamata comprend également, à l'alinéa c) du paragraphe 3 de l'article 11, une disposition relative aux mouvements transfrontières de déchets de mercure (voir le paragraphe 19 ci-dessus).

57. Les mouvements transfrontières de déchets dangereux et d'autres déchets doivent être maintenus à un minimum compatible avec leur gestion écologiquement rationnelle et efficace 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 :

¹² Règlement norvégien sur les Produits (Section 2.3 sur le mercure et les composés du mercure dans le chapitre 2 sur les substances, préparations et produits réglementés), une traduction non officielle en anglais est disponible à l'adresse <http://www.miljodirektoratet.no/en/Legislation1/Regulations/Product-Regulations/Chapter-2/> Des dérogations spéciales sont cependant accordées dans les cas suivants :

- 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.
- Thimerosal 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.

- a) Le pays d'exportation ne dispose pas des moyens techniques et des installations nécessaires ou des sites d'élimination voulus pour éliminer les déchets en question selon des méthodes écologiquement rationnelles et efficaces ;
- b) Les déchets en question constituent une matière brute nécessaire pour les industries de recyclage ou de récupération du pays d'importation ; ou
- c) Les mouvements transfrontières en question sont conformes à d'autres critères fixés par les Parties.

58. 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 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. Certains pays ont mis en place des interdictions au niveau national à la suite de la décision III/1 de la Conférence des Parties, laquelle contient un amendement à la Convention qui n'est pas encore entré en vigueur et qui interdit les exportations de déchets dangereux par les pays visés à l'Annexe VII (États membres de l'OCDE et de l'Union européenne, et Liechtenstein) vers des pays qui n'y sont pas visés.

59. Les déchets dangereux et autres déchets concernés par les mouvements transfrontières devraient être emballés, étiquetés et transportés conformément aux règles et normes internationales¹³.

60. Lorsqu'un mouvement transfrontière de déchets dangereux ou d'autres déchets auquel les pays concernés ont consenti ne peut être effectué dans les conditions prévues par le contrat, le pays d'exportation doit veiller à la reprise des déchets en question par l'exportateur 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 le pays d'importation a informé le pays d'exportation et le Secrétariat, ou toute autre période convenue par les États concernés (article 8). 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.

61. 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.

62. Aucun mouvement transfrontière de déchets dangereux ou 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. Les accords bilatéraux et multilatéraux existants qui ont été notifiés au Secrétariat sont recensés sur le site Web de la Convention de Bâle¹⁴.

63. Il convient de noter que l'exportation de mercure métallique et de certains composés et mélanges de mercure par les États membres de l'Union européenne est interdite depuis le 15 mars 2011 par le Règlement (CE) n° 1102/2008 (Commission européenne, 2010b). De même, par le « Mercury Export Ban Act » de 2008, les États-Unis d'Amérique réglementent strictement l'exportation de mercure depuis janvier 2013.

4. Agrément et inspection des installations d'élimination des déchets

64. Les déchets de mercure devraient être éliminés dans des installations qui pratiquent la gestion écologiquement rationnelle.

¹³ Voir par exemple *Recommandations des Nations Unies relatives au transport des marchandises dangereuses (Règlement type)* (dix-huitième édition révisée) (Nations Unies, 2013).

¹⁴ Pour la liste des accords bilatéraux, voir : <http://www.basel.int/Countries/Agreements/BilateralAgreements/tabid/1517/Default.aspx>
Pour la liste des accords multilatéraux, voir : <http://www.basel.int/Countries/Agreements/MultilateralAgreements/tabid/1518/Default.aspx>

65. La plupart des pays ont une législation ou des règlements spécifiques aux secteurs exigeant que les installations d'élimination des déchets obtiennent des agréments ou des licences d'exploitation avant d'entrer en activité. Les agréments ou licences d'exploitation peuvent être assortis de conditions spécifiques (conception de l'installation et conditions d'exploitation, par exemple), qui doivent être remplies pour que l'agrément ou la licence garde sa validité. Il peut être nécessaire d'ajouter des conditions particulières concernant les déchets de mercure pour remplir les critères de gestion écologiquement rationnelle, satisfaire aux exigences propres de la Convention de Bâle et 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 sur les meilleures techniques disponibles (connus sous le nom de « BREF ») de l'UE et les directives relatives au secteur chlore-alkali préparées par le Conseil mondial du chlore et Eurochlor¹⁵. Les agréments ou licences d'exploitation doivent être réexaminés périodiquement et, au besoin, mis à jour afin d'améliorer la sécurité sur le lieu du travail et au plan environnemental en ayant recours à des techniques nouvelles ou améliorées.

66. Les installations d'élimination des déchets devraient être régulièrement inspectées par des autorités indépendantes ou des associations d'inspection technique pour vérifier qu'elles respectent les conditions prévues par leurs licences d'exploitation. La législation devrait également permettre aux autorités d'effectuer des inspections extraordinaires s'il existe des preuves du non-respect par les installations d'élimination des conditions stipulées dans les licences.

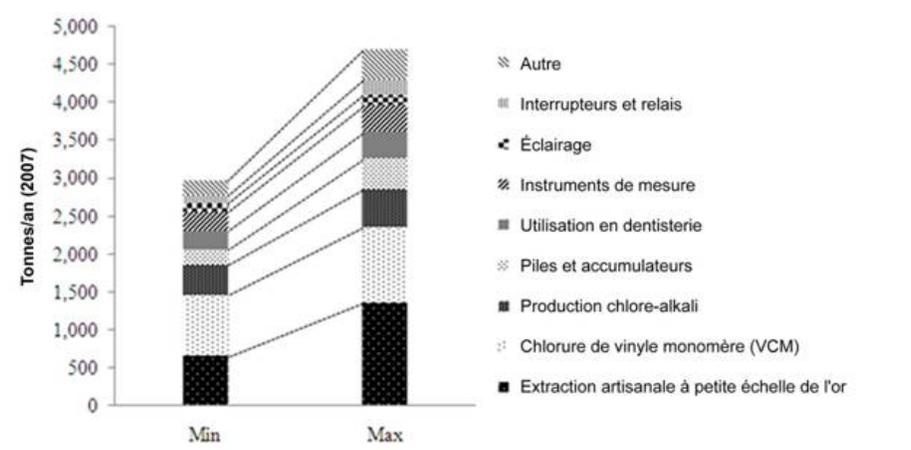
C. Identification et inventaires

67. Pour permettre la prise de mesures efficaces de prévention, de réduction au minimum et de gestion des déchets de mercure, il est important que les Parties identifient les sources de production de déchets de mercure et quantifient les déchets de mercure produits ainsi que les concentrations de mercure dans ces déchets.

1. Identification des sources de déchets de mercure

68. Bien que les sources de production de déchets de mercure varient selon les pays, mondialement parmi les principales d'entre elles figurent les procédés industriels utilisant du mercure ou des composés du mercure et les appareils contenant du mercure parvenus à l'état de déchets. L'utilisation ou le traitement de certaines ressources naturelles (traitement de minerais de métaux non ferreux et combustion du charbon, par exemple) constitue une autre source importante de rejets de mercure. La figure 2 montre la consommation mondiale estimée de mercure par secteur en 2007. Le secteur utilisant le plus de mercure était celui de l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or, suivie par la production de chlorure de vinyle monomère (CVM)/polychlorure de vinyle (PVC) et la production de chlore-alkali. Le mercure est également utilisé dans des produits tels que les piles et accumulateurs, amalgames dentaires, instruments de mesure, lampes et appareils électriques et électroniques, mais les quantités de mercure utilisées dans ces catégories varient d'un pays à l'autre. En 2007, la quantité totale de mercure utilisée dans le monde se situait entre 3 000 et 4 700 tonnes (Maxson, 2010).

¹⁵ Voir la compilation à l'adresse www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/PrioritiesforAction/ChloralkaliSector/Reports/tabid/4495/language/en-US/Default.aspx

Figure 2 : Consommation mondiale estimée de mercure en 2007 (Maxson, 2010)


69. Un résumé des sources, catégories et exemples de déchets de mercure se trouve dans le tableau 3 ci-après.

70. Il convient de noter que dans certains pays, certaines des sources industrielles citées dans le tableau 3 (les sources 1, 2, 3, 4 et 7, à l'exception des procédés de fabrication utilisant du mercure) n'utilisaient pas de mercure ou ne produisaient pas de déchets de mercure. Les procédés industriels dépendent des conditions sociales et des capacités techniques d'un pays, qui détermineront l'utilisation ou non de procédés sans mercure.

Tableau 3: Sources, catégories et exemples de déchets (PNUE 2002 ; 2005 ; 2006b ; 2006c).

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"> Pyroméallurgie 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. Processus de production dans lesquels le mercure est présent en tant qu'impuretés			

Source	Catégories*	Exemples de types de déchets	Remarques
3.1. Production de ciment	C	Résidus des procédés, résidus du nettoyage des gaz de combustion, boues	<ul style="list-style-type: none"> Pyrotraitement de matières premières et de combustibles contenant naturellement du mercure en tant qu'impuretés
3.2. Production de papier et de pâte à papier			<ul style="list-style-type: none"> Combustion de matières premières contenant naturellement du mercure en tant qu'impuretés
3.3. Production de chaux et fours à granulats légers			<ul style="list-style-type: none"> Calcination de matières premières et de combustibles contenant naturellement du mercure en tant qu'impuretés
4. Utilisation intentionnelle du mercure dans des processus industriels			
4.1. Production de chlore-alkali avec une technologie au mercure	A/C	Déchets solides contaminés par le mercure, électrodes usagées, résidus de procédés, sols	<ul style="list-style-type: none"> Cellule à mercure; Unité pour la récupération du mercure (cornue).
4.2. Production d'alcooates (par exemple, méthylate ou éthylate de sodium ou de potassium), de dithionite et de solution ultrapure d'hydroxyde de potassium	A/C	Déchets solides contaminés par le mercure, électrodes usagées, résidus de procédés, sols	<ul style="list-style-type: none"> Cellule à mercure; Unité pour la récupération du mercure (cornue).
4.3. Production de CVM catalysé au bichlorure de mercure (HgCl ₂)	A/C	Résidus du procédé, catalyseur usé	<ul style="list-style-type: none"> Catalyse au mercure
4.4. Production d'acétaldéhyde catalysé au sulfate de mercure (HgSO ₄)	A/C	Eaux usées, catalyseur usés	<ul style="list-style-type: none"> Catalyse au mercure
4.5. Autre production de produits chimiques et pharmaceutiques avec des composés du mercure et/ou catalysés au mercure	A/C	Résidus des procédés, eaux usées, catalyseurs usés	<ul style="list-style-type: none"> Catalyse 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 mesure contenant du mercure	B1	Produits usagés, obsolètes ou cassés	<ul style="list-style-type: none"> Mercure
5.2. Interrupteurs électriques et électroniques, contacts et relais contenant du mercure			<ul style="list-style-type: none"> Mercure en phase vapeur; Mercure divalent adsorbé par la poudre de phosphore.
5.3. Sources de lumière au mercure	B1		<ul style="list-style-type: none"> Mercure, oxyde de mercure
5.4. Piles et accumulateurs contenant du mercure	B2		
5.5. Biocides et pesticides	B1	Stocks de pesticides obsolètes, sol et déchets solides contaminés par le mercure	<ul style="list-style-type: none"> Composés du mercure (principalement chlorure d'éthylmercure)
5.6. Peintures	B1	Stocks de 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	B1	Stocks de produits pharmaceutiques obsolètes, déchets médicaux	<ul style="list-style-type: none"> Thiomersal ; chlorure de mercure ; nitrate de phénylmercure ;

Source	Catégories*	Exemples de types de déchets	Remarques
			<ul style="list-style-type: none"> • Mercurochrome, etc.
5.8. Cosmétiques et produits connexes	B2	Stocks de cosmétiques et produits apparentés	<ul style="list-style-type: none"> • Iodure de mercure ; • Mercure ammoniacé, etc.
5.9. Amalgames (plombages) dentaires	B2/C	Stocks d'amalgames dentaires, résidus du traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> • Alliages de mercure, argent, cuivre et étain
5.10. Manomètres et jauges	B1	Produits usagés, obsolètes ou cassés	<ul style="list-style-type: none"> • Mercure
5.11. Produits chimiques et équipements de laboratoire	A/B1/B2/C	Stocks de produits chimiques et d'équipements de laboratoire, résidus du traitement des eaux usées, déchets de laboratoire	<ul style="list-style-type: none"> • Mercure ; • Chlorure de mercure, etc.
5.12. Élastomères de polyuréthane	B2/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	A/C	Déchets solides, résidus du traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> • Mercure
5.15. Utilisation de produits divers, de métal de mercure et autres sources	B1/B2/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.
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"> • Déchiquetage ; • Fonderie de matériaux contenant du mercure.
6.3. Récupération de l'or dans les déchets d'équipements électriques et électroniques (circuits imprimés)	A/C		<ul style="list-style-type: none"> • Mercure ; • Procédé thermique.
6.4. Récupération d'autres métaux tels que le cuivre et l'aluminium	C		<ul style="list-style-type: none"> • Autres matériaux, produits ou composés contenant du mercure ajouté
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 de produits et de procédés contenant du mercure ajouté • Mercure se trouvant sous forme d'impuretés naturelles dans les matériaux produits
7.2. Incinération des déchets dangereux			
7.3. Incinération des déchets médicaux			

Source	Catégorie*	Exemples de types de déchets	Remarques
7.4. Incinération des boues d'épuration			en grandes quantités (plastiques, papiers, etc.) et les minéraux
8. Dépôts/décharges de déchets et traitement des eaux usées			
8.1. Dépôts/décharges 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 ; Mercure se trouvant sous forme d'impuretés naturelles dans les matériaux produits en grandes quantités (plastiques, boîtes de conserve, etc.) et les minéraux.
8.2. Dépôts diffus sous contrôle			
8.3. Élimination locale informelle de déchets de production industriels			
8.4. Déversement informel de déchets généraux			
8.5. Système d'évacuation/de traitement des eaux usées		Résidus du traitement des eaux usées, purins	<ul style="list-style-type: none"> Mercure ajouté intentionnellement se trouvant dans les produits usés et les déchets de production ; Mercure à l'état de traces d'origine anthropique se trouvant dans les matériaux produits en grandes quantités.
9. Crematoriums et cimetières			
9.1. Crematoriums	C	Résidus du nettoyage des gaz de combustion, résidus du traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> Amalgames dentaires
9.2. Cimetières		Sol contaminé par le mercure	

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

71. Des informations plus détaillées sur les produits contenant du mercure ajouté (à savoir, noms et fabricants des produits particuliers) sont disponibles dans les documents suivants :

a) PNUE, 2008 : *Rapport sur les principaux produits et procédés utilisant du mercure, les produits et procédés de remplacement existants et la transition vers l'usage de produits et procédés n'utilisant pas de mercure*. Disponible à l'adresse www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Documents/OEWG2/2_7.doc ;

b) Commission Européenne, 2008 : *Options for reducing mercury use in products and applications, and the fate of mercury already circulating in society*. Disponible à l'adresse 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. Rapports et publications disponibles à l'adresse <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/InterimActivities/Partnerships/Products/tabid/3565/language/en-US/Default.aspx> ;

d) Lowell Center for Sustainable Production, 2003. « An Investigation of Alternatives to Mercury-Containing Products ». Disponible à l'adresse <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). Disponible à l'adresse <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/notification>.

2. Inventaires

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

- a) Réunir des données de référence sur les quantités d'articles contenant du mercure ajouté qui sont fabriquées, en circulation/vendues ou utilisées ainsi que sur la production de mercure en tant que matière première, de sous-produits contenant du mercure et de déchets de mercure ;
- b) Établir un registre d'informations afin de faciliter les inspections réglementaires et de sécurité ;
- c) Obtenir les 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 ;
- e) Suivre les progrès en matière de réduction et d'abandon par étapes de l'utilisation de mercure.

73. Après avoir identifié les sources et les types de déchets de mercure, les 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).

74. En particulier dans les pays en développement et les pays à économie en transition, où elles peuvent être insuffisantes, il est parfois très difficile de rassembler les données nécessaires pour estimer les quantités de déchets de mercure produites, surtout lorsque les installations sont de petite taille. Dans les cas où il est impossible de les mesurer directement, les données concernées pourraient être collectées au moyen de questionnaires d'enquête.

75. Le *Guide méthodologique pour l'établissement d'inventaires nationaux des déchets dangereux dans le cadre de la Convention de Bâle* (PNUE, 2015d) devrait être utilisé pour la réalisation d'inventaires des déchets de mercure. Une version antérieure de ce guide méthodologique a été testée, notamment au cours d'un Projet pilote sur les inventaires nationaux des déchets dangereux élaboré par le Centre régional de la Convention de Bâle pour l'Asie du Sud-est, dont le rapport final peut être utilisé comme référence pratique¹⁶.

76. On peut également avoir recours à l'*Outil d'identification et de quantification des rejets de mercure* (PNUE, 2013). Il existe deux versions de cet outil, qui correspondent à deux niveaux d'inventaire (à savoir, simplifié et complet). Il a pour but d'aider les pays à établir des inventaires nationaux des rejets de mercure et fournit une méthode normalisée ainsi qu'une base de données permettant l'établissement d'inventaires nationaux et régionaux cohérents du mercure. Cet outil a été utilisé dans plusieurs pays (PNUE, 2008c) et projets financés par le FEM.

77. Dans le cadre d'une approche axée sur la gestion du cycle de vie, on devrait également identifier les voies et moyens par lesquels les déchets de mercure peuvent être rejetés dans l'environnement. En raison des risques potentiels associés aux rejets de mercure dans l'environnement, les divers types de déchets de mercure devraient être classés par ordre de priorité d'action. Les informations concernant des mesures possibles de réduction des rejets 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 évaluées en termes de l'ampleur des rejets de mercure dans l'environnement qu'elles pourraient permettre d'éviter, de leurs coûts administratifs et sociaux, de la disponibilité des techniques et des installations qu'elles exigent, de leur acceptabilité sociale, etc.

78. Certains pays utilisent un Registre des rejets et transferts de polluants (PRTR) pour la collecte d'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 accessibles au public¹⁷.

¹⁶ Se référer au « National Inventories of Hazardous Waste Demonstration Project in Philippines » - Projet de démonstration de l'établissement d'inventaires nationaux des déchets dangereux aux Philippines- (décembre 2006). Disponible à l'adresse www.bcrc-sea.org/?content=publication&cat=2

¹⁷ Par exemple, le PRTR tchèque (disponible à l'adresse <http://www.irz.cz> ; en tchèque uniquement) rassemble des données spécifiques sur le mercure et les composés du mercure transférés dans les milieux environnementaux à partir des déchets, ainsi que des données sur la manière dont ces déchets sont traités.

D. Échantillonnage, analyse et surveillance

79. L'échantillonnage, l'analyse et la surveillance sont des composantes essentielles de la gestion des déchets de mercure. Ils devraient être effectués par des professionnels dûment formés, selon des programmes bien conçus et au moyen de méthodes acceptées au niveau international ou approuvées au niveau national, les mêmes méthodes devant être utilisées sur toute la durée de ces programmes. Ils devraient également être soumis à des critères rigoureux d'assurance et de contrôle 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 aberrantes, voire dommageables pour le programme. Chaque Partie devrait donc élaborer, selon qu'il convient, des normes afin de veiller à la mise en place de la formation, des protocoles et des capacités de laboratoire nécessaires aux méthodes d'échantillonnage, de surveillance et d'analyse, ainsi qu'à la mise en application de ces normes.

80. Étant donné qu'il existe de multiples raisons de prélever des échantillons, d'effectuer des analyses et d'assurer un suivi continu, et que les déchets se présentent sous de nombreuses formes diverses, différentes méthodes d'échantillonnage, d'analyse et de surveillance existent également. Bien que leur examen ne rentre pas, à proprement parler, dans le cadre du présent document, les trois sections ci-après passent en revue les éléments essentiels à inclure dans l'échantillonnage, l'analyse et la surveillance. Les priorités quant aux analyses à réaliser devraient être établies en fonction des connaissances existantes (ou du manque de connaissances) de la teneur en mercure des différents types de déchets (par exemple, il est peu probable que l'analyse des lampes au mercure usagées constitue une haute priorité, du fait qu'une quantité importante d'informations sur leur teneur en mercure est aisément disponible).

81. Pour de plus amples informations sur les bonnes pratiques de laboratoire, on pourra consulter les séries de l'OCDE sur les bonnes pratiques de laboratoire (OCDE, diverses années) ; on pourra également se référer aux *Orientations pour l'identification des populations à risque suite à l'exposition au mercure* publiées conjointement par le PNUE et l'OMS, qui fournissent des informations utiles sur les considérations méthodologiques générales¹⁸. Des orientations supplémentaires sur la surveillance du mercure au niveau mondial sont en cours d'élaboration dans le cadre d'un projet du PNUE financé par le FEM, qui devrait également permettre d'établir une base de données en ligne des laboratoires en mesure d'effectuer des analyses du mercure¹⁹.

1. Échantillonnage

82. 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 du site, le contrôle de la conformité aux normes réglementaires ou la détermination de la pertinence des méthodes de traitement ou d'élimination proposées. Il convient de définir l'objectif visé avant de procéder à l'échantillonnage. Il est impératif de répondre aux exigences qualitatives en matière de matériel, de transport et de traçabilité.

83. Il convient d'élaborer des procédures d'échantillonnage standardisées et de se mettre d'accord sur ces dernières avant le commencement de la campagne d'échantillonnage (que celui-ci se fasse de façon propre à la matrice ou au mercure). Ces procédures doivent, entre autres, préciser les points suivants :

- a) Nombre d'échantillons à prélever, fréquence des prélèvements, durée de la campagne d'échantillonnage et description de la méthode à utiliser (notamment les procédures d'assurance qualité mises en place, par exemple utilisation de récipients d'échantillonnage²⁰ et de blancs de terrain appropriés et de procédures établissant la chaîne de responsabilité) ;
- b) Choix de lieux ou sites où des déchets de mercure sont produits ainsi que du moment et de la date où les échantillons sont prélevés (y compris la description et la localisation géographique) ;
- c) Identité de la personne qui a prélevé les échantillons et conditions pendant l'échantillonnage ;

¹⁸ Disponible à l'adresse

http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Documents/IdentifyingPopnatRiskExposuretoMercury_2008Web.pdf

¹⁹ Élaboration d'un plan pour la surveillance mondiale de l'exposition humaine au mercure et des concentrations de mercure dans l'environnement (n° d'identification FEM : 5409).

²⁰ Les bouteilles en polyéthylène sont perméables au mercure et ne doivent pas être utilisées. Pour plus de détails voir Parker *et al.*, 2005.

- 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.
84. L'échantillonnage devrait être conforme à la législation nationale spécifique, là où elle existe, ou aux normes et 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) L'élaboration d'une procédure opérationnelle standard pour l'échantillonnage de chaque matrice en vue de 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 (EPA), le Système mondial de surveillance continue de l'environnement (GEMS) et la Société américaine pour les essais et les matériaux (ASTM) ;
 - c) La mise en place de procédures d'assurance qualité et le contrôle de qualité (AQ/CQ).
85. Toutes ces étapes sont nécessaires à la réussite des programmes d'échantillonnage et doivent être suivies. De même, la documentation doit être complète et rigoureuse.
86. Le mercure peut également être présent et échantillonné dans les liquides, les solides, les gaz et le biote :
- a) Liquides:
 - i) Lixiviat 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 ;
 - b) Solides :
 - i) Stocks de produits et préparations constitués de mercure ou de composés du mercure, en contenant ou contaminés par ces substances ;
 - 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, boues d'épuration et compost ;
 - c) Gaz :
 - i) Air (intérieur) des installations traitant des déchets de mercure ;
 - ii) Rejets atmosphériques de mercure provenant du traitement des déchets de mercure ;
 - iii) Effluents gazeux des incinérateurs de déchets.
 - d) Biote :
 - i) Matières biologiques (sang, urine, cheveux ; particulièrement ceux prélevés dans le cadre de la surveillance sanitaire des travailleurs) ;
 - ii) Plantes et animaux.
87. 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, lait maternel ou sang humains ;

- c) Air (ambient, dépôts humides ou secs, ou éventuellement, neige).

2. Analyse

88. Le terme analyse désigne l'extraction, la purification, la séparation, l'identification, la quantification du mercure contenu dans la matrice considérée 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 d'une expérience avérée de la matrice et des espèces de mercure (par exemple, participation réussie à des études comparatives inter-laboratoires et à des programmes extérieurs d'essai d'aptitude).

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

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

90. L'analyse du mercure s'effectue généralement dans un laboratoire spécialisé. Des nécessaires d'analyse sont disponibles à des fins de dépistage et peuvent être utilisés sur le terrain.

91. Plusieurs méthodes d'analyses relatives au mercure existent. Des méthodes d'analyse du mercure dans différentes matrices, que ce soit pour analyser la teneur totale en mercure ou pour la spéciation du mercure ont été mises au point par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et le Comité européen de normalisation (CEN) au niveau international, et par l'EPA et l'Association japonaise de normalisation au niveau national. Le tableau 4 présente quelques exemples de méthodes d'analyse du mercure contenu dans les déchets, les gaz de combustion et les eaux usées. La plupart des méthodes internes sont des variantes de celles-ci. Comme pour toutes les analyses chimiques, les laboratoires devraient utiliser uniquement des méthodes validées et les résultats devraient être évalués par le biais de programmes d'assurance qualité/de contrôle de qualité.

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

93. La détermination analytique comprend les étapes suivantes :

- a) extraction ;
- b) purification ;
- c) identification par des détecteurs appropriés tels que plasma à couplage inductif (ICP), spectroscopie de fluorescence atomique (AFS), analyseurs d'acides aminés (AAS) et instruments compact ;
- d) quantification et rapport approprié ;
- e) établissement du rapport conformément aux règlements en vigueur.

3. Surveillance

94. 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 au niveau de la qualité de l'environnement dus à l'opération.

95. Les informations obtenues dans le cadre de programmes de surveillance devraient être utilisées pour s'assurer que les différents types de déchets dangereux sont correctement gérés, déceler les problèmes potentiels liés aux éventuels rejets de mercure ou à l'exposition à cette substance et déterminer s'il conviendrait de modifier l'approche de gestion. 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.

96. Il convient de noter qu'un certain nombre de systèmes de mesure en continu du mercure existent dans le commerce pour certains types de surveillance du mercure. Une telle surveillance est parfois exigée par la législation nationale ou locale.

Tableau 4 : 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 (CEN, 2002a)
		EN 12920 : Caractérisation des déchets – Méthodologie pour la détermination du comportement à la lixiviation d'un déchet dans des conditions spécifiées (CEN, 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 (CEN, 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 (CEN, 2002c)
		TS 14405 : Caractérisation des déchets - Essai de comportement à la lixiviation - Essai de percolation à écoulement ascendant (CEN, 2004)
		Méthode 1311 EPA : TCLP, Procédure de lixiviation pour la détermination des caractéristiques de toxicité (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- (CEN, 2003)
		EN 15309 : Caractérisation des déchets et du sol - Détermination de la composition élémentaire par fluorescence X (CEN, 2007)
		Méthode 741B EPA : Mercure dans les déchets solides et semi-solides (technique manuelle de la vapeur froide) (EPA, 2007d)
		Méthode 7473 EPA : Mercure dans les solides et les solutions par décomposition thermique, amalgamation et spectrophotométrie d'absorption atomique (EPA, 2007e)
	Méthode 7470A EPA: Mercure dans les déchets liquides (technique manuelle de la vapeur froide) (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 (CEN, 2001) * Cette méthode détermine la teneur totale en mercure (par ex., 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 (CEN, 2005)
		JIS K 0222 : Méthode d'analyse du mercure dans les gaz de combustion (JSA, 1997)
		Méthode 0060 EPA : Détermination des métaux dans les émissions de cheminées (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 des déchets

97. La prévention et la réduction au minimum sont les étapes les plus importantes de la gestion écologiquement rationnelle des déchets de mercure. Dans le paragraphe 2 de l'article 4, la Convention de Bâle demande aux Parties de «veiller à ce que la production de déchets dangereux et d'autres déchets... soit réduite au minimum». La prévention des déchets doit être l'option à privilégier dans le cadre de toute politique de gestion des déchets, de manière à ce que la nécessité de gérer les déchets soit réduite, ce qui permettra d'utiliser plus efficacement les ressources allouées à la gestion écologiquement rationnelle. Les paragraphes 100 à 122 ci-après fournissent des informations sur les

moyens d'éviter et de réduire au minimum les déchets de mercure provenant des importantes sources qui en produisent.

98. L'article 5 de la Convention de Minamata exige que les Parties cessent progressivement d'utiliser du mercure pour la production de chlore-alcali et d'acétaldéhyde et qu'elles limitent l'utilisation de cette substance dans la production de chlorure de vinyle monomère et de méthylate ou éthylate de sodium ou de potassium, ainsi que dans la production de polyuréthane au moyen de procédés faisant appel à des catalyseurs contenant du mercure (pour plus de précisions, se référer au paragraphe 24 des présentes directives).

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

99. Plusieurs procédés industriels font appel au mercure. En raison des vastes quantités de mercure utilisées pour l'extraction artisanale et à petite échelle de l'or, la production de chlorure de vinyle monomère et la production de chlore et de soude caustique (chlore-alcali), cette section aborde uniquement les mesures de prévention et de réduction applicables à ces trois procédés.

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

100. Diverses techniques ne faisant pas appel au mercure, dont les méthodes gravimétriques, ainsi que diverses combinaisons de telles techniques sont disponibles. Lorsqu'il n'existe pas de procédé de substitution possible, 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 de référence ci-après donnent des informations détaillées sur ces solutions intermédiaires :

a) GMP, 2006 : Manual for Training Artisanal and Small-Scale Gold Miners, ONUDI, Vienne, Autriche. Disponible à l'adresse http://communitymining.org/attachments/221_training%20manual%20for%20miners%20GMP%20arcelo%20Veiga.pdf?phpMyAdmin=cde87b62947d46938306c1d6ab7a0420 ;

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

c) PNUE, 2010 : *Forum mondial sur l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or* (rapport de la réunion). Disponible à l'adresse <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/GlobalForumonASGM/tabid/6005/Default.aspx> ;

d) PNUE, dates diverses : Rapports et publications du Partenariat mondial sur le mercure. Disponibles à l'adresse <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/PrioritiesforAction/ArtisanalandSmallScaleGoldMining/Reports/tabid/4489/language/en-US/Default.aspx> ;

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

101. Les mineurs artisanaux, leur famille et les communautés vivant à proximité des activités d'exploitation minière devraient être informés sur les risques d'exposition au mercure et les dangers pour la santé qui y sont associés ainsi que les effets sur l'environnement de l'utilisation du mercure dans l'exploitation artisanale et à petite échelle de l'or.

102. Une fois mieux sensibilisés aux risques pour l'environnement et la santé que pose l'utilisation du mercure dans l'exploitation artisanale et à petite échelle de l'or, 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)

103. La fabrication de CVM à base d'acétylène fait intervenir l'utilisation de chlorure mercurique comme catalyseur. Les méthodes permettant d'éviter et de minimiser la production de déchets de mercure lors de la fabrication de CVM se classent en deux grandes catégories : a) les procédés de fabrication de substitution ne faisant pas appel au mercure; et b) les méthodes permettant de mieux gérer le mercure durant le processus de fabrication et de capter les rejets de mercure dans l'environnement.

104. Pour la fabrication de chlorure de vinyle monomère exempt de mercure on a recours à 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). Les efforts déployés afin de mettre au point un catalyseur sans mercure pour le procédé à l'acétylène ont abouti à la mise au point (par Johnson Matthey) d'un catalyseur sans mercure pour la fabrication de CVM qui contient de l'or dans sa formulation et est prêt à la commercialisation. Il est économiquement viable et peut être utilisé comme substitut direct des catalyseurs dans les réacteurs existants²¹.

105. Parmi les mesures permettant de réduire la production de déchets contaminés par le mercure qui peuvent être envisagées figurent l'amélioration de la gestion du mercure et le recours aux contrôles environnementaux pour capter les rejets de mercure ; la mise au point et l'emploi de catalyseurs utilisant peu de mercure ; la mise en œuvre de réformes technologiques visant à 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 l'utilisation de systèmes de désacidification, tels que 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 dans les usines de recyclage et de production 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 chinois de la protection de l'environnement, 2010).

c) Production de chlore-alcali

106. Le remplacement des procédés utilisant des cellules au mercure par des procédés sans mercure dans les usines de fabrication de chlore-alcali permet d'éliminer les émissions et la production de déchets de mercure dans ces établissements. 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, les procédés à membrane offrant un meilleur rapport coût-efficacité que les procédés à diaphragme car ils consomment moins d'électricité (Maxson, 2011). Bien que le procédé utilisant des cellules au mercure soit progressivement abandonné, 75 usines réparties dans 40 pays l'utilisaient encore en 2012. Les déchets solides produits par ces usines se sont élevés à 163 465 tonnes en 2012 (Partenariat mondial sur le mercure du PNUE, 2013). En 2010, les usines de chlore-alcali utilisant des cellules au mercure représentaient environ 10 % de la capacité mondiale de production. Au Japon, ce procédé n'est plus appliqué depuis 1986 tandis qu'en Europe, 28 % de la capacité de production de chlore était basée sur la technologie des cellules au mercure en début d'année 2013. Les fabricants européens se sont engagés volontairement à remplacer ou fermer toutes les usines de chlore-alcali utilisant du mercure d'ici 2020 (Euro Chlor, 2010). Aux États-Unis, le nombre d'installations utilisant les cellules au mercure est passé de 14 en 1996 à deux en 2012 (Chlorine Institute, 2009 ; Partenariat mondial sur le mercure du PNUE, 2013).

107. Les déchets contaminés par du 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 recueilli dans des cuves ou puisards. Outre la détection de fuites éventuelles et les travaux réguliers d'entretien, d'autres mesures permettent de réduire la production de déchets contenant du mercure, et notamment la réduction de l'évaporation du mercure, le contrôle renforcé des émissions de mercure, ainsi que la récupération du mercure contenu dans les eaux usées et provenant du traitement des gaz de combustion et de la soude caustique. Les documents ou sites Web suivants donnent de plus amples d'informations à ce sujet :

a) Commission européenne, 2013. *Décision d'exécution de la Commission du 9 décembre 2013 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour la production de chlore et de soude, au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil relative aux émissions industrielles (2013/732/UE) ;*

b) Partenariat mondial sur le mercure, rapports et publications du secteur de la production de chlore-alcali. Disponibles à l'adresse <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/GlobalMercuryPartnership/ChloralkaliSector/Reports/tabid/4495/language/en-US/Default.aspx> (cette page Web contient plus d'une vingtaine de directives concernant le secteur de la production de chlore alcali).

²¹ Voir http://www.matthey.com/innovation/innovation_in_action/vcm-catalyst.

2. Prévention et réduction au minimum des déchets pour les produits contenant du mercure ajouté

108. L'adoption de substituts sans mercure et l'interdiction des produits qui en contiennent constituent des moyens importants d'éviter la production de déchets de mercure. La Convention de Minamata prévoit l'interdiction de la fabrication, de l'exportation et de l'importation de certains produits contenant du mercure ajouté à partir de 2020 (voir le paragraphe 22 ci-dessus).

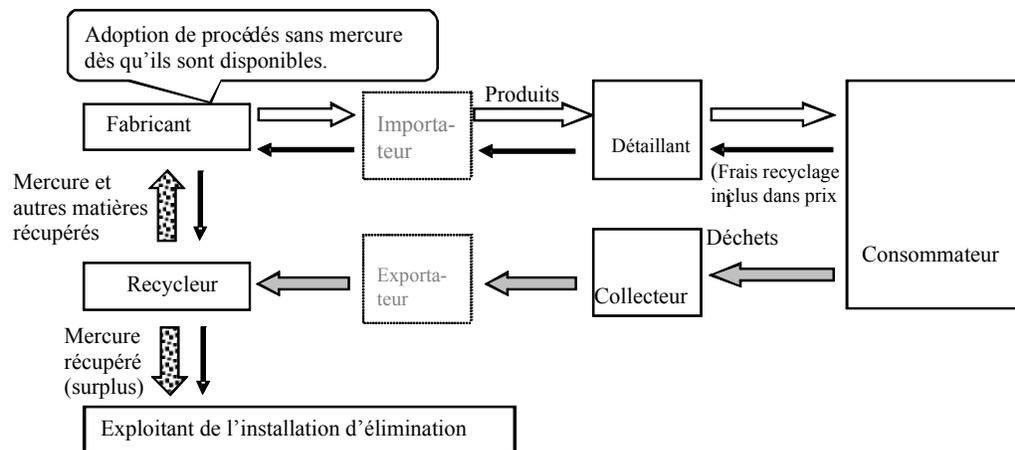
109. À titre de mesure transitoire, l'établissement de teneurs maximales en mercure à ne pas dépasser dans les produits pour lesquels aucune solution de remplacement sans mercure ne sera disponible dans un avenir prévisible contribuerait également à limiter la production de déchets de mercure par le secteur des produits contenant du mercure ajouté. Le remplacement de ces produits par des produits de substitution à faible teneur en mercure peut être facilité par la promotion des achats écologiques.

110. Là où l'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 des flux de déchets par le mercure devrait être évitée par:

- a) L'utilisation de produits sans mercure ;
- b) L'établissement de teneurs maximales en mercure dans les produits ;
- c) L'établissement de normes de passation de marchés privilégiant les produits sans mercure et les produits à plus faible teneur en mercure.

111. Les déchets contenant du mercure devraient être triés et collectés séparément. Le mercure qu'ils renferment devrait ensuite, dans la mesure du possible, être récupéré et réutilisé au lieu de mercure primaire dans les procédés de fabrication, ou éliminé de façon écologiquement rationnelle (voir Figure 3). Les régimes de responsabilité élargie des producteurs (REP) peuvent être des moyens efficaces d'encourager la production de produits sans mercure ou à faible teneur en mercure ainsi que la collecte de ces produits une fois parvenus à l'état de déchets. Le paiement de ristournes pour les produits usés contenant du mercure ajouté qui sont rapportés à un centre de collecte pourrait également faire partie des démarches envisageables.

Figure 3 : Système fermé d'utilisation du mercure



a) Produits sans mercure

112. La substitution du mercure dans les produits dépend de plusieurs facteurs tels que l'efficacité ou les performances des substituts, le coût des substituts et les coûts de production globaux, les impacts des substituts 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 actuellement disponibles. On trouvera des informations détaillées sur ces procédés de substitution dans les publications suivantes :

- a) *List of alternatives to mercury-added products* (PNUE, 2014b) ;
- b) *Replacement of mercury thermometers and sphygmomanometers in health care Technical guidance* (OMS, 2010) ;

c) *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) ;

d) *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).

b) Fixation de teneurs maximales en mercure dans les produits

113. Des limites de teneur en mercure devraient être imposées pour les produits contenant du mercure ajouté jusqu'à l'abandon définitif de ces derniers. En effet, l'imposition de telles limites peut diminuer les quantités de mercure utilisées au stade de la fabrication pour chaque produit et, par suite, entraîner une baisse des émissions de mercure sur la durée du cycle de vie du produit, y compris celles résultant de rejets ou bris accidentels, et une réduction de la quantité totale de déchets contenant du mercure nécessitant une gestion spéciale. La Convention de Minamata impose pour certains produits des limites sur la teneur maximale en mercure que les Parties à la Convention devraient respecter (voir le paragraphe 22 ci-dessus).

114. Des teneurs maximales en mercure peuvent être imposées par le biais d'une législation (voir les exemples donnés dans la section III, B, 2 ci-dessous) ou d'interventions de nature volontaire du secteur industriel dans le cadre de plans publics de gestion de l'environnement/du mercure. Comme indiqué précédemment, des exigences juridiques concernant les teneurs maximales en mercure ont été établies pour les piles et les lampes fluorescentes dans l'Union européenne et plusieurs États des États-Unis ont fixé des teneurs maximales en mercure pour les piles. Au Japon, des teneurs maximales en mercure ont été fixées pour les lampes fluorescentes par une association professionnelle et le gouvernement japonais les utilise comme critères pour la sélection des lampes fluorescentes dans le cadre de politiques d'achats écologiques. Au Canada, le *Règlement sur les produits contenant du mercure* fixe des limites quant à la quantité de mercure que les lampes fluorescentes et autres peuvent contenir.

115. Pour réduire la teneur en mercure des lampes fluorescentes, les fabricants ont mis au point diverses technologies permettant d'injecter dans chaque lampe des quantités spécifiques de mercure qui correspondent aux quantités minimums de mercure requises pour garantir une performance adéquate de la lampe. Parmi les méthodes permettant d'injecter des doses précises de mercure dans les lampes figurent l'emploi d'amalgames au mercure, de granules ou bagues d'alliage au mercure et de capsules de mercure au lieu d'une injection de mercure (Ministère japonais de l'environnement, 2010).

116. Par rapport à l'utilisation de mercure, 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 ajouté. Le principal intérêt des méthodes permettant d'ajouter des doses précises de mercure est qu'elles réduisent au minimum l'exposition des travailleurs et des consommateurs aux vapeurs de mercure, de même que le rejet de celles-ci 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, ces méthodes de dosage précis du mercure permettent 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, tels qu'un degré élevé d'efficacité et une bonne longévité.

c) Achats gouvernementaux

117. 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 l'usage de produits exempts de mercure ou de faible teneur en mercure. Ces programmes devraient, autant que possible, être axés sur l'achat de produits sans mercure, sauf exceptionnellement, lorsque, pour des raisons pratiques ou technologiques, aucun produit de substitution n'est disponible, ou sur l'achat de produits dont la teneur en mercure est réduite au minimum.

118. Les grands consommateurs de produits contenant du mercure ajouté, 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

119. 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 »²² est considéré être le détenteur de marque ou l'importateur, sauf lorsque ceux-ci n'assurent que le conditionnement ou que le propriétaire d'une marque n'est pas clairement identifié, comme dans le secteur de l'électronique, où le producteur serait le fabricant (ou l'importateur) (OCDE, 2001a). Les programmes REP transfèrent la responsabilité de gérer les produits en fin de vie des autorités publiques locales et des contribuables aux producteurs. Ils incitent ces derniers à tenir compte des considérations écologiques dans la conception de leurs produits et à s'assurer que le prix de vente reflète les coûts du traitement et de l'élimination écologiquement rationnels des produits une fois parvenus à l'état de déchets. La REP peut être obligatoire, volontaire, ou un mélange des deux (dans le cadre, par exemple, de contrats négociés). Elle peut incorporer des programmes de reprise des produits (voir le paragraphe 147 ci-après).

120. Les programmes de responsabilité élargie des producteurs permettent, selon la façon dont ils ont été conçus, d'atteindre un certain nombre d'objectifs, et notamment : 1) libérer les administrations locales 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 ce qu'ils puissent être réutilisés et recyclés, et à réduire tant la quantité de matériaux employés que leur dangerosité ; 3) incorporer les frais de gestion des déchets dans le prix des produits ; 4) favoriser l'innovation dans le domaine des technologies de recyclage. La REP contribue par conséquent à instaurer un marché sur lequel les prix reflètent les coûts environnementaux des produits (OCDE, 2001a). On trouvera des descriptions détaillées de plans de REP dans plusieurs publications de l'OCDE sur la question²³.

121. Lorsque des programmes de REP sont en place, les services de protection de l'environnement devraient élaborer des cadres réglementaires définissant les responsabilités des acteurs concernés, des normes en matière de gestion des produits, et les composantes que tous les programmes de REP devraient comprendre. Ils devraient par ailleurs encourager la participation des parties intéressées et du public. Les autorités environnementales devraient également surveiller les résultats des programmes REP (par exemple, quantité de déchets collectés, quantité de mercure récupéré et frais de collecte, de recyclage et de stockage) et recommander certaines améliorations si nécessaire. La responsabilité de la mise en œuvre des programmes de REP devrait être partagée par tous les fabricants d'un produit donné et les « profiteurs » (c'est-à-dire les producteurs qui échappent à l'obligation de mettre en œuvre de la REP) devraient être exclus de ces programmes, afin d'éviter une situation dans laquelle certains producteurs sont contraints d'assumer une part disproportionnée des coûts de la REP par rapport à leur part de marché.

122. Dans l'Union européenne, par exemple, les lampes fluorescentes, dont les ampoules fluocompactes, figurent parmi les produits soumis à la *Directive 2012/19/UE du Parlement européen et du Conseil du 4 juillet 2012 relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques* (DEEE). Cette directive 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 autres exemples de programmes de REP, un programme de l'Union européenne pour les piles et un programme portant sur la REP pour les lampes fluorescentes et les piles en République de Corée²⁴.

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

123. Les procédures à suivre pour la manipulation, la séparation, la collecte, l'emballage, l'étiquetage, le transport et le stockage des déchets de mercure en attendant leur élimination se rapprochent de celles qui s'appliquent à d'autres types de déchets dangereux. Toutefois, comme les propriétés physiques et chimiques du mercure le rendent très mobile dans l'environnement, la gestion écologiquement rationnelle des déchets de mercure nécessite des précautions et techniques de manipulation supplémentaires.

²² La Directive 2008/98/CE 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.

²³ Disponibles à l'adresse http://www.oecd.org/document/19/0,3746,en_2649_34281_35158227_1_1_1_1,00.html

²⁴ Informations disponibles à l'adresse http://eng.me.go.kr/content.do?method=moveContent&menuCode=pol_rec_pol_rec_sys_responsibility

124. La présente section fournit des orientations techniques spécifiques sur la manière la plus appropriée d'assurer la manipulation des déchets de mercure. Néanmoins, il est impératif également que les producteurs se réfèrent et se conforment aux exigences locales et nationales applicables. Pour le transport et le mouvement transfrontière des déchets dangereux, les documents ci-après permettent de déterminer certaines exigences particulières :

- a) UNEP, 2015a. *Manuel de mise en œuvre de la Convention de Bâle* ;
- b) Organisation maritime internationale, 2014. *Code maritime international des marchandises dangereuses* ;
- c) Organisation internationale de l'aviation civile, 2013. *Instructions techniques pour le transport aérien des marchandises dangereuses* ;
- d) Association internationale du transport aérien, 2014. *Manuel sur la réglementation des marchandises dangereuses* ;
- e) Nations Unies, 2013. *Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses. Règlement type*.

125. Les documents de référence suivants contiennent des orientations spécifiques à certains produits particuliers sur la manipulation, le tri, la collecte, l'emballage, l'étiquetage, le transport et le stockage des déchets de mercure :

- a) PNUD, 2010. *Guide de nettoyage, de stockage provisoire ou intermédiaire et de transport de déchets contenant du mercure provenant des établissements de santé* ;
- b) OMS, 2010. *Utilisation future des matériaux pour restauration dentaire* (Chapitre 6. Meilleures pratiques de gestion des déchets d'amalgame dentaire) ;
- c) The Lamp Recycling Outreach Project, non daté. *Training Module (1-hour version) for Generators and Handlers of Fluorescent and Mercury-Containing Lamps (and Ballasts)*

126. Des informations pertinentes concernant les caractéristiques de danger et les risques que présentent les déchets de mercure devraient être collectées et analysées afin de planifier une manipulation correcte de ces déchets, par exemple en consultant et en suivant les indications données sur les produits chimiques qu'ils contiennent et les fiches de données de sécurité connexes. Pour l'étiquetage et l'emballage, il conviendra de tenir compte, s'il y a lieu, du Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH) des Nations Unies.

1. Manipulation

127. Les personnes manipulant des déchets de mercure devraient veiller tout particulièrement à éviter l'évaporation et l'écoulement accidentel de mercure dans l'environnement. Les déchets de mercure devraient être placés dans des conteneurs étanches aux gaz et aux liquides portant une marque distinctive indiquant qu'ils contiennent du mercure « toxique ». Les conteneurs qui conviennent le mieux pour le stockage des déchets de mercure sont des conteneurs en acier spécialement conçus, car le mercure peut s'amalgamer à de nombreux autres métaux (zinc, cuivre, argent et autres). Certains plastiques sont perméables aux vapeurs de mercure et devraient être évités dans la mesure du possible.

128. L'utilisateur final devrait manipuler avec précaution et éviter d'endommager les produits usagés contenant du mercure ajouté tels que lampes fluorescentes, thermomètres et appareils électriques et électroniques. Les déchets de produits contenant du mercure ajouté comme les peintures et pesticides devraient être manipulés en toute sécurité et ne devraient pas être déversés dans des évier, toilettes, collecteurs d'eaux pluviales ou autres systèmes de récupération des écoulements d'eaux pluviales. Il convient également d'éviter de mélanger les produits usagés contenant du mercure ajouté à d'autres types de déchets. En cas de dommage ou déversement accidentel de ces produits, il convient de suivre des procédures de décontamination (voir la section III. K.2 ci-dessous).

129. Les personnes manipulant des déchets contaminés au mercure devraient éviter de les mélanger à d'autres déchets. Les déchets contaminés au mercure devraient être placés dans des conteneurs hermétiques pour éviter le rejet de mercure dans l'environnement.

2. Séparation

130. La séparation et la collecte des déchets de mercure 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 pourrait se retrouver dans l'environnement après la mise en décharge ou l'incinération.

131. Les déchets industriels contenant du mercure devraient être séparés des autres déchets produits par les installations industrielles et gérés en tant que déchets dangereux, conformément à la législation en vigueur dans le pays. La gestion séparée de ces déchets permet de les soumettre à un traitement approprié pour en extraire le mercure ou de les stabiliser en vue d'une élimination dans les règles sans diluer leur teneur en mercure. La dilution du taux de mercure dans les déchets par l'incorporation d'autres déchets est susceptible de nuire à l'efficacité du traitement ou d'abaisser la teneur en mercure du mélange en dessous du(des) futur(s) seuil(s) visés au paragraphe 2 de l'article 11 de la Convention de Minamata, empêchant ainsi la gestion correcte de ces déchets.

132. Les points suivants devraient être pris en considération lors de la mise en place et de la réalisation de programmes de collecte de déchets de mercure, en particulier les produits ménagers, commerciaux et industriels contenant du mercure ajouté :

- a) Faire connaître les programmes, les lieux de dépôt et le calendrier de collecte à tous les détenteurs potentiels de déchets de mercure ;
- b) Accorder suffisamment de temps pour la réalisation des programmes de collecte afin d'assurer le ramassage total de tous les déchets de mercure visés par ces programmes ;
- c) Prévoir, dans la mesure du possible, la collecte de la totalité des déchets de mercure visés par les programmes ;
- d) Mettre à la disposition des détenteurs de déchets de mercure des conteneurs acceptables et des matériaux permettant un transport en toute sécurité pour les déchets qu'il est nécessaire de réemballer ou de sécuriser avant leur transport ;
- e) Établir des mécanismes de collecte simples et peu coûteux ;
- f) Assurer la sécurité des personnes livrant les déchets de mercure aux dépôts et celle des employés qui travaillent dans ces dépôts ;
- g) Faire en sorte que les exploitants de dépôts utilisent une méthode d'élimination acceptée ;
- h) Veiller à ce que les programmes et les installations respectent toutes les exigences applicables prévues par la législation ;
- i) Séparer les déchets de mercure des autres flux de déchets.

133. En fonction de la législation applicable au niveau national et local, l'étiquetage des produits contenant du mercure peut contribuer à assurer leur séparation adéquate et, par conséquent, leur élimination écologiquement rationnelle à la fin de leur vie utile. Les systèmes d'étiquetage des produits contenant du mercure ajouté devraient être appliqués par les producteurs au stade de fabrication, afin de faciliter l'identification des produits qui contiennent du mercure et nécessitent une manipulation spéciale dans le cadre des programmes de collecte et de recyclage²⁵. L'étiquetage doit, dans certains cas, se conformer à la réglementation nationale relative au droit à l'information, qui peut exiger la divulgation d'informations sur la présence, l'identité et les propriétés des ingrédients chimiques toxiques que contiennent les produits. Les systèmes d'étiquetage des produits contenant du mercure ajouté pourraient également exiger la mention sur les étiquettes du mode d'emploi à respecter, ainsi que d'indications sur la gestion des déchets incitant au recyclage et à une élimination correcte.

134. Les systèmes d'étiquetage des produits contenant du mercure ajouté pourraient permettre d'atteindre les objectifs suivants²⁶.

²⁵ À titre d'exemple, voir les directives figurant à l'adresse <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/labelinginfo.cfm>, et le système d'étiquetage figurant à l'adresse <http://www.digitaleurope.org/Services/MercuryFreelogo.aspx>

²⁶ À titre d'exemple, voir les orientations figurant 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://home.jeita.or.jp/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 polybromobiphényles (PBB) et/ou des polybromodiphényléthers (PBDE).

- a) Informer les consommateurs, au point de vente, que ces produits contiennent du mercure et qu'ils sont susceptibles de nécessiter un traitement spécial en fin de vie ;
- b) Identifier les produits contenant du mercure ajouté au site d'élimination pour pouvoir les tenir à l'écart des flux de 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 ;
- d) Soutenir le droit du public à l'information sur la présence de substances toxiques dans certains produits.

135. Les fabricants peuvent signaler la présence de mercure sur les étiquettes des produits en contenant en utilisant le symbole chimique international «Hg» désignant cette substance. À titre d'exemple, les produits contenant du mercure ajouté vendus aux États-Unis doivent, dans certains États, porter le marquage  ²⁷. Dans l'Union européenne, le symbole chimique « Hg » doit figurer sur les piles contenant du mercure ajouté, en application de la directive 2006/66/CE (Union européenne, 2006). L'utilisation d'un symbole similaire sur les emballages des lampes contenant du mercure ajouté qui font l'objet d'un commerce international pourrait faciliter le repérage au niveau mondial du fait que ces lampes contiennent du mercure. Des informations supplémentaires en langue locale pourraient en outre être ajoutées pour expliquer la signification du symbole.

136. Aux États-Unis, la section sur les lampes de la «National Electrical Manufacturers Association» (NEMA) estime qu'une stratégie nationale ou internationale harmonisée pour l'étiquetage des lampes contenant du mercure ajouté constitue un élément essentiel pour une distribution efficace et économique des lampes à faible consommation d'énergie²⁸. Le 19 juillet 2010, la Commission fédérale du commerce des États-Unis a adopté une règle²⁹ imposant, à partir du 19 juillet 2011, un nouvel étiquetage pour les emballages des lampes fluocompactes, des lampes à diodes électroluminescentes (LED) et des lampes traditionnelles à incandescence afin d'aider les consommateurs à choisir la solution la mieux adaptée à leurs besoins en éclairage. Pour les lampes contenant du mercure ajouté, les indications ci-après doivent figurer sur les emballages et sur les lampes elles-mêmes³⁰.

Figure 4 : Exemple d'étiquetage de produit (lampe fluorescente : à gauche étiquetage de l'emballage et à droite celle du produit)



137. Lorsque des produits contenant du mercure ajouté sont exportés et parviennent à l'état de déchets dans les pays importateurs, les consommateurs, utilisateurs et autres parties concernées de ces pays ne comprennent pas toujours les indications en langues étrangères figurant sur les étiquettes de ces produits. Dans de tels cas, les importateurs, exportateurs, fabricants ou organismes nationaux responsables de l'étiquetage des produits devraient veiller à ce que les étiquettes soient adaptées au contexte local et/ou fournissent des informations dans la langue locale voulue.

3. Collecte

a) Collecte des déchets constitués de mercure ou de composés du mercure

138. Les déchets constitués de mercure ou de composés du mercure, tels que ceux qui résultent de la fermeture d'une usine de production de chlore-alcali par le procédé des cellules à mercure, diffèrent généralement des autres déchets de mercure du point de vue des risques qu'ils posent en cas de

²⁷ Voir <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/labelinginfo.cfm>

²⁸ Voir <http://www.nema.org/Policy/Environmental-Stewardship/Lamps/Documents/Labeling%20White%20Paper%20Final%2010%2004.pdf> et <http://www.nef.org.uk/energysaving/lowenergylighting.htm>

²⁹ Appliance Labeling Rule (Règlement sur l'étiquetage des appareils), 75 Fed. Reg. 41696 (19 juillet 2010).

³⁰ Voir <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>

mauvaise manipulation. Les déchets constitués de mercure ou de composés du mercure peuvent également être produits en plus grandes quantités que les autres déchets de mercure, ce qui les rend plus difficiles à collecter. Le mercure en grande quantité devrait être soigneusement emballé dans des conteneurs adéquats avant d'être expédié vers des installations désignées de stockage ou d'élimination³¹.

b) Collecte de produits usagés contenant du mercure ajouté

139. Les déchets de produits usagés contenant du mercure ajouté devraient être collectés séparément des autres déchets, en veillant à occasionner le moins de bris et de contamination possible. Les quantités de déchets produites par les ménages d'une part, et par les autres producteurs de déchets, tels que les entreprises, les services gouvernementaux, les établissements d'enseignement et autres entités d'autre part, diffèrent. Il est par conséquent recommandé de ramasser séparément les déchets produits par ces deux groupes.

140. Il existe trois options, examinées ci-après, pour la collecte des déchets contenant du mercure ajouté, tels que ceux mentionnés dans le tableau 2 ci-dessus, auprès des particuliers. Les piles au mercure peuvent être collectées avec d'autres types de piles.

i) Centres de collecte des déchets ou points de dépôt

141. 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.

142. Des boîtes ou conteneurs destinés à recevoir les déchets contenant du mercure devraient être mis à la disposition du public aux centres de collecte. Les déchets contenant du mercure tels que les lampes fluorescentes, les thermomètres et les piles au mercure devraient être placés uniquement dans 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 la sensibilisation du public. 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 les lampes fluocompactes. Pour les lampes 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 demandant aux utilisateurs de déposer délicatement leurs ampoules usagées. Pour minimiser les risques de bris, on peut aussi envisager de demander au consommateur de remettre ses ampoules fluorescentes au personnel qualifié d'un point de dépôt. En cas de bris de lampe, le lieu concerné doit être immédiatement aéré et le personnel, qu'il conviendra d'informer, devrait appliquer les procédures de décontamination³². Les points de dépôt des lampes pourront être situés en plein air afin de minimiser le risque d'exposition des travailleurs en cas de bris de lampe.

ii) Collecte dans les lieux publics ou les magasins

143. Les déchets contenant du mercure, en particulier les lampes fluorescentes, thermostats, piles et thermomètres, peuvent être collectés à l'aide de véhicules de ramassage spécialement conçus ou bien 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 utilisés. Les boîtes ou conteneurs de collecte spécialement réservés aux déchets contenant du mercure doivent être conçus en tenant compte des caractéristiques de ces déchets et de façon à éviter qu'ils se brisent. Seuls des récipients expressément conçus pour recueillir des déchets contenant du mercure et pouvant contenir les vapeurs de mercure provoquées par des lampes brisées devraient être utilisés dans des lieux publics de collecte³³. Les consommateurs devraient pouvoir déposer gratuitement leurs lampes fluorescentes, piles, thermostats

³¹ Le Ministère américain de l'énergie donne des recommandations détaillées sur la manutention et le stockage sans risque du mercure, qui sont consultables à l'adresse

<http://energy.gov/em/services/waste-management/waste-and-materials-disposition-information>.

³² Voir EPA, « Élimination d'une ampoule fluocompacte brisée », disponible à l'adresse <http://www.epa.gov/cfl/cflcleanup.html> ; Mercury Policy Project, 2008, *Shedding Light on Mercury Risks from CFL Breakage*, disponible à l'adresse http://mpp.cclearn.org/wp-content/uploads/2008/08/final_shedding_light_all.pdf ; et Agence allemande de protection de l'environnement, à l'adresse <http://umweltbundesamt.de/energie/licht/hgf.htm> (en allemand).

³³ Voir Glenz *et al.*, 2009.

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), recueilleront ces déchets dans des boîtes ou conteneurs réservés à cet effet.

144. Il faut vérifier que d'autres types de déchets n'ont pas été déposés dans les boîtes ou conteneurs destinés aux déchets contenant du mercure. Ces récipients doivent être étiquetés et placés à des endroits qui peuvent être surveillés, soit à l'intérieur de bâtiments, soit dans des lieux bien ventilés, soit encore à l'extérieur dans des lieux couverts et protégés.

iii) Collecte à domicile par des entreprises de collecte

145. La collecte à domicile par des entreprises agréées peut s'effectuer pour certains déchets d'équipements contenant du mercure, tels que les déchets d'équipements électriques et électroniques. Pour assurer l'efficacité de la collecte de ces déchets par les entreprises locales, des arrangements spéciaux ou des dispositifs juridiques seront souvent nécessaires. Il faudra peut-être, par exemple, que les autorités publiques, ou d'autres organismes, et les fabricants de produits contenant du mercure ajoutés définissent des modalités pour le ramassage des déchets contenant du mercure par des entreprises locales.

iv) Collecte coordonnée par des groupements professionnels

146. La collecte des déchets de produits contenant du mercure ajoutés détenus par les entreprises et les commerces pourrait être assurée de manière efficace par des groupements professionnels ou commerciaux. Au Japon, par exemple, l'Association médicale de Tokyo a mis en place un système spécial pour la collecte des thermomètres et sphygmomanomètres superflus qui lui a permis d'en recueillir plusieurs milliers de en l'espace d'un mois. Durant la période de collecte, elle a encouragé toutes les institutions médicales membres à déposer ces instruments dans un bureau local désigné de l'association et leur a demandé de payer un certain montant pour les frais de transport et d'élimination. Afin d'assurer l'efficacité de la collecte et de l'élimination des instruments collectés, l'association a coordonné les opérations avec ses branches locales ainsi qu'avec les entreprises de transport et gestionnaires des déchets. Chaque institution médicale membre a bénéficié d'une réduction des frais de transport en raison des économies d'échelle créées par ce système et des arrangements efficaces en termes de transport.

v) Programmes de reprise de produits

147. Le terme « programmes de reprise de produits » désigne diverses initiatives destinées à soustraire certains produits usés ou à l'état de déchets 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 et de détaillants) qui offrent aux consommateurs la possibilité de rapporter des produits usagés au point d'achat ou dans un autre établissement spécifié. Certains programmes offrent aux consommateurs des incitations financières, d'autres sont mandatés ou gérés par les pouvoirs publics (programmes de dépôt de bouteilles, par exemple), et d'autres encore financent partiellement des activités d'élimination ou de recyclage. Généralement, ce type de programme concerne des produits de grande consommation, tels que des piles, interrupteurs, thermostats, lampes fluorescentes et autres articles contenant du mercure ajouté (Honda, 2005).

148. 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 par du mercure ou des composés du mercure

149. Les stations d'épuration des eaux usées et les incinérateurs de déchets sont généralement conçus pour la collecte de boues, cendres et résidus pouvant contenir du mercure et d'autres métaux lourds sous forme de traces. Les dispositifs de lutte contre les émissions atmosphériques de mercure installés dans les incinérateurs sont susceptibles d'accroître la teneur en mercure des cendres volantes récupérées. Si les concentrations de mercure dépassent les seuils établis pour les déchets dangereux, ces déchets devraient être collectés séparément.

4. Emballage et étiquetage

150. Les déchets de mercure qui sont transportés des installations des producteurs ou points de collecte publics aux installations de traitement devraient être correctement emballés et étiquetés. 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'une telle législation ou si les orientations qu'elle fournit ne sont pas suffisantes, les documents de référence publiés par les gouvernements nationaux, l'IATA, l'OMI et la

CEE-ONU devraient être consultés. Des normes internationales régissant l'étiquetage et l'identification des déchets ont été élaborées, y compris les documents de référence suivants :

- a) Nations Unies, 2003. *Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques* (révisé et amélioré tous les deux ans) ;
- b) OCDE, 2001. *Système de classification harmonisé et intégré des dangers pour la santé humaine et l'environnement des substances chimiques et des mélanges*.

5. Transport

151. Les déchets de mercure devraient être transportés de façon écologiquement rationnelle pour éviter les déversements accidentels. Leur acheminement doit également être suivi 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 éventuelles. Durant le transport, les déchets de mercure devraient être identifiés, emballés et acheminés conformément aux *Recommandations des Nations Unies relatives au transport des marchandises dangereuses – Règlement type (Livre orange)*.

152. Les entreprises transportant des déchets dans leur propre pays devraient être homologuées pour le transport de matières et déchets dangereux. Leur personnel devrait être qualifié et disposer des certificats requis pour la manipulation de matières et déchets dangereux, conformément à la législation applicable aux niveaux national et local. Les transporteurs devraient gérer les déchets de mercure de façon à ce qu'ils ne subissent aucun dommage, qu'aucun rejet dans l'environnement ne se produise et qu'ils ne soient pas exposés à l'humidité.

153. Des recommandations sur le transport sans risque des matières dangereuses peuvent être obtenues auprès de l'IATA, de l'OMI, de la CEE-ONU et de l'OACI (voir le paragraphe 124 ci-dessus).

6. Stockage

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

154. Les déchets contenant du mercure devraient être stockés temporairement dans les locaux des producteurs de déchets, en attendant leur collecte et élimination. Ils 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 déchets en vrac devraient être entreposés de manière à réduire à un minimum les rejets de mercure dans l'environnement, en utilisant si possible des récipients fermés, une surface imperméable en béton (dotée de systèmes de contrôle des eaux de ruissellement), ou des bâches imperméables. Les producteurs devraient conserver ce type de déchets pendant une période limitée, conformément aux normes ou règlements nationaux, et devraient, en tout état de cause, les expédier aussitôt que possible en vue d'une élimination appropriée.

155. Les déchets ménagers contenant du mercure, dont les lampes fluorescentes et autres lampes piles et thermomètres au mercure, devaient être soigneusement emballés (en utilisant, par exemple, des emballages ou boîtes de produits adaptés à leur forme) et stockés temporairement. Les débris d'appareils au mercure endommagés pendant la manipulation devraient être récoltés et stockés à l'extérieur en attendant qu'ils soient collectés en vue d'une gestion ultérieure³⁴. Les déchets liquides contenant du mercure, comme les peintures et pesticides, devraient être conservés dans leurs récipients d'origine, dont les couvercles devraient être hermétiquement fermés. Les récipients et emballages qui renferment des déchets contenant du mercure ne devraient pas être placés avec les autres déchets ; ces récipients et emballages doivent être marqués et stockés dans un endroit sec et sûr comme, par exemple, un entrepôt ou un autre lieu généralement peu fréquenté.

156. Outre la prise en compte des orientations figurant dans les paragraphes 154 et 155 ci-dessus, il est recommandé aux gros utilisateurs de mercure, comme les gouvernements, les entreprises et les établissements scolaires d'établir des plans en vue du stockage de 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

³⁴ Les matières doivent être stockées à l'extérieur car de nombreux emballages couramment disponibles, tels que les sacs plastiques, sont perméables aux vapeurs de mercure. Voir Maine Department of Environmental Protection, 2008.

contenant du mercure devraient être marqués, datés et entreposés dans un endroit sec. Il est recommandé d'utiliser pour ce faire un secteur ou local à l'écart des zones de travail ou publiques qui dispose de conduits ou de systèmes d'aération qu'il ne partage pas avec ces dernières ou qui est muni d'évents ouvrant directement sur l'extérieur. Les recommandations du PNUD concernant les déchets de mercure produits par les établissements de santé³⁵ fournissent des conseils détaillés à cet égard et peuvent être applicables à de nombreuses sociétés commerciales produisant des appareils engendrant ce type de déchets.

b) Stockage des déchets de mercure avant leur élimination

157. Le stockage des déchets de mercure dans les installations d'élimination devrait également se faire de manière à réduire à un minimum les risques de rejet dans l'environnement.

i) Considérations techniques et opérationnelles pour les installations de stockage

158. En ce qui concerne leur emplacement et leur aménagement, il convient, en principe, d'éviter autant que possible de construire les installations de stockage 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 et zones caractérisées par des conditions météorologiques défavorables et des modes incompatibles d'occupation des sols; ceci, afin d'éviter tout risque de rejet de mercure et d'exposition éventuelle des populations et de l'environnement au mercure. Ces limitations quant au choix de l'emplacement peuvent toutefois ne pas s'appliquer dans les cas où la conception technique et les exigences juridiques régissent la gestion écologiquement rationnelle des installations de stockage. Ces dernières devraient être conçues de façon à garantir la sécurité de l'installation et à éviter toute interaction chimique et physique inutile avec le mercure. Les sols des installations devraient être recouverts de matériaux résistants au mercure afin d'éviter les infiltrations de mercure dues à des fuites ou écoulements accidentels. Les locaux devraient être équipés de systèmes d'alerte incendie et d'extinction et posséder des environnements à pression négative afin d'éviter que des émissions de mercure ne s'échappent à l'extérieur des bâtiments. 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. Les espaces de stockage des déchets de mercure devraient être clairement marqués par des panneaux d'avertissement (FAO 1985 ; EPA 1997b ; PNUE, 2015c ; U.S. Department of Energy, 2009).

159. Au plan opérationnel, ce type d'installation devrait rester fermé à clef pour éviter les vols et accès non autorisés. Seules les personnes ayant reçu une formation adéquate concernant, entre autres, l'identification des différents types de déchets de mercure, leurs dangers et leur manutention devraient avoir accès à ces déchets. 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 ou 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 des ajouts et retraits. Les aires de stockage devraient être régulièrement inspectées, en particulier pour détecter les éventuels dégâts, fuites, écoulements accidentels et dégradations. Le nettoyage et la décontamination devraient être effectués rapidement, conformément à la législation et aux règlements en vigueur, mais seulement après avoir alerté les autorités concernées. (FAO 1985 ; EPA, 1997b).

160. S'agissant de la sécurité des installations, il importe de mettre au point des procédures spécifiques à chaque site pour répondre aux exigences en matière de sécurité relatives au stockage de déchets de mercure. 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 d'une importance capitale. En cas d'urgence, un responsable devrait être présent pour autoriser, s'il y a lieu, une modification des procédures de sécurité 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 répondent aux normes de sécurité (Office de la gestion de l'environnement, République des Philippines, 1997 ; PNUE 2015c ; U.S. Department of Energy, 2009).

³⁵ PNUD (Projet FEM mondial sur la gestion des déchets médicaux), *Guidance on the Clean Up, Temporary or Intermediate Storage, and Transport of Mercury Waste from Healthcare Facilities (Orientations sur le nettoyage, le stockage temporaire et intermédiaire et le transport des déchets contenant du mercure produits par les établissements de soins)*. Disponible à l'adresse <http://www.gefimedwaste.org/guidance-documents>.

ii) Considérations spéciales pour le stockage de déchets constitués de mercure ou de composés du mercure

161. Les conteneurs de déchets constitués de mercure ou de composés du mercure devraient être structurellement robustes et aptes au stockage écologiquement rationnel de ces déchets. Ils devraient répondre aux conditions suivantes : 1) ils ne devraient pas avoir été endommagés par des substances contenues précédemment ni avoir contenu des substances qui pourraient réagir négativement avec le mercure ; 2) leur intégrité structurelle devrait être intacte ; 3) ils ne devraient pas présenter de corrosion excessive ; et 4) ils devraient être revêtus d'une peinture protectrice anticorrosive. Parmi les matériaux les plus appropriés pour les conteneurs de mercure figurent l'acier ordinaire et l'acier inoxydable, qui ne réagissent pas avec le mercure aux températures ambiantes. Aucun revêtement protecteur n'est exigé pour la surface intérieure de ces conteneurs à condition que le mercure qui va y être entreposé réponde aux normes de pureté et qu'il n'y ait pas d'eau à l'intérieur de ceux-ci. Un enduit de protection (peinture époxy ou revêtement électrolytique, par exemple) devrait être appliqué sur toutes les surfaces extérieures en acier ordinaire de façon à ce qu'elles soient intégralement recouvertes et en veillant à réduire au minimum les boursoufflures, écailllements et craquelures. Une étiquette indiquant le nom des fournisseurs des déchets de mercure, l'origine des déchets, le numéro du conteneur, le poids brut et la date d'injection du mercure, ainsi qu'une étiquette « Corrosif » indiquant la présence de produits corrosifs devraient être apposées sur chaque conteneur (U.S. Department of Energy, 2009). L'étiquette devra indiquer en outre que le conteneur satisfait à certaines normes techniques spécifiques concernant l'étanchéité, la stabilité à la pression, la résistance aux chocs, la sensibilité à la chaleur, etc.

162. Les conteneurs destinés aux déchets constitués de mercure ou de composés du mercure devraient être stockés en position verticale sur des palettes, isolés du sol. Les allées des aires de stockage devraient être suffisamment larges pour permettre le passage des équipes d'inspection, machines de chargement et équipements d'urgence. Le sol des locaux de stockage devrait être enduit d'une peinture époxy et de couleur claire pour pouvoir détecter les gouttelettes de mercure. Il devrait faire l'objet d'inspections fréquentes pour vérifier qu'il ne comporte aucune craquelure et que son revêtement est intact. Le sol ne devrait comporter aucune canalisation ou tuyauterie, mais il est possible de le pourvoir d'une pente et de rigoles à bords arrondis permettant d'éviter que du mercure se trouve piégé sous une plaque de caniveau et de recueillir plus facilement les éventuels écoulements. Pour les murs des locaux de stockage, il convient de choisir des matériaux de construction n'absorbant pas facilement les vapeurs de mercure. Il importe enfin d'intégrer des systèmes redondants pour éviter tout rejet de mercure en cas de situation imprévue. (U.S. Department of Energy, 2009 ; Conseil mondial du chlore, 2004).

163. Lors du stockage de déchets constitués de mercure ou de composés du mercure, il convient de veiller à ce que le mercure qu'ils renferment soit aussi pur que possible afin d'éviter des réactions chimiques et la 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 b) v) ci-dessous.

iii) Considérations particulières pour le stockage des déchets contaminés par du mercure ou des composés du mercure

164. Les déchets liquides contenus dans des récipients devraient être placés dans des bacs de confinement ou sur des surfaces dotées d'une bordure étanche. La capacité de confinement de déchets liquides devrait être d'au moins 125 % du volume maximal de ces derniers, compte tenu de l'espace occupé par les objets entreposés dans l'enceinte de confinement.

165. Les déchets solides devraient être stockés dans des conteneurs scellés, tels que des fûts, seaux, bacs en acier ou autres récipients spécialement conçus permettant d'éviter les émissions de vapeurs de mercure.

G. Élimination écologiquement rationnelle

166. Les opérations d'élimination ci-après, prévues à l'Annexe IV, parties A et B, de la Convention de Bâle, devraient être autorisées pour assurer la gestion écologiquement rationnelle des déchets de mercure³⁶ :

- D5 Mise en décharge spécialement aménagée ;
- D9 Traitement physico-chimique ;

³⁶ Pour des informations sur le stockage avant l'élimination (opérations R13 et D15), voir la section III.F.6

- D12 Stockage permanent ;
- D13 Regroupement³⁷ préalablement à l'une des opérations numérotées D5, D9, D12, D14 ou D15 ;
- D14 Reconditionnement préalablement à l'une des opérations numérotées D5, D9, D12, D13 ou D15 ;
- D15 Stockage préalablement à l'une des opérations numérotées D5, D9, D12, D13 ou D14 ;
- R4 Recyclage/récupération de métaux et composés de métaux ;
- R5 Recyclage/récupération d'autres matières inorganiques ;
- R8 Récupération des produits provenant des catalyseurs ;
- R12 Échange de déchets³⁸ en vue de les soumettre à l'une des opérations numérotées R4, R5, R8 ou R13 ;
- R13 Mise en réserve de matériaux en vue de les soumettre à l'une des opérations numérotées R4, R5, R8 ou R12.

167. 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 déchets³⁹. En Allemagne, par exemple, ce procédé est réglementé par le *Décret sur le stockage souterrain de déchets* (voir http://www.bmu.de/fileadmin/bmuimport/files/pdfs/allgemein/application/pdf/underground_waste_storage.pdf), dont les dispositions sont équivalentes à celles de la *Directive 1999/31/CE du 26 avril 1999 concernant la mise en décharge des déchets* du Conseil de l'Union européenne, et comprend des procédures spéciales d'octroi de licence et de supervision.

168. Si l'on procède à l'une des opérations de récupération décrites dans la section III.G.1 ci-après et le mercure est envoyé par la suite dans une décharge spécialement aménagée ou dans un lieu de stockage permanent (à savoir opérations D5 ou D12), l'opération de récupération entrera dans les catégories D13 et D9 (à savoir regroupement ou traitement physico-chimique). D'autre part, si l'on procède à l'une des opérations ne conduisant pas à la récupération du mercure ou des composés du mercure décrites à la section III.G.2 ci-après (par exemple la stabilisation) et que le mercure est envoyé ensuite pour être soumis à l'une des opérations « R » énumérées au paragraphe 166 ci-dessus, l'opération constituera une opération « R ». Ces deux conclusions peuvent ne pas être applicables dans tous les pays.

1. Opérations de récupération

169. La récupération de mercure à partir de déchets solides comporte généralement : 1) prétraitement, 2) traitement thermique, et 3) purification, comme le montre la figure 5 ci-après. Pour limiter le plus possible les émissions de mercure lors du processus de récupération, les installations devraient utiliser des systèmes fermés. La totalité de l'opération devrait être réalisée sous pression réduite afin d'éviter les fuites de vapeur de mercure dans les zones de traitement (Tanel, 1998). La petite quantité d'air d'échappement qui s'échappe au cours du procédé de récupération doit passer à travers une série de filtres à particules et un lit de charbon qui absorbe le mercure avant le rejet de l'air dans l'environnement.

170. Parmi les exemples de déchets de mercure dont la récupération peut occasionner des émissions de mercure figurent les équipements usagés contenant du mercure ajouté qui, en cas de bris, libèrent facilement du mercure dans l'environnement et les déchets fortement contaminés par du mercure. La première catégorie comprend des instruments de mesure (thermomètres, sphygmomanomètres et manomètres) ainsi que des interrupteurs et relais et, pourrait inclure également des lampes contenant du mercure ajouté. La deuxième englobe les boues issues du traitement des eaux usées produites par les épurateurs à voie humide des fonderies de métaux non ferreux. Aux États-Unis, des normes ont été établies spécifiquement pour le traitement et la récupération des déchets dangereux contenant du mercure, y compris ceux dont la teneur en mercure est supérieure ou égale 260 mg/kg, avant la mise

³⁷ On peut citer comme exemples d'opérations de prétraitement, le tri, le broyage, le séchage, le déchetage, le conditionnement et la séparation.

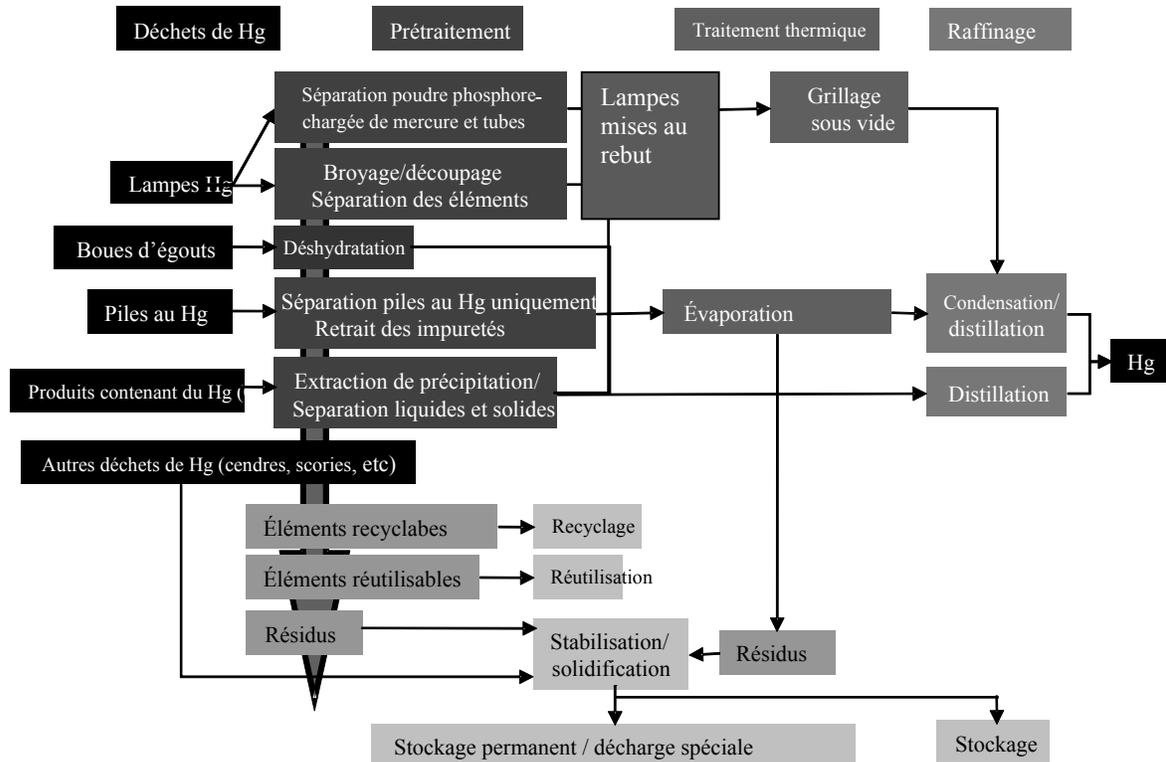
³⁸ L'échange de déchets est interprété comme incluant les opérations de prétraitement à moins qu'un autre code R ne convienne.

³⁹ Ce remblayage de sulfure de mercure résultant de la stabilisation de déchets de mercure n'est actuellement possible qu'en Allemagne.

en décharge de ces déchets (voir U.S. Code of Federal Regulations (CFR): Title 40 (Protection of the Environment), Section 268.40 : Applicability of treatment standards).

171. Les *Directives techniques sur le recyclage ou la récupération écologiquement rationnels des métaux et des composés métalliques (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 (« Catégories de déchets à contrôler »). Il est possible de recycler les déchets constitués de mercure ou de composés du mercure dans des installations spéciales dotées d'équipements perfectionnés de recyclage du 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 du mercure⁴⁰ dépendra habituellement du degré d'utilisation acceptable et de la rentabilité commerciale de sa récupération.

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



172. La récupération du mercure contenu dans les eaux usées s'opère généralement par oxydation chimique, précipitation chimique ou adsorption, suivies de divers processus de traitement. Le mercure présent dans les eaux usées provient du rejet, accidentel ou intentionnel, de cette substance contenue 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 et 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 ensuite dans la chaîne alimentaire.

173. Le traitement préalable au recyclage/à la récupération du mercure (opération R4) relève de l'intervention R12 (voir le paragraphe 166 ci-dessus), tandis que le grillage, la purification, l'oxydation ou la précipitation chimique et l'adsorption font partie de l'opération R4.

⁴⁰ Voir l'alinéa 3) b) de l'article 11 de la Convention de Minamata. On notera en outre que l'alinéa 5 b) de l'article 3 de cette même convention empêche le recyclage des excédents de mercure (mais pas celui des déchets de mercure) provenant de la mise hors service d'usines de chlore-alcali.

a) **Traitement préalable (échange de déchets en vue de les soumettre aux opérations R4 ou R13)**

174. Avant de subir un traitement thermique, les déchets qui contiennent du mercure ou sont contaminés par cette substance sont traités pour accroître l'efficacité de ce processus. Le prétraitement comprend, entre autres, 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 5 ci-dessous des exemples résumés d'opérations de prétraitement spécifiques aux déchets contenant du mercure.

Tableau 5 : Exemples d'opérations de prétraitement par type de déchet

Type de déchet	Prétraitement
<i>Lampes fluorescentes</i>	<p><i>Broyage mécanique</i></p> <p>Les lampes contenant du mercure ajoutés devraient être traitées dans une machine qui les broie et les sépare en trois catégories : verre, culots et poudres constituée de mélanges de mercure et de phosphore. Cette opération s'accomplit en injectant les lampes dans une chambre hermétique de broyage et criblage. À la fin de cette procédure, la chambre extrait automatiquement les produits pour éviter 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 au mercure 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 acheminé vers une installation de fusion pour y être refondu dans le cadre du processus de récupération, cette installation 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 de poussières de mercure tout au long du processus.</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. De l'air est ensuite injecté dans la partie inférieure des lampes découpées afin d'extraire la poudre de mercure et phosphore adsorbée sur le verre de la lampe (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 l'aluminium, le fer et les plastiques sont séparés magnétiquement pour être recyclés (Kobelco Eco-Solutions Co. Ltd., 2001 ; Ogaki, 2004).</p>
<i>Piles contenant du mercure ajouté</i>	<p><i>Élimination des impuretés</i></p> <p>Pour recycler le mercure des piles contenant du mercure ajoutés, celles-ci devraient 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 devraient d'abord être séparées des autres types de piles. Avant de procéder au grillage, les impuretés mélangées aux piles et adsorbées sur celles-ci devraient être éliminées, de préférence par un procédé mécanique. Pour que le grillage soit efficace, il faut en outre trier mécaniquement les piles selon leur taille. (Nomura Kohsan Co. Ltd., 2007).</p>
<i>Boues d'égouts</i>	<p><i>Déshydratation</i></p> <p>Les boues d'égouts ont une forte teneur en eau (plus de 95 %). En conséquence, les boues contaminées au mercure et destinées à être détruites devraient être déshydratées jusqu'à ce que l'on obtienne de 20 à 35 % de matières solides avant tout traitement thermique. Elles devraient ensuite être traitées par grillage. (Nomura Kohsan Co. Ltd., 2007 ; EPA, 1997a). L'eau extraite devrait probablement être gérée comme un déchet contenant du mercure.</p>
<i>Produits usagés</i>	<p><i>Extraction</i></p>

Type de déchet	Prétraitement
<i>contenant du mercure ajouté</i>	Il est important que les produits usagés contenant du mercure ajouté tels que les thermomètres et baromètres soient collectés en veillant dans la mesure du possible à ne pas les briser. Le mercure que ces produits collectés contiennent devrait être extrait puis distillé sous pression réduite pour le purifier.
<i>Déchets contenant du mercure fixés à des appareils</i>	<p>Démontage</p> <p>Certains déchets contenant du mercure, tels que les interrupteurs et relais électriques, sont généralement fixés à des appareils électriques. Il faut donc les en retirer, sans toutefois endommager le verre extérieur des appareils.</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 les toutes dernières technologies permettent d'utiliser des diodes électroluminescentes (LED) dans ces petites lampes, 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, et que la vapeur de mercure contenue s'en échappe. Elles devraient donc être délicatement retirées à la main⁴¹. Il convient en outre d'éviter tout traitement mécanisé, notamment le broyage, à moins que les broyeurs ne soient munis de l'équipement antipollution nécessaire pour ce type d'opération et qu'une licence ou permis de traiter les lampes au mercure ait été délivré(e), 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 (PACE) : <i>Directives sur la récupération et le recyclage écologiquement rationnels des équipements informatiques en fin de vie</i> (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 se trouvent dans « Demonstration of flat-panel-display-recycling-technologies », un rapport publié en 2010 par le Waste and Resources Action Programme (consultable à l'adresse http://www.wrap.org.uk).</p>

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

i) Traitement thermique

175. Les installations de traitement thermique des déchets contenant du mercure ou des composés du mercure ou contaminés par ces substances, tels que les boues d'égouts, les sols contaminés et d'autres déchets provenant de sites contaminés devraient être équipées de dispositifs de collecte des vapeurs de mercure en vue de la récupération du mercure (ITRC, 1998 ; Chang et Yen, 2006).

176. La désorption thermique est un procédé qui consiste à chauffer, par échange de chaleur indirect ou direct, les contaminants en majorité organiques d'une matrice solide à une température suffisamment élevée pour les volatiliser, en vue de les séparer de la matrice et de pouvoir ensuite les collecter ou les détruire. La désorption thermique par échange de chaleur indirect est l'option recommandée pour le mercure et ses composés. 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 font appel à des procédés de séparation physique qui transfèrent les contaminants d'une phase à une autre. Ces systèmes comportent deux composantes principales : un désorbteur et un système de traitement/collecte des effluents gazeux⁴².

177. Il existe plusieurs procédés d'évaporation pour le traitement des déchets contenant du mercure, dont la distillation au four rotatif et le traitement thermique sous vide.

⁴¹ Voir la section III.J pour de plus amples informations sur les mesures de sécurité à prendre pour les travailleurs.

⁴² 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 (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 (République tchèque) et pour la décontamination de sols à Taipei (Chang et Yen, 2006).

178. La distillation au four rotatif sert à extraire par évaporation et à récupérer le mercure contenu dans les déchets tels que les boues minérales industrielles, les boues engendrées par les mouvements de gaz naturel, les charbons actifs, les catalyseurs, les piles bouton et les sols contaminés, ce qui permet d'aboutir à des produits (verre, fer, métaux non ferreux, zéolites, etc.) sans mercure que l'on peut recycler. Tout polluant, hydrocarbure ou soufre présent est également éliminé lors du traitement.

179. Lors de la distillation au four rotatif, les déchets fluents et transportables par convoyeur sont placés dans une trémie d'alimentation et déversés dans le four rotatif de façon homogène au moyen d'un système de dosage. Les déchets sont traités à des températures pouvant atteindre 800°C, en partant d'une température initiale d'au moins 356° C pour permettre l'évaporation du mercure contenu dans les déchets. Les matériaux à traiter traversent le four à un taux régulier. Le temps de séjour requis des déchets dans le four rotatif dépend du matériau à traiter mais varie habituellement entre 0,5 et 1,5 heure. 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 le niveau de sécurité. Les effluents gazeux provenant du four rotatif sont lavés dans deux dépoussiéreurs par voie humide après être passés par un filtre à particules à haute température dans lequel le mercure, l'eau et les hydrocarbures se condensent. Ils subissent ensuite une épuration finale dans un système de filtration au charbon actif⁴³.

180. Les déchets prétraités, tels que la poudre de phosphore chargée de mercure présente 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 dans des installations de grillage/pyrogénéation dotées d'équipements de collecte de vapeurs de mercure permettant la récupération du mercure. On notera cependant que des métaux volatiles, dont du mercure et certaines substances organiques (y compris des polluants organiques persistants), sont émis pendant le grillage et d'autres traitements thermiques et sont transférés des déchets traités dans les gaz de combustion et les cendres volantes produites. Il convient donc de faire appel à des dispositifs de nettoyage des gaz de combustion pour capter les polluants volatilisés et empêcher leur rejet dans l'environnement (voir la section III. H.1 ci-dessous).

181. 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, poudres fluorescentes, tuyaux d'échappement, verre broyé, sols, boues, résidus miniers et matériaux de catalyseur, entre autres. Le processus de traitement thermique sous vide comprend généralement les étapes suivantes :

- a) Chauffage des déchets à traiter dans un four spécial ou lors d'une procédure d'enfouissement à des températures comprises entre 340°C et 650°C et des pressions de quelques millibars, afin de permettre l'évaporation du mercure contenu dans les déchets ;
- b) Post-traitement thermique de la vapeur 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.

182. Les résidus obtenus au terme du traitement thermique sous vide sont pratiquement dépourvus de mercure et sont recyclés ou éliminés selon leur composition⁴⁴.

ii) Oxydation chimique

183. L'oxydation chimique du mercure et des composés de mercure organique contenus dans les déchets permet de convertir le mercure en sels de mercure et de détruire les composés de mercure organique. L'oxydation chimique est une méthode efficace pour le traitement de déchets liquides et aqueux, tels que les boues et résidus, contenant du mercure ou contaminés par cette substance. Parmi les réactifs oxydants employés dans le procédé d'oxydation chimique 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 gradient de concentration. Les composés d'halogénure de mercure formés au cours de l'oxydation sont séparés de la matrice des déchets, traités et expédiés pour traitement supplémentaire, par exemple par lixiviation acide et précipitation (EPA, 2007a).

⁴³ Voir <http://www.nqr-online.de/index.php?id=17348&L=1>.

⁴⁴ Voir www.gmr-leipzig.de/gbverfahren.htm

iii) Précipitation chimique

184. La précipitation consiste à transformer, à l'aide de produits chimiques, les contaminants dissous en des matières solides insolubles qui peuvent se déposer ou que l'on peut enlever par floculation ou filtration. Dans la coprécipitation, le contaminant ciblé peut être dissous, colloïdal ou en suspension. Les contaminants dissous ne sont pas précipités mais adsorbés sur d'autres espèces que l'on extrait ensuite par précipitation. Les contaminants colloïdaux ou en suspension se mélangent à d'autres espèces précipitées ou sont extraits par des procédés tels que la coagulation ou la floculation. Les processus permettant d'extraire le mercure des eaux usées 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 » (EPA, 2007b).

iv) Traitement par adsorption

185. Les matériaux d'adsorption retiennent le mercure en 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 d'adsorption sont généralement comprimées dans une colonne, à l'intérieur de laquelle le mercure ou les composés du mercure sont adsorbés lorsque les déchets liquides la traversent. La colonne doit être régénérée ou le milieu remplacé lorsque les sites d'adsorption se saturent (EPA, 2007b). Les adsorbants usés obtenus sont des déchets mercuriques.

186. 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, qui est généralement à base de bois (noix de coco et sciure), de pétrole ou de houille. On le classe, selon sa consistance, en charbon actif poudreux ou granuleux. On trouve dans le commerce de nombreux produits au charbon actif offrant chacun les avantages 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 produits synthétiquement. Les zéolites, et notamment les clinoptilolites, ont une forte affinité avec les ions de métaux lourds où le mécanisme d'adsorption est un échange d'ions. (Chojnacki *et al.*, 2004). Les résines d'échange ionique se sont révélées utiles dans l'extraction de mercure à partir de flux aqueux, en particulier à des concentrations de mercure comprises entre 1 et 10 µg/L. Les applications d'échange ionique sont habituellement utilisées pour traiter les sels mercuriques, tels que les chlorures mercuriques, présents dans les eaux usées. Le processus d'échange d'ions implique la transformation d'un milieu, qui peut être soit une résine synthétique soit un minéral, en une solution où les ions métalliques 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).

187. Les résines de chélation sont des résines d'échange ionique conçues comme des polymères fonctionnels qui permettent de capter sélectivement et d'extraire des ions, notamment divers ions métalliques, se trouvant dans une solution. Elles sont constituées d'une base polymère maillée en trois dimensions, avec un groupe fonctionnel qui se combine par chélation avec les ions métalliques. Les plus couramment utilisées sont le polystyrène, suivi des plastiques phénoliques et de l'époxy. On s'en sert pour traiter les effluents aqueux des ateliers de placage en vue d'en retirer le mercure et d'autres métaux lourds résiduels après neutralisation et sédimentation coagulante, ou pour enlever par adsorption les ions métalliques se trouvant à des concentrations relativement faibles dans les eaux usées. L'adsorption sur une résine de chélation permet de débarrasser efficacement les eaux usées du mercure qu'elles contiennent (Chiarle, 2000).

v) Distillation – purification du mercure

188. Le mercure obtenu à l'issue du traitement des déchets est purifié par distillations successives (EPA, 2000). Un mercure à haut degré de pureté est produit par distillation en passant par de nombreuses étapes, chacune permettant d'atteindre un degré de pureté plus élevé. Un mercure de haute pureté est requis pour de nombreuses utilisations, ainsi que dans le cas où l'on compte le stocker pendant un certain nombre d'années, le faible taux d'impuretés permettant alors d'éviter des réactions chimiques entre le conteneur et les impuretés.

2. Opérations ne permettant pas la récupération de mercure ou composés du mercure

189. Avant de procéder à l'élimination définitive des déchets contenant du mercure conformément aux opérations D5 et D12, ceux-ci devraient être traités pour qu'ils répondent aux critères d'acceptation des installations d'élimination (voir la section III.G. 2 b) et c) ci-dessous). Les déchets constitués de mercure ou de composés du mercure devraient être stabilisés et/ou solidifiés avant d'être éliminés définitivement. Cette élimination définitive doit s'effectuer conformément aux lois et règlements nationaux et locaux. Il convient de noter que plusieurs méthodes d'élimination définitive sont actuellement en cours de mise au point, comme par exemple les méthodes mentionnées aux paragraphes 198 et 203. Les opérations de traitement préalables aux opérations D5 et D12 relèvent du processus D9 (voir la section III.G.2 a) ci-dessous).

a) Traitement physico-chimique

i) Stabilisation et solidification

190. Les procédés de stabilisation comprennent des réactions chimiques pouvant modifier les caractéristiques dangereuses des déchets en réduisant la mobilité et parfois la toxicité de leurs constituants. Ceux de solidification modifient uniquement l'état physique des déchets (par exemple, conversion des liquides en solides) à l'aide d'additifs sans en changer les propriétés chimiques (Commission européenne, 2003).

191. La solidification et la stabilisation peuvent s'appliquer, entre autres, aux déchets constitués de mercure ou de composés du mercure ainsi qu'aux sols, boues, cendres, liquides et autres déchets contaminés par du mercure. Elles réduisent la mobilité des contaminants dans le milieu en les liant physiquement dans la masse stabilisée ou en induisant des réactions chimiques pouvant les rendre moins solubles, moins volatils, ou les deux (EPA, 2007b). Aux États-Unis, les déchets à faible teneur en mercure (à savoir ceux dont la teneur en mercure est inférieure à 260 mg/kg) peuvent être stabilisés et ensuite mis en décharge.

192. La stabilisation provoque des réactions chimiques entre un agent stabilisant et les contaminants des déchets afin de réduire la mobilité de ces contaminants, et la solidification consiste à lier physiquement les contaminants ou à les noyer dans une masse stabilisée. La solidification s'utilise pour encapsuler ou absorber les déchets ou bien les incorporer pour former une masse solide lorsqu'ils contiennent des liquides libres autres que du mercure. Deux types d'encapsulation sont possibles, à savoir la microencapsulation, qui consiste à mélanger les déchets avec un matériau enrobant avant que celui-ci ne se solidifie, et la macroencapsulation, qui consiste à verser le matériau enrobant sur et autour d'une masse de déchets, l'enfermant ainsi dans un bloc solide (EPA, 2007b).

193. 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 types de substances semi-liquides qu'on laissera ensuite reposer un certain temps pour qu'elles se solidifient (EPA, 2007b).

194. Pour le traitement chimique des déchets de mercure par solidification, il existe deux méthodes principales (Hagemann, 2009) :

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

195. Dans les deux cas, le risque posé par la volatilité et la lixivibilité du mercure peut être réduit à un niveau acceptable si le taux de conversion au sulfure de mercure (pourcentage de mercure ayant réagi) approche 100 %. Si l'on ne réussit pas à atteindre un taux suffisamment élevé, la probabilité de volatilité et la lixivibilité reste forte, comme c'est le cas avec les amalgames (Mattus, 1999).

196. Bien que les technologies appropriées de stabilisation et de solidification des déchets constitués de mercure permettent de réduire les rejets de mercure dans l'environnement, l'efficacité à long terme de celles-ci n'a pas été suffisamment étudiée. Il est par conséquent nécessaire de collecter et d'analyser des informations et des données sur cette efficacité.

Stabilisation sous forme de sulfure de mercure

197. La conversion en sulfure de mercure (HgS) est l'une des méthodes les plus importantes et les plus étudiées de stabilisation du mercure. Le HgS est beaucoup moins soluble et moins volatil, et par conséquent moins mobile dans l'environnement, que la plupart des composés du mercure. Il s'obtient en mélangeant le mercure à du soufre élémentaire ou à d'autres substances sulfurées. Cette opération peut aboutir à deux types différents de HgS : l'alpha-HgS (cinabre) et le bêta-HgS (méta-cinabre).

L'alpha-HgS pur, qui est rouge vif, présente une solubilité dans l'eau légèrement inférieure à celle du bêta-HgS pur, qui est noir. Le HgS se présente sous forme de poudre d'une densité de 2,5-3 g/cm³.

198. On peut produire du HgS en mélangeant du mercure et du soufre aux conditions ambiantes pendant un certain temps, jusqu'à obtention de HgS. Pour lancer la réaction, l'énergie d'activation nécessaire peut être fournie en remuant énergiquement le mélange. Au cours du processus, des taux de cisaillement et des températures élevés, entre autres facteurs, favorisent la production d'alpha-HgS, tandis qu'un processus plus long facilite la formation de bêta-HgS. Un malaxage excessivement long en présence d'oxygène peut entraîner la production d'oxyde de mercure (II) (HgO). Comme le HgO possède une solubilité dans l'eau supérieure à celle du HgS, on évite sa production en malaxant dans une atmosphère inerte ou en ajoutant un antioxydant (comme du sulfure de sodium). Étant donné le caractère exothermique de la réaction entre le mercure et le soufre, une atmosphère inerte contribue également à la sécurité de l'opération. Le processus de conversion est relativement simple à exécuter, mais des contrôles stricts sont nécessaires pour éviter des pertes de mercure par volatilité durant la conversion. En outre, les résidus du traitement devraient être analysés pour vérifier que le mercure a bien été totalement converti en sulfure de mercure.

199. On peut également produire du sulfure de mercure en créant une réaction entre le mercure et le soufre en phase gazeuse. La réaction du mercure avec le soufre dans un récipient hermétiquement fermé et soumis à une température et une pression élevées permet aussi d'obtenir la forme alpha cinabre du sulfure de mercure (Brevet américain : US 7691361, 10 avril 2010). Ce processus est en cours de mise au point aux États-Unis, mais n'est pas encore disponible sur le marché.

200. Le HgS est très peu soluble dans l'eau et présente une très faible volatilité. Bien que le HgS soit chimiquement très stable et non réactif, lorsqu'il est exposé aux conditions environnementales ambiantes il se convertit au fil du temps en d'autres composés du mercure. Il peut par conséquent être nécessaire d'isoler le HgS du milieu ambiant en l'encapsulant et en l'entreposant dans une décharge spécialement aménagée ou une installation souterraine de stockage permanent afin d'assurer qu'il ne se convertisse pas en d'autres composés du mercure. Par ailleurs, le fait que la présence de matières organiques dissoutes et de fortes concentrations de chlorures dans les lixiviats accroît les rejets de mercure à partir du HgS (Waples *et al.*, 2005 ; Science Applications International Corporation, 2002) laisse conclure que le mercure converti en HgS doit être éliminé de manière à ce que les déchets n'entrent pas en contact avec l'eau ni d'autres types de déchets, en particulier ceux qui contiennent des matières organiques ou des chlorures. De même, puisque les micro-organismes, essentiellement des bactéries ferro- et sulfo-oxydantes, vivant dans les drainages miniers acides provoquent, en présence de métacinabre (bêta-HgS), une hausse du taux de mercure dissous (Jew *et al.*, 2014), il peut être nécessaire de se prémunir contre, ou tout au moins de réduire, l'influence de ces bactéries dans les décharges spécialement aménagées et installations souterraines de stockage permanent utilisées pour l'élimination du mercure sous forme de HgS.

201. La manipulation du HgS, qui est une substance poudreuse fine, est sujette à des exigences particulières, dont la stabilisation, afin d'éviter, par exemple, le risque de rejets de poussière. La stabilisation entraîne une augmentation en volume d'environ 300 % et en poids d'environ 16 % par rapport au mercure sur la base de leur poids moléculaire. Pour sa solidification, il est indiqué de se servir de matériaux à faible taux d'alcalinité, une étude récente ayant montré une augmentation des quantités de mercure libérées par le HgS dans les éluats de pH supérieur à 10 (Mizutani *et al.*, 2010).

202. Un processus de stabilisation à grande échelle des déchets constitués de mercure qui utilise du soufre pour former du HgS est également disponible⁴⁵. Il s'effectue dans un mélangeur sous vide en atmosphère inerte, ce qui garantit un bon contrôle du processus et la sécurité de l'opération. Le traitement dans le mélangeur se fait par lots. 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 stœchiométrique. Le produit final est constitué de sulfure de mercure rouge, qui est thermodynamiquement stable jusqu'à 350 °C.

Stabilisation et solidification au moyen de polymères sulfurés (SPSS)^{46,47}

203. Le processus de stabilisation et de solidification au moyen de polymères sulfurés (SPSS)⁴⁸ fait intervenir la stabilisation à l'aide de soufre, suivie de la solidification, et présente l'avantage de réduire

⁴⁵ Voir <http://www.nqr-online.de/index.php?id=17348&L=1>.

⁴⁶ Cette section contient des informations fournies par le Centre national technologique pour la décontamination du mercure (CNTDM) (Espagne). Pour en savoir plus, prière d'écrire à info@ctndm.es ou de consulter le site Web du centre, à l'adresse <http://www.ctndm.es>.

⁴⁷ Une définition normalisée des ciments polymères sulfurés est disponible dans la norme ASTM C1159-98.

le risque de vaporisation du mercure et de lixiviats du fait du caractère monolithique et de la surface réduite du produit final. Le processus s'effectue en deux étapes : dans un premier temps, le mercure est stabilisé à l'aide de soufre pour obtenir du bêta-HgS (métacinafre en poudre) (López *et al.*, 2010 ; López-Delgado *et al.*, 2012) et, dans un deuxième temps, le bêta-HgS est incorporé et microencapsulé dans une matrice polymère sulfurée à 135°C pour obtenir un mélange fluide que l'on laisse refroidir à température ambiante pour obtenir des blocs solides (monolithes). Cette deuxième étape crée une barrière permettant de prévenir les rejets de mercure dans l'environnement et de minimiser le risque que le HgS se convertisse en d'autres formes de mercure en réduisant son contact avec l'environnement. Le processus SPSS consomme peu d'énergie, entraîne peu d'émissions de mercure, ne nécessite pas d'eau, et ne produit aucun effluent ni aucun déchet autre que le HgS. Il convient toutefois de mettre en place des contrôles, notamment des mesures techniques de prévention d'éventuels incendies et explosions, pour éviter les émissions de mercure, assurer la salubrité des conditions de travail et protéger l'environnement.

204. Avec ce processus, on peut obtenir une charge relativement élevée de mercure dans le monolithe (environ 70 %). Le processus est relativement simple à exécuter et le produit obtenu est très insoluble dans l'eau, résiste bien à un environnement corrosif et aux cycles de congélation-décongélation et possède une résistance mécanique élevée. La technologie SPSS peut être directement appliquée aux déchets constitués de mercure de différents degrés de pureté, sans nécessité d'une distillation préalable, ainsi qu'à une grande variété de déchets contenant du mercure sans traitement préalable de ces déchets (López *et al.*, 2010, López-Delgado *et al.*, 2012, López *et al.*, 2015). À l'issue du traitement, les déchets stabilisés (mercure métallique, zinc, aluminium et lampes fluorescentes pulvérisées) se trouvent emprisonnés dans des blocs monolithiques compacts d'une stabilité et d'une résistance semblables à celles du béton. Le processus SPSS garantit l'immobilisation complète du mercure, le rendant imperméable et lui conférant une porosité extrêmement faible, ce qui permet de minimiser le risque de rejets de mercure dans l'environnement. La forme des blocs monolithiques durs obtenus à l'issue du processus peut être adaptée afin d'en faciliter le transport.

205. Des échantillons de monolithes (de 40 x 40 x 160 mm) ont été soumis à des essais de lixiviation selon les normes européennes TS 14405 (CEN, 2004) et EN-12457-4 (CEN, 2002a), dont un essai de percolation à écoulement dynamique sur des monolithes encapsulés et un essai de lixiviation par agitation sur un matériau granuleux obtenu en concassant les monolithes. Toutes les concentrations de mercure relevées dans les lixiviats, pour un ratio liquide/solide de 10 l/kg, étaient <0,01 mg/kg. Par conséquent, les monolithes répondaient aux critères de l'Union européenne pour l'admission des déchets dans les décharges pour déchets inertes (valeur de lixiviation <0,01 mg/kg selon la décision du Conseil 2003/33/CE établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges) (Union européenne, 2003).

206. La solidification du bêta-HgS avec du soufre modifié est une variation de cette technique. Elle consiste, dans un premier temps, à mélanger le mercure, qui doit posséder un degré de pureté supérieur ou égal à 99,9 %, avec du soufre en poudre pour obtenir du bêta-HgS et, dans un deuxième temps, à solidifier le bêta-HgS avec du soufre modifié en mélangeant les deux substances pendant une heure et en chauffant ensuite le mélange à 130°C pendant une heure. Les résultats d'un essai de lixiviation effectué au Japon (JLT-13) sur le sulfure de mercure montrent que le taux de lixiviation du produit se situe entre 0,0009 et 0,0018 mg/l, ce qui est inférieur à la limite admissible en matière d'éluion (0,005 mg/l) (Committee on consideration of environmentally sound management of mercury waste, 2014).

Stabilisation/solidification au moyen de microciments sulfurés⁴⁹

207. Le traitement des déchets de mercure aux microciments sulfurés est une autre méthode de stabilisation et de solidification. L'application de cette technologie permet d'emprisonner le mercure, qui est précipité sous forme d'oxydes, d'hydroxydes et de sulfures très insolubles, dans une matrice solide. Cette technologie est disponible sur le marché et a été testée sur des déchets à faible teneur en mercure (< 2 % en poids).

208. Après caractérisation des matériaux contaminés à traiter, le type de microciment adapté à l'application et la quantité nécessaire sont déterminés. Pour assurer un niveau de stabilisation et de

⁴⁸ Le projet d'implantation en Espagne d'une usine industrielle qui mettra au point ce processus est déjà établi et le budget nécessaire à la construction de celle-ci est approuvé ; l'usine devrait entrer en activité commerciale fin 2015.

⁴⁹ Cette section contient des informations fournies par la Cement International Technologies S.L. Pour en savoir plus, prière d'écrire à info@cementinternationaltechnologies.com ou de consulter le site Web de la société, à l'adresse <http://www.cemintech.com>.

microencapsulation adéquat du mercure contenu dans les matières contaminées, les microciments doivent, entre autres, présenter les caractéristiques suivantes :

- a) Ils doivent être inorganiques et avoir une granulométrie inférieure à une limite donnée (quelques microns) ;
- b) Ils doivent comporter des éléments stabilisants comme, par exemple, des sulfures alcalins ;
- c) Ils doivent posséder de très bonnes propriétés mécaniques afin d'éviter la volatilisation et la lixiviation du mercure ;
- d) Ils doivent comporter plus de 60 % de laitier de haut fourneau et moins de 3 % de ciment portland C3A et avoir une teneur en alcalis inférieure à 0,6 %.

209. Le processus consiste à mélanger les déchets contaminés avec le microciment sulfuré sélectionné et de l'eau pour former une pâte qui, après moulage, est laissée à sécher pendant 24 à 48 heures dans un espace étanche offrant une protection contre les fuites. La forme des blocs ainsi obtenus peut être quelconque mais il est recommandé d'en choisir une qui réduise autant que possible les surfaces exposées, comme par exemple celle d'un gros cube, pour les déchets les plus contaminés.

210. Le traitement au moyen de microciments sulfurés a été testé, entre autres, sur des rejets de dragage contaminés par du mercure provenant du barrage de Flix, dans la province de Tarragone (Espagne). Les produits finaux présentent un haut niveau de solidité et de durabilité et peuvent être manipulés et transportés en toute sécurité. Les valeurs de lixiviation mesurées lors d'essais réalisés selon la norme EN 12457-4 (Comité européen de normalisation, 2002a) avec un ratio eau/solide de 10/1 sont inférieures à 0,003 mg/kg, bien en dessous de la valeur limite d'admission dans les décharges pour déchets solides inertes de l'UE (<0,01 mg/kg selon la décision 2003/33/CE). Les produits finaux sont inertes, très solides et très durables, ce qui permet de les manipuler et de les transporter en toute sécurité.

Amalgamation

211. L'amalgamation consiste à dissoudre et solidifier le 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, 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 rejeté pour former un amalgame solidifié. Le remplacement aqueux est applicable aussi bien aux sels de mercure qu'au mercure tandis que le processus non aqueux ne s'applique qu'au mercure. Cependant, le mercure présent dans l'amalgame produit présente un risque de volatilisation et de lixiviation. C'est pourquoi l'amalgamation s'utilise habituellement en association avec une technique d'encapsulation et ne devrait pas constituer la méthode de premier choix pour le traitement des déchets constitués de mercure (EPA, 2007b).

ii) Lavage des sols et extraction par l'acide

212. 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. L'opération se fonde sur le principe selon lequel la plupart des 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 les contaminants adsorbés sur les 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 chlorhydrique ou l'acide sulfurique pour extraire des contaminants d'une matrice solide par dissolution. Les contaminants métalliques sont récupérés à partir de la solution de lessivage 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 » (EPA, 2007b).

b) Élimination en décharge spécialement aménagée

213. Les déchets contaminés par du mercure ou des composés du mercure peuvent être déposés dans des décharges spécialement aménagées, s'ils répondent aux critères d'admission établis pour ce type de décharge par la réglementation nationale ou locale.

214. Les déchets contenant du mercure ou des composés du mercure⁵⁰ obtenus de la stabilisation et de la solidification de déchets constitués de mercure ou de composés du mercure qui répondent aux critères d'admission établis par la réglementation nationale ou locale pour les décharges spécialement aménagées peuvent être éliminés dans ces décharges. On devrait y prendre des mesures supplémentaires afin de réduire au minimum les rejets et la méthylation du mercure, en évitant par exemple l'infiltration d'eau de pluie et d'eau souterraine, en interdisant le mélange de différents types de déchets dans la décharge, en tenant un registre des quantités de déchets déposés et des zones d'enfouissement remplies, en prélevant des lixiviats et en assurant une surveillance à long terme des rejets de mercure et de méthylmercure des sites de décharge, par exemple dans l'atmosphère et les eaux souterraines.

215. Certaines juridictions ont défini des critères d'admission en décharge pour les déchets contaminés par le mercure ou des composés du mercure. 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 les déchets à faible teneur en mercure peuvent être traités et mis en décharge (les autres doivent subir une pyrogénéation pour en récupérer le mercure). 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 égales ou inférieures à 0,005 mg/l (méthode du test de lessivage: test de lixiviation japonais standardisé n° 13 JLT-13) (Ministère de l'environnement ; notification n° 13) peuvent être acceptés dans des décharges pour déchets industriels (où la lixiviation est contrôlée) et ceux dont la teneur en mercure dépasse 0,005 mg/l doivent être placés dans une décharge spécialement aménagée pour recevoir les déchets industriels dangereux (type isolée) (voir la figure 6) (Ministère japonais de l'environnement, 2007b). Dans certains pays, la mise en décharge de certains déchets de mercure est interdite.

216. Lorsque des déchets contenant du mercure ou des composés du mercure qui résultent de la stabilisation et de la solidification (S/S) de déchets constitués de mercure ou de composés du mercure sont éliminés dans une décharge spécialement aménagée, on devrait accorder une attention particulière à la combinaison du processus S/S avec les méthodes d'élimination définitive de ces déchets. Le sulfure de mercure se décompose thermiquement aux températures du feu et peut s'oxyder au contact de l'oxygène atmosphérique à des températures comprises entre 250 et 300° C environ pour former du mercure gazeux ou du dioxyde de soufre. La couche d'étanchéité de la décharge peut devenir perméable à l'air dans le long terme. Le sulfure de mercure peut alors entrer en contact avec l'oxygène atmosphérique et s'oxyder pour former du mercure et du sulfate. Dans certaines conditions géochimiques, du méthylmercure peut se former. Le mercure gazeux et le méthylmercure peuvent tous les deux s'échapper de la décharge par le circuit des gaz (gaz de décharge) (Agence allemande de protection de l'environnement, 2014).

217. Outre la prévention des incendies, les méthodes visant à stabiliser et à solidifier les déchets constitués de mercure ou de composés du mercure, ainsi que la structure et l'étanchéité de la décharge qui les accepte, devraient répondre au mécanisme mentionné dans le paragraphe précédent afin d'assurer que les rejets de mercure émanant des déchets mis en décharge soient réduits au minimum.

218. Comme autre solution pour l'élimination des déchets constitués de mercure, le Japon a identifié des traitements et des types de décharges spécifiques qui peuvent être combinés pour éliminer ces déchets, à savoir : 1) stabilisation du mercure sous forme de sulfure de mercure (HgS), suivie d'une solidification (par exemple en utilisant du soufre modifié comme il est décrit dans le paragraphe 206) et mise en décharge dans un type de décharge pour déchets industriels où les lixiviats sont contrôlés, et où des mesures supplémentaires sont prises afin de réduire au minimum les rejets de mercure et la méthylation de cette substance, par exemple en empêchant l'infiltration des eaux pluviales et souterraines, en interdisant le mélange de différents types de déchets à la décharge et en tenant un registre des quantités de déchets et des aires d'enfouissement remplies ; et 2) stabilisation du mercure

⁵⁰ Les produits usagés contenant du mercure ajouté doivent être traités pour en retirer ou récupérer le mercure. Ce traitement produit des déchets constitués de mercure ou de composés du mercure et des déchets contaminés par le mercure ou des composés du mercure.

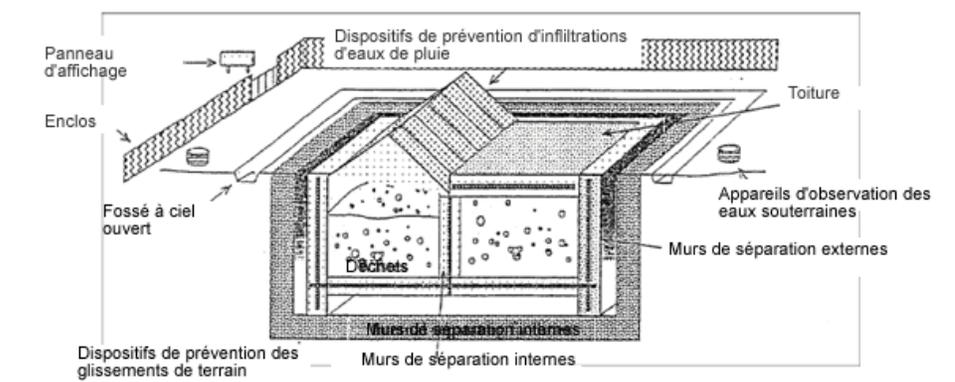
sous forme de HgS suivie de la solidification et de l'élimination dans une décharge de type isolée pour déchets industriels dangereux (voir la figure 6). D'autres prescriptions concernant ces combinaisons seront déterminées sur la base d'expériences et d'études complémentaires (Ministère japonais de l'environnement, 2015).

219. 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 (PNUE, 1995b).

220. 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 soient prises et que la gestion soit efficace. Des exigences spécifiques concernant l'emplacement, l'aménagement et la construction, l'exploitation et le contrôle du site devraient être satisfaites afin d'éviter les fuites et la contamination de l'environnement. En outre, des procédures de contrôle et de surveillance devraient être appliquées aux processus de sélection du site, ainsi qu'à l'aménagement et la construction de la décharge, à son exploitation et sa supervision et aux opérations de fermeture et post-fermeture (PNUE, 1995b). Les licences accordées aux décharges devraient comprendre des spécifications précisant les types de déchets et concentrations admissibles, les systèmes de contrôle et de collecte des lixiviats et des gaz, les contrôles des eaux souterraines, les procédures de sécurité sur le site et les exigences au plan des opérations de fermeture et post-fermeture.

221. Une attention particulière devrait être accordée 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 de celle-ci ainsi que par la combinaison d'une barrière géologique et d'une couverture étanche lors des phases de fermeture et post-fermeture. Un système de drainage et de collecte devrait être installé dans la décharge pour permettre de pomper les lixiviats vers la surface et de 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 de la décharge afin de pouvoir détecter d'éventuels effets nuisibles pour l'environnement et prendre des mesures correctives. Le choix en matière de développement de la décharge et de système d'étanchéité doit se faire en tenant compte du site, de la géologie et d'autres facteurs spécifiques au projet. Les principes géotechniques appropriés doivent être appliqués à différents aspects des décharges spécialement aménagées, notamment pour la construction de digues, pentes entaillées, cellules de décharge, voies d'accès et installations de drainage (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2006). Par exemple, les décharges peuvent être encloses dans du béton armé étanche et protégées de la pluie par une toiture et un système d'évacuation des eaux pluviales (voir Figure 6) (Ministère japonais de l'environnement, 2007a). Plusieurs systèmes d'étanchéité et de contrôle des lixiviats se sont révélés efficaces dans diverses conditions. Les *Directives techniques sur les décharges spécialement aménagées (D5)* de la Convention de Bâle présentent en détail quelques exemples de méthodes de confinement envisageables dans des conditions appropriées (PNUE, 1995b).

Figure 6 : Exemple de décharge spécialement aménagée (décharge de type isolée pour déchets industriels dangereux) (Ministère japonais de l'environnement, 2007a)



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

c) **Élimination dans des installations souterraines de stockage permanent**

223. Après avoir été solidifiés ou stabilisés, le cas échéant, les déchets de mercure qui répondent aux critères d'admission pour un stockage permanent (opération d'élimination D12) peuvent être entreposés de façon permanente dans des conteneurs spéciaux placés à des endroits désignés dans des installations souterraines de stockage telles que les roches de sel.

224. La technologie de stockage souterrain se fonde sur l'ingénierie des mines, qui emploie des technologies et méthodologies d'excavation de zones minières et de construction de carreaux de mine sous forme de grille de piliers en damier⁵¹. Des mines désaffectées peuvent être utilisées pour le stockage permanent de déchets solidifiés et stabilisés une fois qu'ils ont été spécifiquement évalués et adaptés à cet effet.

225. 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 de mercure. Bien que l'excavation de dépôts souterrains profonds puisse être réalisée à l'aide de technologies standard d'exploitation minière et de génie civil, cette opération ne peut s'effectuer que lorsque les sites sont accessibles (situés, par exemple, sous la surface ou à proximité des côtes), les formations rocheuses sont relativement stables, il n'y a pas de flux importants d'eaux souterraines et les profondeurs d'excavation se situent 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).

226. Entre autres, les publications suivantes contiennent des informations plus détaillées sur le stockage permanent de déchets de mercure dans des installations souterraines :

a) Union européenne, 2003. « Évaluation de la sécurité pour l'admission des déchets en stockage souterrain », Annexe A à la *Décision 2003/33/CE du Conseil du 19 décembre 2002 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges conformément à l'Article 16 et à l'Annexe II de la Directive 1999/31/CE*. Disponible à l'adresse <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:011:0027:0049:FR:PDF> ;

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

c) Agence internationale de l'énergie atomique, 2009. *Geological disposal of Radioactive Waste : Technological Implications for Retrievability*. Disponible à l'adresse http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1378_web.pdf ;

d) Association nucléaire mondiale, 2010. *Storage and Disposal Options*. Disponible à l'adresse <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*. Disponible à l'adresse <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/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*. Disponible à l'adresse <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/InterimActivities/Partnerships/SupplyandStorage/AsiaPacificMercuryStorageProject/tabid/3552/language/en-US/Default.aspx>.

227. 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 applicable, comme par exemple les dispositions contenues dans l'Appendice A de l'Annexe à la Décision 2003/33/CE du Conseil (Union européenne), qui définit les critères et procédures d'admission des déchets en décharge.

⁵¹ L'Allemagne, par exemple, possède une vaste expérience du stockage souterrain des déchets dangereux.

228. Les déchets devraient être éliminés de façon à : a) éviter toute réaction indésirable entre les différents types de déchets et entre les déchets mis en décharge et le revêtement d'étanchéité de l'aire de stockage et b) prévenir le rejet et le transport de substances dangereuses. Les licences d'exploitation devraient définir les types de déchets qui à exclure. L'isolement des déchets devrait être assuré par une combinaison de barrières aménagées et de barrières naturelles (roche, sel, argile), connue aussi sous le nom d'approche « multi-niveaux » de l'élimination des déchets. Les installations doivent être vérifiées ou passées en revue de façon périodique pour s'assurer de la sécurité et de la stabilité du confinement. 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 ; Union européenne, 2003 ; IAEA, 2009 ; Association nucléaire mondiale, 2010).

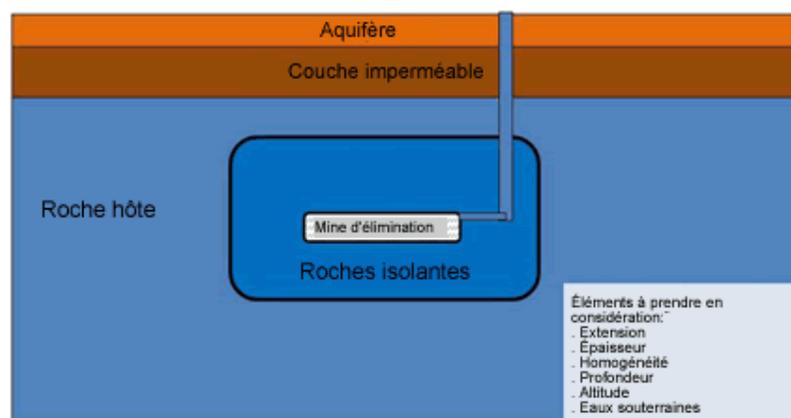
229. Certains facteurs particuliers qui peuvent influencer sur le comportement du mercure dans les roches hôtes et les formations géologiques utilisées pour le stockage permanent, tels que l'aménagement des installations de stockage, les types de confinement utilisés, le lieu et les conditions de stockage, les contrôles, les conditions d'accès au site, la stratégie de fermeture des sites de stockage, l'étanchéisation, le remblayage ainsi que la profondeur des installations de stockage, doivent être pris en compte séparément des propriétés des déchets à stocker et du système d'entreposage qui sera utilisé. Les roches pouvant constituer un lieu de stockage permanent des déchets de mercure sont, entre autres, la halite et les formations rocheuses dures (ignées, telles que le granite, roches métamorphiques et gneiss, ou les roches sédimentaires, telles que le calcaire et le grès). (BiPRO, 2010 ; Union européenne, 2003 ; IAEA, 2009 ; Association nucléaire mondiale, 2010).

230. Les points suivants doivent être pris en compte lors du choix d'un site de stockage souterrain permanent pour l'élimination de déchets de mercure :

- 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 occupées par des eaux souterraines ou dans des formations complètement isolées des nappes phréatiques par une roche imperméable ou par des couches d'argile ;
- c) Les cavernes et tunnels doivent être situés dans des formations géologiques extrêmement stables et dans des zones non sujettes à des tremblements de terre.

231. Pour une intégration complète des déchets dans des installations de stockage permanent, la mine destinée à l'élimination et toute zone avoisinante susceptible d'être affectée (géomécaniquement ou géochimiquement) par les opérations d'élimination 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 7). Comme principe de base, une évaluation des risques à long terme devrait permettre aux Parties de prouver que la construction et les phases d'exploitation et de post-exploitation d'une installation d'élimination souterraine ne causeront aucune dégradation de l'environnement. 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 (diagramme schématique) (avec l'aimable autorisation de GRS)



232. Si la roche hôte envisagée présente des faiblesses (notamment, homogénéité ou épaisseur insuffisantes), 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 6 et la figure 8) contribuant à atteindre le but ultime, à savoir isoler durablement les déchets entreposés de la biosphère.

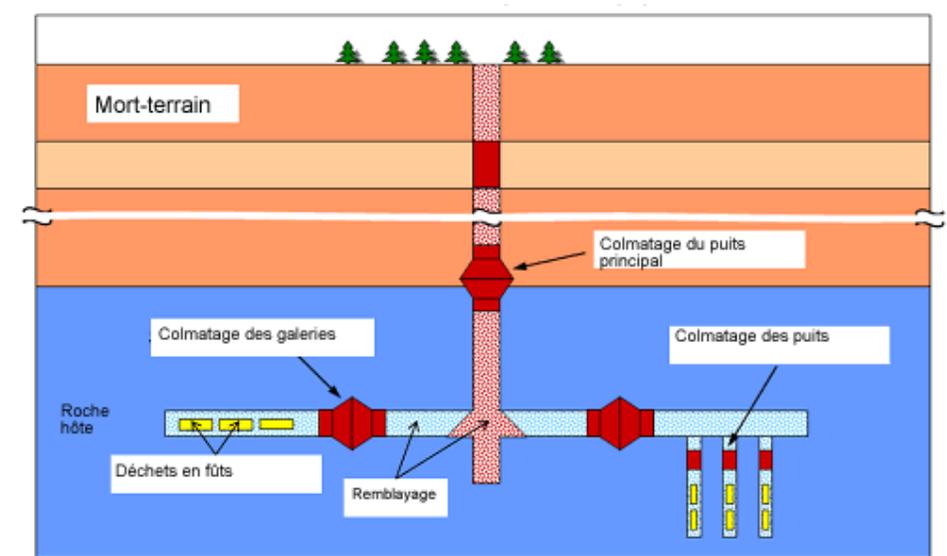
233. Une évaluation de la sécurité à long terme (voir ci-dessus) sert à déterminer la nécessité de recourir à un système multi-barrières ainsi que le mode d'action des éléments barrières au sein du système d'élimination. À titre d'exemple, la ou les formation(s) géologique(s) recouvrant une mine destinée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

- 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 6 : 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	Fourniture d'une barrière naturelle (géologique) supplémentaire, par exemple en recouvrant d'une couche d'argile d'épaisseur suffisante et ayant des propriétés adéquates

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



234. En général, un système souterrain répondant aux critères et aux exigences ainsi qu'aux dispositions d'aménagement final décrits ci-dessus, devrait être conçu selon des critères spécifiques aux déchets et au site et en tenant compte de tous les règlements applicables (exemple : Union européenne, 2003). Pour donner aux lecteurs une idée approximative de la profondeur et de l'épaisseur de différents types de roches hôtes se prêtant à un stockage souterrain, le tableau 7 ci-dessous présente des dimensions types acceptables, sur la base d'expériences passées et de plans actuels.

Tableau 7 : Épaisseurs verticales types du corps rocheux hôte et profondeurs d'élimination potentielles (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 argileuse		jusqu'à 400 m	400 – 500 m
Roches sous couverture argileuse		environ 100 m	500 – 1 000 m

H. Réduction des rejets de mercure provenant du traitement thermique et de la mise en décharge des déchets

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

235. Il convient, dans la mesure du possible, de ne pas éliminer les déchets de produits contenant du mercure ajouté avec les déchets solides municipaux. La collecte séparée de ces deux types de déchets permet de réduire les charges globales dans les déchets solides municipaux mais, dans la pratique, des taux de collecte séparée de 100 % ne sont jamais atteints. Par conséquent, il arrive que des déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance soient brûlés avec des déchets solides municipaux et que le mercure, en raison de son point d'ébullition peu élevé, soit quasi intégralement transféré dans les gaz de combustion et, dans une moindre mesure, dans les cendres lourdes. La majeure partie du mercure contenu dans les gaz alimentant les unités de combustion est du mercure élémentaire qui se transforme en mercure bivalent à la sortie de celle-ci. Ce mercure bivalent se retrouve en partie dans les cendres volantes. Comme on suppose que le mercure bivalent est constitué de chlorure de mercure, il convient de choisir des dispositifs de traitement des gaz de combustion capables de retirer efficacement le chlorure de mercure et le mercure. De plus, il est recommandé de ne pas incinérer les déchets susceptibles de contenir du mercure ou d'être contaminés par cette substance, tels que des déchets mal triés provenant d'établissements de santé, dans des installations dépourvues de systèmes de traitement des gaz de combustion (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 processus de traitement thermique des déchets, tels que les installations de grillage sous vide.

236. Les principales techniques de réduction des quantités de mercure présentes dans les flux de déchets sont, entre autres (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 que les déchets contenant du mercure ajouté ne 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 ;
- d) Le contrôle de l'apport de déchets de mercure dans les systèmes de réduction des émissions, lorsque ces déchets ont été sciemment reçus, afin d'éviter de surcharger la capacité des systèmes.

237. Parmi les techniques secondaires de lutte contre les rejets atmosphériques de mercure dus aux flux des déchets figure le traitement des gaz de combustion. La directive de l'Union européenne relative aux émissions industrielles (Union européenne, 2010b), qui a abrogé et remplacé la directive 2000/76/CE sur l'incinération des déchets, fixe des valeurs limites d'émission pour les rejets d'eaux usées résultant de l'épuration des gaz de combustion et des valeurs limites d'émissions atmosphériques pour les stations d'incinération des déchets. En ce qui concerne les premières, les échantillons non filtrés ne devraient pas contenir plus de 0,03 mg/l de mercure et ses composés, exprimés en mercure (Hg) ; pour ce qui est des dernières, les émissions atmosphériques ne devraient pas contenir plus de 0,05 mg/Nm³ de mercure et de composés du mercure, exprimés en mercure (Hg) sur une période d'échantillonnage de 30 minutes au minimum et de 8 heures au maximum. En vertu du Protocole de 1998 à la Convention de la CEE-ONU sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, relatif aux métaux lourds, tel que modifié par la décision 2012/5 des Parties au Protocole, les émissions de mercure provenant de l'incinération de déchets ne doivent pas dépasser 0,05 mg/m³.

238. Le choix d'un procédé de réduction de la teneur en mercure des gaz de combustion est dicté par la teneur en chlore des matériaux incinérés. Lorsque la teneur en chlore de ces matériaux est élevée, le mercure contenu dans le gaz brut de combustion qui est produit aura tendance à être plus oxydé, dans quel cas il peut être déposé et capté dans des épurateurs à voie humide. Dans les usines d'incinération pour déchets dangereux et déchets municipaux, dans les conditions d'exploitation normales, la teneur en chlore de ces déchets sera habituellement suffisamment élevée pour assurer la présence de mercure sous une forme principalement oxydée. Les composés volatiles du mercure, tels que HgCl₂, se condenseront et se dissoudront dans l'effluent de l'épurateur lors du refroidissement des gaz de combustion. L'ajout de réactifs destinés au retrait du mercure constitue un moyen d'éliminer cette substance du processus. On notera que, dans l'incinération des boues d'égouts, les émissions de mercure se présenteront essentiellement sous la forme de mercure élémentaire, en raison de la teneur en chlore plus faible de ces boues par rapport à celles des 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 au mercure, puis en déposant le mélange obtenu dans un épurateur ou directement sur du charbon actif enduit de soufre, du coke de four à sole ou des zéolites. L'extraction des métaux lourds, y compris le mercure, présents dans les systèmes d'épuration à voie humide peut être réalisée par floculation, un processus qui induit la formation d'hydroxydes de métal sous l'influence d'agents de floculation (poly-électrolytes) et de FeCl₃. Pour le retrait du mercure, on ajoute des agents complexants et des sulfures (par exemple, Na₂S et Tri-Mercaptan).

239. Le retrait du mercure contenu dans les gaz de combustion peut s'effectuer par adsorption sur des réactifs de charbon actif dans un système à flux entraîné, dans lequel le charbon actif est injecté dans le flux de gaz et filtré à l'aide de filtres à manche. Le charbon actif s'est révélé avoir une forte capacité d'adsorption pour le mercure de même que pour les dioxines et les furanes (PCDD/PCDF). Les capacités d'absorption varient selon le type de charbon actif, vraisemblablement en raison de la nature des diverses particules de charbon et de l'influence exercée sur les particules par les procédés de fabrication (Commission européenne, 2006). La quasi-totalité des composants des gaz de combustion qui sont sources d'émissions, en particulier les résidus d'acide hydrochlorique, d'acide fluorhydrique, d'oxyde de soufre et de métaux lourds (dont le mercure), peuvent être efficacement déposés dans des filtres à lit statique de coke de four à sole granulé (un coke fin de 1,25 mm à 5 mm). L'effet de dépôt de ces cokes se fonde essentiellement sur des mécanismes d'adsorption et de filtration. En général, les incinérateurs devraient être équipés de dispositifs de traitement des gaz de combustion empêchant le rejet de NO_x, de SO₂ et de particules, qui 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 et les centrales électriques au charbon. Le mercure adsorbé sur des charbons actifs peut être stabilisé ou solidifié en vue de son élimination (voir la section III.G.2 a) ci-dessus).

240. Concernant la réduction des émissions de mercure provenant de l'incinération de déchets, les documents suivants donnent des informations techniques supplémentaires :

a) CEE-ONU, 1998. *Protocole relatif aux métaux lourds*, protocole à la *Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance* et *Document d'orientation sur les meilleures techniques de lutte contre les émissions de métaux lourds et leurs composés provenant des catégories de sources énumérées à l'Annexe II* de 2013. Ces deux documents sont disponibles à l'adresse <http://www.unece.org/env/treaties/welcome.html> ;

b) PNUE, 2010. *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»* (doc.UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/4). Disponible à l'adresse

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

c) PNUE, 2002. *Évaluation mondiale du mercure*. Disponible à l'adresse <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/LinkClick.aspx?fileticket=Kpl4mFj7AJU%3d&tabid=3593&language=en-US> ;

d) Commission européenne, 2006. *Document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour l'incinération des déchets*. Disponible à l'adresse <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/wi.html> ;

e) Législation nationale, par exemple la directive 2010/75/UE de l'Union européenne relative aux émissions industrielles (Union européenne, 2010a).

241. 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

242. Pour ce qui est de la réduction des rejets de mercure émanant des décharges spécialement aménagées, voir la section III.G.2 b) ci-dessus. Les paragraphes suivants donnent des orientations sur la réduction des rejets de mercure à partir des décharges pour déchets solides municipaux.

243. Lorsque la mise en décharge de déchets contenant du mercure ou des composés du mercure ou contaminés par ces substances est inévitable (opération D1), il existe trois voies par lesquelles le mercure peut être rejeté dans l'environnement : le front de décharge, les lixiviats et les gaz de décharge. Les principaux sites d'émission de mercure sont les fronts de décharge et les bouches d'évacuation des gaz méthanes (Lindberg et Price, 1999).

244. La décharge doit être recouverte tous les jours pour réduire les rejets directs de mercure à partir des déchets récemment mis en décharge (Lindberg et Price, 1999). Les incendies de décharges peuvent également entraîner des rejets accrus de mercure. Pour pouvoir recouvrir rapidement la décharge de terre en cas d'incendie, les matériaux nécessaires et les machines servant à appliquer la couche de terre en vue de l'extinction des incendies (par exemple, camion à benne basculante, pelle de bulldozer) devraient être facilement disponibles.

245. Les rejets de mercure par lixiviation seraient 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 la collecte et le traitement de ces derniers, comme c'est le cas pour les eaux usées provenant des épurateurs par voie humide des incinérateurs de déchets.

246. Un système de capture des gaz de décharge devrait être installé au site de décharge pour piéger les vapeurs de mercure et le méthylmercure et empêcher ainsi leur rejet dans l'atmosphère.

I. Assainissement des sites contaminés

247. Les sites contaminés au mercure sont très répandus partout dans le monde et résultent en grande partie d'activités industrielles, essentiellement minières, et notamment de l'extraction et du traitement des minerais métalliques non ferreux, de la production de chlore et de la fabrication, ou de la mauvaise élimination, de produits contenant du mercure ajouté. La contamination des sites miniers est due en grande partie à l'emploi de mercure dans le secteur de l'extraction 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 de nombreux pays en développement. L'existence de sites dont les sols sont contaminés par le mercure et couverts de gros tas de résidus miniers ou de sites comprenant des zones de contamination largement dispersées suite à des migrations par la voie de cours d'eau ou d'autres éléments est le résultat d'opérations aussi bien historiques qu'actuelles.

248. La Convention de Minamata comprend des dispositions exigeant l'élaboration d'orientations techniques détaillées concernant le traitement des sites contaminés (voir le paragraphe 26 ci-dessus).

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

249. On peut identifier un site contaminé par le mercure qui présente une menace pour la santé de l'homme ou l'environnement par les moyens suivants :

- a) Documents faisant état des activités industrielles ou autres menées sur le site dans le passé ;
- b) Inspection visuelle de l'état du site et de sources associées de contaminants ;

- c) Inspection visuelle des opérations de fabrication ou d'autres activités connues pour avoir utilisé ou émis un contaminant particulièrement dangereux ;
- d) Effets néfastes observés chez l'homme, ainsi que chez les végétaux et les animaux, éventuellement dus à la proximité du site ;
- e) Résultats physiques ou analytiques montrant la présence de contaminants ;
- f) Présomptions de rejets signalées aux pouvoirs publics par la communauté.

250. 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 de ses différentes formes (par exemple, selon qu'il s'agit de mercure ou de méthylmercure). La détection s'effectue facilement en utilisant une combinaison d'instruments de terrain et d'analyses de laboratoire. Les sites contaminés par du mercure peuvent également contenir d'autres polluants. Lors des évaluations et de la dépollution de tels sites, on devrait donc tenir compte de cette possibilité : la prise en considération de tous les polluants possibles étant probablement le moyen le plus économique de rendre ces sites aptes à une utilisation future.

251. La première mesure à prendre dans le cas de sites contaminés par le mercure consiste à isoler la contamination des récepteurs afin de limiter tout risque de nouvelle exposition. À cet égard, la gestion d'un site contaminé au mercure est comparable à celle de tout autre site contaminé par des substances toxiques potentiellement mobiles.

252. Pour les sites contaminés au mercure de type résidentiels et relativement peu étendus, on trouve de nombreux conseils sur les mesures d'urgence dans le *Mercury Response Guidebook* de l'EPA, qui est consacré aux déversements de mercure de petite et moyenne importance dans des zones d'habitation (EPA, 2001).

253. Pour des sites de plus grande importance situés dans les pays en développement, qui ont été contaminés par suite de l'emploi de mercure dans des secteurs informels (comme l'orpaillage artisanal), les *Protocols for Environmental and Health Assessment of Mercury Released by Artisanal and Small-Scale Gold Miners* (GMP, 2004) fournissent des recommandations concernant les mesures d'urgence.

2. Assainissement écologiquement rationnel

254. Les types de mesures d'assainissement (activités de décontamination) à prendre pour des sites contaminés au mercure dépendent d'une variété de facteurs qui définissent le type de contamination présente et son impact potentiel sur l'environnement et la santé. Les facteurs suivants doivent être pris en considération dans le choix des techniques de traitement pour les activités initiales de détection et des techniques et technologies de décontamination du site :

- a) Les facteurs environnementaux :
 - i) les quantités de mercure rejetées au cours des opérations sur le site ;
 - ii) l'origine de la contamination ;
 - iii) l'état chimique du mercure découvert 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 propriétés des matériaux géologiques desquels le mercure est extrait, notamment les caractéristiques du sol, etc. ;
 - vi) le potentiel de méthylation du mercure découvert sur le site ;
 - vii) le potentiel de lixiviation du mercure à partir des milieux contaminés (sols et sédiments, par exemple) ;
 - viii) la contamination ambiante (par exemple, les dépôts de mercure dans l'atmosphère à l'échelle régionale non associés à des sources locales) ;
 - ix) la mobilité du mercure dans les systèmes aquatiques ;
 - x) la présence d'autres polluants et les concentrations de ces derniers, en particulier ceux qui sont susceptibles d'être traités en totalité ou en partie au moyen de méthodes utilisées également pour le traitement du mercure ;

- xi) les normes d'assainissement locales/nationales pour l'eau, les sols, les sédiments et l'air.
- b) Les récepteurs :
 - i) la biodisponibilité pour les organismes aquatiques, les invertébrés et les plantes comestibles ;
 - ii) la concentration de mercure dans les récepteurs (êtres humains, animaux et plantes) indiquant une exposition au mercure.

255. Une fois ces facteurs évalués, une analyse plus complète des techniques d'assainissement appropriées peut être effectuée. En fonction de la gravité, de l'ampleur, du degré et du type de contamination, de la présence d'autres contaminants et de récepteurs, il conviendra peut-être d'élaborer un plan d'assainissement basé sur l'utilisation de plusieurs techniques pour réduire efficacement et rationnellement la toxicité, la disponibilité et l'ampleur de la contamination sur le site concerné. Pour de plus amples informations sur les techniques de décontamination, se référer à *Mercury Contaminated Sites: A Review of Remedial Solutions* (Hinton, 2001) et *Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water* (EPA, 2007b)⁵². Des cas spécifiques d'assainissement ont été décrits concernant la contamination au mercure dans la baie de Minamata, au Japon (Minamata City Hall, 2000) et près de Marktredwitz, en Allemagne (Comité de l'OTAN sur les défis de la société moderne, 1998).

J. Santé et sécurité

256. 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, conformément à la législation nationale. Des plans de santé et de sécurité devraient être en place dans toutes les installations où sont manipulés des déchets de mercure afin que soit assurée la protection de tous à l'intérieur et autour des ces installations. Ce type de plan devrait être établi pour chaque installation par des professionnels de la santé et de la sécurité qualifiés et ayant l'expérience de la gestion des risques sanitaires associés au mercure.

257. La protection des travailleurs associés à la gestion de déchets de mercure ainsi que du grand public peut être assurée par les moyens suivants :

- a) En interdisant l'accès aux installations de traitement à toute personne autre que le personnel autorisé ;
- b) En veillant à ce que les limites d'exposition professionnelle aux substances dangereuses ne soient pas dépassées et, dans cette optique, à ce que tout le personnel utilise des équipements de protection appropriés ;
- c) En veillant à une aération adéquate des locaux afin de réduire autant que possible le risque d'exposition à des substances volatiles ou susceptibles d'être mises en suspension dans l'air ;
- d) En veillant à ce que les installations respectent toutes les législations nationales et régionales relatives à la santé et à la sécurité sur les lieux de travail.

258. L'OMS a établi des valeurs nominatives pour les concentrations de mercure dans l'eau potable et l'air ambiant qui sont de 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 de mercure. Certains pays ont établi des niveaux admissibles de mercure dans l'environnement de travail (par exemple au Japon : 0,025 mg/m³ Hg pour le mercure inorganique à l'exclusion du sulfure de mercure et 0,01 mg/m³ Hg pour les composés de l'alkylmercure). Les opérations de gestion des déchets devraient être conduites de façon à respecter les exigences concernant les concentrations permises de mercure dans l'environnement de travail. De plus, les installations où sont menées de ces opérations

⁵² Des informations complémentaires sont disponibles sur les sites Web de l'EPA, par exemple concernant les techniques de traitement du mercure (disponibles à l'adresse http://www.clu-in.org/contaminantfocus/default.focus/sec/Mercury/cat/Treatment_Technologies/) et les politiques et orientations générales (disponibles à l'adresse <http://www.epa.gov/superfund/policy/guidance.htm>).

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.

259. Une attention particulière devrait être portée aux sites où sont manipulés des produits contenant du mercure ajouté. 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 de la manipulation de produits usagés contenant du mercure ajouté. 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 d'être exposés à maintes reprises à des vapeurs de mercure. Ceux qui travaillent dans le secteur informel de la récupération d'ordures en décharge peuvent être chroniquement exposés. Les points d'évacuation du gaz méthane produit par les matières organiques en décomposition constituent des sources supplémentaires de rejet et d'exposition au mercure.

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

261. Une formation à la gestion écologiquement rationnelle ainsi qu'aux questions de santé et de sécurité sur les lieux de travail 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.

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

- a) La définition des déchets de mercure et les propriétés chimiques de cette substance ainsi que ses effets néfastes ;
- b) Les moyens d'identifier les déchets de mercure et de les séparer des autres types de déchets ;
- c) Les normes de sécurité au travail applicables au mercure et comment se protéger contre les risques pour la santé d'une exposition au mercure ;
- d) La bonne utilisation des 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 en toute sécurité des déchets de mercure, en particulier des produits usagés contenant du mercure tels que thermomètres et baromètres, en utilisant l'équipement disponible dans l'installation où ils travaillent ;
- g) La façon d'utiliser les contrôles techniques pour réduire au minimum le risque d'exposition ;
- h) Les interventions d'urgence à mener en cas de déversement accidentel de mercure dans les déchets.

263. Il importe, selon qu'il convient dans le cadre de la législation nationale, 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.

264. Il est recommandé d'utiliser le document de sensibilisation au problème du mercure élaboré par le PNUE (PNUE, 2008d) pour la formation des employés. Tous les matériels de formation devraient être traduits dans les langues locales et mis à la disposition des employés.

K. Interventions d'urgence

1. Plan d'intervention d'urgence

265. Des plans d'intervention d'urgence devraient être en place à chaque étape de la chaîne de traitement des déchets de mercure (production, stockage, transport, traitement ou récupération et élimination). Bien que ces plans varient en fonction des activités menées à chaque étape de la gestion des déchets ainsi que des caractéristiques physiques et sociales de chaque site, les principaux éléments comprennent l'identification des dangers potentiels, le respect de la législation régissant le plan, la

spécification des 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 (par exemple, pompiers, police, communautés avoisinantes, administrations locales, etc.), ainsi que la spécification de la méthode et de la fréquences des tests des équipements d'intervention d'urgence.

266. Lorsqu'une situation d'urgence se produit, on procède tout d'abord à un examen du site. Le responsable doit s'en approcher contre le vent et avec précaution, sécuriser le lieu et identifier tout 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 du site, 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, on devra utiliser un produit extincteur adapté au type d'incendie à maîtriser ; l'utilisation d'eau est à éviter. On trouvera des indications utiles à ce sujet dans *Emergency Response Guidebook* (US Department of Transportation *et al.*, 2012).

2. Considération particulière pour le rejet accidentel de mercure ou composés du mercure

267. L'écoulement accidentel de mercure ou composés du mercure résulte principalement de bris de produits contenant cette substance. La plupart des cas de déversements sont causés, semble-t-il, par les thermomètres en verre, qui se cassent facilement. 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. Il est recommandé d'aérer convenablement les espaces intérieurs du bâtiment. Au cas où quelqu'un éprouverait un malaise après une fuite accidentelle de mercure, il convient de contacter immédiatement un médecin et/ou les autorités chargées de l'hygiène de l'environnement.

268. Lorsque le déversement est peu important et sans complication (par exemple, s'il se produit sur une surface non poreuse telle qu'un sol en linoléum ou en bois dur, ou sur un objet poreux facilement jetable tel qu'un petit tapis ou un paillason), n'importe qui peut le nettoyer. En cas d'écoulement important ou difficile à éliminer (par exemple sur un tapis, un tissu d'ameublement ou dans des fissures), il peut être nécessaire de faire appel à un professionnel pour l'empêcher de s'étendre et assurer la décontamination. 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).

269. Les déversements de mercure qui se produisent 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 sur le site Web de l'USEPA (United States EPA, 2007c).

270. Pour déterminer le type d'intervention adapté à un déversement de mercure particulier, il est essentiel d'évaluer l'ampleur du rejet et l'étendue de la dispersion du mercure 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 et nécessitent une décontamination ;
- c) La contamination s'est produite sur des surfaces poreuses ou semi-poreuses (tapis ou carreaux acoustiques, par exemple) 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.

271. 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 du mercure (Conseil mondial du chlore, 2004).

L. Sensibilisation et participation

272. La sensibilisation et la participation du public jouent des rôles importants dans la mise en œuvre d'une gestion écologiquement rationnelle des déchets de mercure. La participation du public est un principe clé de la Déclaration de Bâle de 1999 sur la gestion écologiquement rationnelle et de nombreux autres accords internationaux. Il est essentiel que le public et toutes les parties concernées aient la possibilité de prendre part à l'élaboration des lois, politiques, programmes et autres processus de décision relatifs au mercure.

273. Les articles 6, 7, 8 et 9 de la Convention de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU) 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 (Convention d'Aarhus) 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.

274. Lors du lancement d'activités comme la collecte et le recyclage de déchets de mercure, il est conseillé d'obtenir la participation et la coopération des consommateurs qui produisent ce type de déchets. La sensibilisation continue est un élément clé du succès des opérations de collecte et de recyclage des déchets de mercure. Les activités qui encouragent le public à participer à la conception d'un système de collecte et de recyclage des déchets de mercure en lui fournissant des informations sur les problèmes qu'une gestion non rationnelle de ces déchets est susceptible de causer peuvent contribuer à accroître la sensibilisation des consommateurs aux risques présentés par le mercure et les déchets de mercure.

275. 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 de mercure. Pour parvenir à sensibiliser le public, les autorités concernées, notamment les pouvoirs publics locaux, doivent initier diverses campagnes visant à inciter les citoyens à assurer leur protection, et celle d'autrui, contre les effets néfastes du mercure pour la santé humaine et l'environnement. Il importe d'engager la participation des organisations communautaires à ces campagnes car elles entretiennent des relations étroites avec les résidents et les autres parties intéressées au sein de leurs communautés (Honda, 2005).

276. 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 des exemples de programmes de sensibilisation et de participation du public. Ceux-ci comprennent quatre éléments : publications, programmes d'éducation en matière d'environnement, activités de relations publiques et communication sur les risques, auxquels les citoyens devraient avoir facilement accès dans des lieux publics (Honda, 2005).

Tableau 8 : Programmes de sensibilisation et de participation du public

	Contenu	Résultats attendus
Publications	<ul style="list-style-type: none"> • Manuels, brochures, magazines, affiches, sites Web, etc., en plusieurs langues et dialectes pour expliquer les problèmes liés au mercure en des termes simples • Guides expliquant comment éliminer les déchets de mercure 	<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 de mercure
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 • Démonstrations 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

	Contenu	Résultats attendus
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 • Communications de personne à personne
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 • Conseils sur la consommation de riz • Mesures à prendre en cas de déversement de mercure à partir de produits contenant du mercure ajouté 	<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

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

278. Les composantes d'un programme de sensibilisation à l'environnement consacré aux déchets de mercure sont les suivantes (Honda, 2005) :

- a) Sensibilisation et sensibilité à l'environnement et aux problèmes d'environnement ;
- b) Renforcement de la connaissance et de la compréhension de l'environnement et des problèmes d'environnement ;
- c) Développement d'un sentiment d'intérêt pour l'environnement et d'un désir d'améliorer ou de maintenir la qualité de l'environnement ;
- d) Développement des aptitudes à identifier et aider à résoudre les problèmes d'environnement ;
- e) Participation à des activités destinées à résoudre des problèmes d'environnement.

279. 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 capables de les comprendre rapidement et de communiquer des informations à leur sujet :
 - i) Écoliers et étudiants ;
 - ii) Enseignants ;
- c) Leaders et représentants des communautés et groupes locaux et autres personnes travaillant dans le domaine de l'environnement à l'échelon local ou communautaire :
 - i) Personnes qui travaillent dans des organisations non gouvernementales ;
 - ii) Personnes qui travaillent dans des petites et moyennes entreprises ;
 - iii) Producteurs, collecteurs et recycleurs locaux ; propriétaires, exploitants et personnel des installations d'élimination qui traitent des déchets de mercure ;
- d) Personnes se trouvant ou résidant près de sites de gestion de déchets de mercure ou contaminés par du mercure ;
- e) Organisations locales ;

f) Habitants des villes ;

g) Entreprises.

280. 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 (transporteurs, recycleurs, exploitants d'installations de traitement, etc.) aux risques que présente le mercure. Différentes activités de sensibilisation peuvent être organisées pour atteindre cet objectif, comme par exemple 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 sur Internet.

Annex to the technical guidelines*

Bibliography

- Amin-Zaki, L. et al, 1978. "Methylmercury Poisoning in Iraqi Children: Clinical Observations over Two Years", *British Medical Journal*, vol. 11, pp. 613-616. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=1603391&blobtype=pdf>.
- Amuda, O.S. et al, 2010. "Wastewater Treatment Process", in Wang, L.K., Hung, Y.T. and Shammas, N.K., eds., *Handbook of Industrial and Hazardous Wastes Treatment, Volume 2*. CRC Press, New York, USA, p. 926.
- Arai, Norio et al., (ed.) 1997. *Products of Incineration and Their Control Technology* [in Japanese].
- Asano, S. et al, 2000. "Acute Inorganic Mercury Vapour Inhalation Poisoning", *Pathology International*, vol. 50, pp. 169-174.
- Asia-Pacific Mercury Storage Project, 2010. *Options analysis and feasibility study for the long-term storage of mercury in Asia*. Available at: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/InterimActivities/Partnerships/SupplyandStorage/AsiaPacificMercuryStorageProject/tabid/3552/language/en-US/Default.aspx>.
- 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).
- Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal*, 1992. Available at: <http://www.basel.int/text/17Jun2010-conv-e.doc>.
- Bakir, F. et al, 1973. "Methylmercury Poisoning in Iraq", *Science*, vol. 181, pp. 230-241.
- Bansal, R.C. and Goyal, M., 2005. *Activated Carbon Adsorption of Mercury*. In: *Activated Carbon Adsorption*, CRC Press, New York, pp. 326-334.
- BiPRO, 2010. "Requirements for Facilities and Acceptance Criteria for the Disposal of Metallic Mercury." Available at: http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/bipro_study20100416.pdf.
- Boom, G. V., Richardson, M. K. and Trip, L. J., 2003. "Waste Mercury in Dentistry: The Need for Management". Available at: http://www.ifeh.org/magazine/ifeh-magazine-2003_v5_n2.pdf.
- Bull, S., 2006. Inorganic Mercury/Elemental Mercury. Available at: http://www.hpa.org.uk/chemicals/compendium/Mercury/PDF/mercury_general_information.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, M. Cape Town, South Africa, University of Cape Town Press, pp. 194-213.
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety, undated. *OHS Fact Sheets: Mercury*. Available from: http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/mercury.html.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), 2006. *National Guidelines for Hazardous Waste Landfills*. Available at: http://www.ccme.ca/assets/pdf/pn_1365_e.pdf.
- Chang, T. C. and J. H., Yen, 2006. "On-site mercury-contaminated soils remediation by using thermal desorption technology", *Journal of Hazardous Materials*, vol. 128(2-3), 208-217.
- Chiarle, S. and Ratto, M., 2000. "Mercury Removal from Water by Ion Exchange Resins Adsorption", *Water Research*, vol. 34, pp. 2971-2978.

* Afin de réduire les coûts, l'annexe à ce document n'a pas été traduite.

Chlorine Institute, 2009. "Chlor-Alkali Industry 2008 Mercury Use and Emissions in the United States (Twelfth Annual Report)". Available at: <http://www.epa.gov/region05/mercury/pdfs/12thcl2report.pdf>.

Chojnacki, A. et al, 2004. "The application of natural zeolites for mercury removal: from laboratory tests to industrial scale", *Minerals Engineering*, vol. 17, pp. 933-937.

Committee on consideration of environmentally sound management of mercury waste, working group on mercury recovery and disposal, 2014. "Report on consideration of environmentally sound management of mercury wastes" (in Japanese), p. 67, Reference document No. 3-1.

Committee on consideration of sound management of mercury waste and Working group on recovery and disposal of mercury], 2014. "Report on consideration of environmentally sound management of mercury wastes"[in Japanese]. Available at: <http://www.env.go.jp/council/03recycle/y039-01b/ref3.pdf>.

Damluji, S. F. and Tikriti, S., 1972. "Mercury Poisoning from Wheat", *British Medical Journal*, vol. 25, p. 804.

Environment Canada website, undated. *Spills, Disposal and Cleanup: Cleaning Up Small Mercury Spills*. Available from: <http://www.ec.gc.ca/MERCURY/EN/cu.cfm>. [last updated 2013]

Environmental Management Bureau, Republic of the Philippines, 1997. *DENR Administrative Order No. 38, Chemical Control Order for Mercury and Mercury Compounds*. Available at: http://pcij.org/extra/mercury_resources/pdf/cco_hg_DAO%2097-38.pdf.

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

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

EPA, 1996. *US EPA Method 0060: Determination of Metals in Stack Emissions*.

EPA, 1997a. *Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Mercury and Mercury Compounds*. Available at: <http://www.epa.gov/ttn/chief/le/mercury.pdf>.

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

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*. Available at: <http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/30004HCY.pdf#page=13>.

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

EPA, 2007a. *Mercury Treatment Technologies*. Available from: http://www.clu-in.org/contaminantfocus/default.focus/sec/Mercury/cat/Treatment_Technologies.

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

EPA, 2007c. *Spills, disposal and site clean-up*. Available from: <http://www.epa.gov/mercury/spills/index.htm>.

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

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

EPA, 2013. *Manual for the Construction of a Mercury Capture System for Use in Gold Processing Shops*. Available at: <http://www2.epa.gov/international-cooperation/manual-construction-mercury-capture-system-use-gold-shops>.

Euro Chlor, 2004. *Code of Practice, Mercury Housekeeping, Environmental Protection 11, 5th edition*. Available at: <http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/Docs/ENV%20Prot%2011%20Edition%205.pdf>.

Euro Chlor, 2013. "Chlorine Industry Review". Available at: <http://www.eurochlor.org/media/70861/2013-annualreview-final.pdf>.

European Commission, 2001. *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on Best Available Techniques in the Chlor-Alkali Manufacturing industry*. Available at: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/cak_bref_1201.pdf.

European Commission, 2003. *Commission Decision of 3 May 2000 replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1(a) of Council Directive 75/442/EEC on waste and Council Decision 94/904/EC establishing a list of hazardous waste pursuant to Article 1(4) of Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste*. Available from: <http://eur-lex.europa.eu/>.

European Commission, 2006. *Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration*. Available from: <http://eippcb.jrc.es/reference/wi.html>.

European Commission, 2008. *Options for reducing mercury use in products and applications and the fate of mercury already circulating in society*. Available at: http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/EU_Mercury_Study2008.pdf.

European Commission, 2013. *Commission implementing decision of 9 December 2013 establishing the best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions, for the production of chlor-alkali (2013/732/EU)*. Available from: <http://eur-lex.europa.eu>.

European Committee for Standardization, 2001. *EN 13211: Air quality - Stationary source emissions - Manual method of determination of the concentration of total mercury*.

European Committee for Standardization, 2002a. *EN 12457-1 to 4: Characterization of waste - Leaching - Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges*.

European Committee for Standardization, 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*.

European Committee for Standardization, 2002c. *EN 13657: Characterization of waste - Digestion for subsequent determination of aqua regia soluble portion of elements in waste*.

European Committee for Standardization, 2003. *EN 13370: Characterization of waste - Analysis of eluates - Determination of Ammonium, AOX, conductivity, Hg, phenol index, TOC, easily liberatable CN-, F-*.

European Committee for Standardization, 2004. *TS 14405: Characterization of waste - Leaching behaviour test - Up-flow percolation test*.

European Committee for Standardization, 2005. *EN 14884: Air quality - Stationary source emissions - Determination of total mercury: Automated measuring systems*.

European Committee for Standardization, 2006. *EN 12920: Characterization of waste - Methodology for the determination of the leaching behaviour of waste under specified conditions*.

European Committee for Standardization, 2007. *EN 15309: Characterization of waste and soil - Determination of elemental composition by X-ray fluorescence*.

European Union, 2003. *Council Decision 2003/33/EC of 19 December 2002 establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills pursuant to Article 16 of and Annex II to Directive 1999/31/EC*. Available from: <http://eur-lex.europa.eu/>

European Union, 2006. *Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC*. Available from: <http://eur-lex.europa.eu>.

European Union, 2010a. *Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)*. Available from: <http://eur-lex.europa.eu>.

European Union, 2010b. *Regulation (EC) No. 1102/2008 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2008 on the banning of exports of metallic mercury and certain mercury compounds and mixtures and the safe storage of metallic mercury*. Available from: <http://eur-lex.europa.eu/>.

European Union, 2013. *Directive 2013/56/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 amending Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators as regards the placing on the market of portable batteries and accumulators containing cadmium intended for use in cordless power tools, and of button cells with low mercury content, and repealing Commission Decision 2009/603/EC*. Available from: <http://eur-lex.europa.eu>.

FAO, 1985. *Guidelines for the Packaging and Storage of Pesticides*. Available at: <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/i/fulltext/fao12/fao12.pdf>.

Gay, D.D., Cox, R.D. and Reinhardt, J.W., 1979. "Chewing Releases Mercury from Fillings", *Lancet*, vol. 1, pp. 985-986.

Galligan, G, Morose, G. and 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. Available at: <http://www.chem.unep.ch/Mercury/Sector-Specific-Information/Docs/lcspfinal.pdf>.

German Federal Environment Agency, 2014. *Behaviour of mercury and mercury compounds at the underground disposal in salt formations and their potential mobilisation by saline solutions*. Available from: <http://www.umweltbundesamt.de>.

Glenz, T. G., Brosseau, L.M. and Hoffbeck, R.W., 2009. "Preventing Mercury Vapor Release from Broken Fluorescent Lamps during Shipping", *Journal of the Air and Waste Management Association*, vol. 59, pp. 266-272.

Global Mercury Project, 2004. *Protocols for Environmental and Health Assessment of Mercury Released by Artisanal and Small -Scale Gold Miners*, GEF/UNDP/UNIDO, Vienna. Available at: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Documents/ASGM/PROTOCOLS%20FOR%20ENVIRONMENTAL%20ASSESSMENT%20REVISION%2018-FINAL%20BOOK%20sb.pdf>.

Global Mercury Project, 2006. *Manual for Training Artisanal and Small-Scale Gold Miners*, UNIDO, Vienna. Available from: http://communitymining.org/attachments/221_training%20manual%20for%20miners%20GMP%20Mancelo%20Veiga.pdf?phpMyAdmin=cde87b62947d46938306c1d6ab7a0420.

GroundWork, 2005. "Advising and Monitoring the Clean-up and Disposal of Mercury Waste in Kwazulu-Natal, South Africa". Available at: http://www.zeromercury.org/phocadownload/Whats_on_in_the_regions/groundWork_Phase_one_Final_Report_1006_WebVs.pdf.

Grundfelt, B. et al, 2005. "Importance of the multi-barrier concept for the final disposal of radioactive waste" [in German], Kemakta Konsult AB, Bericht, Stockholm. Available at: 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. and Veiga, M., 2001. “Mercury Contaminated Sites: A Review of Remedial Solutions”, NIMD Forum 2001 - Mercury Research: Today and Tomorrow, Minamata City, Japan, National Institute for Minamata Disease, Ministry of the Environment, Japan, pp. 73-84. Available at: http://www.facom.e.uqam.ca/pdf/Minamata_Forum_2001.PDF.

Hitachi, 2006. “Corporate Social Responsibility Report”. available at: 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”, postdoctoral dissertation, Tsinghua University, Beijing, China.

Honda, S. et al, 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, Japan, pp. 91-102. Available at: http://www.nimd.go.jp/english/kenkyu/nimd_forum/nimd_forum_2006_II.pdf#page=98.

Hylander, L.D. and 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*, vol. 35, pp. 1-36.

IAEA, 2009. *Geological Disposal of Radioactive Waste: Technological Implications for Retrievability*. Available at: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1378_web.pdf.

IATA, 2014. *Dangerous Goods Regulations Manual* (55th edition).

ICAO, 2013. *Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air* (2013-2014 edition).

ILO, 2000. *Mercurous Chloride*. Available from: http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=en&p_card_id=0984.

ILO, 2001. *Mercuric Oxide*, International Occupational Safety and Health Information Centre.

IMO, 2014. *International Maritime Dangerous Goods Code* (2014 edition). Available from: <http://www.imo.org/Publications/IMDGCode/Pages/Default.aspx>.

Interstate Technology and Regulatory Cooperation Work Group (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*. Available at: <http://www.itrcweb.org/GuidanceDocuments/td-3.pdf>.

Jacobs and Johnson Matthey, 2011. “Mercury Free VCM Catalyst”, presented at VCM Catalyst Workshop, Beijing, 19 September 2011.

Jang, M., Hong, S. M. and Park, J. K., 2005. “Characterization and Recovery of Mercury from Spent Fluorescent Lamps”, *Waste Management*, vol. 25, pp. 5-14.

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, Japan. Available at <http://www.nimd.go.jp/english/kenkyu/docs/manual.pdf>.

Jew, AD et al, 2014. “Microbially enhanced dissolution of HgS in an acid mine drainage system in the California Coast Range”, *Geobiology*, vol. 12 No. 1, pp. 20-33.

Kanai, Y. and Endou, H. 2003. “Functional Properties of Multispecific Amino Acid Transporters and Their Implications to Transporter-Mediated Toxicity”, *Journal of Toxicological Sciences*, vol. 28, pp. 1-17. Available at: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jts/28/1/28_1_1/_pdf.

- Kerper, L.E., Ballatori, N. and 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*, vol. 262, pp. 761-765.
- Kobelco Eco-Solutions Co. Ltd., 2001. "Recycling System for Fluorescent Lamps" [in Japanese], p.45.
- Kuncova, H., Petrlik, J. and Stavkova, M., 2007. "Chlorine Production – a Large Source of Mercury Releases (The Czech Republic Case Study)", prepared by Arnika Association, Prague. Available at: 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*, p.26.
- Latin America and the Caribbean Mercury Storage Project, 2010. "Options analysis and feasibility study for the long-term storage of mercury in Latin America and the Caribbean". Available from: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/InterimActivities/Partnerships/SupplyandStorage/LACMercuryStorageProject/tabid/3554/language/en-US/Default.aspx>.
- López, F.A. et al, 2010. "Formation of metacinnabar by milling of liquid mercury and elemental sulfur for long term mercury storage", *Science of the Total Environment*, vol. 408 No. 20, pp. 4341-4345.
- López, F.A. et al, 2015. "Mercury leaching from hazardous industrial wastes stabilized by sulfur polymer encapsulation", *Waste Management*, vol. 35, pp. 301-306.
- López-Delgado, A. et al, 2012. "A microencapsulation process of liquid mercury by sulfur polymer stabilization/solidification technology. Part I: Characterization of materials", *Revista de Metalurgia*, vol. 48 No. 1, pp. 45-57.
- Lowell Center for Sustainable Production, 2003. "An Investigation of Alternatives to Mercury Containing Products". Available at: <http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector-Specific-Information/Docs/lcspfinal.pdf>.
- Lindberg, S.E. and 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*, vol., 49, pp. 520-532.
- Lindberg, S. E. et al, 2001. "Methylated mercury species in municipal waste landfill gas sampled in Florida, USA", *Atmospheric Environment*, vol. 35 No. 23, pp. 4011-4015.
- Maine Department of Environmental Protection, 2008. *Maine Compact Fluorescent Lamp Study*. Available from: <http://www.maine.gov/dep/rwm/homeowner/cflreport.htm>.
- Maxson, P., 2010. Personal communication regarding update of a 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. Available at: <http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/5899-ysqvR6/webviewable/5899.pdf>.
- Minamata City Hall, 2000. "Minamata Disease - History and Message", Minamata Disease Museum, Minamata City, Japan.
- Ministry of Environmental Protection of China, 2010. *Project Report on the Reduction of Mercury Use and Emission in Carbide PVC Production*. Available at: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/VCM%20Production/Phase%20I%20Final%20Report%20-%20PVC%20Project%20Report%20for%20China.pdf>.
- Ministry of the Environment of Japan, 1997. *Our Intensive Efforts to Overcome the Tragic History of Minamata Disease*.

- Ministry of the Environment of Japan, 2002. *Minamata Disease - The History and Measures*. Available from: <http://www.env.go.jp/en/chemi/hs/minamata2002/index.html>.
- Ministry of the Environment, Japan, 2007a. *Guidebook for Waste Management - Case Study of Promoting 3Rs in Japan*, JICA Seminar on Waste Management in Japan, Yokohama International Center.
- Ministry of the Environment of Japan, 2007b. *Waste Disposal and Recycling Measures*. Available from: <http://www.env.go.jp/en/recycle/manage/waste.html>.
- Ministry of the Environment of Japan, 2010. *Lessons from Minamata Disease and Mercury Management in Japan*. Available at: http://www.env.go.jp/chemi/tmms/pr-m/mat01/en_full.pdf
- Ministry of the Environment of Japan, 2015. *Japan's policy on the environmentally sound management of mercury wastes (summary) (recommended by the Central Environment Council in February 2015)*. Available at: <http://www.env.go.jp/en/recycle/wm/150413jpmw.pdf>.
- Mizutani, S., Kadotani, K. and Kanjo, Y., 2010. "Adsorption behavior of mercuric compounds on soils under different pH condition" [in Japanese], *Environmental Engineering Research*, Vol. 47, pp. 267-272.
- Mining, Minerals and Sustainable Development project (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. and Burbacher, T.M., 1985. "Health Risks from Increases in Methylmercury Exposure", *Environmental Health Perspectives*, vol. 63, pp. 133-140. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1568483>.
- National Institute for Minamata Disease (NIMD), 1999. "Mission Report – Investigation into Suspected Mercury Contamination at Sihanoukville, Cambodia", Minamata City, Japan. Available from: 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, Japan.
- The Northeast Waste Management Officials' Association (NEWMOA), 2004. "Mercury-Added Product Fact Sheet". Available from: http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/FactSheets/factsheet_ranges.cfm.
- North Atlantic Treaty Organization, Committee on the Challenges of Modern Society (NATO/CCMS), 1998. *Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment and Clean Up of Contaminated Land and Groundwater, NATO/CCMS Pilot Study, Phase II, Overview Report*. Available from: www.epa.gov.
- OECD, 2001a. *Extended Producer Responsibility: A Guidance Manual for Governments*.
- OECD, 2001b. *Harmonised Integrated Classification System for Human Health and Environmental Hazards of Chemical Substances and Mixtures*.
- OECD, 2004. *Recommendation of the Council on the Environmentally Sound Management of Waste*. Available from: <http://acts.oecd.org/Instruments/ShowInstrumentView.aspx?InstrumentID=51>.
- OECD, 2007. *Guidance Manual on Environmentally Sound Management of Waste*. Available at: <http://www.oecd.org/dataoecd/23/31/39559085.pdf>.
- Ogaki, Y., Yamada, Y. and Nomura, M., 2004. "Recycling Technology of JFE Group for Recycle Oriented Society" [in Japanese], *JFE GIHO*, vol. 6, pp. 37-43. Available at: <http://www.jfe-steel.co.jp/research/giho/006/pdf/006-07.pdf>.
- Oikawa, K. et al, 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*, vol. 11, 943-951.

Oliveira, R.B. et al, 1998. "Methylmercury Intoxication and Histochemical Demonstration of NADPH-Diaphorase Activity in the Striate Cortex of Adult Cats", *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, vol. 31, pp. 1157-1161.

Ozonoff, D.M., 2006. "Methylmercury". Available at: http://www.ijc.org/rel/pdf/health_effects_spring2006.pdf.

Partnership for Action on Computing Equipment (PACE) Working Group, 2011. *Environmentally Sound Management (ESM) Criteria Recommendations*.

Panasonic, "Akari Ansin Service" [in Japanese]. Available from: <http://www2.panasonic.biz/es/lighting/akarianshin/index.html>.

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

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

Richardson, G.M., 2003. "Inhalation of Mercury-Contaminated Particulate Matter by Dentists: An Overlooked Occupational Risk", *Human and Ecological Risk Assessment*, vol. 9, pp. 1519-1531.

Sakamoto, M. et al, 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*, vol. 38, pp. 3860-3863.

Sakamoto, M. et al, 2005. "Difference in Methylmercury Exposure to Fetus and Breast-Feeding Offspring", *Korean Journal of Environmental Health*, vol. 31, pp. 179-186.

Sanborn, J.R. and Brodberg, R.K., 2006. "Evaluation of Bioaccumulation Factors and Translators for Methylmercury". Available at: http://www.oehha.ca.gov/fish/special_reports/pdf/BAF020907.pdf.

Science Applications International Corporation, 2002. "Technical Background Document: Mercury Wastes Evaluation of Treatment of Bulk Elemental Mercury Final Report". Available from: <http://www.regulations.gov/#!documentDetail;D=EPA-HQ-RCRA-2002-0029-0005>.

Spiegel, S. and 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, Ministry of the Environment, Japan, pp. 1-18. Available at: http://www.nimd.go.jp/english/kenkyu/nimd_forum/nimd_forum_2006_II.pdf#page=8.

Steffen, A. et al, C. 2007. "A Synthesis of Atmospheric Mercury Depletion Event Chemistry Linking Atmosphere, Snow and Water", *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, vol. 7, pp. 10837-10931.

Tajima, S., 1970. "Studies on the Formation of Methylmercury Compounds. 1. Preparation of Monomercurated Acetaldehyde XHgCH₂CHO and Formation of Methylmercury Compounds from Monomercurated Acetaldehyde" [in Japanese], *Kumamoto Igakkai Zasshi*, vol. 44, pp. 873-886.

Takahashi, Nakamura and Mizoiri, Shoji, 2004. "Mercury Behaviour in Chuo Bohatei Sotogawa Landfill" [in Japanese], Annual Report of the Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection 2004, pp. 165-171.

Tanel, B., Reyes-Osorno, B. and Tansel, I.N., 1998. "Comparative Analysis of Fluorescent Lamp Recycling and Disposal Options", *Journal of Solid Waste Technology and Management*, vol. 25, pp. 82-88.

The Lamp Recycling Outreach Project, undated. "Training Module (1-hour version) for Generators and Handlers Of Fluorescent and Mercury-Containing Lamps (and Ballasts)". Available at: <http://www.almr.org/1hourtrainingmodule.pdf>.

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, USA, Diane Publishing, pp. 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, South Africa". Available from: <http://www.umich.edu/~snre492/Jones/thorchem.htm>.

The Zero Mercury Working Group et al, 2009. "Mercury Rising: Reducing Global Emissions from Burning Mercury-Added Products". Available at: http://www.zeromercury.org/phocadownload/Mercury_in_processes/FINAL_MercuryRising_Feb2009.pdf.

United Nations, 2013. *United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Model Regulations* (18th revised edition). Available from: http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev18/18files_e.html.

UNDP, 2010. *Guidance on the Cleanup, Temporary or Intermediate Storage, and Transport of Mercury Waste from Health Care Facilities*. Available at: <http://www.gefmedwaste.org/downloads/Guidance%20on%20Cleanup%20Storage%20and%20Transport%20of%20Mercury%20from%20Health%20Care%20July%202010.pdf>.

UNECE, 2003. *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)*. Available from: http://live.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev00/00files_e.html.

UNEP, 1994. *Guidance Document on the Preparation of Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Subject to the Basel Convention*. Available from: <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/framework.doc>.

UNEP, 1995a. *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*. Available at: <http://www.basel.int/pub/modlegis.pdf>.

UNEP, 1995b. *Basel Convention Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5)*. Available at: <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-d5.pdf>.

UNEP, 1999. *Report of the Fifth Meeting of the Conference of the Parties to the Basel Convention*. Available from: <http://www.basel.int/meetings/cop/cop5/cop5reportfinal.pdf>.

UNEP, 2002. *Global Mercury Assessment*, Geneva, Switzerland. Available at: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/LinkClick.aspx?fileticket=Kpl4mFj7AJU%3d&tabid=3593&language=en-US>.

UNEP, 2005. *Toolkit for Identification and Quantification of Mercury Releases*. Available at: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/MercuryPublications/GuidanceTrainingMaterialToolkits/MercuryToolkit/tabid/4566/language/en-US/Default.aspx>.

UNEP, 2006a. *Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM)*. Available at: http://www.saicm.org/images/saicm_documents/saicm%20texts/SAICM_publication_ENG.pdf.

UNEP, 2006b. *Guide for Reducing Major Uses and Releases of Mercury*. Available at: <http://www.chem.unep.ch/mercury/Sector%20Guide%202006.pdf>.

UNEP, 2006c. *Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury* Geneva, Switzerland. Available at: <http://www.chem.unep.ch/mercury/HgSupplyTradeDemandJM.pdf>.

UNEP, 2008a. *Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transport*. Available at: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/LinkClick.aspx?fileticket=Y0PHpMrXSuc%3d&tabid=3593&language=en-US>.

UNEP, 2008b. *Report on the Major Mercury Containing Products and Processes, Their Substitutes and Experience in Switching to Mercury Free Products and Processes*. Available at:

[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).

UNEP, 2008c. *Summary Report on UNEP Mercury Inventory Activities*. Available at: [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).

UNEP, 2008d. *[Mercury] awareness raising package*. Available from: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/MercuryPublications/ReportsPublications/AwarenessRaisingPackage/tabid/4022/language/en-US/Default.aspx>.

2010a. *Global ASGM Forum Report*. Available at: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/GlobalForumonASGM/tabid/6005/Default.aspx>.

UNEP, 2010b. *Study on mercury sources and emissions and analysis of cost and effectiveness of control measures "UNEP Paragraph 29 study"*, document UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/4. Available at: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/Negotiations/INC2/INC2MeetingDocuments/tabid/3484/language/en-US/Default.aspx>.

UNEP, various dates. *Global Mercury Partnership reports and publications*. Available from: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/PrioritiesforAction/ArtisanalandSmallScaleGoldMining/Reports/tabid/4489/language/en-US/Default.aspx>.

UNEP, 2013. *Toolkit for Identification and Quantification of Mercury Releases*. Available from: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/MercuryPublications/GuidanceTrainingMaterialToolkits/MercuryToolkit/tabid/4566/language/en-US/Default.aspx>. (Revised in 2015)

UNEP, 2014a. *Report on the status of projects funded under the Quick Start Programme as of February 2014*. Available at: <http://www.saicm.org/images/SAICM.EB.9.4.rev1%20Report%20on%20projects%20funded%20under%20the%20QSP.pdf>.

UNEP, 2014b. *List of alternatives to mercury-added products*. Available at: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Products/flyer%20final1%20%20mercury-free%20alternatives.pdf>.

UNEP, 2015a. *Manual for the Implementation of the Basel Convention*. Available from: www.basel.int.

UNEP, 2015b. *Guide to the Control System*. Available from: <http://www.basel.int>.

UNEP, 2015c. *General Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants*. Available from: <http://www.basel.int/pub/techguid/tg-POPs.doc>.

UNEP, 2015d. *Methodological guide for the development of inventories of hazardous wastes and other wastes under the Basel Convention*. Available from: <http://www.basel.int>.

UNEP and WHO, 2008. *Identifying Populations at Risk*. Available from: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/MercuryPublications/GuidanceTrainingmaterialToolkits/GuidanceforIdentifyingPopulationsatRisk/tabid/3616/language/en-US/Default.aspx>.

UNEP and SETAC, 2009. *Life Cycle Management*. Available at: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1208xPA-LifeCycleApproach-Howbusinessusesit.pdf>.

UNEP Global Mercury Partnership, 2013. *Global Inventory of Mercury-Cell Chlor-Alkali Facilities* [last updated in 2013]. Available from: <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/GlobalMercuryPartnership/ChloralkaliSector/Reports/tabid/4495/language/en-US/Default.aspx>.

US Department of Energy, 2009. *US Department of Energy Interim Guidance on Packaging, Transportation, Receipt, Management, and Long-Term Storage of Elemental Mercury*. Available at: [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).

U.S. Department of Transportation, Transport Canada, Secretariat of Communications and Transportation of Mexico (SCT), 2012. *Emergency Response Guidebook*. Available from: <https://www.tc.gc.ca/eng/canutec/guide-menu-227.htm>.

Waples, Jacob S. et al, 2005. "Dissolution of cinnabar (HgS) in the presence of natural organic matter", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 69 No. 6, pp. 1575-1588.

WHO, 1972. *WHO Food Additives Series, No.4: Evaluation of Mercury, Lead, Cadmium and the Food Additives Amaranth, Diethylpyrocarbonate, and Octyl Gallate*. Available from: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v004je07.htm>.

WHO, 1990. *Environmental Health Criteria 101: Methylmercury*. Available at: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc101.htm>.

WHO, 1991. *Environmental Health Criteria 118: Inorganic Mercury*. Available at: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc118.htm>.

WHO, 2003. *Elemental Mercury and Inorganic Mercury Compounds: Human Health Aspects*. Available at: <http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad50.pdf>.

WHO, 2006. *Guidelines for drinking-water quality, third edition, incorporating first and second addenda*. Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/.

WHO, 2010. *Future Use of Materials for Dental Restoration*. Available at: http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/2011Dental%20material%20web_final%20report%20of%202009%20mtg.pdf.

WHO, 2011. *Replacement of mercury thermometers and sphygmomanometers in health care Technical guidance*. Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/mercury_thermometers/en/.

WHO Regional Office for Europe, 2000. *Air Quality Guidelines - Second Edition*. Available at: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/123079/AQG2ndEd_6_9Mercury.PDF.

Wood, J.M., 1974. "Biological Cycles for Toxic Elements in the Environment", *Science*, vol. 15, pp. 1043-1048.

World Nuclear Association, 2010. "Storage and Disposal Options". Available from: <http://www.world-nuclear.org/info/inf04ap2.html>.

Yanase R., Hirato, O. and 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*, vol. 20 No. 1, pp. 12-23.