



Programme des  
Nations Unies pour  
l'environnement

**EP**



UNEP(DEPI)/MED WG.379/4  
13 June 2013

FRANÇAIS  
Original : ANGLAIS



**PLAN D'ACTION POUR LA MÉDITERRANÉE**

Réunion des Points focaux du MED POL

Barcelone, Espagne, 18-21 juin 2013

**ÉTAT D'AVANCEMENT DE LA MISE EN ŒUVRE DES ASPECTS TECHNIQUES DES PROTOCOLES  
ET DES MESURES JURIDIQUEMENT CONTRAIGNANTES ADOPTÉES DANS LE CADRE DE  
L'ARTICLE 15 DU PROTOCOLE « TELLURIQUE »**

**(RAPPORT PRÉPARÉ PAR LE MED POL ET LE CAR/PP)**

*Les délégués sont priés d'apporter leurs documents en séance*



## **Table des matières**

### Introduction

I. Mise en œuvre des aspects techniques de l'application des Protocoles « tellurique », Immersions et Déchets dangereux et écarts de données :

- a) Analyse générale
- b) Outils actualisés pour contrôler et évaluer la pollution

II. Mise en œuvre des Plans régionaux adoptés dans le cadre de l'article 15 du Protocole « tellurique » en ce qui concerne :

- a) Questions relatives aux rapports sur les mesures prises pour l'application des Plans régionaux
- b) Projet de convention mondiale sur le mercure
- c) Projet de lignes directrices sur la décontamination du mercure - sites

Annexe I : État de l'entrée en vigueur de 6 plans régionaux adoptés par la CdP 16 et la CdP 17 dans le cadre de l'article 15 du Protocole « tellurique »

Annexe II : Exigences de rapportage du Plan régional sur le mercure (projet)

Annexe III : Analyse comparative générale du Plan régional sur le mercure et du texte définitif du projet de Convention mondiale sur le mercure

Annexe IV : Projet sur les meilleures pratiques environnementales pour la gestion rationnelle des sites contaminés au mercure

## Introduction

Le présent document vise à porter à l'attention des Points focaux du MED POL un certain nombre de questions liées à la mise en œuvre technique des Protocoles contre la pollution provenant de sources et activités situées à terre (« tellurique »), Immersions et Déchets dangereux. Ce rapport abordera les questions suivantes :

- a) la mise en œuvre des aspects techniques de l'application des Protocoles « tellurique », Immersions et Déchets dangereux et l'analyse générale des écarts de données ;
- b) la facilitation de la mise en œuvre des Plans régionaux et des rapports, particulièrement axée sur les synergies potentielles avec le prochain traité mondial sur le mercure et le projet de lignes directrices sur les meilleures pratiques environnementales pour la gestion rationnelle des sites contaminés au mercure ; et
- c) les outils actualisés de contrôle et d'évaluation de la pollution marine (VLE/OQE et base de données sur les apports fluviaux d'éléments nutritifs).

### I. Mise en œuvre des aspects techniques de l'application des Protocoles « tellurique », Immersions et Déchets dangereux et écarts de données

#### a) Analyse générale

1.1 Le Secrétariat a examiné les rapports soumis par les Parties contractantes sur les mesures prises au cours des deux années 2008-2009 en vue de la mise en œuvre de ces trois Protocoles et a rédigé une note à l'attention de l'Unité de coordination. Elle portait principalement sur les aspects techniques de cette mise en œuvre. Ses principales conclusions peuvent être résumées comme suit.

- *Au total, 15 PC ont soumis des rapports informatifs couvrant partiellement ou entièrement les aspects techniques de la mise en œuvre des 3 protocoles (hors UE).*
- *Les informations contenues dans les différentes parties du questionnaire de rapport diffèrent selon le Protocole concerné et les Parties contractantes.*
- *Une amélioration substantielle est à noter quant à la communication de **données techniques** par rapport au biennium précédent, en termes d'éléments déclarés et de nombre de Parties contractantes fournissant des informations.*
- *Toutefois, un nombre considérable de Parties contractantes n'a pas rempli des sections importantes du format de rapport sur les aspects techniques de la mise en œuvre des trois Protocoles.*
- *Bon nombre de pays font état de difficultés de nature administrative et financière comme étant les principaux obstacles à la prise de mesures nécessaires pour aborder les aspects techniques de la mise en œuvre prévus par les 3 Protocoles, ainsi que de la nécessité d'une assistance technique.*

## 1. Protocole Immersions

Le Protocole pour la prévention de la pollution de la mer Méditerranée par les opérations d'immersion effectuées par les navires et aéronefs (Protocole immersions), dont la version originale est entrée en vigueur en 1978, a été modifié en 1995. La version amendée du Protocole pour la prévention et l'élimination de la pollution de la mer Méditerranée par les

opérations d'immersion effectuées par les navires et aéronefs ou d'incinération en mer a été ratifiée par 15 parties, mais n'est pas encore entrée en vigueur.

Les principaux aspects techniques de la mise en œuvre du Protocole Immersions, pour laquelle les Parties contractantes doivent soumettre des rapports, concernent :

- *le système d'autorisation, y compris les structures institutionnelles respectives chargées d'octroyer les autorisations,*
- *la surveillance afin de guider et de contrôler les activités d'immersion lorsqu'elles sont autorisées par le Protocole,*
- *l'enregistrement du nombre d'autorisations délivrées, y compris les renseignements requis par le Protocole sur la localisation des immersions, la nature des substances, etc.,*
- *l'enregistrement des quantités de matières immergées et la communication des informations les concernant,*
- *la communication d'informations sur les quantités de matières et déchets immergés en cas de force majeure,*
- *la mise en œuvre des lignes directrices adoptées par les réunions des Parties contractantes de 2003 et de 2005, selon les dispositions prévues par le Protocole concernant l'immersion de 4 catégories de matières,*
- *l'émission de rapports sur l'application et les indicateurs d'efficacité.*

Principales constatations : plusieurs Parties contractantes respectent les exigences du Protocole en interdisant l'immersion en mer, mais certaines d'entre elles ne fournissent aucune information sur le nombre de permis délivrés ou sur leurs caractéristiques, telles que la quantité de matières immergées. Pas plus qu'ils ne donnent d'informations sur la mise en œuvre des lignes directrices adoptées par la réunion des Parties en 2003 et en 2005 quant à l'immersion des quatre catégories de matières autorisées par les amendements au Protocole, ou à l'application et à l'efficacité des indicateurs.

- 1- Plusieurs Parties contractantes déclarent n'immerger aucune matière.
- 2- Certaines d'entre elles ne déclarent pas le nombre de permis et les spécifications des quantités de matières immergées.
- 3- La plupart des Parties contractantes ne fournissent aucune information sur la mise en œuvre des lignes directrices adoptées par les Parties contractantes quant à l'immersion des 4 catégories de matières autorisées par les amendements au Protocole, ni sur l'application et les indicateurs d'efficacité.

Dans certains cas, il n'est pas toujours évident de savoir si les Parties contractantes déclarent des permis délivrés pour des matériaux sur la base des dispositions du Protocole actuellement en vigueur ou sur ses amendements qui ne sont, eux, pas encore en vigueur.

## **2. Protocole « tellurique »**

La version originale du Protocole pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution provenant de sources et activités situées à terre (« tellurique ») a été adoptée en 1980, puis modifiée en 1996. La version amendée du Protocole a été ratifiée à ce jour par 17 Parties contractantes et est entrée en vigueur en 2008.

Le Protocole « tellurique » prévoit que les Parties contractantes adoptent et communiquent un certain nombre de mesures sur les points suivants :

- *Établir un système d'autorisation*

- *Établir un corps d'inspecteurs et appliquer la législation nationale*
- *Établir des programmes de surveillance*
- *Préparer les PAN et les mettre en œuvre*
- *Communiquer l'inventaire des polluants et les autorisations*
- *Transmettre les résultats de la surveillance*
- *Émettre des rapports sur l'efficacité de la mise en œuvre des PAN*

Principales constatations :

- 1- Il convient de noter qu'un nombre important de Parties contractantes a déclaré l'état des autorisations par secteur, la quantité des rejets par secteur ou les quantités rejetées par substance conformément aux annexes respectives du Protocole « tellurique ».
- 2- Si plusieurs Parties contractantes fournissent des informations sur la tendance, le respect et la biosurveillance, il n'en reste pas moins que toutes les Parties ne communiquent pas au MED POL les données produites par la surveillance.
- 3- Certaines Parties ne soumettent pas les données dans le format convenu. Le téléchargement manuel de ces données sur les bases de données régionales respectives est impossible. Le système a été conçu dans le format Microsoft Access, à l'aide du langage de programmation Microsoft Visual Basic, qui fournit la plateforme permettant de personnaliser le logiciel et de concevoir une base de données axée sur le client. Des efforts supplémentaires doivent être faits par certaines Parties contractantes afin d'assurer une soumission correcte des données de surveillance.
- 4- Les informations concernant la mise en œuvre des PAN sont rares, pour la plupart des Parties contractantes.
- 5- Seules quelques Parties contractantes ont fourni des informations sur l'application et sur les indicateurs d'efficacité.

### **Recommandations :**

- *Améliorer/harmoniser la relation entre le BBN et les tableaux techniques des normes déclaratives du protocole « tellurique ». Il est nécessaire de les analyser et de les rationaliser en termes de contenu et de fréquence.*
- *Renforcer les capacités des pays à soumettre en ligne les données de surveillance*

### **3. Protocole Déchets dangereux**

Le Protocole relatif à la prévention de la pollution de la mer Méditerranée par les mouvements transfrontières de déchets dangereux et leur élimination (Protocole Déchets dangereux) a été ratifié par sept Parties contractantes et est entré en vigueur en 2008.

Concernant les aspects techniques de sa mise en œuvre, les sept parties au Protocole sont tenues de communiquer des données sur :

- *les quantités de déchets dangereux produits,*
- *les quantités de déchets dangereux importés/exportés, leur classement selon les catégories convenues,*
- *la disponibilité d'options d'élimination alternative des déchets dangereux,*
- *l'application et les indicateurs d'efficacité.*

Constatations :

1. Les informations fournies au sujet des aspects techniques de la mise en œuvre du Protocole Déchets dangereux sont rares et ce, pour la plupart des Parties contractantes ayant présenté des rapports sur l'application.
2. Il importe de souligner qu'un nombre considérable de pays a fourni des informations concernant les mesures prises afin de mettre en œuvre le plan régional de réduction des déchets dangereux de 20 % en 2011.

#### **b) Outils actualisés pour contrôler et évaluer la pollution**

Comme l'indique le document UNEP(DEPI)/MED WG. 379/3, (rapport sur l'avancement de la mise en œuvre des activités MED POL dans le cadre du projet MedPartnership), les travaux ont progressé en ce qui concerne la préparation du modèle de corrélation VLE/OQE et la mise en place d'une base de données sur les apports fluviaux d'éléments nutritifs, présentés dans les documents UNEP(DEC)/MED WG. 379/Inf.6 et UNEP(DEPI)/MED WG. 379/Inf.7. Ces rapports contiennent des conclusions et des recommandations qui seront soumises à examen lors de la réunion des Points focaux du MED POL.

#### **II. Mise en œuvre des Plans régionaux adoptés dans le cadre de l'article 15 du Protocole « tellurique » de la Convention de Barcelone**

La 15<sup>e</sup> réunion des Parties contractantes a adopté la décision IG. 17/ 8 relative à la mise en œuvre des Plans d'action nationaux et à l'élaboration de mesures et de calendriers d'application, qui deviendraient juridiquement contraignants dans un délai d'un an après l'entrée en vigueur du Protocole (article 15 du Protocole « tellurique »). Six plans régionaux ont ainsi été adoptés au titre de l'article 15.

La 16<sup>e</sup> réunion des Parties contractantes, tenue à Marrakech en 2009, a adopté trois plans régionaux au titre de l'article 15 du Protocole (décisions IG.19/ 7 sur les eaux urbaines, IG.19/ 8 sur l'élimination d'un certain nombre de POP et IG.19/ 9 sur la suppression progressive du DDT). Ces trois plans régionaux ont fait l'objet d'une notification aux Parties contractantes par le Secrétariat le 18 décembre 2009. Tous trois ont été adoptés en l'état par les Parties contractantes, et sont entrés en vigueur le 16 juin 2010, soit 180 jours suivant la date de notification du 18 décembre 2009. Les mesures en question entreront en vigueur en 2015 et, s'agissant de la Turquie, en 2020, quant au plan régional sur la réduction de la demande biologique en oxygène (DBO) dans les eaux usées municipales.

En 2012, trois nouveaux plans régionaux (décisions IG.20/ 8.1 sur la réduction des apports de mercure, IG.20/ 8.3 sur la réduction de la BOD<sub>5</sub> dans le secteur alimentaire, et IG.20/ 8.3 sur l'élimination de 10 polluants organiques persistants) ont été adoptés lors de la 17<sup>e</sup> réunion des Parties contractantes, qui s'est tenue à Paris en 2012, conformément audit article. Ces trois plans régionaux ont fait l'objet d'une notification aux Parties contractantes le 11 avril 2012. Aucun pays, parmi les 17 Parties contractantes, n'ayant émis de réserves au sujet de ces trois Plans régionaux, ceux-ci ont été adoptés en l'état par la Dix-septième Conférence des Parties en février 2012 et sont entrés en vigueur 180 jours à compter de cette date, en application de l'article 15 du Protocole « tellurique », à savoir le 8 octobre 2012. Les informations relatives à l'état de l'entrée en vigueur des plans régionaux est présentée à l'annexe I.

#### **Plan régional de réduction des apports de mercure (décision IG.20/ 8.1)**

En vue de faciliter la mise en œuvre des mesures à prendre et leur communication, un tableau simple (figurant dans le présent document en annexe II), qui précise certaines

obligations spécifiques pour chaque disposition/mesure, selon le cas et qui comporte un calendrier, a été présenté aux participants de l'atelier d'Almaden (Espagne) qui a eu lieu en décembre 2012. Ce tableau répertorie également les différents éléments et indicateurs à inclure dans le rapport. Les calendriers de mise en œuvre des différentes mesures sont 2013, 2015 et 2020.

L'article 5 dudit Plan régional chargeait le Secrétariat de préparer des lignes directrices sur la décontamination de sites contaminés par le mercure, ci-après les « lignes directrices sur la décontamination du mercure ». Ce projet de lignes directrices a été préparé par le CAR/PP et le MED POL et il est soumis pour examen et approbation, selon le cas, à la réunion des Points focaux du MED POL. Ces lignes directrices provisoires sont présentées à l'annexe IV du présent document.

Selon l'article 4 du Plan régional, l'état des mesures doit être revu en 2015. Par ailleurs, une nouvelle convention mondiale sur le mercure devrait être ouverte à la signature en octobre de cette année. Une première analyse comparative simple du projet de convention mondiale sur le mercure et du Plan régional méditerranéen du mercure est présentée à l'annexe III du présent document à des fins informatives. De l'avis du Secrétariat, il est important d'assurer les synergies nécessaires, lorsque cela convient, avec la prochaine convention mondiale lors de l'examen en 2015 des mesures prévues dans le Plan régional suite aux échanges et à l'accord des points focaux du MED POL.

#### **Plan régional de réduction de la DBO du secteur alimentaire (décision IG 20/ 8.2)**

Concernant le Plan régional de réduction de la DBO du secteur alimentaire (décision IG.20/ 8.2), les mesures établies par l'article 4 dudit Plan consistent à mettre en œuvre les meilleures techniques disponibles (MTD) et les meilleures pratiques environnementales (MPE) en vue de permettre aux Parties de respecter les VLE adoptées. Ces mesures seront mises en œuvre en 2014. Les VLE convenues seront révisées en 2015 sur la base des rapports soumis par les Parties sur l'application du Plan régional, les difficultés rencontrées dans cette application, et en tenant compte des nouveaux développements en matière de MTD et de MPE dans la région et du besoin de diminuer la consommation d'eau. Il est important d'envisager l'élaboration d'un format de rapport simple à cet effet qui permettrait aux Parties contractantes de fournir suffisamment de renseignements pour que le Secrétariat puisse proposer, en consultation avec le MED POL PC, des mesures révisées le cas échéant.

#### **Plans régionaux sur les POP (décision IG.20/ 8.3)**

Les mesures prévues par l'article 3 desdits Plans régionaux visent à interdire, éliminer ou réglementer la production, l'utilisation, l'importation et l'exportation des 10 polluants organiques persistants (POP) en totale synergie avec les obligations et les travaux accomplis dans le cadre de la Convention de Stockholm. La décision stipule que ces mesures devront être appliquées en 2013.

Il existe certaines différences entre le Plan régional et la Convention de Stockholm qui sont susceptibles d'avoir un effet sur les rapports :

- le lindane n'a pas de dérogations spécifiques prévues par le Plan régional, comme c'est le cas dans la Convention de Stockholm ;
- l'exemption de recyclage pour les articles susceptibles de contenir de l'hexabromodiphényléther, de l'heptabromodiphényléther, du tétrabromodiphényléther et du pentabromodiphényléther expire en 2020 (2030 dans la Convention de Stockholm) ;



- l'exportation d'articles contenant des concentrations/niveaux d'hexabromodiphényléther et d'heptabromodiphényléther dépassant ceux autorisés pour la vente, l'utilisation, l'importation ou la fabrication de ces articles sur le territoire de la Partie concernée est interdite (les Parties à la Convention de Stockholm « prendront des mesures pour prévenir les exportations ») ;
- la production de l'endosulfan est interdite dans tous les cas ;
- la fréquence des rapports est biennale. Il prévoit également l'ajustement à la Convention de Stockholm selon laquelle l'obligation de rapport est quadriennale ;
- le Plan régional prévoit la liste d'une série de MTD/MPE à recommander aux pays. Le format de rapport peut contenir certaines questions relatives à la mise en œuvre de ces mesures.

Il est par conséquent important d'établir une étroite collaboration avec la Convention de Stockholm et d'envisager la préparation d'un format de rapport commun.

**Plan régional pour l'aldrine, le chlordane, la dieldrine, l'endrine, l'heptachlore, le mirex et le toxaphène (IG.19/ 8)**

Ce Plan régional ne comprend que les pesticides POP initiaux. Il présente de légères différences avec le texte de la Convention de Stockholm :

- la fréquence des rapports est biennale alors que celle de la Convention de Stockholm est quadriennale ;
- le Plan régional prévoit que la première date limite de déclaration est 2011 (respectée par aucune Partie à ce jour) et que les pays doivent recenser leurs stocks de pesticides avant juin 2010 (aucun rapport reçu à ce jour) ;
- le Plan régional décrit les meilleures techniques disponibles concrètes pour l'élimination de ces substances.

Par conséquent, il est important d'établir une étroite collaboration avec la Convention de Stockholm et d'envisager la préparation d'un format de rapport commun. Dans cette attente, les Parties peuvent soumettre le même rapport préparé aux fins de la Convention de Stockholm.



## Annexe I

État de l'entrée en vigueur de 6 plans régionaux adoptés par la CdP 16 et la CdP 17 dans le cadre de l'article 15 du Protocole « tellurique »

Intitule des Plans régionaux	COP Décisions	Entrée en vigueur	Observations
Plan régional sur la réduction de la DBO dans les eaux urbaines résiduaires	COP 16 Marrakech 2009 Décision IG. 19/7	16 juin 2010 (180 jours après la date de notification du 18 décembre 2009)	Toutes les Parties contractantes ont validé le Plan régional sauf la Turquie qui demande un report de la date d'application des mesures prévue par l'article 4 du Plan (2020 au lieu de 2015)
Plan régional pour l'élimination de certaines substances chimiques	COP 16 Marrakech 2009 Décision IG. 19/8	16 juin 2010 (180 jours après la date de notification du 18 décembre 2009)	Toutes les Parties contractantes ont validé le Plan régional
Plan régional sur la suppression progressive du DDT	COP 16 Marrakech 2009 Décision IG. 19/9	16 juin 2010 (180 jours après la date de notification du 18 décembre 2009)	Toutes les Parties contractantes ont validé le Plan régional
Plan régional sur la réduction des apports en mercure	COP 17 Paris 2012 Décision IG 20/8.1	8 octobre 2012 (180 jours après la date de notification du 11 avril 2012)	Toutes les Parties contractantes ont validé le Plan régional
Plan régional sur la réduction de DBO provenant d'industries agroalimentaires	COP 17 – Paris 2012 Décision IG 20/ 8.2	8 octobre 2012 (180 jours après la date de notification du 11 avril 2012)	Toutes les Parties contractantes ont validé le Plan régional
Plan régional sur l'élimination de 10 polluants organiques persistants	COP 17 – Paris 2012 Décision IG 20/ 8.3	8 octobre 2012 (180 jours après la date de notification du 11 avril 2012)	Toutes les Parties contractantes ont validé le Plan régional



**Annexe II**  
**Plan régional pour la réduction des apports de mercure dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 15 du Protocole « tellurique »**  
**Obligations et normes de rapport**

Champ d'application géographique : zone du Protocole « tellurique » (art. 4)

	Mesure(s)/obligations	Cibles à atteindre	Calendrier d'application	Fréquence normative des rapports	Éléments et indicateurs de rapport proposés	Rapports sur l'application nationale
1	Interdire les nouvelles usines de chlore - alcali à cellules à mercure	Pas de nouvelles usines	Effet immédiat dès l'entrée en vigueur en oct. 2012	Sur une base semestrielle	- Actes juridiques/réglementaires nationaux en vigueur ou en cours d'élaboration - Mesures d'exécution - Autres mesures prises - Difficultés rencontrées - Indicateurs d'efficacité	2013 et 2015
2	Interdire les installations de nouvelles usines de chlorure de vinyle monomère utilisant le mercure comme catalyseur	Pas de nouvelles usines	Effet immédiat dès l'entrée en vigueur en oct. 2012			
3	Faire cesser les émissions/rejets de mercure provenant des usines de chlore - alcali	Pas d'émissions/rejets de mercure provenant des usines de chlore - alcali	D'ici 2020, au plus tard			
4	Parvenir à une gestion écologiquement rationnelle du mercure et de ses déchets provenant des usines déclassées	Aucun objectif quantifié	Au déclassement de l'usine			
	Réduire progressivement le total d'émissions/rejets de mercure dans l'air, l'eau et les produits jusqu'à leur cessation définitive	< 1,0 g par tonne métrique dans chaque usine Émission atmosphérique < 0,9 g par tonne métrique dans chaque usine (de capacité installée des usines de chlore - alcali déclassées)	D'ici 2015 (puisque les usines doivent être fermées en 2020, au plus tard)		- Actes juridiques/réglementaires publiés ou en cours d'élaboration ; - Mesures techniques : MTD et MPE mises en place - Plans d'action/feuille de route pour application 2015 - Données de suivi dans le cadre du programme de surveillance du Medpol ; - Relevés des émissions/rejets dans le cadre du BBN/PRTR	2013

	Mesure(s)/obligations	Cibles à atteindre		Calendrier d'application	Fréquence normative des rapports	Éléments et indicateurs de rapport proposés	Rapports sur l'application nationale
5	Interdire la réintroduction du mercure (sur le marché national ou étranger) provenant d'usines déclassées	Absence de mercure disponible sur le marché national ou étranger provenant d'usines déclassées		Effet immédiat dès l'entrée en vigueur en oct. 2012		Actes juridiques/réglementaires nationaux publiés ou en cours d'élaboration Plan de déclassé Destination du mercure déclassé Quantités et mesures d'élimination détaillées	
5	a) Utilisation de catalyseurs mercuriels dans la fabrication d'élastomères de polyuréthane	50 microgrammes/litre	5 <sup>1</sup>	D'ici 2015	Sur une base semestrielle	Actes juridiques/réglementaires publiés ou en cours d'élaboration afin de garantir le respect de l'objectif de 2015  Inventaire, localisation et capacité des usines par pays  Mesures techniques : MTD et MPE mises en place ou envisagées pour garantir le respect de l'objectif de 2015 selon le cas  Tout(e) plan d'action/feuille de route ou autre outil visant à garantir le respect de l'objectif 2019, selon le cas	2013 et 2015
7	b) Production d'acétaldéhyde au moyen de sulfate de mercure (HgSO <sub>4</sub> ) comme catalyseur						
8	c) Production d'acétate de vinyle au moyen de catalyseurs mercuriels						
9	d) Production de pigments/colorants de cuve (1-amino anthraquinone) au moyen de catalyseurs mercuriels						
10	e) Utilisation d'intermédiaires mercuriels pour la production d'autres composés mercuriels						
11	f) Utilisation d'intermédiaires mercuriels dans l'industrie chimique/pharmaceutique						
12	g) Fabrication de catalyseurs mercuriels						
13	h) Fabrication de composés mercuriels organiques et inorganiques						
<b>Définir les VLE nationales dans l'industrie des piles/accumulateurs</b>							

<sup>1</sup> D'ici 2019 en tant que valeur cible (à réviser en 2015)

14	Fabrication de piles/accumulateurs contenant du mercure	50 microgrammes/litre	5 <sup>2</sup>	D'ici 2015		Actes juridiques/réglementaires nationaux publiés ou en cours d'élaboration afin de garantir le respect de l'objectif de 2015 Inventaire, localisation et capacité des usines par pays Mesures techniques : MTD et MPE mises en place ou envisagées pour garantir le respect de l'objectif de 2015, selon le cas Tout(e) plan d'action/feuille de route ou autre outil visant à garantir le respect de l'objectif 2019, selon le cas	2013 et 2015
	<b>Mesure(s)/obligations</b>	<b>Cibles à atteindre</b>		<b>Calendrier d'application</b>	<b>Fréquence normative des rapports</b>	<b>Éléments de rapport proposés</b>	<b>Rapports sur l'application</b>
<b>Définir les VLE nationales dans l'industrie des métaux non ferreux</b>							
15	a-Usines de récupération de mercure b-Extraction et raffinage de métaux non ferreux	50 microgrammes/litre	51	D'ici 2015	Sur une base semestrielle	Actes juridiques/réglementaires nationaux publiés ou en cours d'élaboration afin de garantir le respect de l'objectif de 2015 Inventaire, localisation et capacité des usines par pays Mesures techniques : MTD et MPE mises en place ou envisagées pour garantir le respect de l'objectif de 2015, le cas échéant Tout(e) plan d'action/feuille de route ou autre outil visant à garantir le respect de l'objectif 2019, selon le cas	2013 et 2015
<b>Définir les VLE nationales pour le traitement des déchets</b>							

<sup>2</sup> D'ici 2019 en tant que valeur cible (à réviser en 2015)

16	Usines de traitement des déchets	50 microgrammes/litre	51	D'ici 2015	Sur une base semestrielle	Actes juridiques/réglementaires nationaux publiés ou en cours d'élaboration afin de garantir le respect de l'objectif de 2015 Inventaire, localisation et capacité des usines par pays Mesures techniques : MTD et MPE mises en place ou envisagées pour garantir le respect de l'objectif de 2015 selon le cas Tout(e) plan d'action/feuille de route ou autre outil visant à garantir le respect de l'objectif 2019, selon le cas	2013 et 2015
<b>Définir les VLE nationales pour les usines d'incinération</b>							
17	Gaz résiduaire	0,05 mg/Nm <sup>3</sup>		D'ici 2019, au plus tard	n.d.	Actes juridiques/réglementaires nationaux publiés ou en cours d'élaboration afin de garantir le respect de l'objectif Inventaire, localisation et capacité des usines par pays Mesures techniques : MTD et MPE mises en place ou envisagées pour garantir le respect de l'objectif, le cas échéant Tout(e) plan d'action/feuille de route ou autre outil visant à garantir le respect de l'objectif 2019, selon le cas	2013, 2015, 2017, 2019
<b>Dans d'autres secteurs</b>							
18	Prendre les mesures appropriées pour réduire les apports d'émissions/rejets de mercure et <b>utiliser des alternatives</b> selon ce qui convient	Initiatives de substitution du mercure mises en place. Réduction du mercure atteinte		D'ici 2019, au plus tard	n.d.	Actes juridiques/réglementaires nationaux publiés ou en cours d'élaboration afin de garantir le respect de l'objectif Inventaire, localisation et capacité de <b>toute usine produisant des émissions/rejets de mercure ou des</b>	2013, 2015, 2017, 2019



					<p><b>déchets contenant du mercure ou du mercure dans les produits</b>- par pays</p> <p>Mesures techniques : MTD et MPE mises en place ou envisagées pour garantir le respect de l'objectif, le cas échéant</p> <p>Tout(e) plan d'action/feuille de route ou autre outil visant à garantir le respect de l'objectif 2019, selon le cas</p> <p>Données relatives à la réduction du mercure</p>	
<b>Dans les déchets contenant du mercure</b>						
19	Prendre les mesures appropriées pour isoler et confiner les déchets contenant du mercure afin d'éviter toute contamination potentielle de l'air, du sol ou de l'eau	Recenser tous les déchets contenant du mercure et assurer leur GER	D'ici 2019, au plus tard	Sur une base semestrielle	<p>Actes juridiques/réglementaires nationaux publiés ou en cours d'élaboration afin de garantir le respect de l'objectif</p> <p>Inventaire, localisation et capacité des usines <b>produisant tout déchet à contenu mercuriel</b> par pays</p> <p>Mesures techniques : MTD et MPE mises en place ou envisagées pour garantir le respect de l'objectif, le cas échéant</p> <p>Tout(e) plan d'action/feuille de route ou autre outil visant à garantir le respect de l'objectif 2019, selon le cas</p>	2013, 2015, 2017 et 2019
<b>Dans les sites contaminés</b>						
20	<p>1. Recenser les sites existants contaminés par le mercure, dont au moins- les anciennes mines et les usines de chlore - alcali déclassés</p> <p>2. Soumettre l'inventaire pour remise au Secrétariat</p>	<p>Liste des sites</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vieilles mines</li> <li>- usines de chlore - alcali</li> <li>- autre</li> </ul>	Janvier 2013	n.d.	Liste des sites, lieux, superficies décontaminées, niveau de pollution, concentration en mercure de l'air, de l'eau et du sol selon le cas	2013
21	Prendre des mesures de gestion écologiquement rationnelle telles que travaux de mise en sécurité,	GER pleinement mise en œuvre	2015	semestrielle	Mesures concrètes envisagées pour chaque site, type de technologie utilisée, niveau de décontamination	2013, 2015

	restrictions d'utilisation ou actions de décontamination, selon le cas				prévue, calendrier de décontamination	
<b>Nouvelles mines</b>						
22	Interdire les nouvelles mines ou la réouverture d'anciens sites d'extraction de mercure	Pas de nouvelles mines ni de réouverture d'anciennes mines de mercure en Méditerranée	Avec effet immédiat dès l'entrée en vigueur en oct. 2012	n.d.	Actes juridiques/réglementaires nationaux publiés ou en cours d'élaboration	2013
<b>Suivi et application</b>						
23	Veiller à ce que les autorités compétentes ou les organes appropriés surveillent les émissions/rejets de mercure dans l'eau, l'air et le sol afin de garantir le respect des normes énoncées dans le tableau ci-dessus	Plan national de surveillance mis en place, y compris pour le mercure	Avec effet immédiat dès l'entrée en vigueur en oct. 2012	Données de surveillance, sur une base annuelle ; autres données, sur une base semestrielle	Données de surveillance présentées au Secrétariat sur une base annuelle Données sur les émissions/rejets en fonction du cycle de rapport BBN/PRTR	2013, 2015, 2017, 2019
24	Les Parties adoptent les dispositions nécessaires pour appliquer les mesures ci-dessus	Mesures d'application mises en place, émissions/rejets de mercure réduit(e)s/progressivement supprimé(e)s et éliminé(e)s	Avec effet immédiat dès l'entrée en vigueur en oct. 2012	Sur une base semestrielle	Mesures d'application telles que contrôles par corps d'inspecteurs conformément à l'indicateur d'efficacité du Protocole « tellurique »	2013, 2015, 2017, 2019

**ANNEX III - COMPARISON OF REGIONAL PLAN ON MERCURY vs. MINAMATA CONVENTION**

	Potential discrepancy (Y/N)	article	REGIONAL PLAN ON MERCURY	Implementation timetable	Articles	MINAMATA CONVENTION	Implementation timetable
<b>Mines</b>							
1	Y	4.6	No mention to existing mines	-	3.4	Each Party shall only allow primary mercury mining that was being conducted within its territory at the date of entry into force of the Convention for it for a period of up to fifteen years after that date. During this period, mercury from such mining shall only be used in manufacturing of mercury added products in accordance with Article 4, in manufacturing processes in accordance with Article 5, or be disposed in accordance with Article 11, using operations which do not lead to recovery, recycling, reclamation, direct re-use or alternative uses.	date of entry into force of the convention 2018 +15
<b>New Sources</b>							
2	y		Not provided	-	5.6	Each Party shall not allow the use of mercury or mercury compounds in a facility that did not exist prior to the date of entry into force of the Convention for it using the manufacturing processes listed in Annex B (Chlor-alkali, Acetaldehyde production, VCM, Sodium or Potassium Methylate or Ethylate, production of polyurethane).	date of entry into force of the convention 2018?
3	Y (new industrial plants with mercury could be developed until 2018 or by Parties not ratifying the Convention)		Not provided ( except for new Chlor alkali plants)	-	5.7	Each Party shall discourage the development of any facility using any other manufacturing process in which mercury or mercury compounds are intentionally used that did not exist prior to the date of entry into force of the Convention, except under requirement (see article)	date of entry into force of the convention 2018?
4			Not provided	-	8.4	For new sources of Annex D (Coal fired power plants, cement production, etc) each Party shall require BATs and BEPs	date of entry into force of the convention
<b>Non chlor-alkali plants</b>							
5	y	4.B.A.b	Not provided (except for ELV 50 ug/l for 2015 and 5? ug/l in 2019)	-	5.2	Phase-out of <u>Acetaldehyde</u> production with mercury catalyst	<b>2018</b>
6	y	4.B.A.a	Not provided (except for ELV 50 ug/l for 2015 and 5? ug/l in 2019))	-	5.3	Phase-out of <u>Polyurethane</u> production with mercury catalyst	date of entry into force of the convention +10 2028?
7	y	4.B.A.h	Not provided (except for ELV 50 ug/l for 2015 and 5? ug/l in 2019 for organic mercury compounds)	-	5.3	Phase-out of Sodium or Potassium Methylate or Ethylate	date of entry into force of the convention +10 2028?
8	y	4.A.2	Prohibition of <u>new</u> VCM Plants, but no mention to existing VCM plants	oct-2012	5.3	Measures to reduce use of Hg by 50% by the year 2020 against 2010 use in existing VCM plants and phase-out after 5 years that the COP decides that an alternative process is feasible.	date of entry into force of the convention 2018?

**ANNEX III - COMPARISON OF REGIONAL PLAN ON MERCURY vs. MINAMATA CONVENTION**

Potential discrepancy (Y/N)	article	REGIONAL PLAN ON MERCURY	Implementation timetable	Articles	MINAMATA CONVENTION	Implementation timetable
9		measures to sources to the atmosphere (Coal fired power plants, Cement, etc) not provided (except waste incineration)		Annex D article 8	For existing sources a Party may prepare a National Plan setting out the measures to be taken to control emissions, after 4 years of the date of entry into force. <u>List of point sources:</u> -Coal fired power plants -Coal fired industrial boilers -Smelting and roasting processes of the production of non-ferrous metals. -Cement clinker production - Waste incineration facilities	date of entry into force of the convention +4 2022?
10	4.B.A, B, C	provision only for ELVs		5.5	Each Party with one or more facilities that use mercury or mercury compounds in the manufacturing processes listed in Annex B shall: (a) Take measures to address emissions and releases of mercury or mercury compounds from those facilities; (b) Include in its reports submitted pursuant to Article 21 information on the measures taken pursuant to this paragraph; and (c) <b>Endeavour to identify facilities within its territory that use mercury or mercury compounds for processes listed in Annex B</b> and submit to the Secretariat, no later than 3 years after the date of entry into force of the Convention for it, <u>information on the number and types of such facilities and the estimated annual amount of mercury or mercury compounds used in those facilities.</u>	Date of entry into force +3 2021?
11	4.3	The Parties shall take the appropriate measures to reduce the inputs of Mercury emissions from other sectors and use alternatives as appropriate.	not fixed	8.5	For its existing sources, <u>each Party shall include in any national plan, and shall implement</u> , one or more of the following measures, taking into account its national circumstances, and the economic and technical feasibility and affordability of the measures, as soon as practicable but no more than ten years after the date of entry into force of the Convention for it: (a) A quantified goal for controlling and, where feasible, reducing emissions from relevant sources; (b) Emission limit values for controlling and, where feasible, reducing emissions from relevant sources; (c) The use of best available techniques and best environmental practices to control emissions from relevant sources; (d) A multi-pollutant control strategy that would deliver co-benefits for control of mercury emissions; (e) Alternative measures to reduce emissions from relevant sources.	Date of entry into force +10 2032?
12	4.3	The Parties shall take the appropriate measures to reduce the inputs of Mercury emissions from other sectors and use alternatives as appropriate.	not fixed	8.4	<u>For its new sources, each Party shall require the use of best available techniques and best environmental practices to control and, where feasible, reduce emissions</u> , as soon as practicable but no later than five years after the date of entry into force of the Convention for that Party. A Party <u>may use</u> emission limit values that are consistent with the application of best available techniques.	Date of entry into force +5 2023?
Chlor-alkali Plants						

**ANNEX III - COMPARISON OF REGIONAL PLAN ON MERCURY vs. MINAMATA CONVENTION**

	Potential discrepancy (Y/N)	article	REGIONAL PLAN ON MERCURY	Implementation timetable	Articles	MINAMATA CONVENTION	Implementation timetable
13		4.A.3	The parties shall ensure that the releases of mercury from the activity of Chlor alkali plants shall cease by 2020 at the latest and:	-	5.2	Each Party shall not allow, by taking appropriate measures, the use of mercury or mercury compounds in the manufacturing processes listed in Part I of Annex B after the phase-out date specified in that Annex for the individual processes, except where the Party has a registered exemption pursuant to Article 6.	2025 (2035 upon request)
14	Y( recovery, recycling , reclamation, direct re-use inside the company is not forbidden )	4.3.A.i	that the environmentally sound management of metallic mercury from the decommissioned plants is achieved, including the prohibition of its re-entry into the market.	2012-2020	3.5(b)	Take measures to ensure that, where the Party determines that excess mercury from the decommissioning of chlor-alkali facilities is available, such mercury is disposed of in accordance with the guidelines for environmentally sound management referred to in paragraph 3 (a) of Article 11, using operations that do not lead to recovery, recycling, reclamation, direct re-use or alternative uses.	Date of entry into force 2018?
15		4,A.3.ii	that the total releases of mercury (to the air, the water and to the products) from existing Chlor alkali plants are progressively reduced until their final cessation with the view not to exceed 1.0g per metric tonne of installed chlorine production capacity in each plant. In doing so, the air emissions should not exceed 0.9g per metric tonne of installed chlorine production capacity in each plant.	2012-2020	5.5(a)	Each Party with one or more facilities that use mercury or mercury compounds in the manufacturing processes listed in Annex B shall: (a) Take measures to address emissions and releases of mercury or mercury compounds from those facilities;	Date of entry into force 2018?
<b>National Plan &amp; Implementation</b>							
16		4.3	The Parties shall take the appropriate measures to reduce the inputs of Mercury emissions from other sectors and use alternatives as appropriate.	not fixed	8.3	A Party with relevant sources <b>shall take measures to control emissions and may prepare a national plan</b> , setting out the measures to be taken to control emissions and its expected targets, goals and outcomes. <b>Any plan shall be submitted to the Conference of the Parties</b> within 4 years of the date of entry into force of the Convention for that Party. If a Party develops an implementation plan in accordance with Article 20, the Party may include in it the plan prepared pursuant to this paragraph	Date of entry into force +4 2022?
17			not provided		20.1	Each Party may, following an initial assessment, develop and execute an implementation plan, taking into account its domestic circumstances, for meeting the obligations under this Convention.	Date of entry into force 2018?
18			not provided		19.1	Assessments of the impact of mercury and mercury compounds on human health and the environment, in addition to social, economic and cultural impacts, particularly in respect of vulnerable populations	
<b>Inventories of use, consumption, emissions and releases</b>							

**ANNEX III - COMPARISON OF REGIONAL PLAN ON MERCURY vs. MINAMATA CONVENTION**

Potential discrepancy (Y/N)	article	REGIONAL PLAN ON MERCURY	Implementation timetable	Articles	MINAMATA CONVENTION	Implementation timetable
19		not provided		8.7	Each Party shall establish, as soon as practicable and no later than five years after the date of entry into force of the Convention for it, and maintain thereafter, an <b>inventory of emissions from relevant sources</b> .	<i>Date of entry into force +5 2023?</i>
20		Releases to land and water not contemplated (other than ELVs for some industries in article 4.B)		9.3	Each Party shall, no later than three years after the date of entry into force of the Convention for it and on a regular basis thereafter, identify the relevant point source categories.	<i>Date of entry into force +3 2021?</i>
21		not provided		19.1	Parties shall endeavour to cooperate to develop and improve, taking into account their respective circumstances and capabilities: (a) Inventories of use, consumption, and anthropogenic emissions to air and releases to water and land of mercury and mercury compounds;	<i>Date of entry into force 2018?</i>
22		not provided		9.6	Each Party shall establish, as soon as practicable and no later than five years after the date of entry into force of the Convention for it, and maintain thereafter, an inventory of releases from relevant sources.	<i>Date of entry into force +5 2023?</i>
23		not provided		18.2	Each Party shall use existing mechanisms or give consideration to the development of mechanisms, such as pollutant release and transfer registers where applicable, for the collection and dissemination of information on estimates of its annual quantities of mercury and mercury compounds that are emitted, released or disposed of through human activities.	
<b>Dental amalgam</b>						
24		Dental amalgam not mentioned		4.3	Each Party shall take measures for the mercury-added products listed in Part II of Annex A ( <b>Dental amalgam</b> ) in accordance with the provisions set out therein.	
<b>Storage</b>						
25	Y (if a Party doesn't ratify the Convention)	not provided ( except for mercury from decommissioned chlor-alkali plants)		10.2	Each Party shall take measures to ensure that the interim storage of such mercury and mercury compounds intended for a use allowed to a Party under this Convention is undertaken in an environmentally sound manner, taking into account any guidelines, and in accordance with any requirements, adopted pursuant to paragraph 3.	<i>Date of entry into force 2018?</i>
<b>Monitoring</b>						
26		not provided		19.1	(b) Modelling and geographically representative monitoring of levels of mercury and mercury compounds in vulnerable populations and in environmental media, including biotic media such as fish, marine mammals, sea turtles and birds, as well as collaboration in the collection and exchange of relevant and appropriate samples;	<i>Date of entry into force 2018?</i>
<b>Information on Trade</b>						

**ANNEX III - COMPARISON OF REGIONAL PLAN ON MERCURY vs. MINAMATA CONVENTION**

	Potential discrepancy (Y/N)	article	REGIONAL PLAN ON MERCURY	Implementation timetable	Articles	MINAMATA CONVENTION	Implementation timetable
27			not provided		19.1	( f) Information on commerce and trade in mercury and mercury compounds and mercury-added products	<i>Date of entry into force 2018?</i>

## Annexe IV

### Projet des lignes directrices concernant les meilleures pratiques environnementales pour la gestion rationnelle des sites contaminés au mercure

#### Avant-propos

Ces lignes directrices ont été mises en service pour MEDPOL et CAR/PP au Centre national espagnol technologique pour la décontamination en mercure (CTNDM), qui a acquis une vaste expérience technologique dans la gestion du mercure et qui offre un soutien scientifique et technologique pour éliminer les dangers liés à la présence de mercure dans les produits, les gaz et les déchets.

Les lignes directrices ont été préparées par Manuel Ramos, Javier Carrasco, Ana Conde et Engracia Delacasa, du Centre national technologique pour la décontamination en mercure et de Minas de Almadén (MAYASA) ; Marc Pujols et à Gracia Ballesteros de ACUAMED ; Antoni Malet et Antonio Caprino de SOLVAY IBÉRICA et Josep Maria Chimenos de l'Université de Barcelone.

La coordination et la supervision technique a été assurée par le CAR / PP.

#### 1- Introduction

En général, on considère qu'un site contaminé est un endroit où il y a une accumulation de substances ou de résidus toxiques qui affecte le sol et / ou des eaux souterraines et / ou les sédiments à des niveaux qui posent un risque pour l'environnement ou la santé humaine et peut-être au-dessus des limites de sécurité recommandées pour une utilisation spécifique.

Diverses activités ont permis historiquement à des sites contaminés par le mercure, généralement en raison de l'absence de réglementations environnementales, d'utiliser des technologies polluantes et des pratiques de gestion peu performantes. Ces activités comprennent notamment : l'exploitation des mines et des carrières de mercure, l'industrie du chlore-alcali, les centrales énergétiques au charbon, l'industrie du ciment, la production de fonte, d'acier et de métaux non ferreux, le secteur des déchets, la production de substances chimiques, les catalyseurs et les produits pharmaceutiques, les piles et les lampes fluorescentes. Actuellement, la plus importante source d'émissions de mercure dans la région méditerranéenne sont les centrales électriques au charbon<sup>3</sup>.

Le mercure métallique est un liquide à température ambiante, le seul métal doté de cette propriété, il s'évapore également à température ambiante. Le mercure est l'une des substances les plus problématiques qu'on trouve sur les sites contaminés. En raison de ses propriétés physiques et chimiques, une fois que le mercure a pénétré dans l'environnement, il y reste en adoptant différentes formes physiques et chimiques qui atteignent tous les

---

<sup>3</sup> Diagnostic de mercure dans les pays méditerranéens. CAR / PP, 2010.



compartiments de l'environnement à un degré plus ou moins élevé : air, sol, eau, sédiments et même les bâtiments utilisés pour l'activité.

Le mercure inorganique peut être transformé par des bactéries en méthylmercure dans les sédiments et les sols, à un taux évalué en fonction des caractéristiques chimiques du sol. Le méthylmercure est une forme biodisponible hautement toxique de mercure organique et cumulative tout au long de la chaîne alimentaire. La consommation de poissons et de crustacés empoisonnés par déversement direct de méthylmercure dans les eaux usées d'une usine chimique dans la baie de Minamata (Japon) pendant des décennies a été la cause de l'un des pires épisodes de pollution chimique enregistrés au cours du siècle dernier.

## 2. Législation internationale

### 2.1 Convention de Minamata sur le mercure (Ouvert pour la signature en 2018)

La Convention de Minamata sur le mercure a pour objectif de réduire et de contrôler une variété de produits, procédés et industries qui émettent, rejettent ou utilisent du mercure.

En ce qui concerne les sites contaminés, la Convention sur le mercure adopte des directives sur la gestion des sites contaminés, mais ne constitue pas une obligation pour l'assainissement des sites contaminés.

### 2.2 Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée (Convention de Barcelone)

#### 2.2.1 Mesures communes, adoptées dans le 5e Conférence des Parties (1987) de la Convention de Barcelone.

- La concentration maximale de mercure dans les effluents avant dilution dans la mer Méditerranée est de 50 µg/l.
- De nouveaux dispositifs pour les effluents contenant du mercure dans la mer Méditerranée devraient être conçus et construits de manière à empêcher une augmentation de la concentration de mercure dans le biote et les sédiments au-dessus de 50% du niveau de fond dans un rayon de 5 km du point de rejet.

#### 2.2.2. Plan régional de réduction des apports de mercure (2012).

Dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 15 du Protocole des sources terrestres de pollution, le Plan d'action pour la Méditerranée (MAP) de la Convention de Barcelone a adopté en 2012 un texte juridiquement contraignant afin de réduire la pollution de mercure, par lequel les Parties doivent mettre en place des limites d'émission (VLE) pour divers secteurs industriels et **identifier et prévoir des**

**mesures pour les sites pollués au mercure**, incluant au moins des anciennes mines et des usines de chlore-alcali.

## **2.3 Union Européenne**

### **2.3.1 Eaux de surface et eaux souterraines**

**2.3.1.1 Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998** sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Définit une limite pour le mercure de 1 microgramme par litre.

**2.3.1.2 Directive 2006/118/CE du 12 décembre 2006** sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration.

- Indique des critères d'évaluation pour le bon état chimique des eaux souterraines.
- Définit les valeurs seuil des paramètres d'analyse.
- Le mercure est inclus dans la liste minimale des polluants ou groupes de polluants et dans les indicateurs de pollution que les États membres devraient élaborer.

### **2.3.2 Sol**

**2.3.2.1 Directive 86/278/CEE du Conseil du 12 juin 1986** relative à la protection de l'environnement et notamment des sols, lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture.

**2.3.2.2 Directive 91/156/CEE du Conseil du 18 Mars 1991**, qui fixe l'obligation d'établir des inventaires des sites contaminés.

**2.3.2.3** La stratégie thématique pour la protection des sols, **Communication COM[2006]231-final**, comprend des concepts tels que :

- la mise en place d'un cadre juridique pour protéger et utiliser durablement les sols

- l'intégration des politiques de protection
- l'identification des zones à risque
- l'inventaire des terrains et des installations contaminées
- la restauration des sols dégradés

2.3.2.4 La mise en œuvre de la stratégie et des activités en cours depuis 2006 ont été présentées dans le document **COM(2012)46 final**.

2.3.2.5 **Directive 2010/75/UE** relative aux émissions industrielles (IPPC). Les activités industrielles qui traitent des substances dangereuses devront établir dans un rapport de base l'état des sols et des eaux souterraines avant le début des activités et après la cessation des activités.

### 2.3.3 Média

2.3.3.1 **Règlement CE no.166/2006**, concernant la création d'un registre européen des rejets et transferts de polluants (E-PRTR), qui rend obligatoire la communication d'informations sur les émissions dans l'air, l'eau et le sol au-dessus des limites données.

### 2.3.4 Santé et sécurité au travail

2.3.4.1 **Directive 2009/161/UE de la Commission** établissant une liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle.

### 3. Identification des sites contaminés par le mercure

L'assainissement d'un site contaminé, et plus précisément d'un site contaminé par le mercure, est une mesure corrective pour atténuer ou éliminer la pollution.

La première étape vers la réalisation d'un assainissement est d'**examiner en profondeur l'origine, l'étendue, le type et la quantité de contamination existante.**

Une fois ces paramètres définis, l'étape suivante consiste à déterminer **comment et dans quelle mesure la santé humaine est ou peut être affectée.**

Enfin, et **seulement après** avoir étudié les aspects mentionnés ci-dessus, *des mesures correctives doivent être proposées et adoptées pour remédier à la dégradation de l'environnement en toute sécurité et limiter ou éliminer le risque de la contamination de tout vecteur environnemental et humain.*

#### Identification d'un site contaminé par le mercure

Un site potentiellement contaminé doit être identifié, de même que ses limites et les compartiments de l'environnement qui sont touchés.

Un site contaminé doit être décrit en détail avant qu'une politique de gestion raisonnable soit appliquée : les données doivent être recueillies afin que le problème puisse être défini précisément et le(s) contaminant(s) et les récepteurs potentiels de la substance toxique identifiés.

Les informations obtenues aideront dans la prise de décisions sur les mesures à mettre en œuvre pour prévenir l'affection de l'environnement ou de la santé humaine. En bref, ces informations aideront à définir l'opportunité d'assainissement et les techniques à utiliser.

L'étendue de l'étude descriptive est directement proportionnelle à la complexité du problème sur le site qui est en cours d'évaluation. Cependant, ces études descriptives devraient généralement se faire en deux étapes :

#### 3.1 Phase I : Rapport préliminaire sur la situation

Le rapport préliminaire doit contenir un modèle théorique du site contaminé par le mercure qui s'appuie sur l'ensemble des informations déjà connues. Les données sur les aspects suivants seront recueillies au cours de cette étape :

- ✓ L'emplacement, la superficie et les détails de la région naturelle du site.
- ✓ Les données historiques sur le site et la région environnante (climatologie, etc.)
- ✓ Les utilisations passées, actuelles et futures du site.
- ✓ Les données analytiques provenant d'études antérieures.
- ✓ Une étude du site et de ses environs.

Un outil important qui permet d'identifier, de quantifier et de caractériser la contamination est une liste des activités et des processus qui ont eu lieu sur le site associé à l'utilisation du mercure et du volume estimatif des déchets contenant du mercure.

Une fois que ces facteurs ont été identifiés, la phase II doit être effectuée. Cette étape implique la rédaction d'un rapport complémentaire plus détaillé afin d'évaluer le degré de contamination par le mercure.

### 3.2 Phase II : Rapport complémentaire

Ce rapport contiendra les informations nécessaires pour tirer des conclusions et déterminer **si oui ou non** une analyse plus approfondie est nécessaire.

Il est conseillé d'effectuer une inspection préliminaire du site pour répondre à trois objectifs spécifiques : **a) décrire le site**, **b) examiner le type de contamination produite** par le mercure et **c) définir les mécanismes de mobilité du mercure et les points d'exposition**. Si des études détaillées sur le site sont nécessaires, l'étape de caractérisation environnementale sera réalisée (chapitre 5).

Les trois objectifs spécifiques sont abordés plus en détail ci-dessous.

#### 3.2.1 Description du site

Elle devrait inclure des généralités sur l'emplacement du site, la climatologie, l'hydrologie, l'hydrogéologie, la démographie de la région (taille et distance de la population la plus proche), et le potentiel d'affection de l'environnement.

Le rapport doit comporter au moins les informations suivantes :

- **Localisation.** Une description complète de l'emplacement du site et de ses accès. Les informations géographiques sur le site. Le mouvement potentiel des matières qui y sont déposées, les processus de production effectués, la source des déchets, les quantités des déchets, et le dumping ou autres moyens des rejet des déchets d'emballages, etc.
- **Forme et structure de toutes les installations.** Les caractéristiques géométriques, le système et la séquence de construction, une estimation du volume de la matière, les limites du site et les usages de la zone immédiatement adjacente.
- **Climatologie.** Une description complète du climat en utilisant toutes les données disponibles, la température moyenne saisonnière, les précipitations annuelles et sa répartition, les précipitations maximales, la direction des vents dominants et des vents saisonniers.
- **Géologie de la région.** Pour découvrir les formations géologiques et les roches trouvées sur le site, ainsi que leurs caractéristiques.
- **Édaphologie et utilisation des terres.** Une description complète des types de sol sur le site, ainsi que les caractéristiques du sol et les utilisations du sol : industrie, agriculture, élevage, foresterie, types de cultures, etc.

- **Réseau de drainage de surface.** Une description de l'écoulement fluvial tout au long de l'année, cours d'eau permanents ou saisonniers.
- **Aspects socio-économiques.** La démographie et l'économie de la région.

### 3.2.2 Type de contamination.

À moins que des analyses chimiques aient été réalisées, il est difficile de déterminer avec précision les contaminants présents sur un site. Toutefois, lors d'une visite sur le site, il est possible de définir avec suffisamment de clarté le type de contamination par le mercure qui a eu lieu. Pour y parvenir, il est essentiel de se renseigner sur les activités et les opérations effectuées dans la zone d'intérêt, grâce à des entretiens avec les autorités locales et avec la population de la zone environnante. Les renseignements recueillis de cette façon doivent toujours être résumés et filtrés, en particulier si l'activité polluante a été arrêtée il y a longtemps.

Le site doit être défini de façon aussi détaillée que possible par rapport à la caractéristique géométrique et physique de la structure ou des structures qui pourraient potentiellement produire la contamination.

### 3.2.3 Identifier les mécanismes de la mobilité du mercure et des points d'exposition

Une description de l'emplacement et du type de contamination va nous permettre de prévoir les mécanismes de mobilité du mercure et les compartiments de l'environnement qui sont touchés, le cas échéant. La bonne sélection de points d'exposition est extrêmement importante, car l'échantillonnage environnemental doit être total.

Lors de la première visite du site, le spécialiste en charge de l'étude devrait également définir les zones dans lesquelles il n'y a aucune preuve de contamination. Ces zones seront utilisées pour prélever des échantillons de référence qui serviront à ***établir le niveau naturel ou de fond de mercure dans la zone d'étude.***

Si les informations sur les points d'exposition acquises via cette première visite mènent à la conclusion qu'il pourrait y avoir un risque d'exposition pour les personnes ou les animaux, **une décision de précaution préliminaire peut être prise pour limiter l'accès et l'utilisation de la zone potentiellement contaminée.** L'autorité locale compétente doit être informée de cette décision.

La pertinence de la mesure peut être examinée plus tard, lorsque les résultats des analyses sont disponibles.

## 4. Identification des impacts environnementaux

Les critères de protection et de la sécurité environnementale nationale doivent être utilisés comme référence pour identifier les impacts environnementaux sur le site contaminé.

Si aucune loi spécifique n'existe, le principe de prudence doit être pris en compte dans l'étude du site contaminé par le mercure. Dans ce cas, les données publiées, les recommandations et les directives internationales applicables doivent être utilisées comme référence. Les conclusions obtenues de cette manière, et la décision de l'/des autorité(s) compétente(s) permettront aux futures actions d'être évaluées.

Comme le mercure est mobile, les impacts environnementaux doivent être évalués dans les différents compartiments de l'environnement afin de déterminer les risques suivants.

- Risques hydrologiques :
  - Altérations de drainage de surface naturelle et contamination des lits fluviaux due aux eaux de ruissellement et aux lixiviats du site contaminé.
  - Changements dans les cours d'eau adjacents au site en raison de l'accumulation de matériaux dans les lits, qui peut gêner l'écoulement naturel.
  
- Risques atmosphériques :
  - Remise en suspension ou réémission de particules de poussière à partir du site contaminé par le mercure, qui sont amenées par les vents.
  - Regazéification et libération de mercure présent dans les matériaux empilés ou contaminés, en raison de variations saisonnières de la température.
  
- Changements dans les sols :
  - Occupation par l'accumulation de matériaux.
  - Contamination des sols à proximité par la dispersion des matériaux à partir du site contaminé, le dépôt de poussières ou le ruissellement des eaux de pluie.
  
- Impact sur la faune et la flore :
  - Contamination des espèces végétales de la zone et déplacement de la faune des habitats adjacents.
  
- Morphologie et paysage :
  - Impact visuel sur les principaux bassins dans le paysage naturel en raison de l'effet d'accumulation du matériel, le manque de végétation ou les changements de couleur.



## 5. Caractérisation environnementale des sites contaminés par le mercure

La sélection des compartiments environnementaux qui doivent être échantillonnés dépendra des caractéristiques du site ou du lieu contaminé : chaque site est différent, des critères qui s'appliquent à l'un pourraient ne pas être applicables à l'autre. À certains endroits, les eaux de surface et les sédiments doivent être échantillonnés, dans d'autres, des échantillons de sol peuvent suffire, et dans d'autres encore, les émissions doivent être mesurées et le sol, les eaux de surface et les eaux souterraines doivent être échantillonnés.

Lorsque la contamination au mercure est détectée sur un site, les zones environnantes doivent aussi être étudiées. L'échantillonnage doit être effectué à la fois «à l'intérieur» et «à l'extérieur» du site, afin d'évaluer la possibilité de contamination des alentours immédiats.

Cependant, dans tous les cas, il est essentiel d'obtenir un échantillon de référence pour déterminer les niveaux de fond de mercure. Si le site est dans une région minière, beaucoup de précautions doivent être prises pour définir le niveau de référence. Les gisements miniers pourraient s'étendre au-delà des limites de la mine, en raison de la poursuite de la formation géologique où se trouve le gisement. Ainsi, les résultats à haute teneur en métaux obtenus pourraient ne pas être strictement liés à l'activité minière. Dans ces cas, une attention particulière devrait être accordée aux sols et aux nappes aquifères.

### Échantillonnage

L'échantillonnage et l'analyse sont des éléments essentiels dans l'évaluation des sites contaminés par le mercure. Les tâches d'échantillonnage, d'analyse et de suivi doivent être effectuées par des professionnels qualifiés, en conformité avec un plan bien pensé, en utilisant des méthodes largement acceptées. Les mêmes méthodes doivent être utilisées tout au long du programme.

En outre, des mesures rigoureuses d'assurance qualité et de contrôle devraient être appliquées. L'échantillonnage et l'analyse d'éléments erronés ou inhabituels par rapport aux procédures normalisées pourraient produire des données sans valeur ou même des données qui sont préjudiciables au programme.

Les méthodes disponibles pour l'échantillonnage, l'analyse et le suivi sont très variables, en fonction des différentes formes physiques et chimiques du mercure qui peuvent être présentes sur un site contaminé.

La page de l'OCDE (<http://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/>) contient des informations sur les bonnes pratiques de laboratoire qui doivent être utilisées. En outre, le document de l'OMS et du PNUE *Guide pour identifier les populations à risque face à une exposition au mercure* (Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure) contient des informations utiles à suivre sur les aspects méthodologiques généraux.

Les médias à échantillonner pour évaluer la contamination au mercure peuvent être solides, liquides et gazeux :

a) liquides :

- lixiviats des décharges et des dépôts.
- liquides des déversements.
- eau (eaux de surface, eaux souterraines des puits et des sources, eau potable et effluents industriels).
- matériel biologique (sang, urine, cheveux, surtout quand la santé des salariés est surveillée).

b) solides :

- produits et composés constitués de mercure, qui contiennent du mercure ou contaminés par lui.
- solides provenant de traitement industriel ou de processus d'élimination ou de sources (cendres aéroportées, dépôts de cendres, sédiments, autres déchets, etc.)
- conteneurs, équipements ou autres matières : tuyaux, récipients, tissus et vêtements contaminés, matériel contaminé utilisé dans l'emballage et le conditionnement, etc.
- sols, sédiments et matière organique.
- gravats, murs, planchers, etc. provenant des installations industrielles.

c) gaz :

- air.

### Analyse

L'analyse est définie comme étant l'extraction, la purification, la séparation, l'identification, la quantification et la notification des concentrations de mercure dans la matrice d'intérêt. Afin d'obtenir des résultats significatifs et acceptables, le laboratoire d'analyse devrait avoir l'infrastructure nécessaire et une expérience avérée avec la matrice et le type de mercure à analyser. Un excellent moyen de vérifier la validité des résultats est de participer à un programme de comparaison inter-laboratoires.

Les critères suivants doivent être remplis pour obtenir des résultats de haute qualité :

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

En général, l'analyse du mercure est effectuée dans des laboratoires spécialisés et plusieurs méthodes analytiques peuvent être utilisées.

Des méthodes pour analyser les différentes matrices de mercure peuvent évaluer la teneur en mercure total ou la spéciation du mercure. Certaines ont été définies par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et le Comité européen de normalisation (CEN).

D'autres méthodes nationales ont été élaborées, comme celles des États-Unis (EPA) ou du Japon.

Les différentes étapes de déterminations analytiques sont les suivantes :

- a) Extraction
- b) Purification
- c) Identification avec des détecteurs appropriés, tels que le plasma à couplage inductif, la spectroscopie d'absorption atomique, des instruments compacts, etc.
- d) Quantification et notification des données, le cas échéant
- e) Présentation des rapports, conformément à la procédure de qualité établie

En outre, des procédures telles que l'homogénéisation et les critères d'acceptation pour la manipulation et la préparation des échantillons en laboratoire doivent être établis.

## 5.1 Caractérisation des eaux de surface et des eaux souterraines

### 5.1.1 Les eaux de surface

La teneur en mercure des eaux de surface sur le site contaminé et dans la zone environnante doit être étudiée, car l'eau peut agir comme moyen de dispersion de la contamination par lixiviation à partir du site.

Pour déterminer l'impact du site contaminé sur les eaux de surface, une analyse sera effectuée en amont de la source de mercure supposée et en aval de tous les points possibles d'exposition. Cette analyse devrait se concentrer sur les points où l'eau est utilisée pour la consommation humaine, les loisirs, le nettoyage de vêtements, etc.

Les échantillons non filtrés sont généralement utilisés pour analyser l'eau de surface. En outre, un échantillonnage doit être effectué à **toutes les saisons**, c'est-à-dire pendant les périodes de pluie et de sécheresse.

Chaque fois qu'une masse d'eau de surface est analysée, les informations sur les **sédiments** doivent être recueillies. À cet effet, des échantillons simples et de surface (0-5 cm) doivent être extraits sur les lieux en amont et en aval de la source de pollution.

Dans les zones où la contamination se trouve dans l'eau, il est important de savoir si la faune aquatique est pêchée dans un but de consommation, afin d'évaluer la possibilité de restrictions de pêche.

Une fois le réseau de drainage défini dans le rapport complémentaire, une campagne d'échantillonnage doit être lancée pour les liquides et les solides (sédiments). L'objectif est d'évaluer :

- 1- la qualité de l'eau dans la région entourant le site,

- 2- la qualité des sédiments dans les lits des cours d'eau dans la région,
- 3- savoir si les sédiments sont affectés par les matières contaminées ou par le contaminant lui-même transporté par l'eau.

Les tâches suivantes doivent être effectuées pour concevoir la campagne d'échantillonnage :

- Inventaire des points d'eau de surface.
- Étude sur le terrain de tous les types de points d'eau.
- La sélection des points d'échantillonnage et de la période (ou des périodes) les plus appropriés pour réaliser l'échantillonnage, en fonction de la température.
- Établissement des niveaux de fond de mercure dans la zone. Les points de prélèvement doivent être choisis en amont de la zone d'étude, afin d'évaluer les niveaux de mercure présents avant que l'eau n'atteigne la zone polluée.

Les concentrations de mercure dans les eaux de surface qui sont au-dessus des limites fixées pour la consommation humaine (1 µg/l) doivent généralement être suffisantes pour mériter une analyse en profondeur de la source. Ces niveaux pourraient être à la preuve de la contamination ou causés par un enrichissement naturel.

#### 5.1.2 Eaux souterraines

Les aquifères sont l'un des médias les plus vulnérables à la contamination dans les sites dangereux. Par conséquent, ils doivent être surveillés non seulement au moyen de puits artificiels, mais aussi par des échantillons prélevés sur des sources ou des nappes d'eau souterraines naturelles.

Des études hydrogéologiques doivent être effectuées dans la zone d'étude, et devraient inclure certaines des activités suivantes :

- a) La conception d'un schéma préliminaire des conditions hydrogéologiques de la zone, y compris la création d'un inventaire des points d'eau (points de captage d'eau et des sources de la région).
- b) Étude sur le terrain de tous les points d'eau. Les données suivantes doivent être réunies : caractéristiques de construction, capacités d'extraction, niveau piézométrique et caractéristiques physico-chimiques de l'eau.
- c) a sélection des points d'échantillonnage et de la période (ou des périodes) les plus appropriés pour réaliser l'échantillonnage, en fonction de la température.

Lorsque cela est requis par la taille et la complexité de la situation, des informations supplémentaires peuvent devoir être recueillies par le biais des activités suivantes :

- d) Forage test autour du site à travers des structures et des formations d'intérêt hydrogéologique ou hydrochimique. Cela permet de mettre en évidence les variations du niveau piézométrique et permettre la détection des gradients verticaux.

- e) Tests de caractérisation hydraulique dans les zones non étudiées par le forage test, afin de déterminer la perméabilité des principales structures de la région à travers les différentes roches.
- f) Échantillonnage hydrochimique près des trous du forage test par colmatage étendu pour faire apparaître les caractéristiques chimiques de l'écoulement souterrain à différentes profondeurs d'eau, en amont et en aval de la source de la pollution.

En raison de la variabilité naturelle dans les aquifères, ceux-ci **doivent être analysés au moins trois fois par an**, en fonction du climat local.

Les paramètres suivants doivent être mesurés dans l'eau.

Les paramètres mesurés in situ :

- Température
- Conductivité (salinité)
- pH (acidité)
- Oxygène dissous
- Eh (potentiel d'oxydoréduction)

Les concentrations de métaux :

- Mercure
- Arsenic
- Baryum
- Chrome
- Fer
- Nickel

En plus de ces déterminations analytiques, d'autres tests peuvent être effectués en fonction du type de processus de production qui a produit le dépôt du mercure, et la composition attendue de la source de la pollution. De la même façon, d'autres mesures peuvent être mises en œuvre afin de déterminer la présence d'anions comme les sulfates, nitrates, nitrites, carbonates et d'ammonium.

Les concentrations de mercure dans les aquifères ne peuvent être comparées aux valeurs de référence (par exemple, ceux de l'US-EPA) lorsque les **échantillons analysés n'ont pas été filtrés**. L'analyse devrait également inclure des échantillons de robinets domestiques, comme la concentration de contaminant dans les robinets pourrait être différente de celle des valeurs trouvées dans un puits ou une source. Dans tous les cas, les concentrations de mercure supérieures aux niveaux de référence pour la consommation humaine (1 µg/l) doivent être analysées afin de déterminer leur source.

Les échantillons de sédiments seront traités comme suit :

- séchés à température ambiante.
- tamisés avec un maillage de 200, ASTM (75 µm).

- analysés pour déterminer la présence de métaux tels que le mercure, le chrome, le fer, le nickel, le plomb, le zinc, etc.

Il est difficile de définir la limite de concentration acceptable pour le mercure dans les sédiments. Les échantillons doivent être pris à des points dans l'environnement où il peut être garanti qu'il n'y a pas de contamination. Toutefois, ces points d'échantillonnage doivent être des substrats géologiques présentant des caractéristiques similaires à celles du site contaminé. Dans ces conditions, **des valeurs moyennes de concentration au niveau des points de référence plus deux fois l'écart-type peuvent être considérées comme un niveau de référence ou de fond.**

## 5.2 Sol

Les sols de la zone entourant le site doivent être caractérisés sur la base des données recueillies dans le rapport complémentaire sur :

- L'infrastructure routière (entrées, chemins, routes en général).
- L'utilisation des terres (agriculture et élevage, résidentiel, etc.).

Avant que la campagne d'échantillonnage de sol ne soit conçue, une étude du site doit être effectuée afin de tenir compte de divers facteurs, y compris :

- La géomorphologie du site.
- Les caractéristiques topographiques et géologiques, l'utilisation des terres, l'identification des escarpements, les pentes des coteaux en pente raide, l'instabilité, etc.
- L'accessibilité du site et des zones d'échantillonnage.
- L'identification des zones de sol naturel et des zones formées par des remblais en raison de la circulation des matériaux déposés. Ce point est particulièrement intéressant dans l'échantillonnage des zones urbaines, où il est important de déterminer si le sol a été enlevé ou mélangé par des travaux d'aménagement urbain.

En se basant sur ces informations et les données du rapport complémentaire, les lignes directrices seront établies pour la campagne d'échantillonnage. La contamination est principalement dispersée par le vent, par la remise en suspension et la sédimentation des matières fines (généralement la distribution est marquée par les directions des vents dominants dans la région), et par l'eau de surface.

En tenant compte de la répartition des vents et de l'eau de surface qui traverse le site, une grille d'échantillonnage en forme de losange doit être établie avec des côtés mesurant 50 par 50 mètres. La grille doit être symétrique par rapport à la direction des vents dominants, car il est considéré a priori que ces vents auront la concentration maximale de particules en suspension dans le gradient de contamination. En plus de la grille ci-dessus, une série de points régulièrement espacés doit être échantillonnée selon un schéma concentrique autour

de la limite du site contaminé (à environ 150 m de la source), afin de comparer et d'évaluer l'impact des vents non dominants sur la circulation des particules solides.

Les échantillons de sol doivent être extraits à trois niveaux : simple surface (0-5 cm), à une profondeur de 0,5 m, et à partir d'échantillons de roche obtenus dans les forages test, le cas échéant. L'objectif de l'échantillonnage aux deux premiers niveaux est de découvrir l'écart potentiel entre la surface et les sols profonds en raison de l'enrichissement de mercure causé par la migration à partir du sol et la concentration dans la surface en contact avec le substrat rocheux. Les échantillons en sol profond peuvent être prélevés à tous les autres points d'échantillonnage. Les forages hydrogéologiques peuvent être utilisés pour l'échantillonnage (récupération en continu de la carotte de préférence).

L'échantillonnage doit être effectué pendant la période froide sur les sites qui sont fréquemment touchés par la neige, et pendant la période des pluies, sur les sites ayant de fortes précipitations qui sont touchés par les inondations ou les flux d'eau en surface.

L'échantillonnage du sol en surface sera effectué en enlevant une mince couche de terre, puis en prenant l'échantillon avec une spatule propre. L'échantillon en sol profond sera effectué au même endroit que l'échantillon de surface en utilisant un équipement d'échantillonnage approprié (vis sans fin). Les échantillons provenant de forages mécaniques peuvent être extraits de la carotte.

Chaque échantillon peut peser environ un kilo, dont une partie, de l'ordre de 100 ml, sera prélevée pour analyse. Le reste de l'échantillon sera conservé et référencé pour des tests supplémentaires, si nécessaire.

Les échantillons solides seront traités comme suit :

- séchés à température ambiante.
- tamisés avec un maillage de 200, ASTM (75 µm).
- analysés pour déterminer la présence de métaux tels que le mercure, le chrome, le fer, le nickel, le plomb, le zinc, etc.

Comme les sédiments, il est difficile de définir la limite de concentration acceptable pour le mercure dans le sol. Les échantillons doivent être pris à des points dans l'environnement où il peut être garanti qu'il n'y a pas de contamination. Toutefois, ces points d'échantillonnage doivent être des substrats géologiques présentant des caractéristiques similaires à celles du site contaminé. Dans ces conditions, ***des valeurs moyennes de concentration au niveau des points de référence plus deux fois l'écart-type peuvent être considérées comme un niveau de référence ou de fond.***

### 5.3 Caractérisation de l'air et de la nourriture

#### 5.3.1 Air

Les concentrations de mercure dans l'air ambiant doivent être prises en compte en raison de la grande dispersion et de la facilité d'évaporation de ce métal. Comme mentionné ci-dessus, les points de prélèvement devraient tenir compte des activités industrielles à l'intérieur et à l'extérieur du site, ainsi que des conditions météorologiques.

Il peut y avoir plusieurs sources de mercure dans l'air ambiant. Cependant, des niveaux élevés indiquent naturellement qu'il y a du mercure dans la région. La mesure de la concentration de mercure dans l'air est un moyen rapide pour confirmer la présence du métal. C'est parce que les contaminants sont généralement dispersés dans l'air, mais qu'ils n'y restent pas. En conséquence, les taux chutent une fois que la source de contamination a été supprimée ou réduite.

Dans ses *Recommandations pour la qualité de l'air en Europe*, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a établi une valeur guide de 1000 nanogrammes/m<sup>3</sup> (1 microgramme/m<sup>3</sup>) en moyenne annuelle pour le mercure dans l'air ambiant.

L'Environmental Protection Agency (EPA) a choisi une concentration de référence de mercure de 300 ng/m<sup>3</sup> pour une exposition dans les zones résidentielles.

La directive européenne 2009/161/UE établit une exposition professionnelle maximale (8 heures par jour) à 20,000 ng/m<sup>3</sup>.

Une modélisation peut être réalisée afin d'identifier les sources de pollution les plus probables (des échantillonnages d'air ambiant doivent toujours être effectués). Les échantillons d'air peuvent être recueillis au cours de périodes de 24 heures, selon un calendrier qui tient compte des conditions météorologiques tout au long de l'année.

Un compte rendu détaillé devrait être tenu sur les conditions météorologiques et toutes les activités qui ont été menées dans la région au moment de l'échantillonnage.

### 5.3.2 Nourriture

La teneur en mercure doit être déterminée dans des échantillons de plantes et d'animaux de la nourriture produite dans la région et d'autres aliments fréquemment consommés par la population. Les produits alimentaires générés par la pêche et la chasse doivent être inclus, ainsi que ceux provenant de sources agricoles.

Quand les sédiments sont contaminés, l'échantillonnage doit inclure des espèces qui se nourrissent dans les fonds de rivière, de ruisseaux et de lacs. Il n'est pas aussi important d'inclure des poissons qui se nourrissent dans la colonne d'eau.

Selon le principe de précaution, les niveaux de consommation décrits dans les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ne doivent pas être dépassés.

En 2008, l'OMS a publié un document d'orientation

<http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/mercury/en>

pour fournir des informations sur l'impact potentiel de l'exposition au mercure et pour aider, autant que possible, à identifier les populations à risque.

Dans le document d'orientation, l'OMS indique qu'il y a deux groupes particulièrement vulnérables aux effets du mercure. Les fœtus sont particulièrement sensibles aux effets du mercure. Une exposition intra-utérine au méthylmercure due à la consommation de poisson (surtout le thon, espadon, le requin...) ou de fruits de mer par la maman peut endommager le cerveau et le système nerveux d'un bébé. Les principales conséquences du méthylmercure sont d'éventuels troubles du développement neurologique. En conséquence, l'exposition à



cette substance pendant le stade fœtal peut affecter les capacités cognitives d'un enfant, sa mémoire, sa capacité de concentration, son langage, sa motricité fine et ses habiletés spatiales et visuelles. Par conséquent, une attention particulière devrait être accordée aux femmes enceintes, aux femmes qui allaitent et aux femmes en âge de procréer.

Le deuxième groupe vulnérable est celui des personnes qui sont systématiquement exposées (exposition chronique) à des niveaux élevés de mercure. Ce groupe inclut les personnes ayant les poissons comme aliment de base (pêche de subsistance) ou les personnes professionnellement exposées.

Comme les habitudes alimentaires de la population pourraient signifier que leur consommation de mercure s'approche des limites, il est conseillé de limiter l'accès à des aliments affectés et même de réglementer l'utilisation des terres et / ou les types de cultures qui peuvent être cultivées dans la zone touchée, pour veiller à ce que la santé de la population environnante soit protégée.

## 6. Évaluation des risques

Les données issues de la caractérisation environnementale du site peuvent être utilisées dans un processus d'évaluation des risques.

L'évaluation des risques est un processus qui attribue des grandeurs et des probabilités aux effets nocifs de la contamination. Par conséquent, c'est un instrument qui peut aider à définir si oui ou non les mesures environnementales doivent être mises en œuvre sur un site contaminé. L'évaluation des risques peut établir si le degré de contamination présente sur un site aura des effets nocifs. Plus le risque de contamination affectant les êtres vivants est grand, plus grande est la nécessité de mettre en œuvre des programmes de restauration.

L'évaluation des risques peut être utilisée pour définir les objectifs d'assainissement pour un site, qui peut être d'atteindre (A) les limites maximales acceptables établies par la législation en vigueur ou par l'autorité compétente ou (b) les limites spécifiques fixées pour le site en fonction de l'évaluation.

L'évaluation du risque environnemental (**ERA**) présente les probabilités de l'apparition d'effets indésirables sur l'être vivant (humain ou autre) à la suite d'une exposition à un contaminant. Tout d'abord, l'ERA peut établir si oui ou non les concentrations trouvées sur un site pourraient avoir des effets nocifs. Cette information est ensuite utilisée pour déterminer l'étendue de l'opération de nettoyage nécessaire.

À ce stade, toutes les données servent à répondre à cette question : **Le site représente-t-il un risque réel ou potentiel pour la population humaine et/ou pour le biote ?** Si c'est le cas, les éléments suivants devraient être examinés

- Quelle est l'ampleur du risque ?
- Le site doit-il être restauré pour réduire le risque ?
- Si le site n'est pas restauré, le risque et/ou la propagation peuvent-ils s'aggraver ?

Une fois que ces questions ont été traitées, l'ERA constitue un outil pour décider s'il y a lieu de mener des actions correctives sur le site contaminé et d'établir l'objectif final d'assainissement.

L'objectif idéal est de restaurer le site et ses utilisations avec des concentrations aux niveaux trouvés dans l'environnement avant la contamination par des techniques décrites au point 7.1.1. Cependant, cela peut être économiquement irréalisable et d'autres options devraient être envisagées, comme cela est mentionné dans ce point.

La mise en place d'un plan de nettoyage **sur la base d'une évaluation des risques** signifie que la contamination sera ramenée à son niveau maximal accepté, qui n'est peut-être pas nécessairement égal à zéro. Ainsi, au final, la concentration résiduelle du contaminant ne constitue pas un risque pour la population humaine et le biote.

L'évaluation des risques peut être effectuée en quatre étapes clairement définies avec des objectifs précis :

1. L'identification et la caractérisation de ce qui est à risque. Toutes les analyses de ces caractéristiques doivent permettre d'évaluer le risque pour la santé humaine et les écosystèmes.
2. L'analyse du niveau de danger et de la toxicité. L'objectif de cette étape est d'identifier des éléments ou des composés qui peuvent être critiques, pour caractériser la nature des effets qu'ils peuvent avoir, et évaluer la relation dose-effet, afin de prédire la réaction au contaminant pour une large gamme de doses. Cette analyse est basée sur les données et les caractéristiques des contaminants, en référence à son comportement environnemental et toxicologique.
3. L'analyse de l'exposition. L'objectif est d'estimer le taux de contact avec les contaminants identifiés. L'analyse est basée sur une description des scénarios d'exposition, ainsi que sur la caractérisation de la nature et sur l'étendue de la contamination.
4. L'analyse des risques. Les résultats des étapes précédentes sont combinés pour estimer objectivement la probabilité d'effets néfastes sur les éléments protégés compte tenu des conditions spécifiques du site.

D'autres contaminants autres que le mercure peuvent avoir un impact. Par conséquent, s'il y a des preuves que d'autres contaminants sont présents sur le site, le responsable du processus doit prendre la décision de les inclure dans l'étude et l'évaluation.

## **6.1 Caractérisation des effets toxicologiques**

Cette section de l'évaluation des risques évalue et décrit les effets de la contamination significative (mercure) sur les récepteurs identifiés par les différentes voies d'exposition.

Les récepteurs de contamination qui sont souvent à risque sur les sites contaminés par le mercure sont :

### **6.1.1 Les êtres humains**

Chez les humains et certains animaux, les effets potentiels et les symptômes de l'intoxication au mercure varient en fonction de la forme chimique du mercure, de la voie d'exposition (inhalation ou ingestion) et de la dose d'exposition, y compris le temps d'exposition et la concentration du mercure.

Pour tous les habitants d'une zone où un site contaminé par le mercure se trouve, les principales voies d'exposition potentielles sont les suivantes :

- Respiration (absorption par inhalation) de mercure élémentaire

L'absorption de métaux dans la phase gazeuse ou de vapeur est inhabituelle, sauf dans le cas du mercure. C'est probablement le seul cas où l'exposition à la forme élémentaire de mercure est importante dans la pratique.

- Aliments (absorption par ingestion)

Il est considéré que le mercure ingéré dans les aliments est principalement sous forme de méthylmercure.

#### 6.1.2 Les animaux terrestres

En général, les symptômes d'intoxication signalés chez les animaux dans les cas d'empoisonnement au mercure ne sont pas spécifiques et dépendent de la voie d'exposition, comme chez les humains.

#### 6.1.3 Le biote aquatique

De nombreux facteurs influent sur la toxicité potentielle du mercure dans le biote aquatique. Il s'agit notamment de la forme de mercure, du stade de développement des organismes concernés, et de la composition chimique de l'eau.

Les changements de température, la salinité et la dureté de l'eau modifient également la toxicité du mercure pour le biote.

Il est largement admis que la forme la plus toxique du mercure est **le méthylmercure**. Les conditions réductrices (à savoir, faible concentration d'oxygène) sont nécessaires pour que la méthylation se produise. Ces conditions se produisent principalement dans une interface eau-sédiments et dans les premiers centimètres de sédiments. Il est bien connu que l'action bactérienne favorise la méthylation, qui est le principal processus responsable de la transformation du mercure inorganique en une formulation organique capable d'entrer dans la chaîne alimentaire.

Dans les systèmes aquatiques, les poissons sont les principaux récepteurs de mercure par ingestion, car ils sont exposés au mercure dans l'eau et par l'ingestion des plantes et des macro-invertébrés.

Les poissons et les macroinvertébrés comme les crustacés peuvent également absorber le mercure par les branchies.

Les macroinvertébrés peuvent aussi être exposés au mercure dans les sédiments, comme le sont les espèces de poissons qui se nourrissent de matières déposées sur le dessus des sédiments. En raison de leur position au sommet de la chaîne alimentaire dans les systèmes aquatiques, on suppose que les poissons ont la plus forte concentration de mercure parmi toutes les sortes d'organismes aquatiques.

#### 6.1.4 Les végétaux

Les plantes ne sont généralement pas sensibles aux formes inorganiques du mercure (à savoir le mercure élémentaire et le mercure ionique), probablement en raison du niveau élevé d'absorption du métal par les particules du sol. Cela évite en grande partie l'absorption de mercure et de produits toxiques par les plantes, qui, normalement, ne présentent pas de concentration de métaux lourds<sup>4</sup>, mais un meilleur accès aux formes organiques du mercure, tels que le méthylmercure, plutôt qu'aux formes inorganiques.

### 6.2 Évaluation de l'exposition

À ce stade, nous connaissons les voies d'exposition, les récepteurs, les concentrations et la toxicité.

L'évaluation de l'exposition consiste à combiner les résultats des évaluations des risques pour les humains et les écosystèmes avec des études de dispersion pour évaluer le degré de mobilité des contaminants et analyser les concentrations dans les différents milieux qui sont touchés.

Les sources d'exposition qui devraient être considérées sur un site contaminé par le mercure sont les médias analysés dans la caractérisation de l'environnement (article 5) :

- les particules en suspension (PS)
- les émissions de gaz
- les eaux de surface
- les eaux souterraines
- le sol
- les sédiments

### 6.3 Caractérisation des risques

La caractérisation des risques est la dernière étape dans l'évaluation des risques. Durant cette étape, la probabilité de la survenue d'effets indésirables dus à l'exposition au mercure est évaluée, et les bases sont établies pour les actions futures.

En outre, les données et les conclusions de la phase dans laquelle les caractéristiques toxicologiques et les effets de la contamination significative ont été examinés sont analysées ensemble, avec l'évaluation de l'exposition. Toutes ces données sont combinées avec le raisonnement du modèle conceptuel proposé.

Pour la santé humaine, la dose contaminante reçue par un individu (calculée sur la base de la caractérisation du scénario d'exposition) est comparée avec les valeurs toxicologiques de référence fixées pour cette substance et cette couche de la population.

---

<sup>4</sup> Mesures préventives contre la pollution de l'environnement par le mercure et ses effets sur la santé. Japan Public Health Association, 2002.

Les résultats suivants doivent être obtenus :

- a. Conclusions sur le risque réel de contamination sur le site pour les récepteurs humains et les écosystèmes, ainsi que le risque de dispersion (risque futur).
- b. Estimation du niveau d'incertitude dans l'analyse des risques, afin d'évaluer avec précision les conclusions de la caractérisation.

Cette étape peut être effectuée à l'aide d'un logiciel validé pour simplifier les calculs, en tenant compte du fait que sa pertinence doit être justifiée par les caractéristiques et conditions spécifiques du site. Sinon, une autre méthode de calcul doit être utilisée. Si le logiciel est utilisé, des captures d'écran du processus doivent être fournies pour confirmer les valeurs qui ont été saisies et les conclusions obtenues.

Quelques exemples d'applications de logiciels commerciaux<sup>5</sup> :

- Mesures correctives, en fonction des risques (RBCA)
- Évaluation des probabilités de risques (PRA)
- Évaluation de la toxicité directe basée sur la biotechnologie

---

<sup>5</sup> La mention de noms de marques ou de produits commerciaux ne constitue pas nécessairement une approbation ou une recommandation d'utilisation.

## **7. L'assainissement des sites contaminés par le mercure**

### **7.1 Définition des tâches correctives : les restrictions d'utilisation, l'isolement, la décontamination, la stabilisation et autres**

Une ou plusieurs technologies d'assainissement peuvent être envisagées, en tenant compte des résultats de l'étude du site, du niveau cible de nettoyage, de la capacité des technologies d'assainissement disponibles, et de l'utilisation future prévue du site.

Les mesures d'assainissement pour les sites contaminés au mercure dépendent de divers facteurs liés à l'emplacement lui-même et à l'impact potentiel sur l'environnement et la santé. Les principaux facteurs qui influencent le choix d'une première série de technologies de traitement sont les suivantes :

- a) La quantité de mercure libérée pendant les opérations.
- b) La source de la pollution.
- c) Les états chimiques du mercure sur le site contaminé.
- d) Le nombre, la taille et l'emplacement des zones sensibles qui sont contaminées par le mercure et qui ont besoin d'être nettoyées.
- e) Dans le cas d'une exploitation minière, il est important de connaître précisément les formations géologiques qui ont conduit à l'extraction du mercure, afin de ne pas les inclure dans les sols pollués en raison des activités minières.
- f) La possibilité de méthylation du mercure.
- g) La possibilité de lixiviation du mercure dans le sol ou les sédiments.
- h) La contamination au mercure des fonds, les dépôts atmosphériques de mercure régionaux qui ne sont pas associés à des sources locales.
- i) La mobilité du mercure dans le système hydrologique.
- j) Les réglementations locales/nationales de nettoyage pour l'eau, les sols/sédiments et l'air.
- k) Les récepteurs (eaux de surface et/ou souterraines, le sol, l'air, le biote humain...).
- l) La biodisponibilité du biote aquatique, des invertébrés et des plantes comestibles.
- m) La concentrations en mercure chez les récepteurs humains, les animaux et les végétaux, qui indiquent les niveaux d'exposition.

Une fois que ces facteurs ont été évalués, une analyse plus approfondie des techniques d'assainissement appropriées peut commencer.

Selon la gravité, l'ampleur, le degré et le type de contamination par le mercure et d'autres polluants et selon les récepteurs, le plan de relance est susceptible d'impliquer diverses techniques d'assainissement pour réduire la quantité ou la toxicité de la contamination aussi efficacement que possible.

#### 7.1.1 Informations sur les techniques d'assainissement du mercure

Ci-dessous, quelques-unes des options de traitement pour les médias contaminés par le mercure sont décrites. Ces techniques peuvent être utilisées dans l'assainissement d'un site contaminé.

En général, le but des techniques énumérées ci-dessous est d'assainir la zone en enlevant le mercure. L'alternative est de limiter l'utilisation de la zone contaminée et d'en limiter l'accès, au moins jusqu'à ce que le travail d'assainissement puisse être démarré sur le site.

Alternativement, un site peut être isolé en le rendant imperméable avec des matériaux naturels comme l'argile ou des matériaux géosynthétiques tels que des feuilles de polyéthylène haute densité pour éviter l'évaporation et le lessivage du mercure.

En outre, les déchets peuvent être transportés pour les stocker dans les dépôts ou les décharges de sécurité déjà en place construits à cet effet.

Une autre option est de proposer des traitements différents pour chaque zone ou produit dans une zone contaminée par le mercure.

##### 7.1.1.1 Traitement des effluents contaminés par le mercure (Source EPA 1997)

De nombreuses techniques peuvent être utilisées pour traiter des effluents contaminés par le mercure. Certains processus sont purement physiques (sédimentation), d'autres sont physico-chimiques (coagulation-floculation, adsorption, etc.), d'autres encore sont chimiques (oxydation-réduction, précipitation, etc.)

Le choix approprié dépend de divers facteurs, principalement de la spéciation de l'élément et de la présence d'autres agents.

#### **a) Précipitation**

La précipitation du mercure sous forme de sels insolubles est l'une des pratiques les plus courantes dans le traitement des effluents.

L'agent de précipitation principal est le sulfure. Le sulfure de mercure est l'un des sels les plus insolubles et est la forme sous laquelle la plupart du mercure se trouve sur la croûte terrestre (cinabre).

Le pH optimal pour la réaction est de 7. Le précipité formé est ensuite soumis à un processus de sédimentation, qui peut être aidé par l'addition de flocculants. Les concentrations de mercure après précipitation des sulfures sont comprises entre 10 et 100 µg/litre.



Ce procédé présente certains inconvénients, tels que la formation de grands volumes de boues qui nécessitent un traitement ultérieur, et la formation d'espèces solubles en raison d'un excès de sulfure. Par conséquent, il n'est pas le traitement le plus approprié pour les effluents contaminés par le mercure.

#### **b) Adsorption**

Les traitements impliquant l'adsorption produisent des niveaux de concentration de mercure plus faibles que ceux obtenus par précipitation. Comme la concentration des adsorbants augmente, le niveau de mercure restant diminue. D'autres facteurs qui influent sur ce processus sont le pH et la spéciation du mercure.

L'adsorbant le plus couramment utilisé est le charbon actif. Il est généralement sous forme de charbon actif en grains, dans lequel le carbone a une taille relativement grande de particules et peut être utilisé pour remplir des colonnes.

#### **c) Échange d'ions**

C'est l'un des principaux traitements des effluents contenant du mercure. Une large gamme de résines peut capturer les différentes espèces de mercure. La technologie est principalement conçue pour se lier au mercure ionique. Il n'est pas très efficace pour les composés organomercuriques ou le mercure élémentaire.

Le procédé est réalisé dans des colonnes ou des réservoirs remplis avec la résine correspondante et équipés de systèmes d'apport et d'évacuation de l'effluent, ainsi que de l'eau propre pour le rinçage, et la solution de régénération.

Les systèmes d'échange d'ions ont plusieurs avantages : ils fonctionnent selon les besoins, ils sont relativement peu sensibles à la variabilité dans les effluents, ils peuvent produire des valeurs de concentration nulle, et une large gamme de résines est disponible. Les inconvénients comprennent : un épuisement soudain de l'effet, ce qui signifie que le processus doit être surveillé en permanence, la production d'un effluent aqueux salin contenant du mercure, qui doit être traité, et les problèmes potentiels lorsque le procédé est utilisé avec de l'eau qui contient un niveau élevé de solides totalement dissous.

#### **d) Oxydation – réduction**

Dans certains cas, les procédés d'oxydation et de réduction sont utilisés pour changer l'état d'oxydation du mercure et favoriser ainsi sa dissolution ou décantation.

L'oxydation est utilisée pour les effluents qui contiennent du mercure métallique ou des composés organométalliques afin de les transformer en forme ionique ou de les dissoudre en halogénure de mercure. Le processus peut avoir lieu dans des réacteurs à écoulement continu et discontinu. Les sels de mercure se séparent de la matrice de matériaux de déchets et sont ensuite envoyés pour subir un traitement ultérieur, par exemple une extraction à l'acide ou une précipitation.

Les oxydants les plus courants sont : l'hypochlorite de sodium, l'ozone, le peroxyde d'hydrogène, le dioxyde de chlore et le chlore gazeux.

La réduction est utilisée comme un procédé d'élimination du mercure dans une solution, sous forme de mercure métallique, pour ensuite le sédimer, le filtrer ou le centrifuger, par exemple. Les agents réducteurs les plus courants sont les suivants : l'aluminium, le fer, le zinc, l'hydrazine, le chlorure stanneux et le borohydrure de sodium.

Le taux de décontamination est élevé dans les processus de réduction lorsque la concentration en mercure est relativement élevée (jusqu'à 2 g/l). Cependant, l'efficacité de la procédure diminue lorsque les niveaux de mercure sont faibles. Dans ce cas, un autre traitement est nécessaire.

#### **e) Autres**

D'autres méthodes de traitement des effluents contaminés par le mercure ont donné de bons résultats. Toutefois, un bon nombre d'entre eux sont encore au stade expérimental.

Exemples : la séparation membranaire (tels que l'ultrafiltration et l'osmose inverse), les traitements biologiques (des micro-organismes qui peuvent absorber le mercure ou le réduire), l'extraction de la membrane d'émulsion liquide, et la photocatalyse solaire avec du dioxyde de titane, entre autres.

#### **7.1.1.2 Traitement des déchets solides contaminés par le mercure (Source : EPA 2007)**

Les traitements des déchets solides contaminés par le mercure ont été classés en quatre catégories :

- a) les traitements thermiques (autoclavage ou grillage, entre autres)
- b) la solidification/stabilisation (y compris la fusion)
- c) la vitrification
- d) le lavage/l'extraction acide

##### **a. Les traitements thermiques**

La désorption thermique et l'autoclavage sont deux méthodes courantes pour le traitement thermique à grande échelle de déchets contaminés au mercure et pour le traitement des sols et les sédiments. Ces traitements volatilisent le mercure par transfert de chaleur à basse pression, transfert suivi d'une condensation sur une surface froide. Le mercure élémentaire qui est collecté de cette manière peut être réutilisé dans les processus ou stocké. Les effluents gazeux doivent être traités pour éviter les émissions de mercure ou d'autres composants.

###### **a.1 Cornue/grillage (Source : ITRC 1998)**

Les déchets pré-traités sont envoyés dans un désorbeur ou cornue où il est chauffé à basse pression pour volatiliser le mercure. Le chauffage peut être direct par contact avec des gaz

de combustion ou indirect à travers une paroi métallique (par exemple le chauffage électrique).

Quand les désorbeurs sont en exploitation, les déchets qui sont en eux s'agitent continuellement. Le mouvement augmente le transfert de chaleur et de masse, ce qui conduit à des taux d'évaporation élevés. En revanche, les déchets en cornue et dans les équipements de grillage sont statiques.

Les désorbeurs les plus courants sont des fours rotatifs directement chauffés et des systèmes de vis à chauffage indirect.

Les systèmes de chauffage direct nécessitent des volumes élevés de gaz de combustion lors d'un grand volume de déchets est traité. En conséquence, des systèmes de contrôle complexes sont nécessaires, et les émissions de gaz doivent être traitées. Dans ces cas, les coûts d'investissement et d'exploitation pourraient être beaucoup plus élevés que dans un système à chauffage indirect dans lequel les gaz de combustion ne sont pas mélangés avec les déchets dangereux.

#### a.2 Traitement par gaz

Les gaz provenant du système de cornue sont passés à travers des filtres en tissu pour enlever les particules. Par la suite, le gaz est refroidi dans un condenseur pour transformer le mercure gazeux en liquide. Le gaz est ensuite traité dans des systèmes de contrôle comprenant des filtres à charbon actif et des oxydants catalytiques pour capter toute fuite de vapeur de mercure et de matière organique volatile.

### **b. Solidification/Stabilisation**

La solidification et la stabilisation sont des processus physico-chimiques qui ont tendance à réduire la mobilité du mercure dans une certaine mesure en l'enfermant physiquement (solidification) ou en formant des liaisons chimiques avec lui (stabilisation). La fusion, c'est-à-dire, la formation d'un alliage solide ou semi-solide, de mercure et d'autres métaux, est une forme de solidification.

Il existe deux principaux procédés de solidification :

- macroencapsulation : le matériau qui piège le mercure est versé sur et autour de la masse de déchets.
- microencapsulation : les déchets sont mélangés avec le matériau qui piège le mercure avant que la solidification ne se produit.

#### b.1 Stabilisation par le soufre

Ce procédé consiste à transformer le mercure liquide en sulfure de mercure (HgS), la forme commune la plus insoluble dans la nature.

Il existe deux formes cristallines de sulfure de mercure : alpha HgS et bêta HgS, les deux sont pratiquement insolubles et ont une solubilité très semblable dans l'eau.

Si des déchets contiennent du mercure élémentaire, Hg est mélangé à S à température ambiante et on agite rapidement. L'énergie produite par le mélange est suffisante pour provoquer l'activation. Alternativement, la réaction peut être réalisée entre de la vapeur Hg et S à l'intérieur d'un mélangeur avec une atmosphère inerte, pour éviter la formation de HgO.

L'oxydation du mercure en HgO doit être évitée, car cette espèce est plus soluble que le soufre. Par conséquent, il est conseillé de travailler dans une atmosphère inerte et d'ajouter des antioxydants (Na<sub>2</sub>S).

#### b.2 Stabilisation soufre-polymère

Il s'agit d'une modification du procédé de soufre. Elle consiste à stabiliser le mercure par une réaction avec du soufre, et de continuer avec une solidification/microencapsulation dans une matrice de polymère.

Elle est réalisée en deux étapes :

1. Stabilisation : La réaction entre le mercure élémentaire et le ciment polymère-soufre (SPC pour "sulphur polymer cement", un mélange de 95% de soufre et de 5% de polycyclopentadiène).

2. Solidification (et microencapsulation) : Chauffage à 135°C.

Il y a plusieurs avantages à opter pour ce procédé : le produit obtenu est monolithique et a une faible surface spécifique. Par conséquent, il est moins volatil et le lessivage est moins probable.

### b.3 Amalgamation

Ce procédé consiste à former un alliage de mercure et d'autres métaux (amalgame). Plus la concentration en métal augmente, plus l'amalgame devient solide. Les métaux les plus fréquemment utilisés sont : le cuivre, le sélénium, le nickel, le zinc et l'étain.

Pour accélérer le processus, les métaux finement divisés sont ajoutés au mercure.

### b.4 Autres agents stabilisants - agents de solidification

D'autres substances utilisées comme ingrédients dans ces processus sont : le ciment, le polysulfure de calcium, le phosphate céramique lié chimiquement, les phosphates, le platine et les résines de polyester, entre autres.

Parmi les différentes matrices utilisées dans les processus de solidification, on peut distinguer celles qui nécessitent une stabilisation et ceux qui n'en ont pas besoin. La distinction est basée sur la résistance du matériau, pour faire en sorte que le mercure n'est pas libéré.

Tableau. Applicabilité des technologies de traitement du mercure<sup>a</sup>

Technologie	Sol <sup>b</sup>	Déchets <sup>c</sup>	Eau	
			Eaux souterraines et eaux de surface <sup>d</sup>	Eaux usées <sup>e</sup>
Solidification/Stabilisation	■	■		
Lavage des sols et extraction des acides	■	■		
Traitement thermique	■	■		
Vitrification	■	■		
Précipitation/Coprécipitation			■	■
Adsorption			■	■
Filtration membranaire				■
Traitement biologique				■

Source : Les sections 3.0 à 10.0 du rapport *Technologies de traitement du mercure dans les sols, les déchets et l'eau* (US Environmental Protection Agency. Bureau des assainissements et de l'innovation technologique. Washington [2007], DC 20460).

Remarques :

■ Indique que le traitement a été effectué à pleine échelle ou en tant que pilote.

<sup>a</sup> Médias indiqués ici seulement si des données spécifiques au projet sont disponibles. Certaines technologies peuvent s'appliquer à plus d'un type de média.

<sup>b</sup> Les sols incluent le sol, les débris, les boues, les sédiments et les autres milieux naturels en phase solide.

<sup>c</sup> Les déchets comprennent les déchets solides non dangereux et dangereux générés par l'industrie.

<sup>d</sup> Les eaux souterraines et de surface comprennent également les drainages miniers.

<sup>e</sup> Les eaux usées comprennent les eaux usées industrielles et les lixiviats dangereux.

## 7.2 Les mesures de sécurité. Prévention des risques professionnels lors de travaux de nettoyage

Les tâches d'assainissement peuvent conduire à une exposition au mercure et donc à tous les risques que cela comporte, en plus de tous les risques habituels liés à l'activité elle-même. Pour éviter les risques, il est essentiel de connaître les niveaux de mercure auxquels les travailleurs sont exposés.

La surveillance environnementale de la concentration d'une toxine dans l'air est le principal instrument de la prévention des risques professionnels liés à la santé en général, et notamment lorsqu'il est question de mercure. Il existe deux formes de surveillance de l'environnement. **La première** implique l'échantillonnage de l'air dans une zone de travail. **La seconde** met l'accent sur le personnel et implique un échantillonnage du niveau d'exposition des travailleurs au cours de leur journée de travail, puisque le personnel se déplace normalement d'un endroit à un autre au cours de la journée.

Un autre contrôle, pour chaque travailleur exposé individuellement, est appelé "surveillance biologique". Cette procédure propre au domaine de la santé au travail mesure une toxine potentielle (dans ce cas, le mercure), ses métabolites ou son effet indésirable chimique dans un échantillon biologique, afin d'évaluer l'exposition individuelle. Ces mesures agissent comme des indicateurs biologiques d'exposition ou des biomarqueurs. La surveillance biologique mesure la quantité de l'agent qui a été absorbé, quelle que soit la voie. Il prend en compte les voies d'élimination, la toxicocinétique et la toxicodynamique de la substance correspondante. Comme mesure préventive, la surveillance biologique doit être effectuée régulièrement et de manière répétée, mais ne devrait pas être confondue avec des procédures de diagnostic des maladies professionnelles.

Les valeurs limites d'exposition dans un environnement quotidien pour le mercure et les composés inorganiques bivalents du mercure, y compris l'oxyde de mercure et le chlorure de mercure (mesurées dans le mercure), est de  $0,02\text{mg}/\text{m}^3$ , mesurées ou calculées pour une période de référence de 8 h. Ces valeurs sont conformes à la directive 2009/161/UE de la Commission établissant une troisième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle.

Il existe plusieurs procédures pour la détermination de la présence environnementale du mercure. Les systèmes actifs et passifs peuvent être utilisés. Le choix du système dépendra du type d'évaluation qui est nécessaire, des conditions instrumentales et des techniques disponibles, ainsi que de la forme du contaminant. Les dispositifs pour effectuer des mesures directes peuvent être utilisés pour mesurer une concentration spécifique.

La méthode la plus courante consiste à piéger le mercure sous forme de vapeur. Ceci est habituellement réalisé par l'utilisation de tubes d'adsorbants (hopcalite, bioxyde de manganèse et charbon actif, entre autres) ou de moniteurs passifs (par exemple, des

plaques d'or et d'argent) qui fusionnent le mercure. Lorsque le mercure est piégé dans les tubes adsorbants, la quantité est généralement déterminée par la spectrophotométrie d'absorption atomique. Si des moniteurs passifs ont été utilisés, les variations de la conductivité électrique sont généralement mesurées. Si le mercure est sous forme de particules (poudre), il est piégé dans les filtres et analysé par spectrophotométrie d'absorption atomique. Les techniques électrochimiques, telles que la polarographie et la potentiométrie, peuvent également être utilisées pour la détermination analytique.

Les indicateurs biologiques peuvent être établis pour le mercure élémentaire et les composés inorganiques. Ce sont des paramètres appropriés dans les milieux biologiques pour un travailleur (urine et sang), et peuvent être mesurés à un moment précis.

La valeur limite biologique pour le mercure inorganique dans l'urine peut être fixée à 35 µg/g de créatine avant la journée de travail, soit après 16 heures sans exposition. La valeur limite pour le mercure inorganique dans le sang peut être fixée à 15 µg/g à la fin de la semaine de travail, soit après 4 ou 5 jours consécutifs d'exposition au travail. Ces valeurs sont conformes aux limites d'exposition professionnelle à des agents chimiques en Espagne (Institut national de la sécurité et de l'hygiène au travail, 2012).

Des mesures préventives peuvent réduire les niveaux d'exposition des travailleurs. Il s'agit notamment de systèmes de ventilation qui augmentent le renouvellement de l'air dans les espaces de travail. L'air pur est amené dans la zone de travail et l'air vicié est extrait afin de le traiter dans des filtres à charbon actif. En outre, des vêtements de protection peuvent être portés, comme des masques (bouche-nez) à filtres P3 Hg, conformes aux normes européennes de protection respiratoire (EN 141: 2000).

### **7.3 Surveillance de l'environnement nécessaire au cours de travaux d'assainissement**

Les projets de restauration environnementale des sites contaminés par le mercure devraient inclure un plan de surveillance environnementale (PSE), en plus des activités d'assainissement elles-mêmes.

Le but des PSE est de déterminer et d'évaluer l'impact environnemental ou les dommages à la zone autour du site contaminé à assainir, à toutes les étapes des travaux d'assainissement. Ainsi, le PSE décrira les mesures appropriées pour atténuer ou éviter les effets négatifs de l'activité d'assainissement sur l'environnement. Les mesures seront applicables à l'emplacement de l'activité d'assainissement, sur les procédures d'assainissement, la purification et les mécanismes généraux de protection de l'environnement.

Le PSE des activités d'assainissement d'un site contaminé par le mercure va définir les activités de surveillance et de mesure. Les mesures seront divisées en deux groupes :

1. Celles faites lors de la mise en œuvre des travaux d'assainissement.
2. Celles faites après les travaux d'assainissement ou des activités de surveillance.



Dans ces deux groupes, un accent particulier sera mis sur :

- la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines.
- les émissions de particules et de gaz qui affectent la qualité de vie des habitants de la région.

En outre, les activités de restauration seront contrôlées par des moyens de contrôle topographique et un relevé photographique. Les données météorologiques seront également recueillies.

Le PSE établira la méthode des actions d'assainissement de suivi : le type de rapports nécessaires, le contenu des rapports, leur fréquence, et quand ils seront publiés dans le cadre du projet d'assainissement.

Le contrôle de la qualité des travaux d'assainissement et des aspects environnementaux significatifs qui ont été identifiés pour le projet (dans les phases de conception, d'implémentation et de maintenance) sera réalisé selon les lignes directrices établies dans le plan de surveillance de l'environnement.

Le tableau ci-dessous montre quelques-uns des principaux aspects à inclure dans un PSE pour un projet d'assainissement d'un site contaminé par le mercure, lors de la mise en œuvre des travaux d'assainissement.

PLAN DE SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT POUR UN PROJET D'ASSAINISSEMENT SUR UN SITE CONTAMINÉ PAR LE MERCURE			
MÉDIUM SURVEILLÉ	FRÉQUENCE DE PRÉLÈVEMENT	EMPLACEMENT	PARAMÈTRES
Eaux de surface	Mensuel	Eau en amont des environs immédiats du site à assainir	Température pH Conductivité Oxygène dissous Potentiel d'oxydo-réduction (Eh) Nitrites DCO Ammoniac Mercure et autres métaux lourds
		Eau en aval des environs immédiats du site à assainir	
	Trimestriel	Eau en amont de la zone proche du site à réhabiliter	Mercure et autres métaux lourds
		Eau en aval de la zone proche du site à réhabiliter	Mercure et autres métaux lourds
	Semestriel	Eau en amont d'une zone loin du site à assainir	Température pH Conductivité et mercure
		Eau en aval d'une zone loin du site à assainir	
Eaux souterraines	Mensuel	Forage autour du site	Mercure
	Semestriel		

#### 7.4 Suivi et contrôle des résultats attendus et des activités mises en œuvre

Une fois l'option de l'assainissement choisie, un plan de surveillance doit être conçu, réalisé et exécuté. Ce plan permettra de déterminer les dates et lieux où la surveillance sera effectuée pour évaluer l'état d'avancement des actions d'assainissement et confirmer que les objectifs ont été atteints et que le site ne représente pas un risque pour la santé humaine ou l'environnement.

La conception et la mise en œuvre d'un plan de surveillance (PS) est très spécifique au type d'assainissement effectué et au site contaminé. Le suivi doit être associé à une évaluation des indicateurs, afin de vérifier si des progrès ont été accomplis dans les diverses activités qui font partie du système ou d'un projet en cours d'évaluation.

L'objectif des indicateurs de surveillance et de contrôle de base devrait être de vérifier que :

- Les processus sur le site contaminé qui a été remis en état sont effectués conformément au plan.
- Les systèmes de protection de l'environnement fonctionnent exactement comme indiqué dans le projet d'assainissement.
- Conformité aux conditions d'utilisation autorisées du site contaminé.

Les indicateurs suivants doivent au moins être évalués au cours de la période fixée par l'autorité compétente :

Données météorologiques. Il est essentiel d'établir des données météorologiques qui soient collectées sur le site :

- Volume des précipitations (valeurs quotidiennes et mensuelles)
- Température minimum et maximum (moyenne mensuelle)
- Direction et force du vent dominant
- Évaporation (valeurs quotidiennes et mensuelles)
- Humidité de l'air (moyenne mensuelle)

Les données d'émission:

- Surveillance des eaux de surface à des points représentatifs. Pour la surveillance des eaux de surface, **il convient de procéder à deux points ou plus**, y compris l'eau en amont et en aval du site.  
Des échantillons seront prélevés à différentes saisons, de préférence tous les six mois. Les paramètres varient selon les caractéristiques du site à assainir. En cas de contamination au mercure, les paramètres devraient inclure la concentration du mercure et d'autres métaux lourds, les anions, le Ph, la conductivité, etc.
- Surveillance des eaux souterraines. Ceci sera réalisé à un point ou plus, situé en amont de l'entrée du site, en fonction de la direction d'écoulement des eaux souterraines, et à deux points situés en aval de la sortie du site.  
Le nombre de points de surveillance pourrait être augmenté sur la base d'une étude hydrogéologique de la région.  
La fréquence d'échantillonnage sera spécifique à chaque lieu et sera déterminée sur la base de la connaissance et de l'évaluation de la vitesse d'écoulement des eaux souterraines. Les paramètres recommandés comprennent le pH, la conductivité, les métaux lourds et les anions.
- Surveillance des émissions de vapeur de mercure et des particules contenant du mercure. Un réseau de surveillance doit être établi à l'intérieur et à l'extérieur du site à assainir, afin de déterminer les concentrations de mercure dans l'environnement, et vérifier ainsi l'efficacité des actions correctives.

La durée du PS et la fréquence d'échantillonnage et de collecte des données dépendent généralement de l'autorité environnementale.

Le tableau ci-dessous montre quelques-uns des principaux aspects à inclure dans un PSE pour un projet d'assainissement d'un site contaminé par le mercure, lors de la mise en œuvre des travaux d'assainissement.

PLAN DE SURVEILLANCE			
MEDIUM SURVEILLÉ	FRÉQUENCE DE SURVEILLANCE	EMPLACEMENT	PARAMÈTRES DE SURVEILLANCE
Eaux de surface	Mensuel, les deux premières années	Eau en amont des environs immédiats du site à assainir	Température pH Conductivité Oxygène dissous Potentiel d'oxydoréduction (Eh) Nitrites DCO Ammoniac Mercure
		Eau en aval des environs immédiats du site à assainir	
	Semestriel, les années restantes	Eau en amont de la zone proche du site à réhabiliter	Température pH Conductivité Métaux lourds : mercure
		Eau en aval de la zone proche du site à réhabiliter	Température pH Conductivité Métaux lourds : mercure
	Annuel	Eau en amont d'une zone loin du site à assainir	Température pH Conductivité Mercure
		Eau en aval d'une zone loin du site à assainir	
Eaux souterraines	Mensuel, les 2 premières années	Forage autour du site à assainir	Mercure
	Semestriel, les années restantes	Forage autour du site à assainir	Mercure
	Annuel	Puits et sources autour du site à assainir	pH, conductivité, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mercure
Surveillance des données météorologiques	Mensuel	Site et environs	Direction, vitesse et fréquence des vents dominants
Surveillance du niveau de mercure dans l'air	Mensuel, les 2 premières années Trimestriel, les années restantes	Site et environs	Niveau de mercure dans l'air
Surveillance du niveau de mercure dans les matières en suspension	Mensuel, les 2 premières années Trimestriel, les années restantes	Site et environs	Niveau de mercure dans les particules en suspension