

## Le mercure dans l'environnement

### Fiche info

Le mercure est un élément chimique naturellement présent dans l'environnement. Les composés mercuriels sont très toxiques pour tous les organismes vivants dont l'Homme et en particulier pour l'enfant *in utero* et en bas âge. Dans la nature, le mercure est présent sous différentes formes dont la plus dangereuse est le méthylmercure. Ce produit de l'activité microbienne s'accumule dans la chaîne alimentaire et sa concentration est maximale dans les poissons ; c'est à travers leur consommation que la plupart des être humains se contaminent. En Suisse, l'utilisation, l'émission et la commercialisation des produits contenant du mercure sont sévèrement réglementées par plusieurs ordonnances [1, 2]. Dans l'Union européenne, le mercure et les composés du mercure figurent sur la liste des substances prioritaires de la directive cadre sur l'eau et doivent donc faire l'objet d'une surveillance et de mesures de limitation. Au niveau international, la Suisse a ratifié la convention de Minamata [3] qui vise à limiter les rejets humains de mercure afin de protéger la santé humaine et l'environnement. La convention de Minamata sur le mercure est entrée en vigueur le 16 août 2017 et la première conférence des parties à la convention (COP1) a eu lieu en septembre 2017 à Genève [4].

### Utilisations et émissions

Le mercure est utilisé comme pesticide et désinfectant et intervient dans les instruments de mesure (thermomètres), les piles électriques, les amalgames dentaires et divers processus industriels. Il est encore très employé dans de nombreux

pays, notamment dans les mines d'or artisanales et de petite taille (exploitation minière artisanale et à petite échelle EMAPE). Au niveau planétaire, les émissions anthropiques dans l'atmosphère sont estimées à 1670 t/an. Elles proviennent principalement de la production d'électricité à partir de combustibles fossiles – en général du charbon – et, dans une moindre mesure, de l'extraction des métaux et de processus industriels comme la production de ciment. Les émissions naturelles s'élèvent à 500-900 t/an [5] et proviennent de l'activité géologique de la Terre (volcans) et d'émanations à partir de zones naturellement riches en mercure.

Selon l'Office fédéral de l'environnement, la Suisse émet chaque année 660 kg de mercure dans l'atmosphère et 70 kg dans le milieu aquatique ([6], données de 2015). Ces émissions atmosphériques proviennent principalement de l'utilisation des combustibles fossiles et de l'incinération des déchets (44 %), des combustions industrielles dans les cimenteries, principalement, (27 %) et des processus industriels (12 %). On estime que 15 % du mercure rejeté dans les eaux de surface provient de sources ponctuelles comme les stations d'épuration et les sites industriels et 85 % de pollutions diffuses à travers, notamment, les dépôts atmosphériques et l'érosion des sols. Les rejets de mercure dans l'environnement suisse ont fortement baissé entre 1985 et 2003 (de près de 85 %) et se sont stabilisés depuis [7].

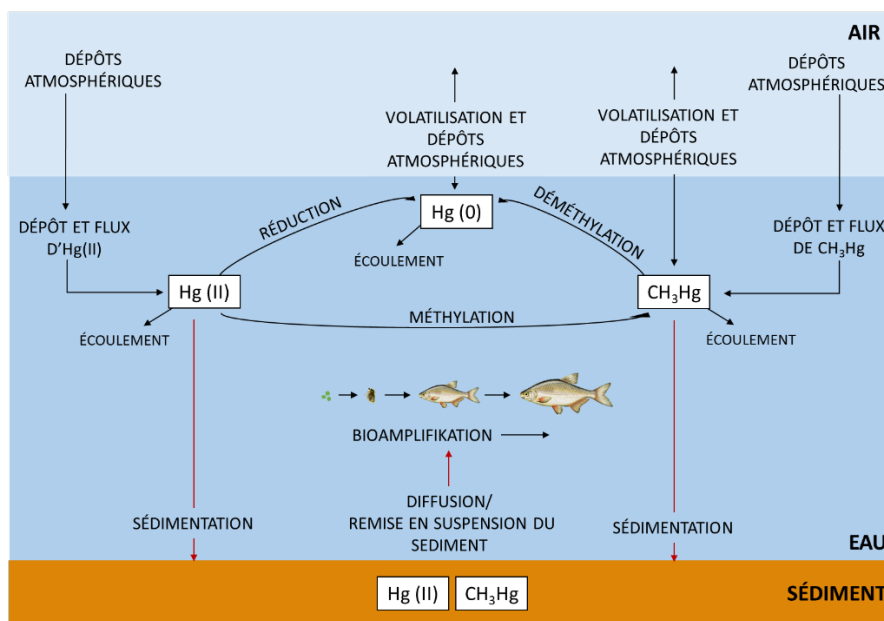


Fig. 1 : Cycle du mercure dans le milieu aquatique. D'après « Mercury pollution: Integration and Synthesis. Lewis Publishers, CRC Press », modifié.

## Le mercure dans l'environnement

Dans la nature, le mercure est présent dans certaines roches magmatiques ainsi que dans le pétrole brut, le charbon et le schiste. On recense plus d'une douzaine de composés minéraux mercuriels mais peu d'entre eux sont courants. Le plus fréquent est le cinabre ou sulfure de mercure qui en contient 86 % en masse. Dans l'environnement, le mercure se présente sous **trois formes** (Fig. 1). (1) Sous forme élémentaire  $Hg(0)$ . Le mercure est le seul métal à être liquide à température et pression ambiantes. Sous forme gazeuse, le mercure élémentaire est la forme dominante dans l'atmosphère où il peut être transporté sur de grandes distances. Le mercure est assez peu soluble dans l'eau ; la forme élémentaire est minoritaire dans le sédiment où elle n'est pas directement bio-disponible. (2) Sous forme inorganique ( $Hg^{2+}$ , en général). Extrêmement réactif,  $Hg^{2+}$  se complexifie avec les chlorures et ligands organiques et s'adsorbe sur les particules solides.  $Hg^{2+}$  est la forme dominante dans les sédiments contaminés. (3) Sous forme organique – dans laquelle le mercure est lié à un atome de carbone. Très solubles dans les graisses, les composés organiques du mercure sont facilement absorbés par les organismes. Ils présentent une forte capacité de bioaccumulation et de bioamplification (c'est-à-dire que leur concentration augmente à chaque étape de la chaîne alimentaire). Le principal composé organique mercuriel est le méthylmercure, qui se forme en milieu aqueux sous l'effet de l'activité microbienne.

Les rejets de mercure dans le milieu aquatique résultent principalement de dépôts atmosphériques mais peuvent également provenir du lessivage des sols et des roches. Les concentrations environnementales de mercure peuvent fortement varier selon la nature géologique du sous-sol. Dans les eaux de surface, les concentrations naturelles de fond sont en général inférieures à 1,1  $\mu g/l$ . Des teneurs plus élevées peuvent être rencontrées dans les eaux souterraines, les sources chaudes et les fumerolles. En raison de sa forte affinité pour les ligands organiques qui s'associent aux particules solides, le mercure tend à s'adsorber à la surface de différents matériaux. De ce fait, les particules en suspension dans l'eau et les sédiments présentent de plus fortes concentrations de mercure que l'eau environnante [9]. Les teneurs mesurées dans les sédiments peuvent ainsi atteindre plusieurs centaines à plusieurs milliers de  $\mu g/l$  en aval de dépôts de minerai mercurifère ou de rejets d'effluents industriels chargés en mercure. C'est sous forme inorganique que le mercure est majoritairement présent dans les sédiments bien que les bactéries en méthylent une petite partie. Un kilo de sol renferme en moyenne près de 100  $\mu g$  de mercure. Les sols agricoles, forestiers et prairiaux de Suisse en contiennent de 30 à 290  $\mu g/kg$ . Ces concentrations sont plus élevées en milieu urbain : en 2008, des teneurs de 220  $\mu g/kg$  et de 390  $\mu g/kg$  ont ainsi été respectivement mesurées dans les sols de Winterthur et de Lugano [8].

## Toxicité et bioaccumulation

Comme beaucoup de polluants, le mercure est bioaccumulable : étant plus rapidement absorbé qu'éliminé par les êtres vivants, il s'accumule dans leur organisme avec le temps.

Mais de fortes différences existent : la concentration de mercure peut varier d'un facteur 5 à 10 dans les organismes aquatiques vivant dans un même milieu, les moules étant les invertébrés qui l'accumulent le plus « efficacement ». La transformation du mercure inorganique en méthylmercure par les bactéries en milieu marin ou dulçaquicole est un phénomène important pour deux raisons : (1) le méthylmercure est beaucoup plus toxique que le mercure inorganique et (2) il faut beaucoup plus de temps à l'organisme pour éliminer le méthylmercure que pour évacuer la forme non méthylée. Du fait de la bioamplification, les concentrations de mercure dans les tissus sont maximales chez les poissons et les prédateurs en bout de chaîne alimentaire comme les oiseaux et les mammifères. La teneur de la chair des poissons en méthylmercure peut ainsi être supérieure de six ordres de grandeur à celle de l'eau environnante [10]. La principale voie de contamination de l'Homme par le mercure est la consommation de poissons et fruits de mer. Le corps humain est en mesure d'éliminer la moitié de sa charge en mercure en l'espace de 70 jours s'il n'absorbe pas de mercure supplémentaire [11]. Des effets toxiques peuvent cependant se manifester en cas d'exposition continue et d'accumulation dans les tissus.

Le mercure est neurotoxique. L'Organisation mondiale de la santé le classe parmi les dix substances chimiques les plus problématiques pour la santé humaine. L'exposition aux formes solubles telles que le chlorure de mercure ou le méthylmercure, l'inhalation de vapeurs de mercure et l'ingestion de mercure, sous quelque forme que ce soit, conduisent à une intoxication. La sévérité des effets sur la santé dépend d'un certain nombre de facteurs tels que la forme de mercure incriminée, l'intensité (quantité, durée) et la voie d'exposition (inhalation, ingestion, contact cutané), l'âge et l'état de santé général de la personne exposée (la vulnérabilité étant maximale au stade fœtal). Une exposition au mercure métallique peut survenir lorsque celui-ci est mis au contact de l'air. Les vapeurs de mercure dues au chauffage de ce métal dans l'extraction de l'or sont particulièrement dangereuses.

Le cas le plus connu d'intoxication au mercure est la catastrophe de Minamata qui s'est produite au Japon de 1932 à 1968. Une usine pétrochimique déversait dans la baie des déchets fortement concentrés en méthylmercure et la population riveraine a longtemps consommé les poissons et crustacés locaux sans que personne ne soupçonne leur contamination au mercure. Plus de 50 000 personnes ont été intoxiquées et la maladie de Minamata a été diagnostiquée chez plus de 2000 d'entre elles, se manifestant par des lésions cérébrales, des paralysies, des propos incohérents et des délires [12].

Dans l'Union européenne, la directive cadre sur l'eau (DCE) a fixé pour les eaux superficielles une norme de qualité environnementale de 0,07  $\mu g/l$  pour les expositions de courte durée (NQE-CMA) et de 0,05  $\mu g/l$  pour les expositions chroniques (NQE-MA). Les différents états peuvent définir des normes de qualité environnementale pour le biote dans la mesure où elles répondent au moins au même niveau d'exigence. La DCE a fixé pour les poissons une teneur maximale

de mercure de 20 µg/kg de poids frais afin de protéger les prédateurs d'un empoisonnement secondaire. La limite fixée pour la consommation humaine est de 500-1000 µg/kg de poids frais. Les teneurs relevées dans les poissons dans les programmes de surveillance menés dans toute l'Europe entre 2007 et 2013 étaient de 15,9 à 251 µg/kg de poids frais.

### **La convention de Minamata sur le mercure**

En 2003, le conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) a estimé que les preuves d'une action globale néfaste et significative du mercure et de ses composés étaient suffisantes pour justifier la prise de mesures au niveau international afin de réduire les risques pour la santé humaine et l'environnement [3]. Étant donné que le mercure est transporté vers tous les points de la planète, il était important de prendre des mesures globales. Les gouvernements ont été priés de définir des objectifs, avec le soutien du PNUE, afin de réduire les émissions. En 2009, le Conseil d'administration du PNUE a adopté la convention de Minamata sur le mercure. Elle a aujourd'hui été signée par 128 pays et 86 parties et est entrée en vigueur le 16 août 2017 [13].

L'objectif de la convention est de protéger la santé humaine et l'environnement contre les émissions et rejets anthropiques de mercure et de composés du mercure. Elle interdit la création de nouvelles mines de mercure et fixe des dates d'arrêt de l'exploitation des mines existantes. Elle comprend des mesures sur le contrôle de l'approvisionnement en mercure et de son commerce ainsi que sur la réduction et l'arrêt progressif, d'ici à 2020, de l'utilisation du mercure dans certains procédés industriels et produits tels que les lampes, les piles et les appareils de mesure. Elle comporte également des mesures concernant l'entreposage du mercure, la gestion des déchets en contenant et la gestion des sites contaminés. Les Parties sont tenues de prendre des mesures pour contrôler les émissions atmosphériques (à partir des centrales à charbon ou des incinérateurs d'ordures ménagères, par exemple) et de réguler le secteur informel de l'EMAPE. Par ailleurs, une réduction des utilisations dans les amalgames dentaires est visée. La convention de Minamata insiste sur la nécessité d'une surveillance représentative des teneurs en mercure et en composés du mercure dans les populations vulnérables et éléments naturels tels que les poissons, les mammifères marins, les tortues de mer et les oiseaux de même que de l'évaluation de l'impact du mercure et des composés du mercure sur la santé humaine et l'environnement.

### **Que fait la Suisse dans le contexte de la convention de Minamata ?**

La Suisse a ratifié la convention de Minamata le 26 mai 2016. Ses lois relatives à la protection des eaux et de l'environnement et à l'utilisation des produits chimiques garantissent déjà le respect de la plupart des exigences de la convention. Ainsi, l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim) a déjà restreint ou interdit la mise sur le marché et l'utilisation des produits contenant ou employant du mercure tels que les thermomètres et autres instruments de mesure, les amalgames dentaires, les

produits phytosanitaires, les produits biocides, les peintures et les vernis. L'ordonnance interdit de même d'employer du mercure, des composés du mercure et des préparations en contenant en tant que matières auxiliaires pour les synthèses chimiques à l'échelle industrielle [1]. De son côté, l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) définit des exigences de qualité de l'eau et fixe les concentrations maximales de mercure autorisées dans les effluents déversés dans le milieu aquatique ou les égouts publics en provenance de certaines industries comme l'industrie chimique, le traitement de surface ou la galvanisation ainsi que d'entreprises d'approvisionnement et d'élimination comme les incinérateurs d'ordures ménagères ou les installations de traitement des déchets contenant du mercure [2]. L'OEaux fixe à 0,03 µg/l Hg (total) et 0,01 µg/l Hg (dissous) la concentration ne devant pas être dépassée dans les eaux de surface pour que l'environnement et les organismes aquatiques ne subissent pas de dommages. L'ordonnance sur les sites contaminés (OSites), qui vise à garantir que les sites pollués soient assainis lorsqu'ils causent ou risquent de causer des atteintes à l'environnement, règle les modalités de recensement, de surveillance et d'assainissement de ces sites. En vue de l'atteinte de l'objectif général de la convention de Minamata, des mesures supplémentaires sont en vigueur depuis le 31 décembre 2017. Elles comprennent notamment l'interdiction du mercure élémentaire pour l'électrolyse chlore-alcali et l'interdiction du mercure, des composés du mercure et des préparations en contenant en tant que matières auxiliaires pour les synthèses chimiques à l'échelle industrielle lorsqu'il est techniquement possible d'utiliser des alternatives sans mercure.

### **Screening du mercure dans les STEP suisses**

D'après une étude menée en 2014, 34 % des 9 kg de mercure rejetés annuellement par la Suisse dans les eaux de surface proviennent des stations d'épuration (STEP), les 64 % restants ayant une origine industrielle. Les STEP ont donc un rôle important à jouer dans la réduction de la pollution des eaux superficielles. Toutefois, on en sait assez peu sur la présence et le devenir du mercure à leur niveau. Pour combler cette lacune, l'OFEV a lancé un projet en 2017 avec l'Eawag et d'autres partenaires afin de suivre les concentrations de mercure dans les boues d'épuration de 25 stations suisses. L'objectif est de quantifier les flux de mercure dus aux eaux usées et de les coupler avec les données géographiques sur les bassins versants pour identifier les points critiques d'émission en Suisse. Le projet prévoit par ailleurs de déterminer l'efficacité de l'élimination du mercure dans les traitements d'épuration à partir de bilans de masse. Différents composés et complexes organiques et inorganiques du mercure, présentant différents comportements physico-chimiques et différentes toxicités, peuvent aboutir dans les stations d'épuration. En déterminant la spéciation chimique du mercure, il est possible d'évaluer la mobilité des composés mercuriels dans les eaux usées et d'apprécier le risque d'une éventuelle remobilisation pendant les traitements d'épuration. Contact : Michael Berg [m.berg@eawag.ch](mailto:m.berg@eawag.ch).

### **Pollution au mercure du Grossgrundkanal**

En 2010/2011, une contamination des sols au mercure a été constatée à plusieurs endroits entre Viège et Nidergesteln.

L'enquête historique révéla que l'entreprise Lonza, active dans le domaine de l'industrie chimique et pharmaceutique, avait déversé entre 50 et 60 tonnes de mercure dans le Grossgrundkanal entre les années 1930 et 1970. Le canal ayant été régulièrement curé pour son entretien, les sédiments ont été épanchés dans les champs et jardins de la région ou utilisés comme remblais jusqu'au début des années 1990. Jusqu'à présent, le mercure a été détecté dans les re-

jets communaux, les sédiments du canal et les sols de certaines zones agricoles et résidentielles. Plusieurs études ont été réalisées afin de définir des solutions adaptées pour une gestion écologiquement viable des terrains pollués. L'assainissement des sols a débuté en 2017 ; les parcelles habitées sont traitées en priorité, suivies par les terres agricoles puis les sédiments. Contact : Yves Degoumois, [yves.degoumois@admin.vs.ch](mailto:yves.degoumois@admin.vs.ch)

## Références bibliographiques

### Synthèse utile

Tackling mercury pollution in the EU and worldwide [http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/tackling\\_mercury\\_pollution\\_EU\\_and\\_worldwide\\_IR15\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/tackling_mercury_pollution_EU_and_worldwide_IR15_en.pdf), EC, Science for Environment Policy, In-Depth Report 15, November 2017

### Liens

[1] Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20021520/index.html>

[2] Ordonnance sur la protection des eaux <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19983281/index.html>

[3] Convention de Minamata sur le mercure <http://www.mercuryconvention.org>

[4] <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/affaires-internationales/dossiers/lutte-contre-le-mercure.html>

[5] Voir l'appréciation du PNUE sur le mercure (<http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7984>) ; actualisation prochaine (voir : <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/21553> [tech background doc])

[6] Ritscher, A., von Arx, U., Bouchex-Bellomie, H., Buser, A. (2018) Mercure - utilisation, élimination et rejet dans l'environnement. Aperçu de la situation en Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne. État de l'environnement n° 1832 <http://www.bafu.admin.ch/uz-1832-f>

[7] Office fédéral de l'environnement, glossaire des polluants <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/produits-chimiques/glossaire-des-polluants/mercure.html>

[8] Reiser, R., Meuli, R. (2013) Mercure dans les sols : établissement d'un seuil d'investigation selon l'OSol en cas d'utilisation du sol avec risques par ingestion. Rapport sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV)

[9] La meilleure des estimations indique que, dans les zones contaminées, les teneurs en mercure sont de 5 à 25 fois plus élevées dans les particules que dans l'eau environnante. US Geological Survey (1970) Mercury in the Environment. Geological survey professional paper 713 (<https://pubs.usgs.gov/pp/0713/report.pdf>)

[10] Luoma, S., Rainbow, P. (2008) Metal contamination in aquatic environments: science and lateral management. Cambridge University Press, New York, U.S.A.

[11] Krabbenhoft, D.P., Rickert, D.A. (1995) Mercury contamination of aquatic ecosystems. US Geological Survey. Fact Sheet FS-216-95.

[12] Fiche de l'Organisation mondiale de la santé <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>

[13] <http://www.mercuryconvention.org/Countries/tabid/3428/language/en-US/Default.aspx>, Zugriff le 1/19/2018.

[14] Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués (Ordonnance sur les sites contaminés) <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19983151/index.html>

### Personne à contacter

Dr Carmen Casado-Martinez, tel +41 21 693 0896, [Carmen.casado@centrecotox.ch](mailto:Carmen.casado@centrecotox.ch)

Carmen Casado, Anke Schäfer, janvier 2019