

MERCURE 2024

Matières premières

La teneur moyenne de l'écorce terrestre est de 0,05 ppm.

Minerai : le principal minerai est le cinabre, sulfure de mercure, HgS. Les minerais exploités contiennent de 0,5 à 5 % de Hg.

Par ailleurs, du mercure est souvent présent dans les gisements de [zinc](#), [plomb](#), [cuivre](#), [argent](#) et [or](#).

Le district minier d'Almadén, situé près de Ciudad Real, en Espagne, est la plus grande concentration de mercure du monde. Exploité sans interruption depuis la Préhistoire, il a produit plus de 9 millions de potiches (soit plus de 300 000 t métal), ce qui représente un tiers de la production de la planète. La teneur en mercure était de 20 à 30 % à la fin du XIX^{ème} siècle, elle est de moins de 2 % actuellement. En 2003, l'exploitation minière a été fermée. Les mines ont en stock des quantités importantes de mercure et pourraient servir de lieu de stockage pour le mercure récupéré.

Principales mines de mercure dans le monde, avec la production totale, jusqu'en 2005. Ces mines ont toutes fermé.

en tonnes			
Almadén (Espagne)	313 087	New Almadén (États-Unis)	37 950
Idria (Slovénie)	147 000	Nikitovka (Ukraine)	30 015
Monte Amiata (Italie)	69 000	New Idria (États-Unis)	20 700
Huancavelica (Pérou)	51 750	Mc Dermitt (États-Unis)	13 800

Source : Ecomines, avril 2005.

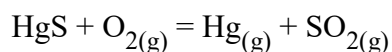
La mine Mc Dermitt, dans le Nevada, aux États-Unis, est la dernière mine ayant été en activité dans ce pays. Elle a fermé en 1992.

Situation française : il n'y a pas de mine présentant un intérêt économique. Seul un gisement, situé à La Chapelle en Juger (50), a été exploité entre 1730 et 1742 pour fournir environ 2 t de mercure.

Minéralurgie : la concentration du minerai est principalement effectuée par flottation.

Métallurgie

Exclusivement par pyrométallurgie avec le grillage du minerai, à l'air, vers 700°C :



Par exemple à Almadén, le gaz de grillage qui contenait de 3,7 à 4,5 g de Hg/m³ circulait dans des batteries de tubes refroidis à l'[eau](#) afin de condenser le mercure recueilli dans des « suies » ayant la composition moyenne suivante : Hg : 79 %, eau : 15 %, HgS : 1 %, HgO : 0,1 % avec 4,9 % de poussières diverses. Les suies étaient traitées par divers procédés : amalgamation avec de l'[aluminium](#), entraînement à la vapeur...

Le mercure est purifié par distillation sous vide. Le lavage avec de l'[acide nitrique](#) est proscrit car il entraîne une pollution des effluents qui sont le plus souvent rejetés.

Productions

Production minière de mercure, en 2024 : monde : 1200 t.

en tonnes			
Chine	1 000	Norvège	20

Tadjikistan	100	Kirghizistan	6
Pérou (exportations)	30	Maroc	2

Source : USGS

La production du Pérou provient de l'extraction de minerais de cuivre, d'argent ou d'or. Aux États-Unis, une production non quantifiée provient des mines d'or et d'argent du Nevada.

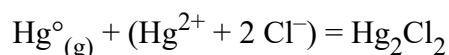
Le maximum de la production mondiale a été atteint en 1970, avec 10 000 t.

Conditionnement : en potiches de 34,5 kg net.

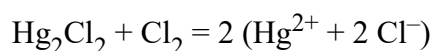
Récupération du mercure lors de diverses métallurgies : le mercure est parfois associé à divers minerais sulfurés, par exemple la [blende](#) (les concentrés de zinc contiennent de 5 à 350 ppm de Hg). De même, le mercure est souvent présent dans les gisements d'[or](#) et d'[argent](#).

Métallurgie de l'or et de l'argent : lors du [traitement du minerai par cyanuration](#), le mercure se comporte comme l'or et l'argent et se retrouve, après électrolyse, avec ces éléments, sur la cathode (voir le chapitre consacré à l'[or](#)). Avant fusion de la cathode et obtention du « doré », le mercure est éliminé et récupéré par distillation puis condensation dans des retortes maintenues sous vide.

[Métallurgie du zinc](#) : lors du grillage des concentrés miniers (voir le chapitre consacré au [zinc](#)), le mercure se retrouve à l'état de vapeur avec le [dioxyde de soufre](#). Afin d'éliminer le mercure, le procédé Norzink est le plus employé. Il consiste à fixer le mercure dans une solution de chlorure mercurique selon la réaction :



Une partie du chlorure mercurieux est oxydé par le [dichlore](#) afin de régénérer, en solution aqueuse, le chlorure mercurique, selon la réaction :



Après traitement, le gaz contient moins de 0,05 mg de Hg/m³. Le mercure peut être récupéré par électrolyse de la solution de chlorure mercurique. Le mercure ainsi récupéré représente plusieurs centaines de tonnes par an dans le monde.

D'autres procédés de récupération du mercure sont employés. Ils consistent à traiter les gaz issus du grillage par :

- l'[acide sulfurique](#) concentré pour donner un précipité de sulfate mercurieux,
- l'acide sulfurique, en présence de thiocyanate de sodium et de [charbon actif](#) pour donner un précipité de sulfure de mercure.

Recyclage – stockage

Actuellement, le mercure contenu dans divers déchets est récupéré mais plutôt stocké que recyclé.

En France, la société [META Régénération](#), société du groupe [Aurea](#), à Château-Arnoux-Saint-Auban (04), récupère le mercure des déchets industriels et domestiques (thermomètres, amalgames dentaires...) et traite les sols pollués au mercure.

En France, Euro Dieuze Industries ([SARPI](#), groupe Veolia), à Dieuze (57) a une capacité annuelle traitement de 3 000 t de piles. Le traitement est réalisé par hydrométallurgie à l'[acide sulfurique](#).

Aux États-Unis, la société [Thermostat Recycling Corp.](#), à Rosslyn, Virginie, a traité de 1998 à 2020, 2,7 millions de thermostats contenant au total 11,8 t de mercure. Dans ce pays, les thermostats contenaient de 2,5 à 10 g de mercure par appareil.

Situation française

Pas de mines ni de métallurgique de 1^{ère} fusion.

Utilisations

Consommation : en 2015, la consommation mondiale est estimée à 2 000 t/an.

Secteurs d'utilisation : en 2014, environ 50 % de la consommation mondiale est employée comme catalyseur, en Chine, sous forme de chlorure mercurique, pour la production de [chlorure de vinyle monomère](#) par réaction entre l'acétylène et [HCl](#). En 2009, dans ce pays, 94 des 104 usines de production de chlorure de vinyle utilisaient cette méthode de production. En 2012, avec une production de 10 millions de t de PVC, la consommation chinoise était de 800 t de mercure. Ce procédé n'est plus employé ailleurs.

Depuis 2011, les exportations européennes de ce métal sont interdites et depuis début 2013, il en est de même aux États-Unis.

Autres utilisations :

- [Cellules à cathode de mercure](#) pour la production de $\text{Cl}_2 - \text{NaOH}$: elles contiennent de 3 à 4 t de mercure par cellule. Il n'y a plus de projet, dans le monde, de construction d'usine à cathode de mercure. L'abandon total de leur exploitation a eu lieu, en Europe, en 2018. Fin 2016, la quantité de mercure stocké dans ces installations d'électrolyse était, dans l'Union européenne, de 5 344 t dans 33 unités qui ont été démantelées pour leur quasi totalité avant fin 2017. En 2016, dans le monde, 3 millions de t/an de capacité de production de dichlore, étaient obtenues avec des cellules à cathodes de mercure et émettaient 4,4 t de Hg/an. Aux États-Unis, en 2024, il n'y a plus qu'une usine de production selon ce procédé, il y en avait 14 en 1996.

Ce mercure stocké dans les sites de production de dichlore est sous forme liquide et est donc susceptible d'émettre de la vapeur de mercure particulièrement toxique. Divers projets sont en cours de développement pour transformer ce mercure liquide en forme solide, non émettrice de vapeur, en général en sulfure, le cinabre. Par exemple, la société [Batrec](#), du groupe Véolia, à Wimmis, en Suisse, possède une capacité de traitement de 1 200 t/an, avec l'ajout de [soufre](#) dans le mercure liquide, dans 3 réacteurs et après réaction récupère le cinabre dans un filtre-pressé, puis le stocke dans les mines souterraines de potasse allemandes de Herfa-Neurode, en Hesse, du groupe [K+S](#).

- Dans les thermomètres : environ 2 g de mercure par thermomètre. En France, la société Maas à Ingwiller (67), produisait jusqu'en 1997, de 3 à 5 millions de thermomètres par an. En moyenne, en France, dans un hôpital, leur durée de vie était d'un mois et il s'en cassait 5 millions par an, soit une dispersion de 10 t de Hg/an. Le 1^{er} mars 1999, la vente de thermomètres à mercure a été interdite en France.
- En polarographie, pour mesurer la [DCO](#), dans les pompes à vide à diffusion de mercure, dans les tubes à décharge. On estimait, en 2001, qu'en Europe, le stock de mercure contenu dans les baromètres était de 96 t.
- Lampes fluorescentes : elles contiennent, en moyenne, 3 mg de mercure, cette quantité était de 100 mg en 1980. En France, en 2020, les tubes fluorescents usagés collectés ont représenté 3 191 t et les lampes fluo-compactes 664 t. La collecte des tubes et lampes usagés est effectuée par [Ecosystem](#). Les lampes et tubes sont transférés à des centres de traitement dans lesquels le verre et les métaux, autres que le mercure, sont séparés en vue d'être recyclés. Les poudres fluorescentes, riches en [terres rares](#) ont été recyclées entre 2012 et 2016. Le mercure est stocké. En 2021, 5 166 t ont été traitées soit 57,4 millions de lampes dans les centres suivants : [Artémise](#), à Troyes (10), [Indaver](#), en Belgique, [Lumiver](#), à Seclin (59) et [Relight](#), à Rho, en Italie.
- Amalgames dentaires : ils contiennent environ 50 % de Hg (0,6 g de mercure par amalgame)

et sont obtenus par trituration (mélange) à froid d'une poudre (par exemple : [Ag](#) : 70 %, [Sn](#) : 25 %, [Cu](#) : 4 %, [Zn](#) : 1 %) avec le mercure. Ils ne contiennent pas de [plomb](#), malgré l'appellation courante de plombage. Dans le monde, en 2015, la consommation est comprise entre 226 et 322 t/an. La teneur de la salive humaine en mercure, liée à la présence d'amalgames, est de 10 à 50 microgrammes/L.

- Piles : les piles salines contenaient 0,6 % de Hg qui formait un amalgame avec le [zinc](#) et permettait ainsi d'éviter l'oxydation du zinc par l'eau, en augmentant la surtension de réduction de l'eau, avec dégagement de [dihydrogène](#). En France, chaque année, de 10 à 20 t de mercure contenu dans les piles usées étaient rejetées. Actuellement les piles salines ne contiennent plus de mercure (sa teneur doit être, depuis 1999, inférieure à 0,0005 %), il est substitué par un produit fluoré polyéthoxylé placé dans le séparateur. Les piles bouton contiennent de 1 à 3 % de mercure.
- Extraction des métaux précieux : le [procédé d'amalgamation](#) n'est utilisé que dans des installations artisanales, ce qui le rend d'autant plus dangereux, par exemple en Amazonie, et concerne environ 10 % de la production mondiale d'or (voir le chapitre [or](#)). Il est estimé que, entre 1580 et 1990, la quantité totale de mercure rejeté dans l'environnement, sur le continent américain, lors du traitement des métaux précieux, a été d'environ 257 400 t. Il était utilisé de 6 à 8 kg de Hg/kg de [Ag](#), et pour chaque kg d'argent extrait, par exemple à Potosi, 1,5 kg de mercure était rejeté dans l'environnement. Dans les installations modernes de traitement des minerais d'or et d'argent, le mercure contenu dans le minerai est récupéré (voir plus haut dans ce chapitre).

Le mercure dans l'environnement

Sources naturelles :

- Les sols et la végétation libèrent environ 1 000 t/an.
- Les incendies de biomasse donneraient 600 t/an.
- Les océans contiendraient 310 000 t de mercure. Ils libéreraient dans l'atmosphère environ 3 400 t/an.
- Les éruptions volcaniques donneraient, en moyenne, 500 t/an.

Sources anthropiques :

En 2015, les émissions, dans l'air, de mercure liées aux activités humaines sont estimées à 2 224 t, avec la répartition suivante pour les principales :

Orpaillage	38 %	Traitement de déchets	7,3 %
Combustion du charbon	21 %	Production industrielle d'or	3,8 %
Production de ciment	10 %	Production de PVC	2,6 %
Élaboration de métaux non ferreux	10 %	Combustion de biomasse	2,3 %

Source : UNEP

Parmi les combustibles fossiles, le charbon représente l'essentiel des émissions (21 %), le pétrole et le gaz naturel 0,3 %. Les émissions, aux États-Unis, provenant de la combustion du charbon sont, en 2010, de 27 t. Le pétrole brut contient environ 3,5 ppm de mercure.

On estime, en France, que les rejets dans l'environnement par les cabinets dentaires seraient de 4 à 8 t/an de mercure. Chaque année, dans le monde, 3,8 t de mercure provenant des amalgames dentaires sont rejetées dans l'atmosphère par les crématrices.

Les émissions industrielles sont principalement liées aux industries des [ciments](#) (le calcaire contient de 0,02 à 2,3 ppm de mercure) et du [dichlore](#). Par exemple, en 2013, la quantité de mercure présente dans les produits (dichlore, NaOH et dihydrogène) fournis par les usines françaises, est comprise, selon les usines de production, entre 0,15 et 0,01 g/t de capacité de dichlore, entre 0,25 et 0,00 g/t de capacité de dichlore dans l'eau et entre 0,80 et 0,51 g/t de capacité de dichlore dans

l'atmosphère. En Europe, en moyenne, les émissions totales de mercure (produits, eau et air) sont, en 2016, de 0,68 g de Hg/t de Cl₂, soit 1,4 t de mercure, elles étaient de 2,60 g de Hg/t de Cl₂, en 1995. Il faut noter que les émissions de l'industrie du chlore représentent, en 2015, 0,68 % des émissions globales de mercure dans l'air. L'abandon total de l'exploitation des cellules à cathode de mercure destinées à produire du dichlore a eu lieu, en Europe, en 2018.

Les émissions liées aux activités humaines proviendraient, en 2015, à 38,6 % d'Asie de l'Est et du Sud-Est, 18,4 % d'Amérique du Sud, 16,2 % d'Afrique, 10,1 % d'Asie du Sud, 5,6 % de Russie et d'Asie Centrale, 3,5 % de l'Union européenne, 1,8 % d'Amérique du Nord. Les émissions d'Amérique du Sud et d'Afrique proviennent principalement des activités artisanales d'orpaillage.

En France, en 2019, les émissions ont été de 2,9 t, elles étaient de 25 t en 1991. Origine des émissions de mercure, en France, en 2018 :

Industrie manufacturière	47 %	Résidentiel, tertiaire	9 %
Transformation de l'énergie	23 %	Transports	4 %
Traitement des déchets	15 %	Agriculture	2 %

Source : [CITEPA](#), rapport SECTEN

En octobre 2013, a été adoptée la [Convention de Minamata](#) sur le mercure destinée à limiter ses rejets dans l'environnement. Elle prévoit, en particulier, l'abandon de toute production de dichlore à l'aide d'une électrolyse à cathode de mercure, en 2025, l'abandon de la fabrication de baromètres et thermomètres contenant du mercure, en 2020, l'abandon de la fabrication d'acétaldéhyde utilisant des catalyseurs à base de mercure, en 2018.

Toxicité

La toxicité du mercure dépend étroitement de sa forme chimique et de son état physique. Il est particulièrement toxique sous forme :

- de vapeur de mercure : il est alors principalement introduit dans l'organisme par les voies respiratoires. La vapeur est facilement produite par évaporation d'une surface libre de mercure liquide, sa tension de vapeur étant, à 20°C, de $2,4 \cdot 10^{-6}$ atm. Sous cette forme, liposoluble, il est neurotoxique, avec atteinte sur le cerveau. Cette forme d'intoxication, lorsqu'elle est massive donne l'hydrargyrisme. En conséquence, la valeur limite d'exposition est de 20 µg de Hg/m³ d'air afin que la teneur limite de 100 µg de Hg/L de sang ne soit pas dépassée.
- de sels de mercure avec présence d'ions Hg⁺ ou Hg²⁺. La principale voie d'introduction dans l'organisme est alors la voie digestive, les sels de mercure sont des poisons violents.
- de composés organiques et particulièrement de méthyl ou diméthylmercure. Les rejets de mercure, sous forme métallique, s'oxydent puis, en milieu aquatique sous l'action de bactéries, se transforment en méthylmercure, liposoluble, qui peut donc franchir les membranes cellulaires et s'accumuler dans la chaîne alimentaire : du plancton, aux poissons puis à l'homme. Il est estimé que 5 % du mercure apporté annuellement dans la Méditerranée se retrouve dans les poissons.

Dans le cas de l'intoxication de la baie de Minamata au Japon, des rejets de méthylmercure ont été accumulés par les poissons consommés par les habitants de la baie (en 1956 : 549 victimes, en 1965 : 119 victimes et au total 1200 morts). Le mercure, sous forme d'oxyde, était utilisé par l'usine Chisso comme catalyseur dans la production d'acétaldéhyde. Au total, entre 1932 et 1968, 81 t de mercure ont été rejetées dans la baie.

Autres intoxications : à Niigata (Japon) avec une pollution industrielle, en Irak avec la consommation humaine de grains de céréales traités par des composés organiques du mercure.