

## Généralités



Le mercure est un métal de couleur grise, brillant, à l'état liquide à température et pression ambiantes.

Corps chimique simple, son symbole est Hg, en référence au mot grec latinisé Hydrargyrum. Il portait le nom de vif-argent jusqu'au début du 19<sup>e</sup>s, à cause de sa couleur et de son extrême mobilité

## Un peu d'histoire

Le mercure se trouve dans la nature essentiellement sous forme de sulfure de mercure, le cinabre. On en tire une poudre de couleur rouge vermillon qui a été utilisée très tôt comme pigment pour la confection de céramiques, de fresques murales, de tatouages et lors de cérémonies religieuses

Des fouilles archéologiques l'ont révélée d'abord en Turquie (-8000), puis en Espagne (-5300) et en Chine (-3500).

A partir de -2700 le mercure a probablement été utilisé dans les amalgames avec l'or, l'argent et d'autres métaux.

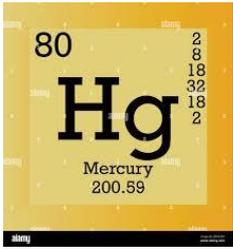
En Grèce, Théophraste (-371, -288) a écrit le premier ouvrage savant sur les minéraux, De Lapidus, dans lequel il décrit l'extraction du **cinabre** par des lavages successifs et la production de vif-argent en broyant un mélange de cinabre et de vinaigre.

Le cinabre a été utilisé à l'époque romaine, comme en attestent les fresques de Pompéi. Il était fort coûteux, donc objet de trafics.

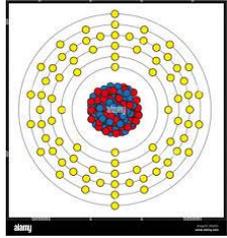
Pline (23-79), écrivain et naturaliste, décrit une méthode de sublimation du minerai pour obtenir de l'**hydrargyre**. Il décrit également le mercure comme un poison.

Les philosophes et astrologues avaient pour habitude d'associer certains métaux à des couleurs, des divinités ou des astres. Ainsi, l'or au soleil, l'argent à la lune et l'hydrargyre à... Mercure.

# La physique et la chimie du mercure



Le mercure est un **corps simple** de symbole Hg. Son n° atomique est 80, avec des couches de 2,8,18,32,18 et 2 électrons (en allant de la couche interne à la couche externe). Sa masse atomique est de 201. A cause de cette masse élevée, il apparaît dans la catégorie des **métaux lourds** dans le tableau périodique des éléments de Mendeleïev.



**Tableau périodique des éléments chimiques**

IA	VIII										VII B	VI B	V B	IV B	III B	VIII A		
1											7	6	5	4	3	18		
Hydrogène 1 H 1,007975											Bore 5 B 10,8135	Carbone 6 C 12,0106	Azote 7 N 14,006855	Oxygène 8 O 15,99940	Fluor 9 F 18,99840316	Hélium 2 He 4,002602		
Lithium 3 Li 6,9395	Béryllium 4 Be 9,0121831											Aluminium 13 Al 26,9815385	Silicium 14 Si 28,085(1)	Phosphore 15 P 30,97376200	Soufre 16 S 32,0675	Chlore 17 Cl 35,4515	Argon 18 Ar 39,948(1)	
Sodium 11 Na 22,98976928	Magnésium 12 Mg 24,3055	Scandium 21 Sc 44,955908(6)	Titane 22 Ti 47,867(1)	Vanadium 23 V 50,9415(1)	Chrome 24 Cr 51,9961(6)	Manganèse 25 Mn 54,938044	Fer 26 Fe 55,845(2)	Cobalt 27 Co 58,933194	Nickel 28 Ni 58,6934(4)	Cuivre 29 Cu 63,546(3)	Zinc 30 Zn 65,38(2)	Gallium 31 Ga 69,723(1)	Germanium 32 Ge 72,630(8)	Arsenic 33 As 74,921595	Sélénium 34 Se 78,971(8)	Brome 35 Br 79,904	Krypton 36 Kr 83,798(2)	
Rubidium 37 Rb 85,4678(3)	Strontium 38 Sr 87,62(1)	Yttrium 39 Y 88,90584	Zirconium 40 Zr 91,224(2)	Niobium 41 Nb 92,90637	Molybdène 42 Mo 95,95(1)	Technétium 43 Tc [98]	Ruthénium 44 Ru 101,07(2)	Rhodium 45 Rh 102,90550	Palladium 46 Pd 106,42(1)	Argent 47 Ag 107,8682(8)	Cadmium 48 Cd 112,414(4)	Indium 49 In 114,818(1)	Étain 50 Sn 118,710(7)	Antimoine 51 Sb 121,760(1)	Tellure 52 Te 127,60(3)	Iode 53 I 126,90447	Xénon 54 Xe 131,293(8)	
Césium 55 Cs 132,905452	Baryum 56 Ba 137,327(7)	Lanthanides 57-71		Hafnium 72 Hf 178,49(2)	Tantale 73 Ta 180,94788	Tungstène 74 W 183,84(1)	Rhénium 75 Re 186,207(1)	Osmium 76 Os 190,23(3)	Iridium 77 Ir 192,217(3)	Platine 78 Pt 195,084(6)	Or 79 Au 196,966569	Mercur 80 Hg 200,592(3)	Thallium 81 Tl 204,3835	Plomb 82 Pb 207,2(1)	Bismuth 83 Bi 208,98040	Polonium 84 Po [209]	Astate 85 At [210]	Radon 86 Rn [222]
Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]	Actinides 89-103		Rutherfordium 104 Rf [267]	Dubnium 105 Db [268]	Seaborgium 106 Sg [269]	Bohrium 107 Bh [270]	Hassium 108 Hs [277]	Mélanium 109 Mt [278]	Darmstadtium 110 Ds [281]	Roentgenium 111 Rg [282]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [286]	Fleurovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [289]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennesse 117 Ts [294]	Oganesson 118 Og [294]
Lanthane 57 La 138,90547		Cérium 58 Ce 140,116(1)	Praséodyme 59 Pr 140,90766	Néodyme 60 Nd 144,242(3)	Prométhium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150,36(2)	Europium 63 Eu 151,964(1)	Gadolinium 64 Gd 157,25(3)	Terbium 65 Tb 158,92535	Dysprosium 66 Dy 162,500(1)	Holmium 67 Ho 164,93033	Erbium 68 Er 167,259(3)	Thulium 69 Tm 168,93422	Ytterbium 70 Yb 173,045	Lutécium 71 Lu 174,9668			
Actinium 89 Ac [227]		Thorium 90 Th 232,0377	Protactinium 91 Pa 231,03588	Uranium 92 U 238,02891	Neptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Américium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkélium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Méharium 101 Md [258]	Nobelium 102 No [259]	Lawrencium 103 Lr [266]			

**Métaux**

Alcalins    Alcalino-terreux    Lanthanides    Actinides    Métaux de transition    Métaux pauvres    Métalloïdes

**Non métaux**

Autres non-métaux    Halogènes    Gaz nobles    Non classés

primordial    désintégration d'autres éléments    synthétique



La masse volumique du mercure est de 13.6 g/cm<sup>3</sup>.  
 Si toute l'eau de notre corps était remplacée par du mercure, nous pèserions 9.5 fois plus !  
 A gauche, poids réel sur la balance... A droite, poids avec l'eau remplacée par du mercure ! (Musée du mercure – Idrija)

Il se solidifie à  $-39^{\circ}\text{C}$  et devient gazeux à  $+357^{\circ}\text{C}$  (il est le seul métal à avoir une température d'ébullition inférieure à  $650^{\circ}\text{C}$ ).

**Il est le seul métal à l'état liquide dans des conditions normales de température et de pression.** Seul le **gallium** présente des caractéristiques proches avec une température de fusion de  $29^{\circ}\text{C}$ .



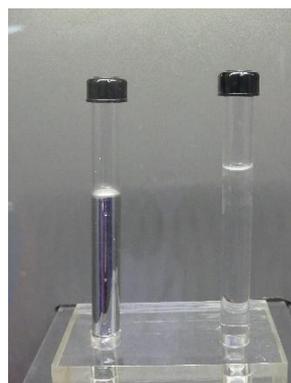
Le mercure dans tous ses états : liquide, solide, gazeux (musée de la mine – Idrija)

**Le mercure est extrêmement volatil** : il passe facilement de l'état liquide à l'état gazeux.

**Il a un pouvoir de dilatation important.**

Il se combine très facilement avec d'autres molécules, que ce soient :

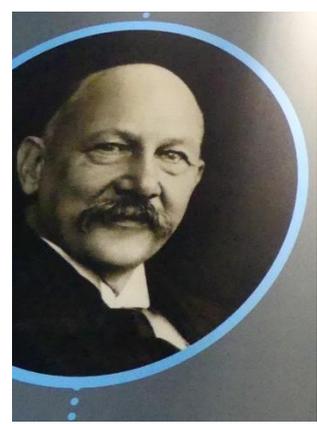
- D'autres métaux (sous forme d'amalgames), sauf principalement le fer, le nickel et le cobalt. L'alliage est également difficile avec le cuivre et le platine.
- Des molécules inorganiques (soufre)
- Des molécules organiques (carbone)



**Le mercure est un métal toxique.** Sa toxicité vient de son extrême volatilité (puisque'il peut être facilement respiré), de sa relative solubilité dans l'eau et les graisses (il peut être facilement transporté dans le corps), et de sa capacité à se lier avec d'autres molécules qu'il va modifier ou dont il va transformer les fonctions.

A la différence de beaucoup de liquides (par exemple, l'eau), **le ménisque du mercure est convexe.** Le ménisque convexe se produit lorsque les molécules sont plus attirées entre elles que par la paroi du récipient.

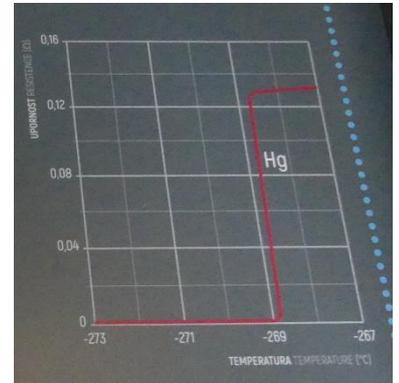
**Le mercure a 40 isotopes** connus dont 9 sont stables et 31 sont radioactifs (seuls 4 ont une période supérieure à la journée). Le mercure 203 est produit par les centrales nucléaires et les usines de retraitement des déchets nucléaires



**Kamerlingh Onnes** (1853-1926), physicien néerlandais, a obtenu le prix Nobel pour ses travaux sur la **supraconductivité**

Le 8 avril 1911, son équipe mesure que la résistance électrique du mercure devient nulle en dessous d'une certaine température appelée température critique  $T_c$ , de l'ordre de 4,2°k pour le mercure. C'est la première observation d'un état supraconducteur : Onnes écrit alors que « Le mercure est passé dans un nouvel état, qui du fait de ses propriétés électriques extraordinaires pourrait être appelé état supraconducteur »

La résistivité électrique se maintient jusqu'à -269°c (+4°k), puis chute brutalement pour devenir nulle entre -269°c et -273°c (0°k, le zéro absolu).



## L'extraction du mercure



On trouve le mercure sous forme d'un corps simple (mercure natif), mais beaucoup plus fréquemment sous forme de **sulfures**, tels que **le sulfure de mercure** ( $HgS$ ), de couleur rouge vermillon, appelé **cinabre**, qui est le principal minerai du mercure.

### Gisements

Les roches dans lesquelles on trouve le cinabre sont majoritairement des **grès houillers**, des **schistes bitumineux** qui presque toujours communiquent une odeur fétide au cinabre, (d'où lui était venu son nom latin cinabarium, tiré du grec kînnabari, mauvaise odeur).

Cristallisant à température relativement basse, il se rencontre en filons et zones d'imprégnation de sédiments, souvent dans un contexte **d'activité volcanique** (principale source naturelle d'émission dans l'environnement), habituellement accompagné de **quartz, calcédoine, calcite et stibine**.

Plus rarement, le mercure est présent sous forme d'**oxydes** et de **chlorures** [par exemple le **calomel** ( $Hg_2Cl_2$ ), que l'on trouve généralement en association avec le cinabre].

Enfin, le mercure est présent dans **l'environnement** :

L'érosion et l'altération des roches et des sols sous l'effet de la température et des précipitations favorisent la libération du mercure contenu dans le sol (environ 600 t / an).

Les plantes absorbent du mercure qui est rejeté lors de leur décomposition.

Les océans, qui contiendraient 300 milliards de tonnes de mercure (dans les sédiments) seraient responsables de l'émission annuelle de 800 à 1 000 t dans l'atmosphère.

Les autres émissions naturelles proviennent des éruptions volcaniques qui contribueraient pour 40 % (1000 t/an) des rejets naturels ou encore des feux de forêt et des excréments animales.

Selon certains auteurs, ces émissions naturelles pourraient être largement supérieures aux émissions d'origine humaine mais on n'a pas de chiffres précis et ils seraient très délicats à obtenir.

## **La production de mercure**

La production mondiale a atteint 10 000 t / an à son apogée, en 1970. Le métal s'avérant toxique, la demande a depuis fortement baissé.

Désormais, la production est inférieure à 2 000 t / an, ce qui a conduit à la fermeture de nombreuses mines.

Les principaux pays extracteurs sont la Chine (qui consomme 50% de la production mondiale), le Kirghizistan, l'Algérie et l'Union Européenne (Espagne)

Les minerais exploités contiennent de 0,5 à 5 % de Hg

### **La mine d'Almaden, en Espagne**

La mine d'Almaden est située à 300 km au sud de Madrid, dans la province de Ciudad Real. Le district minier occupe une trentaine de kilomètres carrés : il représentait un tiers du mercure mondial extrait, c'est la plus ancienne et la plus grande mine de mercure du monde.

Son exploitation a cessé en 2003.

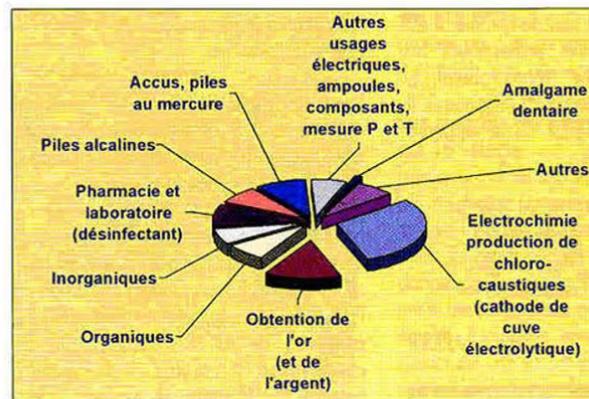
### **La mine d'Idrija, en Slovénie Voir ci-après, p10**

Située à 50 km au sud-ouest de la capitale Ljubljana, elle est la deuxième mine du monde, l'un des seuls endroits sur Terre où l'on trouve le mercure aussi bien dans sa forme liquide que sous forme de cinabre.

Son exploitation a cessé en 1980

Le mercure est extrait du cinabre en chauffant ce dernier à haute température et en condensant les vapeurs émises lors de cette opération.

## Les utilisations du mercure

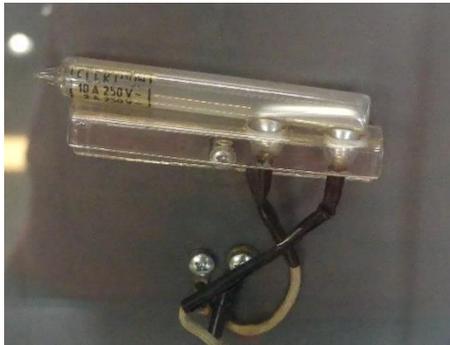


Importance relative des divers emplois du mercure  
avant les nouvelles directives européennes

Rapport J.F. Thomassin, S. Touzé

- **Dans l'industrie**
  - Cathode de cuves électrolytiques en mercure pour la synthèse du chlore
  - Extraction de métaux (or et argent)
- **Dans le domaine de la santé**
  - Antiseptiques (exemple : le mercurochrome, qui n'est plus commercialisé en France depuis 2006)
  - Amalgames dentaires : le mercure forme des alliages avec beaucoup de métaux. Sa proportion dans les amalgames est de l'ordre de 50% (environ 0,6 g). Ces derniers, bien que souvent appelés plombages, ne comportent pas de plomb ! le mercure liquide est mélangé à une poudre métallique et l'ensemble cristallise en durcissant.
- **Dans le domaine de l'électricité et de l'électronique**
  - Eclairage par lampes à vapeur de mercure. Les lampes contenaient autrefois jusqu'à 15 mg de mercure gazeux. On a réussi à réduire cette quantité à 2 mg
  - Piles électriques, notamment les piles bouton (1/3 du poids de la pile est dû au mercure)
  - Systèmes rotatifs de lentilles de phare (lentilles de Fresnel) : le mercure permet l'absence de frottement et la grande régularité du mouvement de rotation.
  - Fabrication de thermostats
  - Tubes cathodiques : Ce sont des tubes de verre fermés, avec deux électrodes métalliques remplis d'un gaz noble ou de vapeurs de mercure. A tension élevée, les électrodes émettent des électrons qui, lorsqu'ils percutent les atomes de gaz ou de vapeurs de mercure, dévient les photons. Lorsque ceux-ci frappent un écran phosphorescent, ils émettent une lumière à courte longueur d'onde.

- **Dans les instruments de mesure**, grâce à ses propriétés de dilatation)
  - Baromètres (le baromètre de Torricelli)
  - Thermomètres (ils ne sont plus commercialisés en France)
  - Tensiomètres (encore présents dans certains cabinets médicaux)
  - Contact pour détecteurs de niveau (exemple : niveau d'eau pour pompes de relevage) ou contrôle de température (exemple : baignoires)



Thermostat à bascule (Mercury boiler switch 230 V / 6 A).  
 Le contacteur à mercure fonctionnait comme un thermostat qui contrôlait la température de l'eau. Dans le contacteur se trouve un tube de verre rempli de mercure. La température de l'eau chauffée amenait le mercure à basculer et à rompre le circuit électrique. Quand l'eau se refroidit, le tube revient en position initiale, le circuit électrique se referme et l'eau chauffe à nouveau. (Utilisé autrefois dans les baignoires)

Owing to its high reflectivity of light and liquid aggregate state, mercury is suitable for constructing special telescopes using a rotating dish of mercury. As the dish rotates, mercury is uniformly distributed in the parabola-shaped dish. A thin film of mercury is thus formed on the surface of the dish, creating a mirror with extremely high reflectivity.



Télescope à miroir liquide (photo université de Laval, Quebec)



Le sismoscope de Cavalli  
 Le bol central était rempli de mercure. Lors du tremblement de terre, le mercure débordait dans l'un des quatre bols externes. On pouvait ainsi mesurer la magnitude et la direction du séisme

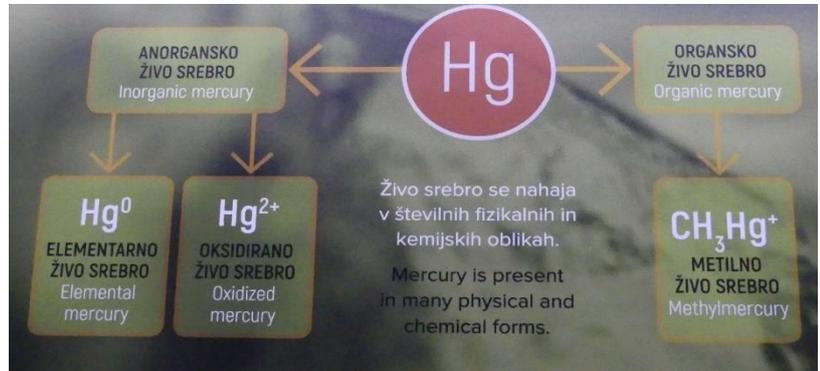
Plusieurs utilisations du mercure ont été remplacées par d'autres procédés, mais même si les tensiomètres n'en contiennent pratiquement plus, l'unité de mesure de la tension artérielle est toujours exprimée en mmHg, c'est-à-dire en millimètres de mercure !!

## Les dangers du mercure

Le mercure est en fait, selon ses formes, tout à la fois inoffensif et extrêmement dangereux. Il peut se lier dans l'organisme aux molécules constituant la cellule vivante (acides nucléiques, protéines...) modifiant leur structure ou inhibant leurs activités biologiques, il peut aussi passer dans les graisses et y être stocké.

C'est la forme sous laquelle il se présente qui conditionne sa toxicité.

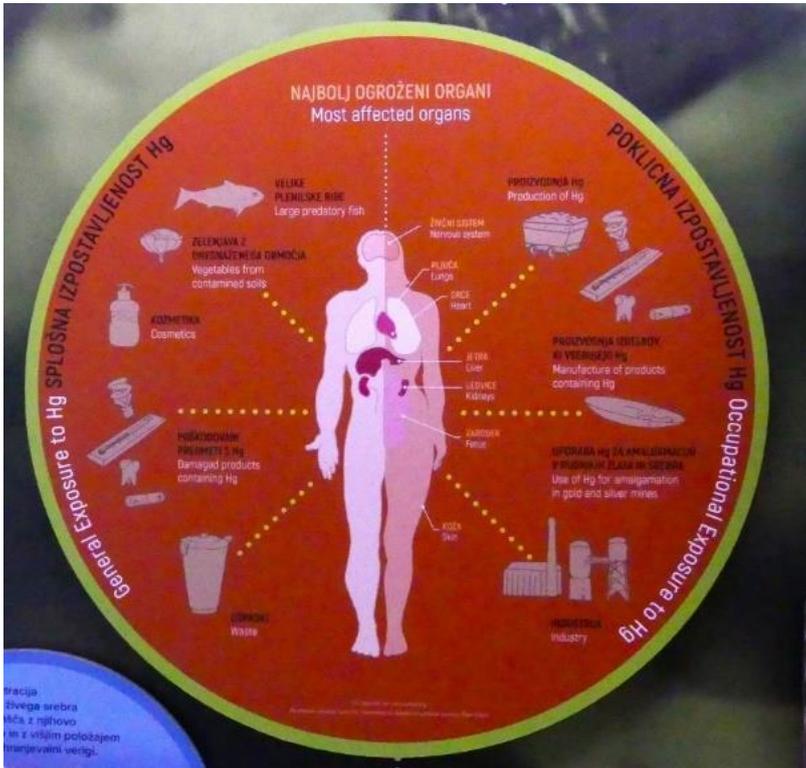
Le mercure est présent sous de nombreuses formes physiques et chimiques.



- **Le mercure élémentaire**, liquide, est pratiquement inoffensif : on peut y plonger les mains sans risque. Si par mégarde il est ingéré par voie orale, il est rapidement éliminé dans sa quasi-totalité par les voies naturelles. Il faut cependant se méfier de ce métal liquide, car il est très volatil et peut être aisément respiré. À température ambiante, il se transforme aisément en vapeur et par inhalation pénètre dans les poumons puis dans le sang. Il est alors transporté dans les différentes parties du corps, plus particulièrement dans le cerveau. La forme gazeuse est très nocive si elle est inhalée pendant de longues périodes.
- **Sous la forme ionisée** (gain/perte d'électrons), le mercure peut pénétrer dans le corps par inhalation ou par voie cutanée et gagner le foie et les reins. Inhaler du mercure, même à température ambiante, peut provoquer une pneumonie.
- **Les composés inorganiques** du mercure ont pour cibles : le système nerveux central et les reins.
- **Le mercure organique** est combiné au carbone par une liaison très forte. Le poids atomique élevé du mercure favorise la formation de dérivés mercuriels méthylés. Ces dérivés sont produits par des bactéries dans les sédiments et les eaux douces et ils ont une grande affinité pour les protéines, notamment pour les enzymes cellulaires (par exemple, le chlorure de méthyle mercure est soluble dans les graisses).  
Tous ces dérivés sont donc extrêmement toxiques car leur insolubilité leur permet de franchir aisément les barrières cellulaires et placentaires. Pour les composés organiques, la neurotoxicité est prédominante.

La bioaccumulation dans la chaîne trophique constitue le gros danger du mercure organique. Au fur et à mesure que l'on progresse dans la chaîne alimentaire, les concentrations de mercure augmentent. C'est le cas pour le poisson, comme l'a

révélé la **catastrophe de la baie de Minamata**, au Japon : une usine pétrochimique y rejetait des composés mercuriels. Au bout de quelques années, les premiers symptômes apparaissent, notamment des troubles du système nerveux et de l'équilibre. Entre 1949 et 1965 on dénombra près de 900 personnes décédées à la suite de la consommation de poisson en provenance de la baie de Minamata)



Principaux organes humains affectés par le mercure.

Source : musée du mercure Idrija, Slovénie

Ce métal, parmi les plus toxiques est très mobile dans l'environnement car volatil à température ambiante (y compris à partir de l'eau ou de sols pollués). Il s'intègre facilement dans la matière organique et les processus métaboliques. On cherche des solutions permettant de mieux et plus durablement solidifier le mercure et/ou l'inertier.

# La mine de mercure d'Idrija (Slovénie)

## Présentation

Idrija est située à 50 km au sud-ouest de Ljubljana.

Les gisements de mercure y furent découverts en 1497.

Selon la légende locale, un fabricant de seaux trouva du mercure liquide dans une source près du village. La mine produisait dans les années 1880 plus de 150 tonnes de mercure par an, ainsi que 25 tonnes de cinabre, la ville comptait alors 5 500 habitants. Le siège de la direction des mines s'était alors installé dès la fin du 18<sup>e</sup>s dans l'ancien château de Gewerkenegg, construit en 1527. Celui-ci avait pour fonction à l'origine de servir d'entrepôt pour stocker le mercure, ainsi que d'accueillir l'administration de la mine. Aujourd'hui il abrite le musée de la ville.



Idrija – Vue générale (photo Internet)

Le puits d'entrée de la mine, appelée Antonijev rov ("Puits d'Antoine"), est aujourd'hui utilisé pour des visites touristiques aux niveaux supérieurs de la mine.

## Visite de la mine



Entrée de la mine

Après s'être équipés de veste et de casque, notre aventure va durer 1h30 avec une descente à 30 m sous terre.



La chapelle souterraine des mineurs

Un escalier de descente à la mine





La mine comptait 700 km de galeries et les mineurs descendaient jusqu'à 400 m de profondeur.



Extraction du minerai



Le minerai est remonté dans des chariots à la surface



Minerai de cinabre (à gauche)

Mercure natif dans bloc de dolomite

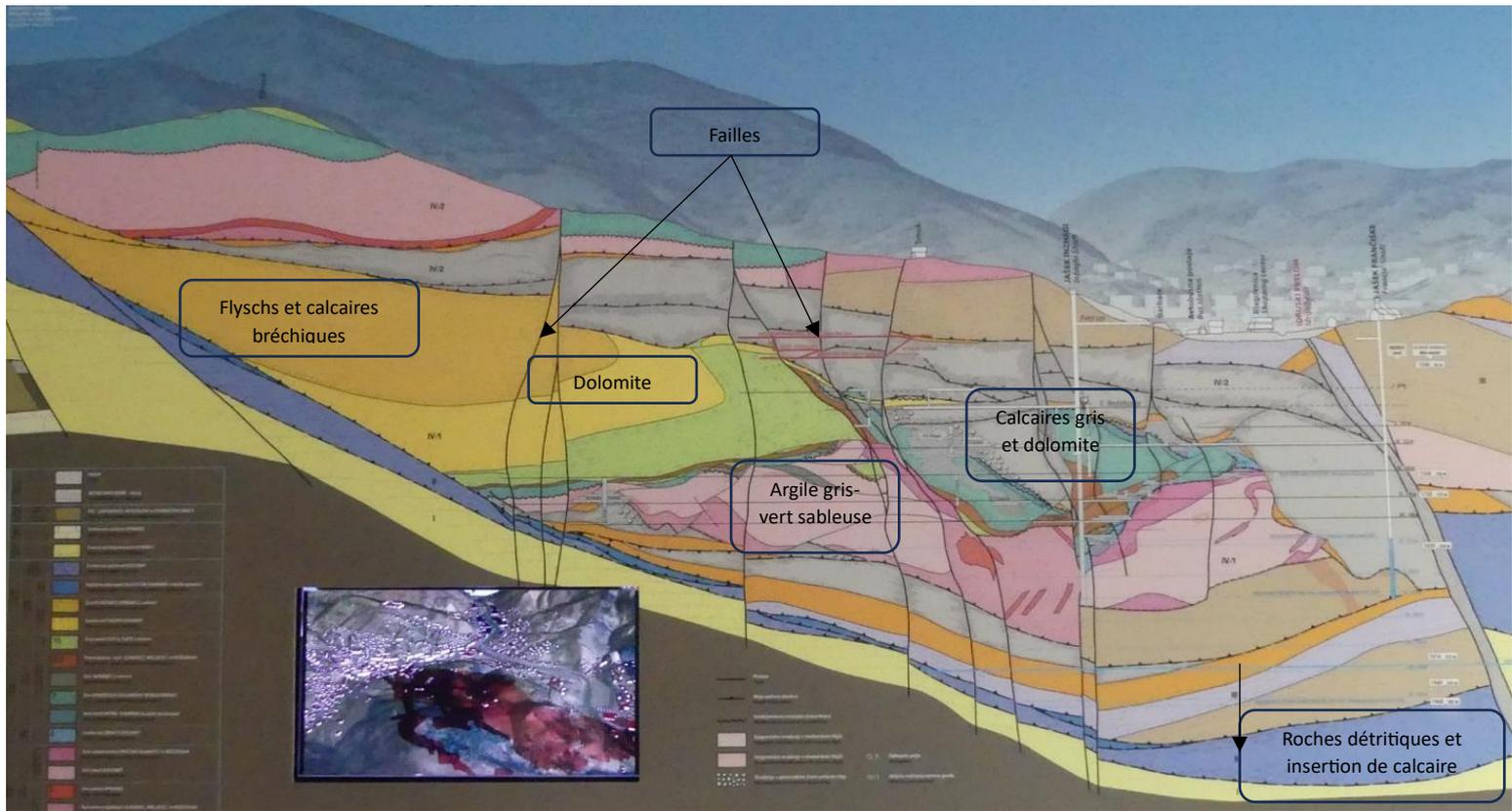


Billes de mercure liquide.



Puits de mine et église d'Ildrija





## Le traitement du minerai

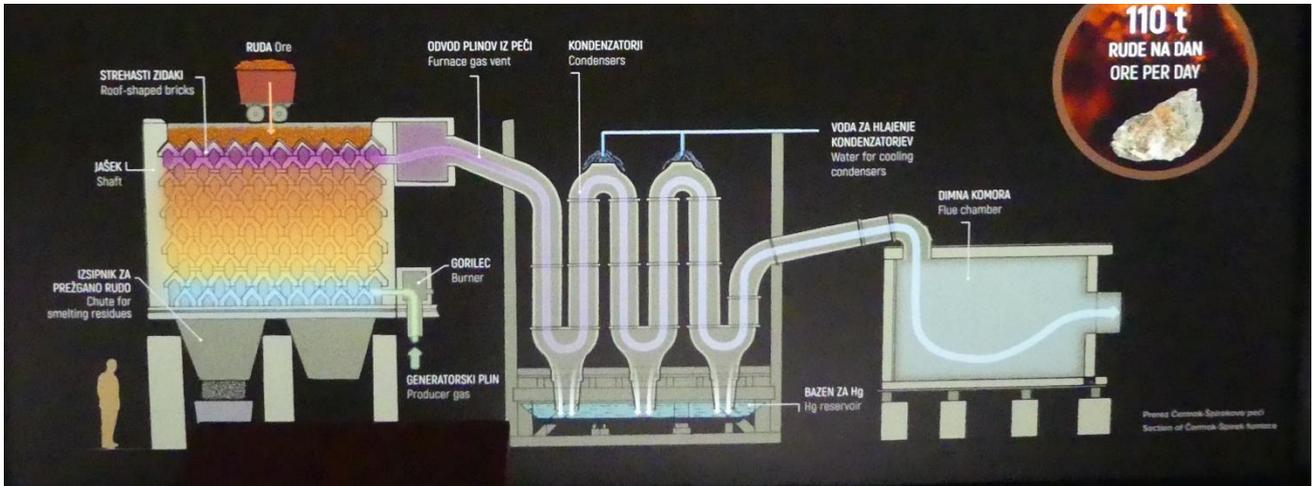
Le musée du mercure se trouve sur l'emplacement de l'ancienne usine de traitement du minerai



Après l'extraction de la mine, le minerai est acheminé vers l'usine par wagonnets.

Il est broyé, trié, puis parvient par convoyeur au four rotatif. Celui-ci, incliné de 6°, mesure 36,6 m de long et 2,1 m de diamètre intérieur. Il est rempli de briques réfractaires. L'énorme tube est chauffé à haute température (la plus élevée est de 850°C, dans le tiers inférieur du four)

Les vapeurs de mercure transitent dans les condenseurs, qui sont refroidis. Le mercure redevenu à température ambiante peut alors être récupéré sous forme liquide dans des conteneurs et les déchets de minerai sont évacués.



Installations de convoyage – Mine d'Idrja



## POSTOPEK ŽGANJA

V rotacijski peči se je ruda žgala v 36,6 m dolgi železni cevi, znotraj obloženi z ognjevorno opako. Cev je imela notranji premer 2,1 m in je bila nagnjena za 6 ločnih stopinj. Med obratovanjem se je vrтела, tako da se je ruda v njej obračala in počasi drsela od zgornjega hladnejšega k spodnjemu vročemu delu in tu padala iz peči v bunker za prežgane ostanke. Najvišja temperatura 850 °C je bila v spodnji tretjini peči. Prežgano rudo so najprej vozili na odval k Idrjici z lokomotivo in vozčki, nato s tovornjaki prekucniki.

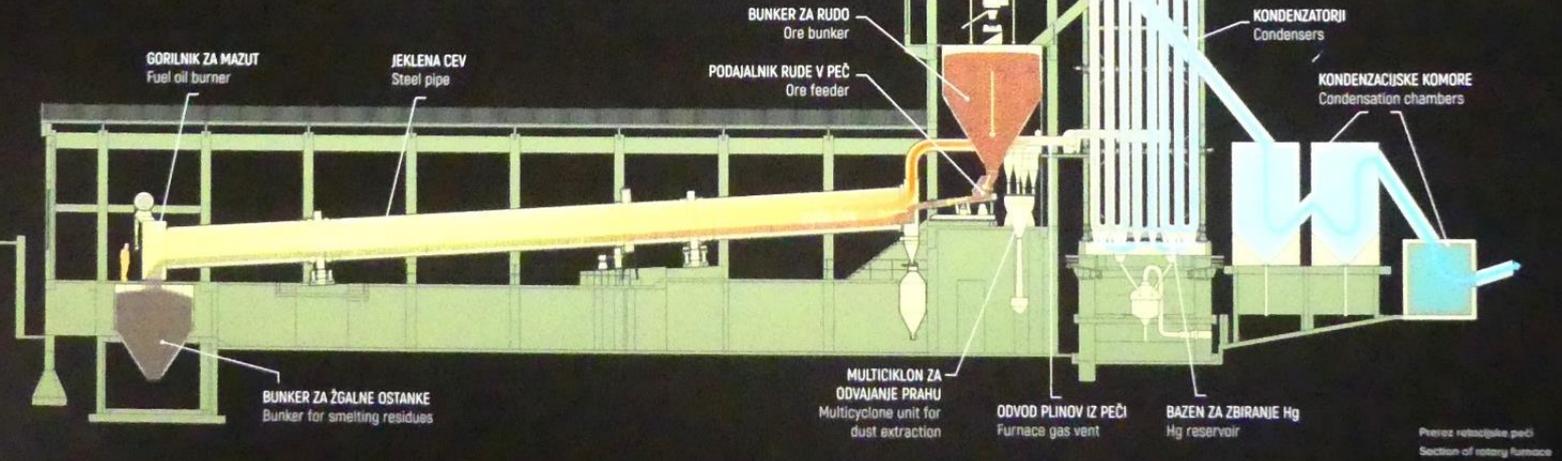
## BURNING PROCEDURE

The ore in the rotary furnace burned inside a 36.6 metre-long iron pipe whose interior was lined with fireclay brick. The pipe had an inner diameter of 2.1 m and was inclined by 6 arc degrees. It revolved during operation, thus allowing the ore to turn and slowly slide down from the upper, cooler section to the lower, hot section, where it fell into the bunker for smelting residues. The highest temperature (850 °C) was in the bottom third of the furnace. The smelted ore was transported from bunkers to waste piles along the Idrjica River, first in wagons by locomotive, and later by specially designed dump trucks.

Zajemalka za odvzem vzorca prežgane rude.  
Vir: Fotoarhiv Muzeja mestne Idrjice.  
Sampling ladle for smelted ore.  
Source: Photo Library of the Idrjica Municipal Museum.

1977-1983 • Začasna prekinitev žganja rude.  
Ore smelting is temporarily suspended.

1995 • 7. novembra pridobijo zadnje količine živega srebra.  
The last quantities of mercury are extracted on 7<sup>th</sup> November.



## Annexes :

Idrija • Slovenia

# MERCURY IN OUR ENVIRONMENT



### Five centuries of coexistence with the Mercury Mine

Throughout the 500 years of its operation, the mine was the main driving force of the town's development, and the sale of mercury brought increased earnings. Today, mercury is known primarily for its harmful effects on the environment and human health.

## MERCURY – Hg (hydrargyrium, mercurium)

Mercury is a silvery-white metal and one of the only three elements (bromine and gallium) that are liquid at ambient temperature. It can be found everywhere in the environment in numerous physical and chemical forms, and has diverse characteristics.

Elementary mercury is volatile at ambient temperature, which is why it is present almost everywhere in small concentrations. In nature, mercury changes from one form into another – among these are monomethyl mercury compounds and methyl mercury (MeHg). This form is persistent, accumulates in organisms, and is the most toxic form of mercury.



### Use of mercury

Because of its specific physical and chemical properties as well as its ability to dissolve most metals, mercury had a wide range of applicability. For centuries, alchemists attempted to use mercury to make gold and the philosopher's stone. With the discovery of America and the development of its gold and silver mines, the consumption of mercury highly increased because of the amalgamation process. This led to the growing importance of mercury.



### Did you know?

#### Mercury is persistent in the environment.

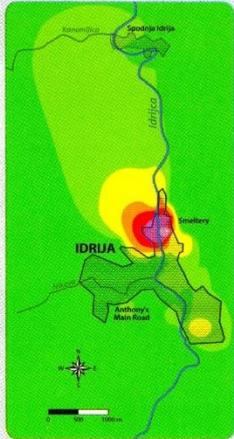
*When it comes into the environment, it begins to circulate, falls onto the ground through precipitation and into seas and rivers, evaporates into the air, and repeatedly falls onto the ground. For this reason it is not surprising that mercury was also found in the Arctic. Besides the fact that it doesn't disappear from the environment, it accumulates in organisms and enters the food chain.*

**Amalgams** are alloys of elementary mercury with other metals (sodium, zinc, copper, silver and gold), and have been used in dentistry for more than 150 years.



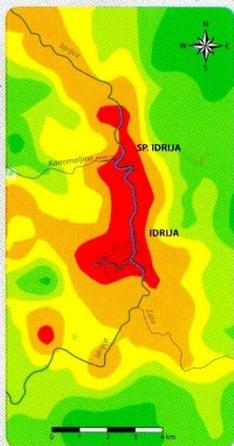
## MERCURY IN OUR ENVIRONMENT

Owing to mining activities, ore smelting, smelting residues, and naturally increased Hg concentrations in the composition of the soil, the nearer and broader surroundings of Idrija are polluted with mercury. After mercury ore smelting was discontinued, the state of the environment has essentially improved in past years. However, increased mercury concentrations can still be observed today in the air, soil, water, animals and flora.



### Air

In the past, the high concentrations of mercury ( $Hg^0$ ) in the air in Idrija were mostly the consequence of ore smelting. These concentrations decreased with increasing distance from the smelting plant. Today, their average values in Idrija are 10–20  $ngHg/m^3$  of air, while the normal values in towns across Slovenia are up to 10  $ngHg/m^3$  of air. These concentrations do not exceed the legally allowable values and do not represent any relevant risk to the population.



### Soil

The soil in Idrija is polluted with mercury due to uncontrolled emissions during mercury production, landfills of smelting residues that had been deposited and can be found throughout the town and along the Idrija River (smelting plant area up to 150  $mgHg/kg$  of soil), as well as outcrops of rocks mineralised with mercury (Pront area up to 900  $mgHg/kg$  of soil). In other areas in the surroundings of Idrija, mercury concentrations reach values of up to 4  $mgHg/kg$  of soil. Unburdened areas in Slovenia have lower mercury concentrations (0.05–0.2  $mg/kg$  of soil). The allowable critical value is 10.0  $mgHg/kg$ .

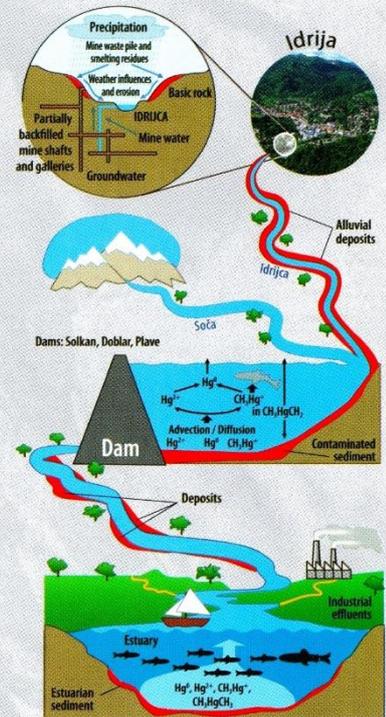
## Water

### Drinking water

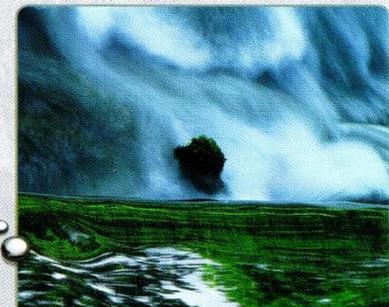
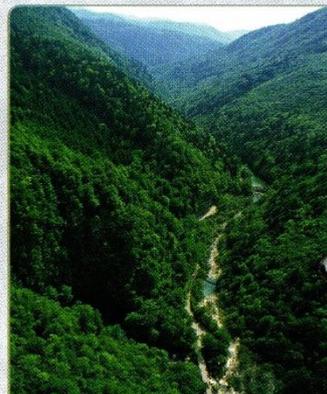
In the period of mercury production, its concentration in the municipal water supply system was around 0.3  $\mu gHg/l$  of water. After the mine's shutdown, the majority of measurements showed the Hg concentration in drinking water to be around 0.1  $\mu g/l$ . Normal Hg concentrations in drinking water range from 0.005 to 0.1  $\mu g/l$ , while the allowable value is 1  $\mu g/l$ .

### Surface waters

The principal source of pollution of the Idrija and Soča rivers and the Gulf of Trieste is the water erosion of outcrops of rocks mineralised with mercury in the Pront area, and the polluted river bottom into which mercury (smelting residues) was deposited and accumulated for centuries as the result of mining activities. It is assessed that the Soča River annually transports around 1500 kg of mercury into the Gulf of Trieste.



Transport of mercury in the broader Idrija area to the Gulf of Trieste



## OUR FINDINGS AND ADVICE

### Drinking water

The mercury concentrations in drinking water in Idrija do not exceed the allowable values. Hg intake through water in the Idrija area is negligible.



### Garden crops

Due to increased mercury concentrations found in all types of vegetables, the polluted parts of Idrija (smelting plant area, ventilation station of Inzaghi Shaft in Barbare, the Pront area) are not suitable for gardening. Mercury is known to accumulate more in carrots, parsley, cabbage, beans and lettuce than in other vegetables, and less in tomatoes, squash and onions. Despite the fact that the mercury found in garden crops is primarily in inorganic form, which is less hazardous to humans, it is recommended that these vegetables are not grown in gardens located in polluted parts of Idrija.



### Fish

Increased mercury concentrations have been found in fish in the Idrija and Soča rivers and in the Gulf of Trieste. As the burden on the environment decreases downstream along the Idrija and Soča rivers and into the Gulf of Trieste, the concentrations of toxic MeHg in fish increase. Freshwater and saltwater fish and shellfish are the principal sources of MeHg, whose concentration largely depends on the size of the fish and their position in the food chain. The limited consumption of fish from polluted waters is particularly recommended to women in the fertile period, pregnant women and children. The rest of the population is advised to limit the consumption of fish from this area to once or twice a month.

### Deer and domestic animals

Deer and domestic animals in the surroundings of Idrija take up mercury into their bodies through food and breathing. Increased concentrations of inorganic mercury have been found in deer, domestic rabbits, chickens, and eggs. The limited consumption of internal target organs of these animals, such as kidneys and liver, is recommended.

#### Did you know?

*When bigger fish eat smaller ones, the MeHg concentration in their organisms increases, and continues to grow with their higher position in the food chain and with the length of their lives.*

## WHY ARE CHILDREN AND PREGNANT WOMEN MORE AT RISK?

Women in the fertile period, pregnant women and children are most sensitive to exposure to elementary Hg in air, and to MeHg in food. Both forms of mercury travel from the mother's blood circulation into the embryo, and may affect the development of the central nervous system. A child's nervous system continues to develop until puberty.

## WHAT WE CAN DO TO IMPROVE THE QUALITY OF OUR LIVES?

- handle objects that contain mercury very carefully (broken thermometers, UV light bulbs, ...),
- replace dental amalgam fillings with other fillings,
- limit gardening activities on the most polluted soils,
- the highest mercury concentrations are in carrots, beans, lettuce, cabbage and parsley, so these should be grown in minimum quantities,
- verify the geographic origin of fish,
- limit the consumption of mushrooms and wild berries picked in polluted areas,
- limit the consumption of internal organs of wild animals (kidneys, liver) and domestic animals bred in polluted areas,
- women in the fertile period, pregnant women and small children should limit the consumption of garden crops and other food products originating from polluted soils, in particular carnivorous fish such as sharks, tunafish, swordfish and pike.



#### Did you know?

*In 2011 mercury was withdrawn from industry and sales in the countries of the European Union and replaced with more environmentally friendly substances.*

## HUMAN EXPOSURE TO MERCURY

Mercury and its compounds are among the most toxic for humans, particularly in the period of the nervous system's development. Mercury also represents a hazard to ecosystems, especially organisms on the highest levels of food chains, such as wild animals and birds of prey.

### How we come into contact with mercury

Mercury may enter our bodies from the air, soil and food we eat. The general population that does not live in polluted areas such as Idrija is most frequently exposed to organic mercury through fish consumption. Mercury intake also increases due to the inhalation of Hg vapours from amalgam fillings. In addition to the polluted environment (air), the main source of mercury intake in areas burdened with mercury is food (garden crops grown on polluted soil, wild berries, mushrooms, wild animals, and fish).

### Effects of mercury on humans

- **Elementary mercury ( $Hg^0$ )** enters organisms primarily through inhalation. Extended exposure and the resulting chronic poisoning affects the functioning of the central nervous system (nausea, headache, fatigue, restlessness, anorexia, tremor), kidneys, cardiovascular system (arteritis), and some important glands. The consequences are not always visible immediately and may not appear until an elderly age.
- **Methyl mercury (MeHg)** is the most toxic form of mercury, which enters the organism with food intake, primarily fish. Long-term exposure to low concentrations of MeHg may cause damage to the nervous system, particularly in its development phase. Recent studies show that MeHg can also affect the functioning of the immune system.

### Did you know?

- *In the presence of certain bacteria, inorganic mercury ( $Hg^0$ ) transforms into the organic form of mercury (MeHg), which accumulates and grows in food chains. For this reason its largest concentrations can be found precisely in fish.*
- *By chewing food and in particular chewing gum, we are continuously releasing mercury from our dental amalgam fillings into the oral cavity, and then into our blood circulation through the inhalation of vapours. The largest mercury concentrations accumulate in the kidneys, and are mostly excreted in urine.*
- *To determine mercury content in the human body, Hg concentrations are measured in urine, blood and hair. A hair analysis reveals exposure to MeHg, a blood analysis shows the current exposure, and a urine analysis indicates long-term exposure to mercury.*