# Le mercure

**Sources d'exposition :**

 **Sources d'origine naturelle**

 Le mercure présent dans la nature provient principalement du dégazage de la croûte terrestre, des éruptions volcaniques et de l'évaporation d'eau.

 **Sources d'origine humaine**

 On estime à 10 000 tonnes la quantité de mercure extraite chaque année dans le monde. Cette activité entraîne un certain nombre de pertes dans l'environnement ainsi qu'une décharge directe dans l'atmosphère. Parmi les autres sources importantes de pollution par le mercure, on compte l'utilisation des combustibles fossiles, le grillage des minerais métalliques sulfurés, le raffinage de l'or, la production de ciment, l'incinération des déchets et diverses opérations métallurgiques.

Une installation de production électrolytique de chlore et de soude donne normalement lieu à des émissions de mercure de l'ordre de 450 g par tonne de soude caustique produite.

**L’utilisation du mercure**

1- Le mercure est principalement utilisé comme cathode dans l'électrolyse du chlorure de sodium.

2- Dans l'industrie électrique, pour la fabrication d'instruments de laboratoire et d’appareils médicaux.

3- Certains médicaments contiennent du mercure minéral.

4- On utilise également une très grande quantité de mercure pour l'extraction de l'or.

5- Les amalgames utilisés en art dentaire contiennent une grande quantité de mercure mélangée (en proportion de 1:1) avec l'argent, l'étain, le cuivre et le zinc.

6- Certaines personnes de couleur utilisent des crèmes et des savons à base de mercure pour s'éclaircir la peau. Ces produits sont interdits dans la Communauté Européenne, en Amérique du Nord et dans de nombreux pays d'Afrique, mais on fabrique encore des savons à base de mercure dans plusieurs pays d'Europe. Les savons contiennent jusqu'à 3% d'iodure de mercure et les crèmes jusqu'à 10% de mercure ammoniacal.

**Types du Hg**

Le Hg existe sous 3 types : Métallique ou élémentaire (Hg°), inorganique (Comme HgCl2) et organique comme le Méthyl du mercure CH3HgCH3).

**Distribution dans l'environnement**

 Le Hg émis dans l'atmosphère sous forme de vapeur est transformé en dérivés solubles, et il se dépose avec les précipitations sur le sol et dans l'eau.

 La première étape du processus de bioaccumulation aquatique consiste dans la transformation de l’Hg minéral en méthylmercure (MHg). Cette transformation s'opère soit par voie non enzymatique, soit sous l'action de microorganismes. Le MHg entre dans la chaîne alimentaire des espèces prédatrices où il subit une bioamplification.

.    

**Fig 6.** La circulation du Hg dans l’environnement.

**Le métabolisme du Hg (transformation) :**

 Les études sur l'homme et l'animal montrent qu'après inhalation de vapeur de Hg, la proportion retenue par l'organisme est d'environ 80%.

 Il est probable que les composés minéraux du mercure sont absorbés dans les voies digestives (10%). L'absorption est beaucoup plus élevée chez les nouveau-nés.

Après inhalation de Hg élémentaire (Hg°) on observe que la quantité de Hg qui passe dans le cerveau, chez des souris et des singes, est nettement plus élevée qu'après injection intraveineuse équivalente sous forme de sels mercuriques (comme HgCl2).

 Plusieurs types de transformation métabolique peuvent se produire:

\* Oxydation du Hg métallique en Hg (II);

\* Réduction du Hg (II) en Hg métallique Hg (II);

\* Méthylation du Hg minéral pour former le Hg organique (comme CH3HgCH3) ;

\* Conversion du MHg en Hg minéral bivalent.

 L'oxydation des vapeurs de Hg métallique en Hg ionique bivalent n'est pas suffisamment rapide pour empêcher le passage du Hg élémentaire à travers la barrière hémo-méningée, à travers le placenta ou d'autres tissus.

 Dans ces tissus, l'oxydation piège le Hg qui s'accumule dans le cerveau et les tissus du foetus. Après oxydation, dans la cellule, le Hg est lié avec les groupes fonctionnels comme les thiols –SH (présent dans la cystéine, métallothioneines etc…).

**Elimination du Hg :**

 C'est principalement par la voie fécale et urinaire que s'élimine chez l'homme le Hg minéral encore qu'il puisse être exhalé en petites quantités sous forme élémentaire. Il peut se produire une déplétion tissulaire par transfert des tissus maternels à ceux du foetus.

 La demi-vie biologique du Hg s'étend de quelques jours à quelques semaines, peut être très longue -jusqu'à plusieurs années pour la fraction restante.

**Mécanisme d’action toxique du Hg:**

Le mécanisme d’action toxique moléculaire et cellulaire du Hg est provoqué particulièrement par la liaison avec les groupements fonctionnels des molécules cellulaires contenant une charge négative comme le thiol (protéines et enzymes), le carboxyle (COO-) et les phosphates H3PO4-). Les résultats de ces liaisons produisent des anomalies structurales et fonctionnelles (inhibition) dans les molécules en question (voir effet toxique du Hg).

**Effets toxiques du Hg :**

-L’exposition aiguë au Hg par inhalation de vapeurs peut occasionner des douleurs thoraciques et abdominal, de la toux, salivation excessive, inflammation de la bouche, réduction de l’appétit et du poids,

-L'ingestion de dérivés mercuriques, en particulier de chlorure mercurique (HgCl2), peut provoquer une gastro-entérite ulcérative et une nécrose tubulaire aiguë susceptible d'entraîner la mort par anurie si l'on ne dispose pas de moyens de dialyse.

-En cas d'exposition aux vapeurs de mercure, c'est le système nerveux central qui constitue l'organe critique.

-L'exposition professionnelle peut conduire à des troubles fonctionnels très variés (tremblements au niveau des mains, faibles concentrations, diminution de la vitesse de conduction nerveuse, faible coordination, dépression).

- Maladies rénales comme l’anurie (peu d’urines). Certaines des personnes exposées font une protéinurie (protéines de faible masse moléculaire et micro-albuminurie).

-Certaines études ont mis en évidence des effets sur le cycle menstruel et sur le développement fœtal.

-Récemment, on a beaucoup débattu de la sécurité des amalgames utilisés en art dentaire et certains ont avancé que l'emploi d'amalgames à base de mercure comportait de graves dangers pour la santé.

-Anomalies dans le système immunitaire

-Le Hg peut provoquer l’infertilité chez l’homme et la femme.

-Avortement spontanés.

- Chez les animaux de laboratoire (doses élevées), l’Hg provoque des perturbations de la reproduction (infertilité, avortement spontanés, morts des nouveau-nés, malformations congénital).

**Transfert du Hg a travers les chaînes trophiques:**

 Une partie de Hg sera transféré aux niveaux trophiques successifs et à l’Homme, consommateur final de chaînes alimentaires courtes d’origine marine (algues - Homme, mollusques - Homme) et de chaînes marines longues (crustacés ou poisson - Homme).

Deux modes de contamination des chaînes alimentaires peuvent être distingués (Figure des pyramides) selon qu’il s’agit :

1- d’un transfert simple «bioaccumulation», s’accompagnant d’une décroissance des concentrations pour les niveaux trophiques les plus élevés,

2- ou d’un phénomène d’amplification biologique «biomagnification», responsable de concentrations croissantes pour les niveaux trophiques les plus élevés.

**Trophic 4**

**Trophic 3**

**Trophic 2**

**Trophic 1**

**Concentration normal** **Diminution Biomagnification**

**Figure 7.** Modes de contamination des chaînes alimentaires (formes des pyramides).

**Le cas de Minamata :**

Un Baie japonais recevant les décharges industrielles contenant des dérivés du mercure. La production d’effluents contaminés par des résidus de catalyseurs mercuriels utilisés par une usine de chlorure de vinyle.

La bioamplification a été constaté pour la première fois dans la baie de Minamata (1953-1960) où environ 100 personnes sont décédées. En l’occurrence dans cette baie, au long de la chaîne trophique allant de l’eau de mer au poisson consommé par l’homme, la concentration du MHg était multipliée par 105.

Au Minamata les concentrations de **MHg** (en mg/kg frais) sont respectivement de 0,98 chez les algues, 5,61 chez les huîtres et 23, 9 dans les viscères des crabes.

Algues huîtres crabes Homme

0,98 5,61 23, 9 ?

**Qu'est-ce qui justifie La bioamplification ?**

Dans le cas du MHg c'est l'étonnante conjonction de la stabilité et de l’abondance des formes chimiques neutres dans le milieu aquatique externe, et de l’affinité du Hg intracellulaires pour les protéines qui provoque sa bioaccumulation. La première facilite la pénétration, alors que la seconde favorise la rétention par des liaisons fortes avec le soufre en particulier.

**Dosage du mercure :**

Les concentrations du mercure dans les urines, le sang et les cheveux sont utilisées comme indicateur de l'exposition (pollution).

# Image associée