Mercure

Le mercure est un élément métallique répandu dans l'environnement sous différentes formes physico-chimiques : métal, composés inorganiques et composés organiques. Il est liquide à la température ordinaire et cette particularité a très tôt exercé un attrait pour l'homme (aussi bien magique que thérapeutique). Ses utilisations dans l'industrie sont nombreuses tant sous sa forme métallique que sous ses formes de dérivés inorganiques ou organiques. Le mercure métallique est utilisé dans des appareils scientifiques de précision (thermomètres, manomètres, etc.) dans l'industrie électrique, dans les processus de production de la soude et du chlore, dans la préparation d'amalgames (notamment en dentisterie), dans l'extraction de l'or à partir de ses minerais (forte pollution en Guyane due aux orpailleurs).

Les dérivés inorganiques du mercure (chlorure mercurique, nitrate de mercure, fulminate de mercure, oxyde rouge de mercure et mercure d'ammonium) ont encore des utilisations industrielles ou pharmaceutiques (fongicide ou bactéricide).

Les dérivés organiques du mercure (essentiellement les alkylés tels le diméthylmercure, le chlorure d'éthylmercure ou les iodures et nitrate de méthylmercure) sont utilisés comme pesticides et dans des domaines industriels aussi variés que le papier, les cosmétiques, les matières plastiques et les peintures.

Le mercure est un toxique connu de longue date dont la voie de pénétration dans l'organisme humain est essentiellement aérienne pour les travailleurs exposés aux fumées et vapeurs de mercure, et digestive dans la population générale (apport estimé à 3 µg/j, dont les deux tiers en méthylmercure alimentaire). Le mercure rejeté dans l'environnement se retrouve dans les eaux. Sous l'influence de divers micro-organismes et en présence de méthylcobalamine, il est transformé en diméthylmercure ; ce dérivé volatil, qui s'évapore dans l'atmosphère, est photolysé par les UV en mercure, méthane et éthane par couplage aux radicaux libres. Le méthylmercure, en revanche, s'accumule dans la chair des poissons et des crustacés sous forme de méthylmercure-thiométhyl. Cette contamination est importante dans les eaux de l'océan Pacifique, de la mer du Japon, des lacs du Canada et de Suède, de la mer Méditerranée. La tragédie de Minamata au Japon a été causée par la pollution due à l'effluent mercuriel (oxyde de mercure utilisé comme catalyseur) d'une usine de matières plastiques qui a subi une méthylation par les bactéries marines et une bioaccumulation dans la chaîne alimentaire avec concentration dans les poissons consommés par la population.

Après absorption, les organomercuriels se fixent à l'hémoglobine des globules rouges, tandis que l'ion mercurique provenant de l'oxydation du mercure métallique se distribue à tous les compartiments sanguins (fixation sur les radicaux thiols des protéines). Les composés inorganiques du mercure s'accumulent dans les reins, tandis que le mercure métallique gagne également le cerveau. Les organomercuriels s'accumulent essentiellement dans le système nerveux central, où l'action neurotoxique résulterait en partie de la persistance de la molécule intacte.

Le mercure à l'état ionisé se fixe sur les constituants cellulaires riches en groupements thiols. Il diminue la production énergétique cellulaire, l'activité des phosphatases alcalines des cellules tubulaires rénales, des cellules du cerveau et des polynucléaires neutrophiles. Il déprime la synthèse des acides nucléiques et des protéines de structure en diminuant le transport actif des sucres et des acides aminés. Il altère la membrane lysosomiale, entraînant ainsi la libération d'enzymes protéolytiques. Il favorise, comme le cadmium, le zinc et le cuivre, la synthèse de métallothionéines.

Le mercure inorganique est en partie éliminé par les urines, tandis que les organomercuriels ont une excrétion urinaire faible comparativement à l'excrétion biliaire, qui prédomine.

L'intoxication aiguë, rare, peut se rencontrer avec les dérivés inorganiques du mercure ingérés accidentellement ou intentionnellement. De même, l'inhalation de vapeurs de mercure métallique dans un espace mal ventilé peut entraîner une symptomatologie toxique aiguë (l'ingestion de mercure métallique est très peu toxique car l'absorption du métal est faible). On observe des

Tableau 4. Concentration en mercure dans le sang et dans les urines

	Sang*	Urines
Population générale	< 10 µg/l	< 5 µg/g créatinine
Sujets exposés au mercure inorganique	< 15 µg/l en fin de poste et fin de semaine	< 50 µg/g créatinine en début de poste
Sujets exposés aux dérivés organiques du mercure (méthylmercure)	< 100 µg/l	(sans intérêt)

* La consommation de produits de la mer dans l'alimentation doit être prise en compte.

Un premier travail d'évaluation bibliographique effectué par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) en 1998 conclut à une absence d'effet toxique systémique imputable aux amalgames dentaires. Ce rapport est suivi malgré tout d'une décision de l'Afssaps en 2000 qui oblige à n'utiliser les amalgames que sous forme de capsules prédosées. Les capsules prédosées évitent les manipulations et les vapeurs de mercure et permettent de limiter la concentration de mercure dans l'atmosphère des cabinets dentaires. Les amalgames dentaires sont des produits composés d'environ 50 % de poudre d'alliages d'argent, d'étain, de cuivre et de zinc et de 50 % de mercure. Cet amalgame, une fois malaxé, se présente sous forme d'une pâte plastique qui durcit dans la cavité de la dent. La réaction d'amalgamation est la réaction à froid du mercure liquide sur une poudre métallique qui donne un alliage solide cristallisé.
En octobre 2005, l'Afssaps publie un rapport, « Le mercure des amalgames dentaires », qui actualise les connaissances, met en place un réseau d'évaluation pluridisciplinaire et propose des recommandations :
– le mercure minéral peut être libéré d'un amalgame dentaire par corrosion, sollicitation mécanique ou élévation de température (fraisage). Le mercure métal est libéré dans la bouche au contact de la salive et reste en l'état et est dégluti, ou bien passe dans l'air endobuccal ou est oxydé en ion mercurique Hg++. Pendant la mastication, des morceaux d'amalgame sont arrachés et entraînés par la salive. Ces particules ne sont pratiquement pas absorbées (1 %), tandis que les ions mercuriques sont peu absorbés (5 à 10 %). Seulement 10 % du mercure inhalé pendant la respiration orale sont absorbés. Toutes les études confirment que la quantité de mercure provenant des amalgames dentaires et ainsi absorbée est en moyenne de 5 μg par jour et très en deçà des valeurs reconnues comme toxiques ;
– le retrait des amalgames entraîne une augmentation transitoire très faible du mercure sanguin et plasmatique ;
– le mercure inorganique se répartit de façon égale entre le plasma et les érythrocytes, tandis que le mercure organique s'accumule à plus de 90 % dans les érythrocytes. Le sang total est donc un milieu peu sensible pour constater d'une imprégnation par les amalgames, car les organomercuriels alimentaires influent davantage sur le taux sanguin. Il existe en revanche une corrélation positive entre le nombre d'amalgames et le taux sérique du mercure dont la valeur de référence dans la population générale est inférieure à 4 μg/l ;
– la corrélation entre le mercure urinaire et le nombre d'amalgames est également bien établie ; cependant, les concentrations de mercure urinaire observées sont très inférieures aux concentrations susceptibles d'entraîner un effet biologique (30 μg/g de créatinine) ou toxique (50 μg/g de créatinine) ;
– l'absence de protocole standardisé pour le recueil de la salive et l'absence de corrélation entre la présence des différentes formes de mercure et leurs quantités réellement absorbées font cette matrice peu informative et sans intérêt même après stimulation par mastication ;
– les dosages urinaires avant et après un test de stimulation salivaire ne sont pas corrélés aux résultats des dosages sanguins et plasmatiques et ne doivent pas être utilisés comme marqueur d'une intoxication par amalgame dentaire ;
– la prise de chélateurs ne semble pas sans risques pour la santé des patients et l'AMM du DMPS ne comporte pas cette indication.
L'Académie nationale de médecine en 2003 précise notamment que :
– l'amalgame dentaire est un matériau de choix en cas de forte prévalence carieuse chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte jeune ;
– l'interdiction de l'emploi des amalgames dentaires ne se justifie pas ;
– leur retrait systématique ne se justifie pas non plus.
Disponible sur : http://agmed.sante.gouv.fr/htm/10/dentaire/rptoct05.pdf

signes digestifs majeurs, puis une atteinte rénale. Celle-ci, marquée pour les sels mercuriques, provoque une insuffisance rénale aiguë oligo-anurique par néphrite tubulaire interstitielle survenant dans les premiers jours de l'intoxication. Des érythèmes scarlatiniformes peuvent également être notés. L'évolution, sans traitement, est le plus souvent mortelle.

L'intoxication chronique évolue de manière insidieuse ; l'atteinte du système nerveux central et périphérique est la plus grave : tremblements, paresthésies, éréthisme, ataxie. On note également des troubles du caractère et des performances psychomotrices, etc. Une gingivite, une stomatite, une hypersalivation, une atteinte rénale, une atteinte oculaire peuvent être observées. Le tableau n° 2 du régime général de la Sécurité sociale s'intéresse aux maladies professionnelles causées par le mercure et ses composés.

L'intoxication par les organomercuriels, en dehors de l'action tératogène chez le fœtus, provoque chez l'adulte, après plusieurs mois de latence, un ensemble de symptômes graves : ataxie cérébelleuse, mouvements choréiformes et athétosiques, cécité, diarrhées, vomissements, fatigue, fièvre. Les composés méthylés du mercure sont classés par le CIRC (Centre International de Recherche contre le Cancer) dans le groupe 2B des substances peut-être cancérogènes pour l'homme.

Le mercure peut être dosé dans les échantillons biologiques humains (sang total et urines) par une méthode de spectrophotométrie d'absorption atomique par génération d'hydrures (vapeur froide) ou par spectrométrie d'émission-plasma induit haute-fréquence :

- dans le sang, la concentration du mercure en cas d'exposition prolongée aux organomercuriels reflète la charge corporelle (sous réserve d'un dosage après minéralisation). Il existe une excellente corrélation entre la quantité d'organomercuriel ingérée (consommation de poissons) et la concentration sanguine en mercure. Parallèlement, il existe une excellente corrélation entre une exposition au mercure inorganique et la concentration sanguine ;
- dans les urines, la concentration en mercure est un excellent indice d'exposition au mercure métallique et à ses dérivés inorganiques, et permet d'apprécier une exposition ancienne et constante (les concentrations urinaires du mercure atteignent un état d'équilibre en plusieurs mois) (tableau 4).

Biotox.
Mercure urinaire. Mise à jour : septembre 2006.
Disponible sur : http://www.inrs.fr/htm/mercure_urinaire.html

Magos L, Clarkson TW.
Overview of the clinical toxicity of mercury.
Ann Clin Biochem 2006 ; 43 : 257-268.