

INTOXICATION PAR LES METAUX LOURDS

1. généralités

L'intoxication par les métaux lourds – du moins l'intoxication subaiguë et/ou chronique, par opposition à l'intoxication aiguë bien connue, facilement diagnosticable et relativement rare de nos jours, en tout cas ponctuelle et souvent d'origine professionnelle ou accidentelle – est un problème de santé publique méconnu et toujours sous-évalué.

En effet, les symptômes de ces intoxications sont souvent atypiques, multiformes, et sont le plus souvent attribués à d'autres pathologies, voire même corrélés à une cause psychologique quand ils sont trop vagues ou inconstants.

Par contre la toxicité chronique par faibles doses est toujours contestée ce qui évite pour l'instant aux instances nationales de protection de la santé de prendre des mesures d'interdiction contre certains produits dangereux comme les cosmétiques contenant paraben, éthers de glycol, sels d'aluminium, les conservateurs pour vaccins à base de sels de mercure ou d'aluminium, les amalgames dentaires, les additifs alimentaires (édulcorants, conservateurs, exhausteurs de goût, colorants, agents de texture...).

2. Définition

Les métaux lourds, mercure, plomb et cadmium (auxquels on peut adjoindre l'aluminium et les isotopes radioactifs) sont ainsi dénommés à cause de leur fort poids moléculaire et aussi au fait que leurs sels étaient jadis utilisés par les chimistes pour identifier les molécules soufrées.

En effet, ces éléments ont une grande affinité avec le soufre, avec lequel ils se lient par des liaisons de covalence. Les molécules soufrées, plongées dans une solution aqueuse de sels de métaux lourds, fixent donc ceux-ci et forment de ce fait des précipités caractéristiques.

Cette affinité des métaux lourds avec le soufre est la principale explication de leur toxicité biologique, du fait de l'importance considérable des composés soufrés dans le métabolisme et la structure cellulaires.

En effet, dans tous les organes du corps et dans toutes les cellules, le soufre est présent sous forme de groupements thiols $-SH$, composés d'un atome de soufre et d'un atome d'hydrogène, particulièrement dans les protéines soufrées, contenant des acides aminés comme la méthionine, la cystéine, la taurine.

Les groupements thiols sont impliqués dans de nombreux mécanismes biologiques fondamentaux. Par exemple, ils interagissent entre eux pour former des ponts disulfures permettant une liaison intime et solide entre deux protéines.

La vie repose sur deux mécanismes fondamentaux que sont les échanges membranaires entre milieux intra- et extracellulaires, ou entre deux cellules, et les réactions chimiques sous contrôle enzymatiques.

En bloquant échanges membranaires et réactions enzymatiques, c'est au fondement même de la vie que s'attaquent les métaux lourds, et pas une seule de nos cellules n'est épargnée.

3. Origine de la contamination

Les métaux sont omniprésents dans notre environnement, provenant de multiples sources d'émanation :

- Présence naturelle (éruption volcanique, érosion par les eaux ou le vent
- exploitation minière, qui ramène en surface des éléments « indésirables »
- activité industrielle (combustion du charbon en hauts-fourneaux, fabrication du chlore, de la soude, du caoutchouc, traitement anti-corrosion en industries automobiles...)
- déchets industriels et domestiques (piles électriques, batteries, thermomètres, emballages...), usines d'incinération
- produits d'usage courant, anciens ou modernes (peintures au plomb, canalisations, emballages alimentaires et blisters...)
- additifs alimentaires et cosmétiques (sulfate d'aluminium pour le traitement des fruits et légumes, sels d'aluminium pour les déodorants)
- eaux de boisson (traitées par floculation aux sels d'aluminium) et aliments (qui accumulent les métaux lourds issus de la pollution environnementale)
- activités de soin (vaccins, antiseptiques, amalgames et prothèses dentaires)
- transmission materno-foetale (la première cause de contamination, par le mercure dentaire)

Suivant la voie de pénétration des métaux lourds dans l'organisme, ils se fixeront sélectivement sur diverses structures soufrées.

Jadis les protéines soufrées étaient identifiées par mise en contact avec des sels de métaux lourds en solution aqueuse. Les atomes de métaux lourds, en se fixant aux atomes de soufre présents sur les protéines soufrées par des liaisons de covalence formaient des précipités insolubles permettant de confirmer la présence de soufre dans les protéines

Le soufre se trouve sur les acides aminés soufrés – méthionine, cystéine, taurine – et dans les chaînes peptidiques il forme soit des groupements thiols (protéine -- SH), soit des ponts disulfures qui sont la liaison entre deux groupements thiols après perte des atomes d'hydrogène (protéine 1 – S – S – protéine 2).

Les atomes se fixent sans difficulté sur les groupements thiols. Leur affinité avec les atomes de soufre est telle qu'ils brisent aussi les ponts disulfures, provoquant une altération de la structure chimique de la protéine, donc son inactivation.

Or les molécules d'acides aminés soufrés se retrouvent dans tout l'organisme, à tous les niveaux cellulaires et métaboliques, ce qui explique que l'impact pathologique des métaux lourds peut se manifester au niveau de tous les organes, au niveau de toutes les fonctions.

Toutes les protéines contenant du soufre, de structure ou de fonction, sont susceptibles de fixer les atomes de métaux lourds. Les conséquences physico-chimiques de cette fixation se manifestent à plusieurs niveaux :

- changement de la composition chimique
- blocage d'un groupement thiol qui devient de ce fait inefficace pour une autre fonction
- rupture d'un pont disulfure pouvant relier deux protéines (les ponts disulfures sont entre autres responsables de la solidité des structures cutanées et des phanères)
- déplacement du centre de gravité de la protéine et modification de sa structure stéréochimique, avec perte possible de sa fonction spécifique.

Les protéines soufrées se trouvent partout dans l'organisme, souvent à des endroits clefs du métabolisme :

- **Enzymes (toutes les réactions chimiques de l'organisme reposent sur une activation enzymatique, mécanisme de la digestion, de la contraction musculaire, de l'oxygénation, du métabolisme énergétique glucidique, de la synthèse protéique, glucidique, lipidique, de la synthèse des hormones et des neurotransmetteurs, de la construction de toutes les structures histologiques, immunitaires...**
- **membranes cellulaires, riches en taurine** (la vie organique repose sur les échanges entre milieux intra- et extracellulaires, échanges bloqués par la fixation de métaux lourds sur les membranes.
- **protéines de structure, notamment au niveau articulaire (chondroïtine sulfate), conjonctif (collagène), osseux, cutané (kératine)...**

Métaux lourds et oligoéléments

Un autre mécanisme pathologique relié à la contamination par les métaux lourds concerne les oligoéléments, indispensables à l'initialisation des mécanismes enzymatiques donc à toutes les réactions biochimiques.

Les métaux lourds chélatent les oligoéléments, prennent leurs places au niveau moléculaire et cellulaire, et les rendent inefficients.

Action radicalaire :

Non seulement les métaux lourds bloquent les mécanismes anti-oxydants mais en plus ils se comportent comme des super oxydants.

Blocage des puits ioniques :

Les cellules sont fonctionnelles parce que leurs membranes présentent une perméabilité sélective et active, notamment grâce au fonctionnement des puits ioniques. Or ceux-ci sont bloqués quand la cellule est contaminée par des atomes de métaux lourds.

A. Le mercure

Les empoisonnements par le mercure provoqués par les denrées sont principalement dus à des composés organomercuriels, tels que le diméthylmercure ($\text{CH}_3\text{-Hg-CH}_3$), les sels de méthyl mercure ($\text{CH}_3\text{-Hg-X}$ avec X = chlorure ou phosphate) et sels de phényl mercure ($\text{C}_6\text{H}_5\text{-Hg-X}$ avec X = chlorure ou acétate). Ces dérivés liposolubles sont des

neurotoxiques puissants (maladie de Minamata); ils traversent aussi la barrière placentaire (malformation à la naissance).

Certains composés organomercurels sont des fongicides utilisés pour le traitement des semences; on ne les retrouve plus dans les denrées produits à partir de ces semences (par contre, possibilité d'accidents: Irak 71-72 - 500 morts après consommation de pain fabriqué à partir de semences traitées).

L'origine principale de la contamination des denrées par des composés de méthyle-mercure vient du fait que ceux-ci sont synthétisés par les micro-organismes à partir des sels de mercure inorganiques rejetés dans les lacs et les rivières; ces substances s'accumulent ensuite tout au long de la chaîne alimentaire dans les lipides des organismes de la faune piscicole lacustre et marine (dans certains poissons carnassiers de fin de chaîne alimentaire - truites brochets -, on peut trouver plusieurs ppm de mercure - norme actuelle: 0,5 ppm).

B. Le plomb

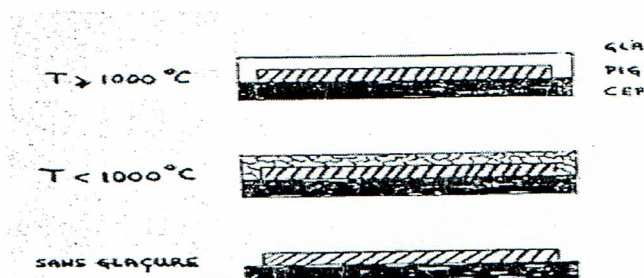
Le plomb provoque une intoxication chronique se manifestant par de l'anémie et des troubles du système nerveux central (saturnisme).

Les voies par lesquelles le plomb parvient dans l'assiette du consommateur sont extrêmement complexes (voir schéma page suivante).

Avec la diminution de la teneur en plomb-tetraéthyle (antidétonant) des carburants pour automobiles, l'amélioration des technologies utilisées dans l'industrie de la conserve (boîtes embouties, laquage intérieur) et l'abandon des canalisations en plomb pour l'eau de boisson, la contamination des aliments est en baisse.

A part pour quelques fruits de mer (qui ont la propriété de concentrer certains métaux lourds comme le plomb et cadmium), les teneurs maximales admissibles sont généralement respectées.

La consommation d'aliments avec des ustensiles (porcelaine, céramiques, verres décorés) fabriqués de manière inappropriée demeure par contre un sujet de préoccupation. L'emploi de pigments contenant des sels de plomb - il peut en être de même pour des dérivés du cadmium - associée à une glaçure protectrice absente, insuffisante ou "cuite" à une température inférieure à 1000°C, conduit à un transfert de quantités de plomb dans les aliments qui peuvent être très importantes.



C. Le cadmium

Plus toxique que le plomb, le cadmium est un contaminant dispersé dans l'environnement par certaines activités industrielles (zingueries) et par l'élimination des déchets. Certains végétaux ont la propriété de concentrer cet élément dans les tissus propre à la consommation alimentaire (champignons, cacao..) et le cadmium s'accumule dans les tissus animaux (crustacés, reins et foie des mammifères).

Le cadmium peut également être cédé par des porcelaines et des céramiques (sulfure de Cd: pigment jaune) fabriquées de manière inadéquate.