

La Pollution chimique

Pollution engendrée par un apport important de substances chimiques (rejets industriels) normalement absentes, ou présentes naturelles à des concentrations très faibles, telles que : les hydrocarbures, les détergents, les biocides (pesticides), **métaux lourds**...

I. Polluants métalliques : Les métaux lourds.

Les organismes marins sont capables de concentrer plusieurs centaines des métaux pris dans la phase soluble ou particulaires ainsi que dans le sédiment. Il apparaît fondamental de mettre en évidence l'origine et le devenir de ces métaux si l'on veut comprendre l'impact qu'ils peuvent avoir sur les organismes vivants.

1. Définition : Métaux lourds = micropolluants minéraux

C'est une pollution sournoise car, à l'inverse des macro-déchets ou des hydrocarbures, on ne la remarque pas et ses effets sur les organismes ou l'environnement sont plutôt tardifs. Bien que les métaux lourds existent à l'état naturel dans l'eau de mer, les minéraux ou les composés volcaniques, c'est l'homme avec ses activités qui est responsable de la libération d'une importante quantité de ces éléments dans l'environnement marins.

Les «métaux lourds» sont tous les métaux du groupe de transition allant du chrome au zinc. C'est-à-dire comprenant le manganèse, le fer, le nickel, le cuivre, le mercure, le cadmium, le plomb et même l'arsenic...

2. Source des métaux lourds :

Les principales sources anthropiques émettrices des métaux lourds sont :

- Effluents d'extractions minières
- Effluents industriels
- Effluents domestiques et ruissellements orageux urbains
- Lessivage de métaux provenant de décharges d'ordures ménagères et de résidus solides
- Lessivage de métaux provenant de zones rurales, par exemple métaux contenus dans les pesticides
- Sources atmosphériques, par exemple combustion de carburants, incinération des déchets et émissions industrielles
- Activités pétrochimiques

Tableau 1 : Les sources industrielles des métaux lourds.

Industries	Les métaux lourds
Batteries de recyclage	Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Mn.
Chimique/ pharmaceutique	As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb
Energie/combustion	As, Be, B, Cd, Hg, Ni, Pb
Métaux de finition/électronique	As, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn
Les huiles et les solvants de recyclage	As, Cr, Pb, Zn.
Traitements de bois	As, Cr, Cu.
Peinture et teinture, colorant	Cd, Cr, Hg
Métallurgie	Ag, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn

3. Devenir :

La pollution des eaux marines est pour sa part essentiellement localisée dans la zone côtière où s'écoulent fleuves, déversements d'usines et égouts. Les micro-polluants minéraux ne s'accumulant pas dans l'eau (réceptrice) elle-même, ils sont assez rapidement transférés dans les sédiments où ils sont en partie métabolisés par les organismes vivants et mis en circulation dans les chaînes alimentaires où leur toxicité s'épanouit. L'irréversibilité de cette pollution est particulièrement préoccupante du fait qu'il est pratiquement impossible de récupérer aisément ces métaux, une fois dissipés dans la nature ; leur rémanence est la cause même d'une accumulation difficilement contrôlable.

Les micro-organismes aquatiques introduisent ses micro-polluants dans la biosphère, ils sont les premiers maillons des chaînes alimentaires le long desquelles les polluants rémanents vont s'accumuler dans les tissus des mangeurs successifs et ce par bio-accumulation:

Le processus de concentration des métaux lourds dans l'organisme se déroule en 3 temps :

a. L'assimilation :

Il existe 2 voies principales d'exposition aux polluants : la voie externe (par contact) qui provoque un phénomène d'adsorption, et la voie interne par assimilation ou absorption.

b. La bio-concentration :

Tous les métaux lourds en général sont concernés par la bio-concentration (bio-accumulation par l'individu), mais plus particulièrement le mercure, lorsqu'il est présent sous forme organique (méthyl-mercure).

c. La bio-amplification :

Les transferts trophiques de métaux (bio-accumulation entre individus) suivent un processus classique. Le polluant, présent dans les algues et micro-organismes est ingéré par un herbivore, lui-même proie d'un carnivore, lui-même proie d'un super-carnivore, animal ou homme. Au bout de chaîne alimentaire, le consommateur final aura bio-accumulé les formes solubles des métaux.

- Selon les prédateurs et les métaux, les concentrations peuvent augmenter au fur et à mesure que l'on progresse dans la chaîne trophique, comme c'est le cas pour le plomb et surtout le mercure sous sa forme méthylée. Ce dernier s'accumulant à chaque étape, se retrouve ainsi concentré en bout de chaîne alimentaire selon le phénomène de bio-amplification.

4. Toxicité des métaux lourds.

Quelques métaux lourds, comme Zn, Cu, Mn et Fe, sont indispensables à la croissance et au bien-être des organismes vivants, y compris de l'homme. On peut néanmoins s'attendre à ce qu'ils aient des effets toxiques quand les organismes sont exposés à des niveaux de concentration supérieurs à ceux qu'ils requièrent normalement.

D'autres éléments, comme Pb, Hg, As et Cd, ne sont pas indispensables aux activités métaboliques et manifestent des propriétés toxiques.

- a. Le plomb Pb.** La concentration naturelle du plomb dans l'eau de mer est de 0,015 mg/l. Son origine est multiple : métallurgie, peintures, incinérateurs d'ordures, insecticides. Dans le milieu marin, il favorise la croissance des végétaux (algues et phytoplancton) jusqu'à une certaine concentration mais il devient toxique au-delà.
- b. Le mercure Hg.** Est naturellement présent dans certains minerais et émanations volcaniques. Il se retrouve dans les océans à un taux moyen de 0,5 mg/1 à 3 mg/1. Diverses activités humaines sont la source d'une pollution par le mercure : l'exploitation et le traitement du minerai, certains fongicides, le traitement chimique (électrolyse), le mauvais recyclage d'appareillages et enfin, les piles. Bien que pratiquement indétectable dans l'eau de mer, il est absorbé par les micro-organismes planctoniques puis rapidement concentré par les consommateurs successifs de la chaîne alimentaire.

- c. **L'arsenic As.** A pour origine naturelle les émissions volcaniques. Lorsqu'il est anthropique, il provient majoritairement de la combustion de charbon ainsi que du mauvais recyclage de composés électroniques.
- d. **Le cadmium Cd.** Dans les mers, la concentration naturelle du cadmium, qui est toujours associé au zinc ou au plomb, est de l'ordre du microgramme. Plus toxique que le mercure, sa libération dans l'environnement est principalement due à l'industrie (raffineries) et à ses rejets, mais aussi aux eaux usées urbaines, aux engrais phosphatés et aux insecticides. Il s'accumule dans les sédiments marins puis est absorbé par les organismes qui le concentrent.

5. Effets des métaux lourds.

Les intoxications les plus importantes et les plus graves, notamment pour le mercure, ont souvent été liées à la consommation de poissons (Voir Tab.)

Tableau 2 : Effets des métaux lourds sur l'homme. (A.J.Montiel (1982).

Produit	Dose critique en mg/l	Symptômes
Arsenic	0.05	Cancer de la peau (mains, pied). Conjonctivite, Cancer des voies respiratoires, paralysie, céphalées, anémie, atteintes nerveuses. Mutagène. Dose mortelle: 130 mg ou 12 mg/l. Effets possible 6 à 20 ans après l'ingestion du fait de la bioaccumulation: même de faibles doses peuvent être toxiques. Plus toxique dans l'eau que solide.
Cadmium	0.15	Bioaccumulation. Mutagène. Maladie d'Itaï-Itaï. Attaque du foie, pancréas, thyroïde, reins, poumons, lésions osseuses, nausées, vomissements. Dose mortelle: 400 mg. Augmentation de la toxicité en présence du zinc, cuivre ou cyanure.
Mercure	0.005	Tremblements sensoriels (affaiblissement de la vue et de l'ouïe), déchéance intellectuelle, salivation et transpiration intense, paralysie nerveuse, effets toxiques renforcés chez le fœtus. Bioaccumulation. Cancérigène. Dose mortelle: 3 à 30g. Augmentation de la toxicité en présence de Cuivre.
Plomb	0.05	Bioaccumulation. Tératogène et mutagène. Constipation, perte d'appétit, morosité, paralysie progressive, saturnisme. Effet accru chez les enfants et le fœtus: diminution du quotient intellectuel, déficiences comportementales, perte d'audition. Dose dangereuse: 1 mg/j.

Les fruits de mer, d'une part, sont d'excellents capteurs des polluants métalliques et d'autre part la concentration se fixe sur les organes d'assimilation (équivalents foie et reins), qui sont précisément ce que l'homme mange. Ils accumulent surtout le cadmium et dans une moindre mesure le plomb, mais peu le mercure. (Voir tab.2 et 3). En raison de son impact sur l'écosystème aquatique, l'étude de la pollution par les métaux lourds dans le milieu aquatique mobilise depuis plusieurs décennies des recherches

Tableau3: Effets des Métaux lourds sur certains organismes aquatiques dans les zones polluées.
(A.J.Montiel (1982))

Peuplement	Sensibilité	Effet à court terme	Effet à long terme
Algue	Faible	Réduction de la croissance	Restauration
Micro-organisme	*Augmente avec le temps et la Concentration, *Variable selon Les caractéristiques Physico-chimique.	*Immobilisation de tous les Organismes *Réduisent L'activité hétérotrophique De la microflore *Effet inhibiteur sur la croissance Des populations microbienne	50% de mortalité des Organismes Inhibent totalement la croissance microbienne
Invertébré	Variable suivant l'état de développement.	*mortalité de 16% pour les Œufs et 14% pour les larves (huître) *les escargots de rivière se Déplacent lentement, Ne se nourrissent pas et secrètent mucus abondant La fécondation est diminuée d'un quart et les embryon ne peuvent se développer	*48% de mortalité pour les œufs et 28 pour les larv (huître) *La mort de tous les individus l'escargot *pourcentage augmente avec le temps et la concentration des métaux dans le milieux (crustacé)
Poisson	Plus sensible et varie selon l'espèce et l'âge, ainsi que les caractéristiques physico-chimique.	Réduisent l'activité des larves et les juvéniles	Accumulation par les poisson (reins, foie et chaire). un pourcentage même faible rend les organismes commercables impropres à la consommation

6. Normes de qualité :

❖ Selon les normes françaises:

L'évaluation des polluants métalliques dans les sédiments est déterminée aussi par celles de l'Agence de bassin (les normes françaises), le tableau 4 donne un résumé de concentrations considérées comme «normales» des polluants

dans les sédiments, auxquelles nous ferons référence.

Tableau 4: Normes Françaises pour l'évaluation des polluants métalliques dans les sédiments.

Métaux lourds mg/kg	
Arsenic	10
Cadmium	0.6
Cuivre	26
Chrome	45
Mercure	0.2
Plomb	22
Zinc	88
Fer	2000
Manganèse	400
Nickel	45

❖ **Indice de contamination (Ic) :**

C'est le rapport entre la valeur considérée comme normale est ce qui est effectivement observé dans le sédiment. Par exemple, des teneurs en Arsenic de 50 mg/kg dans les sédiments correspondent à un indice de contamination de 5 (= 50/10).

Selon la valeur de cet indice, nous avons déterminé trois classes. (Tab. 5)

Tableau 5: Indice de contamination pour l'évaluation du type des sédiments.

Indice de contamination	Interprétation Agence	Interprétation proposée
Ic < 3	Classe 1	Zone Normal
3 < Ic < 10	Classe 2	Zone polluée (Pollution)
10 < Ic	Classe 3	Zone à risque