

M1 : Protection des écosystèmes

Module : Xénobiotiques dans le milieu

TD n°2 : Contamination d'une chaîne trophique par le mercure

1. Introduction générale

Le mercure est un métal liquide, gris argenté, qui n'existe pas à l'état de métal pur dans la nature. Son principal minéral est le sulfure HgS (appelé Cinabre).

Le mercure appartient au Groupe IIB de la classification périodique : même colonne que Zn et Cd.

C'est un métal liquide, gris argenté. MA : 201, Pf : -39°. Sous forme de mercure élément il est très peu soluble dans l'eau et insoluble dans les solvants organiques.

Le mercure n'existe pas à l'état de métal pur dans la nature. Son principal minéral est le sulfure, HgS (appelé cinabre). Il existe une « ceinture mercurifère » autour du globe terrestre : Espagne, Méditerranée, Grèce, Turquie, Pakistan, Chine, Japon, Alaska, Côte Ouest de l'Amérique. C'est pourquoi, en raison de l'érosion et surtout de l'activité volcanique, il se produit une contamination naturelle de l'environnement, avec rejet de 200 à 800 tonnes chaque année. Le mercure se retrouve également dans les combustibles fossiles, en particulier le pétrole et le charbon.

2. Devenir dans l'environnement

Le mercure déposé sur le sol est très faiblement résorbé par les racines et les feuilles des végétaux. Pour sa très grande partie, il est entraîné par ruissellement vers le milieu aquatique où se produit une **biotoxification** par méthylation bactérienne, suivie d'une **bioaccumulation** dans la chaîne alimentaire.

Entraîné par les eaux de ruissellement et les précipitations, le mercure rejeté dans l'atmosphère et sur le sol se retrouve dans les rivières, les lacs et les océans. Il s'accumule dans les sédiments, et quelle que soit sa forme chimique initiale, il est oxydé en ions Hg⁺⁺ par des réactions chimiques et biochimiques. Hg⁺⁺ est alors capté par des bactéries benthiques aérobies, qui le transforment en méthylmercure ou diméthylmercure.

Le diméthylmercure est un composé très volatil qui s'évapore dans l'atmosphère. Le méthylmercure lui, est fortement résorbé par les organismes aquatiques, et en raison de sa

grande stabilité, il va s'accumuler et être concentré par les différents maillons de la chaîne trophique. Entre la concentration de l'eau et celle de la chair des poissons consommé par l'homme, le facteur de multiplication est de l'ordre de plusieurs milliers ou dizaines de milliers.

3. Toxicité du mercure :

La toxicité alimentaire du mercure est essentiellement le fait du méthyl mercure. Elle s'est révélée de façon dramatique au Japon il y a une cinquantaine d'années, c'est ce que l'on appelle la maladie de Minnamata.

Minnamata est un petit village de l'île japonaise de Kyu-Shu. Dans les années 1950, une usine y préparait de l'acétaldéhyde à partir d'acétylène et d'eau, selon une réaction catalysée par le chlorure mercurique. Les effluents industriels étaient rejetés sans précaution directement dans la mer.

Le mercure rejeté dans l'eau, a été méthylé par les microorganismes et de grandes quantités de méthylmercure se sont donc accumulées dans les eaux de la baie de Minnamata. Le méthylmercure a été absorbé et concentré progressivement par les différents maillons de la chaîne alimentaire marine. Les poissons consommés par l'homme et les animaux en renfermaient jusqu'à 120 ppm. La population de Minnamata étant fortement ichtyophage, toutes les conditions se trouvaient réunies pour provoquer une intoxication massive par le méthylmercure. Sont donc apparus dans la population des troubles

- sensoriels : contraction du champ visuel, baisse de l'audition, trouble du goût, du toucher
- moteurs : difficultés de parole, de l'écriture, ataxie
- psychiques : confusion mentale, dépression

Les fœtus étaient atteints : beaucoup d'enfants ont présenté après la naissance un retard mental et des désordres moteurs. Leur mère ne montrait généralement pas de troubles, elle avait été « protégée » par le fœtus...

Il a fallu plusieurs années pour que la responsabilité du mercure soit effectivement reconnue. Durant la période 1953-1971 on a recensé 121 cas d'intoxication clinique et 54 décès.

Depuis la reconnaissance de la maladie de Minnamata et la mise en évidence de la biotoxification dans l'environnement on a pris conscience du risque toxique alimentaire lié à la pollution du milieu marin et limnique par le mercure et son dérivé méthylé.

Tableau 1 : Bioamplification du Hg dans le réseau trophique aquatique

Organisme	Niveau Trophique	Concentration (µg/kg)	Facteur de bioconcentration
Phytoplancton	I	100	
Zooplancton	II	500	
Poissons microphages	III	1000	
Poissons prédateurs	IV	4000	
Eau	0	0,1	

- Calculez les facteurs de bioconcentration pour le Hg.