

GB f

# DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES RECHERCHES OCEANIQUES

## LE PLOMB, LE CADMIUM ET LE MERCURE DANS LES PRODUITS DE LA MER

**Yves THIBAUD**

-----

DIRECTION DE LA CONSOMMATION  
ET DE LA REPRESSION DES FRAUDES

Session de Formation  
sur  
les contaminants physico-chimiques  
dans la chaîne alimentaire

MONTPELLIER

18-19-20 novembre 1986

----



**DERO-87-02-MR**

IFREMER  
CENTRE DE NANTES  
B. P. n° 1049  
44037 NANTES CEDEX 01  
Tél. 40 74 99 81

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DES RECHERCHES Océaniques  
DEPARTEMENT MILIEU ET RESSOURCES - NANTES

AUTEUR (S) : Yves THIBAUD		CODE : N° DERO-87-02-MR
TITRE Le plomb, le cadmium et le mercure dans les produits de la mer.		date : janvier 1987
		tirage nb : 30
CONTRAT (intitulé)  N° _____		Nb pages : 10
		Nb figures : 11
		Nb photos :
		DIFFUSION
		libre <input type="checkbox"/>
		restreinte <input type="checkbox"/>
		confidentielle <input type="checkbox"/>

**RÉSUMÉ** - Trois contaminants métalliques, toxiques vis-à-vis de l'homme : le plomb, le cadmium et le mercure, sont considérés sous l'angle de leur cheminement dans l'environnement, en particulier celui de l'accès au consommateur par les aliments d'origine marine.

En plus des réglementations visant au contrôle des produits de la pêche destinés à la consommation et des mesures visant à limiter les disséminations, il existe en France un système de surveillance continue des niveaux de contamination du littoral, appelé R.N.O. \_

**ABSTRACT** Three metallic contaminants, toxic towards of man : lead, cadmium and mercury, are look at from their transport in the environment and especially by dietary intake and seafood consumption.  
In addition of actions concerning the control of seafood and measures of prevention, there is a programme of continuous control of contaminant levels in the french coastal area, called R.N.O.

mots-clés : plomb, cadmium, mercure, environnement, niveaux, produits de la mer, contrôle, prévention, surveillance continue.

key words : lead, cadmium, mercury, environment, levels, seafood, control, prevention, monitoring.

© IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer,



**Direction de la Consommation  
et de la Répression des Fraudes**

**Session de Formation  
sur  
les contaminants physico-chimiques  
dans la chaîne alimentaire**

**MONTPELLIER**

**18-19-20 novembre 1986**

-----

**LE PLOMB, LE CADMIUM ET LE MERCURE  
DANS LES PRODUITS DE LA MER**

**par  
Yves THIBAUD**

**IFREMER - Centre de Nantes  
DERO/MR  
BP n° 1049, 44037 NANTES CEDEX 01**

## S O M M A I R E

<b>1 - LES EFFETS SUR LA SANTE .....</b>	<b>2</b>
1.1. Relation Dose-Effet vis-à-vis de l'homme	
1.2. Relation Dose-Réponse pour une population	
1.3. Doses admissibles FAO/OMS	
<b>2 - LES VOIES D'ACCES AU CONSOMMATEUR ET CONTRIBUTION DES PRODUITS .....</b>	<b>5</b>
<b>DE LA MER</b>	
2.1. Cheminement dans l'environnement	
2.2. Estimation des apports au consommateur	
2.3. Comparaison avec les doses admissibles	
<b>3 - LES MESURES APPLIQUEES EN FRANCE ET LA SURVEILLANCE DES NIVEAUX .....</b>	<b>7</b>
3.1. Limites réglementaires dans les produits marins	
3.2. Mesures prises pour éviter les disséminations	
3.3. Surveillance des niveaux sur le littoral français	

Je dois parler ici de la présence de trois contaminants chimiques dans les produits de la pêche ; à savoir : le plomb, le cadmium et le mercure.

Bien qu'ils ne soient rencontrés qu'à l'état de traces dans l'environnement marin ces éléments sont considérés comme étant des contaminants métalliques prioritaires pour deux raisons principales.

La première raison réside dans le fait que ce sont des éléments qui n'ont aucun rôle dans le déroulement des processus vitaux et qui sont reconnus toxiques à des doses relativement faibles vis-à-vis de l'homme et des organismes.

La deuxième raison tient au fait qu'ils sont largement répandus dans notre environnement, soit parce qu'ils y sont naturellement présents (sources naturelles), soit parce que certaines activités de l'homme favorisent leur dispersion (sources anthropiques).

Différents cas d'empoisonnements à la suite de leur rejet et de leur dissémination, notamment dans le cas du mercure, ont eu lieu au cours des 30 dernières années ; la presse a largement rendu compte de ces accidents.

Tout d'abord je présenterai les notions de Dose-Effet vis-à-vis de l'homme, de Dose-Réponse dans le cas de populations et de modèle métabolique. Elles sont essentielles pour juger de l'importance du danger que présentent les contaminants métalliques disséminés dans notre environnement.

Ensuite j'essaierai de situer l'importance des produits de la mer dans notre alimentation en tant que source d'apport des contaminants auxquels on s'intéresse ici. Puis d'en donner le complément logique : un aperçu des teneurs qui existent dans différentes espèces originaires des côtes françaises. Des comparaisons instructives pourront alors être établies entre d'une part les "doses sans effet" sur l'homme et les niveaux existants dans les organismes marins, compte tenu des habitudes alimentaires.

L'aspect réglementaire qui intéresse au premier chef les Services de la Répression des Fraudes sera évoqué en conclusion tout en soulignant l'importance des mesures de prévention qui sont essentielles pour de tels contaminants.

## 1 - LES EFFETS SUR LA SANTE

### 1.1. Relation Dose-Effet vis-à-vis de l'homme

Une représentation schématique de la relation Dose-Effet est donnée sur la figure 1. Sur l'axe des effets il est indiqué une région normale, puis une région, effets néfastes, qui se termine par une région correspondant à la mort de l'organisme. Sur l'axe de l'exposition, il y a des quantités croissantes d'un composé chimique.

L'allure de la courbe est différente suivant qu'il s'agit d'un composé essentiel ou d'un composé non essentiel. Par exemple dans le cas de l'iode, un élément essentiel, la courbe sera en U ; la quantité nécessaire à l'organisme est située entre un minimum et un maximum. Tandis que dans le cas du mercure, un élément non essentiel, la courbe aura une forme de S.

Il convient d'aller bien au delà d'une représentation intuitive comme celle-ci pour cerner les niveaux d'exposition aux trois éléments : plomb, cadmium et mercure, susceptibles d'entraîner des effets néfastes sur la santé ; il faut construire le plus rigoureusement possible les relations Dose-Effet qui correspondent à chacun des contaminants.

Plus précisément alors l'effet est défini comme étant un changement biologique spécifique, qui peut être souvent suivi en effectuant une mesure directement associée, comme la décroissance de l'hémoglobine du sang dans le cas du plomb ou la croissance de protéines urinaires dans le cas du cadmium. Tandis que la dose correspond à la quantité du contaminant retenu par l'organe qui est le premier atteint par les changements fonctionnels indésirables. Le sang et l'urine sont appelés des "milieux index". L'organe dans lequel apparaît les premiers changements est appelé "organe critique" et la concentration pour laquelle apparaissent ces premiers changements une "concentration critique".

Afin de construire la relation Dose-Effet dans le cas des métaux toxiques, il convient donc de disposer de variables qui reflètent bien l'effet (ordonnées y) et de variables qui reflètent la dose d'exposition ou plus précisément les quantités qui atteignent l'organe critique (abscisses x). Ces dernières, dans le cas des métaux toxiques, résultent d'un équilibre entre l'accumulation et l'élimination dans l'organisme ; elles sont calculées en utilisant un modèle qui représente le parcours du contaminant et qui est appelé "modèle métabolique" (9).

Des relations Dose-Effet pour les métaux auxquels on s'intéresse ici ont été établies. Pour ce qui est du plomb les premiers signes d'intoxication chez l'homme adulte se traduisent par des perturbations dans la biosynthèse de l'hémoglobine. L'organe critique est le tissu hématopoïétique. L'effet néfaste correspond en conséquence à différentes variables ; à savoir : la décroissance dans le sang de la quantité d'hémoglobine, l'augmentation aussi dans le sang de la concentration en plomb, l'augmentation dans l'urine de l'acide d-aminolévulinique (ALA) du fait de l'inhibition par le plomb de l'enzyme d-aminolévulinique déshydrase (ALA-D) qui a un rôle dans la biosynthèse de l'hème.

En ce qui concerne le cadmium les premiers signes d'intoxication chez l'homme adulte pour une exposition à long terme, correspondent à une décroissance de l'absorption tubulaire rénale des protéines. L'organe critique est alors le rein. L'effet néfaste correspond dans ce cas à l'augmentation dans l'urine des concentrations en cadmium, en protéines totales (protéinurie) et en protéines spécifiques comme la  $\beta_2$ -microglobuline.

Pour ce qui est du méthylmercure ( $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ ), la forme du mercure la plus toxique, les premiers signes observés chez l'adulte correspondent à des troubles du système nerveux central. Le cerveau est alors l'organe critique.

L'effet néfaste a été relié dans ce cas à des concentrations élevées en mercure ou en méthylmercure dans le sang et les cheveux, considérés comme étant les milieux index (9).

### 1.2. Relation Dose-Réponse pour une population

La relation Dose-Effet présentée précédemment, repose sur des changements biologiques dont l'effet sur un individu est quantifiable, gradué et peut être reporté sur une échelle continue.

Il n'en est pas de même dans le cas d'une population exposée aux éléments traces présents dans notre environnement qui peuvent être, soit inhalés par la respiration, soit ingérés par la nourriture. Il y a de grandes variabilités, notamment dans la nature des effets et la manière dont sont exposés les différents individus.

Aussi pour évaluer l'importance d'un danger vis-à-vis d'une population est-il plutôt établi une relation Dose-Réponse. La réponse (en ordonnées) est définie alors comme étant une proportion d'une population sur laquelle est observé un effet spécifique. La dose d'exposition (en abscisses) est, comme pour la relation Dose-Effet, une quantité de contaminant calculée à partir du modèle métabolique et retenue par un individu (9).

La figure 2 représente une relation Dose-Réponse construite en se basant sur des études effectuées lors des accidents qui ont eu lieu en Irak et publiées en 1973. Il s'agissait de méthylmercure ingéré en consommant du pain contaminé.

Une autre relation Dose-Réponse construite en se basant sur les études effectuées au moment des accidents qui ont eu lieu en Irak, est présentée sur la figure 3. Il s'agit là d'une courbe calculée après modélisation et dans le cas d'une exposition à long terme. En ordonnées il est indiqué le pourcentage des premiers troubles sur le système nerveux et en abscisses la quantité ingérée de mercure méthylé avec la nourriture.

Dans la population concernée, il y a un risque voisin de 3 % pour une ingestion moyenne journalière de 50 µg de Hg méthylé et un risque de 8 % pour une ingestion moyenne journalière de 200 µg de Hg méthylé (4).

Malheureusement cette relation Dose-Réponse pour le mercure méthylé, est une des seules actuellement établies et connues. Il serait nécessaire de disposer d'autres relations pour d'autres populations dans le cas du méthylmercure et aussi pour tous les contaminants métalliques.

Les études actuelles s'orientent vers une recherche empirique de relations Dose-Réponse portant sur des groupes d'individus.

La réponse, au départ n'est souvent qu'une proportion des personnes examinées dont les niveaux dans un milieu index : sang, urine ou cheveux, dépassent un certain seuil et la dose une quantité de contaminant dans l'alimentation. Si cette relation existe et si elle est soutenue par un mécanisme biologique plausible, il est ensuite entrepris des études épidémiologiques qui consistent à appliquer aux populations localisées des tests adaptés visant à relier l'effet à l'exposition.

Cette approche est utilisée par exemple dans le cas du méthylmercure, pour des populations indiennes du Canada considérées à risques du fait de la consommation de poissons dont les teneurs en mercure méthylé sont relativement élevées. Les études épidémiologiques ont été effectuées sur des femmes enceintes et des nouveaux-nés ; elles comprenaient des tests basés sur le fonctionnement et le développement du système nerveux ; des différences dans la tonalité de la voix étaient aussi prises en considération (4).

### 1.3. Doses admissibles FAO/OMS

Il a été développé par ailleurs et en parallèle aux études visant à l'établissement de relations Dose-Effet et Dose-Réponse compréhensibles, le concept de "dose journalière admissible". Ces doses sont définies comme étant "celles qu'un homme peut absorber toute sa vie sans qu'il en résulte d'effet nocif sur sa santé". Elles sont fixées par des Comités mixtes d'experts de l'O.M.S. (Organisation Mondiale de la Santé) et de la F.A.O. (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture).

Pour ce qui est des trois métaux auxquels on s'intéresse ici, le Comité mixte FAO/OMS n'a fixé que des doses hebdomadaires provisoirement tolérables, estimant en 1972 ne pas disposer de toutes les données toxicologiques nécessaires. Ces doses, qui sont données sur le tableau 1 pour un homme de poids moyen de 70 kg, constituent actuellement les références de base, admises pour établir des réglementations.

Remarquons qu'il existe un très bon accord dans le cas du mercure méthylé entre la relation Dose-Réponse représentée sur la figure 3 et la dose hebdomadaire provisoirement tolérable portée sur le tableau 1. Le risque est en effet pratiquement nul pour une ingestion de 30 µg par jour ou de 210 µg par semaine de mercure méthylé.

## 2 - LES VOIES D'ACCES AU CONSOMMATEUR ET CONTRIBUTION DES PRODUITS DE LA MER

### 2.1. Cheminement dans l'environnement

En considérant globalement notre environnement, il apparaît que les métaux traces auxquels on s'intéresse ici y effectuent tout un cheminement. Ils sont échangés au cours du temps entre le sol, l'air, l'eau et l'atmosphère parcourant des cycles biogéochimiques.

Ils sont en quelque sorte mis en circulation dans ce système global à partir de sources qui peuvent être soit naturelles, soit anthropiques, c'est-à-dire liées à nos activités.

Les poussières transportées par le vent, les éruptions volcaniques, les feux de forêts et la végétation constituent des sources naturelles. Tandis que les opérations de traitement des minerais, l'agriculture, la combustion du pétrole, l'incinération des déchets constituent des sources anthropiques.

Le plomb présent dans l'atmosphère de nos régions a par exemple comme principale origine, la combustion de l'essence qui a été traitée avec ses dérivés.

Les métaux traces se déplacent dans l'atmosphère avec les aérosols, étant entraînés par les pluies ou associés aux particules, elles-mêmes véhiculées par les vents. Sur le sol où ils se déposent, ils sont fixés par

les feuilles des plantes et leurs racines. Ils atteignent les animaux et les hommes par deux voies principales : la respiration (inhalation) et la nourriture ou la boisson (ingestion).

Pour les trois contaminants : le plomb, le cadmium et le mercure, l'alimentation constitue la voie d'accès à l'homme la plus importante. Bien que dans le cas du plomb l'inhalation ne doive pas être négligée ; la quantité de plomb inhalée peut atteindre chez un européen moyen le quart de la quantité de plomb ingérée par la nourriture et la boisson (2).

## 2.2. Estimation des apports au consommateur

En ce qui concerne plus particulièrement notre pays, il est possible de cerner l'importance des apports de différents contaminants par la nourriture, si l'on se réfère aux résultats de l'Inventaire National de la contamination alimentaire de 1975 (3).

Sur les figures 4, 5 et 6, respectivement pour le plomb, le cadmium et le mercure, il est indiqué en ordonnées l'apport moyen du contaminant correspondant à un type d'aliment en mg par habitant et par an et en abscisses la consommation moyenne du même aliment par habitant et par an. Les aliments situés les plus en haut et à gauche des figures, bien que faiblement consommés en général, sont les sources d'apport les plus importantes. Les produits d'origine marine qui ont été repérés sur les figures sont souvent situés dans cette région, en particulier dans le cas du mercure (figure 6).

## 2.3. Comparaison avec les doses admissibles

Pour aller plus avant dans l'évaluation des apports des contaminants au consommateur par les produits de la pêche, il faut se référer d'une part à la quantité moyenne de poisson consommé et d'autre part aux niveaux de présence existant dans les différentes espèces.

Pour ce qui est de la consommation en France des produits marins, elle nous est donnée par les statistiques officielles. La consommation annuelle par habitant et par an de poissons frais, de crustacés, de produits transformés et de coquillages, regroupés ensemble, était voisine de 14 kg dans les années 1973-1975 (6) et de 24 kg pour l'année 1980 (12).

Quant aux niveaux de présence, ils diffèrent en fonction des espèces et des régions de pêche. Nous donnons sur les tableaux 2, 3 et 4 les teneurs rencontrées dans des espèces de consommation courante respectivement pour le plomb, le cadmium et le mercure ; elles donnent une idée assez grossière de ces niveaux.

Soulignons que les déterminations des métaux traces demandent des précautions particulières au moment des prélèvements des échantillons et de leurs analyses ainsi que des techniques spécifiques. L'interprétation des résultats est ensuite effectuée à l'aide de la statistique en recherchant à établir des différences de niveaux entre les régions de pêche et entre les espèces, tout en tenant compte de l'influence des variables biologiques comme l'âge, le sexe, la saison...

Pour le moment et en attendant l'avancement des études portant sur la contamination de l'environnement marin, il est très commode de se référer aux tableaux 2, 3 et 4 afin d'évaluer un risque possible pour le consommateur.

A titre d'exemple, dans le cas du mercure, il faudrait consommer en moyenne par semaine, pour atteindre la limite FAO/OMS de 300 µg, soit 300 g de chair de thon dont la teneur en mercure est de 1 mg/kg, soit un peu plus de 3 kg de merlu ou de morue dont la teneur en mercure est de 0,09 mg/kg. Ces quantités de poisson sont à comparer aux 460 g, la consommation hebdomadaire moyenne d'un habitant, ou plus exactement aux 276 g, la consommation hebdomadaire effective, calculée en appliquant le coefficient de 0,6 (6), afin de tenir compte des déchets, viscères et arêtes pour les poissons, coquilles pour les huîtres et les moules.

### 3 - LES MESURES APPLIQUEES EN FRANCE ET LA SURVEILLANCE DES NIVEAUX

#### 3.1. Limites règlementaires dans les produits marins

Dans un certain souci de la protection du consommateur, différents Pays avaient fixé au cours des années 1970-1975 des limites règlementaires en mercure au-dessus desquelles les produits de la pêche devaient être retirés de la commercialisation. Elles sont données sur le tableau 5 avec les limites en plomb et en cadmium fixées par l'Italie, respectivement pour les coquillages et les céphalopodes.

Les limites concernant le mercure sont considérées maintenant comme peu réalistes. En effet, il est manifeste que certaines espèces comme les thonidés, peuvent avoir dans leurs tissus des teneurs en mercure supérieures aux limites, sans qu'une pollution quelconque ne puisse être invoquée. De plus, il a été établi, que l'action toxique du mercure méthylé rencontré chez les poissons est en partie neutralisée par un autre élément existant aussi chez les poissons, le sélénium (7).

Mais ces limites sont commodes ; elles sont souvent appliquées, en particulier pour les produits d'importation, notamment par l'Italie.

#### 3.2. Mesures prises pour éviter les disséminations

Il existe d'autres moyens de protection contre la pollution de ces trois métaux : plomb, cadmium et mercure, qui sont omniprésents dans notre environnement ; ce sont surtout ceux qui, tout simplement, visent à limiter leur dissémination.

Il existe notamment une Convention Internationale signée à Oslo en 1972, qui interdit les rejets en mer notamment de mercure, de cadmium et de plomb.

De plus, dans le cas du plomb, les Pays de la Communauté Européenne ont fixé vers 1975 une teneur limite dans les essences, et ils doivent prochainement en interdire l'usage, aussi dans les carburants.

Depuis longtemps déjà les pigments à base de plomb comme la céruse, sont interdits pour la fabrication des peintures.

Dans le cas du mercure, l'emploi de ses dérivés organiques n'est autorisé que pour les traitements de conservation des graines destinées aux semences.

Des mesures ont été prises en France depuis longtemps pour limiter les teneurs en mercure des rejets des ateliers industriels, notamment ceux qui utilisent le procédé au mercure pour la fabrication du chlore et de la soude. Ainsi en 1972, les industriels se sont engagés à réduire dans les eaux résiduaires la quantité de mercure de 30 % en deux ans et de 90 % en cinq ans.

### 3.3. Surveillance des niveaux sur le littoral français

Une action efficace est celle qui consiste à contrôler les niveaux dans l'environnement marin ; elle accompagne les autres mesures de protection. A cet égard le système de surveillance continue du littoral français ou R.N.O., opérationnel depuis 1979 renseigne, en localisant des régions à niveaux élevés et en montrant leur évolution au cours des années.

### Références bibliographiques

- [1] Anonyme (1974), Non-organic micropolluants of the environment. Report of the working group of experts, prepared for the Commission of the European Communities. V/E/1966/74 C, Luxembourg.
- [2] Anonyme (1974), La pollution par le plomb et ses dérivés. Monographies scientifiques sur les polluants chimiques. Secrétariat Général du Haut Comité à l'Environnement. La Documentation Française, Paris.
- [3] Anonyme (1982), Evaluation Toxicologique des résultats de l'Inventaire National de la Contamination Alimentaire demandé en 1975 par le Comité Interministériel d'Action pour la Nature et l'Environnement (CIANE).
- [4] Clarkson T.W., R. Hamada and L. Amin-Zaki (1984), Mercury. In Changing Metal Cycles and Human Health, ed. Nriagu J.O. p. 285. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- [5] Cumont G., G. Gilles, F. Bernard, M.D. Briand, G. Stephan, G. Ramonda et G. Guillou (1975), Bilan de la contamination des poissons de mer pour le mercure à l'occasion d'un contrôle portant sur trois années. Ann. Hyg. L. Fr. Méd. et Nut. T. XI n° 1, 17-25.
- [6] FAO (1977), Provisional Food Balance Sheets, 1972-1974 Average, FAO, Rome.
- [7] Ganther H.E. (1975), Commentaires sur la modification de la toxicité du mercure par la présence de sélénium chez les poissons, adressés à la F.D.A.
- [8] Gouygou J.P. (1979), Pollution par les métaux lourds en Méditerranée. Etude des mécanismes de contamination et de décontamination. Rapport ISTPM (Convention 75-08 avec le Ministère de l'Environnement) 12 février, 66 p.
- [9] Nordberg G.F., ed. (1976), Effets and Dose-Response Relationships of Toxic Metals, Oxford, New-York : Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam.
- [10] Peterson C.L., W.L. Klawe and G.P. Sharp (1973), Mercury in Tunas : a Review. Fishery Bulletin, 71, 3, 603-13.
- [11] PNUE (1980), Programme à long terme de surveillance continue et de recherche en Méditerranée (MEDPOL - Partie 1). Rapport résumé scientifique février 1975-juin 1980. UNEP/WG. 46/3.

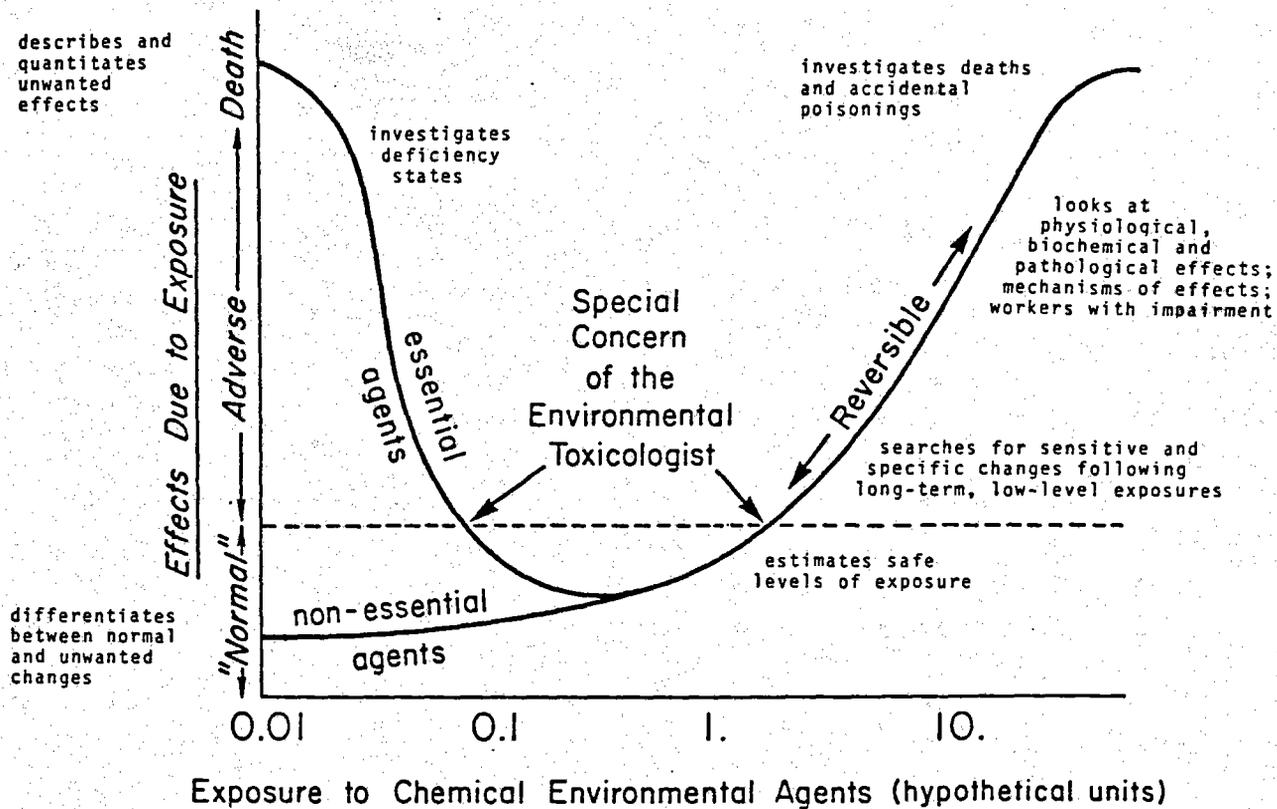
- [12] PNUE (1983), Programme à long terme de surveillance continue et de recherche en Méditerranée (MED POL - Phase II). Evaluation de la pollution mercurielle en mer Méditerranée et mesures proposées. UNEP/WG. 91/5.
- [13] RNO (1986), Synthèse des résultats 1975-1985 du Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin. Ministère de l'Environnement et IFREMER.
- [14] Thibaud Yves (1973), Teneur en mercure dans les moules du littoral français. Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit., n° 221, 1-6.
- [15] Thibaud Yves, Résultats non publiés.

FIGURES

----

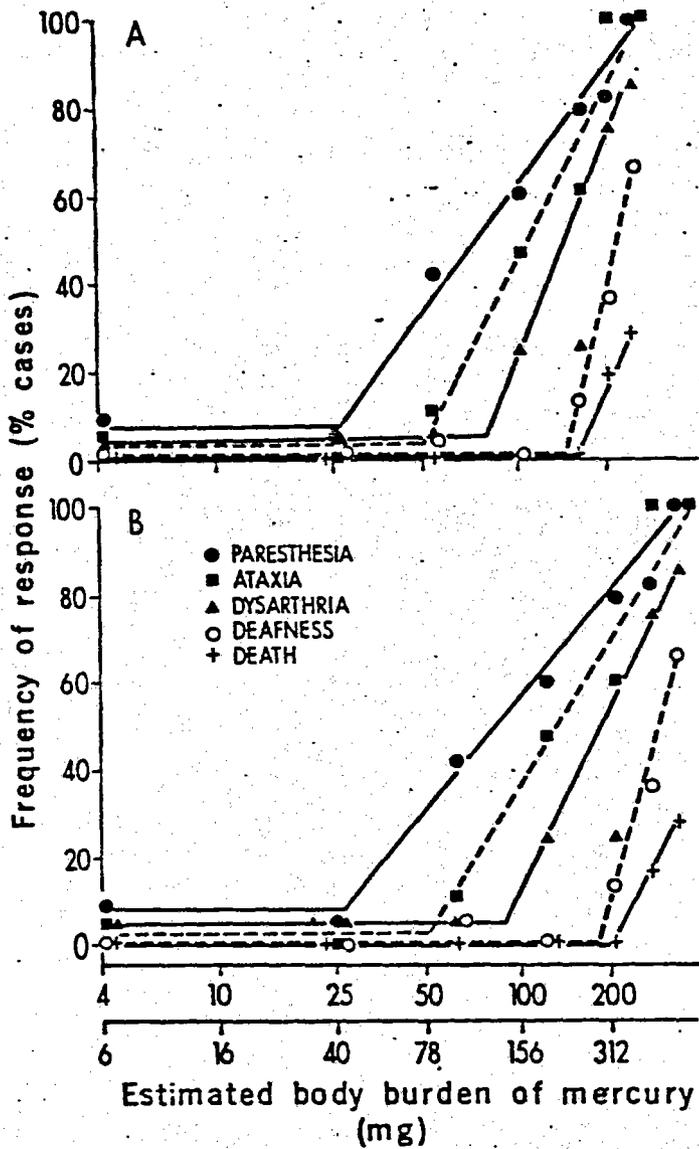
TABLEAUX

•  
• •



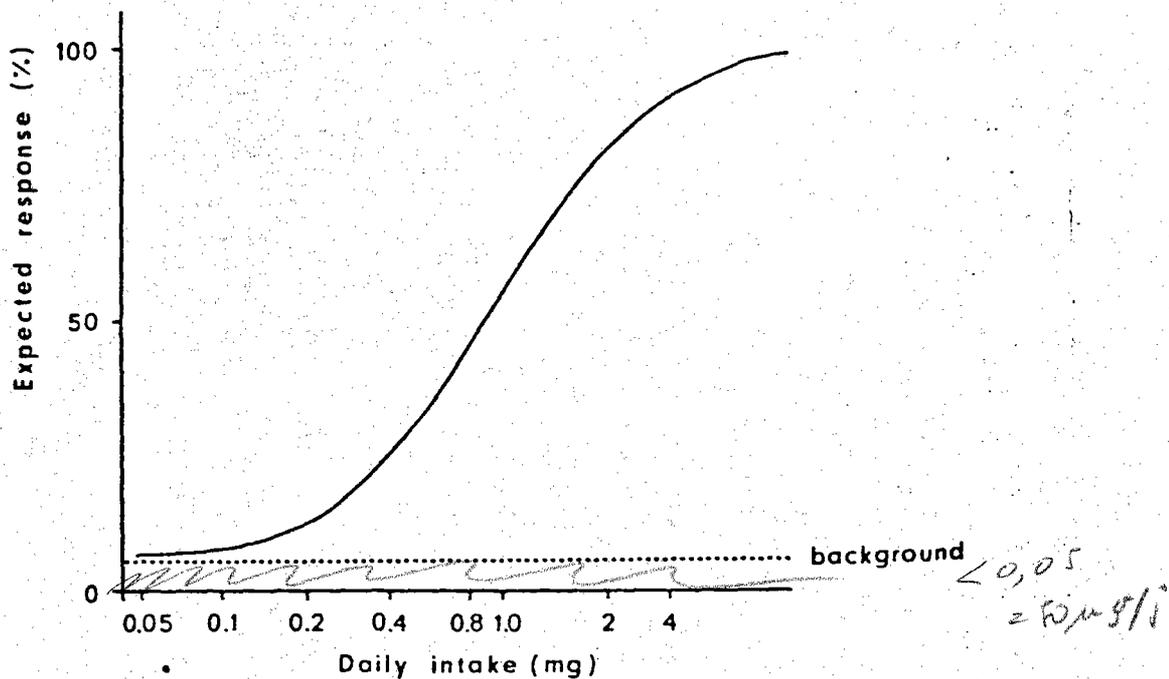
Significant activities by toxicologists to establish relationships between exposure to chemical environmental agents and the effects due to the exposure.

Figure 1 - Représentation schématique de la relation Dose-Effet suivant [9].



Relationship between the frequency of signs and symptoms and the estimated body burden of methylmercury (A) at the time of onset of symptoms and (B) at the time of cessation of ingestion of methylmercury in bread. The two scales on the abscissa are for body burdens of methylmercury, calculated as described by Bakir et al. (1973) from linear regression lines (—) and from the Miettinen line (-----).

Figure 2 - Relations Dose-Réponse établies au moment des empoisonnements qui ont eu lieu en Irak (1973) par la consommation de pain contaminé avec du méthylmercure suivant [9].



The calculated relationship between frequency of paresthesia in adults and long-term average daily intake of methylmercury. The calculations were performed by Nordberg and Strangert. The broken line is the estimated background frequency of paresthesia in the population. Data are taken from publications on the Iraqi outbreak of methylmercury poisoning.

Figure 3 - Relation Dose-Réponse calculée après modélisation, montrant les conséquences d'une exposition à long terme au méthylmercure, en se basant sur les études effectuées lors des empoisonnements qui ont eu lieu en Irak (1973) suivant [4].







Tableau 1 - Doses hebdomadaires provisoirement tolérables pour un homme de poids moyen de 70 kg, fixées par un Comité mixte FAO/OMS en 1972 \*.

Contaminant	Dose tolérable	Observations
plomb	3 mg	seulement à partir des aliments et des boissons .
cadmium	0.4 - 0.5 mg	ingéré par la nourriture et les boissons .
mercure	0.2 mg	ingéré sous la forme de mercure méthylé.
	0.3 mg	ingéré sous la forme de mercure total.

\* FAO/WHO (1972) Evaluation of Certain Food Additives and the Contaminants Mercury, Lead and Cadmium. Sixteenth Report of the Joint FAO/WHO Experts Committee on Food Additives FAO Nutrition Meetings Report Series No. 51, WHO Tech Rep Series No. 505.

Tableau 2 - Teneurs en plomb, mg/kg de tissu frais (TF) et mg/kg de matière sèche (MS) dans différentes espèces d'organismes marins collectés entre 1970 et 1976 sur les côtes françaises ou dans des régions fréquentées par les pêcheurs français.

Espèce	Origine	Teneur en plomb			Références
		moyenne	nomb. éch.	min. - max.	
(coquillages)					
moule (chair)	côtes Manche, Atl.	2.72 (MS)	686	0.05 - 21.4	1979 à 1985 [13]
huître (chair)	côtes Atl.	1.79 (MS)	694	0.10 - 8.90	1979 à 1985 [13]
sardine (muscle)	Atl.	0.44 (TF)	23	0.14 - 0.80	[1]
(diverses espèces de poissons)					
morue merlan hareng maquereau plie (muscle)	Mer du Nord N.E. Atl.	<0.50 (TF)	1173	<0.10 - 4.50	beaucoup de mesures inférieures à la limite de détection de 0.10 mg/kg [1]

Tableau 3 - Teneurs en cadmium, mg/kg de tissu frais (TF) et mg/kg de matière sèche (MS) dans différentes espèces d'organismes marins collectés entre 1970 et 1976 sur les côtes françaises ou dans des régions fréquentées par les pêcheurs français.

Espèce	Origine	Teneur en cadmium			Références
		moyenne	nomb. éch.	min. - max.	
(coquillages)					
moule (chair)	côtes Manche, Atl.	1.41 (MS)	688	0.10 - 8.79	1979 à 1985 [13]
moule (chair)	côtes Méd.	1.40 (MS)	425	0.14 - 36.2	1979 à 1985 [13]
huître (chair)	côtes Atl.	7.86 (MS)	695	0.38 - 180.	1979 à 1985 [13]
(diverses espèces de poissons)					
sprat sardine morue merlu (muscle)	Mer du Nord et Atl.	0.04 (TF) 0.10 (TF)	36	0.01 - 0.17	[15]
(diverses espèces de poissons)					
morue aiguillat mulet merlan raies flétan (muscle)	Mer du Nord N.E. Atl.	0.26 (TF)	15	0.06 - 0.59	[15]
(diverses espèces de poissons) (muscle)	Mer du Nord N.E. Atl.	<0.09 (TF)	plus de 1000	<0.02 - 0.75	beaucoup de mesures inférieures à la limite de détection de 0.02 mg/kg [1]

Tableau 4 - Teneurs en mercure, mg/kg de tissu frais (TF) et mg/kg de matière sèche (MS) dans différentes espèces d'organismes marins collectés entre 1970 et 1976 sur les côtes françaises ou dans des régions fréquentées par les pêcheurs français.

Espèce	Origine	Teneur en mercure total			Références
		moyenne	nomb. éch.	min. - max.	
(coquillages)					
moûle et huître (chair)	côtes Manche, Atl.	0.05 (TF)	282	0.01 - 0.25	[14]
moûle (chair)	côtes Méd.	0.09 (TF)	232	0.01 - 0.74	[11]
moûle (chair)	côtes Manche, Atl.	0.15 (MS)	630	0.01 - 0.83	1979 à 1985 [13]
moûle (chair)	côtes Méd.	0.22 (MS)	393	0.01 - 3.45	1979 à 1985 [13]
huître (chair)	côtes Atl.	0.23 (MS)	660	0.01 - 1.66	1979 à 1985 [13]
(clupéidés)					
sardine anchois et hareng (muscle)	côtes Atl.	0.07 (TF)	285	0.02 - 0.27	[5] [15]
anchois (muscle)	N.O. Méd.	0.18 (TF)	114	0.02 - 0.42	[11]
sardine (muscle)	N.O. Méd.	0.25 (TF)	46	0.15 - 0.39	[11]
(gadidés)					
morue merlan merlu (muscle)	Atl.	0.09 (TF)	344	0.02 - 0.54	[5] [15]
rouget barbet (muscle)	N.O. Méd.	0.59 (TF)	492	0.02 - 0.79	[11]
(squaies)					
raies roussette aiguillat (muscle)	Atl.	0.60 (TF)	654	0.04 - 3.94	[5]
maquereau (muscle)	Méd.	0.33 (TF)	16	0.12 - 0.51	[11]
(thonidés)					
albacore thon blanc ... (muscle)	Atl.	0.27 (TF)	1540	0.10 - 1.60	[5]
thon blanc (foie)	Atl.	0.85 (MS)	9	0.53 - 1.27	[15]
thon rouge (muscle)	Atl.	0.47 (TF)	344	0.10 - 1.30	[5] [15]
thon rouge (muscle)	Méd.	1.02 (TF) 4.10 (MS)	454 122	0.10 - 3.00 1.30 - 13.8	[5] [8]
espadon (muscle)	Atl.	1.17 (TF)	210	0.05 - 4.90	[10]

Tableau 5 - Teneurs limites fixées dans les produits de la mer, à partir de 1970, par différents Pays.

Teneur en mg/kg de tissu frais	Pays	Observations	Teneur en mg/kg de tissu frais	Pays	Observations
<b>Mercurure total</b>					
0.5	Canada		0.5	Espagne	
1	U.S.A.	depuis 1978, 0.5 avant 1978	0.5	Portugal	
1	Japon		0.5 )	France	limites officielles prononcées par le C.S.H.P.
0.5	Nouvelle Zélande		0.7 )		0.5 pour les poissons en général 0.7 pour les thonidés et les suaies
0.5	Argentine	pour le thon	0.5	Suisse	
0.5	Vénézuéla		0.5	Autriche	
1	Suède		0.5	Yougoslavie	
1	Finlande		0.5	Hongrie	
1	Norvège		0.5 )		
1	Danemark	0.5 pour les produits importés	0.7 )	U.R.S.S.	0.5 pour les poissons de mer frais 0.7 pour le thon frais
1	Pays-Bas		1 )		1 pour le thon en conserve
0.5	Belgique				
1	R.F.A.	depuis 1979			
0.5	Grèce				
0.7	Italie	pour les produits importés			
		facteurs de correction pour produits transformés			
		saumurés : 0.5			
		salés et fumés : 0.4			
		séchés : 0.35			
		thon rouge en conserve 0.5			
		autres thonidés en cons. 0.7			
		autres produits en cons. 0.65			
			<u>Plomb</u>		
			2	Italie	pour les coquillages
			<u>Cadmium</u>		
			2	Italie	pour les céphalopodes