

Métaux lourds



Polluants

Fiche détaillée

Niveau ★★☆

(A partir de la 2nd)

I. Qu'est ce que c'est ?

On appelle métaux lourds en général les éléments métalliques naturels caractérisés par une masse volumique importante (supérieure à 5 grammes par centimètre cube). Le terme 'métaux lourds' est abusif car il concerne aussi des éléments non métalliques (Arsenic et fluor par exemple) et/ou des éléments non spécifiquement lourds (le zinc par exemple). Le point commun entre éléments métalliques et éléments non métalliques trouvés au sein des aérosols est qu'ils sont présents en faible quantité, à l'état de trace. D'où le terme moins communément répandu mais plus approprié d'éléments traces métalliques' (ETM) ou 'éléments traces'. Dans le tableau périodique des éléments, on compte 46 éléments répondant à cette appellation. Tous ces métaux lourds ne sont pas surveillés et ne se doivent pas d'obéir en terme d'émission à une quelconque législation. Seuls 15 métaux sont règlementés sur les émissions atmosphériques, l'aluminium, le chrome, le plomb, le nickel, le mercure, le zinc, le fer etc ... pour n'en citer que quelques uns. En fonction des réservoirs environnementaux surveillés (sols, nappes phréatiques, atmosphère ...) les métaux lourds surveillés et légiférés varient en nature et en nombre, rendant la terminologie de métaux lourds d'autant plus confuse.

Les éléments trace métalliques sont présents dans le milieu naturel au sein des réservoirs géologiques, dans les minerais. Ils y sont présents en très grande quantité. Parmi tous ces éléments traces, certains sont utiles à la vie en faible quantité, mais deviennent très nocifs à dose plus importante. Le plomb et le cadmium, quant à eux sont préjudiciables quelle que soit la dose. On trouve dans les aérosols les éléments trace métalliques soit sous forme d'alliage (combinaison avec un autre élément métallique) ou sous forme de sels métalliques (combinaison avec des anions de type nitrate, sulfate, chlorure ou hydroxyde après oxydation de l'élément métallique). Ces sels métalliques confèrent un caractère soluble aux ETM, rendant ainsi l'aérosol potentiellement condensable.

II. Les sources

Les sources de métaux lourds peuvent être d'origine naturelle et d'origine anthropique. En effet, la plupart des 'métaux lourds' sont des éléments constitutifs de la croûte terrestre présents au sein des minerais. Ils sont aussi très présents dans les sédiments océaniques. Les éléments métalliques sont fixés dans la roche sous deux formes : les oxydes et silicates qui sont très peu altérables et les sulfures et carbonates qui sont très altérables du fait de leur solubilité. Les éléments métalliques se retrouvent dans tous les compartiments de l'environnement du fait d'échanges permanents entre les réservoirs. D'un point de vue atmosphérique, ils peuvent être mis en suspension en plus ou moins grande quantité soit par érosion éolienne soit au cours d'éruptions volcaniques, soit lors de l'exploitation des minerais.

Les sources anthropiques les plus importantes sont les activités faisant appel à la combustion de fioul lourd ou de combustibles minéraux, les incinérateurs de déchets, les industries manufacturières de type fonderie, usines métallurgiques pour les métaux ferreux et non ferreux, l'érosion des caténaires dans le transport ferroviaire et l'érosion des plaquettes dans tout système de freinage. Les activités de recyclage de produits en fin de vie contenant des métaux lourds (comme les batteries automobiles par exemple) émettent aussi de grandes quantités d'ETM.

Les quatre 'métaux lourds' les plus règlementés sont le plomb, l'arsenic, le cadmium et le nickel; en conséquence de quoi ils sont aussi les plus mesurés. Dans la suite, seules les évolutions des concentrations atmosphériques de plomb, d'arsenic et de mercure seront présentées et discutées.

Le plomb est extrait d'un minerai, la galène. La révolution industrielle a entraîné une utilisation massive de plomb, dans une première partie de l'ère industrielle dans l'industrie, l'imprimerie et les peintures, et dans une seconde partie à partir de 1920, dans les carburants automobiles en guise d'antidétonant. Plus l'essence est plombée meilleure sont les capacités d'accélération du véhicule. Les moteurs à essence évoluant, cet additif de plomb devenait de plus en plus nécessaire. Le plomb représentait alors un tiers du poids des particules émises par les gaz d'échappement. En 1975, les Etats-Unis sont les premiers à interdire le plomb dans l'essence, non pour des préoccupations de pollution par le plomb mais parce que le plomb est un poison pour les pots catalytiques, tendant eux à faire diminuer les émissions d'oxydes d'azote. Ce n'est que beaucoup plus tard en Europe (fin des années 80) que le pourcentage de plomb dans l'essence est diminué. Ce n'est qu'en 1998 que des directives européennes interdisent l'essence plombée et que des normes sont fixées pour les industriels. Certains pays de la communauté européenne se sont vus cependant accorder des dérogations. En France, cette substitution est aujourd'hui totale grâce aux progrès sur les motorisations fonctionnant avec des indices d'octane peu élevés. Les anciens moteurs fonctionnent alors avec un carburant sans plomb mais avec un additif de potassium. Le graphe ci-dessous (figure 1) révéleront bien que les transports étaient une source majeure de plomb à la fin du 20ième siècle et que l'interdiction d'utilisation de plomb dans les carburants a contribué à nettement faire diminuer les émissions de plomb en France (- 97% sur la période 1990 – 2007).

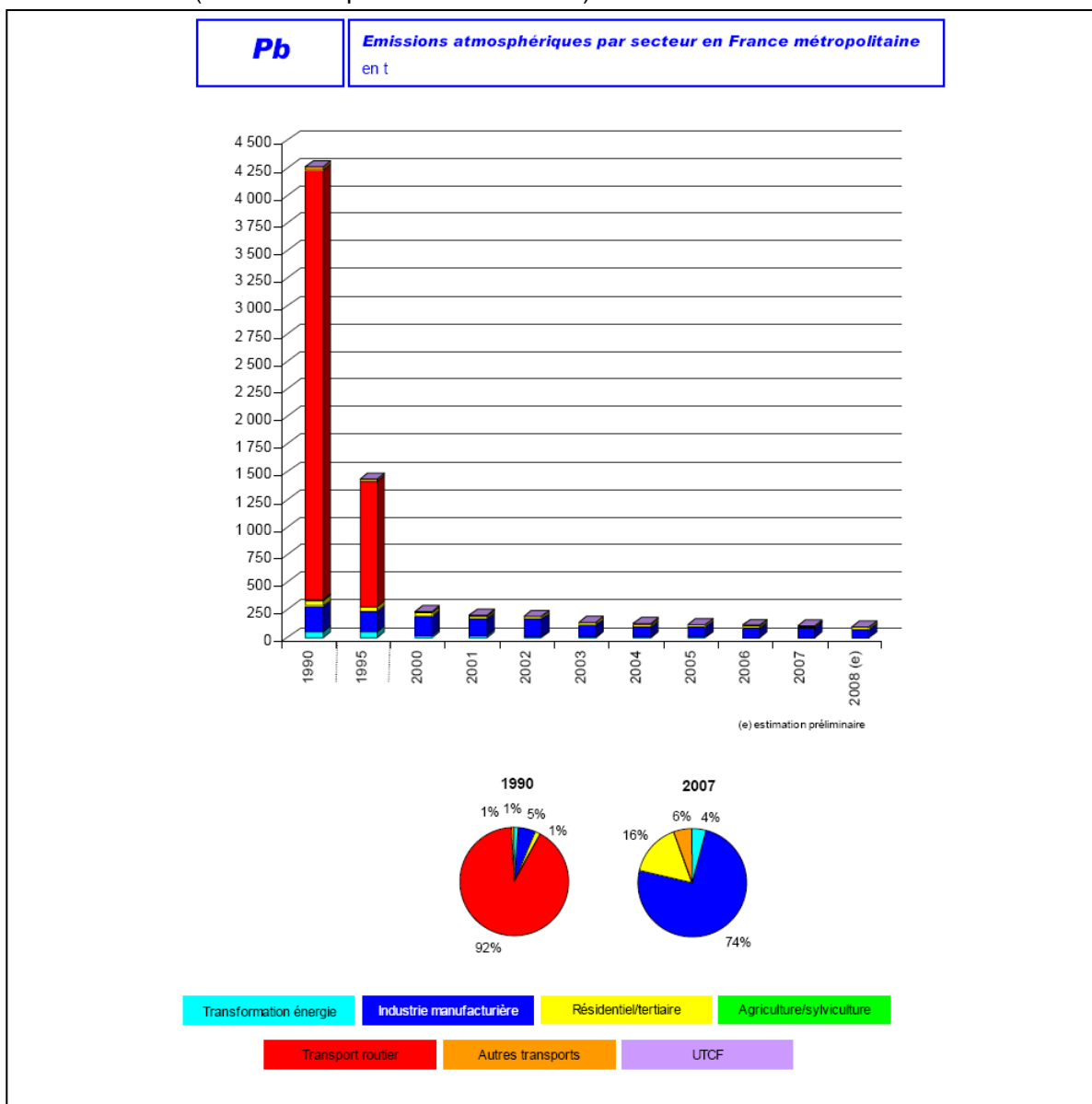


Figure 1 : Emissions atmosphériques de Plomb par secteur en France métropolitaine – données Citepa 2009 – UTCF=Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt

En 2007, les émissions de plomb en France sont de 108 tonnes. Actuellement, le secteur le plus émetteur de plomb en France est l'industrie manufacturière du fait de la métallurgie des métaux ferreux et des minéraux non métalliques et matériaux de construction.

Pour ce qui est du secteur automobile, les émissions sont considérablement réduites mais il demeure quelques sources de plomb que sont les plaquettes de frein (usure) et les batteries en fin de vie (recyclage).

L'arsenic, quant à lui, est un élément chimique disponible au sein de la croûte terrestre dans des minerais, utilisés comme matière première dans certains secteurs industriels. Il est présent en trace dans les combustibles fossiles de type fuel lourd. C'est aussi un élément que l'on retrouve dans les combustibles minéraux solides comme le charbon et la houille.

En France, le secteur de l'industrie manufacturière est le plus grand émetteur d'arsenic, notamment au travers de la métallurgie de minéraux non métalliques et matériaux de construction (production du verre, de tuiles et briques et de ciment). Viennent ensuite les secteurs résidentiel /tertiaire et transformation d'énergie. Les émissions sont en nette diminution depuis les années 1990 en France (réduction de 42 %) comme le montre le graphique ci-dessous (figure 2). Cette diminution est liée d'une part, à une mise aux normes des systèmes de rejet des industries métallurgiques par le biais de dépoussiéreurs plus efficaces et plus nombreux, notamment dans les aciéries, et d'autre part à la baisse de la consommation de combustibles minéraux solides (type charbon) dans les secteurs résidentiels et de la transformation d'énergie. En 2007 les émissions d'arsenic en France sont de 9.5 tonnes.

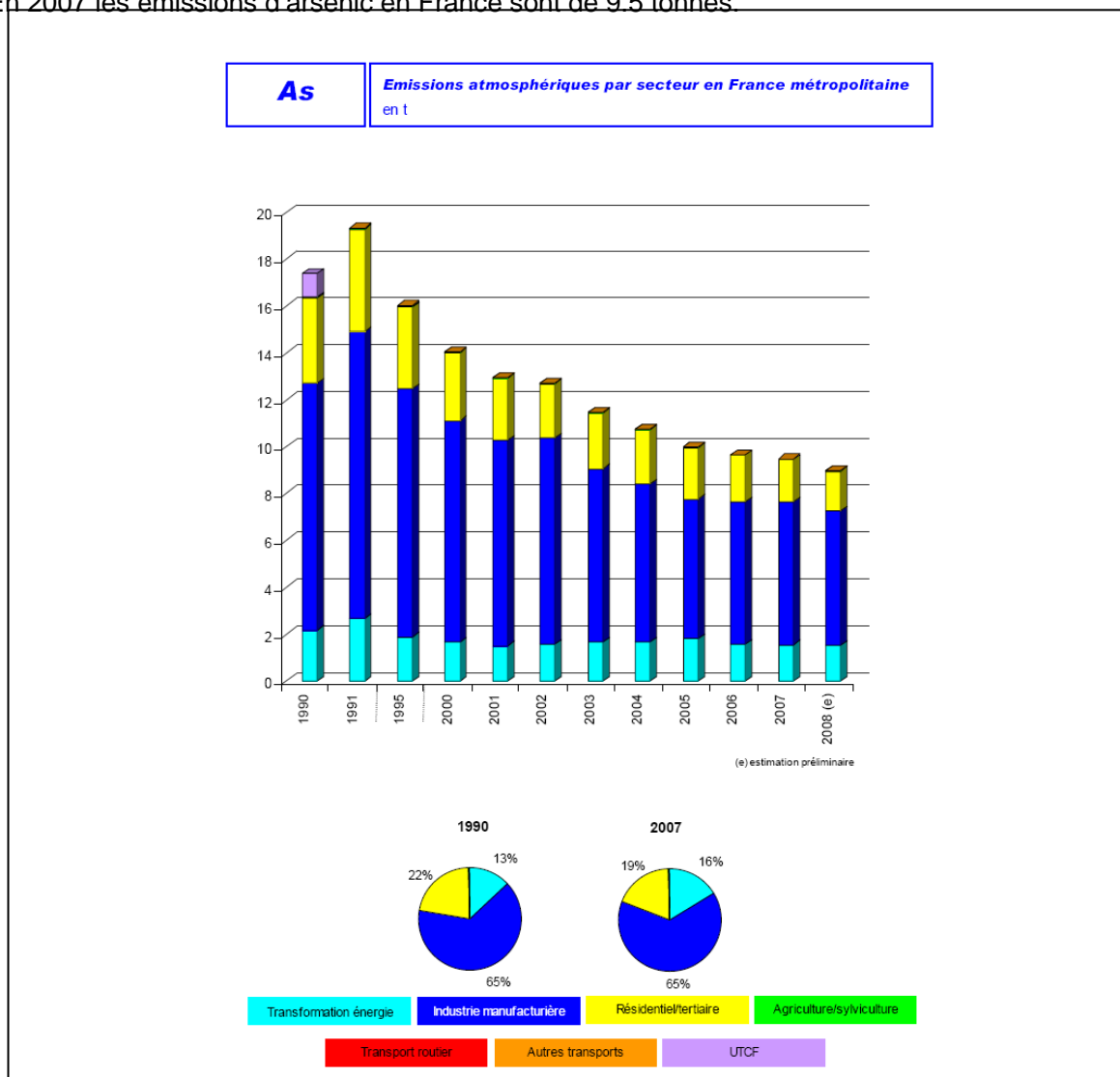


Figure 2 : Emissions atmosphériques d'arsenic par secteur en France métropolitaine – données Citepa 2008

Le mercure, est un élément en trace dans les roches exploité lorsque sa concentration devient plus importante. Il est extrait du cinabre qui est du sulfure de mercure. Cet élément est utilisé depuis l'Antiquité pour ses propriétés biologiques et toxiques. De même il a beaucoup servi et sert encore, associé à d'autres métaux pour l'extraction de l'or. A l'heure actuelle il est utilisé pour ses propriétés physico-chimiques, notamment dans la production du chlore. Son caractère extrêmement volatil a longuement été utilisé dans les systèmes de mesure de température. A l'heure actuelle, l'extraction primaire de mercure est en nette diminution, car elle est compensée par la production secondaire au travers du recyclage. En ce qui concerne les émissions atmosphériques en France, le graphique ci-dessous (figure 3) montre une nette diminution des émissions de mercure dans les secteurs concernés.

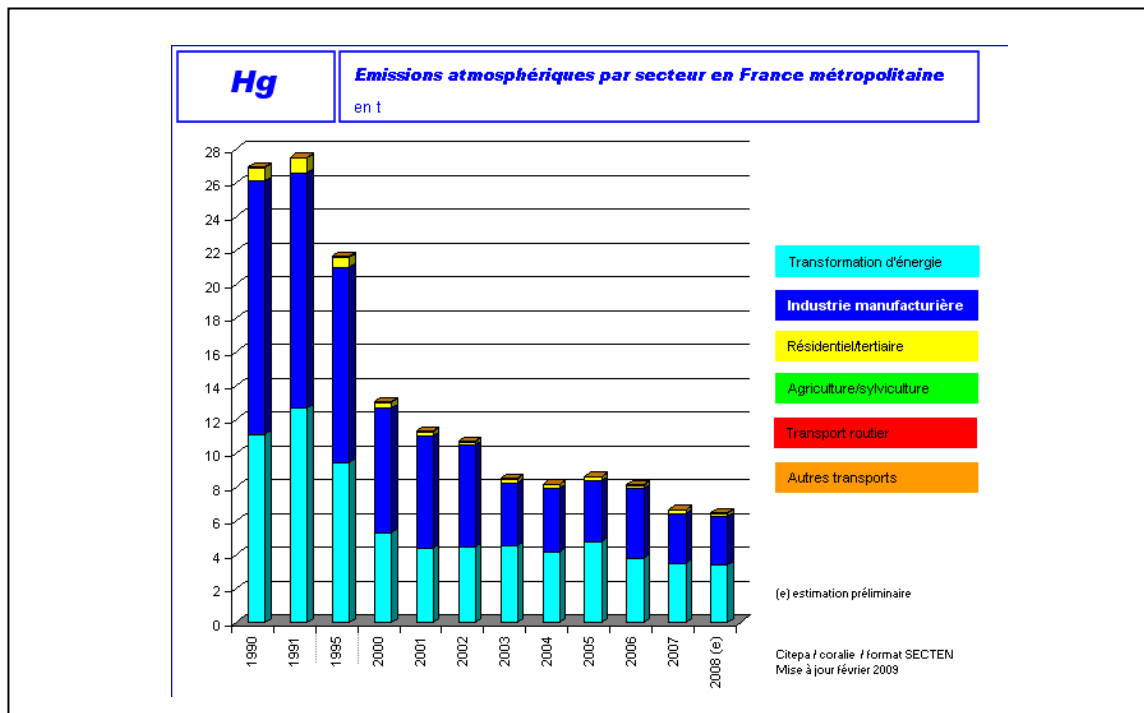


Figure 3 : émissions atmosphériques de mercure par secteur en France (données Citepa 2008)

Dans le secteur de la transformation d'énergie, l'émission est liée à la combustion de combustibles fossiles solides. La consommation de ces combustibles étant en baisse les émissions de mercure associées le sont aussi. Dans le secteur de l'industrie, les émissions de mercure sont dues à la production de chlore et à l'incinération des déchets. Les performances des procédés d'incinération sont en constante amélioration ce qui induit une baisse des émissions de mercure. La limitation voire l'interdiction de l'utilisation du mercure dans les procédés de l'industrie chimique amène aussi à ces réductions d'émissions sur les 10 dernières années. A l'horizon 2019, l'utilisation du mercure en guise de composé constituant l'électrode négative (cathode) dans les processus d'électrolyse dans la chimie du chlore sera totalement proscrite. Cette initiative est propre à l'Europe et il faut savoir qu'à l'échelle de la planète le procédé mercure dans la fabrication du chlore et de la soude reste le plus utilisé. Une fois émis, le mercure subit dans l'atmosphère des phases d'oxydation. On le retrouve majoritairement dans les aérosols sous forme organique, c'est-à-dire combiné avec une chaîne carbonée, sous la forme de méthylmercure ou diméthylmercure. Ils sont évacués de l'atmosphère sous forme de précipitations et ont des interactions durables avec la surface terrestre et la végétation. Ils sont en effet qualifiés de biopersistants (cf fiche POP).

III. Pourquoi surveiller les teneurs en métaux lourds dans l'atmosphère?

Le plomb, l'arsenic, le cadmium et le nickel sont des éléments trace classés cancérigènes par le Centre International de Recherche sur le Cancer ou l'Union Européenne. Ces substances peuvent être inhalées ou ingérées par l'homme et causer des lésions cérébrales et neurologiques ou de certains organes comme les reins ou le foie.

Par exemple, le plomb peut être absorbé par l'être humain par inhalation de vapeur de plomb ou de poussières (oxyde de plomb) ou par ingestion, qu'il s'agisse du plomb d'abord inhalé et ingéré à la suite des processus d'épuration pulmonaire, ou du plomb ingéré directement avec les aliments ou avec les poussières se trouvant sur les mains ou les objets portés à la bouche notamment chez le jeune enfant. L'importance relative de ces différentes voies diffère selon qu'il s'agit d'un enfant ou d'un adulte. Un soudeur découpant au chalumeau des plaques métalliques respirera des fumées plombifères. L'inhalation sera donc une voie d'imprégnation importante pour les travailleurs. En revanche, un jeune enfant vivant dans un immeuble ancien, revêtu de peintures au plomb vétustes et dégradées, ingèrera du plomb par l'intermédiaire des poussières et des écailles des vieilles peintures.

Le plomb absorbé par l'organisme par inhalation ou par ingestion est distribué par le sang à différents organes : le foie, les reins, la rate, la moelle osseuse et surtout les os. Le saturnisme désigne l'ensemble des manifestations de l'intoxication par le plomb.

Effets sur le système nerveux : Le plomb est responsable d'atteintes neurologiques. Ces dernières sont d'autant plus sévères que la dose de plomb ingérée est importante.

Effets sur la moelle osseuse et le sang : Le plomb bloque plusieurs enzymes nécessaires à la synthèse de l'hémoglobine. Ces effets sanguins aboutissent à une diminution du nombre des globules rouges et à une anémie.

L'intoxication aiguë est rare. L'intoxication habituelle est liée à une exposition chronique.

Le mercure, sous sa forme méthylmercure, est aussi un neurotoxique puissant.

Pour la plupart des métaux lourds, il est difficile actuellement de fournir une information précise sur la notion de dose inhalée – réponse de l'organisme. Il existe en général un consensus scientifique pour déterminer des valeurs de référence, qui correspondent à une relation entre la dose d'exposition et l'apparition probable d'un effet sanitaire chronique. Ces valeurs sont souvent déterminées au niveau international. Ces valeurs de référence sont établies :

soit sous forme de doses, journalières ou hebdomadaires (en microgrammes par jour et par kilo de poids corporel),

soit par échantillon biologique. Il s'agit habituellement du sang, de l'urine, ou des cheveux selon les métaux. On mesure ainsi la concentration de plomb dans le sang, la concentration de mercure ou de cadmium dans l'urine, ou la concentration de mercure dans les cheveux.

La plupart des valeurs de référence (par produit, par indicateur biologique) sont des recommandations scientifiques, susceptibles d'évoluer au gré des connaissances, mais ce sont les législations qui définissent des seuils qui seront effectivement contrôlés.