

*Critères
d'hygiène de
l'environnement 3*

Plomb

*Résumé
d'orientation*

Publié par l'Organisation mondiale de la Santé
en liaison avec le
Programme des Nations Unies pour l'Environnement

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Pour donner suite à un certain nombre de résolutions de l'Assemblée mondiale de la Santé, et compte tenu des recommandations de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain tenue à Stockholm en 1972 et de celles du Conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), on a entrepris en 1973 un programme intégré de grande envergure consacré à l'évaluation des effets de la pollution de l'environnement sur la santé. Connu sous le nom de Programme OMS des critères d'hygiène de l'environnement, il est mis en œuvre avec l'appui du Fonds du PNUE pour l'environnement. En 1980, le Programme des critères d'hygiène de l'environnement a été incorporé dans un programme de plus grande ampleur, le Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS) que patronnent conjointement le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, l'Organisation internationale du Travail et l'Organisation mondiale de la Santé. Les travaux réalisés dans le cadre du programme ont abouti à la publication d'une série de documents sur les critères d'hygiène de l'environnement.

Chaque document de la série consiste en une mise au point scientifique approfondie sur des polluants ou des groupes de polluants particuliers de l'environnement. Il fournit toute une gamme de renseignements, depuis la nature des sources et la valeur des niveaux d'exposition jusqu'à un exposé détaillé des données disponibles au sujet des effets de ces polluants sur la santé humaine. Des projets rédactionnels sont préparés pour le compte de l'OMS par des experts ou des institutions nationales, puis soumis à l'examen approfondi, d'une part de représentants des quelques 25 Etats membres participant au Programme, d'autre part d'un ou de plusieurs groupes internationaux d'experts (*groupes de travail*). Un objectif important du programme consiste dans l'évaluation des données disponibles sur les rapports entre l'exposition à certains polluants environnementaux (ou à d'autres facteurs physiques et chimiques) et la santé humaine *en vue de fournir des directives garantissant la compatibilité entre les limites d'exposition fixées et la protection de la santé publique*.

Pour faciliter l'application de ces directives dans le cadre des programmes nationaux de protection de l'environnement, l'OMS a décidé de faire rédiger des «résumés d'orientation» où l'accent serait mis, parmi toutes les données présentées dans les documents *in extenso*, sur celles qui sont utiles aux spécialistes qui ont besoin de connaître les problèmes sanitaires en cause sans entrer dans le détail des aspects scientifiques.

Les résumés d'orientation reproduisent les directives d'exposition qui figurent dans les documents relatifs aux critères établis par les groupes de travail, ainsi que les principales données relatives aux effets sanitaires. On s'est efforcé d'éviter toute divergence par rapport aux données présentées dans les documents *in extenso*. Pour certains d'entre eux, particulièrement lorsque leur publication remonte à trois ou quatre ans, ce souci a conduit à l'exclusion des données nouvelles éventuellement publiées depuis la réunion des groupes de travail correspondants. Ces données seront prises en considération lorsque les documents relatifs aux critères et les résumés d'orientation seront revus et corrigés.

Les observations du lecteur au sujet des difficultés éventuelles rencontrées dans l'utilisation des données figurant dans les résumés d'orientation sont les bienvenues. Elles doivent être communiquées à l'adresse suivante:

Division de l'hygiène de l'environnement,
Organisation mondiale de la Santé,
1211 Genève 27,
Suisse

PLOMB*

1. Introduction

Le plomb est un métal mou de couleur gris argent qui se trouve dans l'écorce terrestre à la concentration moyenne d'environ 13 mg/kg; cependant, on observe par endroits des concentrations beaucoup plus élevées. Ces sources naturelles n'ont qu'une faible contribution à la concentration du plomb dans l'environnement et, pour ce qui est de l'exposition de l'homme, elles sont négligeables.

2. Concentrations environnementales et expositions correspondantes

L'exposition au plomb est associée à l'ingestion d'aliments et de boissons et à l'inhalation. Les enfants risquent en outre d'avaler ou de mâcher des articles non alimentaires, par exemple des objets recouverts d'une peinture au plomb. Les personnes qui travaillent dans un certain nombre d'industries sont également exposées à divers composés du plomb.

Air

La concentration du plomb dans l'air ambiant augmente en général avec la densité démographique. Quand on s'éloigne du centre d'une agglomération, elle diminue progressivement, tombant d'une valeur moyenne supérieure à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à moins de $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans les zones écartées. Des concentrations dépassant $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été signalées aux heures de pointe de la circulation automobile. En l'absence de sources de plomb, les concentrations sont généralement plus faibles à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments. Naturellement, dans les industries productrices ou utilisatrices de plomb, cet élément peut avoir une concentration considérablement plus élevée.

Eau

L'exposition au plomb par l'intermédiaire de l'eau est généralement faible en comparaison de celle qui est due à l'air et aux ali-

*Résumé de *Plomb*, Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1978 (Critères d'hygiène de l'environnement N° 3), 172 pages.

ments, spécialement en zone urbaine. Aux Etats-Unis d'Amérique, le contrôle permanent des approvisionnements d'eau depuis 1962 a montré que la limite prescrite, soit 50 $\mu\text{g}/\text{l}$, n'est que très rarement dépassée. L'usage de citernes ou de tuyaux de plomb dans les installations domestiques peut conduire à des concentrations beaucoup plus élevées du plomb dans l'eau du robinet, spécialement si elle a un faible pH.

Denrées alimentaires

La concentration du plomb dans les produits alimentaires est fort variable. Selon les pays, les différences entre apports quotidiens sont considérables. Mais il n'est pas certain qu'elles soient réelles ou simplement le résultat de facteurs connexes des méthodes appliquées. La concentration du plomb dans le lait de femme et le lait de vache, traité ou non traité, est de l'ordre de 10-40 $\mu\text{g}/\text{l}$, mais des valeurs plus élevées ont été observées dans le lait concentré. Dans le vin, la concentration du plomb peut varier de 130 à 300 $\mu\text{g}/\text{l}$. La soudure au plomb employée pour sceller les boîtes non laquées, notamment au niveau du couvercle, contribue de façon importante à la présence de plomb dans le produit ainsi conservé. Bien que les végétaux absorbent mal le plomb contenu dans le sol, les fruits et légumes cultivés dans des régions exposées aux émissions des fonderies peuvent être contaminés. Les poteries mal vernissées conduisent à une lixiviation du plomb dans le récipient, surtout si le contenu est acide.

Les nourrissons et les jeunes enfants ont l'habitude de lécher, mâcher et même avaler des corps étrangers. Dans certains pays, les peintures au plomb ont longtemps été considérées comme la principale source d'un apport excessif de plomb chez les jeunes enfants, tant à partir des sources domestiques qu'à partir des peintures extérieures, lesquelles contribuent également à la valeur élevée de la concentration du plomb dans le sol. Dans les régions où l'on utilise du plomb-tétraéthyle comme additif dans l'essence, les véhicules sont à l'origine d'un apport de plomb important dans le sol à proximité des routes. La poussière des rues se trouve ainsi contaminée, ce qui peut augmenter l'apport de plomb chez les enfants, plus ou moins selon leurs habitudes en matière de jeux.

Exposition professionnelle

De toutes les opérations industrielles portant sur le plomb, les plus dangereuses sont probablement la fonderie et l'affinage. Quand le plomb et ses alliages sont portés à haute température au cours de la fusion, il y a vaporisation du métal; les condensats de vapeurs de plomb qui se forment ainsi contiennent des particules suffisamment petites pour qu'elles soient inhalables (particules «respirables»), à des concentrations *a priori* dangereuses. Chez les ouvriers qui travaillent à la fusion et l'affinage du plomb ou à son utilisation dans les industries manufacturières, le saturnisme a notablement reculé ces dernières années grâce à l'amélioration des méthodes de maintenance. Aujourd'hui, le danger le plus grave semble concerner les petites entreprises, encore que certaines grandes industries soient dépourvues d'un programme d'hygiène industrielle convenable ou rencontrent des difficultés dans son application. La principale voie d'exposition au plomb dans l'industrie est l'inhalation, mais les vêtements peuvent aussi être contaminés et constituer une importante source d'exposition; avec certains composés, il y a également une absorption élevée de plomb au niveau cutané.

Dans l'extraction minière, l'absorption pulmonaire est faible car le sulfure de plomb (galène) est insoluble. Mais, dans l'estomac, une petite quantité de sulfure peut se trouver transformée en chlorure légèrement soluble, qui risque alors d'être absorbé en quantités modérées. Dans l'industrie des accumulateurs électriques, les opérations portant sur le plomb fondu et le mélange de la pâte d'oxyde de plomb exigent une bonne ventilation pour éviter l'accumulation de plomb dans l'air à des concentrations élevées. Les opérations de soudure dans la construction navale et la récupération du métal de démolition des navires sont dangereuses car on y emploie des chalumeaux fonctionnant à température élevée pour découper des tôles d'acier qui contiennent du plomb ou sont enduites de produits à base de plomb, par exemple de peintures. La production du plomb-tétraéthyle et du plomb-tétraméthyle utilisés comme additifs dans l'essence pour automobiles représentait au début des années 70 environ 12% de la consommation totale du plomb dans l'industrie. L'exposition intervient au moment de la fabrication de ces composés et de leur mélange avec l'essence. Il existe aussi des risques légers d'exposition dans d'autres industries, comme l'imprimerie, la céramique et la fabrication des matières plastiques.

Divers

Dans les pays orientaux, on a observé des cas de saturnisme consécutifs à l'emploi de cosmétiques, notamment d'un cosmétique du type du mascara qui peut renfermer jusqu'à 88% de sulfure de plomb. Les encres d'impression en couleur peuvent être extrêmement riches en plomb: dans certaines illustrations de magazines, on a relevé des teneurs allant de 1140 à 3170 µg/kg.

3. Méthodes d'analyse

Dans toutes les techniques d'échantillonnage, en particulier les prélèvements de sang, la contamination extérieure par le plomb constitue un grave problème. Les méthodes actuelles de dosage du plomb peuvent être classées en deux catégories, selon qu'elles détruisent ou non l'échantillon. Dans le premier cas, on commence par oxyder la substance à expertiser de manière à y détruire toute la matière organique. On dissout ensuite les cendres dans un milieu aqueux, en vue de passer soit à l'étape suivante de la préparation, soit au dosage instrumental. La méthode qui donne les meilleurs résultats depuis quelques années est la spectroscopie d'absorption atomique. Elle est extrêmement souple d'emploi et suffisamment sensible pour la plupart des applications, mais l'obtention de résultats fiables, spécialement dans le cas d'échantillons biologiques comme le sang, exige de l'opérateur une expérience considérable. Quant aux méthodes non destructrices, telles que la fluorescence X et l'activation par neutrons rapides, elles sont plus récentes et encore trop compliquées pour les analyses de routine.

4. Evaluation des dangers pour la santé de l'homme

En règle générale, l'ingestion de plomb occupe une place beaucoup moins importante que l'inhalation dans l'apport quotidien total, encore que chez les très jeunes enfants l'absorption intestinale soit plus élevée. On estime que la plombémie reflète l'exposition au moment considéré et juste avant.

Les études relatives aux effets du plomb sur l'homme peuvent être réparties en deux grandes catégories. Les premières consistent dans l'étude rétrospective comparée des causes de mortalité et de morbi-

dité au sein de populations exposées ou non au plomb, la comparaison se faisant sur des groupes appariés.

Une étude de ce type a montré qu'en cas d'exposition poussée (plombémie dépassant 80 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$), on observait une légère surmortalité par maladies cérébrovasculaires et par néphrite chronique. La seconde catégorie d'études concerne les effets du plomb sur des organes ou sur des systèmes ou appareils déterminés. Les effets observés au niveau du système hématopoïétique (ensemble des organes concourant à la formation des globules sanguins) le sont en présence d'une plombémie plus faible que dans le cas de tout autre système. Lors d'une série de mesures successives, on a observé une baisse du taux d'hémoglobine à partir d'une plombémie égale, chez l'adulte, à 50 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$. L'indicateur le plus sensible de l'exposition au plomb est l'inhibition d'une enzyme, l'ALAD^a, qui catalyse la transformation de l'acide δ -aminolévulinique en porphyrine. La concentration en dessous de laquelle aucun effet n'est décelable est sans doute inférieure dans ce cas à 10 μg de plomb par 100 ml de sang.

Les effets du plomb minéral sur le système nerveux central ont fait l'objet de recherches intensives ces dernières années, mais la validité de certaines des études effectuées reste fort douteuse car la relation entre l'exposition au plomb au moment où se produit la lésion et à celui où s'observent les premiers effets est inconnue. Néanmoins, on estime à 60-70 μg de plomb par 100 ml de sang chez l'adulte, et à 50-60 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ chez l'enfant, la valeur de la plombémie qui ne s'accompagne d'aucun effet décelable. La principale préoccupation concerne actuellement les jeunes enfants fortement exposés au plomb, qui risquent de subir des lésions neurologiques subtiles sans jamais manifester les signes classiques d'une encéphalopathie saturnine (irritabilité, céphalées, tremblements musculaires, hallucinations, perte de mémoire et incapacité de se concentrer, pouvant évoluer vers le délirium, la manie, les convulsions, la paralysie et le coma dans les cas sévères).

Les effets du plomb sur le rein sont de deux grands types. Dans le premier cas, les lésions se caractérisent par une diminution de la réabsorption tubulaire du glucose et des amino-acides. Ce phénomène survient après une exposition relativement brève et se caractérise par

^aAcide δ -aminolévulinique-déshydratase.

des altérations sclérotiques et une fibrose interstitielle. La capacité rénale de filtration est amoindrie et la maladie peut aboutir à une insuffisance rénale. Il semble probable qu'une exposition massive et prolongée, pouvant même avoir débuté pendant l'enfance, est nécessaire pour déterminer une telle néphropathie évolutive chronique.

Les effets toxiques des plombs-alcoyles sont insuffisamment connus pour qu'on puisse établir des relations dose-effet ou dose-réponse. Si ces composés sont notoirement à l'origine d'une létalité élevée, les survivants se rétablissent en revanche presque totalement.

Pour évaluer les données concernant les effets du plomb sur la santé, il peut être utile de tenir compte des deux considérations suivantes:

1) Si l'on se sert de la plombémie pour estimer l'absorption du plomb, on notera que l'exposition continue à un air contenant 1 µg de plomb par mètre cube se traduit par une plombémie de l'ordre de 1-2 µg/100 ml de sang.

2) Environ 10% du plomb contenu dans les aliments et les boissons est absorbé — de sorte qu'un apport alimentaire de 100 µg de plomb par jour explique la plombémie à concurrence de 6-18 µg/100 ml.

Toutefois, sauf précautions extrêmement rigoureuses, la plombémie ne permet pas d'évaluer de façon très précise l'exposition globale d'une population. Cela tient au fait que le plomb a une concentration fort variable dans les divers compartiments de l'environnement, sans compter que les techniques d'échantillonnage et d'analyse comportent une certaine marge d'erreur.

Dans le cas de l'exposition en dehors du milieu professionnel, la plombémie reste le paramètre de choix par suite de la masse des données disponibles et de la vaste expérience acquise. Pour les travailleurs professionnellement exposés, le dosage du plomb dans le sang est la méthode la plus largement utilisée, complétée par la mesure de l'excrétion urinaire de l'ALAD ou des CP.^a Si l'on observe des valeurs anormales, il faut recourir à de nouveaux tests pour évaluer la nature de l'anomalie et le degré correspondant de risque pour la santé.

^aCoproporphyrines.

**Autres titres parus dans la série des
«Critères d'hygiène de l'environnement»**

1. Mercure
2. Polychlorobiphényles et polychloroterphényles
3. Plomb
4. Oxydes d'azote
5. Nitrates, nitrites et composés *N*-nitroso
6. Principes et méthodes d'évaluation de la toxicité des produits chimiques. Partie I
7. Oxydants photochimiques
8. Oxydes de soufre et particules en suspension
9. DDT et dérivés
10. Sulfure de carbone
11. Mycotoxines
12. Le bruit
13. Monoxyde de carbone
14. Rayonnement ultraviolet
15. Etain et organostanniques
16. Fréquences radioélectriques et hyperfréquences
17. Le manganèse
18. Arsenic
19. Sulfure d'hydrogène
20. Quelques dérivés du pétrole (*en préparation*)