

*Critères  
d'hygiène de  
l'environnement 17*

# *Le manganèse*

*Résumé  
d'orientation*

Publié par l'Organisation mondiale de la Santé  
en liaison avec l'Organisation internationale du Travail et 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 sur la santé dûs à la pollution de l'environnement. 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 quelque 25 Etats membres participant au Programme, d'autre part d'un ou 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 de 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:

Programme international sur la sécurité des substances chimiques  
Division de l'hygiène de l'environnement,  
Organisation mondiale de la Santé,  
1211 Genève 27,  
Suisse

# LE MANGANÈSE\*

## 1. Introduction

Après le fer et le titane, le manganèse est le plus fréquent des métaux de transition; il peut se présenter dans les composés à divers degrés d'oxydation, dont les plus fréquents sont +2, +3 et +7. C'est un oligo-élément essentiel à la fois pour l'homme et pour les animaux et qui se trouve dans les cellules de tous les organismes vivants. On a montré qu'il est associé à la formation du tissu conjonctif et du tissu osseux ainsi qu'à la croissance, au métabolisme des glucides et des lipides, au développement embryonnaire de l'oreille interne, aux fonctions de reproduction et, probablement, au fonctionnement du cerveau. Une carence en manganèse est tout à fait improbable chez l'homme car l'apport alimentaire de ce métal est suffisant. En revanche, on connaît depuis les années 30 des cas d'intoxication par le manganèse.

Plus de 90% de la production mondiale de manganèse est employée pour la fabrication de l'acier. Il entre également dans la composition de certains alliages non ferreux utilisés dans des machines spécialisées et dans l'industrie électrique. Le dioxyde de manganèse est employé dans les piles sèches et dans l'industrie chimique, en qualité d'oxydant. D'autres composés du manganèse entrent dans la constitution d'engrais, d'aliments pour animaux, de produits pharmaceutiques, de teintures, de siccatifs pour peintures, de catalyseurs, d'agents de conservation du bois, du verre et des céramiques.

## 2. Echantillonnage et analyse

Il convient d'utiliser pour la collecte d'échantillons de manganèse dans l'environnement des systèmes non métalliques. Les filtres destinés à recueillir les particules atmosphériques doivent être choisis avec soin pour que les résultats ne soient pas faussés par la présence de traces de manganèse dans le matériau filtrant. Les échantillons d'eau

---

\* Résumé de *Le Manganèse*, Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1981 (Critères d'hygiène de l'environnement N° 17), 123 pages.

doivent être filtrés dès qu'ils viennent d'être prélevés; par suite de la teneur en manganèse extrêmement faible de certains tissus biologiques et liquides organiques, la contamination des échantillons constitue une difficulté majeure. Les instruments en acier sont considérés comme inadaptes pour les biopsies de tissus.

La spectroscopie d'absorption atomique, combinée s'il y a lieu à une extraction par solvant, convient pour l'analyse de la plupart des échantillons prélevés dans l'environnement. Comme autres méthodes présentant des avantages particuliers selon la nature de l'échantillon et la sensibilité nécessaire, on peut citer la spectroscopie optique, l'analyse par activation neutronique et la fluorescence X.

### **3. Exposition humaine**

Dans l'eau potable, la consommation moyenne du manganèse est habituellement de l'ordre de 5 à 25  $\mu\text{g}/1$ , mais les concentrations observées dans l'eau de distribution dans diverses municipalités peuvent aller de simples traces jusqu'à 100  $\mu\text{g}/\text{litre}$ . Un apport moyen de manganèse avec l'eau de boisson se situe entre 2 et 55  $\mu\text{g}$  et il ne devrait pas représenter plus de 1-2% de l'apport total de manganèse. On ne dispose pas de données sur la forme du manganèse présente dans l'eau de boisson ni sur son taux d'absorption.

La plupart des produits alimentaires contiennent du manganèse à une concentration inférieure à 5 mg/kg (poids net). On trouve parfois des teneurs dépassant 10 mg/kg dans les céréales, le riz et les fruits à coque, et il convient de noter l'observation d'une teneur d'un thé liquide égale à 1,4-3,6 mg/litre. L'apport alimentaire de manganèse se situe chez l'adulte à environ 2-9 mg par jour. Sur la base des quelques données disponibles, le taux d'absorption dans les voies digestives est estimé à moins de 5%; par conséquent, la dose absorbée serait chez l'adulte de 100-450  $\mu\text{g}/\text{jour}$ . La forme chimique du manganèse présent dans les différents aliments n'est pas connue, et l'on ignore s'il existe des différences de biodisponibilité.

L'apport quotidien par inhalation représente en général moins de 0,1% de l'apport total pour la population générale et il dépasse rarement 1%, même dans les zones fortement polluées. On ne connaît pas le taux d'absorption des particules de manganèse inhalées, mais

on sait que, du fait de leur granulométrie, la plupart des particules de manganèse en suspension dans l'atmosphère sont «respirables».

L'émission de manganèse par les véhicules à moteur qui utilisent une essence sans addition de manganèse a été évaluée en moyenne à 0,03-0,1 mg/km. L'addition de dérivés tricarbonylés à l'essence sans plomb devrait se développer et, bien que la petite fraction de ce composé qui est déversée dans l'atmosphère après combustion subisse une photodécomposition rapide, on ne connaît pas encore parfaitement les produits finals. L'exposition de la collectivité devrait rester très faible, mais des risques sont possibles en milieu professionnel.

Dans les situations d'exposition professionnelle, par exemple dans les mines de manganèse, on peut observer une concentration atmosphérique allant jusqu'à plusieurs centaines de milligrammes par mètre cube, mais il est rare que cette concentration dépasse 10 mg/m<sup>3</sup> dans les aciéries et l'on a noté dans les installations de broyage du minerai des valeurs de 0,8 à 17 mg/m<sup>3</sup>. Une grande partie du manganèse présent dans l'air sur les lieux de travail se trouve sous forme d'oxydes (on ne dispose pas de données sur les autres composés) et semble principalement liée aux particules de diamètre inférieur à 5 µm.

#### **4. Métabolisme**

Les principales voies d'absorption du manganèse sont les voies respiratoires et digestives. L'importance de l'absorption après inhalation est inconnue et il ressort des quelques données disponibles sur l'absorption chez l'homme au niveau du tractus gastro-intestinal que le taux d'absorption chez l'adulte en bonne santé est inférieur à 5%, encore qu'il puisse être augmenté en cas d'anémie.

Pour un homme de 70 kg, la charge totale en manganèse est d'environ 10-20 mg. Le manganèse est transporté dans le plasma, probablement par liaison à la sidérophiline, et il se distribue largement dans tout l'organisme: les concentrations les plus élevées s'observent dans le foie, le pancréas et les reins, et le manganèse peut passer la barrière hémato-encéphalique et la barrière placentaire. Les concentrations tissulaires sont remarquablement stables chez l'homme tout au long de sa vie, les variations de l'excrétion et de l'absorption jouant un rôle important dans l'homéostasie de ce métal.

## **5. Effets du manganèse sur les animaux d'expérience**

La toxicité du manganèse varie selon la forme chimique du produit administré. Le manganèse bivalent s'est montré 2, 5-3 fois plus toxique que le manganèse trivalent. L'inhalation tout comme l'administration par voie parentérale déterminent des effets au niveau du système nerveux central, tandis que l'administration par la bouche est plus rarement suivie d'effets, sans doute à cause de l'absorption gastro-intestinale médiocre. Les lésions histopathologiques observées chez les animaux intoxiqués correspondent à une dégénérescence du cerveau et intéressent principalement le striatum et le pallidum, encore qu'on en ait également observé au niveau des noyaux sous-thalamiques, du cortex, du cerveau proprement dit, du cervelet et du tronc cérébral. On a montré que le manganèse provoque chez le singe, le lapin et le rat une déplétion en dopamine, et probablement en sérotonine, dans les noyaux gris centraux. Ces observations biochimiques expliquent peut-être, au moins en partie, les effets neurotoxiques du manganèse.

Chez le rat, des réactions inflammatoires ont été obtenues par administration intratrachéale de dioxyde de manganèse à la concentration de 0,3 mg/m<sup>3</sup> pendant six mois, à raison de 5-6 heures par jour. On a constaté la présence de marbrures à la radiographie pulmonaire chez des singes exposés au même composé par inhalation (0,7 mg/m<sup>3</sup>) pendant cinq mois.

## **6. Effets du manganèse sur l'homme**

La sensibilité individuelle aux effets nocifs du manganèse est extrêmement variable. La dose minimale induisant des effets au niveau du système nerveux central n'est pas connue et, à de rares exceptions près, des effets de ce type n'ont été observés qu'en cas d'exposition professionnelle. Il n'existe qu'un rapport épidémiologique relatif aux effets nocifs résultant de la consommation d'une eau contaminée par le manganèse. On a décrit 16 cas d'intoxication manganique, dont 3 mortels (y compris un cas de suicide), dans une petite collectivité japonaise. Environ 400 piles sèches ont été retrouvées enterrées à 2 m d'un puits d'alimentation en eau. La teneur de l'eau en manganèse y était de l'ordre de 14 mg/litre et, dans deux autres puits, on a relevé une concentration d'environ 8 et 11 mg/litre respectivement. Les

sujets intoxiqués présentaient des troubles neurologiques et psychologiques associés à l'intoxication manganique et l'autopsie a révélé une concentration élevée du manganèse et du zinc dans certains organes.

Des effets nocifs ont été signalés dans des populations habitant au voisinage d'installations de traitement du manganèse. En 1939, on a rapporté une augmentation de la mortalité et de la morbidité associées à la pneumonie lobaire à Sauda (Norvège) où fonctionnait une fabrique de ferromanganèse et de silicomanganèse. Le taux de mortalité présentait une corrélation positive avec la production d'alliage de manganèse. Certains échantillons d'air avaient une teneur en manganèse allant jusqu'à  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dans une autre étude, on a enregistré, par comparaison avec un groupe de témoins non exposés, une fréquence accrue des symptômes rhinopharyngés et un affaiblissement de la fonction respiratoire chez des écoliers exposés au manganèse atmosphérique, à la concentration de  $4-7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cependant, il faut noter que, sur une courte durée (1 h.), l'échantillonnage de la fumée d'usine rabattue par le vent a fait apparaître une concentration maximale de  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Comme une étude de contrôle effectuée un an après l'installation d'un dépoussiéreur n'a pas révélé de différences comparables entre les deux mêmes groupes, on est fondé à incriminer le manganèse dans les troubles respiratoires observés.

L'intoxication chronique par le manganèse constitue un risque professionnel dans les mines et les usines de traitement du minerai, dans les fabriques d'alliage de manganèse et les fabriques de piles sèches et dans le soudage. L'apparition des signes et symptômes d'intoxication au niveau du système nerveux central peut être subdivisée en trois phases: 1) une phase d'installation de la maladie, généralement à bas bruit, qui s'accompagne d'une symptomatologie vague, caractérisée par une anorexie, des céphalées et de la somnolence; 2) une phase clinique précoce marquée par des manifestations extra-pyramidales (évoquant la maladie de Parkinson), par exemple des troubles de la parole pouvant aller jusqu'à la mutité, un faciès figé reflétant l'hypertonie des muscles faciaux et, peut-être, une exagération des réflexes tendineux au niveau des membres inférieurs; 3) une phase d'état caractérisée par une rigidité prononcée de la face et des membres inférieurs et par des signes psychologiques, par exemple un rire sans motif, une apathie et des hallucinations.

Les effets toxiques possibles du manganèse sur les poumons ont été soupçonnés pour la première fois lorsqu'on a fait état d'un taux de mortalité élevé par pneumonie dans une installation de traitement de pyrolusite. Les résultats d'une étude épidémiologique récente portant sur 369 ouvriers travaillant à la fabrication d'alliages au manganèse donnent à penser que le manganèse peut contribuer à l'apparition d'une maladie pulmonaire chronique. Les sujets qui avaient des antécédents de tabagisme ont semblé plus touchés que les autres, et il y avait apparemment synergisme entre le tabagisme et le manganèse. Une analyse rétrospective de l'absentéisme provoqué par la pneumonie et la bronchite dans le même groupe de travailleurs a révélé que ces deux affections étaient plus fréquentes chez les sujets professionnellement exposés que chez les témoins.

Il existe relativement peu de rapports d'autopsie circonstanciés au sujet de l'anatomo-pathologie associée, chez l'homme, à une intoxication manganique. Les altérations les plus marquées au niveau du système nerveux central ont été observées dans le striatum et le pallidum, les observations classiques consistant en une dégénérescence vasculaire avec perte de cellules ganglionnaires et prolifération de cellules gliales. Des altérations moins poussées ont été relevées dans le cortex tandis que le thalamus, l'hypothalamus et le cervelet n'étaient que légèrement lésés.

Le traitement de l'intoxication manganique chronique a récemment subi de profondes modifications, qui tiennent compte des progrès de la physiopathologie de cette affection. Les premières tentatives d'emploi de chélateurs divers n'avaient donné de résultats valables que lorsque ces agents étaient administrés précocement, à un moment où vraisemblablement aucune destruction des neurones n'avait encore eu lieu. Plus récemment, on a utilisé, avec une réussite fréquente, le précurseur de la dopamine, la lévodopa.

## **7. Evaluation des dangers pour la santé de l'homme**

Les effets généraux d'une surexposition au manganèse, qui, en milieu professionnel, est possible par inhalation, peuvent se manifester dans d'autres populations, mais uniquement en cas d'ingestion, accidentelle ou intentionnelle de quantités anormales, du métal.

Une pneumonie et des effets non spécifiques sur les voies respiratoires sont possibles en cas d'exposition professionnelle et au sein de la population générale dans les régions où sont implantées des industries qui rejettent du manganèse dans l'atmosphère.

### *Exposition professionnelle*

Des signes et symptômes d'une atteinte du système nerveux central peuvent se produire en présence d'une concentration atmosphérique du manganèse de l'ordre 2-5 mg/m<sup>3</sup>. Il n'est pas possible de déterminer la dose minimale qui s'accompagne d'effets mais, sur la base des données concernant l'homme et les animaux et compte tenu du fait que la sensibilité individuelle au manganèse est fort variable, le seuil est probablement inférieur à 1 mg/m<sup>3</sup>.

Les données professionnelles disponibles ne permettent pas d'établir de relations exposition-effet pour la pneumonie et les effets respiratoires non spécifiques. L'expérimentation animale montre que le dioxyde de manganèse exerce un effet local dans les voies respiratoires à des concentrations de 0,3 à 3,0 mg/m<sup>3</sup>. Il semble possible que des caractéristiques comme la granulométrie des particules et la nature du composé de manganèse aient un rôle étiologique plus important que la concentration du métal.

Les personnes atteintes de troubles neurologiques ou psychologiques sont inaptes aux travaux qui comportent une exposition au manganèse. En l'absence de techniques spécifiques de diagnostic, chaque ouvrier devrait être régulièrement soumis à un examen clinique et à la recherche des symptômes subjectifs.

### *Exposition de la population générale*

A l'heure actuelle, rien ne prouve que la concentration du manganèse usuelle dans l'atmosphère, tant en milieu urbain qu'en zone rurale, soit moins de 0,1 µg/m<sup>3</sup>, comporte un danger quelconque pour la santé humaine. Mais il se peut qu'à l'avenir des composés du manganèse soient largement utilisés comme additifs dans l'essence et entraînent l'élévation de la concentration atmosphérique du manganèse dans les villes, au-delà de ce niveau. De plus, dans les zones où sont implantées des industries de traitement du manganèse, la con-

centration moyenne annuelle peut dépasser  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et l'on connaît des cas où elle a dépassé  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Environ 80% du manganèse renfermé dans les substances particulières en suspension est associé à des particules «respirables» dont la dimension favorise une large distribution du métal dans l'atmosphère. Il est donc recommandé que des enquêtes épidémiologiques soient effectuées dans les collectivités où la concentration atmosphérique du manganèse dépasse  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur l'année.

**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*)
21. Chlore et chlorure d'hydrogène (*en préparation*)
22. Ultrasons (*en préparation*)
23. Lasers et fréquences optiques (*en préparation*)
24. Titane