
Le magnésium

On n'a aucune preuve que le magnésium contenu dans l'eau potable puisse être nocif, et on n'a donc pas élaboré de recommandations le concernant.

Généralités

Le magnésium se place au huitième rang parmi les éléments naturels les plus abondants. Il constitue 2,5 pour cent de la croûte terrestre et forme généralement des minéraux comme la giobertite ("magnésite"), la dolomie, l'olivine, la serpentine, le talc et l'amiante.⁽¹⁻³⁾ Toutes les eaux naturelles en contiennent et il contribue largement à leur dureté. Les principales sources du magnésium contenu dans ces eaux sont les minéraux ferromagnésiens des roches ignées et les carbonates de magnésium des roches sédimentaires.

Plus de 55 pour cent du magnésium utilisé en 1984 l'ont été pour la fabrication d'alliages d'aluminium. Ceux-ci servent à la fabrication de cannettes, de pièces moulées sous pression, de matériel électrique, d'outils portatifs, d'équipement de sport et de nombreux autres produits.⁽⁴⁾ Le magnésium est aussi employé comme désoxydant et désulfurant dans l'industrie sidérurgique, et comme réducteur pour la fabrication du titane, du zirconium et de divers autres métaux réactifs. Le métal à l'état pur sert à protéger les ossatures d'acier contre la corrosion, et on l'utilise de multiples façons dans l'industrie chimique, notamment pour la fabrication des organomagnésiens de Grignard. En 1984, la consommation totale de magnésium au Canada a atteint 6 830 tonnes.⁽⁴⁾ Cette même année, le pays a produit 8 000 tonnes de magnésium, en a importé 4 287 tonnes et en a exporté 4 022 tonnes.⁽⁴⁾

Présence dans l'environnement

Dans les régions riches en roches magnésiques, l'eau peut contenir des concentrations de 10 à 50 mg/L de cet élément. Les sulfates et les chlorures de magnésium sont très solubles, et l'eau en contact avec leurs gisements peut contenir plusieurs centaines de milligrammes de magnésium par litre.⁽⁵⁾ Certains effluents industriels peuvent également renfermer des teneurs élevées en magnésium;⁽⁵⁾ les rejets de

magnésium dans le lac Supérieur et le lac Huron ont atteint respectivement 3 146 et 650 tonnes/an entre 1973 et 1975.⁽⁶⁾

Certains relevés de la qualité des eaux superficielles au Canada ont montré que les concentrations de magnésium varient considérablement selon le lieu, et souvent selon la saison. Elles étaient généralement inférieures à 25 mg/L, bien que des valeurs atteignant 168 mg/L aient été signalées.⁽⁷⁾ À l'Île-du-Prince-Édouard, on a relevé une teneur moyenne des eaux souterraines en magnésium de 4 mg/L, dans une plage de 0,6 à 21 mg/L.⁽⁸⁾ Deux relevés, effectués en 1976 et 1977, au sujet des eaux de 115 réseaux publics de distribution d'un bout à l'autre du Canada, ont montré que les concentrations de magnésium dans l'eau allaient de 0,2 à 59,5 mg/L.^(9,10) Les concentrations médianes les plus élevées ont été observées en Alberta, en Saskatchewan et au Manitoba (respectivement 17, 28 et 23 mg/L); dans la plupart des autres régions, elles étaient inférieures à 5 mg/L. La teneur en magnésium des eaux brutes, traitées et distribuées était approximativement la même dans la plupart des échantillons, sauf aux endroits où les eaux brutes avaient été déminéralisées au cours du traitement. D'après un relevé effectué récemment dans les réseaux publics de 65 villes de l'Ontario, la concentration médiane du magnésium était de 4 mg/L, dans une plage de <1 à 56 mg/L.⁽¹¹⁾

Les concentrations de magnésium dans l'air dépendent étroitement de la densité des particules polluantes dans l'atmosphère.⁽¹²⁾ À Windsor, en Ontario, on a relevé, lors d'une journée au cours de laquelle la pollution par les particules était particulièrement élevée, une concentration moyenne de magnésium de 0,009 mg/m³ d'air, la concentration moyenne en période de faible pollution étant de 0,00046 mg/m³.⁽¹²⁾ Des relevés du magnésium dans l'atmosphère de plusieurs centres urbains aux États-Unis ont montré de grandes plages de concentrations, celles-ci allant de 0,00036 à 0,00721 mg/m³ d'air.⁽¹³⁻¹⁵⁾ On a observé, dans des échantillons d'air recueillis dans un milieu industrialisé du Nord-ouest de l'Indiana, une concentration de magnésium particulaire de 0,00135 mg/m³ d'air, comparativement à 0,0009 mg/m³ signalée pour une région

semi-rurale. Les cimenteries et les usines sidérurgiques ainsi que la combustion du charbon constituaient les principales sources de contamination de l'air.⁽¹⁶⁾

La ration alimentaire du Canadien moyen lui fournit environ 130 mg de magnésium par 1 000 kcal (31,1 mg/1 000 kJ), environ les deux tiers provenant des céréales et des légumes, et le cinquième des produits laitiers.⁽¹⁷⁾ Les teneurs moyennes de magnésium relevées dans les aliments sont les suivantes: poissons et fruits de mer, 0,35 mg/g; viande, 0,27 mg/g; céréales et grains, 0,8 mg/g; produits laitiers, 0,15 mg/g; légumes, 0,22 mg/g; fruits, 0,08 mg/g; noix, 1,97 mg/g; huiles et corps gras, 0,007 mg/g.^(18,19)

Exposition des Canadiens

On estime que l'apport quotidien en magnésium de la ration alimentaire atteint 205 mg dans le cas des enfants et de 200 à 300 mg chez les adultes.⁽¹⁾ L'apport en magnésium fourni par l'eau potable varie considérablement selon la dureté de celle-ci. L'apport quotidien chez un sujet consommant 1,5 L d'eau, chaque jour, se situerait entre 1,5 mg (eau douce, 1 mg/L de magnésium) et 37,5 mg (eau dure, 25 mg/L de magnésium). La contribution du magnésium atmosphérique à l'apport total de cet élément apparaît négligeable.

L'apport quotidien total en magnésium à partir de toutes les sources varie entre 200 et 340 mg. La contribution de l'eau potable n'atteint que 0,6 pour cent de l'apport total dans les régions où l'eau est douce et de 13 pour cent dans celles où elle est dure.

Effets sur la santé

Le corps contient environ 25 g de magnésium, ce qui place ce métal au quatrième rang en abondance parmi les constituants minéraux de l'organisme.⁽¹⁷⁾ Le squelette contient plus de la moitié du magnésium (67 pour cent) et le reste est réparti dans le liquide intracellulaire des tissus mous (31 pour cent) et, dans une moindre mesure, dans les liquides organiques (environ 1 pour cent).

Besoins essentiels

Le magnésium est un élément indispensable au métabolisme du corps humain, et il est crucial pour plus de 300 réactions enzymatiques,⁽²⁰⁾ dont toutes celles qui utilisent de l'adénosine-triphosphate.⁽²¹⁾ Comme le magnésium est indispensable à la régulation de la perméabilité cellulaire, une concentration insuffisante de cet élément perturbe gravement les fonctions cardiovasculaires, neuromusculaires et rénales.

Dans des conditions normales, les concentrations de magnésium sont bien ajustées et les carences alimentaires à court terme sont compensées par les vastes réserves de magnésium osseux. Cependant, les

vomissements, la diarrhée, l'emploi de certains diurétiques, l'alcoolisme et l'apport insuffisant en protéines peuvent entraîner une perte excessive de cet élément.⁽²²⁾ La carence en magnésium peut provoquer de la faiblesse, des troubles mentaux, une diminution du tonus musculaire et des troubles gastro-intestinaux. Étant donné que le magnésium dans le myocarde est plus aisément échangeable que dans les muscles du squelette, on a émis l'hypothèse que la carence durable en magnésium pourrait intervenir dans les maladies cardiovasculaires.⁽²³⁻²⁶⁾

Au Canada, l'apport quotidien en magnésium recommandé est de 300 mg pour l'homme et de 250 mg pour la femme.⁽¹⁷⁾

Absorption, répartition et excrétion

Le magnésium est absorbé au niveau de l'intestin grêle dans une proportion variant entre 45 et 55 pour cent.⁽²⁷⁾ On croit que cette absorption s'effectue grâce à un mécanisme passif dépendant de la concentration, et qui serait, probablement, une diffusion facilitée.⁽²⁷⁾ Bien que la régulation hormonale de l'absorption du magnésium soit encore mal comprise, il se peut que la vitamine D intervienne dans le processus.⁽²⁸⁾ On a déjà signalé l'intervention d'autres ions inorganiques dans l'absorption du magnésium, comme le calcium, le phosphore, le potassium et certains métaux à l'état de traces, mais la nature et l'importance de ces interactions n'a pas encore été éclaircie.⁽²⁷⁾ La présence de cellulose (fibres) dans le bol alimentaire pourrait diminuer l'absorption de magnésium chez l'homme, tandis que certains hydrates de carbone l'augmenteraient;⁽²⁷⁾ une telle augmentation serait, selon certains rapports, également causée par les protéines alimentaires.^(26,29)

La concentration de magnésium plasmatique se maintient entre 1,9 et 2,6 mg/dL (1,6 et 2,1 meq/L), dont environ 20 pour cent sont combinés à des protéines.⁽³⁰⁾ La teneur en magnésium des tissus mous varie entre 15 et 22 mg/100 g (6 et 9 mmol/kg); le magnésium est lié à la membrane ou se présente sous forme intracellulaire.⁽³¹⁾

Les concentrations de magnésium dans l'organisme sont surtout régulées par le rein, à peine 2 pour cent du magnésium déjà assimilé étant excrétés dans les fèces.^(32,33) Le processus normal de régulation du magnésium par le rein consiste en une filtration glomérulaire et une réabsorption tubulaire, qui sont commandées par les hormones. Étant donné que le seuil de réabsorption rénale du magnésium (qui se situe entre 1,3 et 1,7 meq/L) est voisin des concentrations sériques normales, une partie du magnésium alimentaire est excrétée dans l'urine, indépendamment de l'abondance du magnésium présent.⁽³⁰⁾ La capacité maximale d'excrétion rénale est supérieure à 2,0 g/jour.

Effets nocifs

L'inconvénient le plus évident de la présence de magnésium dans l'eau potable est son effet laxatif, particulièrement lorsqu'il s'agit d'une concentration de sulfate de magnésium excédant 700 mg/L.⁽³⁴⁾ Cependant, l'organisme humain compense cette action avec le temps. On a signalé des cas d'intoxication chez des personnes âgées ayant fait un usage abusif de certains laxatifs (sulfate de magnésium) ou d'antiacides (hydroxydes de magnésium).⁽²²⁾ En outre, ce groupe pourrait aussi souffrir d'une capacité réduite d'excrétion rénale.⁽²²⁾ Des concentrations de magnésium allant de 5 à 10 meq/L (6 à 12 mg/dL) peuvent modifier le rythme cardiaque.⁽³⁵⁾ La paralysie des muscles du squelette, la réduction de la capacité pulmonaire, le coma et la mort peuvent survenir à des concentrations de magnésium de 15 meq/L (18 mg/dL) dans le plasma.

Effets favorables

Certains chercheurs ont établi un lien statistique entre la consommation d'eau dure et une réduction de la mortalité.⁽³⁶⁻³⁹⁾ Bien que l'unanimité ne soit pas encore faite sur ce lien de causalité, il est possible que cet effet protecteur soit dû à une substance contenue dans l'eau comme le calcium, le magnésium ou d'autres oligo-éléments. D'autre part, il se pourrait que l'eau dure empêche la mise en solution de contaminants toxiques comme le cadmium, le plomb et d'autres qui peuvent être lessivés du réseau de distribution d'eau potable. Il est également possible que l'eau dure contrecarre les effets toxiques d'un constituant naturel de l'eau douce.

Bon nombre d'études effectuées dans différentes régions du monde ont établi un lien entre la teneur en magnésium de l'eau potable et une réduction des maladies cardiovasculaires.^(23,25,40-42) Cependant, certains contestent que le magnésium soit le seul facteur protecteur de l'eau potable dure^(37,38) (voir la section sur l'eau dure).

Autres considérations

Le magnésium est l'un des principaux facteurs de la dureté de l'eau, laquelle est étudiée dans une autre section. Il peut aussi donner mauvais goût à l'eau. Selon certains travaux, le seuil de détection gustative du magnésium serait de 100 mg/L pour un sujet sensible, et d'environ 500 mg/L pour l'individu moyen.⁽³⁴⁾ Ces teneurs dépassent considérablement les concentrations de magnésium que l'on trouve dans la plupart des eaux potables canadiennes.

Conclusions

1. On ne connaît pas d'effets nocifs directement attribuables au magnésium contenu dans l'eau potable.

2. Les effets indésirables pourraient résulter indirectement de l'effet laxatif du magnésium lorsqu'il est associé à l'ion de sulfate. Ces effets sont étudiés dans la section sur le sulfate.

3. En conséquence, on n'a fixé aucune concentration maximale pour le magnésium.

Références bibliographiques

- Day, F.H. Dans: The chemical elements in nature. George C. Harrap & Co., Londres, R.-U. (1963).
- Bech, A.V. (dir. de publ.). The technology of magnesium and its alloys. 3^e édition. (Cité par la McGraw-Hill encyclopedia of science and technology. McGraw-Hill [1966].)
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario. Hazardous substances list and handbook. Rapport n° ARB-TDA-33-76, Hazardous Substances Program, Air Resources Branch (1976).
- Bokovay, G. Magnésium. Dans: Annuaire des minéraux du Canada 1985. Aperçu et perspectives. Direction des ressources minérales, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa (1986).
- Durfur, C.J. et Becker, E. Constituents and properties of water. Dans: Water quality in a stressed environment. W.A. Pettyjohn (dir. de publ.). Burgess Publishing Company (1972).
- International Joint Commission. The waters of Lake Huron and Lake Superior. Vol. 1. Summary and recommendations. IJC report, Upper Lakes Reference Group (1976).
- Environnement Canada. Detailed surface water quality data, Northwest Territories 1980-1981, Alberta 1980-1981, Saskatchewan 1980-1981, Manitoba 1980-1981. Direction générale des eaux intérieures (1984).
- Base de données nationales sur la qualité des eaux (NAQUADAT). Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada.
- Méranger, J.C., Subramanian, K.S. et Chalifoux, C. A national survey for cadmium, chromium, copper, lead, zinc, calcium, and magnesium in Canadian drinking water supplies. Environ. Sci. Technol., 13: 707 (1979).
- Méranger, J.C., Subramanian, K.S. et Chalifoux, C. Survey for cadmium, cobalt, chromium, copper, nickel, lead, zinc, calcium, and magnesium in Canadian drinking water supplies. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 64: 44 (1981).
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario. Distribution systems study 1981-1986. Données inédites, février (1987).
- International Joint Commission. Report on pollution of the atmosphere in the Detroit River area (1960).
- Fordyce, J.S. Air pollution source identification. Dans: Proc. 2nd Federal Conference on the Great Lakes. Interagency Committee on Marine Science and Engineering of the Federal Council for Science and Technology. p. 130 (1975).
- Lee, R.E., Jr. et Von Lehmden, D.J. Trace metal pollution in the environment. J. Air Pollut. Control Assoc., 23: 853 (1973).
- Tanner, T.M., Young, J.A. et Cooper, J.A. Multielement analysis of St. Louis aerosols by nondestructive techniques. Chemosphere, 5: 211 (1974).

16. Dams, R., Robbins, J.A., Rahn, K.A. et Winchester, J.W. Quantitative relationships among trace elements over industrialized northwest Indiana. Dans: Nuclear techniques in environmental pollution. Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne. p. 139 (1971).
17. Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social. Standards de nutrition au Canada. Direction de la protection de la santé (1975).
18. Schroeder, H.A. The poisons around us: toxic metals in food, air and water. Indiana University Press (1974).
19. Hankin, J.H., Margen, S. et Goldsmith, N.F. Contribution of hard water to calcium and magnesium intakes of adults. *J. Am. Diet. Assoc.*, 56: 212 (1970).
20. Ebel, H. et Gunther, T. Magnesium metabolism: a review. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.*, 18: 257 (1980).
21. Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social. Apports nutritionnels recommandés pour les Canadiens. Ottawa (1983).
22. Garrison, R.H. et Somers, E. The nutrition desk reference. Keats Publishing, New Canaan, CT (1985).
23. Anderson, T.W., Neri, L.C., Schreiber, F.D.F. et Zdrejewski, A. Ischemic heart disease, water hardness and myocardial magnesium. *Can. Med. Assoc. J.*, 113: 199 (1975).
24. Chipperfield, B., Chipperfield, J.R., Behr, G. et Burton, P. Magnesium in heart muscle. *Lancet*, i: 1354 (1976).
25. Hewitt, D. et Neri, L.C. Development of the "water story" — some recent Canadian studies. *J. Environ. Pathol. Toxicol.*, 4: 51 (1980).
26. Marier, J.R. et Neri, L.C. Quantifying the role of magnesium in the interrelationship between human mortality/morbidity and water hardness. *Magnesium*, 4: 53 (1985).
27. Bemgpa, J. et Wood, R. Magnesium. Dans: Absorption and malabsorption of mineral nutrients. N.W. Solomons et J.H. Rosenberg (dir. de publ.). Alan R. Liss, New York, NY (1984).
28. Levine, B.S., Brautbar, N., Walling, M.W., Lee, D.B.N. et Coburn, J.W. Effects of vitamin D and diet magnesium on metabolism. *Am. J. Physiol.*, 239(E): 515 (1980).
29. Hunt, S.M. et Schofield, F.A. Magnesium balance and protein intake level in adult human female. *Am. J. Clin. Nutr.*, 22: 367 (1969).
30. Cronin, R.E. Magnesium disorders. Dans: Fluids and electrolytes. J.P. Kokko et R.L. Tannen (dir. de publ.). W.B. Saunders Co., Toronto (1986).
31. Gunther, T. Biochemistry and pathobiology of magnesium. *Artery*, 9: 167 (1981).
32. Aikawa, J.K. Biochemistry and physiology of magnesium. *World Rev. Nutr. Diet.*, 28: 112 (1978).
33. Wacker, W.E.C. et Parisi, A.F. Magnesium metabolism. *N. Engl. J. Med.*, 278: 658 (1968).
34. National Academy of Sciences. Drinking water and health. Part 1. Ch. 1-5. A report of the Safe Drinking Water Committee Advisory Center on Toxicology Assembly of Life Sciences. U.S. National Research Council, Washington, DC. p. V66 (1977).
35. Berkow, R. (dir. de publ.). The Merck manual. 13^e édition. Ch. 11. Merck, Sharp & Dohme Research Laboratories, Merck & Co., Rahway, NJ (1977).
36. Schroeder, H.A. Relation between mortality from cardiovascular disease and treated water supplies. *J. Am. Med. Assoc.*, 172(17): 1902 (1960).
37. Pocock, S.J., Shaper, A.G., Cook, D.G., Packham, R.F., Lacey, R.F., Powell, P. et Russel, P.F. British regional heart study: geographic variations in cardiovascular mortality and the role of water quality. *Br. Med. J.*, 280: 1243 (1980).
38. Zeighami, E.A., Morris, M.D., Calle, E.E., McSweeney, P.S. et Schuknecht, B.A. Drinking water inorganics and cardiovascular disease: a case control study among Wisconsin farmers. Rapport n° PB85-216513, U.S. Environmental Protection Agency Proceedings, Amherst, MA (1985).
39. Craun, G.F. Overview. Dans: Proc. Conf. on Inorganics in Drinking Water and Cardiovascular Disease, Amherst, MA (1986).
40. Marier, J.R., Neri, L.C. et Anderson, T.W. Dureté de l'eau, santé et importance du magnésium. Rapport n° NRCC 17582, Comité associé des critères scientifiques de la qualité de l'environnement, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (1979).
41. Lvoma, H., Aroma, A., Helminer, S., Martomoa, H., Kivilaota, L., Punsar, S. et Knekt, P. Risk of myocardial infarction in Finnish men in relation to fluoride, magnesium and calcium concentration in water. *Acta Med. Scand.*, 213: 171 (1983).
42. Leary, W.P., Reyes, A.J., Lockett, C.J., Arbuckle, D.D. et Van Der Byl, K. Magnesium and deaths ascribed to ischaemic heart disease in South Africa. *S. Afr. Med. J.*, 64: 775 (1983).