
L'argent

Il ne semble pas utile de fixer une concentration maximale acceptable pour l'argent contenu dans l'eau potable. L'ingestion de quantités excessives de cet élément peut causer de l'argyrie, une coloration bleue ou grise de la peau, des yeux et des muqueuses. On ne connaît pas avec précision la quantité d'argent nécessaire pour provoquer cet état, mais on croit qu'elle serait de l'ordre de 1 000 mg. L'eau potable contribue de façon négligeable à l'apport alimentaire d'argent ingérée par l'individu; de plus, les données disponibles concernant les concentrations de ce métal dans les aliments et l'eau indiquent que l'apport total d'argent provenant de ces sources est inférieur aux concentrations susceptibles de nuire à la santé.

Généralités

L'argent, un métal blanc, brillant et malléable, se caractérise par une conductibilité thermique et une conductivité électrique plus élevées que celles de tous les autres métaux. Dans la nature, on trouve de l'argent natif, ou contenu dans des minerais tels que l'argentite (Ag_2S), la cérargyrite (AgCl), la proustite (Ag_3AsS_3) et la pyrargyrite (Ag_3SbS_3). Dans l'écorce terrestre, il existe à des teneurs moyennes d'environ 0,1 mg/kg.^(1,2)

L'argent est souvent présent dans les minerais de sulfure de zinc et de plomb. Au Canada, environ 70 pour cent de l'argent est obtenu comme sous-produit de l'affinage des métaux industriels, et environ 30 pour cent est extrait des minerais d'argent; on peut également en récupérer une petite quantité lors de l'affinage de l'or extrait de ses minerais. En 1983, la production totale au Canada a atteint environ 1 106 tonnes. La consommation canadienne d'argent métal a été d'environ 180 tonnes, et le reste a été exporté en très grande partie vers les États-Unis, soit sous forme de métal affiné ou de concentré de minerai d'argent.⁽³⁾

On utilise l'argent dans les alliages de brasage et de soudure, dans les dispositifs et applications électriques et électroniques, telles que les accumulateurs et l'électroplastie, et dans la fabrication de fongicides, de pellicules photographiques, d'argenterie et de bijouterie. Il est utilisé très largement dans l'industrie de la photographie. Au Canada, il sert surtout en photographie et pour la frappe de la monnaie.⁽³⁾

Présence dans l'environnement

L'argent existe dans le sol à la suite de processus géochimiques, à une teneur moyenne de 0,1 mg/kg, dans une plage de moins de 0,01 à 5 mg/kg.⁽²⁾ Au Nouveau-Brunswick, cependant, l'horizon A des sols "normaux" contient 1,6 mg d'argent par kilogramme.⁽⁴⁾

On n'a recueilli que peu de données sur les teneurs en argent des aliments. D'après un article publié en 1940, l'argent présent dans les aliments préparés proviendrait habituellement de leur contact avec des couverts en argent.^{(5)*} On a mesuré des concentrations exceptionnellement élevées, soit plusieurs centaines de milligrammes par kilogramme, dans certains champignons; on a établi que la farine de blé et le son contiennent respectivement 0,4 et 1,0 mg d'argent par kilogramme en poids sec; les mollusques en contiennent de 0,1 à 10 mg/kg en poids sec, et la viande (boeuf, porc, mouton et agneau), de 0,004 à 0,024 mg/kg en poids humide.⁽⁶⁾

De nombreux sels d'argent tels que les chlorures, les sulfures, les phosphates, les carbonates et les arsénates sont assez peu solubles (pK_{sp} 10 à 50); il en résulte que les concentrations d'argent dissous dans les eaux naturelles sont très faibles. Selon une étude récente, l'argent dissous dans l'eau des rivières s'y trouve sous forme de complexes du chlorure, et d'autres composants non identifiés (peut-être des matières humiques dissoutes) qui retiennent fortement l'argent.⁽⁷⁾ Selon les teneurs en argent des eaux superficielles du Canada, mesurées par les stations de NAQUADAT, on constate que 90 pour cent des échantillons d'eau ont une teneur inférieure aux seuils de détection (qui s'inscrivent dans une plage de 0,004 à 0,01 mg/L), et qu'aucun d'entre eux n'a une teneur supérieure à 0,01 mg/L.⁽⁸⁾ D'après les mesures faites en sept lieux des berges ontariennes de la rivière des Outaouais, on note que les teneurs en argent varient de 0,00001 à 0,00006 mg/L.⁽⁹⁾ On a obtenu des résultats semblables pour les eaux

* On apprend avec surprise que, même en 1940, beaucoup de nourriture était préparée à l'aide d'ustensiles en argent ou plaqués argent.

superficielles aux États-Unis et, lors d'une étude de 1 577 échantillons, seulement 6,6 pour cent d'entre eux contenaient des quantités détectables d'argent (supérieures à 0,0001 mg/L). La teneur moyenne dans ces échantillons était de 0,0026 mg/L.⁽¹⁰⁾

Lors d'une étude sur l'eau potable au Canada, on a trouvé de l'argent dans seulement 0,1 pour cent des 239 échantillons prélevés au robinet; le seuil de détection de l'argent par analyse de l'activation neutronique y était de 0,000001 à 0,000005 mg/L.⁽¹¹⁾ D'après une étude américaine, 23 pour cent des 969 échantillons d'eau potable prélevés dans les réseaux publics de distribution avaient des teneurs détectables (supérieures à 0,0001 mg/L); la teneur moyenne d'argent dans ces échantillons était de 0,0008 mg/L et la plus forte teneur observée atteignait 0,026 mg/L.⁽¹²⁾ On peut trouver des concentrations excédant 0,05 mg/L lorsque l'argent est utilisé comme agent antimicrobien dans certaines installations de traitement de l'eau.⁽¹³⁾ C'est le cas dans des stations de ski suisses, des brasseries en Allemagne, des entreprises d'embouteillage de boissons gazeuses, des navires britanniques, des bateaux-citernes de la Shell Oil Company, des plates-formes de forage et pour plus de la moitié des compagnies aériennes du monde.⁽⁶⁾ Des concentrations de 0,1 à 0,2 mg/L suffisent pour éliminer les microbes.⁽⁶⁾

On n'a recueilli que peu de données sur les teneurs en argent de l'air atmosphérique. Smith et Carson ont remarqué que les "concentrations d'argent dans l'air ambiant auprès des lieux de traitement du métal varient de 0,00000017 à 0,000007 mg/m³" (traduction libre).⁽¹⁾ Pourtant, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime qu'"une concentration typique dans l'air urbain de devrait pas excéder 0,00005 mg/m³" (traduction libre).⁽¹⁸⁾

Exposition des Canadiens

Les évaluations de la quantité d'argent ingérée quotidiennement par l'homme varient considérablement. Lors d'une étude récente, on a mesuré l'apport d'argent (et d'un certain nombre d'autres oligo-éléments) chez 84 Canadiennes consommant une ration alimentaire de leur choix.⁽¹⁴⁾ L'analyse par activation neutronique des parties aliquotes des échantillons composés de la ration d'une journée (y compris l'eau de boisson) recueillis par chaque personne, a permis de mesurer l'apport individuel d'argent dans l'alimentation. On a observé que la répartition des teneurs des échantillons composés n'était pas gaussienne et que l'apport médian quotidien était de 0,0071 mg d'argent. On a relevé des apports quotidiens bien plus élevés: Tipton et coll., par exemple, ont constaté que l'apport quotidien moyen d'argent dans l'alimentation de deux sujets américains (un homme et une femme) était respectivement de 0,035 et de 0,04 mg;⁽¹⁵⁾ d'après

Hamilton et coll., l'apport alimentaire quotidien moyen d'argent, chez un habitant du Royaume-Uni, est de $0,027 \pm 0,017$ mg;⁽¹⁶⁾ enfin, dans le cadre d'une étude antérieure (1940), Kehoe et coll. ont évalué cet apport alimentaire quotidien moyen à $0,088 \pm 0,077$ mg.⁽⁵⁾ On a également relevé des apports quotidiens d'argent bien plus faibles dans certaines rations alimentaires: Clemente et coll. ont signalé qu'ils avaient mesuré un apport moyen de 0,0004 mg/jour seulement dans la ration alimentaire typique des habitants de trois villes italiennes (quantité déterminée par l'analyse par activation neutronique d'échantillons composés d'aliments).⁽¹⁷⁾ L'OMS a fait remarquer qu'"on ne possède pas l'information nécessaire pour déterminer exactement l'apport moyen quotidien de la ration alimentaire, mais qu'une plage de 0,02 à 0,08 mg/jour paraît raisonnable" (traduction libre).⁽¹⁸⁾

En combinant les données sur les teneurs de l'eau potable en argent et sur celles dans l'air ambiant mentionnées ci-dessus avec les évaluations de l'apport alimentaire, on conclut que l'eau potable ne contribue normalement que de façon négligeable à l'apport quotidien total de cet élément chez un individu, sauf pour les personnes qui obtiennent leur eau potable d'installations de traitement de l'eau qui utilisent l'argent comme agent antimicrobien.

Techniques de traitement des eaux⁽¹⁹⁾

Grâce aux techniques habituelles de coagulation et de déminéralisation à la chaux, on élimine facilement l'argent de l'eau. Certaines analyses ont montré que la coagulation à l'alun et au sulfate ferrique permet d'en réduire la teneur de 80 pour cent quand le pH se situe entre 6 et 8. Après ce niveau, le taux d'élimination par l'alun diminue au fur et à mesure que le pH augmente, à cause de la formation réduite de floccs d'alun dans un milieu alcalin. La déminéralisation à la chaux précipite de 75 à 90 pour cent de l'argent quand le pH se situe entre 9 et 11,5.

Effets sur la santé

Besoins essentiels

L'argent constitue un élément non essentiel. Normalement, il n'existe dans les tissus des animaux et des humains qu'à l'état de traces (pour des exemples, voir le tableau II-14 du renvoi 1). Cependant, il s'accumule lentement dans le corps au cours de la vie.⁽²⁰⁾

Absorption et excrétion

On n'a recueilli que peu de données sur l'absorption, la répartition et le devenir de l'argent ingéré par les mammifères. Toutefois, celles qui existent montrent que presque tout l'argent ingéré est rapidement excrété et que très peu est absorbé.

Dequidt et coll. ont montré que les rats ingérant de l'argent colloïdal pendant une période de 12 jours absorbaient presque 5 pour cent de toute la dose.⁽²¹⁾ Lors d'une expérience où ils avaient administré, par voie orale, du nitrate d'argent marqué avec un traceur à des beagles, Furchner et coll. ont supposé que 10 pour cent de la dose administrée était absorbé puis que 90 pour cent avait été très rapidement excrété.⁽²²⁾ Au cours de quelques expériences antérieures, Scott et Hamilton avaient administré à des rats, par une sonde stomacale, de l'argent marqué sans excipient; ils en ont conclu que seulement 0,1 pour cent de la dose unique était absorbé puisque, 4 jours après l'administration de cet élément, 99,0 et 0,18 pour cent de la dose originale avait été excrété respectivement dans les fèces et les urines.⁽²³⁾ Cependant, Furchner et coll. ont déclaré que les résultats obtenus par Scott et Hamilton indiquent une absorption d'environ 4 pour cent par l'appareil gastro-intestinal.⁽²²⁾

Lors d'une expérience d'une durée de 28 jours, on a analysé la teneur en argent d'échantillons en double de toute la nourriture ingérée chaque jour par un "adulte américain normal" ainsi que celle d'échantillons de ses fèces et de ses urines, prélevés toutes les 24 heures.⁽⁵⁾ On a constaté que l'apport quotidien d'argent dans son alimentation était de 0,088 mg (avec un écart-type de \pm 0,077 mg et une erreur probable de \pm 0,01 mg) et que l'excrétion quotidienne de cet élément dans les fèces était de 0,058 mg (écart-type: \pm 0,035 mg; erreur probable: \pm 0,005 mg). On n'a pas détecté d'argent dans les urines de ce sujet. Bien que ces données montrent qu'une certaine quantité d'argent contenu dans l'alimentation est absorbée par l'homme (tout du moins par un "adulte américain normal"), les écarts-types des données ne permettent pas une mesure quantitative précise de la proportion absorbée. Au cours d'une autre étude semblable, on a analysé, pendant 30 jours, la nourriture et les excréments (fèces et urines) d'un couple marié.⁽¹⁵⁾ L'apport quotidien d'argent dans l'alimentation atteignait 0,035 mg pour l'homme et 0,040 mg pour la femme. L'homme excrétrait en moyenne une quantité d'argent supérieure de 50 pour cent à celle qu'il ingérait (on n'a donné aucune explication pour cette anomalie), alors que la femme conservait, en moyenne, 16 pour cent de l'argent ingéré.

Devant ces données contradictoires, l'OMS a présumé qu'approximativement 10 pour cent de l'argent ingéré était absorbé.⁽¹⁸⁾ Il est probable que la proportion absorbée du métal présent dans l'alimentation varie beaucoup d'un sujet à l'autre et même selon la ration alimentaire. Les principaux organes où l'argent migre sont le foie, la peau, les surrénales, les poumons, les muscles, le pancréas, les reins, le coeur et la rate.⁽⁶⁾

Effets toxiques

De très fortes doses d'argent et de composés d'origine pharmaceutique ont provoqué de graves intoxications aiguës dont certaines ont entraîné mort d'homme.⁽²⁰⁾ Mais on n'a observé aucun effet nocif pour la santé à la suite de la consommation d'aliments contenant une teneur normale de ce métal.

Toutes les données sur la toxicité chronique des composés de l'argent pour l'homme ont été recueillies à la suite de leur utilisation comme agents thérapeutiques. Dans certains cas, l'administration prolongée ou inconsidérée de composés de l'argent peut provoquer son accumulation dans les tissus, surtout dans la peau et les muqueuses. L'accumulation subcutanée de fortes teneurs donne à la peau une pigmentation bleuâtre caractéristique de l'argyrie.⁽²⁰⁾ Le pigment est constitué de sulfure d'argent et d'argent métallique produit par la réduction photolytique du sulfure.⁽²⁴⁾ L'analyse de plus de 200 cas d'argyrie a montré que l'apparition de cette coloration se produit après une longue période de latence; aucun cas n'a été provoqué par une hypersensibilité à l'argent.⁽²⁰⁾ On a remarqué que certaines personnes étaient plus ou moins sensibles à l'argyrie, mais on en ignore les causes. La quantité d'argent provoquant cette coloration de la peau chez l'homme n'est pas connue avec précision, mais Hill et Pillsbury l'ont provoquée par l'injection de 1 000 mg d'argent, sous forme d'arsphénamine-argent.⁽²⁰⁾

Par contre, on a effectué un très grand nombre d'expériences sur des animaux de laboratoire, afin d'étudier les effets des composés de l'argent contenus dans de l'eau potable. La U.S. Environmental Protection Agency a récemment analysé et décrit ces expériences, et a conclu que des concentrations d'ions d'argent inférieures à 0,2 mg/L dans l'eau potable n'avaient aucun effet nocif sur les animaux de laboratoire lorsqu'elles étaient données de façon continue pendant 11 mois au maximum.⁽⁶⁾ Des effets nocifs apparaissent à la dose de 0,4 mg/L; à partir de 0,5 mg/L, il se produit un ralentissement des réflexes conditionnés et une diminution des réactions immunitaires.

On n'a signalé nulle part que l'ingestion d'argent ou de composés d'argent aurait eu des effets cancérogènes, mutagènes ou tératogènes.

Conclusions

1. L'ingestion de quantités excessives d'argent peut causer l'argyrie, un état caractérisé par une coloration bleue ou grise de la peau, des yeux et des muqueuses. On note que la prédisposition individuelle à l'argyrie est extrêmement variable; de plus, on ne connaît pas la dose exacte qui cause cet effet. L'argyrie a été provoquée par l'injection, en une seule dose, de 1 000 mg d'argent (à l'état d'arsphénamine-argent), quantité 10 fois plus

petite que la dose d'argent (à l'état de nitrate) qui entraîne la mort.

2. Les aliments constituent la principale source d'argent pour les personnes qui n'y sont pas exposées dans leur travail. Dans les eaux potables brutes ou traitées, au Canada comme aux États-Unis, on n'a pas observé de concentrations d'argent supérieures à 0,005 mg/L; les plus fortes concentrations signalées dans la plupart des eaux potables sont 50 fois plus faibles. Par conséquent, l'eau potable contribue de façon négligeable à l'apport d'argent chez l'individu, sauf si cet élément est utilisé comme agent antimicrobien dans les installations de traitement de l'eau. De plus, la dose quotidienne d'argent ingérée avec les aliments et l'eau est bien inférieure au taux de concentration qui pourrait produire des effets nocifs.

3. On n'a donc pas fixé de concentration maximale acceptable de l'argent dans l'eau potable.

Références bibliographiques

1. Smith, I.C. et Carson, B.L. Trace metals in the environment. Vol. 2. Silver. Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor, MI (1977).
2. Boyle, R.W. Geochemistry of silver and its deposits with notes on geochemical prospecting for the element. Bull. Comm. Géol. Can. 160 (1968), cité au renvoi 1.
3. Law-West, D. Silver. Dans: Canadian minerals yearbook 1983-1984: review and outlook. N° de catalogue M38-5/33E, Direction des ressources minérales, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa (1985).
4. Present, E.W. et Tupper, W.M. Trace elements in some N.B. soils. Can. J. Soil Sci., 45: 305 (1965).
5. Kehoe, R.A., Cholak, J. et Story, R.V. Manganese, lead, tin, aluminum, copper, and silver in normal biological material. J. Nutr., 20: 85 (1940).
6. U.S. Environmental Protection Agency. Ambient water quality criteria: silver. NTIS Document No. PB81-117882, Environmental Criteria and Assessment Office, octobre (1980).
7. Whitlow, S.I. et Rice, D.L. Silver complexation in river waters of central New York. Water Res., 19: 619 (1985).
8. Base de données nationales sur la qualité des eaux (NAQUADAT). Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa (1985).
9. Merritt, W.F. Variation in trace element concentrations along the length of the Ottawa River. Can. J. Earth Sci., 12: 850 (1975).
10. Kopp, J.F. The occurrence of trace elements in water. Dans: Proc. 3rd Annu. Conf. on Trace Elements in Environmental Health. p. 59 (1969).
11. Neri, L.C. et coll. Health aspects of hard and soft waters. J. Am. Water Works Assoc., 67: 403 (1975), cité au renvoi 6.
12. Craun, G.F. et McCabe, L.L. Problems associated with metals in drinking water. J. Am. Water Works Assoc., 67: 593 (1975).
13. Smith, D.K., Thomas, G.H., Christison, J. et Chatfield, E. Survey and test protocols for point-of-use water purifiers. Publ. 77-EHD-8, Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social, Ottawa (1977).
14. Gibson, R.S. et Scythes, C.A. Chromium, selenium, and other trace element intake of a selected sample of Canadian premenopausal women. Biol. Trace Elem. Res., 6: 105 (1984).
15. Tipton, I.H. et coll. Trace elements in diets and excreta. Health Phys., 12: 1683 (1966), cité aux renvois 1, 6.
16. Hamilton, E.I. et coll. The concentrations and distribution of some stable elements in healthy tissues from the United Kingdom: an environmental study. Sci. Total Environ., 1: 341 (1972/73), cité au renvoi 6.
17. Clemente, G.F. et coll. Trace element intake and excretion in the Italian population. J. Radioanal. Chem., 37: 549 (1977), cité au renvoi 6.
18. Organisation mondiale de la santé. Guidelines for drinking-water quality. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Ch. 15. Genève (1984).
19. U.S. Environmental Protection Agency. Manual of treatment techniques for meeting the interim primary drinking water regulations. Report No. EPA-600/8-77-005, Cincinnati, OH, mai. p. 32 (1977).
20. Hill, W.B. et Pillsbury, D.M. Argyria: the pharmacology of silver. Williams and Wilkins, Baltimore, MD (1939), cité aux renvois 1, 6, 18.
21. Dequidt, M. et coll. Étude toxicologique expérimentale de quelques dérivés argentiques. 1. Localisation et élimination. Bull. Soc. Pharm. Lille, 1: 23 (1974), cité au renvoi 6.
22. Furchner, J.E. et coll. Effective retention of silver-110 by dogs after oral administration. Dans: Annual reports of the Biological and Medical Research Group (H-4) of the Health Division. Report No. LA-3610-MS, Los Alamos Science Laboratories, Berkeley, CA. p. 191 (1966), cité au renvoi 6.
23. Scott, K.G. et Hamilton, J.G. The metabolism of silver in the rat with radiosilver used as indicator. Univ. Calif. Publ. Pharmacol., 2: 241 (1950). (Chem. Abstr., 45: 30751 [1950].)
24. Goodman, L.S. et Gilman, A. The pharmacological basis of therapeutics. 5^e édition. MacMillan Publ. Co., New York, NY (1975).