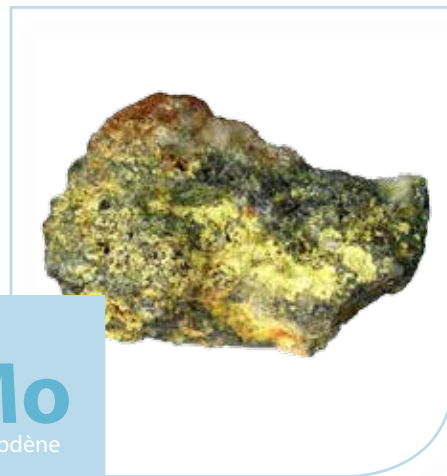


MOLYBDÈNE

N° CAS : 7439-98-7
N° EINECS : 231-107-2

Photo: Molybdenite (MoS₂), minerai le plus utilisé pour extraire le molybdène



42

Mo

Molybdène
95,96

CARACTÉRISTIQUES

GÉNÉRALITÉS

Le molybdène est un élément naturellement présent dans la croûte terrestre généralement sous forme de sulfure (molybdénite MoS₂). Les principales mines se trouvent aux Etats-Unis et en Chine. Le molybdène est un métal blanc-argenté, très dur, obtenu sous forme de poudre en tant que sous-produit du cuivre ou du tungstène.

C'est un oligo-élément essentiel pour le bon fonctionnement du corps humain, et plus généralement pour les plantes et les mammifères. Il intervient dans différents systèmes enzymatiques.^{1,2}

Le saviez-vous ?

Pendant la première guerre mondiale, la pièce d'artillerie allemande appelée la « Grosse Bertha » contenait du molybdène comme composant essentiel de son acier.

Dans les années 1980, le molybdène était considéré comme l'une des huit matières premières stratégiques indispensables en temps de guerre comme en temps de paix.²

UTILISATIONS

Le molybdène est utilisé principalement dans la métallurgie et les alliages, notamment pour l'acier car il augmente la dureté, la résistance aux produits chimiques et la température de fusion de ce dernier.

Le molybdène est couramment employé dans les alliages pour les avions, missiles, revêtements de protection des résistances chauffantes, super-aimants, moteurs à réaction. Il est également utilisé comme électrode pour les fours électriques de chauffage, comme catalyseur dans l'industrie, comme lubrifiant, comme pigment dans les peintures, encres, plastiques, caoutchouc, dans l'industrie du verre et des émaux, comme alliage dentaire pour la réalisation de couronnes, bridges ou châssis métalliques et comme engrais. Plus récemment il est utilisé dans les batteries industrielles.^{1,2}

SOLS

Dans les sols, les sulfures de molybdène sont oxydés et produisent des anions très mobiles. Ces anions sont ensuite co-précipités par la matière organique et les cations. Il y a également adsorption par les hydroxydes de fer, aluminium et manganèse. Toutes ces réactions dépendent du pH du sol et des réactions d'oxydo-réduction. A pH élevé et en condition humide, la solubilité et la disponibilité du molybdène pour les plantes sont plus importantes.³

Les résultats des mesures dans les sols des potagers des zones péri-industrielles de Wallonie montrent que ceux-ci sont généralement plus riches en molybdène que les sols du Nord-pas-de-Calais.

■ Teneur en molybdène attendue dans les sols de surface (en mg/kg de matière sèche de sol)

- Zones rurales : moyenne (sols de surface du Nord-Pas-de-Calais) = 0,6 mg/kg m.s.⁴
- Zones de pollution atmosphérique de proximité (potagers péri-industriels investigués dans 10 communes): moyenne de 1,4 à 4,7 mg/kg m.s. selon la commune⁵

EAU

Le molybdène se déplace dans l'eau sous forme soluble. Les formes dominantes dans l'eau sont le sulfure de molybdène, le molybdate et le bimolybdate. Le molybdène est présent de manière naturelle dans l'eau et peut atteindre des concentrations de plusieurs microgrammes par litre dans l'eau souterraine et de surface près de zones d'extraction (altération des minerais provenant des roches suivi de ruissellement).⁶

AIR

Dans l'environnement, les particules fines et de poussières de molybdène sont principalement émises dans l'air par l'activité industrielle. En Wallonie, deux stations (Liège et Offagne) mesurent les teneurs en molybdène des particules en suspension dans l'air et celles-ci sont le plus souvent inférieures à la limite de détection.⁷

LÉGUMES

Le molybdène est un élément important pour les plantes et on le trouve dans certains enzymes comme la xanthine oxidase. L'absorption du molybdène dans les plantes est fonction du pH (il est plus mobile dans un sol à pH neutre à élevé).⁸

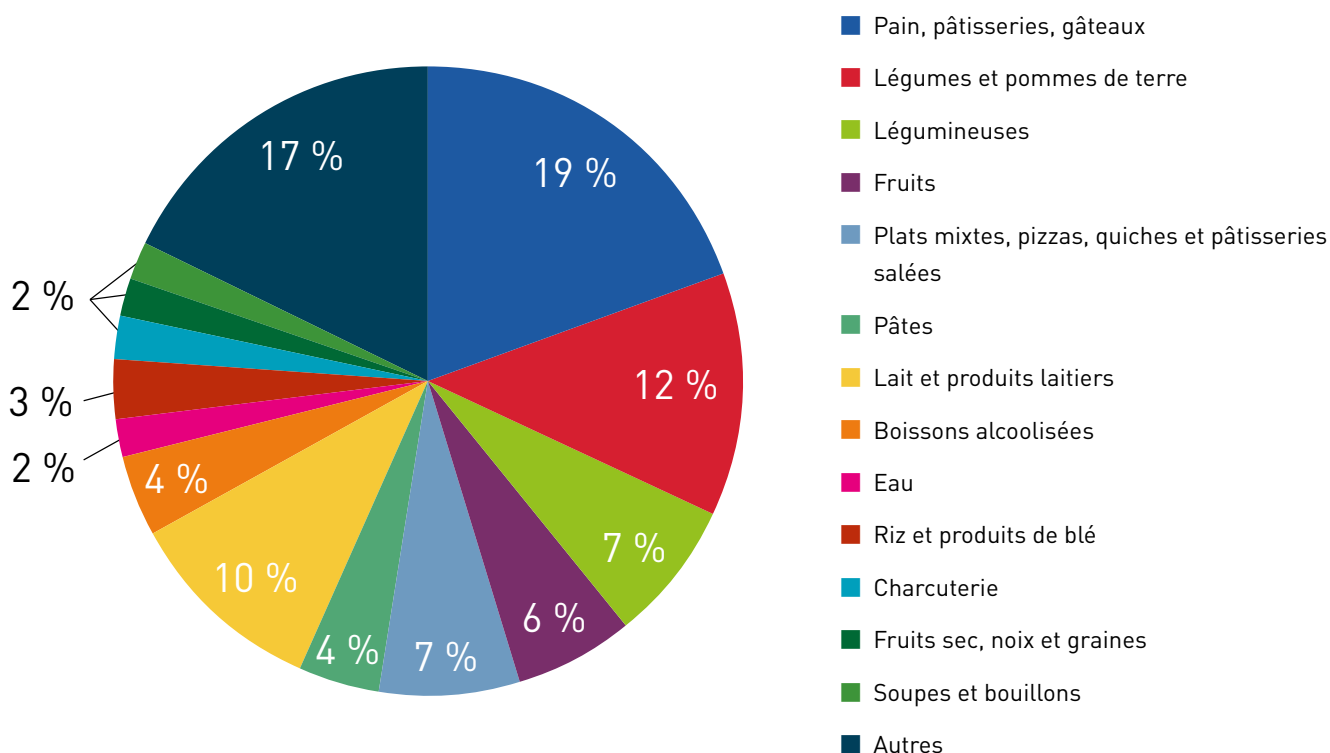
SOURCES D'EXPOSITION DE LA POPULATION AU MOLYBDÈNE

Le molybdène est présent en petite quantité dans toute l'alimentation sous forme de molybdates solubles. Les aliments riches en molybdène sont les légumineuses, céréales, abats et noix. Le molybdène est présent à de faibles concentrations dans l'eau de boisson (< 10 microgrammes/litre⁹). En Europe de l'ouest, ce sont les céréales et produits à base de céréales (pain, etc.) qui contribuent le plus à l'apport alimentaire en molybdène. L'apport moyen journalier de molybdène via l'alimentation est de 87 microgrammes/jour pour un adulte en Belgique.

La concentration en molybdène dans l'atmosphère est faible et l'air ne constitue pas la voie d'exposition majeure pour l'homme, à l'exception des travailleurs utilisant du molybdène, lorsque la production de poussières est importante.⁸

Le sol représente de manière générale une contribution mineure à l'exposition au molybdène.

ESTIMATION DE LA CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTES CATÉGORIES D'ALIMENTS À L'EXPOSITION ALIMENTAIRE AU MOLYBDÈNE POUR LA POPULATION FRANÇAISE⁸



VOIES D'EXPOSITION ET DEVENIR DANS L'ORGANISME

La voie d'exposition habituelle pour la population générale est l'ingestion d'aliments et d'eau (le molybdène est plus rapidement absorbé sous forme soluble). L'inhalation de poussières est mineure sauf dans le cadre d'une activité professionnelle utilisant du molybdène.

Les molybdates solubles dans l'eau sont efficacement et rapidement absorbés par le système digestif (absorption gastro-intestinale d'environ 90 %). L'absorption du molybdène en présence de nourriture solide est faible comparée à l'administration de molybdène soluble dans l'eau. Après absorption digestive et transport sanguin, le molybdène s'accumule principalement dans le foie et le rein. Il est également retrouvé en moindre quantité notamment dans les poumons, le cerveau, les muscles et les cheveux.

L'accumulation du molybdène chez les mammifères est lente. Le molybdène absorbé est rapidement excrété via les reins dans les urines (entre 40 et 70 % après 5 jours). Par contre, l'excrétion via les selles est plus lente (7 à 12 % après 12 jours). L'analyse du molybdène dans les urines reflète l'exposition provenant de toutes les sources d'exposition.

Le molybdène traverse la barrière placentaire. Dans le lait maternel, la concentration varie en fonction des stades de lactation et est plus élevée durant les premiers jours de l'allaitement. Néanmoins, aucune corrélation n'a été rapportée entre la consommation de molybdène par la mère et la concentration retrouvée dans le lait maternel.^{1,8}

TOXICITÉ CHRONIQUE – EFFETS SUR L'ORGANISME

La toxicité chronique regroupe l'ensemble des effets liés à des expositions répétées à des doses ou concentrations plus faibles que celles entraînant des effets aigus immédiats.⁹

Le molybdène est un nutriment essentiel chez l'homme car il est un cofacteur essentiel pour trois types d'enzymes. Les effets néfastes du molybdène sur la santé humaine pour des faibles expositions environnementales sont inconnus. Le molybdène est généralement considéré comme ayant une faible toxicité pour l'homme. Néanmoins, des effets sur la reproduction, en particulier le développement des fœtus, ont été constatés lors d'expériences menées avec des rats et souris ce qui a mené à établir une limite tolérable d'exposition journalière pour l'homme. Les formes inorganiques du molybdène sont par ailleurs moins toxiques que les formes organiques.^{1,8}

Des études sur les animaux et sur des travailleurs suggèrent un lien possible entre l'exposition au molybdène et le cancer du poumon par inhalation, mais les données épidémiologiques sont maigres et le molybdène n'a pas été systématiquement évalué pour sa cancérogénicité par le Centre International de Recherche sur la Cancer. Il n'est pas classé cancérigène non plus par l'Union Européenne.^{1,8}

Sources :

¹ CDC – Centers for Disease Control and Prevention (2009), Department of Health and Human Services, Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals.

² WIKIPEDIA, Molybdène (dernière modification en juillet 2012), <https://fr.wikipedia.org/wiki/Molybd%C3%A8ne>, site consulté en juillet 2015.

³ Université de Picardie Jules Verne, site internet <https://www.u-picardie.fr/beauchamp/duer/perrono/perrono.htm>, consulté en juillet 2015.

⁴ Sterckeman et al. (2007), Référentiel pédo-géochimique du Nord-Pas-de-Calais. Méthode et principaux résultats. Étude et Gestion des Sols, Vol. 14, 2, pp. 153-168.

⁵ SPAQ&E, UCL, ULg-GxABT (2012), données issues de l'étude POLLUSOL 2.

⁶ Conseil canadien des ministres de l'environnement (1999), Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique – MOLYBDENE, dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, Winnipeg, le Conseil.

⁷ Région wallonne (2004), Réseau de surveillance de la qualité de l'air : rapport 2004, site internet <http://environnement.wallonie.be/rapports/dpa/2004/ML/ml114.html>, site consulté en juillet 2015.

⁸ EFSA – European Food Safety Authority (2013), Scientific Opinion on Dietary Reference Values for molybdenum, EFSA Journal 2013;11(8):3333.

⁹ TOXPRO, www.toxpro.be/basetoxico/basetoxico.htm, site consulté en juillet 2015.