



Octobre 2020

Arsenic

L'arsenic est de la famille des semi-métaux. On le retrouve dans un grand nombre de composés organiques et inorganiques. Si les composés inorganiques sont essentiellement d'origine géologique, ils se retrouvent également disséminés dans la nature par la pollution industrielle. Quant aux composés organiques, ils se trouvent surtout dans les organismes marins. Autrefois, l'arsenic était utilisé en médecine ou comme poison mortel. Puis, l'agriculture et l'exploitation forestière y ont eu recours comme pesticide. Aujourd'hui, l'arsenic n'est plus autorisé pour ces différentes applications. En effet, les composés inorganiques sont hautement toxiques et leur ingestion peut provoquer des troubles cardio-vasculaires et neurologiques susceptibles d'entraîner la mort. Une exposition chronique à l'arsenic est fortement corrélée à un risque accru de cancer. C'est pourquoi les utilisations sont aujourd'hui extrêmement limitées et les teneurs en arsenic sont strictement réglementées dans les denrées.



Arsenic – à la fois un médicament et un poison mortel

Dans l'Antiquité, l'arsenic était déjà connu des savants. Certains composés étaient utilisés en peinture, comme substance dépilatoire ou comme médicament pour traiter les maladies pulmonaires. Au 18^e siècle, on mélangeait de l'eau de lavande avec de l'arsénite de potassium pour en faire un fébrifuge ou pour traiter les migraines, la malaria, le diabète ou encore l'asthme. A partir de l'Antiquité tardive, l'arsenic sous la forme de trioxyde de diarsenic était de loin le poison mortel le plus répandu. Vers 1840, l'arsenic était encore utilisé dans plus de 90 % des meurtres par empoisonnement reconnus : quelques milligrammes de trioxyde de diarsenic, substance inodore et soluble dans l'eau suffisaient pour tuer un être humain. Pendant des siècles, les techniques de détection chimique de l'arsenic n'étaient pas disponibles. Ainsi, si le meurtrier utilisait la bonne dose, il était quasiment impossible de prouver son forfait. On a longtemps cru que Napoléon avait, lui aussi, été victime d'un empoisonnement à l'arsenic. Or, la concentration d'arsenic mesurée sur un échantillon de ses cheveux était telle qu'elle ne s'explique pas tant par un meurtre que par un traitement post-mortem afin de conserver le corps.



Élément naturel et usage industriel

On trouve dans la croûte terrestre une grande variété de composés inorganiques de l'arsenic, qui peuvent s'associer pour former plus de 300 minéraux différents.



Du fait de l'érosion ou de l'activité volcanique, l'arsenic peut se retrouver dans les sédiments, l'eau et l'air. Parallèlement à ces processus naturels, cette substance peut également être libérée dans l'environnement par des activités industrielles telles que l'extraction minière, la métallurgie ou l'incinération.

Jusqu'au milieu du 20^e siècle, l'arsenic était utilisé à des fins industrielles sous la forme de biocides ou de produits pour le traitement du bois. Aujourd'hui, l'usage industriel est strictement réglementé et il est interdit dans l'agriculture.

De plus, l'élimination des déchets de l'arsenic au-delà de valeurs limites est également réglementée; les risques de grave contamination de l'environnement due aux déchets sont donc désormais très limités.

Exposition à l'arsenic via l'alimentation

De nos jours, la population est essentiellement exposée via l'alimentation.

En ce qui concerne les aliments d'origine terrestre, ce sont surtout les composés inorganiques qui sont problématiques. En effet, l'arsenic entre dans la chaîne alimentaire par de l'eau ou des sols contaminés.

Une étude de l'«European Food Safety Authority» réalisée en 2014 montre qu'un adulte de 60 kg ingère quotidiennement entre 5 et 23 µg d'arsenic inorganique par la nourriture. La majeure partie provient des céréales, du riz, du lait et des produits laitiers ainsi que de l'eau potable. En 2017, l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) et l'Union européenne ont fixé des teneurs maximales pour le riz et certains produits à base de riz. En outre, pour les nourrissons et les enfants en bas âge, l'OSAV a émis les recommandations suivantes : le riz et les

produits à base de riz ne doivent être consommés qu'avec modération et il convient de renoncer complètement à certains produits tels que les boissons de riz.

Dans certaines régions, la pollution à l'arsenic des sources d'eau provient de l'érosion et de la dissolution des minéraux présents dans des roches contenant de l'arsenic. Ce phénomène s'observe surtout dans certaines régions de montagne. En Suisse, la valeur maximale fixée pour la teneur en arsenic dans l'eau potable est de 10 µg/l, sur la base des recommandations de l'OMS.

Exposition à l'arsenic par les animaux empaillés

Les taxidermistes ont eux aussi tiré parti des propriétés biocides de l'arsenic. Jusque dans les années 80, on utilisait du trioxyde de diarsenic et d'autres biocides pour les préparations d'animaux afin de les protéger des insectes nuisibles. Pour ce faire, on mélangeait, par exemple, 40 g de trioxyde diarsenic pur avec 100 g d'eau tiède et on appliquait ce mélange sur le revers de la peau de l'oiseau ou de la fourrure de l'animal. Avec le temps, l'arsenic se diffuse à la surface des préparations et contamine la poussière adhérent à l'animal. En manipulant des animaux à fourrure et des oiseaux, la poussière contaminée à l'arsenic peut ainsi être libérée dans l'air ambiant et se déposer dans les alentours.





Étude sur l'exposition à l'arsenic en manipulant des animaux empaillés

Le Laboratoire cantonal de Berne a mené une étude afin d'analyser plus précisément l'exposition à l'arsenic lors de la manipulation de préparations d'animaux. L'objectif était de s'assurer que la protection de la santé des enseignants et des élèves est garantie. Des mesures ont été effectuées pour déterminer la teneur en arsenic des préparations ainsi que de la poussière.



Sur les préparations, une teneur en arsenic se situant entre 100 et 50 000 mg/kg de matière sèche a été relevée. Dans la poussière présente sur les étagères où sont conservés les animaux, des valeurs maximales de 432 mg/kg ont été mesurées, soit deux fois plus que dans la poussière présente ailleurs dans la pièce. Différentes simulations ont été réalisées pour déterminer l'exposition des enseignants et des élèves à l'arsenic. Durant un certain laps de temps, des animaux à fourrure et/ou des oiseaux ont été placés et manipulés sur une table de présentation et la charge de poussière en résultant dans la pièce a été mesurée. En ce qui concerne l'exposition aux poussières, l'absorption maximale s'élève à 0,22 µg d'arsenic par personne et par présentation. Cette valeur reste toutefois 40 fois inférieure à la quantité d'arsenic ingérée chaque jour en moyenne par un adulte via la nourriture. On peut donc supposer que l'arsenic dans les poussières en suspension n'est pas nocif pour la santé. Il n'en reste pas moins que l'exposition à l'arsenic présent dans les préparations d'animaux n'est pas négligeable et nécessite des précautions particulières en cas de manipulation (voir encadré).

Règles de conduite en cas de manipulation de préparations d'animaux

Conservation des préparations d'animaux:

- ✓ Dans des vitrines ou armoires fermées à clé

Présentation des préparations d'animaux durant les cours:

- ✓ L'enseignant installe les préparations d'animaux avant l'arrivée des élèves dans la salle.
- ✓ Les élèves ne devraient pas toucher les préparations.
- ✓ Après le cours, les préparations sont retirées et mises de nouveau sous clé par l'enseignant.
- ✓ Lors du transport, ne pas toucher directement les préparations, mais les tenir par leur socle.

Nettoyage des préparations d'animaux et des dispositifs de rangement (vitrines/armoires):

- ✓ Un masque respiratoire (de type FFP2) et des gants (en nitrile) doivent être portés.

Autres recommandations

- ✓ Les préparations et le lieu de stockage doivent être régulièrement dépoussiérés par des professionnels.



Toxicité des composés inorganiques de l'arsenic

La toxicité de l'arsenic est déterminée par la formule chimique et par le degré d'oxydation. L'arsenic peut avoir un degré d'oxydation de -3, 0, +3 et +5, les composés inorganiques de l'arsenic avec des degrés +3 et +5 étant les plus largement répandus (p. ex., trioxyde de diarsenic ou pentoxyde d'arsenic). La toxicité la plus aiguë se trouve dans l'arsine volatile, un composé d'arsenic et d'hydrogène. Parmi les sels, l'arsénite, qui possède un degré d'oxydation de +3, est nettement plus toxique que l'arséniat présentant un degré d'oxydation de +5. En cas d'ingestion orale ou d'inhalation, les composés inorganiques de l'arsenic ont une toxicité aiguë et chronique.

Chez l'homme, un empoisonnement aigu au trioxyde de diarsenic provoque des vomissements, de la diarrhée, un engourdissement des extrémités, des crampes musculaires et, dans des cas extrêmes, la mort. Dans la littérature, on considère que, pour un adulte de 60 kg, la dose létale par voie orale se situe entre 60 et 300 mg de trioxyde de diarsenic. Toutefois, des expérimentations animales ont montré que la valeur DL50 par voie orale était nettement supérieure avec 0,6-13 g d'arsenic. Or, c'est cette valeur qui est prise en considération pour la classification de la toxicité aiguë. On constate donc que les résultats des expériences sur les animaux ne permettent pas de fixer des seuils toxicologiques et d'évaluer les risques pour la santé humaine. En effet, les composés inorganiques de l'arsenic présentent une grande variabilité entre les espèces, populations et individus en ce qui concerne le métabolisme et la toxicocinétique.

La biodisponibilité dépend notamment de la solubilité des composés de l'arsenic. Après ingestion orale, jusqu'à 95 % des composés anorganiques bien hydrosolubles sont absorbés par le tractus gastro-intestinal. En cas d'inhalation, le taux d'absorption est à peine inférieur et varie en fonction des propriétés physico-chimiques. En cas de contact cutané, la pénétration des composés inorganiques est inférieure à 1 %. Les composés de l'arsenic ingérés sont métabolisés par une série de processus de réduction et de méthylation et se répandent rapidement dans les organes.

Les composés de l'arsenic ingérés s'accumulent en particulier dans le foie, les reins et les poumons. De nos jours, pour une grande partie de la population, le problème réside dans la toxicité chronique, liée essentiellement à la consommation de denrées alimentaires. Des études épidémiologiques ont démontré que, chez un adulte de 60 kg, l'ingestion quotidienne d'arsenic à hauteur de 18-480 µg représente un risque accru de contracter un cancer des poumons, de la peau et de la vessie. C'est pourquoi différentes organisations considèrent que l'arsenic et ses composés constituent une substance cancérigène pour l'homme (voir ci-dessous la classification complète du trioxyde de diarsenic).

Dispositions légales relatives aux composés inorganiques de l'arsenic

Selon l'Ordonnance sur les produits chimiques (OChim, annexe 5, ch. 1.1), l'arsenic est un produit chimique du groupe 1 et figure sur la liste des substances soumises à autorisation (ORRChim; RS 814.81). Ainsi, l'utilisation de composés de l'arsenic n'est possible que dans des cas exceptionnels et des conditions très précises (voir encadré pour plus de détails).



Dispositions légales relatives à l'arsenic

Ordonnance sur la réduction des risques liés à l'utilisation de substances, de préparations et d'objets particulièrement dangereux: (Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques, ORRChim)

L'ORRChim interdit de mettre sur le marché de l'arsenic (As) ou des composés de l'arsenic présents dans les produits pour la conservation du bois, les produits servant à protéger les eaux industrielles, les peintures et les vernis, les rodenticides ainsi que les produits antisalissure. Les matériaux en bois ne doivent pas contenir plus de 25 ppm d'arsenic. Il est en particulier interdit de mettre sur le marché du trioxyde de diarsenic (no CAS 1327-53-3) et du pentaoxyde de diarsenic (no CAS 1303-28-2) ainsi que leurs préparations.

Par ailleurs, les valeurs limites et les composés sont définis dans différentes autres ordonnances, notamment:

- Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (Ordonnance sur les déchets, OLED)
- Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux)
- Ordonnance du DFI sur l'eau potable et l'eau des installations de baignade et de douche accessibles au public (OPBD)
- Ordonnance du DFI sur les teneurs maximales en contaminants (Ordonnance sur les contaminants, OCont): elle fixe notamment les teneurs maximales en arsenic inorganique dans les denrées alimentaires.

Classification

Selon le règlement CLP basé sur le système de classification harmonisé SGH, les classes de danger du trioxyde de diarsenic (CAS#1327-53-3, 7440-38-2) sont les suivantes:

- Acute Tox. 2 (toxicité aiguë)
- Skin Corr. 1B (corrosif pour la peau)
- Carc. 1A (cancérogène)
- Aquatic Acute 1 (toxicité aiguë pour les organismes aquatiques)
- Aquatic Chronic 1 (toxicité chronique pour les organismes aquatiques)
- Pictogrammes de dangers: GHS05, GHS06, GHS08, GHS09



Mention d'avertissement: danger

H300 Mortel en cas d'ingestion

H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves

H350 Peut provoquer le cancer

H400 Très toxique pour les organismes aquatiques

H410 Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

Indications supplémentaires:

Réservé à un usage industriel



Sources

- *Laboratoire cantonal de Berne, rapport final relatif à l'arsenic dans les préparations d'animaux « Arsen in Tierpräparaten » (en allemand uniquement)*
- <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20141858/index.html>
- <https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/lebensmittel-und-ernaehrung.html>
- <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20143406/index.html>
- <https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/lebensmittel-und-ernaehrung/lebensmittelsicherheit/stoffe-im-fokus/kontaminanten/arsen.html>
- <https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/lebensmittel-und-ernaehrung/lebensmittelsicherheit/verantwortlichkeiten/sicheres-trinkwasser.html>
- *Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population ; EFSA 2014 ;*
<https://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/pub/3597>
- *Toxicological Profile for Arsenic ; ATSDR 2007*
- *Arsenic and Arsenic Compounds ; IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 100C*
- *Arsenic dans le riz et les produits à base de riz ; Institut fédéral allemand d'évaluation des risques (BfR), 2014*
- <https://echa.europa.eu/fr/brief-profile/-/briefprofile/100.014.075>



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI

Office fédéral de la santé publique OFSP

Unité de direction Protection des consommateurs