

# De l'arsenic dans l'eau potable – la Suisse également concernée?

**En Suisse, on trouve des concentrations élevées en arsenic principalement dans le Jura et les Alpes. Les effets conjoints de l'altération et de l'érosion des roches contenant l'arsenic libèrent cet élément dans les sols, les sédiments et les eaux. Les teneurs de l'eau potable ne dépassent certes pas la valeur limite suisse de 50 µg/l, mais dans certaines zones restreintes du Tessin, des Grisons et du Valais, des concentrations supérieures au seuil de 10 µg/l recommandé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour l'eau potable ont été mesurées.**

La croûte terrestre contient en moyenne 2 mg d'arsenic par kg. Par rapport à d'autres éléments comme le cuivre, le zinc ou le plomb, ces teneurs sont faibles. Cependant, l'arsenic est réparti de manière très hétérogène, c.-à-d. qu'une roche en contient soit pas du tout ou très peu (<1 mg/kg) soit de grandes quantités (50 mg à 500 g par kg). Les zones riches en arsenic sont généralement bien délimitées dans l'espace, mais sont de taille variable, leur diamètre variant d'un mètre à plusieurs centaines de mètres (Fig. 1).

Les matériaux renfermant naturellement de l'arsenic comprennent:

- des gisements métallifères contenant une large proportion de minéraux riches en arsenic, comme p. ex. les sulfures et les arséniates, plus rarement les oxydes de fer;
- des roches à teneur en arsenic élevée présentes sur des zones de grande étendue,

dont les teneurs sont généralement dues à la présence de sulfures ou d'oxydes ferrugineux, comme p. ex. la pyrite, la goéthite ou l'hématite.

En dehors des sources naturelles, la présence d'arsenic a été décelée dans des décharges et sur des sites industriels. Cette contamination provient principalement de la production urbaine de gaz, de la fabrication de verre spécial ou de l'utilisation massive de produits phytosanitaires. Depuis 1970, on a cependant très largement renoncé à l'utilisation d'arsenic dans les produits phytosanitaires.

## Transfert de l'arsenic dans l'environnement

Quand les matériaux contenant de l'arsenic entrent en contact avec de l'eau en circulation, des quantités non négligeables d'arsenic sont libérées dans l'environnement. Si le matériau se trouve à grande profondeur, l'arsenic est souvent transporté vers la surface par les eaux thermales. S'il se trouve dans des couches superficielles, c'est sous l'effet de l'altération et de l'érosion que l'arsenic est libéré dans l'environnement. L'arsenic peut alors soit s'accumuler dans les sols et les sédiments soit être dilué dans l'eau. Les glaciers et les fleuves peuvent le transporter sur plusieurs centaines de kilomètres. Dans les sols, les sédiments et les eaux stagnantes riches en particules en suspension, l'arsenic est en général lié par adsorption à des hydroxydes de fer ou d'aluminium ou à des minéraux argileux. Il peut toutefois être remobilisé sous certaines conditions: p. ex. quand le pH dé-

passé 7,5 ou quand le milieu devient propice à la réduction du fer suite à un manque d'oxygène [1] (cf. article de M. Berg, p. 12). L'arsenic peut être également introduit dans l'environnement par voie aérienne: des analyses de mousses ont ainsi montré que de fines poussières naturelles contenant de l'arsenic étaient transportées par le vent [2]. On ignore encore par contre si la production de composés arsénico-méthylés volatils par les micro-organismes joue un rôle en Suisse.

## Présence naturelle d'arsenic en Suisse

Il existe en Suisse trois régions notables qui présentent des teneurs en arsenic plus élevées que la normale (Fig. 2):

- le Nord-Est de la Suisse où on dénombre de nombreuses sources thermales et minérales riches en arsenic,
- le Jura avec certaines formations calcaires et argileuses contenant du fer,
- et les Alpes qui abritent des gisements métallifères et des roches cristallines renfermant des quantités élevées d'arsenic. A cela s'ajoutent quelques sources thermales et minérales éparses.

Les sources thermales et minérales sont alimentées par des eaux de surface qui se sont infiltrées dans la croûte terrestre jusqu'à une profondeur de plusieurs kilomètres. Les sources thermales de Baden, Zurzach, Schinznach et Bad Saeckingen au Nord de la Suisse en sont des exemples typiques et leurs eaux contiennent au captage jusqu'à 130 µg d'arsenic par litre [3]. Cet arsenic provient des granites et des schistes situés en profondeur dans le massif de la Forêt-Noire. Un traitement de l'eau brute permet généralement de ramener la teneur en arsenic de l'eau potable mise à la disposition des curistes à une valeur inférieure à 1 µg/l (Fig. 3). Ce procédé s'applique également aux sources thermales et minérales de Saxon, Leukerbad et St. Moritz dans les Alpes. On a par contre renoncé à exploiter les sources minérales de Val Sinestra en Basse-Engadine dont les eaux

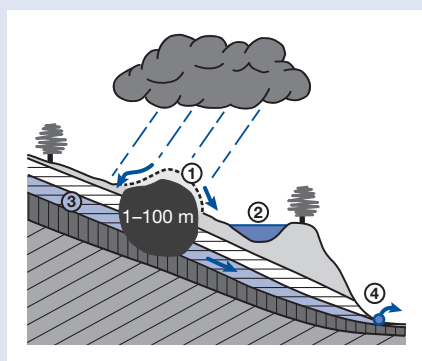


Fig. 1: Sous l'effet de l'érosion de matériaux riches en arsenic (roches silicatées, minerais et décharges, en noir) l'arsenic est libéré dans (1) les sols et les sédiments, (2) les eaux de surface, (3) les nappes phréatiques, et (4) les eaux de source.

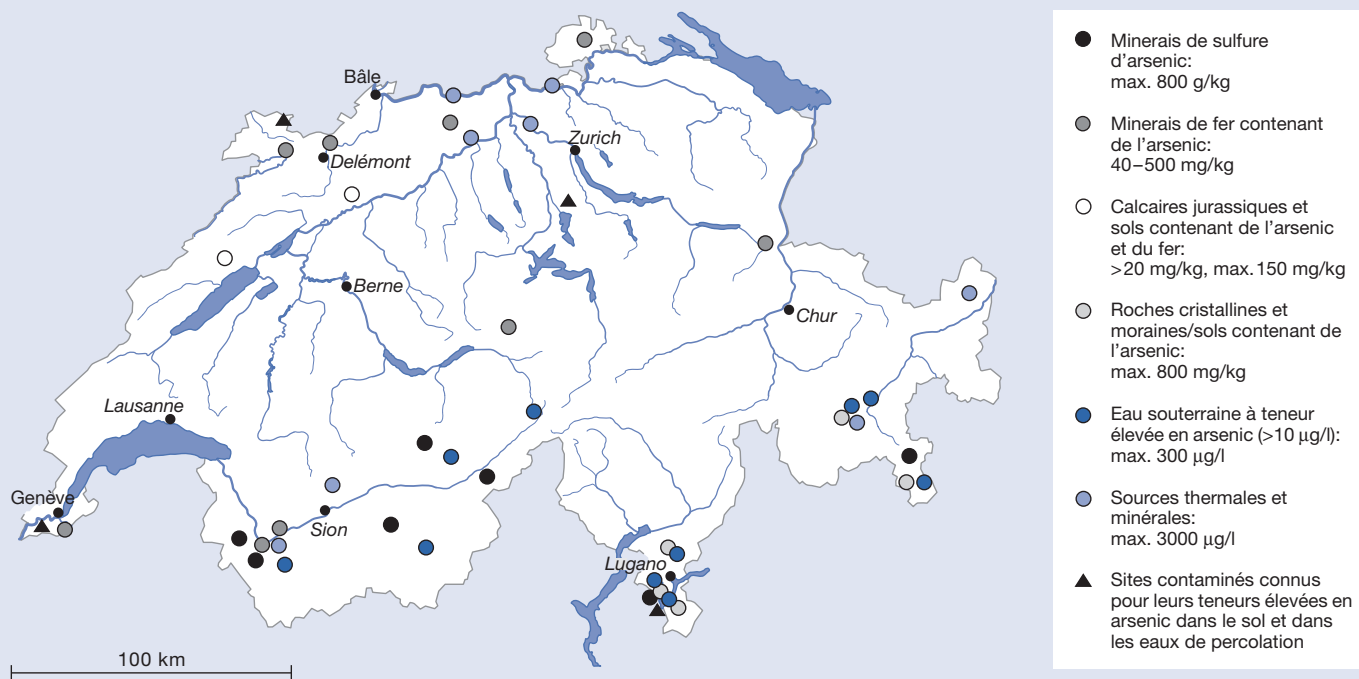


Fig. 2: Localisation des teneurs élevées en arsenic en Suisse. Les eaux souterraines affectées se trouvent principalement en Valais, au Tessin et dans les Grisons.

présentent des teneurs excessives pouvant atteindre 3 mg/l.

Le Jura compte trois formations rocheuses fortement ferrugineuses contenant de l'arsenic: Les calcaires bruns du Dogger (Jurassique moyen) et les calcaires jaunes du Crétacé, qui contiennent entre 10 et 20 mg d'arsenic par kg de roche et dont l'arsenic, sous l'effet de l'altération, s'accumule dans les sols sus-jacents qui peuvent atteindre des teneurs de l'ordre de 150 mg/kg. On trouve ces calcaires ferrugineux principalement dans la chaîne jurassienne des cantons de Solothurn, d'Argovie et de Neuchâtel. La formation du Sidérolithique («Bohnerz») caractérisée par la présence de nodules de fer et d'argiles rouges ne se rencontre que très localement dans la chaîne jurassienne des cantons de Vaud, du Jura (Délémont) et de Schaffhouse. Elle peut contenir jusqu'à 500 mg d'arsenic par kg de roche. Les études font encore défaut pour savoir si un enrichissement des sols avoisinants se produit également dans ces régions. Tous les échantillons de plantes et d'eaux souterraines du Jura analysés jusqu'à présent contiennent très peu d'arsenic: moins de 1 µg d'arsenic par litre d'eau et tout au plus 500 µg d'arsenic par kg de matière végétale sèche. Ces faibles valeurs suggèrent une forte rétention de l'arsenic par les phases ferrugineuses du sol.

C'est dans les Alpes suisses que l'on trouve des zones plus fortement touchées par le problème de l'arsenic. On y rencontre en effet des gisements sulfureux ainsi que

des roches silicatées cristallines (schistes, gneiss et amphibolites) riches en arsenic. Les nombreux petits gisements qui étaient autrefois souvent exploités dans de petites mines, ne représentent qu'un impact localisé sur l'environnement. Les régions dans lesquelles les roches cristallines contenant de l'arsenic occupant des surfaces de plusieurs centaines de km<sup>2</sup> posent un problème beaucoup plus grave. Elles se trouvent surtout dans les cantons du Valais, du Tessin et des Grisons.

### L'eau potable suisse est-elle contaminée par l'arsenic?

A partir de 1992, des études ont été menées au Tessin pour évaluer l'impact sur l'environnement de la présence locale de l'arsenic [4]. De plus, les teneurs en arsenic de l'eau délivrée par tous les systèmes communaux d'approvisionnement en eau potable du Tessin ont été déterminées en 1996 [5]. Les résultats sont surprenants: l'eau des environs de Lugano (Sottoceneri) présente des concentrations en arsenic supérieures à 10 µg/l. La zone concernée englobe le Val Isone, le Val Colla, le Malcantone et la région de Barbengo-Morcote ainsi que la province italienne avoisinante de Varese. Dans une douzaine de communes environ, les sources d'eau potable exploitées présentent des teneurs en arsenic comprises entre 11 et 50 µg/l. Ces valeurs sont encore inférieures à la valeur limite Suisse de 50 µg/l, mais dépassent la concentration de 10 µg/l recommandée par l'Organisation

Mondiale de la Santé (OMS). Dans deux cas cependant, ceux du Malcantone et de la province italienne voisine, les échantillons prélevés présentaient des teneurs supérieures à la législation suisse, respectivement de l'ordre de 80 et de 300 µg/l. Pourtant, les sources contaminées sont situées à bonne distance des gisements, ce qui suggère que leurs teneurs élevées en arsenic proviennent des moraines, des sédiments fluviaux ou des sols. Ces matériaux non consolidés, formés sous l'effet de l'érosion et de l'altération des gisements situés en amont dans le bassin versant, présentent des teneurs en arsenic comprises entre 100 et 800 mg/kg. Dans la région située au nord de Lugano, des gneiss et des schistes loca-

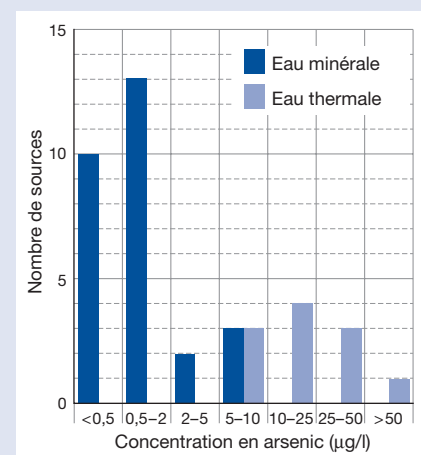


Fig. 3: Teneurs en arsenic des eaux minérales et thermales utilisées en Suisse [d'après 3].

lement riches en pyrite ou en oxyde de fer sont probablement à l'origine de l'arsenic rencontré. Au total, les zones du Sottoceneri concernées par une contamination en arsenic occupent une surface d'env. 500 km<sup>2</sup> et sont habitées par environ 5000 personnes.

Alarmées par la situation au Tessin, les autorités cantonales des Grisons ont également fait contrôler en 1998 toutes leurs eaux distribuées par des systèmes publics d'approvisionnement en eau potable. Dans l'ensemble, 336 échantillons d'eau potable ont été analysés: 312 échantillons présentaient des teneurs en arsenic inférieures à 10 µg/l, 21 renfermaient entre 10 et 50 µg d'arsenic par litre, et 3 échantillons dépassaient la valeur limite Suisse de 50 µg/l, la valeur maximale mesurée étant de 170 µg/l [6]. Les sites concernés sont surtout ceux de la vallée de Poschiavo et deux sources pontuelles situées en Haute-Engadine. Dans la vallée de Poschiavo, la contamination régionale est similaire à celle observée au Tessin. Le nombre de personnes concernées n'est cependant pas encore connu en détail étant donné que de nombreux captages d'eau privés sont certainement contaminés. Pour en savoir plus, l'EPF Zurich mène actuellement des études hydrogéologiques détaillées dans cette région.

En Valais, la présence de minerais et de sédiments riches en arsenic est connue depuis longtemps [7], surtout dans la région de Martigny, dans le Nikolaital, le Loetschental et dans le Goms. On ne dispose cependant d'analyses d'arsenic de l'eau potable que depuis 1999. Celles-ci ont montré que près de 14 000 Valaisans habitent dans des zones d'eau potable renfermant de l'arsenic entre 12 et 50 µg/l [8].

## Risques et mesures envisageables

Même si on ne dispose pas encore d'études détaillées sur toutes les régions suisses, on peut supposer que la consommation d'eau potable à concentration élevée en arsenic représente la source majeure de risques pour la santé liés à l'arsenic. Dans les régions où les teneurs en arsenic dépassent la valeur limite suisse de 50 µg/l, les communes ont pour la plupart promptement réagi soit en abandonnant les captages concernés soit en diluant l'eau contaminée avec de l'eau de source non contaminée. A plus longue échéance, il faudra pourtant trouver des solutions durables pour plusieurs communes afin d'assurer un approvisionnement approprié en eau potable pour les 20 à 30 années à venir.

Photos: H.-R. Pfeifer, Lausanne



Vue sur l'entrée de l'ancienne mine d'arsenic de Salanfè dans le Bas-Valais (en haut) et sur le Lac des Ottans situé en-dessous de la mine (en bas). Entre 1904 et 1928, plus de 700 tonnes d'arsenic ont été extraites. Les sols et les eaux environnantes sont fortement contaminés.

Dans plusieurs endroits, il est prévu de résoudre le problème en raccordant à grands frais de nouvelles sources et captage d'eau souterraine au réseau d'approvisionnement. Dans certains cas, il serait judicieux d'utiliser des procédés de décontamination comme p. ex. des filtres à membranes ou à hydroxydes de fer et d'aluminium. La nature des mesures à prendre et la hauteur des investissements qu'elles nécessitent dépendent considérablement de la décision d'aligner ou non la valeur limite suisse de 50 µg/l sur celle de 10 µg/l recommandée par l'OMS et déjà appliquée dans l'Union Européenne.

La législation suisse ne mentionne pas de valeur limite pour l'arsenic dans les sols, mais en dehors des régions à fortes teneurs déjà mentionnées, les sols agricoles renferment en général moins de 10 mg d'arsenic par kg [9] et mêmes les sites industriels

contaminés par des résidus toxiques qui ont été analysés contiennent souvent moins d'arsenic que les zones naturellement contaminées.



**Hans-Rudolf Pfeifer** est professeur de géochimie et directeur du Centre d'Analyse Minérale de l'Université de Lausanne (BFSH 2, 1015 Lausanne).

Il travaille depuis une dizaine d'années sur les contaminations de l'environnement par les éléments traces, en particulier l'arsenic, dans les eaux, les sols et les plantes.

Il coordonne la filière Sciences de l'Environnement de l'«Ecole Lémanique des Sciences de la Terre et de l'Environnement» avec l'Université de Genève.



**Jürg Zobrist**, spécialiste en chimie inorganique à la division «Ressources aquatiques et eau potable» de l'EAWAG. Il s'occupe des processus responsables de la qualité des eaux souterraines et des cours d'eau et qui jouent un rôle important pour la protection des ressources d'eau.

- [1] Zobrist J. (2000): Les processus biogéochimiques qui font la qualité des eaux souterraines. EAWAG news 49f, 15–17.
- [2] Schmid-Grob I., Thöni L., Hertz J. (1993): Bestimmung der Deposition von Luftschadstoffen in der Schweiz mit Moosanalysen. Schriftenreihe Umwelt 194, Bundesamt Umwelt, Wald und Landschaft, Berne, 173 p.
- [3] Högl O. (1980): Die Mineral- und Heilquellen der Schweiz. Verlag Paul Haupt, Berne, 302 p.
- [4] Pfeifer H.-R., Derron M.-H., Rey D., Schlegel C., Dalla Piazza R., Dubois J.D., Mandia Y. (2000): Natural trace element input to the soil-water-plant system, examples of background and contaminated situations in Switzerland, Eastern France and Northern Italy. In: Markert B., Friese K. (eds.) Trace metals – their distribution and effects in the environment. Elsevier, Amsterdam, p. 33–86.
- [5] Jäggi M. (1997): Rapporto d'esercizio 1997. Laboratorio cantonale del Ticino, p. 45–51.
- [6] D'après O. Florin du Laboratoire Cantonale des Grisons.
- [7] Pfeifer H.-R., Hansen J., Hunziker J., Rey D., Schafer M., Serneels V. (1996): Arsenic in Swiss soils and waters and their relation to rock composition and mining activity. In: Prost R. (ed.) Contaminated soils: 3<sup>rd</sup> Internat. Conf. Biogeochemistry of Trace Elements, Paris, Colloque 85, INRA, Paris.
- [8] Laboratoire Cantonale du Valais (1999): Rapport annuel. Département Transport, Equipement et Environnement, Sion, p. 22–25.
- [9] Knecht K., Keller T., Desaulles A. (1999): Arsen in Böden der Schweiz. Schriftenreihe FAL 32, Zurich-Reckenholz/ Liebefeld Berne, 37 p.