

LES TECHNIQUES D'ÉLIMINATION DE L'ARSENIC

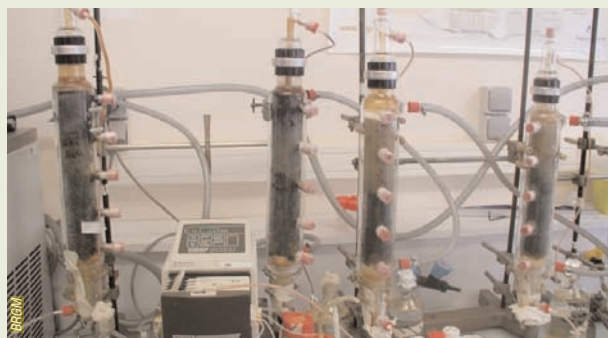
Il existe aujourd'hui une cinquantaine de méthodes pour éliminer l'arsenic de l'eau. Mises au point en laboratoire, certaines sont utilisées par l'industrie. Cependant, la plupart restent inapplicables dans les pays en développement. Les différents procédés sont fondés sur l'inversion des réactions naturelles qui ont entraîné la solubilisation d'un polluant dans les eaux souterraines. Ils reposent sur quatre types de réactions : adsorption, précipitation, floculation (formation de « flocons » accélérant la sédimentation des particules de matière) et oxydo-réduction.

Dans le premier type de réaction, l'arsenic s'adsorbe à la surface du fer et forme un complexe. Dans la réaction de précipitation, l'arsenic est incorporé dans un solide, comme c'est le cas du réalgar As_4S_4 ou certains sulfures et disulfures de fer. C'est également le cas de la floculation, mais les particules solides sont petites. Enfin, les réactions d'oxydation convertissent l'arsenic dont le degré d'oxydation est égal à trois en arsenic dont le degré d'oxydation est égal à cinq, qui s'adsorbe mieux. L'oxydation est soit chimique (par exemple

par le peroxyde d'oxygène ou la limaille de fer), soit photochimique. Dans ce dernier cas, le procédé SORAS (*Solar Oxidation and Removal of Arsenic*) a été développé par des chimistes et ingénieurs de l'Institut EAWAG et testé dans les pays en développement, dont le Bangladesh.

En laboratoire, on ajoute aux eaux à traiter de l'acide citrique (ou jus de citron) et de la limaille de fer, on les place dans des bouteilles en polyéthylène téréphtalate (PET), que l'on expose pendant quelques heures au soleil. L'arsenic dissous se fixe sur des oxydes de fer, qui sont filtrés le jour suivant. Des essais de terrain au Bangladesh sont en cours pour tenter d'adapter le processus aux conditions physico-chimiques de l'eau extraite des puits.

Une autre technique consiste à modifier les conditions physico-chimiques de l'aquifère *in situ* pour oxyder, puis piéger les polluants contenus dans l'eau. Dans ce cas, on injecte de l'oxygène directement dans l'aquifère. Cette méthode est efficace dans la région de Hanoï (au Vietnam), car les eaux souterraines sont riches en fer dissous. Au



EXPÉRIENCES DE BIOREMÉDIATION sur des colonnes de sols dans lesquelles circule une eau polluée en As en présence de particules de Fer et de bactéries qui vont accélérer le processus de dépollution

contact de l'air, le fer s'oxyde en formant des précipités de rouille sur lesquels l'arsenic s'adsorbe. Ces précipités sont ensuite éliminés en surface par un filtre à sable. Des études en laboratoire et sur le terrain ont été réalisées au Bangladesh, au Salvador, en Grèce et en Roumanie pour optimiser le fonctionnement de ces filtres.

Quant aux équipes du projet européen AQUATRAN, elles mettent au point des techniques de dépollution des eaux, testées dans les laboratoires du Bureau de recherches géologiques et minières en France, le BRGM. Parmi elles, des techni-

ques de bioremediation consistant à traiter l'eau polluée par des particules de fer en présence de bactéries réductrices. Ces dernières dégradent les composés arsénisés (voir l'illustration ci-dessus).

Enfin, une technique de piégeage après extraction, qui consiste à faire circuler l'eau dans des colonnes contenant des agrégats nanométriques d'aluminium, ou des oxydes de manganèse pour retenir les polluants, a été récemment mise au point en laboratoire, puis testée sur le terrain en Roumanie et Hongrie. Ce procédé est efficace, mais très coûteux.

✓ BIBLIOGRAPHIE

S. Fendorf et al., *Spatial and temporal variations of groundwater arsenic in South and Southeast Asia*, *Science*, vol. 328, pp. 1123-1127, 2010.

D. Polya et L. Charlet, *Rising arsenic risk ?*, *Nature Geoscience*, vol. 2, pp. 383-384, 2009.

L. Winkel et al., *Predicting groundwater arsenic contamination in Southeast Asia from surface parameters*, *Nature Geoscience*, vol. 1, pp. 536-542, 2008.

L. Charlet et D. Polya, *Arsenic in shallow, reducing groundwaters in Southern Asia : An environmental health disaster*, *Elements*, vol. 2, pp. 91-96, 2006.

✓ SUR LE WEB

<http://www.eawag.ch/index>

<http://www.aquatrain.eu/>

polluants dans le riz, mais aussi dans les autres céréales et les légumes cultivés dans les pays concernés.

Devant l'ampleur du problème au Bangladesh, le gouvernement a tenté de trouver des solutions. L'OMS, et l'UNICEF ont soutenu un projet de réduction des concentrations d'arsenic dans l'eau et d'approvisionnement en eau potable. Lancé en 1998, ce projet bénéficia d'un prêt de la Banque mondiale de 32,5 millions de dollars. En outre, les organisations non gouvernementales participent à des campagnes de sensibilisation des populations et à des projets pilotes. Ainsi, l'Institut suisse EAWAG commence à développer une méthode d'élimination de l'arsenic adaptée aux conditions physico-chimiques de l'eau au Bangladesh et au Vietnam, et celle plus prometteuse d'élimination de l'arsenic par photo-oxydation. En Europe, des recherches ont débuté avec le projet AQUATRAN, visant notamment à faire un inventaire des

zones polluées en Hongrie et en Roumanie, et à tester sur le terrain des solutions de dépollution adaptées.

Par ces différents projets européens ou mondiaux, les chercheurs s'associent pour mieux caractériser les pollutions des eaux souterraines en fonction de la géologie et des activités humaines locales. Toutefois, près de 20 ans après la révélation de la crise au Bangladesh, aucune solution à la mesure du problème n'a été mise en place. La première difficulté est scientifique, car s'il existe des techniques performantes en laboratoire, rares sont celles qui s'appliquent à grande échelle. S'ajoutent à cela les incontournables verrous financiers. Face à l'urgence, l'une des solutions serait sans doute d'abandonner les puits tubés pour revenir à l'exploitation des eaux de surface, qui nécessiteraient certes d'être traitées, mais avec des méthodes qui ont fait leurs preuves. Il ne resterait plus qu'à trouver les fonds et à convaincre les autorités locales...