

Comment le fer rouillé élimine l'arsenic dans l'eau

18 octobre 2022 | Isabel Plana

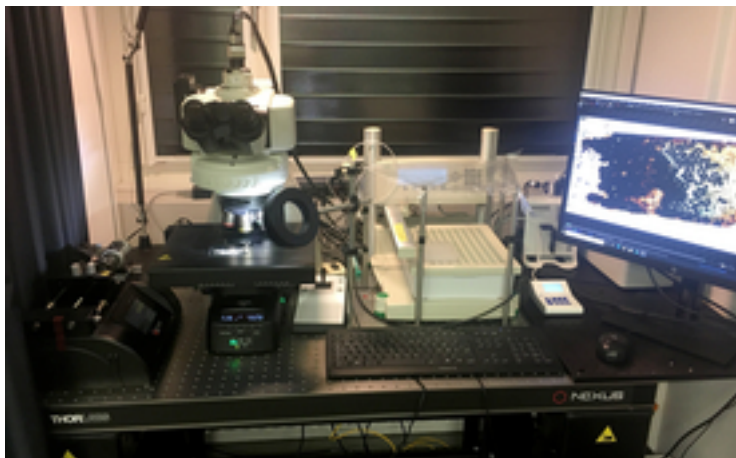
Catégories: Polluants | Eau potable

Les eaux souterraines de nombreuses régions du monde sont polluées par de l'arsenic d'origine naturelle. Le fer permet de filtrer cette substance nocive dans l'eau. Des chercheurs de l'Eawag rendent visible pour la première fois le processus à l'œuvre dans un nouveau dispositif expérimental.

Lorsque le fer métallique se corrode, c'est-à-dire rouille, se forment alors des oxydes de fer qui peuvent lier fortement les polluants tels que l'arsenic. Des filtres à eau simples et peu coûteux basés sur ce principe ont été élaborés pour permettre aux populations des régions d'Afrique et d'Asie concernées de traiter elles-mêmes l'eau potable polluée à l'arsenic. On utilise pour cela de la poudre de fer, des copeaux de fer et des clous en fer, souvent associés à du sable. De nombreuses recherches sur l'efficacité de cette méthode de filtrage ont été entreprises ces dernières années, à l'Eawag notamment – par exemple au Bangladesh. «Les recherches consacrées jusqu'à présent à ce thème présentent néanmoins un désavantage», déclare Andreas Voegelin, responsable du groupe géochimie environnementale moléculaire du département Ressources en eau et eau potable (W+T) de l'Eawag. «Les réactions entre le fer et l'arsenic sont étudiées le plus souvent dans des suspensions où le matériel de filtrage flotte dans l'eau. Mais les résultats ne montrent pas les processus qui se déroulent dans l'espace poreux, c'est-à-dire dans les espaces creux entre les particules solides d'un filtre.» Les chercheurs du département W+T se sont particulièrement intéressés à la manière dont l'élimination de l'arsenic est influencée par le fonctionnement périodique d'un filtre à eau, c'est-à-dire lorsque le débit d'eau alterne avec une accumulation d'eau.

C'est cette question que veulent approfondir les groupes de travail d'Andreas Voegelin, Joaquin Jimenez-Martinez, Stephan Hug et Michael Berg dans une expérimentation commune qui associe

toutes leurs expertises respectives. L'ingénieur de l'environnement Jonas Wielinski, qui a passé son doctorat à l'Eawag, a relevé le défi et mis au point un dispositif expérimental qui reproduit et visualise le mieux possible les conditions dans un filtre à arsenic. «Notre objectif était d'observer et de comprendre les processus géochimiques dans l'espace poreux entre les particules de fer et les grains de sable à l'échelle du micromètre», explique J. Wielinski, qui mène désormais ses recherches à la Carnegie Mellon University aux USA en tant que post-doctorant.



La configuration expérimentale se composait, de gauche à droite, d'une pompe, d'un microscope optique sous lequel avait été placé le modèle de filtre, d'un collecteur de fractions pour l'analyse de l'eau filtrée et d'un écran sur lequel s'affichaient les prises de vue du microscope.

Des filtres en format miniature sous le microscope

Dans le laboratoire de microfluidique de J. Jimenez-Martinez, J. Wielinski a examiné sous un microscope optique un filtre à arsenic miniature: un canal de 250 micromètres de profondeur et de 45 millimètres de long, rempli alternativement de bandes de grains de sable de quartz et de bandes de grains de fer. Les chercheurs ont ajouté à l'eau utilisée pour le modèle de filtre de l'arsenic et d'autres éléments dans des concentrations typiques pour les eaux souterraines du Bangladesh. La pompe reliée au filtre a fait circuler l'eau dans le système pendant douze heures, suivi de douze heures de pause durant lesquelles l'eau reposait dans le filtre. Durant cette expérience de plusieurs semaines, J. Wielinski a testé régulièrement l'eau filtrée afin de déterminer l'élimination de l'arsenic. Il a pris automatiquement une photo du modèle de filtre toutes les 30 minutes avec le microscope optique. Ces images, diffusées en accéléré, montrent en détail comme le fer métallique se corrode et comment les oxydes de fer nouvellement formés changent de couleur de manière cyclique – du noir-vert au rouge-orange et au brun, lorsque l'eau s'écoule, et vice-versa, lorsqu'il n'y a pas d'écoulement d'eau. Ces changements de couleur sont une conséquence des processus de corrosion au cours desquels divers oxydes de fer sont produits et transformés de manière cyclique.

Vidéo: Diffusées en accéléré, les images du microscope optique montrent comment les grains de fer changent de couleur au cours du processus de corrosion, selon que l'eau s'écoule ou s'accumule. Aux endroits marqués en vert M1?M6, les chercheurs ont observé les transformations cycliques des oxydes de fer, le transport des particules et la formation de bulles de gaz.

L'alternance entre débit d'eau et accumulation d'eau favorise le filtrage

À la fin de l'expérience, le modèle de filtre a été analysé par microscopie à rayons X afin de déterminer le type et la répartition des oxydes de fer et l'arsenic qui y est lié. En combinant ces résultats aux changements de couleur observés avec le microscope optique, les chercheurs ont réussi à comprendre en détail la formation dynamique et la transformation des oxydes de fer dans le filtre ainsi que leur effet sur l'élimination de l'arsenic.

«Avec cette nouvelle configuration expérimentale, nous avons pu montrer visuellement comment la répartition des grains de fer et de sable de quartz et le débit d'eau à travers le filtre influencent le déroulement spatial et temporel de l'élimination de l'arsenic», déclare J. Wielinski. En l'occurrence, l'alternance entre débit d'eau et accumulation d'eau a un effet positif sur la performance du filtre. «Un résultat utile pour l'optimisation ultérieure de tels filtres», constate-t-il et il ajoute: «La configuration développée dans cette étude recèle en outre un fort potentiel pour les recherches sur d'autres processus biogéochimiques en milieux poreux comme par exemple dans les nappes aquifères ou les sols.»

Photo de couverture: Avec cette expérience, les chercheurs ont pu montrer quand et où l'arsenic et d'autres éléments de l'eau se lient au fer. (Photo: Eawag)

Publication originale

Wielinski, J.; Jimenez-Martinez, J.; Göttlicher, J.; Steininger, R.; Mangold, S.; Hug, S. J.; Berg, M.; Voegelin, A. (2022) Spatiotemporal mineral phase evolution and arsenic retention in microfluidic models of zerovalent iron-based water treatment, *Environmental Science and Technology*, 56(19), 13696-13708, [doi:10.1021/acs.est.2c02189](https://doi.org/10.1021/acs.est.2c02189), [Institutional Repository](#)

Contact



Andreas Voegelin

Tel. +41 58 765 5470

andreas.voegelin@eawag.ch



Joaquin Jimenez-Martinez

Tel. +41 58 765 5475

joaquin.jimenez@eawag.ch



Simone Kral

Responsable de la communication

Tel. +41 58 765 6882

simone.kral@eawag.ch

<https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/comment-le-fer-rouille-elimine-larsenic-dans-leau>