Adsorption de l'arsenic présent dans les effluents issus de dépôts de sargasses par des matériaux riches en oxydes de fer

Fabienne Battaglia-Brunet[1], Hugues Thouin[1], Mohamed Fikrat[1], Véronique Vacchina[2], Fabienne Séby[2], Patrick Ollivier[1]

Affiliation 1 : BRGM, F-45060 Orléans, France

Affiliation 2 : UT2A, Technopole Hélioparc Pau-Pyrénées, 2 Avenue Pierre Angot, 64053 PAU CEDEX 09

Introduction

Les côtes du bassin Caribéen subissent depuis 2011 des échouements saisonniers et massifs d'algues appartenant au genre *Sargassum*. Les algues collectées et stockées à terre libèrent, au cours de leur dégradation et de leur lessivage par les eaux de pluie, l'arsenic (As) qu'elles avaient accumulé en mer, soit de 50 à 80 mg d'As par kg d'algue sèche. Les effluents ainsi générés peuvent contenir jusqu'à plusieurs mg/L d'As (Devault et al., 2020). L'adsorption sur des matériaux riches en oxydes de fer (Fe) est une des familles de procédés couramment appliqués pour traiter les eaux arséniées. L'objectif de la présente étude était de déterminer si l'adsorption sur des matières minérales naturelles, riches en Fe et abondantes dans les régions affectées par les échouements de Sargasse, pourrait être développée en tant que stratégie de traitement des eaux arséniées issues des sites de stockage.

Méthodes et résultats

Un mésocosme métrique a été utilisé pour simuler au laboratoire la production d'effluents par un site de stockage de sargasses soumis à la pluie, à partir d'un lot d'algues prélevées en Avril 2021 en Guadeloupe. Les sargasses ont été arrosées suivant un scénario climatique réaliste, et les effluents collectés puis stockés sous N_2 à 5°C. La faisabilité d'un traitement par adsorption d'As sur des oxydes de Fe, a été testée avec les 4 matériaux suivants : une altérite de l'Unité d'Armina en Guyane (G4A), une argile rouge à quartz produit de l'altération de tufs volcaniques fins de Martinique (M1), et deux produits commercialisés pour le traitement d'As dans les eaux potabilisables (GEH©) et dans les effluents industriels (Ovive ASP©). Les matériaux G4A et M1 ont été caractérisés par DRX, fluorescence X, et leur surface spécifique a été déterminée par BET (Tableau 1). La DRX quantitative indique la présence de 16,8% de goethite et des traces d'hématite et de maghémite dans M1, ainsi que 9,6% de goethite et 3,3% d'hématite dans G4A. Les tests d'adsorption ont été réalisés par percolation à travers des lits filtrants dans des seringues en PE de 10 mL remplies de la façon suivante (du fond vers la surface) : un lit de laine de roche, 2 cm^3 de sable, 4 cm^3 de matériau adsorbant, 2 cm^3 de sable. L'effluent issu du dépôt de sargasses a été maintenu en milieu oxydant par bullage d'air (6 L/h) et agitation en continu. Chaque colonne a été arrosée 2 fois par semaine avec 5 mL d'effluent non filtré. Les lits filtrants, préparés en triplicat, ont été maintenus en condition saturée avec de l'effluent. Le prélèvement a été effectué en bas de colonne après chaque arrosage. Des mesures de pH et de potentiel redox ont été effectuées, ainsi que des analyses d'As total dissous (1 fois par semaine). Après 12 arrosages, les lits filtrants étaient colmatés et l'expérience a été stoppée. Pour doser As total, 1 mL d'effluent a été minéralisé par 2 mL d'acide nitrique et 1 mL d'eau oxygénée pendant 1h30 à 95°C. Après dilution, As a été analysé par ICP-MS.

Tableau 1. Caractéristiques des matériaux utilisés pour les tests d'adsorption d'As présent dans les effluents de stockage de sargasses. M1 et G4A séchés à 60°C et tamisés à 2 mm.

Adsorbant	M1	G4A	GEH©*	ASP©**
Fe total, %, fluorescence X	11,7	12,5	-	-
Fe total, %, DRX	12,1	8,4	-	-
Fe total, %, Données fournisseur	-	-	60	64
Surface spécifique m^2/g	56	39	300	230

* GEH Wasserchemie GmbH & Co. KG; **Société Ovive 10 Rue de Lorival, 59113 Seclin

La concentration en As total dissous diminue au cours du temps dans la bouteille d'alimentation aérée, dont le contenu se charge rapidement en particules en suspension, qui pourraient piéger de l'As (Figure 1). Le pH de cet effluent est alcalin et augmente de 8,7 à 9,1 au cours de l'essai. Les 4 matériaux remplissant les colonnes induisent une diminution de pH, qui se stabilise entre 8,0 et 8,5 pour M1, G4A et ASP©, et entre 7,5 et 8 pour le GEH©. L'efficacité d'adsorption d'As est comprise entre 80 et 90% avec le GEH©, entre 60 et 70% avec ASP©, et entre 50 et 60% avec M1 et G4A. Etant donné que M1 et G4A contiennent moins de Fe que les deux produits commerciaux, leur capacité d'adsorption par g de Fe s'avère supérieure.

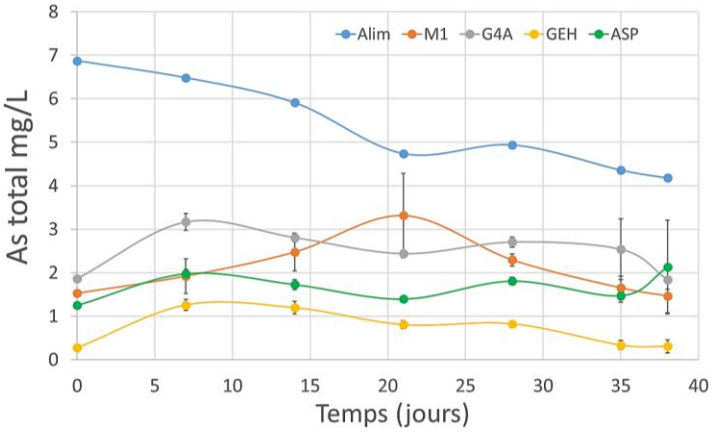

Figure 1 : Evolution de la concentration en As total en entrée et sortie de colonnes

Conclusion

L'adsorption sur oxydes de Fe est une option de traitement envisageable pour piéger l'As présent dans les effluents de stockage de sargasses, malgré la présence de nombreuses espèces chimiques susceptibles de limiter l'efficacité du procédé par compétition pour les sites d'adsorption : molécules organiques, sulfates, Cl, carbonates dissous… Des ressources minérales locales riches en Fe, présent principalement sous forme de goethite, pourraient être utilisées pour élaborer des media filtrants, limitant ainsi les coûts de fabrication et de transport de matériaux adsorbants. Une expérience complémentaire a été mise en place afin de tester une configuration de traitement sans oxydation préalable de l'effluent, et d'étudier l'influence de la spéciation de l'As sur le processus d'adsorption.

Références bibliographiques

Devault, D. ; Ménez, F. ; Péné-Annette, A. ; Lopez, P. J., Eco3Sar : Ecologie, Ecotoxicologie et Economie des Sargasses. 2020, 126 p.

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet SARG As&CLD, soutenu par l'ANR (Sargassum Joint call 2019).