

Soutenance de thèse

Institut de Chimie Séparative de Marcoule / CEA Marcoule
(UMR 5257, CEA, CNRS, Université Montpellier, ENSCM)

SOPHIE HERR

soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Apport de la cavitation acoustique dans la dépollution par lixiviation de vermiculite contaminée en Cs, Ni ou Zn

Soutenance prévue le **vendredi 2 juin 2023 à 9h30**

dans l'Auditorium de l'ICSM

Du fait de l'action anthropique et de l'activité industrielle passée et actuelle, une proportion croissante de sites pollués en radioéléments et en métaux lourds est recensée en France, ce qui présente un risque majeur pour la santé humaine et l'environnement. Dans ce contexte, le développement de techniques de remédiation permettant l'extraction de ces polluants est nécessaire en vue de la réhabilitation des sols. Parmi les méthodes existantes, la lixiviation est un procédé efficace, simple de mise en œuvre et avec des cinétiques de traitement compatibles avec une mise en œuvre industrielle. Les résultats décrits dans la littérature restent néanmoins optimisables. Cette thèse étudie l'apport d'un procédé couplant lixiviation en présence d'un acide et d'un échangeur ionique et mise en œuvre d'ultrasons pour la dépollution du césium et de métaux lourds sur une argile, la vermiculite, par rapport aux procédés de lixiviation conventionnels.

Le traitement d'une vermiculite contaminée en césium par échange ionique a notamment pu être accéléré à température ambiante en présence d'ultrasons mais reste très limité. En couplant des conditions hydrothermales (jusqu'à 200°C) à l'utilisation d'ultrasons de basse fréquence (20 kHz), une désorption quasi-totale du Cs de la vermiculite a pu être atteinte. L'élucidation du mécanisme d'action a mis en évidence l'amélioration de l'accessibilité du césium par élargissement de l'espace interfoliaire, dans lequel le contaminant est fortement fixé.

Dans le cas de la dépollution d'une vermiculite polluée en métaux lourds, des tendances différentes sont notables selon le polluant considéré. La distribution du polluant dans les différentes fractions (échangeable, liée aux carbonates, liée aux oxydes de Fe/Mn, liée à la matière organique et résiduelle) de la vermiculite a été déterminée par extraction séquentielle. Le zinc, principalement fixé dans des fractions accessibles à la lixiviation acide, a pu être quantitativement et rapidement désorbé par l'utilisation d'un acide inorganique (HCl) ou organique biosourcé (acide citrique). L'apport des ultrasons, quelle que soit la fréquence choisie, s'est révélé peu significatif par rapport à l'influence de l'acidité de la solution ou du rapport masse de vermiculite/solution. Les cinétiques de désorption du Ni se sont montrées plus lentes que pour le Zn, engendrant des rendements de désorption limités après trois heures de traitement, en présence d'HCl comme d'acide citrique. Le protocole d'extraction séquentielle a attribué cette tendance à la présence majoritaire du Ni sur des sites difficilement accessibles. L'utilisation d'ultrasons à la fréquence de 362 kHz a permis d'améliorer la cinétique et les rendements de désorption lors du traitement en présence d'HCl.

Une différence majeure de comportement entre les basse (20 kHz) et haute (362 kHz) fréquences est la fragmentation importante des particules dans le premier cas, menant à la formation de nouveaux sites d'adsorption sur lesquels des éléments métalliques peuvent se réadsorber. Pour tirer profit de ce phénomène, un échange cationique en présence d'un cation alcalino-terreux Mg^{2+} permet alors d'améliorer les rendements de désorption en empêchant la réadsorption du Ni ou du Zn.

Mots-clés : Dépollution, désorption, métaux lourds, lixiviation, cavitation, vermiculite

