

Modélisation du transfert de polluants et de l'impact des résidus de procédés thermiques valorisée en sous-couche routière

David DABO

Directeur de thèse : Laurent DEWINDT

Correspondants INERIS : Rabia BADREDDINE

OBJECTIFS :

Proposer un outil numérique qui permettra en se basant sur l'expérimental et la caractérisation des matériaux d'appréhender l'évolution et le comportement des différentes matrices de déchets minérales dans un scénario de stockage et/ou de valorisation. Ceci permet l'évaluation du transfert et de l'impact de l'utilisation de ces déchets sur les sols et sur les ressources en eau. L'outil élaboré permettra une simulation à une échelle temporelle variable de quelques années jusqu'à une durée de 100 ans. L'extrapolation spatiale pourra être réalisée sur un étendu variable du mètre et jusqu'à 1 km

L'évaluation du devenir des déchets à moyen et long terme est actuellement et principalement basée sur la caractérisation des déchets par des essais de lixiviation. Le couplage entre la diffusion, la dissolution et la précipitation de phases solides, mais aussi de la sorption dans certains cas, des polluants inorganiques en compliquent souvent l'interprétation et donc l'extrapolation aux conditions réelles de sites. L'extrapolation des résultats de laboratoire aux conditions de sites – conditions caractérisées par des rapports solution sur solide bien plus bas, des géométries spécifiques et complexes, des schémas d'infiltration cycliques, etc. - n'est donc pas une démarche immédiate. Dans ce cadre, la modélisation géochimique et couplée chimie-transport sont des outils d'aide pour jeter un pont entre les expériences au laboratoire, à court-terme et petites échelles, et les conditions de sites caractérisées par le long terme et sur de grandes dimensions. Ceci revient à la simulation d'un terme source plus réaliste dans l'objectif de leur intégration aux scénarios appropriés.

Le choix des matrices minérales sera basé sur le tonnage des déchets, le mode de gestion et/ou l'état de connaissance relative à cette typologie de déchets :

METHODOLOGIE

La méthodologie proposée comprend les étapes suivantes :

- Caractérisation des différentes matrices de déchets minérales par des méthodes de lixiviation en batch pour la détermination du potentiel polluant ;
- Caractérisation des matrices choisis de déchets par les méthodes de lixiviation simulant le comportement à long terme et permettant la détermination des cinétiques de relargage de l' As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb et Zn ;
- Caractérisation des déchets par les méthodes physiques suivantes :
 - La diffraction des rayons X pour la détermination des phases minéralogiques principales ;
 - La microscopie électronique à Balayage couplé à la Spectrométrie à Dispersion d'Énergie de rayons X pour la détermination de la localisation des métaux dans les phases minérales appropriés ;
 - La méthode de l'extraction séquentielle pour la détermination de la quantité d'un métal donné dans une phase minérale.

- Modélisation physico-chimique en utilisant les différentes données obtenues pour la compréhension des mécanismes physico-chimiques responsable de la rétention des métaux ;
- Modélisation du transport du polluant par le code de transport HYTEC. Ce code de calcul développé à l'Ecole des Mines de Paris permet de coupler les réactions chimiques au transport de matière (solutés et colloïdes). Les processus d'advection/dispersion et de diffusion peuvent être simulés pour des milieux ou matériaux hydriquement saturés ou non saturé.
- Validation du modèle élaboré par des expériences à échelle intermédiaire entre le laboratoire et le site
- Validation du modèle élaboré sur des sites réels.