

L'impact des sols et des nappes phréatiques par des solvants chlorés est vraisemblablement la problématique de pollution la plus rencontrée aujourd'hui au vu du nombre d'industries, de process et d'activités recourant à l'utilisation de ces produits. Depuis plus de vingt ans, les travaux de remédiation déjà mis en œuvre se sont attachés à traiter des pollutions modérées en solvants chlorés ou bien à confiner sur site les impacts majeurs (barrière hydraulique).

ICF Environnement et ses partenaires proposent la mise en œuvre et l'évaluation de techniques de reconnaissance et de traitement innovantes pour la résorption d'une zone source en solvants chlorés (PCE). Pour permettre la réalisation de ce projet novateur, nous proposons un site support.

Le développement de techniques de traitement *in situ* alternatives, pour ce type de problématique, devient donc essentiel pour éviter que seules des techniques curatives soient proposées et mises en œuvre, ce qui induirait l'absence de traitement de la pollution.

Une fois la masse de solvants chlorés localisée et estimée, les méthodes d'extraction physique permettent de **recupérer la masse présente en zone source sous forme gazeuse dans la zone insaturée du sol et sous forme dissoute dans la zone saturée**, les solvants chlorés étant initialement en phase pure (DNAPL) dans la zone source.

La technique de sparging consiste à injecter un fluide à la base de la zone saturée du sol afin de provoquer un bullage de la nappe et par conséquent un transfert de masse entre les phases pure (DNAPL), dissoute et gazeuse (BRGM, 1989). Les fluides pollués sont ensuite extraits du sol et traités. Afin d'augmenter le rendement de l'extraction, il est possible de déplacer l'équilibre vers les phases dissoutes et gazeuse en augmentant la température par le biais d'une injection de fluide chaud, tel que la vapeur d'eau. Le peroxyde d'hydrogène a déjà été utilisé en biosparging afin que sa dissociation fournisse l'oxygène nécessaire à la croissance des bactéries aérobies.

Il s'agit donc ici de coupler les effets du **bullage** et de **l'augmentation de température**, d'une part en injectant un mélange de vapeur d'eau et d'air, d'autre part en exploitant la dissociation du peroxyde d'hydrogène, qui est une réaction exothermique dégageant de l'oxygène.

Le candidat recruté devra mettre en place une modélisation THC (Thermo-Hydro-Chimique) et multiphasique liée à la problématique de la remédiation de la phase libre de PCE par l'association de la technique de sparging et de l'utilisation de peroxyde d'hydrogène. Le renseignement du modèle pourra se faire via des mesures expérimentales (*in situ* ou en laboratoire), la littérature, une étude de sensibilité... Un travail collaboratif sur des données thermodynamiques sera à faire avec le LRPG.

La modélisation sera effectuée à l'aide du logiciel COMSOL Multiphysics au sein de l'équipe HydroGéoMécanique multi-échelles (HGM) de l'UMR 7359 - GeoRessources CNRS/UL/CREGU (<http://georessources.univ-lorraine.fr>).

Compétences :

- Modélisation numérique THC et multiphasique
- Transferts réactifs multiphasiques
- Pollution - remédiation des sols

Une connaissance du logiciel COMSOL et des notions de thermodynamique seraient appréciées.

Contact : michel.bues@univ-lorraine.fr , anne-julie.tinet@univ-lorraine.fr, Constantin.Oltean@univ-lorraine.fr

Localisation : Laboratoire GeoRessources Université de Lorraine – CNRS – CREGU, Vandœuvre-lès-Nancy, France

Type et durée du contrat : Post-doctorat - 18 mois à partir du 1^{er} septembre 2014



POST-DOCTORAL POSITION
in multiphasic transport modelling and remediation process

The chlorinated solvent impacts on soils and groundwater are likely the most common pollution issues considering the amount of industries, process and activities using such products. Since the last twenty years, remediation works focus on the treatment of moderated pollution of chlorinated solvents or the confinement of major impacts on site (hydraulic barrier).

ICF Environment and its partners propose to test and evaluate an innovative technique *in situ* for the resorption of a chlorinated solvent (PCE). In order to allow the development of such a project, a field case is considered.

Developing alternative *in situ* treatment techniques, for such issues, is therefore essential so that curative techniques, which lead to the lack of pollution treatment, would not be the only choice available.

Once the chlorinated solvents quantity is located and estimated, physical extraction methods allow the recovery of the contaminant at the source under gaseous form in the unsaturated zone and dissolved form in the saturated zone. The chlorinated solvents exist initially as a pure phase (DNAPL) near the source zone.

Sparging consists in the injection of a fluid at the bottom of the saturated zone leading to bubbling in the groundwater and therefore a mass transfer between the pure DNAPL, the gaseous and the dissolved phases (BRGM, 1989) occurs. The contaminated fluids are then extracted and treated. To increase the efficiency of the extraction, it is possible to move the equilibrium towards the dissolved and gaseous phases with an increase in temperature through the injection of a hot fluid such as water vapor. Hydrogen peroxide has been used in the biosparging techniques so that its dissociation generates the oxygen necessary to the growth of aerobic bacteria.

The objective is therefore the coupling between bubbling and temperature increase effects, first with the injection of a mixture of water vapor and air, then using the hydrogen peroxide dissociation, which is an exothermal reaction generating oxygen.

The recruited candidate shall use a THC (Thermo-hydro-chemical) multiphase numerical model related to the issue of remediation of the free PCE phase using the association of the sparging and hydrogen peroxide technique. The parameterization of the developed model will be done using experimental measurement (*in situ* or laboratory measurements), literature data, sensitivity studies...

A collaborative work for obtaining the thermodynamic data is expected with LRGP lab.

The modeling work will be done using COMSOL Multiphysics with the HydroGeomechanics Multiscale (HGM) team of the GeoRessources laboratory (<http://georessources.univ-lorraine.fr>).

Skills:

- THC and multiphase numerical modeling
- Multiphase reactive transfers
- Pollution-remediation in soils

Knowledge of the software COMSOL as well as notions in thermodynamics would be appreciated.

Contact: michel.bues@univ-lorraine.fr , anne-julie.tinet@univ-lorraine.fr, Constantin.Oltean@univ-lorraine.fr

Localisation:

Laboratoire GeoRessources Université de Lorraine - CNRS - CREGU, Vandœuvre-lès-Nancy, France

Type and duration of contract:

Post-doctoral - 18 months from 1st September 2014