

Modélisation du transfert de solutés en milieu poreux insaturé

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

Expert public pour la maîtrise des risques nucléaires et la protection de la santé et de l'environnement au regard des rayonnements ionisants, l'IRSN met en œuvre des programmes de recherche destinés à maintenir et à développer les compétences nécessaires à l'expertise dans ses domaines d'activités.

Contexte et contenu du travail proposé

Ce travail s'inscrit dans le cadre des recherches menées par l'Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire (IRSN), qui visent à comprendre et à modéliser les phénomènes physico-chimiques prépondérants dans le stockage de déchets radioactifs, en vue d'expertiser la sûreté des installations existantes et futures.

L'IRSN examine les dossiers des exploitants en charge de la gestion d'installations de stockage de déchets issus d'installations nucléaires, de centres hospitaliers ou d'industries utilisant la radioactivité. Les installations de stockage doivent être conçues de telle sorte que les substances contenues dans les déchets stockés ne se dispersent pas avant que la décroissance radioactive n'ait diminué leur nocivité. Ainsi, les installations de stockage sont composées d'un système de barrières de confinement successives de nature (béton, matériaux à base d'argile, milieu géologique...) et de propriétés physico-chimiques variées (perméabilité, rétention des radionucléides...). En outre, afin de limiter la dispersion des substances, il est nécessaire dans le cas d'une installation de stockage en surface d'éviter les contacts des déchets stockés avec, d'une part les eaux pluviales par la mise en œuvre d'une couverture étanche sur le stockage, d'autre part les eaux souterraines par la mise à l'écart des niveaux des plus hautes eaux. Enfin, un système de surveillance doit permettre le suivi des niveaux piézométriques ainsi que de l'éventuel transfert de substances toxiques au travers des différentes barrières et milieux géologiques.

En support à l'analyse du confinement des substances contenues dans une installation de ce type, l'IRSN souhaite construire un modèle numérique de transfert de solutés en milieu insaturé sur la base de données de terrain actuellement disponibles à l'échelle de l'installation et de son environnement (relevés piézométriques et caractérisations chimiques et radiologiques de prélèvements) qui permettra d'améliorer l'évaluation de l'importance des phénomènes impliqués dans la migration de substances radioactives et chimiques à travers des couches de matériaux aux propriétés physico-chimiques variées. Pour cela, l'IRSN développe le logiciel MELODIE qui permet de modéliser le transfert de radionucléides en phase aqueuse, au sein de milieux poreux, depuis l'emplacement des déchets jusqu'aux exutoires de la géosphère. L'écoulement de l'eau et le transport de solutés en milieu insaturé sont représentés par des systèmes

d'équations de type diffusion-convection. Ce logiciel peut tenir compte des forts contrastes de propriétés des divers matériaux traversés, au sein d'un même modèle.

L'IRSN propose donc un stage au cours duquel le stagiaire devra :

- rassembler les données géométriques (composants de l'installation incluant les déchets ainsi que milieu géologique environnant) et physiques (perméabilités, porosités, charges hydrauliques, teneurs en solutés...) qui caractérisent l'installation de stockage et sont nécessaires à la construction du modèle de transfert de solutés,
- réaliser le maillage et le paramétrage de ce modèle à l'aide du logiciel MELODIE (le stagiaire sera formé et encadré par l'équipe en charge du développement de ce logiciel),
- caler en charge hydraulique le modèle sur la base des relevés piézométriques et des données pluviométriques disponibles,
- réaliser des calculs de transport des solutés et en analyser les résultats afin de confronter le modèle numérique aux caractérisations de prélèvements disponibles.

Enfin, le stagiaire pourra être amené à tester la sensibilité des niveaux piézométriques et de la teneur des solutés en fonction de la perméabilité d'une couverture disposée sur l'installation de stockage.

Profil recherché & durée

- Stage rémunéré, d'une durée de 6 mois (à partir de février-avril 2013), s'adresse à tout candidat en 3ème année d'école d'ingénieur ou de Master 2.
- Compétences en mécanique des fluides, en hydrogéologie et en analyse numérique (EDP, méthodes des éléments/volumes finis...).

Modalités

- Localisation : Fontenay-aux-Roses (92) à l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) au sein du Bureau d'Expertise et de Recherche pour la sûreté des Installations de Stockage de déchets radioactifs (BERIS) du Service d'Expertise des Déchets radioactifs et de la Radioactivité Naturelle (SEDRAN).
- Responsables du stage :

M. MATHIEU Gregory Tél. 01.58.35.92.90 gregory.mathieu@irsn.fr

M. BOURGEOIS Marc Tél. 01.58.35.84.31 marc.bourgeois@irsn.fr