

## Proposition de post-doctorat / CDD 18 mois

Simulation numérique de l'impact d'une exploitation d'uranium par ISR au voisinage des zones de production (champ proche)

### Contacts :

MINES ParisTech : Vincent Lagneau – [vincent.lagneau@mines-paristech.fr](mailto:vincent.lagneau@mines-paristech.fr)

ORANO : Hélène de BOISSEZON – [helene.deboissezon@orano.group](mailto:helene.deboissezon@orano.group) ; Michael DESCOSTES – [michael.descostes@orano.group](mailto:michael.descostes@orano.group)

### Financement :

Le travail est financé par ORANO, sur contrat ARMINES.

### Contexte

ORANO Mining via sa filiale KATCO exploite des gisements d'Uranium au Kazakhstan. Ces gisements sont exploités par lixiviation acide, aussi appelé In Situ Recovery (ISR). Cette technique, utilisable pour certains types de gisements bien confinés et à haute perméabilité, consiste à injecter une solution d'attaque (solution d'acide sulfurique par exemple) *via* une série de puits injecteurs et à récupérer les solutions enrichies en uranium par des puits producteurs. L'uranium dissous est alors séparé dans une usine de traitement puis les solutions sont à nouveau envoyées vers les champs de puits.

La stratégie de réhabilitation des nappes souterraines exploitées par ISR envisagée par KATCO, repose sur la capacité de l'aquifère à tamponner très rapidement le panache salin et acide généré par l'exploitation. Ce processus, appelé atténuation naturelle (contrôlée), est mis en évidence au travers d'observations in situ. En parallèle, il fait également l'objet de développements en modélisation transports réactifs pour mieux comprendre sa phénoménologie.

Le Centre de Géosciences à MINES ParisTech et Orano collaborent depuis plusieurs années sur la modélisation transport réactif autour de l'exploitation d'uranium par récupération *in situ* (Lagneau et al, 2019, *Reviews in Mineralogy and Geochemistry* **85**, 499-528). Ces travaux réalisés avec le code HYTEC (van der Lee et al, 2003, *Comput Geosci* 29:265–275) permettent de simuler le comportement de l'exploitation à l'échelle du bloc de production (3D) et le comportement post-exploitation à une échelle pluri-kilométrique (2D). Les simulations, en 2D ou 3D, sur plusieurs centaines de milliers de mailles, s'appuient d'une part sur la description des processus (hydrogéologie, réactions géochimiques) et d'autre part sur des scénarios d'exploitation (emplacement des puits, débit et composition des fluides injectés) et sur la description géométrique du milieu (bloc modèle en faciès, teneurs en minerai).

Le comportement du panache salin au voisinage des blocs de production durant et après l'exploitation dépend largement de la géologie locale. Le sujet proposé vise à déployer la méthodologie de modélisation jusque-là appliquée à des modélisations champ lointain (grande durée, larges échelles, peu de données de calage disponibles) à la modélisation du comportement d'un bloc de production et de son voisinage proche (champ proche) dans l'objectif de confronter ces modélisations aux données de surveillance environnementales disponibles.

### Travail proposé

Après la prise en main des outils de simulation (HYTEC et son environnement), il conviendra de réaliser un modèle hydrogéochimique d'une zone en fin d'exploitation de la mine à l'aide des informations disponibles : bloc modèle géologique, données de production, surveillance environnementale. Ce modèle sera calé dans un premier temps aux données de production et dans

un second temps aux données de surveillance environnementales disponibles au voisinage de la zone d'étude.

Les résultats des simulations seront dépouillés avec différents outils pour évaluer le comportement spatial et temporel du panache salin au voisinage du bloc. Le cas échéant, une étude de simplification du système modélisé pourra être conduite.

### **Profil recherché**

Jeune chercheur ou ingénieur (H/F) grande école, avec une expérience en simulation du transport réactif, simulation hydrogéologique ou en ingénierie réservoir. Des connaissances en géochimie sont un plus apprécié.

Goût du travail en équipe, au sein d'un projet entre le monde académique et l'industrie.

### **Pratique**

Le travail est financé par ORANO, sur contrat ARMINES, pour une durée d'un an et demi. Rémunération en fonction des diplômes et de l'expérience.

Il se déroulera au sein de la Direction R&D d'ORANO Mining (Chatillon) et au Centre de Géosciences de MINES ParisTech (Fontainebleau). Un ou plusieurs déplacements sur la mine de KATCO au Kazakhstan pourront être envisagés en fonction des besoins et des résultats.

Une partie des travaux pourra faire l'objet de publications dans des revues scientifiques à comité de relecture de rang A.