



Axe de
recherche

Mines Paris - Centre de Géosciences
35, rue Saint-Honoré - 77305 Fontainebleau cedex
Tel : +33 (0)1 64 69 48 96 / 47 10
contact@geosciences.mines-paristech.fr
www.geosciences.minesparis.psl.eu



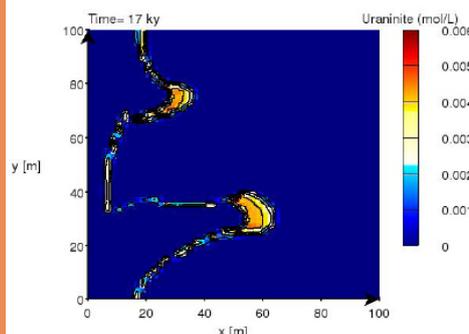
Exploitation des mines d'uranium *Uranium exploitation*

L'ISR (in situ Recovery) est une technique d'exploitation de l'uranium particulièrement adaptée pour les gisements profonds, à faible teneur mais en milieu perméable. Elle consiste à injecter une solution pour dissoudre sélectivement le minerai identifié. Les gisements d'uranium de type roll-front sont une cible privilégiée de ce type d'exploitation.

ISR (in situ Recovery) is a uranium exploitation technique, particularly suited for deep low-grade deposits in permeable rocks. It involves injecting a solution to selectively dissolve the identified mineral. Roll-front type uranium deposits are target deposits of this type of operation.

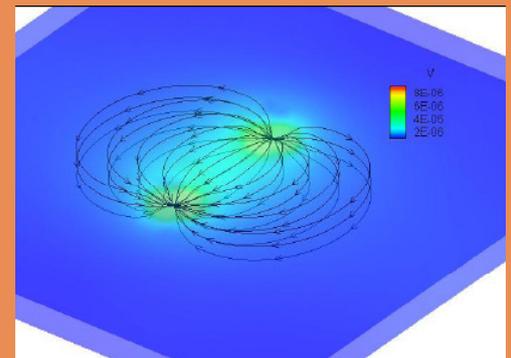
Ces gisements ont une géométrie très complexe, héritée de l'histoire de leur genèse. La caractérisation des gisements, et l'estimation des réserves, est ainsi très délicate et requiert de nombreux points d'échantillonnage. Le Centre de Géosciences développe des techniques géostatistiques pour reproduire des images de tels gisements en caractéristiques faciès, teneurs et/ou propriétés. Une approche alternative et complémentaire, génétique, est également développée : elle repose sur la simulation couplée géochimie-transport de la mise en place du gisement par dissolution/précipitation d'uranium dans un paléo-aquifère.

These deposits have a very complex geometry, inherited from the history of their genesis. The characterization of the deposits and the reserve assessment are then uneasy to do and require a lot of sampling points. The Geosciences and Geoengineering Research Department is developing geostatistical techniques to reproduce images of such deposits in terms of facies, grades and/or properties. A genetic alternative approach has also been developed. It is based on coupled geochemistry and transport simulations of the formation of the deposit reproducing the dissolution/precipitation processes of uranium in a paleo-aquifer.



Simulation génétique de la formation d'un gisement d'uranium de type roll-front

Genetic simulation of the formation of a roll-front type uranium deposit



Modélisation 3D d'une injection d'acide dans un bloc de gisement

3D modeling of an acid injection in a block of the deposit



Exploitation des mines d'uranium *Uranium exploitation*

L'exploitation consiste en l'injection massive de fluide agressif (souvent de l'acide sulfurique concentré) ; l'élément visé est ensuite séparé dans des unités de traitement en surface, puis la solution est ré-enrichie en acide et ré-injectée pour continuer l'exploitation. Les réactions mises en jeu sont complexes (effets rédox, cinétiques) : le Centre de Géosciences travaille à améliorer la compréhension des mécanismes en jeu, à la fois expérimentalement (essais batch et colonne) et par modélisation. Ces mécanismes sont ensuite appliqués dans l'espace, en tenant compte des hétérogénéités des dépôts, pour tenter de rationaliser l'exploitation de ces gisements.

Les exploitations par ISR perturbent très fortement les milieux : apport massif d'acide sulfurique, déstabilisation massive de la minéralogie, remobilisation d'éléments trace. Avec ses outils de modélisation du transport réactif, le Centre de Géosciences aide à la compréhension des mécanismes de migration ou de rétention (sorption, co-précipitation, ...) des polluants indésirables. Ces modèles permettent ensuite d'appuyer des dossiers d'abandon, voire de préparer des mesures de remédiation.

The operation consists of the massive injection of an aggressive fluid (often, concentrated sulfuric acid); the target element is then separated within treatment units, the solution is then re-enriched in acid and re-injected to continue the operation. The reactions involved are complex (redox, kinetic effects): the Geosciences and Geoengineering Research Department is working to improve the knowledge of the mechanisms involved, both experimentally (batch and column tests) and by modeling. These mechanisms are then applied at the production cell scale, taking into account the heterogeneities of the medium, in order to rationalize the exploitation of these deposits.

ISR exploiting strongly disturbs natural environments: massive injection of sulfuric acid, heavy disruption of the mineralogy, possible remobilization of trace elements. With its reactive transport modeling tools, the Geosciences and Geoengineering Research Department contributes towards an understanding and a quantification of the migration or retention mechanisms (sorption, co-precipitation...) of contaminants. These models can support decommissioning plans or can help defining site remediation procedures.

