

## Proposition 2011 de stage de Master 2 en hydrogéologie

### *Modélisation 2D de l'écoulement et du transport de chaleur dans le bassin de Paris : étude de l'impact du pergélisol au cours du dernier cycle climatique*

UMR Sisyphe

#### Sujet

---

Dans les régions périglaciaires, se développe un pergélisol, dont la répartition et l'épaisseur sont principalement contrôlées par les températures de surface. Ainsi les limites du pergélisol fluctuent-elles au gré des variations climatiques, en particulier à l'échelle du cycle glaciaire-interglaciaire. S'il est aujourd'hui principalement présent dans les régions arctiques, le pergélisol s'est installé jusque dans les moyennes latitudes lors des épisodes les plus froids. En marge de la calotte fennoscandienne, il était présent sur l'essentiel du bassin de Paris (van Vliet-Lanoë, 2000).

Or sa mise en place a un impact sur le fonctionnement hydrogéologique d'un tel système aquifère. En effet, le pergélisol modifie la distribution et le cheminement des eaux souterraines, lesquelles se répartissent de part et d'autre de celui-ci. Il limite les zones de recharge et d'exutoire des nappes. L'écoulement souterrain en est d'autant plus difficile à prédire.

Nous proposons dans le cadre de ce stage de M2 de simuler la mise en place puis le retrait du pergélisol au cours du dernier cycle climatique le long d'une coupe judicieusement choisie dans le bassin de Paris. L'objectif est d'évaluer d'une part comment l'hydrosystème souterrain influe sur le développement spatial et temporel du pergélisol, afin d'en caractériser au mieux la dynamique. Il s'agit d'autre part de quantifier l'impact des phases de gel et dégel sur le fonctionnement du système aquifère multicouche du Bassin parisien : variations de la recharge, évolution des pressions dans les aquifères/aquitards subpermafrosts, modifications des vitesses et directions d'écoulement, des débits transitant dans les nappes.

Nous disposons pour ce faire d'un code numérique 2D actuellement développé au laboratoire (thèse d'Agnès Rivière), couplant le transport de chaleur et l'écoulement des eaux dans un milieu poreux à saturation variable soumis à des cycles de gel/dégel. Le code intègre la chaleur latente de formation de la glace ainsi que les modifications des propriétés thermiques et hydrauliques du milieu dues au gel. De travaux préliminaires sur une version antérieure du code ont par ailleurs déjà conduit à une première application dans le bassin de Paris (Gonçalvès et al., 2006).

Le stage se déroulera en plusieurs étapes :

1. Prise en main du code de calcul, mise à l'échelle temporelle et spatiale requise,
2. Construction d'une coupe hydrogéologique représentative des écoulements souterrains dans le bassin et définition d'un scénario paléoclimatique, sur la base des nombreux travaux de modélisation menés dans l'équipe autour du bassin (e.g. Gonçalvès et al., 2004; Jost et al., 2007),
3. Mise en œuvre de la simulation et analyse des résultats, tests de sensibilité.

A l'issue de cette étude, on aura pu reconstituer les profondeurs atteintes par le pergélisol au Dernier Maximum Glaciaire, qui pourront être comparées aux données existantes (Van Vliet-Lanoë, 2000). La reconstruction précise de l'évolution spatiale et temporelle du pergélisol au cours du dernier cycle climatique conduira à une meilleure appréhension du fonctionnement actuel du système aquifère du Bassin parisien, dont les niveaux les plus profonds et les plus imperméables conservent aujourd'hui encore une mémoire de ces événements passés (Jost et al., 2007).

Gonçalvès J., Violette S., Guillocheau F., Robin C., Pagel M., Bruel D., de Marsily G., Ledoux E. (2004) Contribution of a three-dimensional regional scale basin model to the study of the past fluid flow evolution and the present hydrology of the Paris basin, France. *Basin Research*, 16, 569-586.

Gonçalvès J., Jost A., Violette S. (2006) 3D modelling of the permafrost in the Paris basin to ascertain its hydrogeologic impact. International symposium IAH Aquifers Systems Management, 30 Mai-1er Juin, Dijon, France.

Jost A., Violette S., Gonçalvès J., Ledoux E., Guyomard Y., Guillocheau F., Kageyama M., Ramstein G., Suc J.-P. (2007) Long-term hydrodynamic response induced by past climatic and geomorphologic forcing : The case of the Paris basin, France. *Physics and Chemistry of the Earth*, 32, 368-378.

van Vliet-Lanoë B. (2000) Extension du pergélisol en Europe au Dernier Maximum Glaciaire (20 ka BP). *Lettre PIGB PMRC*, 10, 38-43.

### **Organisation du stage**

---

Profil : connaissances en hydrogéologie et en modélisation, notions de géologie.

Durée : 6 mois, de février à juillet 2011.

Lieu : le stage se déroulera à l'UMR Sisyphe.

Rémunération : oui (indemnités mensuelles fixées par l'Université).

### **Contact et encadrement du stage**

---

Anne Jost (Sisyphe) – 01 44 27 84 86 – [Anne.Jost@upmc.fr](mailto:Anne.Jost@upmc.fr)

Agnès Rivière (Sisyphe) – 01 44 27 51 20 – [Agnes.Riviere@upmc.fr](mailto:Agnes.Riviere@upmc.fr)

Julio Gonçalvès (CEREGE)