



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2016

TITRE du SUJET :

Contrôle des flux de gaz dans les sols par les réactions biogéochimiques

Directeur :

PILI Eric, chercheur, eric.pili@cea.fr

Co-encadrant :

BARRÉ Pierre, CR CNRS, barre@geologie.ens.fr

Equipe d'accueil :

**ENS- Laboratoire de Géologie de l'ENS- UMR 8538
ECOTRON Île de France, St-Pierre lès Nemours
École des Mines de Paris, Centre de Géoscience, Fontainebleau
CEA/DAM-Île de France**

Financement :

Contrat doctoral sans mission d'enseignement

*Plus de renseignement voir : <http://ed560.ipgp.fr>, Rubrique : Offres_de_thèse
Il est indispensable de faire acte de candidature sur le site de l'École doctorale*

Les échanges gazeux entre l'atmosphère et la géosphère sont un mécanisme-clé dans de nombreux domaines. Ils interviennent notamment dans le suivi des émissions de gaz à l'atmosphère, qu'elles soient dues à des processus géologiques (cycle du carbone, évolution du permafrost, volatilisation des complexes méthylés, émissions de radon...) ou à des processus anthropogéniques (émissions de gaz liées à l'hydrofracturation, à la séquestration du CO₂ ou aux sites contaminés par des substances volatiles). Ils interviennent également dans l'utilisation des gaz rares atmosphériques pour quantifier la recharge des ressources en eau, ainsi que dans la compréhension de l'enregistrement des archives climatiques par les spéléothèmes, les glaces, les tourbières, les sols ou les aquifères.

De nombreuses réactions chimiques, organiques et inorganiques, principalement contrôlées par l'activité biologique, sont responsables de la production et de la consommation de gaz moléculaires. Les variations de teneur en eau, de température et de biomasse qui caractérisent le sol et la zone non saturée contrôlent ces réactions et sont responsables de fortes variations locales de la pression partielle de nombreux gaz majeurs et mineurs, dont O₂, CO₂, CH₄, N₂O, H₂. La pression totale en gaz n'est pas constante à l'échelle des pores à cause de mécanismes de fractionnement, tels que les différences de solubilité des gaz dans l'eau (e.g. O₂ vs. CO₂) ou les différences de diffusivité. Il en résulte des gradients transitoires de pression et de concentration des gaz dans les milieux poreux, qui contrôlent la distribution et le transport des gaz inertes, tels les gaz rares.

Le projet ambitionne de suivre très précisément le flux d'un gaz inerte introduit à la base d'une colonne de sol, en conditions contrôlées, et de déterminer comment les réactions biogéochimiques, liées notamment à la respiration, à la maturation de la matière organique et au développement d'un couvert végétal, influencent ce flux. Ces résultats permettront d'améliorer la compréhension des échanges gazeux entre l'atmosphère et la géosphère et de déterminer à quelle fréquence et à quelle profondeur il est nécessaire de mesurer la pression partielle d'un gaz dans un sol pour quantifier de manière non faussée son flux à l'atmosphère. Par ailleurs, le dispositif expérimental permettra également de conduire une étude fine de la dynamique du carbone inorganique dans les sols.

Ce projet repose sur les acquis tant scientifiques que techniques des encadrants, ainsi que sur la structure d'accueil choisie pour y conduire les expériences et les simulations numériques, permettant un démarrage rapide sur la base de l'existant. Dans un premier temps, un dispositif sera mis au point pour permettant l'injection d'un gaz inerte à la base d'une colonne de sol de hauteur 80 cm sous conditions contrôlées dans une cellule climatique de l'Ecotron de Foljuif (77). La migration de ce traceur gazeux dans la colonne et vers l'atmosphère sera suivie dans le temps et l'espace. Ce dispositif permettra également un échantillonnage de la solution de sol à différentes profondeurs. Les analyses des gaz (nature, concentration, isotopie) seront effectuées en ligne avec divers instruments. Le dispositif de mesure sera utilisé sur des colonnes de sol de complexité croissante: colonne de sable puis de sol, sans plante puis avec plantes. Les réactions biogéochimiques ayant lieu seront caractérisées, et leur influence sur les pressions partielles de gaz, en l'absence comme en présence d'eau, sera quantifiée. L'évolution des phases gazeuses, liquides et solides sera étudiée.

Une large gamme de compétences sera sollicitée pour ce travail de recherche : géochimie, hydrogéologie, sciences des sols, instrumentation, simulation numérique. Une forte autonomie est requise. La thèse se déroulera principalement à l'Écotron Île de France (UMS CNRS-ENS) de Foljuif (St Pierre lès Nemours, 77) pour la partie expérimentale et au Centre de Géosciences de l'École de Mines de Paris (Fontainebleau, 77) pour la partie simulation numérique. Des séances de travail auront aussi lieu à l'École Normale Supérieure (Paris) et au Commissariat à l'Énergie Atomique (Bruyères-le-Châtel, 91). Ce projet est placé au sein d'une collaboration entre le CEA et l'ENS appelée LRC (Laboratoire de Recherche Conventionné Yves-Rocard) à laquelle s'associe Mines Paris-Tech (Jérôme Corvisier).

Le candidat devra obtenir une habilitation pour travailler au CEA/DAM-Île de France.