

Dynamique des flux de gaz à l'interface sol-atmosphère : processus de transport dans des matrices complexes

La dynamique des gaz provenant des sols est un enjeu scientifique important dans de nombreux domaines : quantification de leur contribution à l'effet de serre, stockage du carbone, prévision de l'activité volcanique ou détection d'essais nucléaires souterrains, pour citer quelques exemples. Les flux de gaz émis à l'atmosphère sont soumis à des contrôles physiques, chimiques et biologiques dans les sols. Ces processus locaux sont complexes et interconnectés. Leur compréhension passe par une étude fine à l'échelle du profil de sol combinée à une précision analytique particulièrement haute.

Plusieurs questions se posent encore afin de bien définir les designs expérimentaux fournissant des données aux modèles. D'une part, l'importance de l'adsorption des traceurs sur le substrat et les mécanismes pour en rendre compte sont l'objet d'un débat actuel, notamment en ce qui concerne le SF₆, souvent employé comme substitut du xénon, plus difficile à mettre en œuvre. D'autre part, le nombre d'études en colonnes dans des matrices complexes, comme par exemple les sols organiques, reste limité. Prendre en compte cette complexité est pourtant nécessaire pour comprendre des situations réelles contrastées. Enfin, les lois permettant de prendre en compte les effets de l'activité biologique des plantes et microorganismes sur les flux de gaz en fonction du biotope considéré ne sont pas encore établies.

Un système expérimental dédié à ces questions (Le géotron, fruit d'une collaboration CEA-CNRS-ENS) a été développé lors d'une thèse récente (Alibert, 2020). Ce système est composé de colonnes de sol permettant l'injection contrôlée de gaz traceurs à leur base et instrumentée de sorte qu'il est possible d'échantillonner les gaz à différentes profondeurs de sols et d'en mesurer les flux en surface. Les gaz sont analysés en continu grâce à un spectromètre de masse dédié et calibré pour l'O₂, le CO₂, le CH₄, le N₂O, les gaz rares, le SF₆, les SO_x et NO_x. Il est aussi possible de mesurer les bilans hydriques avec une résolution de 0,01 mm. Ces colonnes sont placées dans un Ecolab à la station CEREEP-Ecotron-Île de France (ENS-CNRS, Saint Pierre-lès-Nemours, 77). Le système Ecolab constitue une nouvelle génération de simulateur environnemental dédié à l'expérimentation en écologie. L'Ecolab permet une programmation précise en temps réel des conditions météorologiques (température, humidité et précipitations), des concentrations de certains gaz atmosphériques et des conditions d'éclairage artificiel.

Objectifs

Dans ce stage, nous allons nous intéresser à deux aspects méthodologiques de la dynamique des gaz dans des colonnes de sol :

- la comparaison des flux transitoires mesurés en surface d'une colonne de substrat connu pour ses propriétés absorbantes (zéolite) et en surface d'une colonne de substrat inerte (sable de Fontainebleau), pour deux gaz traceurs, SF₆ et xénon, injectés simultanément à leur base.
- la comparaison de la dynamique des flux de gaz, naturellement présents et injectés à la base des colonnes, pour deux sols aux propriétés contrastés : un sol minéral limono-sableux et un sol organique de tourbière.

La/le stagiaire mettra en place ces deux expériences avec l'aide des encadrants et de l'équipe de l'ecotron Ile de France. Elle/Il sera chargé.e de leur suivi (spectromètre de masse, pilotage de l'ecolab et du design expérimental) et de l'analyse des données produites lors des deux expériences.

Profil du candidat :

- Élève en Master 2 ou 3ème année d'école d'ingénieur dans le domaine des géosciences ou thèmes affiliés, année césure.

Contacts

Eric Pili (eric.pili@cea.fr), Samuel Abiven abiven@biotite.ens.fr

Conditions pratiques

- laboratoire d'accueil : CEREEP Ecotron Ile de France ENS-CNRS (Saint Pierre les Nemours)
- Durée du stage : 4 mois minimum
- Indemnité : de l'ordre de 600 € bruts par mois
- Date de début du stage souhaitée février-avril 2020.