

Demande d'accueil de stagiaire pour la période 2017-2018

Titre : Représentation de la structure du sol et conséquences sur la distribution des phases gazeuse et liquide

Contexte scientifique :

La réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) représente un défi majeur auquel doit faire face l'agriculture aujourd'hui. Les modèles macroscopiques décrivant le cycle du carbone et de l'azote dans les sols (RothC [1], Century, CERES...) cherchent à évaluer l'effet des propriétés du sol, du climat et des pratiques agricoles sur des émissions de GES cependant ils ignorent les interactions microscopiques complexes se produisant entre les différents acteurs (biomasse du sol, facteurs abiotiques (distribution de l'eau et des nutriments dans l'espace poral du sol). Afin que ces modèles fournissent des prévisions plus précises et robustes, la représentation mécaniste des processus et de l'hétérogénéité spatiale des acteurs à l'échelle de l'habitat microbien se révèle essentielle. Le projet Soil μ 3D a pour ambition d'utiliser les modèles 3D de simulation de la dégradation microbienne de la matière organique à l'échelle de ces micro-habitats pour porter les hétérogénéités identifiées à l'échelle des micro-habitats aux échelles du profil de sol. L'étude de ces micro-habitats revient à étudier la structure des sols, i.e. l'organisation macroscopique des agrégats et celle microscopique des pores, qui conditionnent le stockage et le transport d'eau et de gaz dans le sol [2]. La structure du sol détermine ainsi fortement l'environnement physique et chimique des habitats microbiens et donc l'activité des micro-organismes du sol. La description quantitative de la structure du sol en 3D est maintenant possible grâce à l'utilisation de la tomographie à rayons-X. Les images produites sont ensuite utilisées comme données d'entrée aux modèles développés à l'échelle des pores et simulant les flux de gaz.

Dans le cadre du projet Soil μ 3D, deux de ces modèles permettant de modéliser la dégradation de la matière organique sous l'activité des micro-organismes du sol en incluant la structure 3D du sol sont utilisés : LBioS [3] et MOSAIC [4].

Objectifs du stage :

L'objectif de ce stage est de déterminer quel est l'impact de l'utilisation des modèles LBioS et MOSAIC sur la représentation de la structure du sol et sur la distribution des phases liquide et gazeuse au sein de la porosité du sol.

Descriptif du travail du stagiaire :

Le stagiaire étudiera quel est l'impact de l'utilisation des modèles LBioS et MOSAIC :

1. Sur la représentation de la structure du sol et sur ses propriétés.

Les deux modèles utilisent des images tomographiques de sol comme support de modélisation :

- LBios (codé en C) utilise directement ces images 3D (après segmentation, ce qui permet de séparer la phase porale de la matrice de sol).
- MOSAIC (codé en C++) se base sur une modélisation de la structure du sol à partir des images segmentées, selon une méthode morphologique utilisant deux modalités de représentation géométrique des pores : sphères ou ellipsoïdes.

Le stagiaire devra utiliser des codes déjà existants pour modéliser la structure du sol à l'aide de sphères. Les modélisations de structure à base d'ellipsoïdes lui seront fournies.

Puis, le stagiaire devra réaliser un travail d'analyse d'images des images tomographiques d'une part et des structures 3D obtenues avec MOSAIC d'autre part de manière à caractériser quantitativement les structures du sol sur lesquelles se basent ces deux modèles : porosité, distribution de

taille de pores, connectivité, etc. Cela pourra se faire à l'aide du logiciel de traitement d'image ImageJ, ainsi que grâce à l'utilisation d'outils développés par les partenaires du projet Soil μ 3D.

2. Et sur la distribution des phases liquide et gazeuse au sein de la porosité qui découle de la représentation de la structure du sol. La localisation de ces deux phases, leur proportion dans le sol et leur connectivité sont des critères de contrôle de l'activité microbienne.

Le stagiaire devra réaliser des simulations de la distribution à l'équilibre de l'eau et de l'air à partir des images tomographiques segmentées en utilisant LBioS d'une part et à partir des structures du sol générées par MOSAIC en appliquant directement la loi de Young-Laplace [5].

Le stagiaire réalisera ensuite un travail d'analyse d'images sur les images 3D de distribution des phases liquide et gazeuse obtenues par LBioS et MOSAIC : proportion de chaque phase, connectivité des phases, etc.

Ces deux questions seront traitées sur des images provenant de sols avec différentes textures, ce qui permettra d'évaluer les différences entre les deux modèles en terme de représentation de la structure dans différents contextes.

Il s'agira donc d'un travail de traitement de données et de modélisation. Des compétences, ou un fort intérêt, en analyse d'images et modélisation sont vivement recommandées.

Références :

- [1] Skjemstad et al. 2004. Australian Journal of soil Research, 42: 79-88
- [2] Rabot et al., 2014. Vadose Zone Journal, 14, 8.
- [3] Vogel et al. 2015. Advances in Water Resources, 83 : 123-136.
- [4] Monga et al., 2014. Biogeosciences, 11 : 2201-2209.
- [5] Pot et al., 2015. Advances in Water Resources, 84 : 87-102.

Période de stage envisagée : premier semestre 2018

Projet(s) de rattachement le cas échéant : projet ANR Soil μ 3D (<http://www6.inra.fr/soilmicro3D/Presentation>)

Formations ciblées pour le recrutement du stagiaire

Niveau : M2

Lieu(x) : UR SOLS (INRA, Centre Val-de-Loire, Site d'Orléans)

Encadrant(s) identifié(s)

- Marine Lacoste (UR SOLS)
- Olivier Monga (UMMISCO, IRD, Bondy)
- Valérie Pot (ECOSYS, INRA, Grignon)

Collaborations :

- Wilfred Otten (Cranfield University, UK)
- Naoise Nunan (UPMC)

Remarques / commentaires :

Adresser les candidatures à marine.lacoste@inra.fr; envoyer lettre de motivation et CV.