

Evaluation du rôle de la macroporosité sur le fonctionnement hydrique d'un sol cultivé en présence d'apports de produits résiduaux organiques par une modélisation explicite 3D de la macroporosité

Description du sujet

Contexte et enjeux

Le recyclage de produits résiduaux organiques (PRO) en agriculture favorise une augmentation de la quantité de C organique dans les sols. Cependant, les PROs sont aussi une source potentielle de contaminants (éléments traces métalliques, HAPs, PCBs...). Il importe donc de quantifier les vitesses d'infiltration de l'eau dans le sol, vecteur de transport des polluants. Les opérations de travail du sol (labour, enfouissement des résidus de culture et des PROs dans l'horizon cultivé, préparation du lit de semence, etc.) ont pour conséquence une forte variabilité spatiale des propriétés hydrodynamiques de l'horizon de surface du sol (Schneider et al ; 2009). Elles vont donc impacter le fonctionnement hydrique du sol. Les apports de PROs modifient la dynamique de la matière organique du sol et ont un effet positif sur les organismes bioturbateurs comme les enchytréides et les vers de terre. Ces ingénieurs des écosystèmes modifient la porosité du sol (création de macro, méso et micro porosités) mais en fonction des espèces, ils peuvent également compacter le sol et donc avoir une incidence diverse sur le fonctionnement hydrique des sols (Blouin et al., 2013). Par exemple, la création de macropores connectés à la surface du sol favorise l'infiltrabilité du sol (Ehler, 1975) tandis qu'il a été observé plus rarement une diminution des vitesses d'infiltration (Alegre et al., 1976). Dans le contexte des applications répétées d'apports de PROs il importe donc de quantifier le rôle de ces macroorganismes sur le transfert de l'eau et en particulier de déterminer les vitesses d'infiltration de l'eau dans l'horizon de surface.

Objectif du stage

L'objectif de ce stage est d'évaluer le rôle de la macroporosité, qu'elle soit d'origine biologique (macropores de vers de terre) mais aussi physique (macropores créés lors du travail du sol et de l'enfouissement des matières organiques), sur le fonctionnement hydrique du sol dans le contexte d'apports répétés de PROs.

Le stage proposé se déroule dans le cadre du projet BIOPRO (2014-2016) qui a pour objectif d'évaluer l'impact d'épandages répétés de PROs sur (i) l'état des communautés de vers de terre et d'enchytréides, (ii) l'intensité de l'activité de ces organismes et (iii) l'impact de l'activité biologique sur le fonctionnement hydrique du sol.

Démarche

Le stage consistera à réaliser des simulations numériques d'infiltration d'eau dans des images tomographiques 3D restituant la structure tri-dimensionnelle de l'espace poral de l'horizon de surface du sol pour des conditions de saturation en eau variables. Ces images sont issues de scans aux rayons X de colonnes de sol non remaniées prélevées sur le site expérimental de Feucherolles (78). Trois traitements différents d'apports de PROs seront étudiés : une parcelle recevant un mélange de boue et de composts de déchets verts (DVB), une parcelle recevant du fumier (FUM) et une parcelle témoin (TEM). Le modèle numérique d'écoulement di-phasique utilisé est basé sur l'approche de Boltzmann sur réseau qui permet de prendre en compte simplement et de façon explicite l'espace poral (Genty and Pot, 2013).

Déroulement du stage

- Recherche bibliographique (~2 semaines) sur la modélisation des écoulements d'eau dans la macroporosité du sol.
- Sélection des images 3D des colonnes de sol à l'aide d'une analyse d'images consistant à quantifier la macroporosité et la connectivité des macropores (les colonnes de sol ont été prélevées au cours d'une campagne de mesure en mars 2014) en collaboration avec un autre stage de Master 2 portant sur l'analyse morphologique des mêmes colonnes de sol (~1 mois).

ECOSYS

- Prise en main du modèle de Boltzmann sur réseau et des outils de visualisation 3D : mise à dimension des paramètres physiques de l'écoulement, domaine de validité du modèle, tests d'écoulements di-phasiques 3D dans des géométries simplifiées de pore (écoulements de Poiseuille) pour des saturations variables (~ 1 mois)
- Simulations d'écoulements d'eau dans les images 3D sélectionnées (~1 mois)
- Interprétation des résultats et rédaction du rapport de stage (~ 2 mois)

Références bibliographiques

- Ehlers W., 1975.. Observations on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled loess soil. Soil Sci., 119 :242-249.
- Blouin M. et al, 2013. A review of earthworm impact on soil function and ecosystem service. Eur. J. Soil Sci. 64 :161-182.
- Schneider S. et al., 2009. Effect of urban waste compost application on soil near-saturated hydraulic conductivity. J. Environ. Qual. 38 :772-781.
- Alegre J et al., 1996. Dynamics of soil physical properties in Amazonian agroecosystem inoculated with earthworms. Soil Sci. Soc. Am. J. 60:1522-1529.
- Genty A., Pot V., 2013. Numerical simulation of 3D liquid-gas distribution in porous media by a two-phase TRT lattice Boltzmann method. Transp. Porous Media 96:271-294.

Compétences recherchées

Connaissances en physique du sol. Anglais. Goût pour la modélisation.

Equipe d'accueil et encadrement

Equipe d'accueil :

INRA, AgroParisTech,
UMR 1402 ECOSYS
78850 Thiverval-Grignon

Responsable du stage : Valérie POT (CRI) 01 30 81 54 02, valerie.pot@grignon.inra.fr

Durée et indemnités de stage

6 mois, ~436 euros/mois