

Sujet : Tomographie pneumatique oscillatoire comme outil de caractérisation du champ de perméabilité de la zone non saturée

Acronyme : PNEUMATIC

Direction de thèse : JARDANI Abderrahim

Unité de recherche : M2C

Etablissement : Université Rouen Normandie

Type de financement : Contrat doctoral Etablissement

Contact : abderrahim.jardani@univ-rouen.fr

Les propriétés hydrauliques (conductivité hydraulique et porosité) des formations superficielles du sol jouent un rôle déterminant dans les processus de transfert d'eau et des solutés dans la zone non saturée. La caractérisation de ces propriétés hydrauliques est donc essentielle pour comprendre les modes de recharges des aquifères et concevoir des stratégies pour les protéger de la pollution. En pratique, cette caractérisation est le plus souvent basée soit sur des expériences de laboratoire réalisées sur des échantillons de sol, soit sur des tests d'infiltration réalisés sur la couverture superficielle du sol. Mais ces deux techniques n'offrent que des valeurs moyennes de ces paramètres et sont incapables de décrire leurs hétérogénéités spatiales. Dans ce projet, nous nous concentrons sur le développement d'une nouvelle approche de la caractérisation de la conductivité hydraulique de la zone non saturée, appelée test pneumatique oscillatoire. Celle-ci est basée sur l'injection d'un flux d'air de forme sinusoïdal dont l'amplitude et la période sont contrôlées, et sur le suivi de ce flux d'air sur le sol via l'installation de capteurs de pression d'air en surface du sol ou dans un forage implanté dans la partie non saturée du sol. La nature sinusoïdale du flux d'air injecté garantit que la réponse peut être mesurée par les capteurs, même en cas de signal faible. En multipliant le nombre de points de mesure dans la partie non saturée du sol, les signaux de pression acquis peuvent être interprétés à l'aide de codes d'inversion pour construire une image 2D ou 3D de l'hétérogénéité de la perméabilité du sol. Le protocole expérimental de cet outil sera développé sur l'observatoire hydrogéologique Hydroscaan, qui offre un cadre idéal pour étudier ses avantages et ses limites.

The hydraulic properties (hydraulic conductivity and porosity) of shallow soil formations play a decisive role in water and solute transfer processes in the unsaturated zone. Characterizing these hydraulic properties is therefore a key element in understanding how aquifers are recharged. In practice, this characterization is most often performed either by laboratory experiments on soil samples, or by infiltration tests on the surface soil cover. But these two techniques offer only average values of these parameters, and are unable to describe their spatial heterogeneities. In this project, we are focusing on the development of a new approach to soil permeability characterization, called oscillatory pneumatic testing. This is based on the injection of a sinusoidal air flow whose amplitude and period are controlled, and on the monitoring of this air flow on the soil via the installation of air pressure sensors on the soil surface or in a borehole set up in the unsaturated zone. The sinusoidal nature of the injected air flow enables its effect to be recovered on the observation sensors, even if the signal is weak. By multiplying the number of measurement points in the unsaturated zone, these signals can be interpreted using inversion codes to build a 2D or 3D image of soil permeability heterogeneity. The experimental protocol for this tool will be developed on the Hydroscaan hydrogeological observatory, which provides an ideal setting for studying its advantages and limitations.