

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

Monsieur GARRY Benjamin soutiendra une thèse
Le 3 juillet 2007 à 14h30

Amphithéâtre Pôle Agrosiences
Site Agroparc

SPÉCIALITÉ : Hydrogéologie

Titre de la thèse : Etude des processus d'écoulements de la Zone Non Saturée pour la modélisation des aquifères karstiques. Expérimentation hydrodynamique et hydrochimique sur le site du Laboratoire Souterrain à Bas Bruit de Rustrel et de Fontaine de Vaucluse.

Membres du jury :

M. ANDREO-NAVARRO Bartolomé, professeur titulaire, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université de Malaga, Malaga, Espagne.

M. PISTRE Séverin, professeur, Maison des Sciences de l'Eau, Laboratoire Hydrosiences, Université Montpellier II, Montpellier.

M. GAFFET Stéphane, chargé de recherches, Géosciences Azur UMR 6526, Université de Nice Sophia Antipolis, Valbonne.

M. LASTENNET Roland, maître de conférences, Laboratoire Géosciences, Hydrosiences, Matériaux, Construction (GHYMAC), Université Sciences et Technologies Bordeaux 1, Talence.

M. BLAVOUX Bernard, professeur émérite, Laboratoire d'Hydrogéologie : Traçage et modélisation des transferts (EA 2665), UFR Sciences, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Avignon.

M. EMBLANCH Christophe, maître de conférences, Laboratoire d'Hydrogéologie : Traçage et modélisation des transferts (EA 2665), UFR Sciences, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Avignon.

Résumé de la thèse :

Ce travail s'inscrit dans une démarche d'approfondissement des connaissances du fonctionnement des aquifères karstiques et du rôle de la Zone Non Saturée. Pour cela, nous avons travaillé sur les sites expérimentaux de la Fontaine de Vaucluse et du Laboratoire Souterrain à Bas Bruit (LSBB) de Rustrel, observatoire privilégié en accès direct à la Zone Non Saturée du bassin d'alimentation du système karstique de la Fontaine de Vaucluse. Cinq écoulements au LSBB (correspondant à la Zone Non Saturée) ainsi que celui de la Fontaine de Vaucluse (exutoire du système) ont fait l'objet d'un suivi hydrodynamique, hydrochimique et isotopique (pH, conductivité électrique, température, chimie des majeurs, 13CCMTD, COT (Carbone Organique Total) et silice) à pas de temps hebdomadaire sur les cycles hydrologiques 2003-2004 et 2004-2005, et journaliers lors des fortes crues.

Le couplage des informations apportées par les traceurs du temps de transit de l'eau au sein de l'encaissant tels que le magnésium, la matière organique (COT) et la silice nous a permis de réaliser une classification qualitative des écoulements au sein de la Zone Non Saturée selon les grands types de fonctions. Ainsi, même si dans la réalité, tous les intermédiaires sont envisageables, nous avons décomposé la Zone Non Saturée en trois ensembles, un capacitif (avec des concentrations en Mg²⁺ qui varient de 3 à 6 mg/l, de 6 à 8 mg/l en silice et de 0.5 à 1.5 mg/l en COT), un transmissif (avec des concentrations en Mg²⁺ qui varient de 0.5 à 0.8 mg/l, de 2.2 à 3.5 mg/l en silice et de 1 à plus de 6 mg/l en COT), et enfin un ensemble intermédiaire i.e. à la fois capacitif et transmissif.

L'utilisation du 13CCMTD dans la discrimination des écoulements se révèle pertinente comme traceur de la Zone Non Saturée, puisqu'il nous a permis de faire évoluer notre conception sur le fonctionnement de la ZNS. En effet, contrairement à l'idée préconçue que celle-ci pouvait être considérée comme un système ouvert sur le CO₂ biogénique, nous nous sommes aperçus que les réservoirs alimentant les écoulements à caractère capacitif peuvent être considérés comme des sous-systèmes fermés vis-à-vis du CO₂ biogénique, contrairement aux écoulements à caractère transmissif qui sont pour leur part ouverts sur le CO₂ biogénique. Concernant l'ensemble dit intermédiaire, il montre un fonctionnement hybride entre un milieu fermé en période de décrue ou d'étiage et un milieu ouvert en début de crue.

La modélisation, utilisée comme un outil de synthèse des informations et des hypothèses de fonctionnement, est basée sur la méthode EMMA (End-Member Mixing Analysis). Cette déconvolution d'hydrogramme nous permet de différencier quatre pôles distincts correspondant à ceux définis précédemment qui participent aux écoulements à l'exutoire dont trois d'entre eux sont assimilables à la ZNS, le quatrième caractérisant des eaux à long temps de résidence à savoir essentiellement des eaux de la Zone Noyée.

La Zone Non Saturée participe sur une année hydrologique de façon notable à l'écoulement à la hauteur de 55 %, cette proportion pouvant dépasser 80 % en période de crue. De plus, il semble que, sur ce type d'aquifère, l'étiage hydrodynamique total n'est pas atteint puisqu'au plus fort des étiages étudiés (Q_{min} = 4.06 m³/s), la participation de la Zone Non Saturée à l'écoulement est au minimum de 35 %. Cette modélisation permet ainsi une visualisation générale du fonctionnement de l'aquifère et met en évidence les éléments qui nécessiteraient des investigations supplémentaires pour améliorer la compréhension, comme l'approfondissement des connaissances de la Zone Noyée.

