



Vous êtes cordialement invité(e) à la soutenance de thèse de

**Timothé ROBINEAU**

intitulée

**Caractérisation du fonctionnement hydrodynamique d'un aquifère karstique -  
Traitement du signal et modélisation double milieu des écoulements et du transport**

Soutenance prévue **mardi 8 janvier 2019 à 14h00**  
MINES ParisTech, 60 Boulevard Saint-Michel 75006 Paris - **salle L224**

**Composition du jury proposé :**

M. Olivier BILDSTEIN, CEA  
M. Hervé JOURDE, Université de Montpellier  
Mme Valérie PLAGNES, Sorbonne Université  
Mme Célestine DELBART, Université de Tours  
M. Patrick GOBLET, MINES ParisTech  
M. Antoine TOGNELLI, CEA

Rapporteur  
Rapporteur  
Examineur  
Examineur  
Examineur  
Invité

**Résumé :** Principalement associés à des milieux carbonatés, les aquifères karstiques présentent des écoulements souterrains rapides via des réseaux de fractures ou de conduits. Ces écoulements rapides sont à l'origine de la vulnérabilité de ces milieux dans le cas de la propagation de contaminants. Dans le cadre de la maîtrise environnementale, l'enjeu de ce travail de thèse est d'améliorer la compréhension du fonctionnement hydrodynamique d'un aquifère karstique étudié par le CEA. L'objectif est d'évaluer les contributions respectives de chacune des deux porosités aux écoulements souterrains. Trois approches ont été menées afin d'atteindre cet objectif : (1) le traitement des données hydrodynamiques et physico-chimiques par analyses corrélatoires, (2) la modélisation « double milieu » des variations du niveau de nappe, et enfin (3) l'interprétation de traçages artificiels pour la modélisation double milieu du transport. Cette thèse a permis de mettre en évidence la présence de deux milieux au sein de l'aquifère karstique étudié, avec : une porosité primaire (porosité de matrice) supportant les écoulements lents et la capacité de stockage du milieu souterrain, et une porosité secondaire (porosité de fissures/fractures ou de matrice fissurée) responsable des écoulements rapides et de la fonction transmissive de l'aquifère. Ce caractère « double milieu » est interprété comme la présence d'une fissuration (ou fracturation) spatialement étendue à l'échelle de la surface du site d'étude (17 km<sup>2</sup>). Ce résultat démontre qu'une approche « double milieu » est adaptée à la modélisation des écoulements souterrains et du transport (avec un milieu matriciel et un milieu fissuré/fracturé). Cette approche « double milieu » a ainsi permis de reproduire les chroniques piézométriques marquées par des récessions à double pente, ainsi que les courbes de traçages marquées par un retard de la restitution du traceur, et ce grâce à la contribution du milieu matriciel. De plus, les paramètres ajustés de ce modèle double milieu témoignent d'une densité de fissuration/fracturation spatialement variable au sein du milieu souterrain. Enfin, ces travaux apportent une quantification des flux d'eau échangés entre le milieu matriciel et le milieu fissuré/fracturé, 38 % de l'infiltration est stockée dans la matrice à l'échelle d'un événement pluvieux. Cette approche « double milieu » montre également la contribution significative du processus de diffusion aux transferts de soluté vers le milieu matriciel lors de la propagation du traceur au sein du milieu fissuré/fracturé. La diffusion de soluté depuis le milieu matriciel, permet ensuite de reproduire la restitution tardive du traceur.

**Mots-clés :** Modélisation, hydrodynamique, transport, double milieu, aquifère karstique

***Vous êtes cordialement invité(e) au pot amical qui suivra la soutenance***

## **Hydrodynamic functioning characterisation of a karst aquifer - Signal processing and flow and transport modelling with a double medium approach**

**Abstract:** Karst aquifers are characterized by complex flow mechanisms induced by multiple porosities (matrix, fracture, conduit) which are responsible of the karst aquifer vulnerability to pollutant infiltrations. In the context of the environmental management, this thesis aims at enhancing the hydrodynamic functioning understanding of a karst aquifer. More specifically, the objective is the assessment of the multiple porosities contributions to the groundwater flow. Three approaches have been led during this work: (1) signal processing of the hydrodynamic and physical-chemical data by correlation analysis, (2) double medium modelling for reproducing the groundwater level (GWL) variations, and (3) double medium transport modelling for interpreting tracer test data. The double medium behaviour of the studied karst aquifer has been highlighted in this thesis with: a primary porosity (matrix porosity) supporting slow flows and representing the storage function and a secondary porosity (porosity of a fissured or a fractured matrix) responsible of the rapid flows and the transmissive function of the aquifer. This double medium behaviour has been interpreted as a spatially extended fracturation at the scale of the studied site (17 km<sup>2</sup>). This result makes a double medium approach relevant for simulating groundwater flows and solute transport (considering a matrix and a fractured medium). This double medium approach has succeeded in reproducing groundwater level variations marked by double-slope recessions and tracer breakthrough curves marked by a strong tailing, thanks to the matrix medium contribution. Moreover, the adjusted parameters of the double medium model indicate spatial variations of the underground media fissure/fracture density. Finally, this work brings a quantification of the exchanged flow between the two media during a recharge event (38 % of the infiltration is stored in the matrix medium), and shows the significant contribution of diffusion process to solute transfers in the matrix medium during the tracer propagation in the fractured medium. Then, the solute diffusion from the matrix allows reproducing the tracer tailing observed during tracer tests.

**Keywords:** Modelling, hydrodynamic, transport, double medium, karstic aquifer