

Bonjour à tous,  
Je suis heureux de vous inviter à assister à ma soutenance de thèse  
intitulée :

**"Caractérisation in situ multi-échelles des transferts de fluide en  
zone de faille en milieu carbonaté ».**

La soutenance se déroulera mardi 10 décembre 2019 à 14:00  
dans la salle de conférence du laboratoire HydroSciences Montpellier  
(HSM), situé à l'adresse :

Maison des Sciences de l'Eau (MSE, Bâtiment 39)  
300, Avenue du Professeur Emile Jeanbrau  
34090, Montpellier

Le jury sera composé de :

**Dr. Nathalie Dörfliger, directrice (HDR) de la Direction Eau, Env. & Ecotech., BRGM**  
**Dr. Bartolomé Andreo Navarro, professeur, Université de Malaga**  
**Dr. Catherine Homberg, maître de conférences (HDR), UMR IStEP, Sorbonne Université**  
**Dr. Christian Leduc, directeur de recherche, UMR G-Eau, IRD**  
**Dr. Véronique Léonardi, maître de conférences (HDR), UMR HSM, Université de Montpellier**  
**Dr. Séverin Pistre, professeur des universités, UMR HSM, Université de Montpellier**  
**Dr. Gérard Massonnat, expert international géologie des réservoirs, TOTAL**  
**Dr. Jean-Paul Rolando, chef de projet R&D, TOTAL**

Le résumé de mon manuscrit est disponible ci dessous.

Au plaisir de vous y voir,

**Victor CLAUZON**  
HydroSciences Montpellier / Université Montpellier

# Résumé

Les zones de faille impactent de façon importante la circulation de fluides dans les réservoirs souterrains. Leur impact hydraulique est toutefois variable (conduit et/ou barrière), mal connu et mal quantifié. Or, les failles sont nombreuses dans les réservoirs carbonatés et la méconnaissance de leurs propriétés hydrodynamiques fait peser d'importantes incertitudes sur l'exploitation de ce type de réservoir. Afin d'optimiser les opérations d'exploitation dans ces milieux (qui peuvent contenir d'importantes ressources en eau ou en hydrocarbures), cette étude vise à caractériser qualitativement et quantitativement l'impact hydrodynamique propre à la structure d'une zone de faille. L'approche de travail adoptée s'appuie sur des investigations *in situ* et à l'échelle de la faille, via des tests hydrauliques dans un champ de forages en zone faillée. Ces travaux se sont déroulés dans les terrains carbonatés mésozoïque du nord de Montpellier (France) et en particulier sur l'hydrosystème du Lez. L'objectif premier de cette étude était la prospection pour l'installation d'un site expérimental constitué de 5 forages dans une zone de faille répondant à un cahier des charges précis. Le critère n°1 était d'éviter au maximum la présence de karst, dont l'influence hydraulique risque de masquer les propriétés hydrodynamiques spécifiques à la faille elle-même. Ainsi, afin de pouvoir éviter le karst, sa distribution et son fonctionnement ont été étudiés au cours de cette phase de prospection à l'échelle du réservoir. Il est apparu que les failles majeures NE-SW de l'hydrosystème du Lez sont très fortement karstifiées. Ces failles ont par ailleurs un rôle de chenal d'écoulement principal dans l'aquifère, caractérisé par de fortes vitesses de transfert de pression et de matière, qui permet la connexion hydraulique (ou la déconnexion) entre les compartiments en fonction des conditions hydrologiques. Au terme de cette première phase d'étude, la faille secondaire décrochante dextre de Rieu Coullon a été sélectionnée pour l'implantation des puits. Cette faille pluri-hectométrique orientée N°140E a ensuite fait l'objet d'une caractérisation géologique et structurale multi-échelles et multi-méthode (cartographie géologique, géophysique ERT, microtectonique, etc.) précise permettant d'appréhender son architecture. Des investigations en forages (diagraphies, pompages) ont enfin été réalisées. Les résultats obtenus montrent que, dans un contexte hydrologique défavorable (étiage léger), l'influence

du karst n'a pas pu être évitée. Aussi, le rôle imperméable de la faille a pu être démontré mais pas quantifié. Toutefois, les investigations à l'échelle du site expérimental couplées aux investigations menées à l'échelle régionale ont mis en évidence (1), que le réseau karstique de l'aquifère du Lez est hiérarchisé et comparable à une arborescence où les failles majeures représentent le réseau principal, (2), que le site expérimental de Rieu Coullon est situé sur un réseau karstifié secondaire (connecté au réseau principal) dont la transmissivité homogène équivalente a été estimée à environ  $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  à l'étiage et (3), que la diminution progressive de la hauteur d'eau dans l'aquifère durant l'étiage conduit progressivement à une compartimentation de l'aquifère à toute les échelles et *in fine* à une diminution de sa transmissivité homogène équivalente et de sa productivité. Les connaissances apportées par ces travaux peuvent permettre d'améliorer la gestion et la protection de la ressource en eau de l'aquifère du Lez, et à plus large échelle, des aquifères carbonatés peu poreux.

# Abstract

Fault zone can strongly impact the fluid flows in underground reservoirs. However, their hydraulic impact is variable (conduct and/or barrier), poorly known and poorly quantified. In carbonated reservoirs, faults are numerous and the insufficient knowledge of their hydrodynamic properties leads to strong uncertainties in the oil and groundwater exploitation operations. To optimize these operations, this study aims to characterize the qualitative and quantitative hydrodynamic impact of the fault zone structures. The working approach is based on *in situ* investigations at the fault scale, via some hydraulic tests in a well field in fault zone. This study took place North of Montpellier, on Mesozoic carbonates (France), and more specifically in the Lez hydrosystem. The study's first objective was to prospect for experiment site, composed of five boreholes in a fault zone meeting specific requirements. The most important requirement was to limit the probability of karst development in the fault zone, which can hide the hydrodynamics properties of the fault zone itself. Thus, in order to avoid the presence of karst, its distribution and its functioning have been studied during this prospecting phase at the reservoir scale. The NE-SW major faults of the Lez hydrosystem are strongly karstified. Additionally, these faults have a flow channel behavior, which is characterized by a strong pressure and mass transfer, which enables the hydraulic connection (or disconnection) between compartments, depending of the hydrologic context. At the end of this first study step, the Rieu Coullon dextral strike-slip secondary fault was selected for the boreholes implantation. This 500 m NW-SE fault was then characterized by an accurate geological multi-scales and multi-methods study (geological mapping, geophysics ERT, micro tectonic, etc.) to evaluate the fault dimensions and architecture. Finally, investigations in wells (such as logging and pumping) were carried out. The results of this study show that, in a hydrologic context characterized by a slight decrease of water table during the low-water period, the karstic hydraulic influence could not be avoided. The impermeable behavior of the Rieu Coullon fault was revealed but not quantified. Nevertheless, the investigations at the fault scale associated to the investigations at the regional scale show that (1), the karstic network has a hierarchical and tree-like structure where the major faults represent the main network, (2) the Rieu Coullon well field is located on a secondary karstic network (which is connected to the main one) with a transmissivity of  $10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s in low-water periods and, (3), the progressive decrease of the water table leads to a progressive aquifer compartmentalization (at all scales) and therefore to decreased productivity and transmissivity of the aquifer. The knowledge brought by this study can contribute to improve the management and protection of the groundwater resource in the Lez aquifer, and at larger scale, in low-porosity carbonated aquifers.