



Biodiversité
Agriculture
Alimentation
Environnement
Terre
Eau



Sujet de thèse : *Vers une meilleure compréhension de la saturation des sols ou de la zone non saturée des karsts, en cas de crue rapide, en utilisant les réseaux de neurones artificiels. Cas d'études sur la bordure cévenole.*

Directrice de thèse : Anne Johannet (LGEI, EMA)

Co-encadrement : Valérie Borrell (HSM, Université de Montpellier) et Stéphane Jaillet (EDYTEM, CNRS)

Anne Johannet, Directrice de thèse, est spécialiste en modélisation par réseaux de neurones appliquée aux crues et au karst. Valérie Borrell (UM-HSM) est encadrante, elle est spécialiste de modélisation des crues. Stéphane Jaillet (EDYTEM, CNRS) est encadrant, il est spécialiste du karst par les approches naturalistes, il apporte ses connaissances sur le système de Foussoubie site d'étude pressenti (non exclusivement). L'équipe est complémentaire ; elle a l'ambition de jeter les premiers ponts entre les approches naturalistes et les approches formelles de représentation des hydrosystèmes.

- Financement de thèse s'insérant dans le concours de l'École Doctorale GAIA (Montpellier)
- Pour candidater : <https://gaia.umontpellier.fr/> avant le 18 mai 2016.

Contexte de l'Étude : Lors des épisodes de précipitations dites « cévenoles » de grandes quantités d'eau s'abattent sur les sols et déclenchent des phénomènes qui ne sont pas complètement connus dans des contextes géologiques hétérogènes et complexes, comme on les rencontre dans la bordure cévenole. En particulier, mais pas seulement, les aquifères karstiques ont un comportement complexe, non linéaire, qui dépend de leur propriétés intrinsèques, lesquelles ne peuvent être approchées physiquement par des méthodes non destructives. Conceptuellement les karsts sont souvent décrits comme des systèmes à 3 compartiments : l'épikarst, la zone non saturée, et la zone saturée. Fonctionnellement ils peuvent être décrits comme un réseau de fissures plus ou moins dense et plus ou moins fines (appelés matrice), connecté à des drains (grand conduits effectuant une propagation de l'eau) et/ou à des systèmes annexes (effectuant un stockage) [Virgile TAVER, 2014].

Compte tenu de la méconnaissance de l'existence ou de l'exakte position et caractéristiques de ces drains, fissures, et systèmes annexes, il est actuellement difficile de simuler le fonctionnement hydrodynamique de ces systèmes par des méthodes physiques. C'est pourquoi des méthodes conceptuelles à l'aide de réservoirs [FLEURY, 2014 ; JOURDE 2015] ont été proposées.

Dans cette thèse nous proposons de mettre en œuvre des méthodes de modélisation issues de l'intelligence artificielle : les réseaux de neurones formels. Ces modèles ont en effet la capacité d'identifier des fonctions non linéaires de manière efficace. Qui plus est, des études récentes ont prouvé que ces systèmes, habituellement utilisés comme boîtes noires pouvaient aussi être mis à profit pour améliorer les connaissances sur le processus étudié [Line KONG-A-SIOU, 2011 ; Thomas

DARRAS, 2015], ou pour modéliser les systèmes dont on connaît seulement une partie du processus : la partie connue est simulée par des équations différentielles, exprimées dans le formalisme neuronal dont les paramètres restent à calculer ; la partie inconnue est simulée par un modèle purement neuronal ; on parle alors de modèle « boîtes grises » [Gérard DREYFUS, 2001].

Travail proposé

Compte tenu du contexte précédemment exposé, ce travail de thèse a pour objet d'avancer dans la compréhension de la saturation des sols ou des zones épikarstiques et/ou épinoyées du karst à l'aide de réseaux de neurones artificiels. Plusieurs cas d'études pour lesquels des bases de données ont été acquises sont disponibles, en particulier le système karstique de la Goule de Foussoubie, système affluent de l'Ardèche, dont l'équipe d'encadrement possède une bonne connaissance des caractéristiques géologiques et fonctionnelles. Plusieurs méthodes pourront être utilisées mettant à profit les réseaux de neurones pour extraire l'information : boîtes transparentes, boîtes grises ou méthode KNOX ; elles devraient permettre de mieux caractériser les seuils de déclenchement des écoulements en condition diphasique (eau, air). L'outil logiciel permettant ce travail est disponible au Laboratoire d'accueil sans nécessiter de compétences spécifiques en programmation.

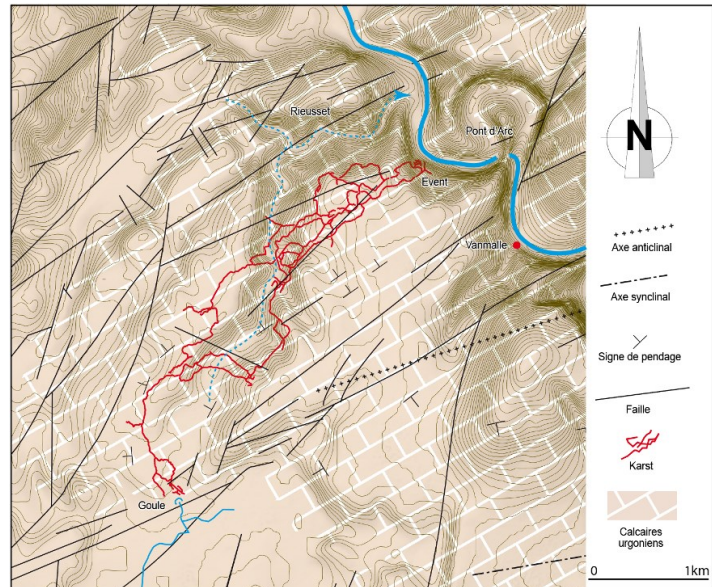


Figure 1. Le bassin versant du système de Foussoubie est drainé par la goule. L'ensemble des écoulements résurge à l'Event de Foussoubie en rive droite de l'Ardèche.

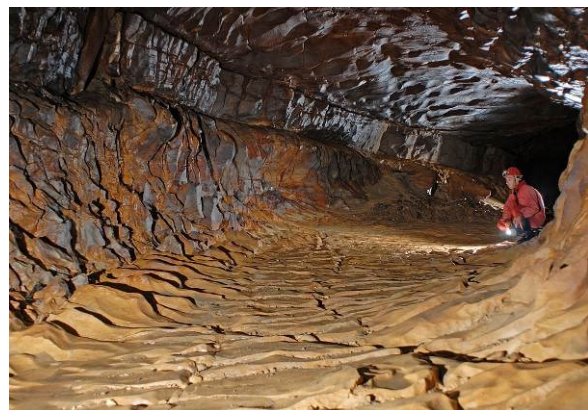


Figure 2 : Les conduits épinoyés du système de Foussoubie présentent des morphologies tubulaires caractéristiques d'un ennoisement temporaire. La mobilité de la charge sédimentaire comme la morphogénèse est associée aux crues qui parcourent le conduit plusieurs fois chaque année. (photo S. Jaillet).

Profil du candidat. Un candidat titulaire d'un Diplôme National de Master ou d'un diplôme d'ingénieur dans les domaines de la physique, de l'hydrologie, de la géologie ou de l'apprentissage statistique serait le bienvenu. Une forte curiosité est appétence pour apprendre les autres disciplines est attendue.

Références

- Virgile TAVER, 2014. « Modélisation hydrodynamique des aquifères karstiques par réseaux de neurones » École Doctorale SIBAGHE. Co-Directeurs de thèse Anne Johannet et Séverin Pistre
- Line KONG-A-SIOU (2014). Kong-A-Siou, L., Fleury, P., Johannet, A., Borrell Estupina, V., Pistre, S. and Dörfliger N. Performance and complementarity of two systemic models (reservoir and neural networks) used to simulate spring discharge and piezometry for a karst aquifer. *Journal of Hydrology*, 519(D), 3178-3192, 2014.
- Hervé JOURDE (2015). Hervé Jourde, N. Mazzilli, Nicolas Lecoq, Bruno Arfib, Dominique Bertin (2015). KARSTMOD: A Generic Modular Reservoir Model Dedicated to Spring Discharge Modeling and Hydrodynamic Analysis in Karst. In book: *Hydrogeological and Environmental Investigations in Karst Systems*, Publisher: Springer Berlin Heidelberg, Editors: Andreo, Bartolomé and Carrasco, Francisco and Durán, Juan José and Jiménez, Pablo and LaMoreaux, James W., pp.339-344
- Line KONG-A-SIOU (2011). « Modélisation des crues de bassins karstiques par réseaux de neurones ». Montpellier II, Ecole Doctorale SIBAGHE. Directeur de thèse : M. Séverin Pistre.
- Thomas DARRAS (2015). « Prévion des crues rapides par apprentissage statistique ». Ecole Doctorale SIBAGHE. Co-Directeurs de thèse Anne Johannet et Séverin Pistre
- Gérard DREYFUS, 2001 *How to Be a Gray Box: The Art of Dynamic Semi-Physical Modeling*, Yacine Oussar, Gérard Dreyfus. *Neural Networks*, vol. 14.