



**UNIVERSITÉ DE  
MONTPELLIER**  
PROGRAMME D'EXCELLENCE I-SITE

# OFFRE DE STAGE

## **Caractériser la réponse multi-échelles des hydrosystèmes karstiques par analyse du signal et modélisation hydrologique.**

### **Laboratoire d'accueil**

HydroSciences Montpellier (HSM), HYDROPOLIS, 15 avenue Charles Flahault, F-34090, Montpellier

### **Encadrants**

Vianney Sivelle (Post-Doc, Univ. Montpellier), Nicolas Massei (Prof., Univ. Rouen)

### **Date et durée**

6 mois entre janvier et août 2025. Gratification selon le taux horaire en vigueur.

### **Thèmes**

hydrologie, karst, analyse du signal, modélisation

### **Contexte**

Les systèmes karstiques sont généralement caractérisés par une dualité des écoulements, entre des écoulements rapides et/ou lents. Cela traduit l'occurrence de processus physiques à différentes échelles spatio-temporelles. L'analyse conjointe des signaux hydrologiques (e.g. niveau piézométrique, débit) et de leurs relations avec des signaux météorologiques (e.g. précipitation, température, évapotranspiration) apporte une information sur le fonctionnement hydrodynamique. La décomposition en ondelettes des signaux hydrologiques sur plusieurs échelles temporelles permet une représentation de types temps-échelle des processus. Une description échelle par échelle de la réponse des hydrosystèmes karstiques permet d'identifier les échelles temporelles associées au processus de premier ordre. La réponse hydrologique d'un bassin peut être approximée avec un modèle hydrologique permettant de transformer des signaux météorologiques (e.g. précipitation, température) en signaux hydrologiques (e.g. débit, hauteur d'eau). Entre autres, les modèles conceptuels à réservoirs constituent une approche fonctionnelle qui analyse un système hydrogéologique à l'échelle du bassin versant et décrit la transformation des précipitations en débit à l'aide de relations empiriques ou conceptuelles. De nouveaux outils émergents en intelligence artificielle peuvent également être utilisés pour simuler la complexité de la réponse hydrologique d'un (ou plusieurs) bassin(s).

Le stage se déroulera au sein du laboratoire HSM, porteur de l'observatoire MEDYCYSS et du SNO-KARST. Les activités de recherche seront menées dans le cadre du projet de recherche GINKGO (*Global change Impact on Karst Groundwater*).

### **Objectifs et mission**

- Etablir un protocole pour caractériser et modéliser la réponse hydrologique de plusieurs hydrosystèmes karstiques, à plusieurs échelles temporelles.
- Modéliser la réponse hydrologique avec (i) un modèle conceptuel à réservoir et (ii) des réseaux de neurone récurrent de type LSTM (*Long Short Term Memory*) et dérivés ou GRU (*Gated Recurrent Unit*).

Les modèles seront calibrés selon différents schéma incluant (i) des approches classiques (état de l'art), et (ii) des approches innovantes combinant la décomposition en ondelette et la calibration multi-objectif.

- Mettre en œuvre le protocole d'expérimentation numérique (accès à serveur dédié aux calculs scientifiques).
- Analyser les résultats et les comparer aux résultats des études antérieures.

### **Formation et compétences requises**

Profil : 2<sup>ème</sup> année de Master ou dernière année d'école d'ingénieur dans le domaine des sciences de la données et/ou modélisation numérique avec un attrait pour les sciences hydrologiques. Plusieurs compétences sont souhaitées pour ce stage : (i) maîtrise de Matlab, Python et/ou R, (ii) maîtrise des outils de modélisation numériques (problème inverse, estimation de paramètre) et (iii) maîtrise des outils d'analyse du signal et d'analyse de données.

### **Candidature**

Les candidatures (CV et lettre de motivation) sont à adresser par mail à Vianney Sivelle ([vianney.sivelle@umontpellier.fr](mailto:vianney.sivelle@umontpellier.fr)) et Nicolas Massei ([nicolas.massei@univ-rouen.fr](mailto:nicolas.massei@univ-rouen.fr)).