

## Proposition de stage de recherche 2025

**Laboratoire d'accueil** : Metis @Sorbonne Université  
Campus Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu 75005 Paris

**Responsable du stage** : Anne Jost – 01 44 27 84 86 – [anne.jost@sorbonne-universite.fr](mailto:anne.jost@sorbonne-universite.fr)

**Thématique** : hydrogéologie, modélisation

**Profil** : école d'ingénieurs ou Master; intérêt et compétences en modélisation; maîtrise du langage python; bases en hydrogéologie quantitative

**Durée** : 6 mois, à partir de février 2025

**Indemnités** : réglementaires

**Modalités de candidature** : CV et lettre de motivation à envoyer d'ici le 15 décembre 2024

**Intitulé** : **La température comme traceur de l'état et du fonctionnement d'un hydrosystème souterrain : illustration dans un territoire amont de la vallée de Seine**

**Contexte** : La température est un paramètre clé et intégrateur des hydrosystèmes. Elle est ainsi souvent utilisée comme traceur naturel des eaux souterraines (Anderson 2005) car indicatrice des conditions de recharge et des échanges entre les eaux de surface et les eaux souterraines ainsi que de leur potentiel géothermique. Elle est de plus un paramètre très facilement mesurable sur le terrain et d'acquisition peu coûteuse. Régulateur majeur des processus biogéochimiques au sein des milieux aquatiques, elle est à ce titre un marqueur très représentatif de leur état, de leur fonctionnement et de leur évolution à long terme. L'augmentation attendue de la température des eaux souterraines, de l'ordre de 2 °C en moyenne à l'horizon 2100 (Benz et al. 2024) en réponse au réchauffement de surface, est de nature à bousculer les équilibres actuels en matière de qualité des eaux et de santé des écosystèmes dépendant des eaux souterraines, avec des conséquences à prévoir sur les usages de l'eau qui interrogent les gestionnaires. Une meilleure connaissance des facteurs de contrôle des variations de la température des eaux souterraines est essentielle pour une gestion durable des ressources en eau et en énergie du proche sous-sol.

**Données** : Située entre les confluences de la Seine avec l'Aube et l'Yonne, la Bassée est une plaine alluviale représentative des zones rurales à l'amont du val de Seine. Depuis une dizaine d'années, un suivi de la température et de la pression des eaux de surface et souterraines a été mis en place au niveau de onze sites représentatifs de leur diversité le long du linéaire de la Seine, de Troyes à Montereau-Fault-Yonne. Les chroniques sont désormais suffisamment longues pour se prêter à une analyse poussée de leurs caractéristiques.



**Objectifs :** Il s'agit ici de mettre en œuvre des outils de modélisation à différentes échelles visant à comprendre l'état et le fonctionnement actuel de l'hydrosystème de la Seine dans le secteur de la Bassée, en s'appuyant en particulier sur les informations fournies par l'enregistrement continu de la température dans les différents compartiments.

**Étapes :** Le travail sera jalonné de plusieurs étapes : i) traitement et analyse des séries temporelles de température et de pression collectées dans la plaine alluviale, pour la caractérisation des processus hydrologiques de recharge et d'interactions entre eaux de surface et eaux souterraines ; ii) développement d'un modèle numérique de transfert 2D à l'échelle d'un transect représentatif du système aquifère formé par la craie et les alluvions, à l'aide d'un code de calcul couplant écoulement et chaleur ; iii) changement d'échelle et estimation à l'échelle de la plaine alluviale des échanges thermiques pour la détermination du bilan d'énergie et de la sensibilité thermique de ce territoire représentatif de la vallée de Seine amont. Une participation à une campagne de terrain est également prévue au cours du stage afin de découvrir la zone d'étude et le dispositif de suivi dans la plaine.

**Cadre :** Le sujet s'inscrit dans le cadre du projet AquaThermie soutenu par le Contrat de plan interrégional Etat-Régions (CPIER) « Vallée de la Seine ». La vallée de la Seine est un territoire stratégique en transition, adossé aux régions Normandie et Ile-de-France, qui fait face à des enjeux économiques, environnementaux et énergétiques, de l'échelle locale à l'échelle internationale. Les acteurs de ce territoire travaillent à y répondre en partenariat pour dessiner la vallée de la Seine de demain. Dans ce cadre, AquaThermie est un programme qui réunit les acteurs de l'eau et de l'énergie afin de leur permettre de développer et pérenniser leurs activités sans compétition d'usages. Son objectif est d'améliorer la connaissance de l'évolution spatio-temporelle de la température des eaux de l'hydrosystème Seine afin de fournir des éléments d'aide à la décision dans un contexte de changement global.

**Références :** Anderson MP (2005) Heat as a Ground Water Tracer. *Groundwater* 43 :951–968. doi : [10.1111/j.1745-6584.2005.00052.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2005.00052.x).

Benz SA, Irvine DJ, Rau GC, et al (2024) Global groundwater warming due to climate change. *Nat Geosci* 17 :545–551. doi : [10.1038/s41561-024-01453-x](https://doi.org/10.1038/s41561-024-01453-x).

