



STAGE DE RECHERCHE POUR M1 (OU EQUIVALENT) :

DEVELOPPEMENT D'UN PROTOCOLE D'ACQUISITION VIA DRONE ET DE PRETRAITEMENT D'IMAGES THERMIQUES APPLIQUE A L'HYDRO(GEO)LOGIE

- Applications sur des sites de flux à Ceyrac (Montpellier, France) / Faidherbia-Flux (Niakhar, Sénégal) et aux gorges de l'Hérault (Montpellier, France) –

Date de début du stage : fin Mai 2025

Durée du Stage : 3 mois

Structure et lieu : UMR HSM, Montpellier, campus de la faculté de pharmacie

CONTEXTE :

Les approches de télédétection utilisant l'imagerie infrarouge thermique (IRT) offrent de nouvelles opportunités pour l'hydrogéologie car elles permettent d'estimer les échanges hydriques par utilisation de la température comme marqueur des différentes composantes du cycle de l'eau. Ces méthodes de télédétection IRT via drone (UAV) restent cependant impactées par l'émissivité des diverses surfaces qu'elles mesurent et par la directivité de la mesure. L'utilisation de ces méthodes requièrent la mise en œuvre d'un protocole de calibration des données IRT captées par UAV pour permettre faciliter leur intercomparaison et leur agrégation.

L'évapotranspiration (ET) est une composante majeure du bilan hydrologique, dont l'estimation sur le terrain reste sujette à un haut degré d'expertise, un coût notable et une emprise spatiale faible. La température de surface étant un excellent marqueur du niveau de stress hydrique des écosystèmes, plusieurs méthodes l'utilisent comme proxy pour estimer l'ET (Alliès et al. 2020, 2022). Ces méthodes n'ont cependant jamais été éprouvées sur des acquisitions par drone. Couplée à des approches géophysiques de proche surface, la température de surface permet également de suivre la dynamique de l'eau contenue dans le sol (Garré et al. 2021 ; Loiseau et al. 2023).

Les aquifères karstiques jouent un rôle important dans les échanges avec les eaux de surface, notamment en période d'extrêmes hydrologiques (crues et étiages). L'eau des aquifères karstique et les eaux de surface ayant des températures différentes, les mesures par télédétection IRT permettent d'obtenir des informations sur les interactions karst-rivière via une mesure de température au niveau des résurgences (Marteau et al. 2020). Cependant l'acquisitions et la mesure via drone reste sensible à différentes variables, dont le rayonnement incident (Balle et al. 2024).

Afin de lever les verrous liés à l'utilisation des données drone dans les différentes méthodes présentées, et ainsi d'améliorer les connaissances sur l'évapotranspiration et les interactions karst-rivières via l'utilisation de l'IRT par drone, le laboratoire HydroSciences Montpellier est à la recherche d'une/une stagiaire de Master I. Le stage proposé consistera à i) tester plusieurs types de cibles dans le domaine IRT afin de calibrer les valeurs des images de température issues du drone, ii) mettre en œuvre une station de mesure radiométrique mobile afin de pouvoir débiaiser les valeurs absolues de température acquises par le drone iii) proposer une méthode de pré-traitement des données IRT drones prenant en compte les protocoles d'étalonnage des deux points précédents pour fournir des acquisitions normalisées directement utilisables dans les méthodes d'estimation d'ET, d'humidité des sols et d'échanges karst-rivière utilisés à HSM.

Les trois sites retenus sont : i) un site de garrigue de la région montpelliéraise (Domaine de Ceyrac à Conqueyrac, Gard), ii) un site d'hydrologie karstique dans les gorges de l'Hérault, iii) un site d'agroforesterie au Sénégal (site Faidherbia-Flux à Niakhar). D'un point de vue pratique, le travail de terrain sera mené en France pendant la durée du stage mais l'objectif à moyen terme sera de répliquer les approches sur Niakhar pour la partie flux et sur d'autres bassins versants pour la partie hydrologie karstique.

Le stage s'inscrit en outre dans le cadre de plusieurs projets en cours, dont le projet RIFT (PEPR FairCarboN), le projet IVES (CPJ IRD), l'ANR HiDRATE, la mission spatiale TRISHNA, le projet PEPR K3 et le Projet Grand KARST.

OBJECTIFS DU STAGE :

- Réaliser une étude bibliographique sur les traitements appliqués à la télédétection spatiale /UAV en Infrarouge Thermique
- Mettre en œuvre une station de mesure mobile radiométrique IRT.
- Proposer une chaîne de pré-traitement des données issue des vols thermiques prenant en compte les rayonnements incidents et les cibles passives.
- Participer aux vols réguliers (bi-hebdomadaire) de drones sur les sites de Montpellier (Gorges de l'Hérault/Ceyrac)
- Appliquer la chaîne de pré-traitement sur des vols antérieurs réalisés sur les sites de Montpellier et de Niahkar
- Participer aux tournées d'entretien sur les sites de flux et aux activités de l'UMR.
- Interagir avec les stages/thèse en cours sur la thématique et projets en lien.

PROFIL DU/DE LA CANDIDAT(E) :

Le/la candidat(e) idéal(e) aura des bases solides en hydrologie/hydrogéologie et/ou télédétection appliquée à l'étude du cycle de l'eau.

- Base en instrumentation (hydrologique, météorologique)
- Connaissances en SIG ou Télédétection (QGIS/ENVI...)
- Notions en SFM (Metashape/WebODM)
- Téléguidage A1/A3 sera apprécié.

Elle/il sera intéressé(e) à développer ses compétences dans les domaines précédents dont elle/il n'est pas spécialiste.
Le/la candidat(e) sera motivé(e) par les expérimentations de terrain (hydrologie et télédétection drone).

Les activités du stage impliquent un travail en extérieur potentiellement sous de fortes chaleurs.

CANDIDATURE :

Lettre de motivation et CV à envoyer (avant le 18 mars 2025) à : marc.oliver-soulayrol@ird.fr

Encadrement :

Rémunération : ≈ 580€/mois

Marc Oliver-Soulayrol (AI Instrumentation, IRD)

Jordi Etchanchu (IR Calcul scientifique, IRD)

REFERENCES :

Allies A, Demarty J, Olioso A, Bouzou Moussa I, Issoufou HB-A, Velluet C, Bahir M, Maïnassara I, Oï M, Chazarin J-P, et al. Evapotranspiration Estimation in the Sahel Using a New Ensemble-Contextual Method. *Remote Sensing*. 2020; 12(3):380. <https://doi.org/10.3390/rs12030380>

Allies, A., Olioso, A., Cappelaere, B., Boulet, G., Etchanchu, J., Barral, H., Bouzou Moussa, I., Chazarin, J.-P., Delogu, E., Issoufou, H.B.-A., Mainassara, I., Oï, M., Demarty, J., 2022. A remote sensing data fusion method for continuous daily evapotranspiration mapping at kilometric scale in Sahelian areas. *Journal of Hydrology* 607, 127504. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127504>

Garré S, Hyndman D, Mary B, Werban U (2021). Geophysics conquering new territories: The rise of “agrogeophysics.” *Vadose Zone J.* <https://doi.org/10.1002/vzj2.20115>

Loiseau, B., Carrière, S. D., Jougnot, D., Singha, K., Mary, B., Delpierre, N., ... & Martin-StPaul, N. K. (2023). The geophysical toolbox applied to forest ecosystems—A review. *Science of the Total Environment*, 165503.

Marteau B., Piégay H., Moatar F (2023). L'infrarouge thermique aéroporté, un outil de connaissance des rivières face au changement climatique. hal-04523305