

Offre de stage niveau M2 / Ingénieur (césure, PFE)

Estimation satellitaire de l'évapotranspiration journalière à l'échelle régionale. Calibration du modèle de bilan hydrique FAO-56 à partir des mesures in situ (réseaux ICOS, FLUXNET, etc..).

Objectif général

L'estimation de l'évapotranspiration (ET) des surfaces continentales est un objectif majeur pour une meilleure gestion des ressources en eau et de l'irrigation. L'objectif de ce stage est de faire fonctionner un modèle d'ET applicable à l'échelle régionale. A terme, ce modèle sera utilisé en complémentarité des estimations de l'ET qui seront issues des futures missions satellitaires dans les bandes thermiques (TRISHNA, LSTM...).

Contexte Scientifique

Le **laboratoire CESBIO** développe depuis plusieurs années une approche d'estimation de l'ET basée sur le modèle FAO-56, forcé par des données de télédétection optique (indice de végétation), pour :

- **Quantifier l'évapotranspiration** journalière des surfaces végétalisées,
- Estimer le **bilan hydrique des premiers mètres de sol**, y compris le terme résiduel de percolation profonde sous la zone racinaire,
- **Évaluer les besoins en irrigation** afin de prévenir le **stress hydrique** des cultures.

Cette méthodologie, implémentée sous le nom de SAMIR (SAteellite Monitoring of IRrigation, Simonneaux et al., 2009), a été il y a quelques années reprogrammée en Python et intégrée dans l'outil MODSPA (MODélisation SPAtialisée). Ce dernier permet une application spatiale efficace du modèle à la résolution spatiale de Sentinel-2 (10 m).

Cependant, la **spatialisation du modèle** repose sur un jeu de paramètres spécifiques aux plantes et aux sols, dont la détermination reste un défi majeur. Bien que le modèle FAO-56 bénéficie d'une large bibliographie et de nombreuses applications, aucune base de données robuste et sourcée ne couvre aujourd'hui l'ensemble des couverts végétaux (agricoles, forestiers, naturels) et des types de sols. Cette lacune limite la généralisation et la précision de l'approche, notamment pour des applications à grande échelle ou dans des biomes contrastés.

Contenu du stage

Dans un premier temps, un état de l'art bibliographique sera réalisé pour compiler un premier tableau des paramètres disponibles et leurs gammes de variations. Il s'agira ensuite d'exploiter les vastes jeux de données internationaux de mesures d'évapotranspiration à long terme (notamment celles des réseaux ICOS et FLUXNET, ainsi que leurs partenaires) pour :

1. Calibrer les paramètres du modèle SAMIR sur un large éventail de biomes (cultures, forêts, écosystèmes naturels).
2. Évaluer la robustesse des paramètres optimaux obtenus, en tirant parti :
 - a. De la diversité des biomes représentés dans les données,
 - b. De la profondeur temporelle des séries de mesures,
 - c. Des capacités de calcul parallèle offertes par MODSPA.

La calibration sera menée en deux étapes :

1. Comparaison entre évapotranspirations observées et simulées pour identifier les paramètres optimaux du modèle par site expérimental.
2. Prise en compte supplémentaire de mesures d'humidité du sol dans la zone racinaire pour affiner la validation et évaluer la cohérence globale du modèle, notamment son bilan d'eau.

Délivrables attendus

- Une **synthèse bibliographique** pour alimenter un tableau de paramètres de référence. Identification des manques.
- La constitution d'une **base de donnée de forçage/observations *in-situ*** liées à SAMIR correspondant à **une large gamme de climats, sols et couverts**.
- **Jeux de paramètres calibrés** du modèle SAMIR, applicable à une **large gamme de couverts végétaux et de sols**.
- Rédaction d'un **rapport de synthèse technique et scientifique** qui pourra alimenter le rapport de stage résumant les résultats. ¶

Informations pratiques

- **Durée** : 6 mois (début attendu entre mi-janvier et fin mars).
- **Lieu** : **CESBIO, Toulouse** (pas de télétravail).
- **Gratification** : Selon la réglementation en vigueur.
- **Encadrement** : Vincent Rivalland (IR CNRS), Vincent Simonneaux (IR IRD), Jules Marti (Post-Doc).

Candidature & expérience demandée

Le travail va comporter la manipulation d'un grand nombre de jeux de données et la mise en place d'une chaîne de traitement pour faciliter l'application de modélisation sur une multitude de sites. Des compétences en traitement de données sous python sont requises. Rigueur et autonomie recherchée.

Les candidat·e·s intéressé·e·s sont invité·e·s à envoyer :

- Un **CV** détaillant leurs compétences techniques et scientifiques,
- Une **lettre de motivation** expliquant leur intérêt pour le sujet,
- Les **coordonnées d'un référent** (enseignants, tuteurs de stage précédents) si possible.

Contact : RIVALLAND Vincent, [vincent.rivalland @ cnrs.fr](mailto:vincent.rivalland@cnrs.fr)

Références :

Simonneaux, V., Page, M.L., Helson, D., Metral, J., Thomas, S., Duchemin, B., Cherkaoui, M., Kharrou, H., Berjami, B., Chehbouni, A., 2009. Estimation spatialisée de l'Evapotranspiration des cultures irriguées par télédétection. Application à la gestion de l'Irrigation dans la plaine du Haouz (Marrakech, Maroc). Science et changements planétaires / Sécheresse 20, 123. <https://doi.org/10.1684/sec.2009.0177>

<https://www.cesbio.cnrs.fr/la-recherche/activites/modeliser-codes-et-modelisation/liste-et-descriptif-des-modeles/modspa/>