



Analyse des algorithmes candidats pour les produits "stress hydrique" de niveau 2 et 3 pour la future mission satellite thermique TRISHNA à l'aide d'un jeu de données synthétique généré par le modèle d'échanges surface-atmosphère SURFEX

Le contexte de ce stage de modélisation et d'analyse de données est la préparation de la mission TRISHNA (satellite Franco/CNES-Indien/ISRO dans le visible et l'infra-rouge thermique, prévu pour avoir une revisite globale tous les 3 jours en Europe avec une résolution de 60 m, lancement théorique début 2028). Le CESBIO coordonne l'étude sur les algorithmes de niveau 2 et 3, qui permettront, à partir des températures de surface mesurées par TRISHNA, d'en estimer une Evapotranspiration (ET) instantanée qui sera convertie en ET journalière les jours d'acquisition en conditions de ciel clair (niveau 2), et en un produit journalier continu interpolé (niveau 3). Puisque l'information contenue dans la température de surface concerne avant tout le stress hydrique des surfaces, nous avons également l'ambition de proposer un produit permettant d'indiquer l'intensité de ce stress, ou facteur de stress (SF). Ce facteur sans dimension est construit à partir des ET de niveau 2 et 3 et d'une évapotranspiration théorique en absence de stress ($ET_{unstressed}$), c'est-à-dire quand l'ET n'est pas limitée par la disponibilité en eau : $SF = 1 - ET / ET_{unstressed}$.

L'objectif de ce stage, qui prend la suite d'un stage effectué en 2026 qui a permis de jeter les bases méthodologiques, est d'évaluer plusieurs formulations de SF et donc de $ET_{unstressed}$ pour suivre le stress hydrique, en termes de détection précoce et d'amplitude.

Pour ce faire, nous devons disposer d'une base de données de référence. Puisque les données observées offrent peu d'épisodes de stress hydrique et ne disposent pas de garanties suffisantes que ce stress est présent, ni de variable explicative de ce stress (fermeture des stomates ou réduction de l'évaporation par exemple), nous nous appuyons sur une base de données synthétique en conditions réelles de forçage climatique mais pour laquelle le stress est généré artificiellement (réduction des apports d'eau, pluie et irrigation). Un premier test a été effectué à l'aide du modèle SURFEX/ISBA-A-gs pour un site agricole du Sud-Ouest (réseau ICOS). Cette approche doit être étendue à un plus large ensemble de conditions bio-pédo-climatiques afin de s'assurer de la généricité de chaque formulation. L'enjeu étant de déterminer la formulation la plus adaptée à une détection du stress quel que soit le contexte de la surface observée.

Les travaux de recherche attendus devraient mener aux livrables suivants :

- 1- Elaboration d'une base de données synthétique d'ET cohérente en termes de croissance des plantes, basée sur des simulations SURFEX pour différentes conditions bio-pédo-climatiques (par exemple N-Plant Functional Types x 3 types de sol x 3-5

climats) en conditions normales, stressées et non-stressées (sol à la capacité au champ en permanence).

- 2- Analyse de la performance de restitution du stress hydrique total (SF) par les différents modèles sélectionnés de $ET_{unstressed}$ sur cette base de données synthétique. On s'intéressera au stress total de la surface (produit SF), mais également à son lien avec le stress de la plante, d'une part, et à la réduction de l'évaporation du sol, de l'autre.

Compétences requises :

- Le modèle SURFEX est codé en Fortran 90, tourne sous linux avec des commandes shell. Une expérience de l'environnement linux ou serveur est demandée.
- Le traitement des simulations et les analyses seront réalisés en Python. Les scripts du précédent stage pourront servir de base. Des compétences Python et analyse de données seront un plus.
- Capacité de prise de recul et de synthèse. Organisation du travail et de la production.
- Capacité de rédaction scientifique.
- Intérêt pour la physique du sol et les échanges sol-plante-atmosphère.

Cadre de travail :

Le stage sera réalisé au CESBIO, sous la responsabilité de Gilles Boulet (DR IRD), co-encadré par Vincent Rivalland (IR CNRS) et Albert Olioso (DR INRAE, à Avignon). Seront prévus des points réguliers avec les encadrants, ainsi qu'une participation active aux réunions du groupe Ecosystem Stress de la mission TRISHNA (1 à 2 sur le stage).

Durée : 6 mois avec début possible entre mi-janvier et mi-avril 2027

Conditions : Indemnité de stage standard, accès cantine CNRS à tarif étudiant.