

## Proposition de sujet de stage :

### Apport de SMOS dans l'observation des surfaces agricoles indiennes et préparation de la mission SMOS-HR

**Durée** : 6 mois

**Lieu** : laboratoire CESBIO, Toulouse <https://www.cesbio.cnrs.fr/>

**Rémunération** : ~585euros/mois

**Date** : idéalement dès Février 2023

**Mot clés** : données satellites hétérogènes, Inde, Agriculture, Irrigation, SMOS

#### Contexte du stage :

SMOS, pour *Soil Moisture and Ocean Salinity*, est une mission spatiale de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) conçue en grand partie au CESBIO. SMOS mesure l'émission micro-onde naturelle de la surface terrestre grâce à un radiomètre interférométrique fournissant des mesures de températures de brillance (TB) en bande L (1.4 GHz), multi-angulaires et polarisées totalement inédites dans le domaine spatial pour l'observation de la Terre. Ces mesures permettent, entre autres applications, d'estimer l'humidité du sol grâce à des algorithmes désignés au CESBIO. Le CESBIO travaille également dans la préparation d'un SMOS de 2ème génération, SMOS-HR (Haute Résolution), et porte la préparation scientifique de cette mission dans le cadre d'un projet financé par le Centre National d'études Spatiales (CNES). L'objectif de ce stage est d'analyser des données SMOS et de contribuer à la préparation de SMOS-HR.

Le cas d'étude portera sur les surfaces agricoles hétérogènes et variables d'Inde du Sud. Ces agro-hydro-systèmes font déjà l'objet de recherches au CESBIO sur le développement d'outils de restitution de variables agro-hydrologiques essentielles à la haute résolution spatiale et temporelle des missions Sentinel 1 & 2 (Figure 1). Ces missions satellites opérationnelles de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) garantissent sur l'Inde une image satellite à 10-20m de résolution tous les 6 jours (multi-spectral) et 12 jours (radar), respectivement. Des chaînes de traitement (Python et Shell) automatiques de ces images sont développées par les équipes du CESBIO, pour restituer les surfaces en eau, l'occupation des sols, notamment la détection des surfaces en riz, qui sont des variables essentielles pour la quantification des ressources en eau utilisées en agriculture. Ces milieux ruraux, semi-arides, irrigués, fortement peuplés, sont exposés à des sécheresses hydrologiques et météorologiques récurrentes qui font varier très fortement les surfaces en eau des milliers de réservoirs agricoles et de grand barrages, ainsi que les surfaces irriguées pour la culture du riz.

L'humidité du sol étant une variable hydrologique clé, son estimation est fondamentale pour le suivi de ces agro-hydro-systèmes. Cependant, la forte hétérogénéité spatiale dans ces régions fait difficile l'interprétation des données SMOS, dont la résolution spatiale moyenne est de seulement 43 km.

L'objectif du stage est double :

- 1) préciser les facteurs agro-hydrologiques qui font varier la TB et/ou SM dans chacune des mailles de restitution SMOS dans le temps à l'aide de cartes de riz et de variabilité saisonnière des surfaces en eau, à l'échelle de l'état du Telangana (110 000 km<sup>2</sup>) et des codes de transfert de rayonnement
- 2) évaluer les limitations actuelles dues à la résolution spatiale de SMOS et quantifier l'apport d'une résolution accrue d'un facteur 3-4 (SMOS-HR) pour ce type d'applications

Le candidat aura donc l'opportunité de prendre en main des données satellites innovantes, diverses en terme de revisite temporelle et de résolution spatiale, qui sont devenues incontournables et très utilisées dans le monde de la recherche publique mais aussi dans le secteur privé. Il ou elle sera intégré(e) dans l'équipe

systèmes d'observation du CESBIO qui prépare la future mission de SMOS-HR. Le candidat devra avoir des compétences en télédétection (physique de la mesure) ainsi qu'en SIG (Système d'Information Géographique). Des connaissances en sciences hydrologiques, agronomiques ou environnementales seront appréciées.

Compétences informatiques :

- Environnement linux
- Algorithmique et programmation matricielle (Matlab, Python ou R)
- Géomatique (QGIS ou ARCGIS) et/ou tableur

Contact : [sylvain.ferrant@ird.fr](mailto:sylvain.ferrant@ird.fr) et [nemesio.rodriquez@cesbio.cnes.fr](mailto:nemesio.rodriquez@cesbio.cnes.fr)

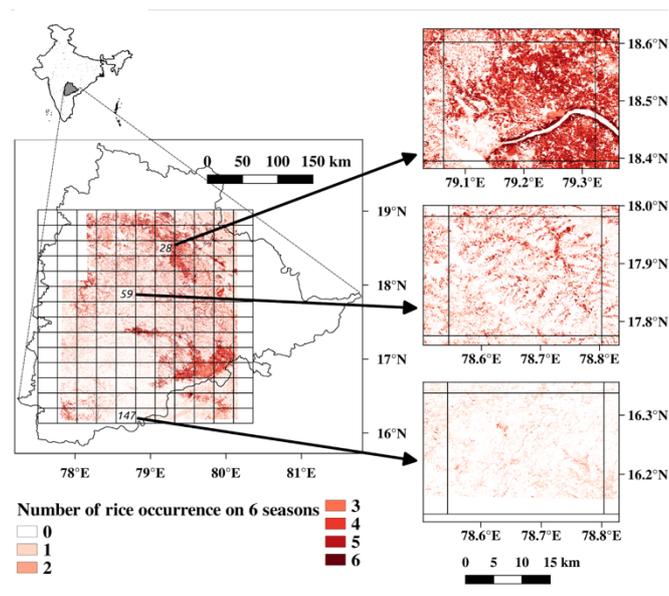


Figure 1 : Site d'étude, Telangana, Inde du Sud. La grille représente la résolution de SMOS (environ 25km), avec les cartes d'occurrence de mise en culture du riz sur 6 saisons de culture entre 2016 et 2019 (10m de résolution). Les cartes de surfaces en eau de même résolution existent également. Source : thèse de Claire Pascal, CESBIO.