



Paris, le 25 février 2022

## Estimation de l'humidité de surface des sols par télédétection dans le domaine solaire (0.4-3.0 $\mu\text{m}$ ) – Application aux satellites HRS multispectraux et hyperspectraux

### Informations générales

Financement : postdoc CNES. Le.a candidat.e retenu.e devra déposer un dossier de candidature sur le site <https://apr.cnes.fr> avant le **31 mars 2022**

Lieu de travail : Paris (séjours à l'ONERA de Toulouse)

Durée du contrat : 24 mois

Quotité de travail : temps complet

Date d'embauche prévue : avant fin décembre 2022

Rémunération : grille de salaire CNES

Niveau d'études souhaité : Doctorat

### Contexte

La teneur en eau des sols (SMC) est une variable essentielle de la zone critique. Son estimation trouve de multiples applications dans des domaines aussi variés que l'agriculture, la foresterie, l'écologie, l'hydrologie continentale, la micrométéorologie, la défense et la planétologie. L'eau des sols varie rapidement dans l'espace et dans le temps en raison de la variabilité spatiale des propriétés physiques des sols, du caractère discontinu des précipitations et de la dynamique de l'écoulement. La télédétection spatiale ou aéroportée dans le domaine solaire donne accès à la teneur en eau surfacique.

Des indices spectraux ont été proposés dans la littérature pour déterminer SMC à partir d'images multispectrales (Landsat, Sentinel-2) ; l'analyse des images des capteurs hyperspectraux (Prisma, EnMap) fera appel à des méthodes d'analyse spectrale plus adaptées. L'IPGP et l'ONERA ont récemment développé un modèle de transfert radiatif, MARMIT (*multilayer radiative transfer model of soil reflectance*) qui permet de calculer la réflectance spectrale d'un sol "lisse" en fonction de sa teneur en eau massique (Babiet et al., 2018 ; Dupiau et al., 2022). Le modèle MARMIT peut être couplé à des modèles de BRDF (*Bidirectional Reflectance Distribution Function*) analytiques (RPV, Hapke) ou numériques (DART) pour simuler la réflectance spectrale et directionnelle d'un sol humide et rugueux.

Babiet A., Viallefont-Robinet F., Jacquemoud S., Fabre S., Briottet X. (2020), High-resolution mapping of in-depth soil moisture content through a laboratory experiment coupling a spectroradiometer and two hyperspectral cameras, *Remote Sensing of Environment*, 236:111533. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111533>

Dupiau A., Jacquemoud S., X. Briottet, Fabre S., Viallefont-Robinet F., Philpot W., Di Biagio C., Hébert M., Formenti P. (2022), MARMIT 2: an improved version of the MARMIT model to predict soil reflectance as a function of surface water content in the solar domain, *Remote Sensing of Environment*, sous presse. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.112951>

## **Activités de recherche**

Votre mission sera de comparer différentes méthodes/capteurs permettant de cartographier la teneur en eau surfacique des sols dans un but opérationnel. Plus précisément, vous devrez :

- Construire une base de données de BRDF de sols à différents niveaux d'humidité et de rugosité de surface. Vous rassemblerez des jeux de données déjà acquis par les différents partenaires dans des études précédentes, et de nouveaux jeux de données publiés dans la littérature. Vous simulerez des BRDF de sols humides et rugueux grâce au modèle de lancer de rayons DART développé par le CESBIO.
- Tester et comparer différentes méthodes d'estimation de SMC publiées dans la littérature sur des données de télédétection synthétiques, acquises en laboratoire (spectres de réflectance) ou par un capteur aéroporté ou spatial (images multispectrales et hyperspectrales).
- Proposer des chaînes de traitement spécifiques appliquées à des capteurs optiques en vol ou en phase préparatoire. En particulier vous testerez des méthodes d'apprentissage automatique, supervisées ou non, afin de traiter des quantités importantes de données de télédétection.

## **Compétences recherchées**

Le.a candidat.e doit être titulaire d'un doctorat en télédétection, en astrophysique ou en géophysique, avec des connaissances en radiométrie optique, modélisation du transfert radiatif, traitement d'image, et apprentissage automatique. Langage de programmation (Matlab/Python).

## **Cadre de travail**

Le travail se déroulera pour l'essentiel à Paris au sein de l'équipe de Planétologie et sciences spatiales de l'IPGP / Université de Paris (<http://www.ipgp.fr/>). Le projet se fera en étroite collaboration avec l'ONERA-DOTA (<https://www.onera.fr/en/dota>) et le CESBIO (<https://www.cesbio.cnrs.fr/>) à Toulouse et avec plusieurs équipes de recherche internationales. Le.a candidat.e interagira avec le CNES dans le cadre de la mission hyperspectrale HYSP et d'autres projets de missions spatiales.

Réunions de travail à Toulouse et missions ponctuelles à l'étranger pour des participations à des conférences ou des mesures expérimentales (Italie, Etats Unis).

## **Contact**

Contactez ou envoyez une lettre de motivation (décrivant les motivations, expérience et qualifications) et un curriculum vitae à :

Prof. Stéphane Jacquemoud, Professeur des universités, IPGP, 01 57 27 84 96 [jacquemoud@ipgp.fr](mailto:jacquemoud@ipgp.fr)  
Dr. Xavier Briottet, Directeur de recherche, ONERA, 05 62 25 26 05 [xavier.briottet@onera.fr](mailto:xavier.briottet@onera.fr)