

Proposition de recherche doctorale 2025-2028

## Étalonnage en vol de la sensibilité à la polarisation de capteurs optiques

Mots clés : Polarisation, Télédétection, Étalonnage

Lieu : CNES / Toulouse, France

Contact :      Directeur                      Pr Jérôme Riedi                      [jerome.riedi@univ-lille.fr](mailto:jerome.riedi@univ-lille.fr)  
                    Co-encadrante                      Dr Camille Desjardins                      [camille.desjardins@cnes.fr](mailto:camille.desjardins@cnes.fr)

## Calibration en vol de la sensibilité à la polarisation des capteurs optiques basée sur la réflexion de la lumière solaire sur les océans ouverts

Les radiomètres optiques sont des instruments essentiels en télédétection, fournissant des mesures de haute précision pour diverses applications telles que la surveillance de la végétation, l'analyse de la couleur de l'eau et l'évaluation du bilan radiatif terrestre. Cependant, ces instruments présentent des imperfections pouvant affecter la qualité des données. Un traitement de la qualité des images au sol est généralement mis en œuvre pour corriger ces imperfections, garantissant ainsi des mesures précises pour les utilisateurs. L'une de ces imperfections est la sensibilité à la polarisation, qui introduit des erreurs lorsqu'elle n'est pas correctement prise en compte, en particulier pour les capteurs qui ne mesurent pas explicitement la polarisation, transformant ainsi ce phénomène en une perturbation mal contrôlée dans le signal.

Traditionnellement, la sensibilité à la polarisation est caractérisée lors des tests préalables au vol au niveau de l'instrument, avec des corrections appliquées pendant la phase opérationnelle du satellite. Toutefois, cette caractérisation présente des limites. Au fil du temps, la sensibilité de l'instrument à la polarisation peut évoluer en raison de facteurs environnementaux, de l'exposition aux conditions spatiales et de la dégradation sur la durée de vie du satellite. De plus, la précision de la correction dépend de celle des mesures de polarisation effectuées au sol, ce qui entraîne des erreurs résiduelles dans les données corrigées.

L'objectif principal de cette thèse est de développer une méthode innovante pour modéliser et corriger la sensibilité à la polarisation en vol. L'objectif est d'améliorer la précision des évaluations en vol à un niveau permettant une intégration fluide dans les chaînes de correction d'image. Plus précisément, les travaux de cette thèse se concentreront sur la réflexion de la lumière solaire à la surface des océans, un phénomène dont les caractéristiques de polarisation sont prévisibles et qui a été mesuré avec succès par des capteurs polarimétriques tels que POLDER. Cette cible naturelle peut servir de référence fiable pour surveiller et caractériser en continu la sensibilité à la polarisation tout au long de la mission du satellite. L'utilisation des plans d'eau continentaux sera également étudiée afin de traiter le problème spécifique des capteurs à haute résolution spatiale.

Ce projet vise à affiner les techniques existantes et à élargir leur application, contribuant ainsi à l'amélioration de la précision et de la fiabilité des données en télédétection. De plus, l'amélioration de la correction en vol de la polarisation pourrait permettre de réduire les exigences de spécifications instrumentales, en rendant les contraintes de conception moins strictes grâce à une correction efficace en vol. Une telle technique pourrait également avoir des implications majeures pour le développement de capteurs à faible coût embarqués sur des plateformes CubeSat.

Le ou la candidat(e) s'appuiera sur des travaux préliminaires issus d'une thèse précédente ayant exploré les fondements théoriques de la modélisation du sunglint et de la calibration polarimétrique. La recherche combinera la modélisation et l'analyse des données issues de capteurs polarimétriques passés, actuels et futurs (PARASOL, SGLI, 3MI, ...).

PhD research proposal 2025-2028

Title : [In-flight calibration of optical sensors polarization sensitivity](#)

Keywords: Polarisation, Remote-sensing, Calibration

Location: CNES/Toulouse - France

Contact :      PhD advisor                      Pr Jérôme Riedi                      [jerome.riedi@univ-lille.fr](mailto:jerome.riedi@univ-lille.fr)  
                    Co-advisor                                      Dr Camille Desjardins              [camille.desjardins@cnes.fr](mailto:camille.desjardins@cnes.fr)

### **In-flight calibration of optical sensors polarization sensitivity based on sunlight reflection over open oceans**

Optical radiometers are critical instruments in remote sensing, providing high-precision measurements for various applications such as vegetation monitoring, water color analysis, and Earth's radiative balance assessment. However, these instruments are subject to imperfections that can affect data quality. Ground-based image quality processing is typically employed to correct these imperfections, ensuring accurate measurements for users. One such imperfection is polarization sensitivity, which introduces errors when not properly addressed, particularly in sensors that do not explicitly measure polarization, turning it into a poorly controlled disturbance in the signal.

Traditionally, polarization sensitivity is characterized during pre-flight tests at instrument level, with corrections applied during the satellite's operational phase. However, this characterization has limitations. Over time, the instrument's sensitivity to polarization can change due to environmental factors, exposure to space conditions, and degradation over the satellite's lifespan. Furthermore, the accuracy of the correction depends on the precision of ground-based polarization measurements, resulting in residual errors in the corrected data.

The primary goal of this thesis is to develop an innovative method for modeling and correcting polarization sensitivity in-flight. This aims to improve the accuracy of in-flight evaluations to a level that allows for seamless integration into image correction pipelines. Specifically, the research will focus on sunlight reflection over ocean surfaces, a phenomenon with predictable polarization characteristics that has been successfully measured by polarized sensors like POLDER. This natural target can serve as a reliable reference to continuously monitor and characterize polarization sensitivity during the satellite's mission. The use of inland water bodies will also be investigated to address the specific problem of high spatial resolution sensors.

This project seeks to refine existing techniques and expand their application, ultimately contributing to more accurate and reliable data for remote sensing. Additionally, improving in-flight polarization correction may allow for less stringent instrument specifications, as the ability to correct in-flight could reduce the need for overly constrained design requirements. Such technique could also have profound implication for the development of low cost sensors on-board cube-sat platforms.

The candidate will build upon preliminary work from a previous thesis that explored the theoretical foundations of sunglint modeling and polarization calibration. The research will combine modeling and data analysis of past, current and future polarimetric sensors (PARASOL, SGLI, 3MI, ...).