

Proposition de sujet d'alternance 1A
2024-25

Laboratoire : Institut Fresnel UMR7242

Titre du sujet : Boussole optique bio-inspirée pour estimer le cap céleste dans l'ultraviolet par analyse polarimétrique

Encadrant * (s) :

Nom : FADE Julien (PU, Inst. Fresnel)

& SERRES Julien R. (PU, Inst. Sciences du Mouvement)

Localisation : ISM UMR7287, bât. Soufflerie, 163 Avenue de Luminy 13009 MARSEILLE

Coordonnées : julien.fade@fresnel.fr / 04 13 95 54 94

julien.serres@univ-amu.fr / 04 13 94 60 99

** Ce projet d'alternance sera co-encadré entre Institut Fresnel et ISM, avec une localisation des travaux à l'ISM majoritairement.*

Descriptif du sujet et de la mission (au moins sur la 1^{ère} année) :

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet **UV-POLA** de l'Institut des Sciences du Mouvement - ISM UMR7287 - (campus de Luminy, Marseille). Le projet **UV-POLA** consiste à évaluer et détecter le cap (orientation) à partir du motif de lumière polarisée du ciel en bande spectrale ultraviolette (UV). Des études comportementales ont montré que certains animaux, en particulier les insectes, comme la fourmi du désert *Cataglyphis*, exploitent le motif de polarisation du ciel en bande ultraviolette (350 nm) pour trouver leur cap. Nous avons récemment développé un banc expérimental (Fig. 1) exploitant une caméra SONY (JAI GO-8105M-5GE-UV 8.1 MP) sensible à la bande spectrale UV équipée d'une optique « pinhole » et d'un filtre polarisé rotatif actionné manuellement¹. L'intérêt d'exploiter une caméra sensible aux UV est de montrer qu'il est possible d'estimer l'azimut du soleil par temps couvert quelle que soit la saison. Le but de ce stage sera de tester la caméra UV équipée d'un véritable objectif et d'un filtre polarisant finement contrôlé en orientation au moyen d'un plateau motorisé (Fig. 2) pour obtenir une mesure suffisamment rapide à quelques hertz pour s'affranchir du ciel changeant (température, vent, nuages). L'utilisation d'un objectif UV nous permettra de réduire considérablement le temps d'acquisition de la caméra, afin d'améliorer la précision de l'estimation d'azimut du soleil quelle que soit la couverture nuageuse. L'ISM UMR7287 dispose d'un banc optique mobile pour effectuer des mesures à l'extérieur, équipé d'une caméra SONY détectant uniquement les UV-A et neutralisant des infrarouges parasitant les mesures, ainsi que d'un filtre polarisant motorisé d'une précision angulaire de 0,1°, le tout piloté en python.

Ce projet d'alternance sera mené en collaboration entre l'Institut des Sciences du Mouvement - ISM UMR7287 - (campus de Luminy, Marseille) et l'Institut Fresnel – Fresnel UMR7242 (campus Saint-Jérôme, Marseille), laboratoire de recherche en optique et imagerie (notamment polarimétrique). L'objectif de la première année d'alternance sera d'effectuer des mesures tout au long de l'année (éphéméride solaire variable et météo variable) pour évaluer la qualité du signal polarimétrique détecté à des fins d'estimation de cap absolu via des méthodes classiques (imagerie de Stokes, par exemple) et de génération d'une base de données d'images polarimétriques pour générer ultérieurement des algorithmes par une approche de type deep learning en seconde année.

¹ Moutenet, A., Serres, J., & Viollet, S. (2023, October). Ultraviolet vs. Visible Skylight Polarization Measurements. In *IEEE Sensors 2023*. IEEE. <https://hal.science/hal-04267719/>



Figure 1. Table optique Thorlabs de précision mobile permettant de pointer à la verticale avec une précision de $0,03^\circ$ la caméra SONY UV, rendue polarimétrique au moyen d'un filtre polarisant rotatif.

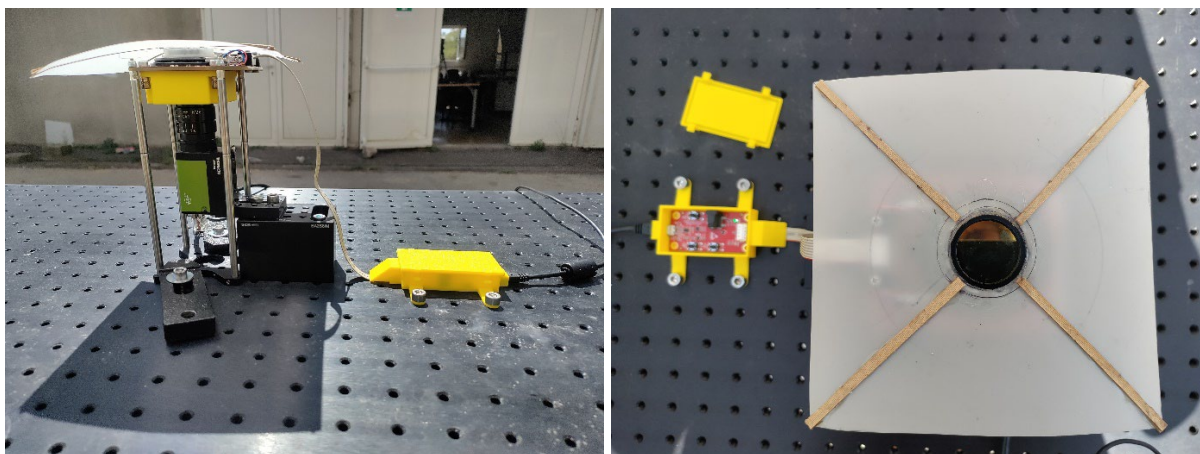


Figure 2. Caméra SONY UV équipée d'une optique motorisée et d'un parapluie de protection pour enregistrer le motif de polarisation sous différentes conditions météo (température, vent, nuages, date, et heure de la journée), et en particulier, lors de petites pluies.

Validation pour mise en ligne ECM :

97