

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2025-08**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Salon-de-Provence

Département/Dir./Serv. : DOTA/MVA

Tél. : 07 81 59 73 90

Responsable(s) du stage : Ugo.tricoli@onera.fr

Email : [Ugo.tricoli@onera.fr](mailto:Ugo.tricoli@onera.fr)

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : signature optique et infrarouge

Type de stage :  Fin d'études bac+5     Master 2     Bac+2 à bac+4     Autres

**Intitulé : Inversion de l'attitude d'un satellite à partir des courbes de lumière et de la distribution des températures de surface**

Sujet :

La prolifération des objets dans l'espace est un sujet de préoccupation croissant, et il devient crucial de disposer d'informations fiables sur ces objets pour être en mesure de les localiser et les identifier.

Une information essentielle pour comprendre le type d'activité d'un satellite est de connaître son attitude (rotation propre ou spin). Il existe différentes méthodes basées sur l'utilisation de la partie visible du spectre à haute résolution spatiale (pour une imagerie directe par comparaison d'images) ou à basse résolution spatiale (comparaison des courbes de lumière c'est à dire de la luminance intégrée sur l'ensemble du capteur).

En particulier, l'étude de la signature infrarouge d'un satellite permet d'avoir une information indirecte de la température (température apparente) à la surface du satellite. Le moteur de rendu SIRIUS développé à l'ONERA, est utilisé pour générer des images hyperspectrales afin de calculer la signature optique de satellites [1, 2] dans le visible et dans l'infrarouge thermique.

L'objectif du stage est de développer une méthode d'inversion de l'attitude d'un satellite (dans le cas spécifique d'ENVISAT) utilisant les courbes de lumière visible [3] et infrarouge (approche spectrale) et les répartitions de température sur les différentes faces du satellite. Le code SIRIUS sera utilisé pour le calcul d'images hyperspectrales et les courbes de lumière. Un modèle thermique pour les satellites développé avec COMSOL sera utilisé pour le calcul de la température de surface d'un satellite. Une attention particulière sera portée à l'évaluation du gain d'information (par rapport aux seules courbes de lumière) lié à la prise en compte de la température sur les faces du satellite.

Les différentes étapes du stage seront les suivantes :

- Etude bibliographique sur l'inversion de l'attitude des satellites à partir des courbes de lumière et des températures (distribution spatiale et temporelle),
- Estimation d'attitude par inversion via des courbes spectrales de lumière (exploitant notamment différentes bandes infrarouges),
- Estimation d'attitude par inversion en exploitant la distribution de température par facette et dans le temps,
- Estimation d'attitude par inversion en exploitant la distribution de température et les courbes spectrales de lumière,
- Validation des différentes stratégies d'inversion à partir des données expérimentales disponibles pour le satellite ENVISAT,
- Intégration dans l'IHM de SIRIUS de la méthode d'inversion,
- Rédaction de la documentation,

Les codes développés en Python seront intégrés dans l'IHM de SIRIUS de manière itérative tout au long du stage selon l'avancement des travaux. L'étudiant(e) sera amené(e) à travailler avec des ingénieurs de l'unité de recherche ainsi qu'un doctorant.

[1] tel-02918973  
[2] hal-03540727  
[3] 10.1117/12.3013435

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? **Non**

**Méthodes à mettre en oeuvre :**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique            | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de synthèse             |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de documentation        |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale        | <input checked="" type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : **Non**

**Durée du stage :** Minimum : 5 mois Maximum : 5 mois

Période souhaitée : 2025

**PROFIL DU STAGIAIRE**

Connaissances et niveau requis :

Notions en optique géométrique classique.

Rendu graphique et programmation en langage Python.

Notions de COMSOL.

Ecoles ou établissements souhaités :

Masters ou écoles en informatique, développement logiciel, Ecoles d'ingénieur ou Master recherche (optique, physique, mathématiques appliquées et informatique)