

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2026-31**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Toulouse

Département/Dir./Serv. : DOTA/IODI

Tél. : +33 5 62 25 27 13

Responsable(s) du stage : Andrés Bedoya

Email : [andres.bedoya@onera.fr](mailto:andres.bedoya@onera.fr)

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Environnement et signatures pour les senseurs optroniques, Télédétection active et passive

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

**Intitulé : Caractérisation d'aérosols atmosphériques : couplage de mesures satellitaires (mission EarthCARE) avec des mesures Lidars au sol**

Sujet :

Les nuages fins et les aérosols jouent un rôle fondamental dans le bilan radiatif terrestre ainsi que dans les phénomènes climatiques que nous connaissons actuellement. Cependant, leurs propriétés verticales restent encore difficiles à déterminer. Le lidar HSRL ATLID de la mission satellitaire EarthCARE, lancé en mai 2024 par la JAXA et l'ESA, permet de distinguer la contribution des molécules et des aérosols pour chaque couche de l'atmosphère à 355 nm. Cet instrument offre ainsi la possibilité d'identifier et de caractériser spécifiquement les aérosols et les nuages fins, avec une résolution verticale de l'ordre de 100 m [1].

Les mesures acquises par ce satellite sont directement traitées par la mission, de sorte que seules des données de haut niveau sont disponibles, telles que la classification des types d'aérosols, leurs propriétés optiques (coefficients de rétrodiffusion et d'extinction), ainsi que les incertitudes associées [2,3,4]. Au sein de la communauté scientifique, il existe une forte demande de validation de ces données satellitaires à l'aide de mesures de référence au sol, généralement obtenues par des instruments de télédétection active de type lidar.

Au centre ONERA de Toulouse, un parc d'instruments de télédétection fait des mesures routinières d'événements atmosphériques. Il comprend notamment un lidar fonctionnant H24 à deux longueurs d'onde, ainsi qu'un radiomètre à micro-ondes destiné à la mesure de variables atmosphériques (température, pression, vapeur d'eau). Nous avons développé une chaîne de traitement permettant de déterminer, à partir de ces deux instruments, les propriétés optiques à 532 et 808 nm pour chaque couche de l'atmosphère [4,5]. L'enjeu est alors de confronter ces résultats à ceux obtenus par la mission EarthCARE à 355 nm.

Le stage proposé consistera à relever deux défis majeurs pour la réalisation de cette validation :

1. Construire une méthodologie permettant l'association géométrique et temporelle des données satellitaires avec les mesures au sol ;
2. Obtenir les propriétés optiques à l'aide du lidar au sol, puis les extrapoler à la longueur d'onde du satellite afin de procéder à la validation. Il s'agira aussi d'améliorer les algorithmes internes utilisés pour obtenir les propriétés optiques mentionnées.

Le stage sera axé sur le traitement des données obtenues à partir des différents instruments mentionnés. Pour cela, la programmation est un pilier fondamental, principalement en python. En outre, le candidat développera une réflexion critique sur les problématiques liées à la physique atmosphérique.

### Références:

[1] ESA Earth Online - *EarthCARE/ATLID mission page*. [earth.esa.int](https://earth.esa.int).

[2] Wehr T. et al., 2023, AMT - *EarthCARE science and system overview*. <https://doi.org/10.5194/amt-16-3581-2023>.

[3] Van Zadelhoff G.J. et al., 2023, AMT - *ATLID FeatureMask (A-FM)*. <https://doi.org/10.5194/amt-16-3631-2023>.

[4] Wandinger U. et al., 2023, AMT - *HETEAC model*. <https://doi.org/10.5194/amt-16-2485-2023>.

[5] Klett J.D., 1981, Appl. Opt. - *Stable analytical inversion*. <https://doi.org/10.1364/AO.20.000211>.

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

**Méthodes à mettre en oeuvre :**

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

Possibilité de prolongation en thèse : Non

**Durée du stage :**                      Minimum : 4 mois                      Maximum : 5 mois (6 mois sur dérogation uniquement)

Période souhaitée : janvier à août 2026

**PROFIL DU STAGIAIRE**

|                                                                                                                                                                                             |                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Connaissances et niveau requis :<br>Connaissance en traitement de données et de la programmation, principalement en python.<br>Connaissance en physique atmosphérique et de la statistique. | Ecoles ou établissements souhaités :<br>Universités<br>Écoles d'ingénieurs |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|