

## STAGE DE RECHERCHE de MASTER 2<sup>ème</sup> ANNEE

Année Universitaire 2022-2023

### LABORATOIRE : IPSL

**TITRE DU SUJET DE STAGE :** Avec quelle précision peut-on caractériser optiquement et géométriquement les cirrus naturels et ceux liés aux passages des avions ?

### COORDONNEES DU RESPONSABLE :

Nom – Prénom : Christophe Pietras, Jean-Charles Dupont

Grade: Ingénieur de Recherche CNRS affecté au LMD

Adresse: LMD/SIRTA, Ecole Polytechnique, 91128 Palaiseau

Téléphone : 01 69 33 51 82

E-mail : [christophe.pietras@lmd.ipsl.fr](mailto:christophe.pietras@lmd.ipsl.fr), [jean-charles.dupont@ipsl.fr](mailto:jean-charles.dupont@ipsl.fr)

Téléphone du secrétariat :

Fax : 01 69 33 51 08

### SUPPORT INFORMATIQUE:

Christophe Boitel, Marc Antoine Drouin, Julien Lenseigne

### ASSISTANT DE PREVENTION:

Christophe Pietras

### NATURE DU SUJET :

Théorie	<del>Pas du tout</del>	Un peu	Beaucoup
Modélisation num.	Pas du tout	<del>Un peu</del>	Beaucoup
Expérimentation	<del>Pas du tout</del>	Un peu	Beaucoup
Analyse de données	<del>Pas du tout</del>	<del>Un peu</del>	Beaucoup
Instrumentation	<del>Pas du tout</del>	Un peu	Beaucoup

### POURSUITE :

Ce stage peut-il donner lieu à un sujet de thèse ? OUI

### SUJET :

Le SIRTA est un observatoire atmosphérique qui déploie plus de 150 instruments afin d'observer et de quantifier plus de 1000 paramètres géophysiques clés pour la compréhension des processus atmosphériques.

Nous avons en particulier un lidar rétrodiffusion multi-longueurs d'onde raman, développé conjointement par plusieurs industriels et déployé depuis plusieurs années au SIRTA (<https://sirta.ipsl.fr/>) qui permet d'observer et de restituer les propriétés optiques des particules dans la troposphère.

Le Lidar IPRAL émet un faisceau laser à trois longueurs d'onde dans l'UV, le visible et le proche infrarouge dont les photons vont interagir avec les particules présentes dans l'atmosphère et être rétro-diffusées et collectées par des télescopes pour permettre de quantifier la quantité de lumière rétro-diffusée à l'aide de détecteurs. Cette rétrodiffusion dépend du type

de particules, de la concentration et de la longueur d'onde.

Cependant pour restituer les propriétés optiques des particules à l'origine de la rétrodiffusion, les signaux mesurés nécessitent d'être calibrés et analysés. Pour cela, nous nous appuyons sur un algorithme standardisé, développé et mis à disposition par la communauté européenne de recherche Lidars qui permet de restituer les profils géophysiques dérivés des signaux bruts soumis à la base de données.

L'analyse de ces profils permet d'obtenir des informations sur les propriétés optiques des nuages ou des aérosols présents au-dessus du Lidar selon les différents jours d'observation et peuvent être comparé avec d'autres mesures instrumentales disponibles (par exemple, le photomètre qui fournit l'épaisseur optique intégrés des aérosols dans l'atmosphère).

Le stagiaire sera amené à parcourir la base de données du lidar IPRAL du SIRTA afin de sélectionner des événements susceptibles d'être étudiés et documentés en se focalisant ici sur les nuages de haute altitude et plus particulièrement sur les nuages créés par le passage des avions. Le stagiaire pourra parcourir la bibliographie des récentes études pour appliquer les dernières techniques aux données du SIRTA. Le stagiaire va analyser ces études de cas en inversant les signaux lidar pour dériver les profils verticaux des propriétés géophysiques en combinant ces informations avec des instruments complémentaires comme un photomètre solaire ou encore des mesures in-situ de surface. Le stagiaire sera intégré dans une équipe de 15 personnes doté d'expertises variées (informatique, algorithmique, technique, scientifique, etc.).

Les résultats de ce stage vont directement alimenter le projet Climaviation qui est une action de recherche ambitieuse pour comprendre et quantifier les impacts climatiques de l'aviation (<https://climaviation.fr/>).

#### Axes d'analyses pour ce stage :

- Etude de l'instrumentation utilisée et les techniques mises en œuvre pour le fonctionnement des lidars et comprendre les mesures réalisées ;
- Etude bibliographique sur l'étude des propriétés optiques des aérosols par observation Lidar ;
- Développement de routines en python pour lire les données SIRTA et construire un catalogue de données disponibles permettant une classification facilitant la recherche pour les études de cas ;
- Développement de routines en python pour lire les données des paramètres optiques sorties de l'algorithme standardisé Single Calculus Chain, de les analyser et de les comparer avec d'autres données instrumentales à partir d'un outil existant ;
- Sélectionner d'études de cas pour analyser des événements particuliers comme les traînées de condensations des avions ou encore les cirrus naturels.
- Inverser les signaux lidar pour en dériver les propriétés géophysiques sur la verticale entre quelques centaines de mètres et une quinzaine de km d'altitude ;