STAGE DE RECHERCHE master 2 - Ingénieur

LABORATOIRE : LATMOS (Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales), 11 Boulevard d'Alembert, 78280 Guyancourt (www.latmos.ipsl.fr)

THEMATIQUES : Classification automatique, segmentation d'images, machine learning pour l'analyse d'images satellitaires, deep learning

COORDONNEES DES RESPONSABLES : Laurent Barthès (laurent.barthes@latmos.ipsl.fr), Nicolas Oudart (nicolas.oudart@latmos.ipsl.fr)

Gratification de stage : 600€/mois environ+ indemnité pass navigo

Période et durée : 5-6 mois à partir de mars 2027

Poursuite en thèse : une demande de bourse auprès de l'école doctorale ED129 sera déposée

NATURE DU SUJET :

Théorie	Pas du tout	**Un peu**	Beaucoup
Modélisation num.	Pas du tout	Un peu	**Beaucoup**
Expérimentation	**Pas du tout**	Un peu	Beaucoup
Analyse de données	Pas du tout	Un peu	**Beaucoup**
Instrumentation	Pas du tout	**Un peu**	Beaucoup

TITRE : Analyse de spectres Doppler et apprentissage automatique pour l'étude des précipitations

Le cycle de l'eau atmosphérique est fortement influencé par les interactions entre l'atmosphère et la surface. En particulier, l'urbanisation modifie localement les échanges thermiques et hydriques, la circulation de l'air ainsi que les concentrations en aérosols.

Le LATMOS développe des **radars verticaux Doppler ROXI** permettant d'observer les hydrométéores présents dans une colonne atmosphérique d'environ 13 km, avec une résolution verticale de l'ordre de 100 m. Ces radars mesurent l'énergie rétrodiffusée en fonction de la vitesse des hydrométéores. Les **spectres Doppler** fournissent ainsi des informations sur la distribution des vitesses de chute et sur la quantité d'hydrométéores présents à différentes altitudes. Leur analyse peut permettre d'accéder indirectement aux propriétés microphysiques des précipitations.

Le stage s'inscrit dans un projet visant à exploiter ces observations pour mieux caractériser l'évolution des précipitations en environnement urbain et semi-rural. Il constitue une première étape vers le développement d'une méthode permettant, à terme, d'estimer certaines propriétés atmosphériques à partir des observations radar.

Le stage comportera deux étapes principales.

1. Étude de sensibilité des observations radar : Une base de profils atmosphériques représentatifs de différentes situations précipitantes sera constituée. Ces profils seront utilisés pour simuler les observations radar à l'aide d'un modèle de transfert radiatif. L'analyse des relations entre les propriétés atmosphériques et les spectres Doppler simulés permettra d'identifier les variables physiques auxquelles les observations ROXI sont les plus sensibles.

2. Développement d'un modèle neuronal : À partir de cette base de simulations, un modèle d'apprentissage profond sera développé avec **PyTorch** afin d'apprendre la relation entre les propriétés physiques de l'atmosphère et les spectres Doppler associés. L'objectif sera de construire un **modèle direct rapide**, capable de reproduire les observations simulées sans avoir à exécuter systématiquement le modèle physique. Ce modèle constituera une première brique pour le développement ultérieur d'une méthode d'**inversion des observations radar**, permettant d'estimer certaines propriétés atmosphériques directement à partir des spectres Doppler.

Profil recherché

Ce stage s'adresse à des étudiants de **Master 2 ou dernière année d'école d'ingénieur**, issus de formations en :

- sciences de l'atmosphère, météorologie ou physique de l'environnement, avec de bonnes compétences en programmation ;
- science des données, apprentissage automatique ou informatique, avec un intérêt pour les applications aux sciences de l'environnement.

Une bonne maîtrise de **Python** est nécessaire. Des connaissances en apprentissage automatique, traitement du signal ou physique de l'atmosphère seront appréciées, mais il n'est pas nécessaire de maîtriser l'ensemble de ces domaines !