

# Système de détection automatique basé sur IA pour la protection d'instruments atmosphériques en vol

**Stage de fin d'étude Ingénieur.e en instrumentation**  
**Année Universitaire 2024-2025**

## Coordonnées du responsable :

Luc Blarel (Ingénieur instrumentation CNRS)  
Université de Lille - Campus scientifique / FST - Bat P5  
59655 Villeneuve d'Ascq Cedex  
Téléphone : 03.20.43.40.63  
Email : [luc.blarel@univ-lille.fr](mailto:luc.blarel@univ-lille.fr)

## En collaboration avec :

Romain Belmonte (Ingénieur de recherche CNRS)  
Email : [romain.belmonte@univ-lille.fr](mailto:romain.belmonte@univ-lille.fr)  
Du laboratoire **CRISTAL** (Centre de Recherche en Informatique, Signal et Automatique de Lille)  
Université de Lille - Campus scientifique / FST - Bâtiment ESPRIT

**Durée : 5/6 mois**

Collaborateurs :Cyril Delegove, Rodrigue Loisil, Philippe Goloub.



## Contexte

Le LOA (Laboratoire Optique Atmosphérique) est un laboratoire du CNRS et de l'Université de Lille. Il étudie, à travers 2 équipes de chercheurs et d'ingénieurs, l'impact des aérosols, des nuages sur le climat et la qualité de l'air. Sa recherche s'appuie sur des missions spatiales et des réseaux de mesures atmosphériques internationaux.

Les recherches de l'équipe interaction Aérosol Rayonnement (IAR) reposent, notamment, sur les équipements de la plateforme d'observation ATOLL (ATmospheric Observatory of liLLE) réunissant plusieurs instruments caractérisant les aérosols (leurs propriétés microphysiques et radiatives) par télédétection passive et active. Parmi ces instruments de recherche, le réseau PHOTONS/AERONET, composante de l'infrastructure de recherche ACTRIS, est un acteur clé dans le développement et l'étalonnage de photomètres solaires/lunaires déployés dans des environnements variés, allant de sites terrestres à des plateformes mobiles (bateaux, véhicules et avions),

Ce projet s'intègre dans les objectifs du laboratoire commun AGORA-Lab incluant la PME CIMEL (Paris).

## Sujet du stage

Depuis 2010, le LOA a développé deux versions de photomètre pour avion (PLASMA) utilisés sur les avions SAFIRE de la flotte française (CNES, Météo-France, CNRS). La tête optique de cet instrument automatisé est orientée vers le soleil grâce à un asservissement utilisant les données de l'avion (GPS et altitude) couplées à une cellule 4 quadrants, garantissant un champ de vue de moins de 1,5°. Une troisième version (PLASMA3) est en développement pour répondre à de nouveaux défis, notamment :

- (1) Résister à la traversée de nuages précipitants sans contaminer les optiques,
- (2) Mesurer la luminance d'un point du ciel avec une précision angulaire de l'ordre du degré.

Le but du stage est de concevoir une solution de détection des nuages pour assurer la protection des optiques de PLASMA3 en conditions humides (pluie ou nuages) (défis 1). Cette version intègre un mode de « parking » des optiques. Une approche envisageable repose sur une caméra type fisheye, capable de détecter la présence de brume ou de gouttes d'eau face à l'avion. Cette solution devrait permettre de mettre l'instrument en mode « parking » avant que l'avion ne traverse un nuage.

## Missions

Le/la stagiaire contribuera au développement et à la validation d'un dispositif de détection basé sur une caméra et un traitement d'images, incluant les étapes suivantes :

- **Réalisation d'un état de l'art** des méthodes de télédétection optique des nuages et de l'humidité.
- **Proposition d'une solution technique** (caméra et acquisition) intégrant les contraintes de poids, de volume et de robustesse aux conditions extrêmes de vol, avec un traitement par intelligence artificielle.
- **Développement d'un algorithme de commande** déclenchant le passage en mode « protection » de l'instrument en cas de conditions météorologiques défavorables.
- **Elaboration d'un protocole de test** pour la validation du dispositif en conditions réelles.
- **Tests sur le terrain**, si possible, lors de la campagne aéroportée estivale de 2025.

Les solutions proposées devront permettre une reproduction en petite série, en veillant à optimiser les coûts et à répondre aux exigences d'un déploiement sur avions de recherche.

## Profil recherché

Étudiant.e en dernière année d'école d'ingénieur ou de Master 2 en instrumentation avec des compétences en électronique embarquée et traitement d'image appliquée à la télédétection par l'intelligence artificielle.

**Mots clés** : Système embarqué, IoT, intelligence artificielle, conception instrumentale, automatisation, instrumentation, télédétection optique.

**Gratification de stage** : ~659 € / mois

**Lieu** : LOA/CNRS Université de Lille

## Sites :

LOA : <https://loa.univ-lille.fr>

PLASMA : [https://loa.univ-lille.fr/instrumentation/develop\\_lab.html?p=plasma](https://loa.univ-lille.fr/instrumentation/develop_lab.html?p=plasma)

Réseau PHOTONS : <https://loa.univ-lille.fr/photon>

Réseau international AERONET : [https://aeronet.gsfc.nasa.gov/new\\_web/index.html](https://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/index.html)

ACTRIS : <https://www.actris.fr>

CIMEL/Photomètre : <https://www.cimel.fr/solutions/ce318-t/?lang=fr>