

# Réalisation d'une solution de détection des nuages pour photomètre mobile

Stage de fin d'étude Ingénieur.e en instrumentation  
Année Universitaire 2022-2023

## Coordonnées du responsable :

BLAREL Luc (Ingénieur instrumentation CNRS)  
Adresse: LOA UMR CNRS – Faculté des Sciences et Technologies  
Bat P5  
Université de Lille  
59655 Villeneuve d'Ascq Cedex  
Téléphone : 03.20.43.40.63  
Email : luc.blarel@univ-lille.fr

**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, évalue et prépare des photomètres solaires/lunaires avant leur installation sur site d'observation. Ces instruments sont installés dans des environnements variés et parfois difficiles (température, vent, humidité, ...). Parallèlement, le réseau développe des versions mobiles de l'instrument (bateau, voiture, avion). Ce projet s'intègre dans les objectifs du laboratoire commun AGORA-Lab incluant la PME CIMEL (Paris).

## Sujet du stage

Depuis 2010, les équipes techniques du LOA ont mis au point 2 versions de photomètre pour avion (PLASMA). Ils fonctionnent actuellement sur les avions SAFIRE de la flotte française (CNES, MétéoFrance, CNRS). C'est un instrument automatisé qui oriente une tête optique vers le soleil. Les canaux ont un champ de vue de moins de 1.5°. Pour garder le pointage solaire lors des vols, la tête de mesure est orientée grâce à un asservissement couplant les données avions (GPS+ attitude) et une cellule 4 quadrants.

Une 3ème version est à l'étude. Elle doit résoudre de nouveaux défis notamment (I) la traversée de nuages précipitants sans contaminer les optiques ou (II) mesurer la luminance d'un point du ciel avec une précision angulaire de l'ordre du degré.

Le but du stage est de proposer une solution pour le premier défi. En effet les 2 premières versions de PLASMA ne sont pas waterproof. La version en élaboration pourra protéger ses optiques dans une position de parking. Le problème est d'avoir un dispositif de détection des nuages et des périodes humides (pluie ou traversée de nuages) durant les vols.

Des solutions existent. Une détection via une caméra type fisheye a retenu notre attention. Elle pourrait à la fois indiquer la présence du soleil dans le champ de vue de l'instrument et nous informer sur son positionnement. Si le soleil n'est pas dégagé (sans nuage dans la direction du soleil) la mesure n'est pas utile. La partie la plus complexe est de détecter un nuage et de mettre l'instrument en parking avant que l'avion ne le traverse.

L'idée est de démontrer le concept sur la première version PLASMA3 en impression 3D. Le système mobile MAMS du laboratoire servira pour les tests.

Le développement comprendra différents objectifs :

- Un état de l'art de la détection des nuages et de la pluie particulièrement par télédétection optique à base de camera.
- Proposer une solution technique (caméra + acquisition + traitement) en prenant en compte les conditions extrêmes de vols et de faible encombrement dans les avions
- Développer un algorithme produisant l'ordre de mise en protection de PLASMA.
- Elaborer un protocole de test
- Si possible le dispositif pourra être mis en test cet été lors de la prochaine campagne aéroportée en Haut de France.

- Selon le temps disponible et les possibilités durant le stage, proposer un positionnement/tracking du soleil si la solution caméra est retenue.

Les choix devront être faits dans un souci de reproduction en petite série et un compromis d'optimisation des coûts.

**Profil du/de la candidat.e souhaité.e** : Ecole d'ingénieur ou Master 2 en instrumentation.

**Mots clefs** : Système embarqué, IoT, traitement d'images, conception instrumentale, automatisation, Instrumentation, télédétection Optique.

**Gratification de stage** : ~560 € / 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/photons>

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>