

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Etude expérimentale d'un lidar vent moléculaire basé sur un interféromètre quadri Mach-Zehnder pour les futurs satellites de la famille Aeolus

Référence : **PHY-DOTA-2026-04**

(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2026 à Janvier 2027
selon le type de financement

Date limite de candidature : 01/06/2026

Mots clés:

Light detection and ranging; UV lidar; Interferometer, wind velocity measurement, AEOLUS

Profil et compétences recherchées :

Expérience avérée en réalisation de systèmes optiques utilisant des lasers et en programmation informatique

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif :

La mesure de vitesse d'air à haute altitude par lidar est très importante pour des applications aéronautiques (notamment pour les futurs avions basse consommation) et spatiale : Cal/val et futures missions des satellites de la famille d'Aeolus dont l'utilité est maintenant essentielle pour les prévisions météorologiques. Cette mesure, réalisée par lidar UV moléculaire à détection directe, est un sujet cœur de métier à l'ONERA au DOTA/SLS. Nous développons depuis plusieurs années une solution comportant un analyseur spectral innovant de type interféromètre quadri Mach-Zehnder (QMZ) qui est le meilleur compromis entre précision de mesure et robustesse. Si nos premiers développements ont été réalisés pour des besoins aéronautiques, un tel système semble une solution particulièrement avantageuse pour les futures versions du satellite AEOLUS 2 [D. Bruneau and J. Pelon, Atmos. Meas. Tech., 14, 4375–4402, 2021]. Elle permettrait une amélioration des performances de mesure de vitesse et la mesure simultanée du vent et des propriétés radiatives des nuages avec un même analyseur ce qui constituerait un gain important par rapport au système actuel.

Un point essentiel pour rendre le système spatialisable, particulièrement dans le cas d'un interféromètre, est de rendre tout désalignement impossible. C'est pourquoi nous avons conçu récemment une nouvelle version monolithique du QMZ constitué de plusieurs prismes collés entre eux. Ainsi, l'objectif de cette thèse est d'étudier les possibilités d'utiliser le QMZ comme analyseur spectral pour les futures versions d'AEOLUS. Pour cela, un premier défi de cette thèse sera d'intégrer cet élément dans le lidar actuel, et de modifier l'architecture du lidar pour réaliser des mesures de vent à longue distance (jusqu'à 10-20 km d'altitude). Les résultats seront alors comparés avec les besoins et les performances d'AEOLUS. Un second défi sera de mesurer les propriétés radiatives des nuages à partir des sorties de cet analyseur. En fin de thèse, l'ajout d'une voie dépolarisée pourra être envisagé pour étudier plus précisément les propriétés des aérosols.

La thèse comporte 3 étapes. La première étape consistera à déterminer, via un code de modélisation lidar existant, une configuration permettant une mesure de vent à longue distance. En effet, le lidar est actuellement configuré pour réaliser des mesures à courte distance devant un avion. Cela passera notamment par l'utilisation de photomultiplicateurs et une modification probable des algorithmes de traitement de signal pour passer à du comptage de photon. Lors de cette étape, l'étudiant évaluera aussi, par simulation, les performances de mesure des propriétés radiatives de nuages. La seconde étape consistera à étudier expérimentalement les performances de l'interféromètre monolithique, à l'intégrer dans le lidar puis à modifier l'architecture du lidar pour réaliser des mesures de vent à longue distance et des propriétés radiatives des nuages. Enfin, lors de la troisième étape, les performances du lidar seront caractérisées d'abord sur atmosphère par comparaison avec des mesures obtenues avec un lidar vent hétérodyne et ensuite en comparant les résultats avec les simulations réalisées. Lors des différentes étapes les performances obtenues seront évaluées en regard des besoins d'AEOLUS.

Collaborations envisagées :

LATMOS

Laboratoire d'accueil à l'ONERA :

Département : Optique et Techniques Associées

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : David Michel

Tél. : 0180386424 Email : david-tomline.michel@onera.fr

Directeur de thèse :

Nom : Michel

Laboratoire : DOTA/SLS

Tél. : 0180386424

Email : david-tomline.michel@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>