

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Nouvelle méthode de traitement du signal par approche bayésienne pour l'amélioration de la résolution spatiale des lidars vents hétérodynes

Référence : **PHY-DOTA-2026-07**

(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 ; Signal processing; Maximum a posteriori ; Turbulence; wind lidar

Profil et compétences recherchées :

Expérience avérée en traitement du signal et/ou d'image incluant une part d'algorithmie et de programmation (Matlab). Des compétences et un goût pour l'expérimentation en optique seront également appréciés.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif :

Le lidar vent cohérent, domaine dans lequel l'ONERA travaille depuis des décennies, est un instrument optique permettant la mesure d'un champ de vent à la manière d'un radar mais en utilisant une source laser. Ce type de mesure est important notamment en météorologie (analyse de turbulences atmosphériques), pour la sécurité aérienne (mesure de turbulence, de vortex engendrés par les avions) et pour l'industrie éolienne (analyse de la ressource éolienne potentielle avant installation de turbines génératrices de courant). La limite en résolution spatiale du lidar vent cohérent est liée à la durée de l'impulsion laser utilisée. Cette dernière ne peut pas descendre en dessous de la centaine de nanosecondes (correspondant à 15 m dans l'atmosphère) sans compromettre le bilan de liaison lidar.

Plusieurs approches sont envisagées dans la communauté lidar pour améliorer la résolution spatiale de la mesure sans raccourcir l'impulsion : par modulation de la source laser, ou bien en inversant la convolution de la réponse atmosphérique par traitement du signal. A l'ONERA nous étudions cette dernière approche, qui a l'avantage de ne modifier que le software, depuis quelques années. Un premier algorithme de type maximum a posteriori a été développé récemment au cours d'une thèse menée au sein de notre laboratoire. L'algorithme final a montré de très bons résultats sur des données de simulations et sur des données expérimentales (<https://doi.org/10.1364/OL.566273>). Cependant, cette approche requière une connaissance parfaite des paramètres du lidar.

Ainsi, nous proposons au/à la candidat(e) de travailler dans un premier temps sur l'amélioration de la robustesse de l'algorithme existant face aux imperfections de modélisation, et de savoir où l'on se situe en termes de précision de mesure de vent par rapport au maximum de précision théorique. Pour cela, l'étudiant(e) travaillera à :

- Effectuer une déconvolution myope ou « auto-supervisée », dans laquelle certains paramètres mal connus de l'impulsion laser sont estimés conjointement au profil de vent à partir des données. Cette amélioration est importante car elle rendra l'algorithme plus robuste sur les données réelles.
- Déterminer la borne théorique d'estimation du profil de vent en fonction du rapport signal sur bruit et de la réponse impulsionnelle instrumentale, afin de la comparer aux performances atteintes en simulation ou en expérimentation
- Modéliser plus finement les bruits présents dans les mesures, et prendre en compte ces raffinements dans l'inversion.

Dans un deuxième temps, nous proposons au/à la candidat(e) de développer un nouvel algorithme basé soit sur une extension de l'approche actuelle mais en faisant varier la largeur de la porte temporelle d'analyse (analyse multi-portes) ou sur des données plus brutes tirées de la matrice de covariance du signal. Un argument théorique (information de Fischer) nous indique que les données d'entrée pour ces deux approches contiennent plus d'information que le spectrogramme utilisé actuellement. Ces approches pourraient donc contribuer à améliorer encore la résolution et la précision de vitesse obtenue.

Collaborations envisagées :

Entreprise Vaisala-France

Laboratoire d'accueil à l'ONERA : Département : Optique et Techniques Associées Lieu (centre ONERA) : Centre de Palaiseau Contact : Matthieu VALLA Tél. : 01 80 38 61 06 Email : matthieu.valla@onera.fr	Directeur de thèse : Nom : Tomline MICHEL Laboratoire : ONERA Palaiseau Tél. : 0180386424 Email : david-tomline.michel@onera.fr
--	---

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