

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Mesures d'énergie et de flux turbulents par Lidar atmosphérique

Référence : **PHY-DOTA-2025-22**

(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2025

Date limite de candidature :

Mots clés :

Lidar vent, énergie cinétique turbulente et dissipation, processus de couche limite convective

Profil et compétences recherchées

Physique de l'atmosphère et/ou traitement : du signal au niveau master2

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif :

L'étude de la couche limite atmosphérique (CLA) est un domaine clé de la météorologie et de la dynamique de l'atmosphère. Il s'agit de la couche la plus basse de l'atmosphère, directement influencée par la surface terrestre, où les échanges de chaleur, d'humidité et de quantité de mouvement sont particulièrement intenses. Elle est gouvernée par les processus turbulents, qui résultent de la friction du vent avec la surface ainsi que du réchauffement diurne par rayonnement solaire. Son épaisseur varie généralement de quelques centaines de mètres à environ un kilomètre, bien que cette hauteur puisse être fortement modulée par les conditions météorologiques, le type de surface sous-jacente et le cycle jour/nuit.

L'observation et la modélisation de la couche limite atmosphérique sont cruciales pour de nombreuses applications en météorologie et en climatologie. Elles interviennent notamment dans la prévision des phénomènes météorologiques à méso-échelle (orages, brises de mer, inversions thermiques), l'étude de la dispersion des polluants, ou encore dans l'émergence de nouvelles applications comme l'optimisation de la production éolienne ou photovoltaïque. Mais la complexité des processus en jeu dans les échanges entre la surface de l'atmosphère, et entre la couche limite et la troposphère libre, pose encore de nombreux verrous.

Des outils variés sont utilisés pour étudier cette couche, allant de mesures ponctuelles in situ avec des radiosondages météorologiques, des ballons captifs ou des avions et des mesures continues avec notamment des mâts de mesure pour les premières dizaines de mètres ou encore des instruments de télédétection pour documenter l'intégralité de la couche. Les lidars Doppler sont, depuis une vingtaine d'années, des outils appropriés pour mesurer les profils verticaux de vent moyens et leur intérêt est grandissant pour documenter les processus de turbulence grâce à leur résolution temporelle.

La grande majorité des lidars Doppler sont des instruments possédant quelques lignes de visée fixe. Si ces lidars Doppler permettent une mesure directe du profil de la vitesse verticale lorsque qu'ils possèdent une ligne de visée au zénith, ils doivent recourir à un algorithme pour restituer la vitesse horizontale à partir des projections obtenues sur l'ensemble des lignes de visée. Les modèles de performance du lidar profileur prévoient que l'inhomogénéité des vitesses radiales en conditions turbulentes se traduit par une amplification du bruit dans la vitesse horizontale restituée. Dès lors, le lidar profileur surestime la composante horizontale de l'énergie cinétique turbulente. Il existe bien une méthode fiable de mesure de l'énergie cinétique turbulente par lidar, obtenue directement à partir des vitesses radiales mesurées, mais cette dernière n'est accessible qu'aux instruments capables d'un scan couvrant l'ensemble des azimuts, à haute résolution angulaire, et effectué à une élévation précise, ce qui ne constitue qu'une minorité des instruments déployés, celle des instruments les plus performants.

Nous proposons au candidat(e) d'inverser les modèles de performance des lidars profileurs en conditions turbulentes pour développer un algorithme de mesure d'énergie cinétique turbulente et du taux de dissipation de cette énergie. L'algorithme développé sera d'abord testé en simulation, puis sur des données obtenues par lidar et issues d'une campagne de mesure, avec une mesure de référence issue d'un capteur ultrasonique in situ sur mât et sous ballon.

La campagne de mesure, menée en collaboration avec le CNRM (Météo France) et le LAERO -Laboratoire d'Aérodynamique) sur un site multi-instrumenté, sera aussi élargie à l'étude de la couche limite convective terrestre (basse couche de l'atmosphère en contact avec et directement influencée par le sol). Notamment on estimera la hauteur de la couche limite convective depuis les mesures du lidar vent et la synergie instrumentale, et on estimera des profils caractéristiques de la turbulence. Ces mesures permettront d'évaluer les modèles de prévisions météorologiques et de donner des perspectives aux développements de paramétrisation pour la représentation de processus de petites échelles.

Collaborations envisagées : CNRM (Météo France) et Laboratoire d'Aérodynamique (CNRS)	
Laboratoire d'accueil à l'ONERA : Département : Optique et Techniques Associées Lieu (centre ONERA) : Palaiseau Contact : Matthieu VALLA Tél. : 01 80 38 61 06 Email : matthieu.valla@onera.fr	Directeur de thèse : Nom : Guylaine CANUT Laboratoire : CNRM Tél. : 05 61 07 90 11 Email : guylaine.canut@meteo.fr

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