

**PROPOSITION DE SUJET DE THESE**

**Intitulé : LIDAR bi-fonction DIAL-Doppler pour la mesure des flux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère**

Référence : **PHY-DOTA-2022-15**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Début de la thèse** : Octobre 2022

**Date limite de candidature** : Juin 2022

**Mots clés :**

Lidar Atmosphérique, Gaz à effet de serre, CO<sub>2</sub>, vent

**Profil et compétences recherchées :**

Ecole d'ingénieur ou master spécialisé en optique.  
Gout marqué pour l'expérimentation en optique et laser.

**Présentation du projet doctoral, contexte et objectif :**

Dans le contexte du réchauffement climatique, il est essentiel de mieux comprendre et caractériser les flux de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, notamment le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). La mesure des flux de CO<sub>2</sub> au voisinage des agglomérations ou des zones industrielles sont une des clés pour dresser un diagnostic GES précis, et pour guider ou évaluer les mesures de réduction des émissions. La démarche de décarbonation du secteur aérien passe également par la caractérisation des émissions de CO<sub>2</sub>, que ce soit à petite échelle (émissions des moteurs par exemple) ou plus grande échelle (zones d'activités, aéroports).

Afin de quantifier les flux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, il est nécessaire de mesurer la concentration du gaz, mais aussi la vitesse du vent. La technologie des Lidars dits *cohérents* présente le potentiel unique de pouvoir mesurer ces deux paramètres simultanément, et à distance. La concentration de gaz est mesurée selon le principe du lidar DIAL (Differential Absorption Lidar), par émission successive de deux longueurs d'onde très proches, l'une étant absorbée par le gaz, et l'autre ne l'étant pas. La vitesse du vent, elle, est mesurée selon le principe de l'effet Doppler. On parle alors de Lidar combiné DIAL-Doppler.

Le DOTA a récemment développé une source laser fibrée à 2µm de nouvelle génération, robuste, sans alignement, et spécialement conçue pour permettre des mesures combinées CO<sub>2</sub>/vent. Cette source peut en outre être associée facilement avec un amplificateur cristallin, afin de délivrer des impulsions de haute énergie. Intégrée au sein d'un système Lidar, une telle source laser ouvre la possibilité de réaliser sur le terrain des mesures de flux de CO<sub>2</sub> à longue portée (plusieurs kilomètres) ou à haute cadence.

Sur la base de cette source, la thèse consiste à développer, tester, et qualifier un nouveau système Lidar bi-fonction CO<sub>2</sub>/vent. Après une période de formation sur les différentes notions requises (détection cohérente, lidar Doppler, lidar DIAL), et en s'appuyant sur de précédents travaux, l'étudiant(e) développe l'architecture optique du Lidar, ainsi que des algorithmes originaux de traitement de signal, visant à la fusion de données gaz+vent afin de quantifier les flux. En parallèle, il/elle adapte à son cas d'étude et enrichit un simulateur Lidar précédemment développé, ce qui lui permet de modéliser les performances attendues du système. Dans un second temps, l'étudiant(e) qualifie expérimentalement les performances du Lidar, en adoptant une démarche d'analyse métrologique (budget des erreurs aléatoires et systématiques). Pour ce faire, une campagne de mesure de qualification en environnement maîtrisé sera mise en place. Enfin, une campagne de mesure en conditions réelles sera réalisée (agglomération, zone industrielle, ou aéroport), afin d'illustrer dans un cas pratique l'apport scientifique de l'instrument.

Le/la doctorant(e) sera intégré(e) et encadré(e) dans une équipe spécialiste des systèmes Lidars. Il/elle participera aux campagnes de mesure sur le terrain et contribuera très significativement à la mise au point d'un nouvel instrument de télédétection du CO<sub>2</sub> atmosphérique. Son travail trouvera des applications dans les domaines de la climatologie et environnement, mais aussi dans l'industrie (secteur aérien, énergie...).

**Collaborations envisagées :**

Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD, Palaiseau), INERIS (Verneuil-en-Halatte), Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE, Saclay)

**Laboratoire d'accueil à l'ONERA :**

Département : Optique et Techniques Associées

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

**Contact** : Agnès Dolfi-Bouteyre

Tél. : 0180386331

Email : [agnes.dolfi-bouteyre@onera.fr](mailto:agnes.dolfi-bouteyre@onera.fr)

**Directeur de thèse :**

Nom : Nicolas Cézard

Laboratoire : ONERA/DOTA

Tél. : 0562252615

Email : [nicolas.cezard@onera.fr](mailto:nicolas.cezard@onera.fr)

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