ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

www.onera.fr

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Lidar infrarouge pour la détection d'émanations diffuses d'ammoniac et de COVs

Référence : **PHY-DPHY-2024-11**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 2024	**Date limite de candidature :** Septembre 2024

Mots clés

Laser, optique non-linéaire, lidar, télédétection, spectroscopie, qualité de l'air, risques industriels

Profil et compétences recherchées

Expérimentateur en optique des lasers (ingénieur grande école ou master 2 recherche). Capacité à interpréter les résultats par des modèles simples, analytiques ou numériques.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Dans le cadre de la qualité de l'air, la surveillance des émissions diffuses est un enjeu majeur. En effet, les facteurs d'émissions de ces sources émergeantes restent, en général, sous-estimés. Or, il existe peu d'équipements de mesure adaptés à leur étendue spatiale et aux bas niveaux de concentration rencontrés. L'unité caractérisation du milieu air en proximité de source (PROX) au sein de la direction Milieux et Impacts sur le Vivant (MIV) de l'INERIS s'attache à renforcer les connaissances sur la caractérisation de ces rejets non maîtrisés en développant de nouvelles méthodologies de surveillance. Parmi les meilleures techniques disponibles, les LIDARs DIAL, qui utilisent l'absorption de la lumière par les gaz à des longueurs d'ondes précises correspondant à des modes de vibration moléculaire, présentent le fort intérêt de localiser les sources à distance et de quantifier directement les flux d'émission une fois couplés à une mesure de vent.

La technologie originale portée par l'unité Sources Laser et Métrologie (SLM) du Département Physique, Instrumentation, Environnement et Espace (DPHY) de l'ONERA, permet de cibler de multiples gaz dont le NH_3 (précurseur de particules fines) et certains composés organiques volatils. Les LIDARs DIAL requièrent des sources laser cohérentes, émettant des impulsions nanosecondes de forte puissance crête > 1 kW, dont la longueur d'onde est comprise entre 8 et 12 µm, avec une bascule spectrale ON/OFF à une cadence > 10 Hz. La solution retenue, réalisée lors d'une thèse précédente et transférée à un industriel, est le pompage d'oscillateurs paramétriques optiques (OPO) à cristaux de GaAs par un laser thulium accordable en longueur d'onde.

Cette thèse comporte trois étapes :

1. La modification d'une source optique paramétrique pré-industrielle, afin de décaler la longueur d'onde d'émission vers 11 µm, adaptée à la mesure de NH3 et d'autres COVs d'intérêt pour l'Ineris.
2. L'intégration de cet émetteur laser dans un LiDAR existant, développé à l'ONERA pour des mesures courtes portées dans la gamme spectrale 10-11 µm, et l'amélioration de ce système LiDAR afin de l'adapter aux exigences de mesure sur site industriel (changement de ligne de visée, rapidité du traitement de la mesure, mesure plus rapide de la longueur d'onde, montée en énergie éventuelle du système…)
3. Le LiDAR sera validé par des mesures en cellule à l'Onera, puis par des mesures sur des plateformes d'essais adaptées de bancs de fuites en galerie ou en extérieur à l'Ineris. Ces essais permettront d'analyser la sensibilité et la stabilité des mesures DiAL pour la surveillance des émissions diffuses.
4. Enfin, une campagne d'essai pourra être menée à proximité d'installations industrielles, de stations d'assainissement, ou d'infrastructures agricoles pour valider la méthodologie de déploiement et qualifier le dispositif en conditions réelles.

Ces développements représenteront une avancée significative par rapport à l'état de l'art international et donneront lieu à plusieurs publications dans des revues à comité de lecture.

Collaborations envisagées : INERIS, TeemPhotonics (Grenoble)	
Laboratoire d'accueil à l'ONERA Département : Département Physique, Instrumentation, Environnement, Espace (DPHY) Lieu (centre ONERA) : Palaiseau **Contact** : J.-M. Melkonian Email : jean-michel.melkonian@onera.fr	**Directeur de thèse** Nom : Antoine Godard Laboratoire : DPHY Email : antoine.godard@onera.fr

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