

PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE

Intitulé : Tomographie par spectroscopie d'absorption laser (TDLAT) pour la cartographie de température et d'espèces chimiques en combustion

Référence : **PHY-DPHY-2023-17**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/2023

Date limite de candidature : 01/07/2023

Mots clés : spectroscopie d'absorption par diode laser accordable (TDLAS), tomographie, problèmes inverses non linéaires.

Profil et compétences recherchées

Formation : Master Recherche /Ecoles d'ingénieurs

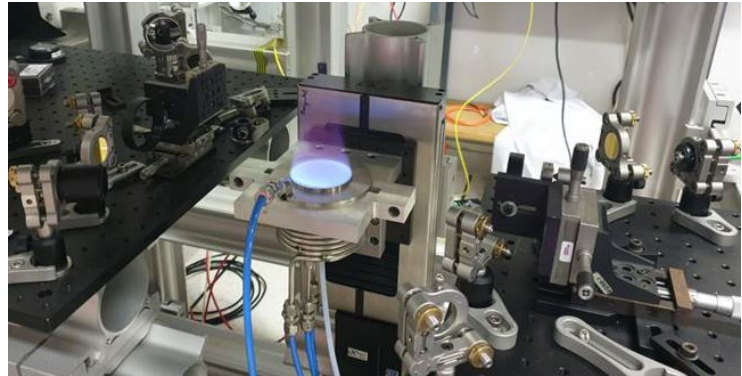
Spécificités souhaitées : Optique, Photonique avec intérêt pour traitement du signal/image

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Le développement et l'optimisation des moteurs à combustion requièrent la mesure de cartographies 3D de diverses espèces chimiques (CO₂, H₂O, CO, NO, ...) et de température.

La thèse porte sur le développement de la technique de tomographie par TDLAS (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy), dans le but de parvenir à de telles cartographies dans ces milieux où seules des techniques non intrusives peuvent être utilisées. Cette technique est classiquement appliquée à des mesures de concentration, et la mesure couplée de température et concentration nécessite des développements spécifiques.

Une partie de la thèse portera sur l'amélioration de la technique de TDLAS actuellement mise en œuvre au département DPHY de l'ONERA, afin d'en améliorer son ratio signal à bruit, et de réduire la sensibilité aux fortes turbulences du milieu sondé. Les milieux en combustion sont en effet souvent complexes et sévères (turbulences, particules, etc.) ce qui peut entraîner des variations du signal collecté, diminuant la précision de la mesure. Une possibilité qui pourra être explorée pendant la thèse afin de diminuer le bruit de mesure et de moduler le signal à haute fréquence, afin de l'extraire du bruit basse fréquence (technique de modulation de fréquence) [1].



Une deuxième partie de la thèse portera sur le développement de la technique de tomographie par TDLAS (TDLAT : Tunable Diode Laser Absorption Tomography) en s'appuyant sur les développements algorithmiques du Département DTIS de l'ONERA, et en les adaptant. C'est un problème de tomographie difficile en raison de deux caractéristiques essentielles : la non linéarité et le faible nombre de projections. Une première approche d'inversion a été développée dans une thèse précédente, basée purement sur un modèle direct [2], sans ajout d'informations a priori. Depuis, diverses approches intéressantes ont été proposées s'appuyant sur des régularisations pilotées par une approche basée données [3][4], en particulier des bases de cartes de concentration et température calculées par simulation numérique physique (CFD) [3].

L'objectif de la thèse est de développer de telles méthodes instrumentales et numériques et d'évaluer leurs performances sur des données expérimentales. Pour ce faire, une expérience sera mise en œuvre dans une flamme de référence caractérisée par d'autres diagnostics optiques résolus spatialement (PLIF, CARS).

Bibliographie

[1] Sun, K. et al, Analysis of calibration-free wavelength-scanned wavelength modulation spectroscopy for practical gas sensing using tunable diode lasers," *Meas. Sci. Technol.* 2013, 24(12), 125203, [10.1088/0957-0233/24/12/125203](https://doi.org/10.1088/0957-0233/24/12/125203).

[2] Corbas, V. *Cartographie d'espèces chimiques en combustion par tomographie et spectroscopie d'absorption multifaisceaux*, thèse de doctorat, Paris-Saclay, déc 2019, [tel-02413238](https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02413238)

[3] Nadir, Z. et al , A Model-Based Iterative Reconstruction Approach to Tunable Diode Laser Absorption Tomography, *IEEE Trans. Comput. Imaging*, 2017, [10.1109/TCI.2017.269](https://doi.org/10.1109/TCI.2017.269)

[4] Adler, J. et al, Learned primal-dual reconstruction. *IEEE Trans. Medical Imaging*, 2018, [10.1109/TMI.2018.2799231](https://doi.org/10.1109/TMI.2018.2799231)

Collaborations envisagées : La thèse se déroulera en collaboration avec plusieurs départements de l'Onera.

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : DPHY

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contacts : Gautier Vilmart, Christophe Brossard, Aurélien Plyer

Email : gautier.vilmart@onera.fr,
christophe.brossard@onera.fr
aplyer@onera.fr

Directeur/Co-directeur de thèse

Nom : Myriam Raybaut

Frédéric Champagnat

Laboratoire :

ONERA/DPHY/SLM

ONERA/DTIS/IVA

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