

## PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE

### Intitulé :

**Tomographie par spectroscopie d'absorption laser (TDLAT) pour la cartographie de températures chimiques en combustion**

Référence : **PHY-DPHY-2026-12**

(à rappeler dans toute correspondance)

**Début de la thèse :** 01/10/2026

**Date limite de candidature :** 01/05/2026

### Mots-clés :

spectroscopie d'absorption par diode laser accordable (TDLAS), tomographie, problèmes inverses non linéaires, réseau de neurones, PINNs, électronique

### Profil et compétences recherchées

Formation : Master Recherche /Ecoles d'ingénieurs

Spécificités souhaitées : Optique/photonique, avec intérêt pour traitement du signal/image et l'électronique

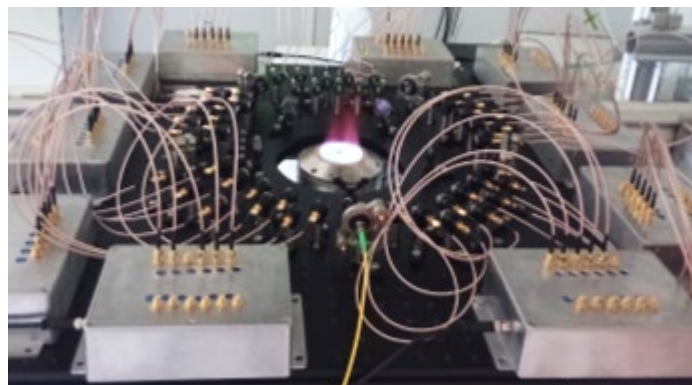
### Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Le développement et l'optimisation des moteurs à combustion requièrent la mesure de cartographies de la concentration de diverses espèces chimiques gazeuses ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ , ...) et de la température.

Les méthodes optiques actuelles ne répondent pas à ces besoins. La technique CARS (spectroscopie Raman anti-Stokes cohérente) permet une mesure fiable de la température, mais ponctuelle. Seule une cartographie moyennée temporellement peut être reconstituée par des explorations spatiales successives, souvent incompatibles avec l'instationnarité des écoulements ou les durées d'essais. La technique PLIF (fluorescence induite par laser dans un plan) fournit une information spatiale sur la concentration de l'espèce sondée, mais elle est relative et non quantitative. La technique TDLAS (spectroscopie d'absorption par diode laser accordable) permet une mesure quantitative de la concentration et de la température, mais intégrée le long du faisceau laser et donc sans résolution spatiale

Le but de cette thèse est de poursuivre le développement de la technique de tomographie par TDLAS, technique qui permettrait d'obtenir ces cartographies grâce à la mise en œuvre simultanée d'un nombre important de voies de mesure et l'emploi d'un algorithme permettant de reconstruire les cartographies à partir des mesures TDLAS intégrées individuelles.

Une thèse actuellement en cours sur ce sujet a permis la mise au point et le montage d'un système optique permettant de générer une cinquantaine de voies de mesure. Un des objectifs de la partie expérimentale de la thèse proposée sera d'améliorer les performances de ce montage, au niveau électronique ou bien en utilisant d'autres sources laser (peignes de fréquences par exemple).



La seconde partie de la thèse portera sur le développement de nouveaux algorithmes d'inversion tomographique en s'appuyant sur les développements du Département DTIS de l'ONERA, et en les adaptant. C'est un problème de tomographie difficile en raison de la non linéarité et du faible nombre de projections. Une approche d'inversion a été développée dans la thèse précédente, s'appuyant notamment sur un modèle réduit base de données, en particulier des bases de cartes de concentration X et température T résultant de simulation numérique physique [1]. Pour éviter la dépendance à de telles bases de données, nous envisageons de développer des représentations neuronales des champs de (T,X) inspirées de la méthodologie PINNs (Physics-Informed Neural Network [2][3]).

L'objectif de la thèse est ainsi 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. Des comparaisons des mesures de température sont également prévues avec une méthode de mesure de référence.

[1] C. Birot et al. *Mapping of CH<sub>4</sub> atmospheric plumes from point sources by open-path TDLAS and AI-assisted tomographic reconstruction: numerical proof of concept*. . SPIE Sensot+ Imaging, 15-18 spt 2025, Madrid

[2] P. Molnar et al. *Unsupervised neural-implicit laser absorption tomography for quantitative imaging of unsteady flames*, Combustion and Flame, 2025

[3] *Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations*. Journal of Computational physics, 2019.

#### Collaborations envisagées :

La thèse se déroulera en collaboration entre plusieurs départements de l'ONERA.

#### Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : DPHY

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

**Contact** : Gautier Vilmart, Christophe Brossard, Aurélien Plyer

Email : [gautier.vilmart@onera.fr](mailto:gautier.vilmart@onera.fr),  
[christophe.brossard@onera.fr](mailto:christophe.brossard@onera.fr)  
[aplyer@onera.fr](mailto: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>