

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Architecture laser et algorithmes optimisés pour la spectroscopie CARS ultra-haute cadence des écoulements réactifs

Référence : **PHY-DPHY-2025-26** (à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2025

Date limite de candidature : Juin 2025

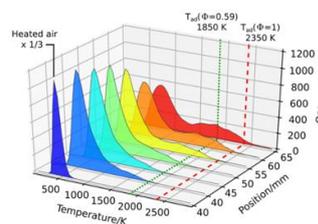
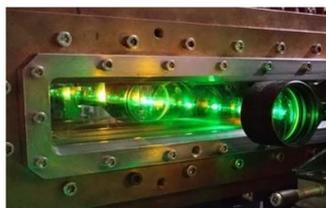
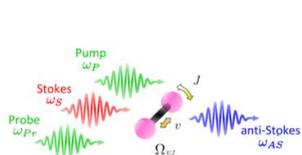
Mots clés : Spectroscopie Raman, CARS, laser femtoseconde, Machine Learning, Réseau de Neurone, IA

Profil et compétences recherchées : Ecole d'ingénieur/M2, Spectroscopie, Laser, Machine learning, IA

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

La spectroscopie par Diffusion Raman Anti-Stokes Cohérente (CARS) est une méthode de diagnostic optique non linéaire qui permet de sonder les niveaux ro-vibrationnels des molécules d'un milieu. L'étude du spectre CARS renseigne sur la distribution de population des états, obéissant à une loi de Boltzmann, et permet de mesurer la température de façon précise et non invasive. Le banc de thermométrie CARS mis au point à l'ONERA exploite des impulsions lasers ultra-courtes (régime hybride fs/ps) et permet de sonder, à cadence modérée (kHz), les milieux réactifs gazeux comme les combustions et les plasmas.

L'objectif de la thèse porte sur le développement d'un nouveau banc CARS aux performances en rupture avec l'existant. En tirant profit de nouvelles générations de sources laser et de détecteurs rapides récemment approvisionnés, on prévoit d'augmenter la cadence de mesure d'un ordre de grandeur par rapport à l'état de l'art (50 kHz), afin d'apporter une compréhension nouvelle des phénomènes turbulents qui se produisent dans les écoulements. Il s'agira de démontrer la faisabilité expérimentale d'une telle mesure sur les molécules N_2 (traceur présent dans l'air) et H_2 (combustion décarbonée) au sein d'écoulements réactifs bien contrôlés comme des jets, flammes ou plasmas de laboratoire.



Pour pouvoir traiter les larges volumes de données ainsi collectés, un défi consistera à rendre plus performante et robuste l'analyse des spectres, dans le but ultime d'obtenir une mesure en temps réel de la température. Cette mesure pourrait par exemple être utilisée pour réaliser le contrôle actif d'écoulements dans le but de réduire les instabilités et explorer de nouveaux régimes de fonctionnement. Pour cela, on souhaite s'inspirer de méthodes issues de l'intelligence artificielle pour développer des algorithmes adaptés à l'analyse spectrale, avec des spécificités inhérentes encore peu étudiées à ce jour. En particulier, l'utilisation de réseaux de neurones convolutifs 1D a déjà donné des résultats prometteurs qu'il s'agit de confirmer ou de coupler à d'autres approches plus complètes, intégrant par exemple de la modélisation physique. Une étude portera notamment sur la capacité de cette approche à fournir des résultats pertinents dans des situations expérimentales variées, et si elle permet de réduire in-fine les incertitudes de mesure par rapport aux approches algorithmiques traditionnelles.

Collaborations envisagées : CORIA, Centrale Supélec, ONERA/DTIS

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Physique Instrumentation Environnement, Espace (DPHY)

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : Michael Scherman

Tél. : 01 80 38 61 90 Email : michael.scherman@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : F. Champagnat

Laboratoire : ONERA/DTIS

Tél. :

Email :

Frederic.champagnat@onera.fr

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