ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

www.onera.fr

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Métrologie CARS ultrarapide de l'hydrogène pour l'analyse des écoulements réactifs

Référence : **PHY-DPHY-2024-23** *(à rappeler dans toute correspondance)*

Début de la thèse : Octobre 2024	**Date limite de candidature :** Juin 2024

Mots clés

Spectroscopie Raman, CARS, laser femtoseconde, combustion, plasma, hydrogène

Profil et compétences recherchées

Ecole d'ingénieur ou M2 avec compétences en spectroscopie, laser

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

La spectroscopie par Diffusion Raman Anti-Stokes Cohérente (DRASC ou CARS) permet de sonder les niveaux vibrationnels et rotationnels des molécules d'un milieu. Dans les gaz, l'étude du spectre 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, en régime hybride femto/picoseconde, permet aujourd'hui de sonder la molécule N_2 et d'analyser les milieux réactifs gazeux comme les combustions à une cadence de quelques kHz.

Le premier objectif de la thèse porte sur le développement d'un nouveau banc CARS aux performances en rupture avec l'existant. En tirant profit des sources laser de nouvelle génération, on prévoit d'augmenter la cadence de la mesure d'un ordre de grandeur afin d'apporter une compréhension nouvelle des phénomènes turbulents, qui se produisent notamment durant les processus de combustion, en réalisant un échantillonnage temporel rapide (50 kHz). Pour pouvoir traiter les larges volumes de données ainsi collectés, un défi consistera à rendre plus performante l'analyse des spectres, dans le but d'obtenir une mesure en temps réel de la température. Pour cela, on prévoit notamment de s'inspirer de méthodes issues de l'intelligence artificielle pour développer des algorithmes adaptés à l'analyse spectrale.

Le second objectif porte sur l'adaptation du banc au sondage de nouveaux milieux d'intérêt pour l'énergétique et le spatial, impliquant la molécule d'hydrogène. En effet, la transition en cours des moteurs aéronautiques vers des combustions plus respectueuses de l'environnement prévoit l'utilisation d'hydrogène comme combustible. Par ailleurs, l'hydrogène apparait comme produit de réaction dans les combustions représentatives des moteurs fusée (combustion solide ou cryogénique), et apparait donc comme un traceur adapté pour sonder ces milieux très exigeants expérimentalement (multiphasiques). Enfin sonder H_2 est pertinent dans certains plasmas étudiés pour la production propre d'hydrogène (pyrolyse par plasma de méthane) ou rencontrés lors de la rentrée atmosphérique de certaines missions aérospatiales. Il s'agira donc pour l'étudiant de participer au développement de la mesure sur H_2, en particulier en affinant le modèle de simulation des spectres CARS en régime ultra-court. Il est prévu de démontrer la mesure dans des cellules de gaz, des flammes ou plasma de laboratoire, avant d'aborder la mesure in situ sur des bancs de combustion de l'ONERA.

Collaborations envisagées

CORIA, Centrale Supelec, Lulea University

Laboratoire d'accueil à l'ONERA	**Directeur de thèse**
Département : Physique, Instrumentation, Environnement, Espace (DPHY)	Nom : Frédéric Grisch
Lieu (centre ONERA) : Palaiseau	Laboratoire : CORIA
Contact : Michael Scherman	Tél. : 02 32 95 97 84
Tél. : 01 80 38 61 90 Email : michael.scherman@onera.fr	Email : frederic.grisch@coria.fr

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