

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DMPE-2025-36**

(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DMPE/LPA

Tél. : +33 1 80 38 60 27

Responsable(s) du stage : Sylvain Petit

Email : sylvain.petit@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Développement de techniques de mesure et montages expérimentaux ;
Écoulements réactifs ;

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : Mesure expérimentale d'un taux de mélange par fluorescence induite par laser : état de l'art des différents traceurs possibles et investigation sur l'opportunité de traceurs alcalins

Sujet : Le développement de nouvelles motorisations aéronautique induit de profonds changements dans l'architecture des chambres de combustion. Qu'il s'agisse de l'optimisation de concepts existants ou du développement de nouveaux concepts liés aux changement de carburant (hydrogène), la conception de cet organe clé nécessite une compréhension fine des écoulements internes. Or, plusieurs écoulements sont amenés à interagir et se mélanger. Pour comprendre leur dynamique, il est nécessaire de pouvoir mesurer le taux de mélange local entre ces écoulements.

En particulier, deux configurations nécessitent un besoin accru de compréhension et posent des défis en termes de métrologie. La première configuration concerne l'estimation du taux de mélange entre le film d'air de refroidissement pariétal et l'écoulement principal de la chambre de combustion. Outre des questions d'efficacité de refroidissement de paroi, cette zone de mélange locale est également propice à la formation de polluants (CO, NOx). La seconde configuration concerne le développement de chambres de combustion fonctionnant à l'hydrogène. Les propriétés diffusives de ce carburant gazeux (Lewis inférieur à 1) peuvent entraîner des inhomogénéités locales de richesse prononcées, influant fortement sur la localisation de la flamme et sa stabilité. La mesure de la richesse locale en déterminant localement la concentration d'hydrogène est donc prégnante dans le développement de ces concepts.

Or, le milieu d'une chambre de combustion est réactif et donc hétérogène, avec une composition chimique locale variable, de forts gradients thermiques, ou encore de forts gradients de vitesse. Ce milieu rend la mesure expérimentale d'un taux de mélange complexe.

Une solution usuelle consiste à doper un des écoulements avec un traceur que l'on sera en mesure de suivre et de mesurer sa concentration. Le suivi du traceur peut être réalisé par fluorescence induite par laser planaire (PLIF). Il faut donc sélectionner un traceur qui suit l'écoulement que l'on souhaite tracer, sans que ce dernier ne perturbe le milieu de mesure (et en particulier les mécanismes réactionnels). Pour ce type d'applications, les métaux alcalins, se présentant sous forme de sels solides aux conditions standards de température et pression (sodium, potassium, ...), semblent de bons candidats [1, 2].

Ce stage vise à étudier les différentes possibilités de mesure de taux de mélange par fluorescence induite par laser. Il a trois objectifs :

- 1) Faire un état des lieux des différents traceurs possibles pour les deux applications listées ci-dessus
- 2) A partir d'une analyse bibliographique et spectroscopique, proposer un schéma d'excitation / collection possible pour différents traceurs alcalins
- 3) Proposer un concept d'ensemencement en traceur alcalin à appliquer sur un brûleur de laboratoire, et vérifier expérimentalement la faisabilité du concept

Suivant l'avancement du stage et les possibilités matérielles, un test de faisabilité pourra être envisagé.

[1] C. J. Grunbok, B. S. Leonov, R. B. Miles, UV/IR Sodium Planar Laser Induced Fluorescence in a Flame, *AIAA Aviation Form*, 2024.

[2] K. Z. Zhu, S. J. Barkley, C. E. Dedic, T. R. Sippel, J. B. Michael, Two-photon laser induced-fluorescence of sodium in multiphase combustion, *Applied Optics*, 59 (18), 2020.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Non

Durée du stage : Minimum : 5 Maximum : 6

Période souhaitée : Février-Août

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :
Connaissance en mécanique des fluides (combustion) et transferts thermiques
Connaissances de base en spectroscopie
Compétences en programmation scientifique (Python)
Goût prononcé pour la recherche expérimentale
Esprit de synthèse.
Une première expérience en diagnostics optiques ou dans un environnement recherche serait un plus.

Ecoles ou établissements souhaités :