

Invitation à la soutenance d'habilitation à diriger des recherches

ETUDE DES COMBUSTIONS DIPHASIQUES PAR DIAGNOSTICS OPTIQUES EN CONDITIONS EXTREMES

Nicolas Fdida

16 mai 2025 à 14h
ONERA, Centre de Palaiseau,
salle Marcel Pierre

Devant le jury composé de :

Françoise Baillot	Professeure des Universités, Université de Rouen Normandie	Rapporteuse
Fabrice Foucher	Professeur des Universités, Université d'Orléans	Rapporteur
Benedetta Giulia Franzelli	Chargée de Recherches CNRS, laboratoire EM2C, CNRS, Université Paris-Saclay	Rapporteuse
Loïc Mées	Chargé de Recherches CNRS, Ecole Centrale Lyon	Examineur
Paul-Quentin Elias	Directeur de Recherches, ONERA, Université Paris-Saclay	Examineur

Résumé

En aérospatiale, les carburants liquides sont utilisés pour leur compacité, garantissant des tailles de réservoirs raisonnables aux systèmes de propulsion. La compréhension de la combustion diphasique nécessite la description de phénomènes multi-physiques complexes sur une large gamme d'échelles spatiales et temporelles. Ce document traite de travaux expérimentaux sur la combustion diphasique réalisés au Département Multi-Physique pour l'Energétique de l'ONERA. L'objectif de ces travaux est la compréhension de flammes diphasiques turbulentes alimentées par des carburants liquides au moyen de diagnostics optiques couplés, appliqués dans des conditions dites extrêmes. Par extrêmes, on définit les conditions d'application des techniques optiques dans des chambres de combustion sous pression, avec des accès optiques et des durées d'essais limités. Ce manuscrit s'organise en 3 axes, autour de trois types de combustion : cryotechnique, aérobie et supersonique rencontrées respectivement dans les moteurs-fusées, les foyers aéronautiques et les statoréacteurs. Pour chaque type de combustion, les principales installations expérimentales de combustion sont décrites pour appréhender la complexité de mise en œuvre des moyens optiques.

Le but de ces travaux est de montrer le rôle clef de l'atomisation sur la structure des flammes, les émissions polluantes et les instabilités en combustion diphasique, dans des configurations académiques et industrielles. Les systèmes d'imagerie par rétroéclairage et de granulométrie sont utilisés pour caractériser la structure du jet dense et l'atomisation du jet liquide illustrée par la Figure 1. Des diagnostics lasers de PLIF et de LII sont utilisés pour comprendre la structure des flammes et la formation des particules de suies dans des flammes tourbillonnaires. Des techniques optiques d'imagerie rapide et de PLIF sont mises en œuvre pour caractériser l'atomisation d'un jet de carburant liquide dans un écoulement transverse supersonique Mach 2 à haute température. Enfin, l'intérêt de la thermométrie de luminophore est montré dans un échangeur diphasique.



Figure 1 : visualisation instantanée montrant le processus d'atomisation lors de la combustion d'oxygène liquide/méthane sur le banc d'essai MASCOTTE

Mots clés

Combustion diphasique, diagnostics optiques, atomisation, combustion cryotechnique, flamme tourbillonnaire, suies