www.onera.fr

ONERA

THE FRENCH AEROSPACE LAB

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Liquid-oxygen atomization: high-fidelity simulation of cryogenic flames

Référence : **MFE-DMPE-2024-29**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/24	**Date limite de candidature :** 15/04/24

Mots clés

Moteurs-fusées, écoulements diphasiques, atomisation primaire, simulation aux grandes échelles

rocket engines, two-phase flows, primary atomization, Large Eddy Simulation

Profil et compétences recherchées

Ecole d'ingénieurs et/ou Master 2 mécanique des fluides, énergétique.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

L'atomisation de l'oxygène liquide dans les chambres de combustion des moteurs-fusées est un phénomène clé pour les instabilités de la combustion et l'efficacité du moteur. Malheureusement, ce phénomène est complexe à étudier car les mesures expérimentales à haute pression ne peuvent pas caractériser l'ensemble de l'écoulement diphasique, et les simulations haute-fidélité nécessitent des simulations extrêmement coûteuses pour atteindre une précision acceptable. De plus, elles nécessitent souvent de géométries et conditions simplifiées, et peuvent difficilement prendre en compte tous les autres phénomènes complexes qui se produisent dans la chambre.

En collaboration avec le CNES, l'ONERA a développé des méthodologies et des modèles numériques pour la réalisation de simulations numériques de l'atomisation des liquides et des flammes cryogéniques dans les chambres de combustion des moteurs-fusées sur des configurations réalistes. Elles s'appuient sur une approche de simulation à grande échelle pour la phase dense et sur une approche eulérienne ou lagrangienne de la phase dispersée pour la pulvérisation, ainsi que sur des modèles basés sur la physique pour coupler les deux modèles. Les améliorations les plus récentes n'ont pas encore été entièrement validées, et il faudra potentiellement les développer davantage pour couvrir toute la gamme des conditions de fonctionnement des moteurs-fusées. L'objectif final de cette thèse est d'atteindre une précision de prédiction du spray et de la flamme sans précédent dans des cas d'application réalistes.

Pour ce faire, la première étape consistera à valider la méthodologie numérique et la modélisation de l'atomisation primaire dans un écoulement diphasique inerte par rapport aux mesures expérimentales existantes. Les modèles seront améliorés et adaptés aux différentes conditions d'atomisation qui peuvent se produire dans les applications pratiques. Des simulations haute-fidélité seront utilisées pour fournir des résultats de référence et une nouvelle compréhension physique pour l'extension du modèle. Plusieurs variantes des méthodes numériques seront comparées pour trouver la plus robuste et précise.

Dans un deuxième temps, la méthodologie retenue sera appliquée à la simulation de la flamme cryogénique, qui a été précédemment étudiée sur le banc d'essai MASCOTTE de l'ONERA. La précision de l'ensemble de la chaîne de modélisation sera évaluée dans des conditions représentatives des moteurs de fusée.

Enfin, les modèles seront étendus à une large gamme de conditions de fonctionnement, ce qui permettra au nouvel outil CFD de prédire avec précision les interactions entre le spray et la flamme dans toutes les conditions de fonctionnement du moteur.

A l'issue de la thèse, les nouvelles capacités de simulation numérique doivent servir de base à l'étude des couplages entre les phénomènes impliqués dans l'apparition des instabilités de combustion pour prédire et évaluer leur effet sur la chambre de combustion. Ainsi, cette thèse s'inscrit dans la démarche de recherche commune au CNES et à l'ONERA sur la simulation des instabilités de combustion haute fréquence.

Laboratoire d'accueil à l'ONERA	**Directeur de thèse**
Département : Multiphysique pour l'énergétique	Nom : Jean-Luc Estivalèzes
Lieu (centre ONERA) : Palaiseau	Laboratoire : ONERA / DMPE
Contact : Luc-Henry Dorey – Davide Zuzio	Email : jean-luc.estivalezes@onera.fr
Email : luc-henry.dorey@onera.fr – davide.zuzio@onera.fr	

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