

PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

Intitulé : Effets de l'injection d'eau sur la réduction des niveaux de bruit de jets supersoniques chauds issus de moteurs fusée

Référence : **PDOC-DMPE-2022-03**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début du contrat : janvier 2023

Date limite de candidature : décembre 2022

Durée : 12 mois, éventuellement renouvelable une fois - Salaire net : environ 25 k€ annuel

Mots clés

Simulation numérique, CFD, CAA, LES, HPC, multi-physique, injection eau, atomisation, jet supersonique, propulsion

Profil et compétences recherchées

Doctorat combinant au moins deux spécialités : mécanique des fluides, énergétique, simulation numérique, diphasique, acoustique, traitement du signal

Présentation du projet post-doctoral, contexte et objectif

Le bruit engendré par les jets des moteurs fusée des lanceurs spatiaux constitue une contribution majeure à l'ambiance acoustique sur le pas de tir et peut induire des sollicitations mécaniques importantes sur le lanceur, sa charge utile et les structures environnantes. Il est à noter qu'aux niveaux sonores en jeu (> 160 dB), la propagation acoustique devient non-linéaire. Afin de remédier à ces phénomènes potentiellement destructeurs, plusieurs méthodes existent comme l'isolation de la coiffe (afin de protéger la charge utile des vibrations) ou l'utilisation de carreaux positionnés sous les tuyères (afin de rediriger les ondes acoustiques loin du pas de tir), ou encore l'injection d'eau sur la table de lancement (afin d'agir directement sur les sources acoustiques). Ce dernier point fait l'objet de ce projet post-doctoral.

L'étude du bruit des jets supersoniques suscite de nombreux travaux numériques, de développements de modèles semi-empiriques et d'expériences en laboratoire. Afin d'atteindre une bonne maîtrise des mécanismes générateurs de bruits, décrire leurs multiples interactions et optimiser les dispositifs de réduction, une approche complète par simulation numérique, combinant des outils avancés pour la CFD et la CAA, est nécessaire. Il s'agit ici de réaliser et d'analyser une simulation numérique complète combinant les jets propulsifs, les jets d'eau, leur interaction puis la propagation en champ lointain des ondes acoustiques générées. La mise au point d'une méthodologie de simulation des jets propulsifs et de la propagation non-linéaire a été réalisée lors d'une première thèse [1] (représentativité des niveaux de fluctuations turbulentes et du rayonnement acoustique, couplage '2-way' entre CFD et CAA non-linéaire), tandis que celle concernant la prise en compte des jets d'eau a été menée dans une seconde thèse [2] (nécessité de prendre en compte le jet liquide sous forme dense puis son atomisation en gouttelettes). Il s'agit donc ici d'associer ces deux acquis, afin de mener à bien la simulation de la configuration complète (jets d'eau + jets propulsifs, propagation acoustique). Les résultats pourront être validés à l'aide des campagnes expérimentales conduites par le CNES sur le banc MARTEL de l'institut Pprime de Poitiers. La configuration ici retenue est celle d'un jet impactant une plaque trouée, à l'altitude où le niveau de bruit est maximal. L'eau est injectée azimutalement en périphérie du jet.

Le but est d'amener ce type de simulations aux niveaux de précision et de fiabilité atteints pour des configurations sans injection d'eau, ce qui constituerait une avancée marquante qui donnera la possibilité de publier. Dans un second temps, il sera intéressant d'analyser les mécanismes agissant sur la réduction du bruit (transferts de quantité de mouvement, atomisation, évaporation). L'accent sera mis sur les modèles multi-phasiques (pulvérisation, atomisation, brouillard) et physiques (chauffage, traînée, évaporation, ...) pour déterminer leur représentativité vis-à-vis de la réduction des niveaux acoustiques. Enfin, les différents types d'injection (azimutale, massif, palette) ainsi que leurs paramétrages (débit, angle ...) pourront être étudiés, dans le but de proposer des pistes pour optimiser la réduction des niveaux

acoustiques. Cette étude s'inscrit dans le cadre de deux projets de recherche (PR) de l'ONERA (SiTADeL, SOURcE) et des échanges avec le CNES et les équipes universitaires associées.

Le programme prévisionnel est le suivant :

- Prise en main de l'environnement et des outils numériques sur des cas unitaires
- Vérification de l'adéquation des modèles utilisés (régimes, phénomènes physiques)
- Appropriation des méthodologies de simulation (jet liquide, jet propulsif, propagation)
- Adaptation éventuelle des modèles, méthodologies
- Réalisation des simulations
- Validation à l'aide de résultats expérimentaux déjà disponibles → Participation congrès
- Analyse physique → Rédaction publication
- Optimisation de l'injection sur la réduction acoustique

[1] A. Langenais, « Adaptation des méthodes et outils aéroacoustiques pour les jets en interaction dans le cadre des lanceurs spatiaux », thèse, 2019.

[2] V. Morin, « Effets de l'injection d'eau sur la réduction des niveaux de bruit des jets en interaction dans le cadre lanceur », thèse, en cours.

Collaborations extérieures

Institut Pprime, Poitiers.

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Multi-Physique pour l'Energétique

Lieu (centre ONERA) : Toulouse

Contact : Julien Troyes

Tél. : 05 62 25 28 22

Email : julien.troyes@onera.fr