



Sujet de thèse CIFRE, IMFT et Safran Aircraft Engines

Impédances d'injecteurs et amortisseurs acoustiques pour les turbines à gaz aéronautiques

Contexte Dans une optique de réduction de l'impact environnemental de l'aéronautique (consommation, émissions polluantes, bruit, etc.), les stratégies de combustion dans les moteurs d'avion sont en constante amélioration. Une piste prometteuse est l'emploi de la technologie « combustion pauvre multipoint », qui permet d'explorer de nouveaux régimes. Cependant, ces systèmes sont très sensibles au phénomène d'instabilité de combustion, un problème récurrent dans les foyers de turbines à gaz aéronautiques et qui peut être source de dégâts importants. Encore aujourd'hui, ces phénomènes restent difficiles à traiter sur les systèmes en opération, et encore plus ardu à prévoir lors de la phase de conception. Intégrer des amortisseurs acoustiques dans le dimensionnement du foyer permet d'élargir la plage de fonctionnement stable du moteur. Dans cette stratégie de contrôle passif, la réponse du brûleur sur lequel la flamme se stabilise joue un rôle prépondérant dans le processus de déstabilisation thermo-acoustique des flammes. Cependant, peu d'éléments sont disponibles, aussi bien pour guider la conception d'injecteurs peu sensibles à ces phénomènes que pour aider à la conception de systèmes d'amortissement adaptés. La société SAFRAN, en partenariat avec l'IMFT, a décidé de développer une chaîne d'outils pour améliorer la robustesse des foyers SAFRAN aux instabilités de combustion. Cette thèse s'inscrit au sein d'un projet SAFRAN plus large, visant à l'amélioration de la compréhension de la phénoménologie et la maîtrise et réduction du risque d'instabilités, et qui implique de nombreux partenaires. Des interactions régulières avec les autres doctorants du projet sont attendues.

Sujet et objectifs : On propose d'étudier la réponse acoustique de systèmes d'amortissement acoustique et de brûleurs par une approche combinant l'expérimentation, la simulation numérique et la modélisation. Les objectifs sont triples : (a) examiner l'impédance de modèles de brûleurs représentatifs de technologies développées par SAFRAN, (b) développer des systèmes d'atténuation acoustique adaptés, et (c) tester les éléments développés en condition de laboratoire et dans des conditions représentatives des conditions réelles.

Programme de recherche : Le travail débutera par une analyse de l'état de l'art dans le domaine de la dynamique de la combustion, de l'acoustique et de leur couplage, la prise en main d'outils de simulation et modélisation, et d'un banc expérimental dédié à la mesure d'impédances acoustiques. Le dispositif expérimental de l'IMFT est équipé de systèmes de modulation et de diagnostics qui permettent de caractériser la réponse des injecteurs et de systèmes d'amortissement à des sollicitations choisies. Les expériences porteront sur des configurations académiques, puis des brûleurs plus sophistiqués, qui seront ensuite couplés à des systèmes d'amortissement. Les réponses mesurées serviront de conditions aux limites aux simulations thermo-acoustiques et de base pour développer des systèmes adaptés pour SAFRAN. Les phénomènes physiques à prendre en compte augmentent rapidement avec la complexité de la géométrie de l'injecteur. A partir d'un cadre théorique à développer, on cherchera à concevoir des systèmes pour augmenter la marge de stabilité dynamique d'un foyer. On s'intéressera en particulier à la réponse d'un injecteur modèle avec son casing et aux systèmes d'amortissement compacts large bande qu'on peut y intégrer. Ces éléments seront étudiés selon les progrès réalisés et les pistes les plus prometteuses pour augmenter la stabilité d'un foyer lors des années deux et trois. Une partie du travail portera également sur l'amélioration et la portabilité du système de mesure d'impédance sur des foyers SAFRAN. Les systèmes les plus prometteurs pourront être testés dans des conditions représentatives. En parallèle de ces concepts d'injecteurs et d'amortisseurs, des interactions fortes avec le CERFACS qui développe les outils de simulation de ces phénomènes. Des interactions périodiques auront lieu avec les autres doctorants SAFRAN qui travaillent sur la thématique « thermo-acoustique », afin de partager l'avancement et les résultats et permettre des synergies.

Profil souhaité : Diplôme de Master (ou élève ingénieur avec Master) avec une formation en mécanique des fluides. Un goût pour l'acoustique et le travail expérimental est un plus. Compétences en traitement des données et langages de programmation (Python) appréciées. Idéalement, notions en simulations numériques CFD/CAA. Maîtrise de l'anglais écrit et parlé. Début de la thèse souhaité : Octobre/Novembre 2024.

Financement : Thèse CIFRE avec l'entreprise SAFRAN Aircraft Engines. Poste basé principalement à l'IMFT, avec des immersions ponctuelles chez SAFRAN.

Encadrement(s) : IMFT, T. Schuller (thierry.schuller@imft.fr), L. Selle et T. Poinso. SAFRAN : G. Fournier, Abel Faure-Beaulieu et Y. Méry (yoann.mery@safrangroup.com).