ONERA

THE FRENCH AEROSPACE LAB

www.onera.fr

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Couplage thermique pour la simulation numérique de l'accrétion de givre au sein d'un turboréacteur

Référence : **MFE-DMPE-2024-36**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : septembre 2024	**Date limite de candidature :** juin 2024

Mots clés : modélisation, simulation numérique, givrage, turboréacteur, couplage

Profil et compétences recherchées

Diplômé d'un master de recherche, École d'ingénieur ou Université

Compétences en mécanique des fluides, attrait pour la modélisation et la simulation numérique

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Le phénomène de givrage est un problème de sécurité majeur pour les avionneurs et les motoristes. En effet l'accumulation de glace a de nombreux effets indésirables tels que la perte de performance aérodynamique, l'obstruction ou le détachement de blocs de givre. Les avionneurs et les motoristes ont donc recours à des systèmes de protection contre le givre pour assurer la sûreté des vols en conditions givrantes. Toutefois, les essais représentatifs de ces conditions sont extrêmement coûteux et les outils numériques sont une aide précieuse à la conception de nouveaux systèmes.

Plusieurs projets internationaux ont permis d'augmenter considérablement les capacités des outils numériques à effectuer des calculs d'accrétion représentatifs. Toutefois, l'accrétion de givre sur une paroi chauffée demeure un obstacle important ; tant du point de vue physique que numérique. En effet, l'accrétion en conditions cristaux, qui implique notamment un couplage des phénomènes entre le dépôt et les transferts thermiques à la paroi, nécessite de mettre en place une méthodologie spécifique permettant de simuler l'initiation du phénomène, le régime transitoire, et une éventuelle phase stationnaire. C'est pourquoi, afin d'améliorer la compréhension des phénomènes en jeu, des bases de données expérimentales ont été obtenues dans le cadre du projet européen MUSIC-haic, avec encore de nombreux résultats à exploiter.

L'objectif principal de cette thèse est de pouvoir effectuer des simulations numériques robustes de certaines parties d'un turboréacteur en conditions givrantes en prenant en compte la présence de parois chauffées. Il est donc nécessaire de disposer à la fois de modèles physiques permettant de prendre en compte l'influence du chauffage de la paroi dans le calcul d'accrétion (notamment sur l'efficacité d'adhésion des cristaux, le taux d'érosion dû à l'impact des cristaux, les phénomènes de transport de chaleur et d'eau liquide au sein de la couche de givre) mais aussi, d'un point de vue numérique, d'une procédure robuste et efficace de couplage entre le solveur d'accrétion et le solveur de conduction thermique dans la paroi.

Pour répondre à cet objectif, la démarche suivante sera adoptée. Dans un premier temps, un bilan de la pertinence et de l'efficacité des différents modèles utilisés actuellement sera effectué dans le cas des parois chauffées. En particulier, l'apport d'une approche de type enthalpique sera étudié. Les différentes stratégies de prise en compte des profils de température et de fraction liquide dans l'épaisseur seront étudiées dans un code prototype. On revisitera également la formulation et la calibration des modèles d'adhésion et d'érosion dans le cas de parois chauffées en se basant sur les données expérimentales disponibles, en particulier celles issues du projet européen MUSIC-haic. Ensuite, un travail sur le couplage entre le code d'accrétion nouvellement développé et un solveur de conduction thermique sera effectué. Il s'agira de tester si certains choix algorithmiques permettent d'améliorer la robustesse du couplage. Enfin, la nouvelle modélisation basée sur la méthode enthalpique associée aux nouveaux algorithmes de couplage sera testée sur des configurations étudiées expérimentalement afin de comparer la nouvelle approche avec les méthodes préexistantes dans les codes ONERA et finalement valider les résultats et les performances obtenues.

Références

Krabbenhoft, K., Damkilde, L., & Nazem, M. (2007). An implicit mixed enthalpy–temperature method for phase-change problems. Heat and mass transfer, 43, 233-241

Bennani, L., Trontin, P., Chauvin, R., & Villedieu, P. (2020). A non-overlapping optimized Schwarz method for the heat equation with non linear boundary conditions and with applications to de-icing. Computers & Mathematics with Applications, 80(6), 1500-1522

MUSIC-haic project, https://www.music-haic.eu/

Collaborations envisagées

Thèse CIFRE financée par Safran Aircraft Engines

Laboratoire d'accueil à l'ONERA	**Directeur de thèse**
Département : Multiphysique pour l'énergétique	Nom : Philippe Villedieu
Lieu (centre ONERA) : Toulouse	Laboratoire : ONERA-DMPE
Contact : Maxime Bouyges	Tél. : 05 62 25 28 63
Tél. : 05 62 25 26 20 Email : maxime.bouyges@onera.fr	Email : philippe.villedieu@onera.fr

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