

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Méthodologie pour la modélisation du contrôle actif d'écoulement dans un compresseur axial

Référence : **MFE-DAAA-2020-06**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2020

Date limite de candidature :

Mots clés

Compresseur, marge au pompage, contrôle par soufflage, décollement tournant

Profil et compétences recherchées

Formation : Ecole d'ingénieur ou Université

Spécialités souhaitées : Mécanique des fluides, turbomachines, turbulence, couche limite, mécanique des fluides numériques (CFD), Connaissance en métrologie

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Contexte

Les compresseurs axiaux (notamment les compresseurs haute-pression de turboréacteur) ont une plage de fonctionnement limitée vers les bas débits à cause de phénomènes instables tels que le décrochage tournant et le pompage. Cela est une limite importante leur interdisant les zones de fort taux de compression et souvent de bon rendement.

Des travaux récents ont montré que le contrôle actif par injection d'air en amont du bord d'attaque du rotor pouvait permettre de retarder l'apparition du décrochage. Le Laboratoire de Mécanique des Fluides de Lille, qui dispose d'un banc d'essais de compresseur mono-étagé, a récemment équipé cette installation d'une série d'actionneurs qui permet de mettre en œuvre ce type de contrôle. Une base de données, composée de mesure de performances et de pressions instationnaires en paroi, existe pour plusieurs points de fonctionnement et plusieurs conditions de soufflage. Sur le banc d'essais, des gains de marge au pompage de l'ordre 50% ont ainsi été obtenus suivant les configurations évaluées. Par ailleurs, des mesures de vitesse issues des actionneurs seuls ont été réalisées sur un banc dédié à l'ONERA Lille.

Une des étapes pour aller vers l'industrialisation de ces systèmes de contrôle d'écoulement est de disposer d'outils de simulations fiables permettant de prédire leurs effets. Or, il apparait que les calculs CFD peinent à capturer correctement les effets du système de contrôle, de par la complexité des écoulements mis en jeu et de par la taille et la complexité géométrique du dispositif.

Sujet

Le travail comportera un volet expérimental et un volet numérique. Les objectifs de la thèse sont (i) de mieux comprendre les mécanismes mis en jeu pour retarder le décollement tournant et (ii) de développer une méthodologie numérique capable de prévoir l'écoulement contrôlé.

La partie expérimentale consistera en un enrichissement de la base de données existante par des mesures par PIV de l'écoulement dans le compresseur, proche pompage en condition de fonctionnement contrôlé ou non

La partie numérique visera à déterminer la méthodologie numérique (domaine de calcul, maillage, méthodes numériques et modélisation de l'écoulement) permettant de restituer de manière optimale le comportement des écoulements internes et la performance d'un compresseur disposant d'un dispositif de contrôle. Le principal axe de recherche portera sur les maillages : structuré associé à l'approche Chimère, maillage hybride conforme et maillage non-structuré. Un intérêt particulier sera porté sur les techniques d'intersections de maillage entre les différents domaines (actionneur, veine) et pour gérer les interfaces en instationnaire, les dispositifs étant fixes et agissant sur l'écoulement en tête de rotor. Suivant la maturité des techniques d'adaptation de maillage développées par ailleurs en lien avec le solveur elsA, notamment en instationnaire, il est envisagé d'avoir recours à cette technique pour raffiner le maillage au-delà de la zone de recouvrement entre l'actionneur et la veine. Une fois la méthodologie déterminée, des simulations URANS seront réalisées à un point de fonctionnement caractérisé par le décollement tournant (configuration 360°), sans puis avec dispositif de contrôle pour mettre en évidence la modification de l'écoulement causé par le dispositif de

contrôle, ces résultats étant utilisés dans la dernière étape de la thèse. Les calculs seront validés à partir des bases expérimentales constituées sur le jet seul et sur les mesures faites dans le compresseur. Ils seront également confrontés avec des simulations CFD haute-fidélité de référence (par exemple : ZDES) en configuration contrôlé ou non.

En parallèle de ce travail numérique, une étude détaillée s'appuyant à la fois sur les résultats expérimentaux et numériques visera à approfondir les mécanismes d'interaction entre les écoulements issus des actionneurs et l'écoulement en tête d'aubes afin de mieux comprendre la physique des écoulements contrôlés en vue des pistes pour l'optimisation des systèmes de contrôle.

Collaborations envisagées

Laboratoire de Mécanique des Fluides de Lille
Consortium Industrie Recherche en Turbomachines
SAFRAN AIRCRAFT ENGINES

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Aérodynamique, Aéroélasticité, Acoustique
Lieu (centre ONERA) : Lille (dont LMFL) & Meudon
Contact : J. Marty
Tél. : 01 46 73 43 55
Email : julien.marty@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Dazin Antoine
Laboratoire : Laboratoire de Mécanique des Fluides de Lille
Tél. : 03 20 62 22 23
Email : antoine.dazin@ensam.eu

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