

I N V I T A T I O N

Soutenance de thèse – Matteo Gelain

Caractérisation aérothermique d'un échangeur de chaleur surfacique implémenté en veine secondaire

Vendredi 26 novembre 2021 à 14h 00

**Théâtre Rousseau, Bâtiment Bouygues, CentraleSupélec,
3 rue Joliot Curie, 91190 Gif-sur-Yvette**

Le format est hybride présentiel/distanciel.

https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_NmEwN2ZjZDMtZjk2MC00ZGE0LWIyZDMtMGU3ZjQ1ZDk3NTli%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%2261f3e3b8-9b52-433a-a4eb-c67334ce54d5%22%2c%22Oid%22%3a%22106b798a-a292-415d-b7db-d461e1b2db71%22%7d

Devant le jury composé de :

Examineurs :

Eva Dorniac – Université de Poitiers

Benjamin Rémy – Université de Lorraine

Rapporteurs :

Laurent Gicquel - CERFACS

Pierre Sagaut – Université d'Aix-Marseille

Directeur de thèse :

Olivier Gicquel – CentraleSupélec

Co-Encadrant :

Alexandre Couilleaux – Safran-Aircraft-Engines

Marc Errera - ONERA

Ronan Vicquelin - CentraleSupélec

Résumé :

Les configurations innovantes de moteur d'aviation civile, présentes et futures, ont amené, et amèneront, à d'importantes réductions de consommation de carburant. Actuellement, chez Safran Aircraft Engines, des nouveaux concepts tels que le Geared Turbofan et l'Open Rotor sont étudiés attentivement. Cependant, ces configurations sont caractérisées par des architectures de plus en plus complexes, avec des transmissions mécaniques compliquées et des composants électriques qui nécessitent, respectivement, d'être lubrifiés et refroidis. Par conséquent, les systèmes de gestion thermique sont un module fondamental des moteurs d'aujourd'hui. Dans cette thèse, on s'intéresse à un type particulier d'échangeur air-huile de moteur d'avion, *le surface air-cooled oil cooler* (SACOC). Un SACOC est généralement composé d'une série d'ailettes orientées dans la direction de l'écoulement. La source chaude est représentée par le lubrifiant du moteur, qui s'écoule dans un système complexe de canaux placés en dessous de l'échangeur. Le SACOC a un impact à la fois sur l'opérabilité du moteur, à cause des spécifications d'échange thermique à respecter, et sur ses performances, à cause des pertes de charge générées par l'échangeur qui réduisent la poussée du moteur. La mission de cette thèse est double. Le premier objectif est de caractériser les interactions aérothermiques qui ont lieu entre le SACOC et le flux secondaire. Le deuxième but est de se doter de méthodologies prédictives, validées et accessibles qui permettent d'étudier ces interactions. Le travail est organisé en deux volets d'activités, chacun visant à la fois les deux objectifs de la thèse.

Dans le premier volet d'activités, un aspect phénoménologique particulier du SACOC est analysé, c'est-à-dire le fait qu'un écoulement à température uniforme rentre en contact avec un corps chauffé. Afin d'isoler cet effet, une configuration d'échangeur simplifiée est proposée. Il s'agit d'un canal plan qui est divisé en deux sections distinctes. La section en amont est constituée de parois adiabatiques, et l'écoulement y est turbulent, pleinement développé, à température uniforme et, surtout, à l'équilibre. Les parois de la section en aval, en revanche, sont isothermes.

Par suite de la variation abrupte des conditions thermiques à la paroi, l'écoulement est perturbé et le développement hors-équilibre d'une couche limite thermique a lieu, jusqu'à ce que, plus en aval, l'écoulement atteigne un nouvel état d'équilibre, caractérisé par un profil de température pleinement développé. D'abord, en accord avec le premier objectif de la thèse, l'étude physique de cette configuration est réalisée par simulation numérique directe. L'analyse se focalise sur les effets hors-équilibre qui ont vraisemblablement lieu dans tous les écoulements phénoménologiquement similaires. Ensuite, en accord avec le second objectif de la thèse, la même configuration est étudiée en utilisant la simulation aux grandes-échelles avec modèle de paroi (wall-modelled large-eddy simulation, WMLES). La WMLES est l'une des stratégies le plus populaires pour réduire le coût de calcul de la zone proche paroi de l'écoulement. Le principe fondamental de la WMLES est le fait que le transport de quantité de mouvement et d'énergie au sein de la couche limite interne n'est pas directement résolu, mais modélisé par ce que l'on appelle un modèle de paroi.

Dans le second volet d'activités, les performances d'un SACOC réaliste sont étudiées par transfert de chaleur conjugué (conjugate heat transfer, CHT). Le CHT fait référence à toutes les stratégies numériques qui prévoient la résolution simultanée du transfert de chaleur dans plusieurs milieux, qui sont généralement régis par des systèmes d'équations différents. Le SACOC, en accord avec le premier objectif de la thèse, est d'abord analysé dans son environnement opérationnel, c'est-à-dire la veine secondaire d'un turboréacteur. Le domaine s'étend de la soufflante jusqu'à la veine secondaire, où l'échangeur de chaleur est implémenté. Ensuite, en accord avec le second objectif de la thèse, une configuration plus simple est étudiée, c'est-à-dire, une veine d'essai carrée. Les résultats sont comparés à la configuration moteur, et des indications sont fournies concernant le niveau de représentativité dont les veines d'essai doivent être dotées pour reproduire fidèlement les conditions de la veine secondaire. Finalement, les simulations couplées sont comparées à des essais expérimentaux en veine carrée, lesquels permettent de valider notre méthodologie numérique pour les prochaines applications dans les bureaux d'étude de Safran Aircraft Engines.

Mots clés : Couplage Aérothermique, WMLES, DNS, SACOC, Haute-Fidélité