

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Approches innovantes pour la génération de champs de distorsion dans les prises d'air coudées

Référence : **TIS-DAAA-2024-24**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2024

Date limite de candidature : 30/06/2024

Mots clés

Prises d'air coudées ; Simulations numériques ; Optimisation ; Méthodes Inverses

Profil et compétences recherchées

Ingénieur Grandes Ecoles / Master de Recherche
Goût et expérience avérée pour la programmation

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Afin d'évaluer sur banc d'essai les performances d'un moteur à réaction (turbojet/fan), les motoristes doivent pouvoir reproduire les champs de distorsion à la fois en intensité (pression génératrice) et direction (orientation du vecteur vitesse) au niveau du plan d'entrée compresseur (PEC). Pour ce faire, des générateurs de distorsion (grilles, générateurs de tourbillons, aubes...) sont positionnés à une certaine distance en amont du PEC. Leur définition géométrique afin d'atteindre une distorsion-cible n'est pas évidente, surtout en ce qui concerne le *swirl* (voir Fig.1). Pourtant, celui-ci est bien présent en aval des manches coudés (S-duct) utilisées sur les avions militaires (avions de combat, UAV, missiles), généralement pour des raisons de furtivité. Dans la littérature [1], des exemples de générateurs de distorsion fortement tridimensionnels ont récemment été révélés (Fig. 2).

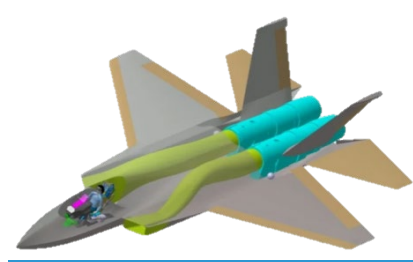


Figure 1 : Champs de distorsion caractéristiques d'une manche coudée d'avion de combat

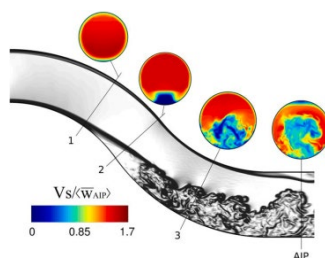


Figure 2 : Dispositif générateur de distorsions conçu par [1]

L'objectif de la thèse consiste à proposer une méthode de conception innovante de générateur de distorsions telles que celles rencontrées en aval d'une entrée d'air coudée et, l'évaluer sur un montage expérimental. La difficulté du problème réside ici dans le fait qu'il est difficile de prévoir a priori les éléments géométriques complexes à introduire dans l'écoulement, empêchant la réalisation d'une optimisation de forme classique.

L'optimisation topologique [2] constitue une approche prometteuse pour attaquer ce défi. Cette technique d'optimisation, initialement issue du domaine de la mécanique des structures, permet de déterminer les régions de l'écoulement dans lesquelles introduire un objet solide afin d'atteindre un objectif (voir Figure 3).

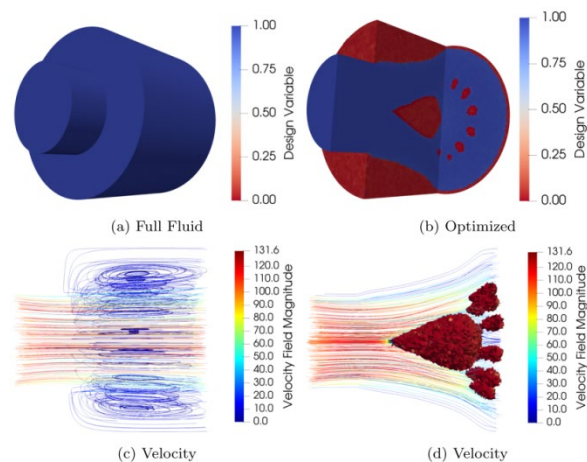


Figure 3 : Optimisation topologique de la géométrie dans une conduite (d'après [2]).

Dans notre cas, il s'agira de minimiser l'écart quadratique entre le champ de vitesse au PEC et le motif de distorsion cible, issu d'une simulation de manche coudée préliminaire. La modélisation des parois solides dans l'écoulement se fait par l'intermédiaire de termes sources (e.g modèle de Borvall et Petersson) dans les équations de Navier-Stokes, l'intensité de ceux-ci permettant de représenter une paroi (terme = 1) ou son absence (terme = 0). L'obtention de ce champ d'intensité nécessite la résolution d'un problème d'optimisation avec un grand nombre de degrés de liberté, ce qui justifiera le recours à une approche adjointe. Il s'agira pour le candidat de mettre en place ces différents outils au sein d'une chaîne de calcul. Afin de monter progressivement en complexité, on s'intéressera dans un premier temps à un cas 2D, où l'objectif consistera à déterminer les parois à introduire dans l'écoulement afin d'obtenir un profil de vitesse cible en sortie de domaine. On s'appuiera pour cela sur le solveur BROADCAST, développé à l'Onera, permettant la résolution du problème direct et l'extraction des opérateurs adjoints par différentiation automatique. Le passage aux cas 3D plus lourds sera effectué dans un second temps à l'aide des outils disponibles dans le solveur industriel *elsa* ou son successeur SONICS.

Une fois les paramètres géométriques des dispositifs générateurs identifiés, des calculs RANS *body-fitted* seront réalisés afin de vérifier que les motifs de distorsion générés sont bien conformes au champ-cible. Dans un dernier temps, le générateur de distorsion conçu sera évalué sur le banc DGEN380 de l'ISAE-Supaero sur lequel un autre doctorant travaillera sur les aspects expérimentaux en parallèle de la présente thèse.

[1] Guimarães et al., Complex Flow Generation and Development in a Full-Scale Turbofan Inlet, ASME Turbo Expo (2017)

[2] L. Sa et al. Topology optimization of subsonic compressible flows, Structural and Multidisciplinary Optimization (2021)

Collaborations envisagées

Cette thèse s'effectuera en collaboration avec le laboratoire DAEP de l'ISAE-Supaero où un doctorant travaillera en parallèle sur le banc expérimental.

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Département d'Aérodynamique Aéroélasticité Acoustique

Lieu (centre ONERA) : Meudon

Contact : P. Grenson

Tél. : 01 46 73 41 93 Email : pierre.grenson@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : J. Dandois

Laboratoire : Onera

Tél. 01 46 73 42 66

Email : julien.dandois@onera.fr

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