

DEVELOPPEMENT D'UNE STRATEGIE HYBRIDE GEOMETRIQUE-TOPOLOGIQUE POUR L'OPTIMISATION DE FORME EN ECOULEMENT COMPRESSIBLE ET TOURNANT

La société

CFD-Numerics (www.cfd-numerics.com) est un bureau d'ingénierie spécialisé en simulation numérique en mécanique des fluides, transferts thermiques et combustion.

Nous proposons des solutions d'expertise pour analyser, améliorer et optimiser des produits et procédés ainsi que le service innovant d'aide à la conception SmartOptim (<http://www.cfd-numerics.com/fr/smartoptim/>) pour l'optimisation topologique appliquée aux fluides.

Les secteurs d'activités de CFD-Numerics couvrent les domaines de l'aéronautique (Safran, Ariane-Group), de l'automobile (Renault, Valeo), de l'énergie (EDF, Framatome), du bâtiment, du médical ...

Sujet de Thèse

La société CFD-Numerics s'est appuyée sur les développements proposés par la communauté scientifique pour développer sa propre solution d'optimisation topologique et d'optimisation de forme pour les fluides : SmartOptim. Actuellement, cette solution dispose de fonctionnalités applicables dans un cadre industriel¹ pour des écoulements incompressible en optimisation topologique et sensibilité de surface. La sensibilité de surface peut être exploitée pour indiquer les zones à déformer et ainsi générer une nouvelle forme pour vérifier la pertinence des propositions.

Pendant de nombreuses applications nécessitent l'utilisation de simulations prenant en compte la compressibilité des fluides telles que celles rencontrées dans le secteur aéronautique ou nécessitant la prise en compte de la température (climatisation, procédés chimiques...). Introduire la compressibilité du fluide demande le développement de méthodes spécifiques et des modifications importantes du solveur de SmartOptim. Se posent en amont des questions mathématiques liées au calcul du gradient de forme/topologique dans ce cadre. Très peu de références mathématiques traitent de ce sujet et il sera nécessaire d'étudier des questions théoriques et numériques (différentiabilité par rapport au domaine, existence et calculabilité de l'adjoint). Des solutions existent dans des solveurs académiques tels que SU2 et le premier objectif de ces travaux sera de transposer, adapter et développer cette technique afin de la rendre industrialisable dans SmartOptim.

Pour des régimes à fort nombre de Mach, l'optimisation topologique par pénalisation ne semble pas envisageable de façon exclusive. En effet, pour ce type d'écoulement, la modification de la topologie entraîne la formation de défauts à la surface du domaine fluide rendant impossible la prise en compte correcte des chocs. Pour étendre efficacement les possibilités de SmartOptim et répondre aux cas des écoulements compressibles avec une plage de variation importante pour le nombre de Mach, il faut envisager de coupler l'optimisation de forme topologique dans les zones de faible Mach où elle est bien adaptée avec une optimisation de forme par sensibilité de surface dans les zones de Mach plus élevé.

Outre l'extension aux écoulements compressibles, seront également développées les fonctionnalités d'optimisation topologique pour des milieux tournants, en combinant des travaux existants d'optimisation topologique pour des écoulements incompressibles en rotation et d'optimisation géométrique pour des écoulements compressibles en rotation.

En parallèle de ces activités de développement des fonctionnalités centrées sur la pertinence des modèles physiques et le couplage de deux méthodes d'optimisation, il semble également nécessaire de

¹ O. Brugière, E. Cortey, N. Y. François, «Topology optimization in CFD: use of innovative techniques for design support in the industry» Manchester, 2016.

Proposition de sujet de Thèse CIFRE

développer des méthodes plus avancées pour l'optimisation afin de prendre notamment en compte dans le processus d'optimisation des objectifs multiples et des contraintes physiques. Par exemple, il serait intéressant d'améliorer l'uniformité du champ de vitesse avec une contrainte sur la perte de charge. La méthodologie de la prise en compte des contraintes devra être déployée dans la solution SmartOptim et les méthodes d'optimisation devront être adaptées.

Organisation de la Thèse

La Thèse CIFRE fera l'objet d'un contrat de travail entre le ou la candidat(e) et CFD-Numerics. La date de début souhaitée est Octobre 2018.

Le travail de recherche s'effectuera majoritairement au sein de CFD-Numerics à Solaize (à proximité de Lyon sur le site IFPEN, transports en commun possibles) en contact quotidien des ingénieurs/doctorants de la société qui sont à l'origine du développement de SmartOptim. Leur expérience de la CFD permettra d'appréhender des configurations industrielles souvent complexes.

Le/la doctorant(e) s'appuiera aussi sur le Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique UMR CNRS 5509 (Ecole Centrale de Lyon) et le Laboratoire Jacques-Louis Lions, UMR CNRS 7598 (Université Pierre et Marie Curie, Paris).

Profil du candidat

- Ingénieur(e) ou Master 2
- Solides connaissances en mécanique des fluides numérique et/ou algorithmes d'optimisation.
- Connaissances du langage de programmation C++ et de l'environnement Linux
- La connaissance des codes OpenFoam et/ou SU2 serait un plus pour la candidature.

La candidature devra être accompagnée d'un CV, d'une lettre de motivation, des derniers relevés de notes et des coordonnées d'un référent académique pouvant être contacté afin d'avoir plus d'informations sur la formation.

Encadrants CFD-Numerics : Olivier BRUGIERE et Edgar CORTEY

Email : olivier.brugiere@cfd-numeric.com ; edgar.cortey@cfd-numeric.com