

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DAAA-2025-28**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Meudon

Département/Dir./Serv. : DAAA / H2T

Tél. : 01 46 73 43 49

Responsable(s) du stage : Thomas Bontemps

Email : thomas.bontemps@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Dynamique des écoulements pariétaux

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : Evaluation de la méthode harmonique TSM pour l'aérodynamique des turbomachines

Sujet :

Les écoulements dans une turbomachine ou autour d'une hélice sont par nature instationnaires. Leur simulation numérique nécessite de correctement reproduire ces instationnarités afin d'évaluer les performances aérodynamiques de la machine sur certains points de fonctionnement, quantifier les émissions acoustiques et déterminer les excitations sur la structure. Pour cela, l'approche la plus couramment utilisée est la modélisation URANS des équations de Navier-Stokes, résolues avec un schéma d'avance en temps classique. Le pas de temps choisi doit alors être suffisamment faible par rapport à la période des phénomènes physiques en œuvre, ce qui contribue à augmenter le temps de simulation.



Sillages (visualisation de l'entropie) dans un étage de compresseur résolu par TSM, tiré de [1]

La méthode TSM (Time Spectral Method) est une méthode harmonique permettant une résolution plus rapide des équations URANS, en se ramenant à plusieurs problèmes stationnaires couplés entre eux. Certains phénomènes classiques en turbomachine se prêtent bien à la résolution par TSM parce qu'ils sont périodiques (défilement des sillages entre rotors et stators, ingestion de vortex, etc.). L'objectif de ce stage est d'évaluer/positionner la méthode TSM sur des critères de précision et de temps de calcul par rapport à des solutions de référence obtenues en URANS.

Afin de répondre à ces interrogations, le/la stagiaire commencera par réaliser une revue bibliographique sur la TSM, et par prendre en main cette méthode dans le solveur elsA [2]. Plusieurs cas d'applications de complexité croissante seront ensuite simulés : un cylindre avec allée de Von Karman, un étage de compresseur, une soufflante sous distorsion amont. Des comparaisons à des simulations URANS seront réalisées pour juger de la précision de la méthode selon le type de phénomène simulé. De plus, des études paramétriques, en premier lieu sur le nombre d'harmoniques considérées et le nombre de cellules du maillage, permettront d'ajuster les bonnes pratiques de simulation, et quantifier précisément les avantages et inconvénients de la TSM par rapport à la résolution URANS selon les phénomènes simulés. Le/la stagiaire synthétisera sa démarche et principaux résultats dans un rapport de stage.

[1] Sicot, F., Dufour, G., and Gourdain, N. (May 24, 2011). "A Time-Domain Harmonic Balance Method for Rotor/Stator Interactions." ASME. *J. Turbomach.* January 2012; 134(1): 011001. <https://doi.org/10.1115/1.4003210>

[2] Cambier, L., Heib, S., and Plot, S. (2013). The onera elsA cfd software: input from research and feedback from industry. *Mechanics & Industry*, 14(3), 159–174.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en œuvre :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Non

Durée du stage : Minimum : 5 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : 5 mois

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :
Mécanique des fluides (si possible avec application aux turbomachines), CFD, langage Python

Ecoles ou établissements souhaités :
Ecole d'ingénieurs, Master 2