

PROPOSITION DE STAGE – MASTER 2 DET

Dynamique des fluides, Energétique et transferts

Université Toulouse 3 Paul Sabatier - Toulouse INP - INSA Toulouse - ISAE SUPAERO – IMT Mines Albi

Titre : Décomposition en valeurs propres dans l'espace spectral (SPOD) pour l'analyse aéroacoustique

Responsable(s) : Gojon Romain, ingénieur de recherche, romain.gojon@isae-supaero.fr, +33 (0) 5 61 33 84 60
Parisot-Dupuis Hélène, enseignante-chercheur, helene.parisot-dupuis@isae-supaero.fr
Maxime Fiore, enseignant-chercheur, maxime.fiore@isae-supaero.fr

Lieu du stage : DAEP, ISAE-SUPAERO, 10, avenue Edouard Belin - BP 54032, 31055 Toulouse Cedex 4

Durée / période : 6 mois

Candidature [CV, lettre de motivation, références] à envoyer à : romain.gojon@isae-supaero.fr,
helene.parisot-dupuis@isae-supaero.fr, maxime.fiore@isae-supaero.fr

Sujet

Contexte

L'analyse aéroacoustique de configurations industrielles (jets, interactions fan-Outlet Guide Vane (OGV) dans les turbomachines par exemple) est généralement rendue difficile par la complexité des phénomènes aérodynamiques mis en jeu et le champ acoustique rayonné associé. Certaines voies sont donc étudiées afin de décomposer ces écoulements complexes et rendre leur analyse plus simple. La décomposition en valeurs propres dans l'espace spectral (SPOD) est un outil basé sur la méthode décomposition en valeurs propres (POD) et la transformée de Fourier discrète (DFT). L'avantage majeur de cet outil est sa capacité à faire apparaître les structures cohérentes de l'écoulement en les triant par ordre décroissant d'énergie aux différentes fréquences caractéristiques du phénomène étudié.

Programme de recherche du stage

La méthode SPOD [1] a été largement utilisée et adaptée pour étudier des phénomènes hydrodynamiques et relativement peu pour des phénomènes acoustiques. En général, les applications traitées contiennent des phénomènes hydrodynamiques et acoustiques qui coexistent et peuvent interagir entre eux. Les fluctuations hydrodynamiques sont généralement supérieures aux fluctuations acoustiques de plusieurs ordres de grandeur. En conséquence, lorsque l'on applique le traitement SPOD sans pré-traitement sur des données acoustiques, ce sont principalement les modes hydrodynamiques qui émergent et les modes acoustiques ne sont pas visibles. Un programme SPOD a été développé lors d'un précédent stage en Matlab et un code en Python est également disponible dans la littérature [2]. A partir de ces deux codes déjà disponibles, l'objectif de ce stage est d'améliorer la normalisation et les poids choisis dans le pré-traitement de la SPOD afin d'avoir une méthode générale pour étudier les fluctuations de pression (qui portent la propagation acoustique), en prenant en compte les effets combinés de l'aérodynamique et de l'acoustique. Les bases de données d'entrée de la SPOD seront constituées de simulations aux grandes échelles (SGE) validées correspondant à des jets libres/impactants avec différents angles d'impact [3] et des interactions Fan-OGV [4]. Une base de donnée expérimentale correspondant à des mesures réalisées par une antenne de microphones en soufflerie sera également disponible (voir Figure 1).



Figure 1 : Antenne de microphones dans la soufflerie aéroacoustique de l'ISAE-SUPAERO.

Pendant le stage précédent, une première normalisation a été proposée pour ramener les fluctuations hydrodynamiques et acoustiques à des ordres comparables afin de pouvoir les comparer en même temps avec la SPOD. Un résultat intéressant

est présenté Figure 2 où les fluctuations de pression à l'intérieur et à l'extérieur du jet impactant ont été normalisées différemment de manière à reconstituer un mode relatif à l'hydrodynamique dans le jet et à l'acoustique en-dehors.

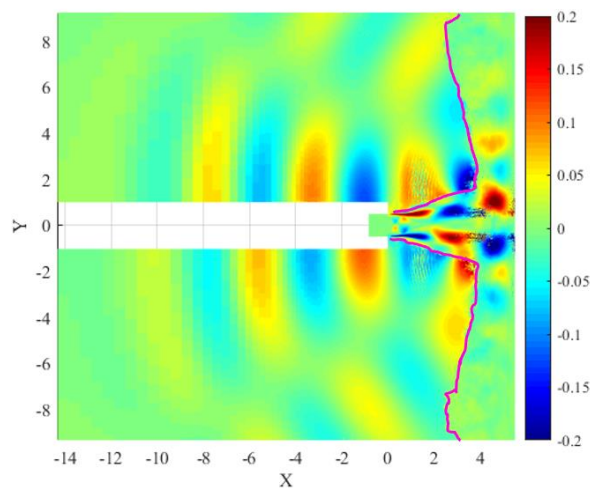


Figure 2: Mode SPOD le plus énergétique d'un jet impactant (SGE) montrant son empreinte hydrodynamique (dans la zone de mélange et recirculation) et acoustique (dans la zone de propagation des ondes acoustiques).

Bibliography

- [1] Schmidt, O. T., & Towne, A. (2019). An efficient streaming algorithm for spectral proper orthogonal decomposition. *Computer Physics Communications*, 237, 98-109.
- [2] Mengaldo, G., & Maulik, R. (2021). PySPOD: A Python package for Spectral Proper Orthogonal Decomposition (SPOD). *Journal of Open Source Software*, 6(60), 2862.
- [3] Gojon, R., Bogey, C., & Marsden, O. (2016). Investigation of tone generation in ideally expanded supersonic planar impinging jets using large-eddy simulation. *Journal of Fluid Mechanics*, 808, 90-115.
- [4] M. Fiore, M. Daroukh, M. Montagnac (2021). Broadband noise prediction of a counter rotating open rotor based on LES simulation with phase-lagged assumption, *Journal of Sound and Vibration*, Volume 514.

Profil recherché

Nous recherchons un candidat avec une bonne formation en mécanique des fluides et/ou mathématiques appliquées et une expérience en programmation (Python, Matlab). Des connaissances en aéroacoustique et/ou traitement du signal seraient appréciés également. Le montant de l'indemnité prévue est la gratification légale.