

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DAAA-2025-20**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Meudon

Département/Dir./Serv. : DAAA / MASH

Tél. : 01 46 23 51 11

Responsable(s) du stage : Colin Leclercq

Email : colin.leclercq@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Contrôle des écoulements pour l'aérodynamique, l'aéroacoustique et l'aéroélasticité

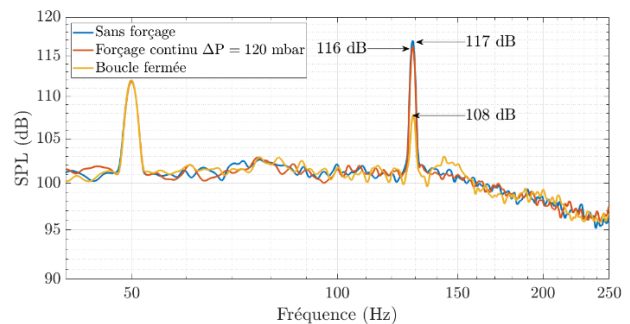
Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : Contrôle adaptatif en soufflerie d'un écoulement de cavité

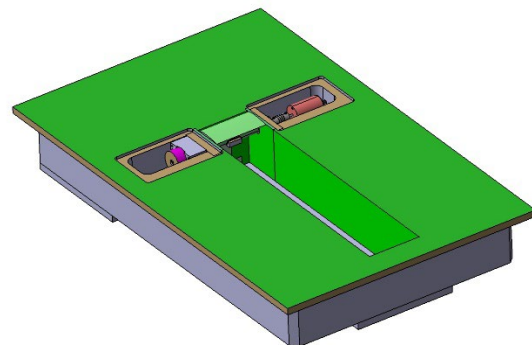
Sujet : Réduire l'empreinte carbone de l'aviation civile et des transports en général nécessite une augmentation significative des performances aérodynamiques. Si les approches passives sont généralement privilégiées par l'industrie (optimisation de forme, déflecteurs, générateurs de tourbillons, etc.) en raison de leur simplicité, des gains bien plus importants peuvent être obtenus à l'aide d'une stratégie de contrôle active employant des actionneurs et des capteurs [1]. Les enjeux du contrôle actif des écoulements dépassent celui de la réduction de la traînée : réduction des émissions acoustiques, contrôle des instabilités thermo-acoustiques dans les chambres de combustion, etc. Le cas considéré est celui de l'écoulement au-dessus d'une cavité ouverte (exemple d'application : soute d'armement sur avion de combat, voir figure 1), qui est un cas canonique permettant de mettre au point à la fois les technologies d'actionneurs et la méthodologie de contrôle [2]. Dans ce cas précis, l'objectif du contrôle est de supprimer la résonance aéroacoustique de la couche de mélange, issue d'une instabilité de cette dernière, à l'aide d'actionneurs situés au bord amont de la cavité, et de sondes de pression situées au bord aval.



(a)



(c)



(d)

Figure 1: (a) Montage de cavité profonde à la soufflerie S19. L'écoulement arrive par la gauche de l'image et on distingue la rangée d'actionneurs fluidiques au coin amont. Les capteurs sont situés au coin aval. (b) Spectre d'un capteur aval sans forçage (bleu), avec forçage par jets continus (rouge) et par jets instationnaires en boucle fermée (jaune). (c) Cavité peu profondes des soutes d'armement du J-20. (d) Nouvelle maquette de cavité peu profonde équipée d'un volet mécanique au bord amont.

Des travaux précédemment effectués à l'ONERA ont permis de démontrer l'efficacité de la boucle fermée sur le cas d'une cavité très profonde utilisant un réseau de jets pulsés au bord amont (voir figures 1(a,b)). L'objectif du présent stage est d'étudier le cas d'une cavité peu profonde équipée d'un volet oscillant au coin amont. Cette géométrie proche d'une soute d'armement présente un intérêt applicatif militaire fort (réduction de la sollicitation acoustiques des emports). Une nouvelle maquette a ainsi été conçue (voir figure 1(c,d)) dans le contexte du système de combat aérien futur (SCAF).

La première étape du stage consistera à caractériser la dynamique libre de l'écoulement ainsi que sa réponse à un forçage harmonique en boucle ouverte par le nouvel actionneur. Dans un second temps, des stratégies de contrôle feedback seront explorées. Des techniques d'automatique linéaire classique seront exploitées dans un premier temps, puis des méthodes de commande avancées seront mises en œuvre. On s'intéressera en particulier à la commande prédictive adaptative [3], où le signal de commande est optimisé en temps réel en fonction de mesures et d'un modèle linéaire entrée-sortie de l'écoulement. Afin d'exploiter le plein potentiel de la méthode, on mettra également en œuvre des stratégies d'identification récursive du modèle entrée-sortie permettant de prendre en compte l'évolution non-linéaire de l'écoulement sous l'effet du contrôle [4].

[1] Brunton, S. L., & Noack, B. R. (2015). Closed-loop turbulence control: Progress and challenges. *Applied Mechanics Reviews*, 67(5).

[2] Cattafesta III, L. N., Song, Q., Williams, D. R., Rowley, C. W., & Alvi, F. S. (2008). Active control of flow-induced cavity oscillations. *Progress in Aerospace Sciences*, 44(7-8), 479-502.

[3] Korda, M., & Mezić, I. (2018). Linear predictors for nonlinear dynamical systems: Koopman operator meets model predictive control. *Automatica*, 93, 149-160.

[4] Juang, J. N., & Phan, M. (1994). Identification of system, observer, and controller from closed-loop experimental data. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 17(1), 91-96.

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

Méthodes à mettre en œuvre :

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

Possibilité de prolongation en thèse : **Oui**

Durée du stage : Minimum : 5 mois Maximum : 6 mois (sur dérogation)

Période souhaitée : mars-octobre 2023

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Mécanique des fluides et automatique, fort goût pour l'expérimentation	Ecoles ou établissements souhaités : Ingénieur généraliste ou universitaire avec double compétence automatique/mécanique des fluides
--	---