

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DAAA-2025-06**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Meudon

Département/Dir./Serv. : DAAA/MASH

Tél. : 01 46 73 41 93

Responsables du stage : Pierre Grenson, Nicolo
Fabbiane et Marie Couliou

Email. : pierre.grenson@onera.fr
nicolo.fabbiane@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Aéroélasticité

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

Intitulé : Préviation numérique de l'interaction entre une onde de choc et une paroi déformable

Contexte

La prise d'air constitue un élément crucial dans la propulsion aérobique des avions de combat et missiles de croisière super/hypersoniques, permettant d'alimenter le moteur avec le débit d'air nécessaire de manière stable et efficace. Dans certaines conditions, l'écoulement dans la prise d'air peut devenir instable et donner lieu au phénomène de pompage (*buzz* en anglais). Celui-ci se manifeste par une oscillation importante du choc terminal (choc fort) pouvant mener à l'arrêt du moteur. La tendance actuelle à la réduction de la masse des engins par le recours à des matériaux plus légers a pour conséquence la diminution de la rigidité des structures. Celle-ci est susceptible d'induire des problématiques d'interaction fluide-structure et en particulier un départ en pompage précoce [1]. Afin de garantir un fonctionnement robuste et efficace sur une large enveloppe de vol, il y a un intérêt à augmenter la plage de stabilité. Il existe des solutions actives de contrôle du pompage basées sur l'aspiration de la couche limite à l'aide de piège poreux (Figure 1). Celles-ci s'accompagnent d'un prélèvement de débit et d'une complexité accrue de la manche à air. Dans la mesure où la souplesse de la structure semble avoir un effet sur le pompage, une utilisation astucieuse de parois souples, dimensionnées spécifiquement, pourrait améliorer la marge au pompage ou atténuer ses effets.



Figure 1 : Prise d'air supersonique d'un F-18

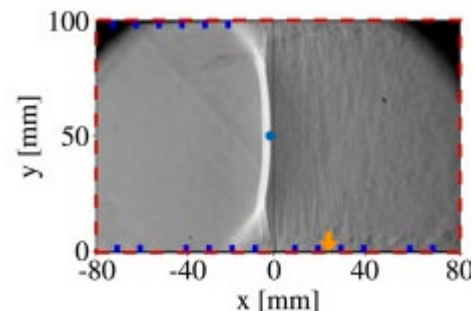


Figure 2 : Strioscopie d'une interaction onde de choc sur une paroi souple

Objectif

Les récents travaux de thèse de C. Riveiro Moreno [2] ont permis de mieux comprendre l'interaction d'un choc fort avec une paroi souple à l'aide d'expériences dans la soufflerie S8Ch de l'Onera à Meudon (Figure 2). L'objet du stage consiste à mettre en place les outils nécessaires afin de reproduire numériquement le cas d'interaction entre une onde de choc fort et une paroi souple étudié lors de la thèse pour lequel on dispose d'une base de données expérimentale importante.

Déroulé

Il s'agira dans un premier temps de mettre en place les simulations numériques sur le cas rigide avec le solveur compressible structuré **elsA**. On s'intéressera en particulier à la définition adéquate des conditions aux limites en aval de la veine d'essai et l'influence des effets tridimensionnels sur l'écoulement. On s'attachera ensuite à restituer le cas d'une paroi souple viscoélastique dont la déformée est statique. On commencera par un calcul avec un couplage fluide-structure faible. A cette fin, on réutilisera un modèle simple de structure codé en FreeFEM afin de déterminer la déformation du matériau en fonction du champ de pression sur la paroi. Les simulations numériques pourront être validées sur la base des mesures strioscopiques, de déformation et de pression (stationnaire et instationnaire, éventuellement PSP) issus des essais en soufflerie. Ces simulations permettront également de mettre à jour/compléter le modèle simplifié d'interaction issu des travaux de la thèse de C. Riveiro Moreno. Dans

un second temps, on entreprendra une étude quasi-statique de l'écoulement pour un mode, en appliquant la déformée correspondant à plusieurs phases du cycle de déformation. Dans un dernier temps, on s'attaquera à la réalisation d'une simulation de déformation dynamique avec un couplage fort (instationnaire) entre le solveur fluide et le modèle de structure. On s'appuiera pour cela sur l'outil d'aéroélasticité AEL, capable de prendre en compte la déformation de maillage et la vitesse grille, ainsi que la chaîne MIMAS, facilitant la mise en donnée et le post-traitement.

[1] Ye, K., Zhou, X. & Ye, Z. Buzz Characteristics Under Fluid–Structure Interaction of Variable-Geometry Lip for Hypersonic Inlet. AIAA Journal 62, 1662–1682 (2024).

[2] Moreno, C. R., Couliou, M., Fabbiane, N., Bur, R. & Marquet, O. Synchronized shock wave and compliant wall interactions: Experimental characterization and aeroelastic modeling. Journal of Fluids and Structures 128, 104142 (2024).

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

Méthodes à mettre en œuvre : Calculs numériques CFD et calcul de structure

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique | <input 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 : Oui

Durée du stage : Minimum : 4 mois Maximum : 5 mois

Période souhaitée : Février-Septembre 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :	Ecoles ou établissements souhaités :
Mécanique des fluides / Aérodynamique	Grandes Ecoles d'Ingénieur / Université
Simulation numérique	Master de Recherche