

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DAAA-2025-12**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Meudon (92)

Département/Dir./Serv. : DAAA/MSAT

Tél. : 01 46 73 43 68

Responsables du stage : Pierre-Elie Weiss
Lucas Manueco

Email. : peweiss@onera.fr,
lucas.manueco@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Dynamique des écoulements libres

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

Intitulé : Evaluation de stratégies de simulations numériques rapides des performances aérodynamiques de gouvernes à grille de lanceurs spatiaux réutilisables

Sujet : Au cours de la dernière décennie, la maîtrise de la réutilisation des lanceurs spatiaux est devenue un enjeu stratégique majeur de l'accès à l'espace. Cette réutilisabilité autorise une réduction des coûts des lancements et une augmentation de leur fréquence. Dans ce contexte, de nombreuses configurations de lanceurs spatiaux réutilisables intègrent des gouvernes à grille (*grid fins*) dans le but de permettre une récupération contrôlée des premiers étages (cf. *Figure 1*). En fonction des paramètres géométriques et des conditions physiques (angles d'incidence et de dérapage, nombre de Mach, pression et température génératrices, etc.), l'écoulement autour de ces dispositifs varie significativement. De ce fait, il est indispensable en phase d'avant-projet et de développement d'être capable de prévoir rapidement les performances aérodynamiques sur un grand nombre de configurations.

Une stratégie prometteuse pour répondre à cette exigence réside dans l'utilisation d'outils d'adaptation de maillages anisotropes [1,2], afin de faciliter la préparation et la réalisation de calculs CFD. L'utilisation de ce type de maillage nécessite cependant des méthodes numériques particulières qui ont été introduites dans le code ONERA de nouvelle génération SoNICS. L'objectif de ce stage est d'étudier la capacité de l'adaptation de maillage automatique et du code SoNICS à restituer les propriétés aérodynamiques des gouvernes à grille (cf. *Figure 2*).

Dans un premier temps, il sera question de recenser les cas-tests de gouvernes à grille documentés dans la littérature. Parmi les cas identifiés, la base de données la plus fournie sera retenue dans le but de la comparer aux résultats de simulations numériques stationnaires qui seront obtenus dans le cadre du stage. Dans ces calculs, différents modèles de turbulence, schémas numériques et techniques de maillage disponibles pourront être mis en œuvre pour étudier leurs capacités à restituer la phénoménologie des écoulements et les niveaux caractéristiques des grandeurs physiques pertinentes (champs de pression, coefficients d'efforts, etc.).

Au final, il conviendra de dégager des lignes directrices quant aux meilleurs compromis en matière de stratégie numérique pour restituer le plus rapidement et le plus précisément possible les grandeurs physiques d'intérêt en fonction du régime de vol considéré.

[1] A. Loseille, A. Dervieux, F. Alauzet, *Fully anisotropic goal-oriented mesh adaptation for 3D steady Euler equations*, *Journal of Computational Physics*, Volume 229, Issue 8, 2010.

[2] M. A. Park, N. Barral, D. Ibanez, D. S. Kamenetskiy, J. A. Krakos, T. R. Michal and A. Loseille, *Unstructured Grid Adaptation and Solver Technology for Turbulent Flows*, 2018 *AIAA Aerospace Sciences Meeting*.

[3] Weiss P.-E. and Deck S. *Towards a numerical multi-fidelity strategy for unsteady aerodynamics studies of reusable launch vehicles: Application to Ariane Next*, 9th *European Conference for Aeronautics and Space Sciences (EUCASS)*, *Flight Physics, Launcher Aerodynamics*, Lille, France, 27 June - 1 July 2022. <http://dx.doi.org/10.13009/EUCASS2022-4816>

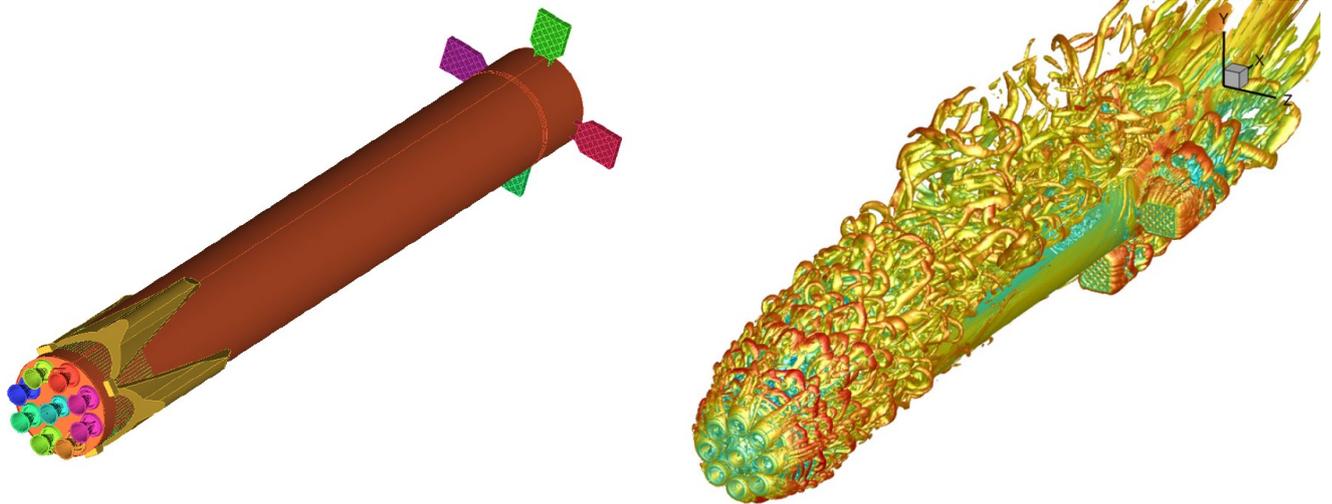


Figure 1 : Simulation ZDES d'une configuration de lanceur réutilisable post Ariane 6 à un nombre de $M=0,8$. Gauche : Géométrie du concept de lanceur réutilisable. Droite : Iso-surface de critère Q adimensionné colorée par la vitesse dans la direction de l'écoulement pour un écoulement à Mach 0,8 avec une incidence de 10° (tiré de [3]).

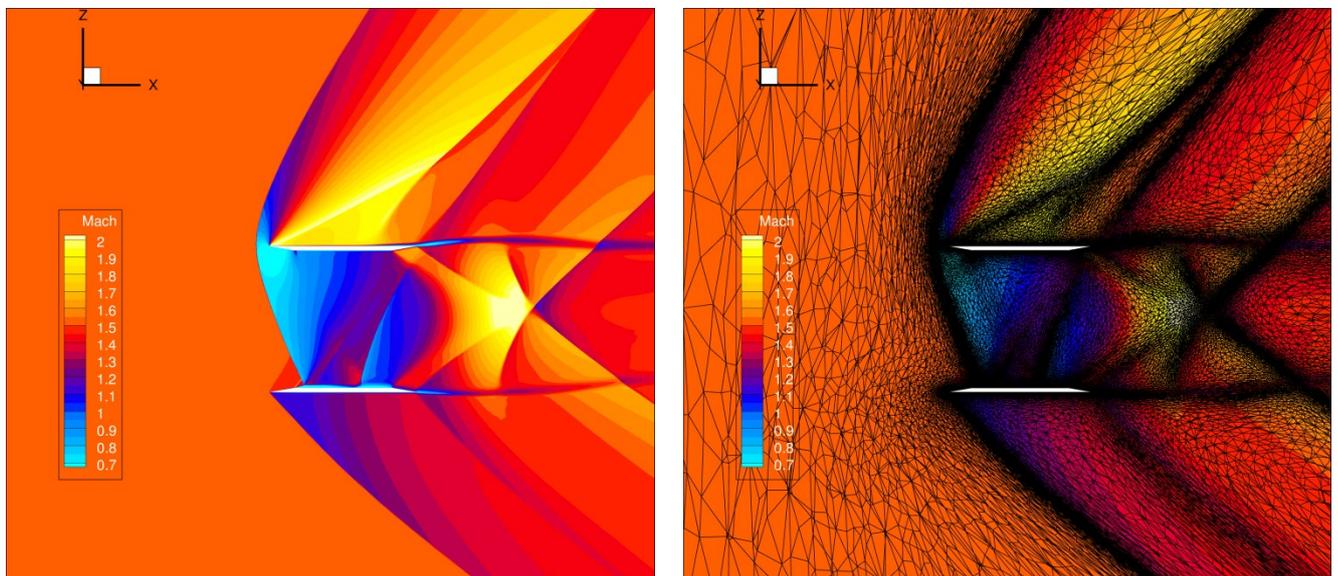


Figure 2 : Simulation d'une alvéole isolée de gouverne à grille réalisée avec une méthode d'adaptation automatique de maillage et le logiciel SoNICS de l'ONERA.

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 checked="" type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input checked="" 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 : A partir du premier semestre 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :
Mécanique des fluides, Aérodynamique et CFD. Affinités pour la programmation (langages tels que Python, Fortran ou C++)

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