

OFFRE D'EMPLOI – STAGE

Modélisation de couche limite réactive supersonique

INFORMATIONS DE L'OFFRE

Référence : AAM-2026-DAV-01
Équipe : AAM

Lieu : 42 Avenue Gaspard Coriolis – 31057 Toulouse

Encadrants :

- Guillaume Daviller, daviller@cerfacs.fr

Gratification : 800€ net par mois - niveau M2 ou dernière année école d'ingénieur

Période : 6 mois – à partir de Février 2026 (modulable)

Mots-clés : lanceur réutilisable, rétropropulsion, CFD, couche limite supersonique

LE CERFACS

Le Cerfacs est un centre privé de recherche, de développement, de transfert et de formation en modélisation, simulation et calcul haute performance. Le Cerfacs conçoit, développe et propose des méthodes et solutions logicielles innovantes répondant aux besoins de ses associés dans les domaines de l'aéronautique, du spatial, du climat, de l'environnement et de l'énergie. Le Cerfacs forme des étudiants, des chercheurs et des ingénieurs dans le domaine de la simulation et du calcul haute performance. Le Cerfacs travaille en forte interaction avec ses sept associés : [Airbus](#), [Cnes](#), [EDF](#), [Météo France](#), [Onera](#), [Safran](#) et [TotalEnergies](#).



L'ÉQUIPE D'ACCUEIL - AAM

L'équipe Aérodynamique Avancée et Multiphysique (AAM) se consacre au développement de méthodes numériques innovantes, à la modélisation physique et aux techniques de calcul haute performance (HPC) pour les nouveaux solveurs CFD. En étroite collaboration avec les partenaires de Cerfacs, le travail se focalise sur les simulations de dynamique des fluides pour les avions, les fusées et les turbomachines.

CONTEXTE

L'amélioration des performances propulsives des moteurs de fusées est un enjeu majeur dans un contexte de réutilisation des lanceurs pour satelliser des charges à moindre coût. La rentrée atmosphérique d'un lanceur se caractérise par des conditions extrêmes dans les écoulements autour du véhicule, notamment au sein de la couche limite, où se concentrent les gradients thermiques, chimiques et mécaniques les plus intenses. Dans ce contexte, la modélisation précise de la couche limite devient cruciale pour prédire les transferts de chaleur pouvant compromettre la tenue des matériaux et donc la stabilité du vol. Ce besoin devient essentiel dans le cadre du développement de lanceurs spatiaux réutilisables, dont les phases de rentrée atmosphérique imposent des conditions thermochimiques extrêmes sur les surfaces exposées. En particulier, le rallumage moteur utilisé pour freiner activement le lanceur lors de la rentrée modifie profondément les conditions d'écoulement, en introduisant des jets chauds et réactifs qui interagissent avec la couche limite supersonique, complexifiant sa structure et ses mécanismes de transition.

Ce projet de stage vise à tester différents modèles de paroi [1, 2] pour simuler une couche limite réactive en régime supersonique [3], en couplant les équations de Navier-Stokes compressibles avec des modèles cinétiques de chimie hors équilibre [4]. L'objectif est de capturer correctement les interactions complexes entre la dynamique des gaz, les réactions chimiques (dissociation, recombinaison) et les effets thermiques en proche parois.

- [1] O. Cabrit and F. Nicoud. "Direct simulations for wall modeling of multicomponent reacting compressible turbulent flows", *Phy. Fluids*, 2009.
- [2] M. Cizeron, N. Odier, F. Duchaine, L. Gicquel and F. Nicoud. "Implementation of a TBLE-based wall model with pressure gradient in a massively parallel LES solver". *ASME Turbo Expo*, 2024.
- [3] G. Daviller, J. Dombard, G. Staffelbach, J. Herpe & D. Saucereau. "Prediction of Flow Separation and Side-loads in Rocket Nozzle Using Large-eddy Simulation", *Int. J. Comp. Fluid Dyn.*, 2020.
- [4] S. Blanchard. "Multi-physics large-eddy simulation of methane oxy-combustion in liquid rocket engines", PhD Thesis – INP Toulouse, 2021.

MISSION

L'objectif de ce stage sera d'implémenter et de comparer différents modèles de loi de paroi sur des cas de couches limites supersoniques réactives. Pour cela, le ou la candidat(e) utilisera le code **AVBP** du Cerfacs pour les simulations et la librairie de traitement CFD **Antares** (<https://cerfacs.fr/antares>), tous deux utilisés par Airbus, Safran, ArianeGroup et le CNES. Dans un premier temps, le ou la candidat(e) devra s'approprier les codes ainsi que les méthodes dédiées à la réalisation de simulations de couches limites supersoniques réactives. Puis, des calculs de simulations directes (DNS) et aux grandes échelles avec loi de parois seront réalisés pour comparer les modèles existants. Une première analyse des mécanismes d'interaction des gaz issus dans la couche limite, en lien avec les réactions chimiques rapides, sera réalisée. Ces travaux seront réalisés en collaboration avec les chercheur(e)s de l'équipe AAM.

PROFIL SOUHAITÉ

- Actuellement en dernière année d'un cycle Ingénieur ou équivalent avec une spécialisation en Aéronautique, Aérodynamique compressible et Combustion.
- Le ou la candidat(e) doit avoir des connaissances en mécanique des fluides et turbulence compressible.
- Une première expérience basée sur un projet de programmation en dynamique des fluides numérique instationnaire (CFD) est nécessaire.
- En particulier, des compétences en combustion sont un avantage.
- Ce stage est orienté recherche et par conséquent le candidat, préparant un Master Recherche, sera amené à présenter ses travaux de manière écrite et orale en anglais, selon les critères attendus dans un laboratoire de recherche international.

CE QUE NOUS PROPOSONS AU CERFACS

- Un large accès aux technologies, un environnement relationnel riche, des compétences internes reconnues au niveau national et international.
- Un environnement de travail inclusif et équitable.
- Une structure accessible aux personnes en situation de handicap.
- Possibilité de bénéficier de 1,83 jours de réduction du temps de travail par mois liée à votre choix d'une semaine de travail de 39 heures au lieu de 35 heures.
- Remboursement à hauteur de 50% des frais de transport en commun.

COMMENT POSTULER ?

Pour postuler, veuillez envoyer votre CV et lettre de motivation à daviller@cerfacs.fr, les candidatures sont ouvertes jusqu'au **31/01/2026**.

À bientôt au CERFACS !