

## OFFRE D'EMPLOI – STAGE

Simulations réactives sur maillages tétraédriques non-structurés à l'aide d'une méthode d'ordre élevé

### INFORMATIONS DE L'OFFRE

**Référence :** AAM-2025-DAV-04

**Lieu :** 42 Avenue Gaspard Coriolis – 31057 Toulouse

**Équipe :** AAM

**Encadrants :**

- Guillaume Daviller, [daviller@cerfacs.fr](mailto:daviller@cerfacs.fr)
- Thomas Marchal, [tmarchal@cerfacs.fr](mailto:tmarchal@cerfacs.fr)

**Gratification :** 700€ net par mois - niveau M2 ou dernière année école d'ingénieur

**Période :** 6 mois – à partir de Février 2025 (modulable)

**Mots-clés :** Combustion, CFD, Ordre élevé, Maillage tétraédriques

### 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

Les besoins en simulation numérique de phénomènes multi-physiques instationnaires sont en forte augmentation dans les industries aéronautiques et spatiales. Elles constituent en effet une alternative économique aux essais et expérimentations, induisant une réduction significative du temps de développement. Elle facilite également la conception et l'optimisation de systèmes aérospatiaux (chambres de combustion, structures aérodynamiques, etc.). Pour être un outil efficace, les méthodes de simulation sous-jacentes doivent représenter fidèlement les phénomènes physiques d'intérêt sur des configurations industrielles.

Dans ce contexte, le CERFACS travaille en étroite collaboration avec l'ONERA afin de développer des méthodes de calcul scientifique innovantes au sein du logiciel JAGUAR.

JAGUAR est un code de calcul haute performance résolvant les équations de Navier-Stokes réactives en régimes laminaire et turbulent via une modélisation aux Grandes Échelles. Le système d'équations correspondant est discrétisé à l'aide d'un schéma numérique d'ordre élevé de type Différence Spectrale (SD). Ce schéma est une alternative aux méthodes de Galerkin discontinu offrant les mêmes propriétés générales (ordre élevé, raffinement hp, gestion native des maillages non conformes et non structurés) tout en ayant de meilleures performances en termes de stabilité temporelle et de coût de calcul.

Les travaux menés durant la thèse d'Adèle Veilleux [1] ont permis d'étendre le choix des éléments aux maillages triangulaires et tétraédriques. En parallèle, les travaux de thèse de Thomas Marchal [2] ont permis de rendre possibles les simulations réactives sur maillages hexaédriques. Afin de rendre la méthode plus robuste dans un contexte d'utilisation industrielle, de récents travaux ont permis de stabiliser la méthode en présence de chocs [3] et d'étendre la méthode pour tous les ordres polynomiaux [4] sur triangles et tétraèdres. On propose dans ce stage de poursuivre ces travaux pour réaliser des simulations d'écoulements réactifs [5] sur des maillages triangles et tétraédriques.

- [1] A. Veilleux, G. Puigt, H. Deniau and G. Daviller. *Stable Spectral Difference Approach Using Raviart-Thomas Elements for 3D Computations on Tetrahedral Grids*. Journal of Scientific Computing, 91, 2022.
- [2] T. Marchal, H. Deniau, J.-F. Boussuge, J.F., B. Cuenot and R. Mercier. *Extension of the Spectral Difference Method to Premixed Laminar and Turbulent Combustion*. Flow Turbulence and Combustion, 111, 2023.
- [3] N. Messai, G. Daviller and J.-F. Boussuge. Artificial viscosity-based shock capturing scheme for the Spectral Difference method on simplicial elements. Journal of Computational Physics, 2024.
- [4] N. Messai and G. Daviller. *A corrected Raviart-Thomas Spectral Difference scheme stable for arbitrary order of accuracy on triangular and tetrahedral meshes*. To appear in Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 2025.
- [5] L. Gicquel and G. Staffelbach and T. Poinso. *Large Eddy Simulations of gaseous flames in gas turbine combustion chambers*. Progress in Energy and Combustion Science, 38, 2012.

## MISSION

L'objectif de ce stage sera de d'étendre le solveur JAGUAR réactif aux éléments triangles et tétraèdres. Pour cela le ou la candidat(e) développera dans le code JAGUAR en Fortran. Le code sera testé sur différentes applications académiques. Dans un premier temps, le ou la candidat(e) devra s'approprier le code ainsi que les méthodes dédiées aux simulations réactives. Puis en collaboration avec les chercheurs de l'équipe AAM, la personne proposera des solutions permettant l'intégration la plus performante possible de l'approche envisagée.

## PROFIL SOUHAITÉ

- Actuellement en dernière année d'un cycle Ingénieur ou équivalent avec une spécialisation en Aéronautique.
- 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](mailto:daviller@cerfacs.fr), les candidatures sont ouvertes jusqu'au 31/01/2025.

À bientôt au CERFACS !