

## OFFRE D'EMPLOI – STAGE

Caractérisation des oscillations de pression induites par la sous-résolution du cisaillement dans les méthodes d'ordre élevé

### INFORMATIONS DE L'OFFRE

**Référence :** AAM-2024-AC-02

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

**Équipe :** AAM

**Encadrants :**

- Arthur Colombié, [colombie@cerfacs.fr](mailto:colombie@cerfacs.fr)
- Thomas Marchal, [marchal@cerfacs.fr](mailto:marchal@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 :** CFD, Méthodes numériques, DNS

### 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 du CERFACS, le travail se focalise sur les simulations de dynamique des fluides pour les avions, les fusées et les turbomachines.

### CONTEXTE

La simulation numérique constitue un rouage essentiel dans les processus de conception et d'optimisation des systèmes industriels. Elle permet notamment d'accéder à des informations qui ne peuvent pas être obtenues expérimentalement, pour des raisons de complexité géométrique, de difficultés liées à la mesure ou bien simplement pour des raisons de coût important des moyens d'essais. Bien qu'une partie importante des simulations numériques industrielles s'appuient sur une formulation stationnaire, certains phénomènes requièrent l'utilisation de méthodes instationnaires capables de capter toute la physique qui entre en jeu. À ce titre, le CERFACS s'est engagé dans le développement de codes de calculs instationnaires basés sur diverses méthodes de résolution. Parmi eux, le code JAGUAR s'appuie sur une résolution d'ordre élevé des équations de Navier-Stokes via un schéma de Différences Spectrales (SD). À l'instar des autres méthodes spectrales (*Discontinuous Galerkin - DG*, *Flux Reconstruction -FR*), les SD offrent à l'utilisateur la possibilité de choisir l'ordre de précision du schéma de manière très simple. Cette propriété est d'autant plus intéressante quand il s'agit d'analyser une physique fine (acoustique par exemple).

Le code JAGUAR est principalement destiné à la simulation des grandes échelles de la turbulence (LES) et les divers travaux passés et en cours montrent une bonne maturité pour des applications en aérodynamique et en combustion. Toutefois, les travaux récents pour le passage à la simulation numérique directe (DNS) ont fait apparaître un comportement insoupçonné des méthodes d'ordre élevé. En effet, en présence de cisaillement faiblement résolu, ces méthodes font apparaître une oscillation de pression, ce qui a une influence sur l'acoustique et les statistiques mesurées. Les mécanismes à l'origine de ce comportement restent peu connus et les conditions d'apparition du phénomène restent à déterminer. Ce stage s'inscrit dans ce contexte et vise à caractériser plus précisément ces oscillations.

## MISSION

L'objectif premier de ce stage est de caractériser les oscillations de pression qui apparaissent en présence de cisaillement faiblement résolu. La première étape de l'étude consiste à comparer les résultats de diverses méthodes numériques afin de quantifier l'amplitude du phénomène. Des travaux préliminaires ont été effectués au cours d'un précédent stage. La mission a pour but d'étendre ces travaux tout en dérivant une équivalence entre les méthodes testées en termes de résolution du cisaillement, pour une précision donnée sur la mesure de pression. Dans ce contexte, le ou la candidat(e) va être amené(e) à développer des maquettes 1D (codées en python) ainsi qu'à utiliser des codes internes pour des simulations 2D ou 3D. La seconde étape vise à mieux comprendre le phénomène à l'origine des oscillations. Des travaux en cours semblent indiquer un couplage fort entre les étapes d'interpolation et la résolution des problèmes de Riemann au niveau des faces internes des éléments spectraux. Le ou la candidat(e) devra s'approprier le fonctionnement de la méthode afin de prendre part à ces travaux, avec pour objectif de mettre en avant les étapes à l'origine du phénomène. Enfin, en fonction de l'avancement des travaux, diverses solutions technologiques peuvent être développées afin de réduire ces oscillations à des niveaux acceptables pour des applications DNS.

## PROFIL SOUHAITÉ

- Actuellement en dernière année d'un cycle Ingénieur ou équivalent avec une spécialisation en Mécanique des Fluides
- Une expérience et des connaissances solides en dynamique des fluides numérique (CFD) sont nécessaires.
- En particulier, des compétences en programmation de méthodes numériques sont un avantage.
- Ce stage est orienté recherche. Le ou la candidat(e), 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 [colombie@cerfacs.fr](mailto:colombie@cerfacs.fr), les candidatures sont ouvertes jusqu'au 20/12 de l'année en cours.

À bientôt au CERFACS !