

OFFRE D'EMPLOI – POST-DOCTORAT
Méthodes d'ordres élevés discontinues sur GPU appliquées à la combustion

INFORMATIONS DE L'OFFRE

Référence : AAM-2025-MAR-04
Équipe : AAM

Lieu : 42 Avenue Gaspard Coriolis – 31057 Toulouse

Responsables :

- Jean-François Boussuge, boussuge@cerfacs.fr
- Thomas Marchal, tmarchal@cerfacs.fr

Période : 1 an – à partir de Janvier 2025 (modulable)

Rémunération : 40 K€/an (brut)

Niveau requis : doctorat

Mots-clés : CFD, Différences Spectrales, C++, GPU, Combustion

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

Le Cerfacs est impliqué sur le développement de méthodes numériques d'ordre-élevé visant à résoudre les équations de Navier-Stokes. L'approche privilégiée repose sur les différences spectrales (Spectrale Difference Method - SDM). Cette méthode permet de représenter la solution à l'intérieur de chaque cellule par un polynôme d'ordre élevé, introduisant ainsi une discontinuité de la solution entre les cellules.

Toutefois, la continuité des flux est assurée grâce à l'utilisation d'un solveur de Riemann. Cette approche est concrètement mise en oeuvre dans le solveur JAGUAR, développé en étroite collaboration avec l'ONERA. Récemment, les travaux de thèse de Thomas Marchal [1] ont démontré le potentiel de la méthode SDM appliquée au domaine de la combustion. Bien que JAGUAR, initialement rédigé en Fortran90 et utilisant le paradigme MPI, se révèle très efficace sur les architectures CPU, il présente la limitation de ne pas être compatible avec les architectures

GPU. Ainsi, au cours des deux dernières années, le Cerfacs a entrepris le portage de JAGUAR vers une plateforme plus moderne capable de prendre en charge à la fois les CPU et les GPU. Cette plateforme repose sur le langage de programmation C++ et utilise la Librairie Kokkos, offrant une prise en charge native des architectures CPU et GPU. Actuellement, la plateforme est suffisamment avancée (pour des configurations académiques) pour commencer à l'étendre au domaine de la combustion et c'est l'objet de cette étude.

[1] T. Marchal, H. Deniau, J.-F. Boussuge., B. Cuenot and R. Mercier. *Extension of the Spectral Difference Method to Premixed Laminar and Turbulent Combustion*. Flow Turbulence and Combustion, 111, 2023.

[2] A. Abdelsamie, G. Lartigue, M. Ihme, J. H. Chen, B. Cuenot, D. Thévenin. *Miny-Symposium on Verification and Validation of Combustion DNS*.

MISSION

L'objectif principal de ce post-doctorat est d'implémenter les développements de JAGUAR permettant de réaliser des calculs réactifs dans la nouvelle plateforme C++ afin d'évaluer le potentiel des simulations d'ordre élevé en combustion sur GPU. Dans un premier temps, nous allons rajouter la possibilité d'avoir des équations de transport pour les espèces. Cela permettra de réaliser des simulations multi-espèces non réactive. Dans un second temps nous rajouterons la prise en charge des termes sources permettant la simulation des écoulements réactifs. L'évaluation des performances du noyau numérique sera réalisée sur les cas tests du tourbillon de Taylor-Green adopté par la communauté combustion [2]. Il sera probablement nécessaire d'optimiser l'efficacité de l'approche SDM appliquée à la combustion pour le GPU. Enfin, nous procéderons à une comparaison des performances entre CPU et GPU, tant pour une configuration à noeud unique que pour une configuration à plusieurs noeuds.

PROFIL SOUHAITÉ

- Doctorat en CFD soutenu il y a moins de 3 ans.
- Le ou la candidat(e) doit avoir des connaissances en CFD, mécaniques des fluides et mathématiques appliquées.
- En particulier, des compétences en C++ templaté, GPU et en combustion sont un plus.
- Le ou la candidat(e) sera amené(e) 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.
- Une complémentaire santé qui offre une excellente couverture des soins de santé en complément de la sécurité sociale avec la possibilité d'y faire adhérer sa famille (conjointe et enfants).
- 6 semaines de congés annuels (avec la possibilité de bénéficier de 22 jours de congés supplémentaires par an liée à votre choix d'une semaine de travail de 39 heures au lieu de 35 heures).
- Des modalités de travail flexibles avec la possibilité de travailler à domicile jusqu'à deux jours par semaine.
- Un forfait mobilité durable qui permet à l'employeur de verser jusqu'à un maximum de 500 euros par an pour couvrir les frais de déplacement domicile-travail des personnels qui se rendent au travail en vélo.

COMMENT POSTULER ?

Pour postuler, veuillez envoyer votre CV et lettre de motivation à boussuge@cerfacs.fr, les candidatures sont ouvertes jusqu'au **31/12/2024**.

À bientôt au CERFACS !