

## OFFRE D'EMPLOI – STAGE

### Stage en HPC – Reproductibilité sur GPU

#### INFORMATIONS DE L'OFFRE

**Référence :** COOP-25-JL-01

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

**Equipe :** COOP

**Encadrants :**

- Joeffrey Legaux
- Mohamed Ghenai

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

**Période :** 6 mois - à partir du : 09/02/2026

**Mots-clés :** Calcul Haute Performance (HPC), Programmation Parallèle, Programmation GPU, Reproductibilité, Intégration Continue, Fortran, CFD

#### 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'EQUIPE D'ACCUEIL - COOP

*L'équipe COOP (Computing and Operational Practice) vise à accélérer l'adoption des meilleures pratiques en matière de logiciels scientifiques sur les architectures modernes de calcul haute performance (HPC). Ses principales activités de recherche et développement portent sur : la portabilité, l'efficacité et l'évolutivité des logiciels ; la manipulation, l'adaptation et le partitionnement des maillages ; le transfert de technologie vers l'industriel ; l'analyse de code ; l'apprentissage automatique et l'intelligence artificielle en HPC.*

#### CONTEXTE

L'équipe COOP développe et maintient plusieurs codes HPC, principalement utilisés pour la simulation en CFD et largement adoptés par l'industrie et le monde académique, le plus important étant AVBP. Nous avons récemment contribué à plusieurs projets de portage sur GPU afin d'exploiter leur énorme puissance de calcul parallèle. Si cette évolution a considérablement amélioré les performances des codes, elle a introduit un défi critique : la non-reproductibilité numérique.

Un problème courant survient lorsque plusieurs threads effectuent des réductions en virgule flottante (comme des sommes) sur des valeurs très petites ou très grandes : le résultat final peut varier légèrement d'une exécution à l'autre. L'ordonnancement dynamique des threads sur GPU peut rendre l'ordre des opérations aléatoire et, en

raison du caractère non associatif de l'arithmétique en virgule flottante, les résultats peuvent devenir imprévisibles.

Ce problème complique le débogage, la validation ainsi que la maintenance des codes scientifiques, car nous ne pouvons plus garantir une identité bit à bit des sorties pour une même entrée, exigence pourtant fondamentale pour la rigueur scientifique.

### MISSION

Le stage porte sur la restauration de la reproductibilité bit à bit dans notre code accéléré sur GPU. Cela impliquera l'exploration et la mise en œuvre de techniques avancées, avec un accent particulier sur les algorithmes de coloration de graphe et les méthodes numériques. Le/la candidat(e) commencera par étudier les solutions existantes pour les calculs parallèles reproductibles. Ensuite, il/elle sélectionnera et implémentera l'approche la plus prometteuse au sein de notre code en Fortran et OpenACC.

Une piste possible consisterait à imposer un ordre d'exécution déterministe pour les opérations de réduction sur GPU. Ce travail impliquera non seulement du développement, mais aussi des tests rigoureux et une analyse de performance, afin de garantir que la méthode choisie apporte de la reproductibilité sans entraîner de pénalité de performance inacceptable.

En définitive, cette contribution sera essentielle pour assurer la fiabilité à long terme et l'intégrité scientifique du logiciel.

### PROFIL SOUHAITE

- Formation académique : actuellement en Master 2 ou en école d'ingénieurs.
- Compétences en programmation indispensables : maîtrise d'un langage impératif tel que Fortran ou C/C++.
- Connaissances en programmation parallèle et/ou GPU : un atout apprécié.
- Proactivité, esprit d'analyse, autonomie et goût pour la résolution de problèmes complexes.

### 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 [legaux@cerfacs.f](mailto:legaux@cerfacs.f) et [ghenai@cerfacs.f](mailto:ghenai@cerfacs.f), les candidatures sont ouvertes jusqu'au 15/01/2025.

À bientôt au CERFACS !