

## OFFRE D'EMPLOI – STAGE

### Optimisation des performances GPU : étude et implémentation de stratégies d'accélération de noyaux de calcul du code de mécanique des fluides AVBP

Perspective de thèse financée dans le domaine du calcul HPC / IA à la rentrée 2025

#### INFORMATIONS DE L'OFFRE

**Référence :** CSG-2024-IdA-001

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

**Equipe :** CSG

**Encadrants :**

- Isabelle d'Ast
- Geoffrey Légaux
- Olivier Vermorel

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

**Période :** 6 mois - à partir du : 03/02/2025

**Mots-clés :** Optimisation de code, Accélération GPU, Calcul scientifique, Programmation parallèle, Calcul haute performance, Intelligence Artificielle, Exascale

#### 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 - CSG

L'équipe CSG (Computer Support Group) assure le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements informatiques du Cerfacs. Chargée de l'élaboration du plan informatique puis de son exécution, l'équipe informatique décharge les équipes de recherche de la gestion des moyens matériels et logiciels tout en assurant une cohérence d'ensemble pour l'efficacité de tous. Le rôle d'administration et de support qui est globalement pris en charge par l'équipe informatique permet aux chercheurs de se concentrer sur leur cœur de métier.

#### CONTEXTE

Mots clefs :

- Environnement de calcul haute performance ;
- Encadrement par des chercheurs de haut niveau (Cerfacs et Eviden) en collaboration étroite avec les meilleurs acteurs du domaine (Nvidia, Intel, AMD, ...) ;

- Travail sur un code de mécanique des fluides majeur utilisé dans le monde Académique et Industriel (Safran, Total, Airbus ..) ;
- Perspective de Thèse financée par Eviden et co-encadrée au Cerfacs.

#### Contexte général :

Plus de la moitié des machines du classement du top500 (<https://www.top500.org/>) sont équipées d'accélérateurs graphiques (GPU). Ces accélérateurs sont également au cœur du développement de l'apprentissage machine et de l'intelligence artificielle.

Depuis plus de 5 ans, le CERFACS travaille sur l'accélération sur GPU d'**AVBP** (<https://www.cerfacs.fr/avbp7x/>), code de mécanique des fluides développé au CERFACS et utilisé à la fois dans le monde académique et chez certains de nos associés, pour qu'il puisse tirer parti de la performance de ces accélérateurs.

Afin de ne pas nuire à sa portabilité et sa maintenabilité, le portage du code sur GPU a été réalisé par l'ajout de pragmas OpenACC.

La plupart des difficultés rencontrées proviennent de la gestion des échanges de données entre la mémoire du GPU et son hôte CPU ainsi qu'OpenACC qui n'est pas disponible sur toutes les architectures.

L'objectif de ce stage est d'étudier différentes techniques de parallélisation sur un code réduit représentatif d'AVBP, en vue de trouver la stratégie optimale pour exploiter la puissance des GPU, tout en conservant les performances sur les CPU. Le problème de transformation de code sera abordé pour appliquer les mêmes techniques au sein d'AVBP.

Dans le cadre d'un partenariat étroit entre le Cerfacs et Eviden ce stage sera co-supervisé par les ingénieurs du CEPP (**Center for Excellence in Performance Programming**) de la société Eviden (Ex. ATOS et acteur N°1 du calcul haute performance en Europe) avec pour objectif une poursuite en thèse sur cette thématique qui pourra être enrichie de la génération automatique de codes et de l'apprentissage machine.

### MISSION

Dans ce stage, le ou la candidat(e) sera amené(e) à étudier les stratégies possibles pour profiter au maximum des architectures GPU les plus modernes à travers la réalisation de codes prototypes basés sur les opérateurs du code AVBP.

Ces prototypes indépendants serviront de base pour la définition de stratégies de transformation du code, pour leur implémentation et la mesure de gains de performances sur les architectures GPU représentant l'état de l'art : NVIDIA Grace Hopper, AMD Mi250/Mi300A. Nos contacts privilégiés chez les grands acteurs du monde HPC (Nvidia, Intel, AMD, Eviden, HPE, Lenovo ..) seront sollicités en soutien si nécessaire.

Ce projet s'inscrit dans l'objectif de recrutement d'un(e) doctorant(e) pour une thèse CIFRE financée par EVIDEN au quatrième trimestre 2025 conditionné à une évaluation positive par les partenaires à la fin du stage.

### PROFIL SOUHAITE

- Vous êtes étudiant(e) en troisième année d'école d'ingénieur (BAC+5) ou Master 2 dans le domaine du calcul scientifique, idéalement dans une filière spécialisée dans le HPC et prolonger ce stage dans le cadre d'une thèse vous motive.
- Vous disposez d'une expérience/formation de développement de code scientifique dans les langages impératifs (FORTRAN ou C/C++).
- La connaissance des architectures matérielles (CPU, GPU et leurs différences) serait un premier atout.

- Une expérience dans la parallélisation par ajout de directives (OpenMP ou OpenACC) serait un second avantage.
- L'aisance en Anglais technique est fortement conseillée.

#### 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 [dast@cerfacs.fr](mailto:dast@cerfacs.fr), les candidatures sont ouvertes jusqu'au 17/01/2025.

À bientôt au CERFACS !