

OFFRE D'EMPLOI – STAGE

Programmation haut niveau pour les architectures parallèles (CPU/GPU) de demain : vers la résolution des EDP en Julia

INFORMATIONS DE L'OFFRE

Référence : AAM-2024-AC-01

Lieu : 42 Avenue Gaspard Coriolis – 31057 Toulouse

Équipe : AAM

Encadrants :

- Arthur Colombié, colombie@cerfacs.fr
- Jean-François Boussuge, boussuge@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 : Julia, CPU, GPU, MPI, 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'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

L'évolution des exigences aéronautiques, en matière de performance, de consommation et d'impact environnemental (émissions, bruit), entraîne un besoin d'optimisation des systèmes aéronautiques et la simulation numérique instationnaire est devenue un atout majeur pour traiter ces problématiques. Les codes actuels sont principalement pensés pour fonctionner sur une architecture CPU (Central Processing Unit). Toutefois, les enjeux énergétiques et les performances de calcul tendent à promouvoir les architectures centrées autour du GPU (Graphical Processing Unit). Ce récent changement dans la structure des supercalculateurs nécessite une plus grande flexibilité des codes de calcul, amenés à tourner sur des architectures hybrides. Ce besoin de portabilité conduit à une réflexion sur les langages et les méthodes de programmation, afin de maintenir un niveau de performance optimal sur chaque machine, tout en restant adapté aux utilisateurs (qui n'ont pas pour mission de développer continuellement dans le code). Il est donc primordial de privilégier au maximum sa lisibilité tout en conservant les performances maximales atteignables.

MISSION

Dans ce contexte, ce stage vise à évaluer les possibilités d'utilisation d'un langage haut niveau pour le calcul scientifique. L'objectif consiste à atteindre les performances maximales des cartes, que ce soit sur architecture CPU ou GPU, tout en conservant un niveau de lisibilité suffisant du code. La clarté des sources est un enjeu majeur et doit permettre aux utilisateurs (doctorants/post-doctorants) de comprendre et de développer rapidement dans le code. Les recherches actuelles [1,2,3] semblent montrer que le langage Julia est un bon candidat pour remplir cette fonction.

Ainsi, le ou la stagiaire sera amené(e) à montrer la faisabilité d'un code de calcul, développé en Julia, qui permette un confort de développement sans sacrifier les performances. La première mission sera de développer un noyau de calcul parallèle capable de fonctionner indifféremment sur une architecture CPU/GPU, afin de résoudre un système d'équations aux dérivées partielles. Ce travail préliminaire permettra de mettre en place le formalisme de programmation et de vérifier sa cohérence vis-à-vis de l'objectif de lisibilité annoncé. Les compétences développées seront ensuite mises à profit pour le développement d'un algorithme de résolution parallèle, qui soit adapté aux maillages non-structurés. Ce code devra notamment intégrer des méthodes pour la lecture et le partitionnement du maillage. Enfin, une vérification de la portabilité et des performances de l'algorithme sera réalisée sur différentes machines disponibles actuellement au CERFACS et à l'extérieur.

[1] *Julia as a unifying end-to-end workflow language on the Frontier exascale system*, Godoy et al., 202

[2] *Scalability and HPC Readiness of Julia's AMD GPU Stack* | L. Räss | JuliaCon 2023

[3] *Scaling Trixi.jl to more than 10,000 cores using MPI*. | M. Schlottke-Lakemper & H. Ranocha | JuliaCon 2023

PROFIL SOUHAITÉ

- Actuellement en dernière année d'un cycle Ingénieur ou équivalent avec une spécialisation en calcul scientifique (HPC - MPI)
- Une expérience et des connaissances en programmation parallèle sont requises.
- Des connaissances en dynamique des fluides numérique (CFD) sont un avantage.
- Ce stage est orienté recherche. 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 colombie@cerfacs.fr (cc à boussuge@cerfacs.fr) les candidatures sont ouvertes jusqu'au 20/12 de l'année en cours.

À bientôt au CERFACS !