



MAISON DE LA SIMULATION

Maison de la Simulation

Spécialiste calcul haute performance

Optimisation du code de simulation de turbulence de plasmas tokamaks TOKAM3X sur architecture many-core.

Dans le cadre du centre d'excellence HPC européen [EoCoE](#), la Maison de la Simulation propose **1 CDD de 1 ans** pour des ingénieurs spécialistes du calcul haute performance.

L'objectif général du projet EoCoE (Energy oriented Centre of Excellence) est de fournir du support aux applications HPC issues des communautés scientifiques ayant potentiellement des retombées technologiques dans le domaine de l'énergie. Le consortium regroupe 23 partenaires répartis sur 8 pays européens et intervient sur les applications HPC (High Performance Computing) avec spectre d'activités très large qui s'étend de l'analyse numérique à l'implantation d'algorithmes parallèles en passant par l'amélioration de bibliothèques HPC ou leur intégration dans les applications.

Le code parallèle hybride (MPI + OpenMP) TOKAM3X principalement développé par le CEA Cadarache commence à s'imposer comme l'un des leaders mondiaux de la modélisation 3D de la turbulence dans le plasma de bord des tokamaks dans le cadre de la recherche pour la production d'énergie par Fusion magnétique. La montée en cadence de l'exploitation du code s'accompagne d'une augmentation rapide des besoins en temps de calcul sur divers super-calculateurs internationaux. Cependant, une grande partie des heures obtenues le sont sur des architectures dites *many-core* et plus spécifiquement sur processeurs Intel Xeon Phi KNL, pour lesquelles la programmation actuelle du code n'est pas optimale. Ces architectures se caractérisent par un grand nombre de coeurs (entre 68 et 72) pour une fréquence plus faible (entre 1.3 et 1.5 Ghz) compensée par des registres vectorielles SIMD plus large (512 bit). Elles ont été conçues pour consommer moins d'énergie tout en offrant une performance de calcul crête plus importante que les précédentes générations *multi-core* (Intel Xeon). En général, ces propriétés rendent les performances des codes plus sensibles aux problèmes de programmation et de parallélisation. Les développeurs doivent se concentrer d'avantage et plus que jamais sur les structures de données, la bonne gestion des caches et la vectorisation afin d'atteindre la performance crête de la machine et surpasser les précédentes architectures. L'implémentation actuelle du code souffre de ces problèmes et un effort conséquent doit être réalisé au niveau de la vectorisation du code TOKAM3X. Les temps d'exécution sont aujourd'hui supérieurs ou équivalents sur ces architectures que sur des architectures plus classiques, malgré une puissance crête bien supérieure.

Plus particulièrement la personne affectée au poste proposé sera associée au groupe de travail du code de calcul TOKAM3X de la Maison de la Simulation. Dans un premier temps, le travail consistera à évaluer en détail les performances du code TOKAM3X sur architectures *many-core* et *multi-core* afin d'en déterminer les principales causes de ralentissement et les principaux axes d'optimisation. La deuxième partie portera sur l'optimisation du code lui-même en axant les efforts sur la gestion des caches et de la vectorisation, l'amélioration de l'équilibrage de charge (notamment sur le niveau OpenMP) ainsi que la meilleure utilisation de la MCDRAM. L'évolution des performances sera évaluée sur de larges clusters KNL et aussi d'anciennes générations.

Ce travail s'effectuera au sein des équipes de la Maison de la Simulation, spécialistes du calcul haute performance en lien avec les communautés scientifiques internationales. La personne recrutée pourra échanger avec l'ensemble des ingénieurs de la Maison de la Simulation, les experts du projet EoCoE ainsi qu'avec la communauté fusion par confinement magnétique du CEA Cadarache. Elle aura l'opportunité d'utiliser les outils d'évaluation de performances les plus aboutis du moment sur les calculateurs les plus performants d'Europe. Elle bénéficiera des programmes de formation de la Maison de la Simulation et ceux



MAISON DE LA SIMULATION

du projet EoCoE organisés chaque année dans divers centres d'excellence européens. Elle aura la possibilité de participer à des workshops et conférences dans le domaine HPC et sera amenée à se déplacer au sein des différentes équipes du projet en France et en Europe.

Compétences :

- Thèse ou diplôme d'ingénieur dans un domaine scientifique fortement connexe au calcul intensif
- Connaissances opérationnelles des techniques et langages de programmation (Fortran90, C, C++) et du développement de codes applicatifs
- Bonne expérience dans la parallélisation (MPI, OpenMP) et l'optimisation de codes scientifiques sur diverses architectures (SMP, MPP) dans un environnement Unix
- Maîtrise de l'anglais technique à l'écrit et à l'oral (collaboration avec des chercheurs Européens)
- Aptitude à travailler en équipe

En complément, des connaissances ou une expérience dans un ou plusieurs des domaines suivants seront appréciées :

- Utilisation d'outils d'analyse de performance et de débogage sur des applications parallèles
- Connaissance de l'architecture des ordinateurs
- Connaissance de langages de script (Python, bash, ...)

Localisation :

La Maison de la Simulation est située sur le plateau de Saclay dans le bâtiment Digitéo du site du CEA/Saclay.

Envoyer vos candidatures (CV, lettre de motivation et références) ainsi que vos demandes d'information complémentaire à info@maisondelasimulation.fr

La Maison de la Simulation :

La Maison de la Simulation (<http://www.maisondelasimulation.fr>) est un laboratoire regroupant cinq partenaires (CEA, CNRS, INRIA, université de Paris-Sud et université de Versailles – S^t Quentin) qui a pour objectif d'accompagner, de soutenir et de stimuler les communautés scientifiques afin de tirer le meilleur parti des supercalculateurs, en particulier déployés dans le cadre de GENCI et du projet Européen PRACE. Elle favorise notamment l'émergence en France d'une communauté du calcul intensif et développe les synergies fortes entre chercheurs et ingénieurs de différentes disciplines nécessaires pour concrétiser les avancées scientifiques importantes attendues du calcul haute performance.

Pour mener à bien ses missions, la Maison de la Simulation se développe selon trois axes :

➤ **Un centre de recherche pluridisciplinaire** autour de la simulation numérique : A ce titre, la Maison de la Simulation héberge des équipes de recherche pluridisciplinaires autour de projets liés au calcul intensif, depuis les mathématiques, les méthodes numériques, l'algorithmique, l'informatique et le génie logiciel jusqu'à la physique des phénomènes étudiés. Ces équipes mènent des recherches propres et favorisent l'émergence et l'utilisation d'outils numériques communautaires.

➤ **Une unité de service et d'expertise** ouverte sur les communautés : la Maison de la Simulation dispose d'une équipe d'ingénieurs spécialistes du calcul haute performance à même de fournir une expertise et une aide aux développements applicatifs de haut niveau aux projets sélectionnés et accueillis dans ses murs. Cette expertise concerne à la fois l'algorithmique parallèle, le développement et l'optimisation des codes ainsi que la visualisation et le post-traitement des données.



MAISON DE LA SIMULATION

- **Un pôle d'enseignement et d'animation scientifique** en calcul intensif : La Maison de la Simulation est un pôle d'enseignement et d'animation scientifique dans le domaine du calcul haute performance sur le plateau de Saclay et à partir de ses émanations régionales, aussi bien pour la formation initiale, en partenariat avec les Universités, que pour la formation permanente.

Afin de remplir ses missions, la Maison de la Simulation est constituée d'équipes pluridisciplinaires regroupant des chercheurs, des enseignant-chercheurs, des ingénieurs, des doctorants et post-doctorants travaillant ensemble sur le long terme.