

Stage de Master 1 :

Tolérance aux pannes dans un code de simulation pour la fusion nucléaire

Sujet Intégration de la bibliothèque de tolérance aux pannes FTI au code de simulation pour la fusion nucléaire Gysela5D

Compétences requises Bonne connaissance du langage Fortran et/ou C, maîtrise de l'environnement Unix/Linux, intérêt pour la programmation parallèle, Anglais

Durée Stage de Master 1, environs deux mois

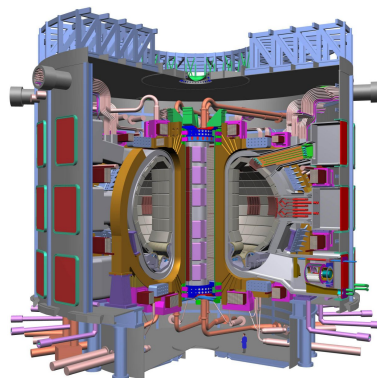
Lieu Maison de la Simulation – CEA Saclay

Responsable Julien Bigot (julien.bigot@cea.fr – 01 69 08 01 75) et Guillaume Latu (guillaume.latu@cea.fr)

Contexte

Un besoin majeur pour maîtriser la fusion nucléaire dans des réacteurs comme ITER est de comprendre les mécanismes qui influent sur le confinement de la chaleur au sein du plasma où a lieu la fusion. **Gysela5D** (*a 5D Gyrokinetic SEmi-LAgrangian code for fusion plasma simulation*) est un code utilisé pour simuler les instabilités qui se développent dans le plasma et ont un grand impact sur ce confinement. L'exécution de telles simulations nécessite des ressources de calcul particulièrement importantes qui ne peuvent être obtenues qu'en tirant parti du parallélisme massif des plus grands super-calculateurs disponibles.

Une exécution récente sur la machine Jukeen (5ème machine la plus puissante au monde en 2012) a utilisé jusqu'à 458 000 cœurs de calcul en parallèle, une simulation sur la machine Jade (18ème machine en 2010) a nécessité un mois de calcul. L'utilisation d'un tel nombre de cœurs pendant des durées de cet ordre pose des problèmes liés aux pannes. En effet, même si chaque cœur est relativement fiable, la multiplication des cœurs multiplie les risques de panne. Aujourd'hui, les plus gros calculateurs subissent une panne nécessitant le remplacement de composants jusqu'à plusieurs fois par semaine. Dans ces conditions, l'exécution de grosses simulations (plusieurs jours sur plusieurs dizaines de milliers de cœurs) est quasiment assurée d'être interrompue par une panne et de ne jamais pouvoir terminer.



Coupe d'un Tokamak :
réacteur pour la fusion

Une solution pour tolérer ces pannes consiste à sauvegarder l'état de la simulation sur disque régulièrement pour pouvoir la reprendre en cas de panne, on parle de check-point/restart. Cette sauvegarde pose des problèmes de performances liés à la grande taille des données à écrire (plusieurs téra-octets). L'augmentation de la taille des machines va rendre ce problème encore plus critique et le risque est de passer plus de temps à sauvegarder qu'à calculer. La bibliothèque **FTI** propose une approche intéressante pour accélérer cette opération en tirant parti des multiples disques SSD disponibles sur certains super-calculateurs.

Description détaillée du stage

Au cours de ce stage vous devrez comprendre le mécanisme actuellement implémenté dans Gysela5D pour la sauvegarde de son état sur disque. Gysela5D est développé en Fortran à 95% et parallélisé avec OpenMP et la bibliothèque MPI. Il existe deux implémentations de la sauvegarde sur disque dont l'une est en C et l'autre en Fortran. Ces deux implémentations utilisent la bibliothèque d'entrées-sorties HDF5.

Vous devrez étudier et comprendre comment s'utilise la bibliothèque FTI développée en C. Votre travail consistera à permettre l'utilisation de cette bibliothèque en plus des deux implémentations actuelles pour la sauvegarde de l'état des simulations Gysela5D.

Vous devrez valider vos modifications en vérifiant que les résultats obtenus lors de l'exécution de simulations ne sont pas impactés. Vous aurez pour cela accès à un cluster de calcul comportant plus de mille cœurs.

Ce stage pourra se poursuivre par l'étape suivante consistant à évaluer et analyser les performances de cette nouvelle approche sur de très grandes machines. Cette suite pourrait prendre la forme d'un stage de Master 2, voir d'une thèse.

Logiciels utilisés

Gysela5D est un code développé principalement au sein de l'Institut de Recherche en Fusion Magnétique (IRFM) du CEA Cadarache avec de nombreuses collaborations (Maison de la Simulation, Inria, CPT Marseille, IRMA Strasbourg, IPP Garching, LPP Paris, Montreal University, ...)

FTI est une bibliothèque développée par l'équipe de Franck Cappello à l'Argonne National Laboratory (ANL). Le code est disponible sur <http://sourceforge.net/projects/hpc-fti/>, l'approche adoptée est présentée dans l'article <https://wiki.ncsa.illinois.edu/download/attachments/18188759/fti-5.pdf>.