



© IRESNE/CEA

## Optimisation d'un solveur mécanique GPU basé sur MFEM

DEC/SESC/LDOP

**La portabilité des codes sur GPU est l'un des enjeux des codes HPC qui s'est fait jour durant ces cinq dernières années. En effet, au niveau international, la tendance actuelle est de doter les supercalculateurs de nœuds contenant une ou plusieurs cartes graphiques afin d'accélérer significativement les calculs. La barre symbolique de l'ExaFLOPs a notamment été franchie grâce à ce type de technologie en juin 2022 (Machine Frontier - Oak Ridge).**

Refondre un code pour calculer sur GPU demande généralement de revisiter les algorithmes (parallélisme à grain très fin) et les structures de données afin de les rendre compatibles avec les GPUs.

D'autre part, l'optimisation des performances nécessite de réaliser au préalable un profiling détaillé de l'application. Cela est essentiel pour isoler les causes de l'exploitation inefficace des ressources sur GPU (par exemple utilisation d'un nombre limité de registre, type de mémoire employé, pattern d'accès mémoire ...) et y remédier.

Le stage est proposé au sein de l'institut de recherche sur les systèmes nucléaires pour la production d'énergie bas carbone, basé sur le site du CEA Cadarache. L'institut mène notamment des activités de R&D sur les combustibles nucléaires dans l'objectif d'accroître la sûreté et la performance des réacteurs actuels et de développer les combustibles des réacteurs du futur.

Dans ce stage, nous proposons d'évaluer l'amélioration des performances d'un prototype de solveur mécanique exploitant le solveur élément fini [MFEM](#). Il s'agira dans un premier temps d'explorer les différentes options accessibles dans MFEM (choix du solveur linéaire - Ginkgo par exemple, choix du préconditionneur) pour une modélisation élastique simple. Dans un second temps, il faudra adapter le noyau de calcul d'assemblage de la matrice dans le but de comparer l'assemblage partiel et l'assemblage complet sur GPU.

Si le temps le permet, des lois de comportements mécaniques plus réalistes issues de [MGIS-Mfront](#) seront aussi considérées.

### ▪ Formation souhaitée :

Ecole d'ingénieur ou Master 2 Mathématiques Appliquées ou Calcul Scientifique ou HPC

### ▪ Durée du stage :

6 mois

### ▪ Méthode/logiciel(s) :

Méthode des éléments finis, CUDA

### ▪ Mots clés :

HPC, GPU

### ▪ Possibilité de thèse :

Oui

### ▪ Contact(s) :

LATU Guillaume  
guillaume.latu@cea.fr

PRAT Raphaël  
raphael.prat@cea.fr

### ▪ Retour au sommaire