	<b>SUJETS DE STAGE PROPOSES PAR IRESNE/DEC/SESC ANNEE 2022-2023</b>	Septembre 2022
DES/IRESNE/DEC	<b>LIVRET DE STAGES / INTERNSHIP BOOKLET</b>	PAGE 53/90

### 7.2.8. Optimisation des performances sur GPU d'un solveur thermo-mécanique

#### Contexte :

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 limités de registre, type de mémoire employé, pattern d'accès mémoire ...) et y remédier. Dans ce stage, nous proposons d'évaluer la faisabilité et les performances d'un calcul de type VER (volume élémentaire représentatif) avec une loi de comportement élastique sur plusieurs GPUs avec un solveur thermo-mécanique exploitant le solveur élément fini MFEM (mfem.org). L'objectif est d'estimer les gains (temps de calcul) apportés par l'utilisation des GPU versus CPU en explorant les différentes options accessibles dans MFEM (choix du solveur linéaire, matrix-free, choix du préconditionneur) et en adaptant les noyaux de calculs dans le but de réduire le temps de calcul. Si le temps le permet durant le stage, d'autres cas d'intérêt seront analysés : VER avec modèle micromorphe pour la propagation de fissure, puis modélisation du contact mécanique entre deux sphères en contact. Pour chaque cas examiné la démarche sera la suivante : mise en place du cas, développement des noyaux de calcul, déploiement sur GPU, profiling, amélioration des performances, benchmark sur cluster de GPU.

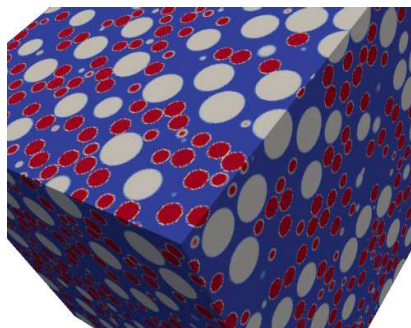


Fig 1 : Modélisation d'un VER 3 phases (deux phases inclusionnaires dispersées dans une matrice)



Fig 2 : Machine Topaze CCRT

#### Objectifs :

-

#### Étapes du stage :

-

#### Relations/collaboration :


-

#### Méthode/logiciel(s) :

GPU, MPI, CUDA.

#### Mots-clés :

HPC, GPU.

	<b>SUJETS DE STAGE PROPOSES PAR IRESNE/DEC/SESC ANNEE 2022-2023</b>	Septembre 2022
DES/IRESNE/DEC	<b>LIVRET DE STAGES / INTERNSHIP BOOKLET</b>	PAGE 54/90

**Durée :**

5 à 6 mois.

**Lieu :**

Institut de REcherche sur les Systèmes Nucléaires pour la production d'Energie bas carbone  
 Département d'Etudes des Combustibles  
 Service d'Etudes et de Simulation du comportement des Combustibles  
 CEA Cadarache /13108 Saint-Paul lez Durance

**Formation souhaitée :**

Calcul haute performance ; Mathématiques appliquées.

**Possibilité de poursuivre en thèse :**

Oui :  Non :

**Responsable(s)/contact**

Nom : LATU      Prénom : Guillaume      Email : [guillaume.latu@cea.fr](mailto:guillaume.latu@cea.fr)  
 Nom : PRAT      Prénom : Raphaël      Email : [raphael.prat@cea.fr](mailto:raphael.prat@cea.fr)  
*Candidature à adresser 3 mois avant le début du stage au responsable*  
*Consultation des stages CEA sur le site Internet: <http://portail.cea.fr/emploi>*