

# Ecole d'été CEA/EDF/INRIA 2022 – Programmation hybride et asynchrone haute performance

---

**Julien Jaeger et Patrick Carribault**

Le thème principal de cette école concerne la programmation parallèle hybride (MPI+OpenMP) avec l'utilisation de l'asynchronisme pour l'amélioration des performances de calcul. Orientée calcul haute performance (HPC), le programme vise à former des participants sur l'utilisation efficace de techniques asynchrones sur un supercalculateur actuel.

## Contexte

Ces dernières années, le nombre d'unités de calcul a drastiquement augmenté dans les architectures de supercalculateur. Même si la performance globale de telles machines continue de croître, l'exploitation de la puissance disponible devient de plus en plus élaborée. En effet, exprimer un parallélisme efficace sur un grand nombre de cœurs regroupés en un nombre important de nœuds est un exercice difficile. Une solution est alors de mélanger plusieurs modèles de programmation parallèle (par exemple MPI et OpenMP) afin de bénéficier des avantages des différentes approches en termes de performance et de consommation mémoire. Mais il existe plusieurs méthodes pour rendre une application hybride efficace : programmation parallèle à gros grain, placement sur des ressources de calcul distincte, interopérabilité entre les supports exécutifs, exploitation de l'asynchronisme de calcul...

## Enjeu de l'école d'été

Dans ce contexte, cette école d'été propose de présenter des bonnes pratiques pour mélanger plusieurs modèles de programmation parallèle en se focalisant sur MPI et OpenMP. Parmi les différentes possibilités, un accent sera fait sur la gestion asynchrone du calcul (par exemple sous forme de tâches) avec un recouvrement des temps de communications. Cette approche permet alors de réduire l'impact des accès mémoire concurrents, des communications par le réseau, de la latence des routeurs... Les travaux dirigés seront illustrés sur un supercalculateur.

## Prérequis

Connaissance en programmation parallèle MPI et OpenMP.

## Cours et séminaires

Cette école d'été va s'articuler autour de 3 cours et 3 séminaires.

- **Cours 1 : Asynchronisme dans les communications MPI**
  - Enseignant : *Anthony Skjellum* (Chercheur University of Tennessee at Chattanooga)
  - Résumé : Ce premier cours met en avant la possibilité de recouvrir le temps de communication par du calcul utile grâce à l'interface MPI. L'idée principale est de présenter les fonctions disponibles et la mise en œuvre sur une machine réelle avec les techniques existantes sous-jacentes.

- **Cours 2 : Asynchronisme dans les threads/taches OpenMP**
  - Enseignant : *Matsuhisa Sato* (Directeur adjoint CCS-RIKEN)
  - Résumé : Afin de compléter l'approche asynchrone en MPI, ce cours permet de mettre en avant le parallélisme par tâche qui se base sur le fait de recouvrir les temps morts par de l'ordonnancement de travail exprimé sous forme de tâches de calcul. La mise en œuvre se fera en OpenMP.
- **Cours 3 : Mise en œuvre avec placement hybride**
  - Enseignant : *Edgar Leon* (Chercheur LLNL)
  - Résumé : exprimer l'asynchronisme en programmation hybride est une chose, mais la mise en œuvre passe également par l'interaction avec le reste de la pile logicielle et le placement sur les processeurs sous-jacents. Ainsi, le but de ce cours est de présenter et comprendre les enjeux de ces placements et les interactions importantes qui peuvent impacter les performances.

Ces cours seront complétés par des séminaires d'industriels (**Intel, ARM & Atos/Bull**) présentant les technologies émergentes et les challenges actuels et futurs.