

# Sujet : Algorithmes numériques robustes pour la simulation exascale

**Responsables :** Emmanuel Agullo et Luc Giraud en collaboration avec Abdou Guermouche et Jean Roman

**Téléphone :** 05 24 57 4150, 05 61 19 3025, 05 24 57 4103, 05 24 57 4033

**Courriel :** [Emmanuel.Agullo@inria.fr](mailto:Emmanuel.Agullo@inria.fr), [luc.giraud@inria.fr](mailto:luc.giraud@inria.fr), [abdou.guermouche@labri.fr](mailto:abdou.guermouche@labri.fr), [Jean.Roman@inria.fr](mailto:Jean.Roman@inria.fr)

## Présentation du sujet :

L'avènement des machines exascale permettra de résoudre de nouveaux défis scientifiques. Ces machines seront probablement composées de plusieurs millions de ressources de calcul et seront donc soumises à une haute fréquence de pannes matérielles unitaires. Ainsi, les applications exascale devront-elles être résilientes. Cela signifie que les algorithmes devront être capables de terminer une simulation même si une des unités de calcul tombe en panne. Ce stage sera centré sur la résolution de systèmes linéaires et non linéaires de très grande taille. Ce noyau de calcul intensif est critique en termes de performance et de mémoire pour de nombreuses applications scientifiques et simulations numériques industrielles à grande échelle.

Le but de ce travail est de développer de nouvelles méthodes numériques et des algorithmes robustes pour la résolution de systèmes linéaires creux de grande taille, convergeant en présence de pannes multiples et fréquentes. Le stagiaire étudiera d'abord l'état de l'art des algorithmes numériques robustes. Lorsqu'une panne survient, deux approches peuvent principalement être employées : régénérer la perte de données grâce à une interpolation locale ou bien recouvrir localement la perte grâce à des techniques dites ABFT (*Algorithm-Based Fault Tolerant*). Les approches basées sur l'interpolation régénèrent des données similaires (mais généralement pas égales) aux données perdues. L'approximation numérique peut conduire à un retard de convergence. À l'inverse, les algorithmes ABFT permettent de régénérer exactement les mêmes données que celles qui ont été perdues. La régénération est alors souvent plus coûteuse mais la pénalité numérique allégée voire annihilée. Plusieurs méthodes basées sur ces deux types d'approches seront considérées. Les schémas d'itération de point fixe seront considérés en premier afin de développer des solveurs linéaires efficaces basés sur l'interpolation de données.

La pertinence des nouveaux algorithmes résultant de ce travail, leur performance, ainsi que leur précision seront étudiés sur des modèles académiques mais également sur des applications industrielles à grande échelle.

**Mot-clés :** algorithmes briques de base pour la simulation à grande échelle, parallélisme *many-core*, résilience

## Commentaires :

Ce stage sera effectué dans l'équipe INRIA HiePACS à Bordeaux. Cette équipe fait partie du Laboratoire Commun INRIA-CERFACS dont l'objectif est de répondre aux défis de la

simulation numérique haute performance. Ce travail s'effectuera aussi en collaboration avec les autres partenaires de l'ANR RESCUE, en particulier les équipes GRAND LARGE (INRIA / LRI / Université Paris Sud) et ROMA (INRIA / LIP / ENS Lyon) ainsi qu'avec les équipes US de l'Université du Tennessee et de l'Université du Colorado avec qui HiePACS est associé. Ce travail se poursuivra dès le 1<sup>er</sup> octobre 2011 dans le cadre d'une thèse dont le financement est dorénavant et déjà acquis (financée par l'ANR RESCUE).