

Titre de la proposition :

Mise en œuvre du solveur parallèle d'algèbre linéaire creuse **PaStiX** de l'équipe **HiePACS** dans des grands codes applicatifs et étude du passage à l'échelle.

Equipe d'accueil:

HIEPACS (INRIA Bordeaux)

Contexte de la recherche :

Ces travaux seront réalisés au sein de l'équipe **HiePACS** qui est spécialisée, en particulier, dans la conception et la mise en œuvre de briques logicielles hautes performances pour des applications de simulation numérique. L'intégration et la validation seront réalisés en collaboration avec des équipes partenaires et le passage à l'échelle sera validé via des accès à des plateformes en France et en Europe.

Missions confiées:

Depuis de nombreuses années, l'équipe développe un savoir-faire algorithmique important pour le calcul hautes performances dans plusieurs bibliothèques, dont **PaStiX** (<http://pastix.gforge.inria.fr>), pour la résolution de très grands systèmes linéaires creux en parallèle. Ces solveurs ont notamment permis à nos utilisateurs de résoudre de manière efficace sur un grand nombre de processeurs des systèmes linéaires d'équations de plusieurs millions d'inconnues issus d'applications pour des cas réels 3D.

Les principales tâches sont orientées vers les applications :

- Les développements réalisés dans le solveur **PaStiX** seront disponibles sous licence libre à travers le dépôt public Git de la bibliothèque. Toutes les contributions seront validées à travers la plateforme d'intégration continue et les tests unitaires mis en place sur le dépôt [Inria gitlab](https://gitlab.inria.fr) afin de garantir la qualité du code produit et de simplifier son intégration dans les applications cibles. De plus, une API utilisateur sera développée spécifiquement afin de rendre disponibles les noyaux de calcul « low-rank » actuellement internes au solveur **PaStiX**. Ce développement est critique en particulier pour les applications nécessitant une interaction directe avec le complément de Schur sous sa forme compressée « low-rank ».
- Le solveur **PaStiX** est actuellement utilisé dans sa version « full rank » dans des applications du CEA Cesta et Cadarache. Par exemple, **Jorek** et **Tokam3x** sont des codes parallèles hybrides (Fortran90, MPI + OpenMP) développés pour la simulation des réactions de fusion dans le cadre du projet ITER. Dans cette tâche, nous travaillerons sur l'intégration de la nouvelle interface du solveur développée pour les fonctionnalités « block low-rank » et à son évolution pour exploiter les futurs besoins liés aux techniques et formats de compression hiérarchique. De plus, les développeurs du code **Tokam3x** ont investigué récemment des optimisations pour les architectures multicœurs. Afin de produire des simulations en vraie grandeur pour les turbulences du plasma avec une géométrie point-X, les systèmes linéaires à résoudre sont de très grande taille et souvent limités par la mémoire disponible sur ces architectures. Les techniques de compression que nous développons sont donc des solutions intéressantes pour réduire cette consommation mémoire, réduire le temps de résolution et pour permettre de traiter des problèmes de plus grande taille.

- Une implémentation utilisant un modèle de programmation à mémoire distribuée a déjà été développée dans les précédentes versions de **PaStiX** (5.*). La plupart de nos utilisateurs attendent également la mise à disposition d'une implémentation MPI dans la nouvelle version de **PaStiX** (6.*). Comme le solveur permet déjà d'utiliser deux environnements d'exécution (**StarPU** and **PaRSEC**), une première approche pourra consister à gérer les communications à travers les fonctionnalités MPI disponibles dans ces environnements. Cependant, afin de disposer d'une version de référence, nous avons également pour objectif de redévelopper une version native MPI/thread du solveur.

Durée de la mission : 12 mois, renouvelable une fois.

Compétences et aptitudes requises/souhaitées :

Calcul et algorithmique hautes performances ; programmation parallèle et distribuée (MPI, OpenMP, CUDA) ; algèbre linéaire.

Responsable de l'encadrement et du recrutement:

Pierre RAMET et Mathieu FAVERGE - pierre.ramet@inria.fr / mathieu.faverge@inria.fr

Caractère formateur de l'expérience :

Les techniques à mettre en œuvre sont des techniques de pointe en termes de R&D et les applications visées sont de vraies applications complexes qu'il faudra mettre en œuvre sur les plates-formes de calcul nationales et européennes.

Analyse des perspectives de débouchés professionnels :

L'expérience acquise valorisera toute candidature à un poste lié aux domaines de l'informatique distribuée et du calcul hautes performances.