

## Simulation PIC 3D dédiée à la physique des hautes énergies

**Problématique** Les codes PIC (Particle-In-Cell) sont devenus un outil essentiel pour la simulation de nombreux phénomènes physiques mettant en jeu des particules chargées, comme en physique des accélérateurs et des plasmas. Les phénomènes réellement cinétiques se déroulant au cœur d'un Tokamak peuvent être modélisés par les équations de Vlasov-Maxwell. La méthode PIC, qui reprend le principe des méthodes Monte Carlo, représente une approximation numérique adéquate pour résoudre l'équation de Vlasov. La mission porte sur la simulation de type PIC dédié à la physique des hautes énergies.

Les moyens de calcul massivement parallèles actuels et futurs permettent d'envisager la simulation de plasma extrêmement réaliste mettant en jeu des dispositifs ayant des géométries complexes. Néanmoins, pour atteindre et réaliser ce type de simulation, de nouveaux développements au niveau des méthodes numériques et de l'algorithmique parallèle sont nécessaires. Un simulateur fortran 90 (langage très utilisé dans la communauté des physiciens) a été développé dans ce but. Ce code SPIN utilise un maillage non structuré pour discrétiser le domaine spatial. Sur ce maillage sont calculés la densité de particules et les forces qui s'exercent sur les particules. La méthode numérique sous-jacente au solveur champ de SPIN a été conçue par des mathématiciens de Strasbourg. Elle est novatrice et n'a jamais été utilisée auparavant. Ce nouveau solveur champ de type élément fini est l'objet principal de l'étude proposée.

A l'heure actuelle, nous disposons d'un solveur 2D. La mission qui vous est proposée est de travailler en collaboration avec un mathématicien et un informaticien pour mettre au point un solveur 3D. Le passage d'une décomposition en triangles à une décomposition en tétraèdres pose des problèmes de passage à l'échelle (mémoire, ressources CPU) que vous aborderez.

**Travail à réaliser** L'essentiel de votre travail consistera à reviser le module traitant les éléments finis. Le passage du 2D au 3D que vous entreprendrez nécessitera d'assembler des matrices de très grandes tailles. Le solveur champ est relativement indépendant du reste du code SPIN et peut donc faire l'objet d'une étude bien séparée. Les vérifications et les tests unitaires seront réalisés sur des configurations physiques simples qui seront étendus du 2D au 3D en collaboration avec un mathématicien. Des prises de performances seront enfin effectuées afin de mesurer le comportement du code sur de grosses configurations.

**Rémunération** : 1600 € net/mois

**Durée** : 1 an (à compter d'octobre 2008)

**Profil demandé** : Bac +5

**Localisation** : Illkirch

### Encadrement

Guillaume LATU (projet INRIA-CALVI & laboratoire LSIIT),

e-mail : guillaume.latu [at] inria.fr,

Tél. 06 31 97 08 30