



Simulation numérique

Sujet

Développement d'un code ALE-AMR pour la résolution des équations de l'hydrodynamique Lagrangienne

Contexte

La Fusion par Confinement Inertiel (FCI) est une des voies prometteuses pour atteindre la combustion thermonucléaire d'un matériau fusible, dans la perspective de produire de l'énergie. Dans le cadre du projet Laser Megajoule (LMJ), le laboratoire CELIA développe un programme de recherche concernant la FCI en attaque directe et a mis au point des outils numériques dédiés à la conception et à l'interprétation d'expériences de FCI. L'hydrodynamique de l'implosion d'une cible FCI est un processus très complexe. La simulation de ces phénomènes consiste à résoudre les équations de la dynamique des gaz en coordonnées de Lagrange. Le formalisme Lagrangien utilise un maillage lié à la matière. Cette écriture est bien adaptée à la description de ce type d'écoulements. Les méthodes Lagrangiennes classiques souffrent néanmoins d'un manque de robustesse lorsque la vorticité et le cisaillement au sein de l'écoulement deviennent trop importants. La conséquence de ce manque de robustesse est l'apparition de mailles non-convexes voire croisées. Une stratégie possible pour remédier à ce type de problème consiste à régulariser le maillage afin d'améliorer la qualité géométrique des mailles. Ensuite, on projette les variables de l'écoulement de l'ancien maillage vers le maillage régularisé. Cette méthode dénommée Arbitrary Lagrangian Eulerian (ALE) permet d'améliorer la robustesse des codes de calcul Lagrangiens. La perte de précision lors du remaillage pourra être compensé par l'utilisation de méthodes Adaptative Mesh Refinement (AMR). En effet, dans cette méthode le maillage est automatiquement raffiné dans les zones où une grande précision est nécessaire.

Objectif de la thèse

Le doctorant devra mettre au point un code de simulation qui permettra de tester les méthodes AMR dans le cadre ALE. En effet, le CELIA possède des codes de simulations hydrodynamiques ALE dans lesquels l'implémentation de l'AMR permettra d'en améliorer la robustesse et la précision. Le coût en temps de calcul de ce type de simulation étant croissant, il nécessite dans certain cas, plusieurs jours de calcul. Le développement de ce code se fera donc en utilisant des techniques de calcul massivement parallèle grâce à la bibliothèque MPI et en utilisant des méthodes de décomposition de domaines. Le but étant l'étude de la FCI, la physique de base permettant d'effectuer ce type de calcul devra être implémentée dans ce code.

Déroulement de la thèse

Cette thèse sera effectuée au CELIA et s'effectuera en plusieurs étapes. Dans un premier temps le doctorant devra résoudre des problèmes d'advection linéaire pour ensuite étudier la résolution de la dynamique des gaz. Ces différentes études seront tout d'abord effectuées en 1D pour ensuite être généralisées en multi-D (2D/3D). Le travail prévu est essentiellement numérique mais le CELIA est en relation avec les groupes expérimentaux dans le monde travaillant sur ce sujet. Le sujet pourra être orienté vers l'interprétation des résultats expérimentaux et en particulier la simulation d'expériences de physique des plasmas créés par Laser.

Directeur de thèse

R. Abgrall INRIA Bordeaux

Contact

Jérôme Breil : breil@celia.u-bordeaux1.fr tel : 05 40 00 37 56