

Échantillonnage préférentiel pour la résolution de l'équation de transport en géométrie plane et sphérique

Christelle BORDIN, CEA - LJLL

On se place dans le contexte de l'étude de la simulation de la fusion par confinement inertiel (FCI). Le principe est l'attaque indirecte avec l'allumage par point chaud central : l'énergie de lasers incidents est absorbée par les parois d'une cavité en métal lourd, puis réémise sous forme de rayon X vers une cible centrale. Cette cible est constituée d'une coquille en plastique remplie d'hydrogène à très basse température.

Les couches externes de la cible sont chauffées par l'apport d'énergie dû au rayonnement X de la cavité, et se dilatent. Par conservation de la quantité de mouvement, les couches internes se contractent, et le cœur de la cible subit une implosion.

Au cours du processus d'implosion, le plastique de la couche externe de la cible a tendance à se mélanger avec le gaz interne, sous l'effet d'instabilités hydrodynamiques. Ce mélange détériore les conditions propices à la fusion, et il est donc capital de comprendre à quel point ses matériaux se mélangent.

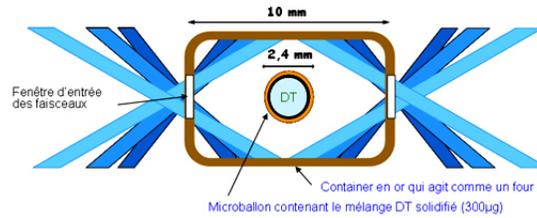


Figure 1: Schéma d'une cavité laser de type LMJ

Une partie importante des phénomènes physiques en jeu est liée à l'interaction entre le rayonnement et la matière, qui peut être modélisée par une équation de type Boltzmann linéaire :

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \mathbf{\Omega} \cdot \nabla u + \sigma_t u = \sigma_s \langle u \rangle + f \quad (1)$$

où $u = u(t, \mathbf{x}, \mathbf{\Omega}, \nu)$ la densité des particules, $t \geq 0$, $\mathbf{x} \in \mathcal{D}$ position spatiale, $\mathbf{\Omega} \in S^2$ direction de propagation. L'opérateur $\langle \cdot \rangle$ est un opérateur de moyenne en direction $\mathbf{\Omega}$, et le terme source f représente le couplage à la matière.

Les méthodes de type Monte Carlo sont efficaces pour résoudre ce type d'équation. Cependant, le coût de calcul associé et le bruit statistique rendent ces méthodes actuellement inutilisables pour l'étude d'instabilités hydrodynamiques. En effet, le bruit statistique est au mieux du même ordre que l'amplitude naturelle des instabilités, ce qui empêche une étude précise de leur développement.

On va ici s'intéresser à la méthode d'échantillonnage préférentiel afin de réduire l'erreur numérique rencontrée au niveau de la cible centrale lors de la simulation. Le point de départ est la méthode décrite dans la thèse de Jean-Marc Depinay [1] pour une géométrie 1D plane, que l'on va ensuite adapter à une géométrie 1D sphérique.

Références

- [1] J.-M. DEPINAY, *Automatisation de méthodes de réduction de variance pour la résolution de l'équation de transport.*, Thèse de doctorat, 2000.

Christelle BORDIN, CEA, DAM, DIF, 91297 Arpajon Cedex
christelle.bordin@cea.fr, christelle.bordin@gmail.com

Xavier BLANC, laboratoire J.-L. Lions, université Paris-Diderot, 5 rue Thomas Mann, 75205 Paris Cedex 13
blanc@ann.jussieu.fr

Gilles KLUTH, CEA, DAM, DIF, 91297 Arpajon Cedex
gilles.kluth@cea.fr

Gérald SAMBA, CEA, DAM, DIF, 91297 Arpajon Cedex
gerald.samba@cea.fr