

Extension d'une méthode Monte-Carlo dans un cadre instationnaire

Sujet de stage - année universitaire 2021-2022

Contact : laetitia.laguzet@cea.fr

Description et objectif du stage :

Dans le contexte des simulation de Fusion par Confinement Inertiel les équations du transfert radiatif modélisent les interactions entre la matière et le rayonnement. Moyennant quelques approximations [3], on peut se ramener à une équation linéaire de transport de la forme :

$$\frac{1}{v} \partial_t u(t, x, \omega) + \omega \cdot \nabla_x u(t, x, \omega) + \sigma_T(x) u(t, x, \omega) = \sigma_s(x) \int_{S^2} u(t, x, \omega') \frac{d\omega'}{4\pi} + f(t, x, \omega) \quad (1)$$

dépendant du temps t , de la position x et d'un angle de propagation ω appartenant à la sphère unité S^2 . v représente la vitesse de la lumière et les fonctions σ_T , σ_s et f sont supposées connues. Le résultat de cette équation intervient dans le couplage avec d'autres physiques, notamment sous la forme :

$$I_t = \int_{\mathcal{D} \times \mathcal{V}} \phi(x, v) u(t, x, v) dx dv$$

avec ϕ une fonction connue, mais la discrétisation temporelle de (1) demande également une connaissance suffisante de $u(t, x, v)$. Pour résoudre numériquement ce type de problème, on peut avoir recours aux méthodes déterministes ou aux méthodes stochastiques. Le choix d'une méthode plutôt qu'une autre dépend du compromis souhaité entre la précision sur certains diagnostics et le temps de calcul.

Le cadre général dans lequel s'inscrit ce stage est celui d'un calcul instationnaire couplé à des physiques multiples : c'est donc une méthode Monte-Carlo *directe* qui a été retenue (voir [1, 2]). La méthode dite *adjointe* est quant à elle privilégiée lorsque la solution doit être déterminée en un faible nombre de points (voir [1] pour le détail des méthodes et leur utilisation).

Ce stage propose de mettre en application la méthode *adjointe* dans un cadre instationnaire en étudiant notamment les conséquences des hypothèses sur la condition initiale de chaque itération temporelle. Pour ce faire, l'étudiant se familiarisera d'abord avec les méthodes particulières et les estimateurs Monte-Carlo dans un cadre stationnaire à travers la réalisation un code d'étude s'appliquant sur des cas-tests connus. Puis, après un état de l'art sur l'utilisation d'un solveur avec méthode adjointe dans le cadre du transfert radiatif instationnaire, il réalisera un solveur instationnaire pour l'équation (1) à l'aide de la méthode *adjointe*.

Références :

- [1] B. Lapeyre , E. Pardoux et R. Sentis ; *Méthodes de Monte-Carlo pour les équations de transport et de diffusion*; 1998 ; Springer
- [2] I. Lux et L. Koblinger ; *Monte Carlo Particle Transport Methods : Neutron and Photon Calculations*; 0-8493-6074-9 ; 1991 ; CRC Press
- [3] J.A. Fleck, et J.D. Cummings ; *An implicit Monte Carlo scheme for calculating time and frequency dependent nonlinear radiation transport*; Journal of Computational Physics ; 1971

Lieu : Bruyères-le-Chatel, Essonne (91).

Durée : 6 mois minimum.

Profil souhaité : étudiant(e) préparant un diplôme de Master/Ingénieur (BAC +5) en mathématiques appliquées. Des compétences en informatique sont nécessaires.