

Modèles aux moments et schémas numériques pour une expérience de fusion par confinement inertiel

Février Tony, CEA

Blanc Xavier, Université Paris Diderot

Cargo Patricia, CEA

Samba Gérald, CEA

Cette contribution traite de modèles aux moments et de schémas numériques pour des expériences de fusion par confinement inertiel (FCI). Ces expériences mettent en jeu une capsule contenant un mélange de deutérium et de tritium placée dans un cylindre formé de parois en or. Des lasers dirigés vers ces parois engendrent l'émission anisotrope de rayonnements X vers la capsule menant à la fusion des espèces chimiques.

Nous nous intéressons à la modélisation du rayonnement photonique sous-jacent à l'expérience. Ce rayonnement est régi par l'équation cinétique

$$\frac{1}{c} \partial_t I + \mathbf{\Omega} \cdot \nabla I = \sigma_s (\langle I \rangle - I), \quad (1)$$

où l'intensité radiative $I = I(t, \mathbf{x}, \mathbf{\Omega}, \nu)$ dépend du temps t , de l'espace \mathbf{x} , de la direction $\mathbf{\Omega}$ et de la fréquence ν , σ_s est l'opacité de scattering et $\langle I \rangle$ la moyenne sur la sphère unité de I . Ecrire un modèle aux moments [2] consiste à intégrer l'équation (1) en $\mathbf{\Omega}$ afin d'obtenir une hiérarchie d'équations sur des "moments" de l'intensité radiative tels que l'énergie, le flux et la pression. Le modèle obtenu est alors fermé grâce à une relation liant le moment d'ordre maximal aux moments d'ordre inférieur. Cette fermeture est déterminante pour la préservation des propriétés cinétiques sous-jacentes à (1). L'objectif est de construire des modèles aux moments et des méthodes numériques préservant en particulier la limite diffusion de l'équation (1) lorsque σ_s tend vers l'infini. Ils doivent par ailleurs restituer la physique associée à des rayonnements anisotropes.

La direction choisie est la généralisation d'un modèle noté P'_1 écrit pour des systèmes à symétrie sphérique [3]. Pour ce modèle, l'intensité est donnée par

$$I(t, r, \mathbf{\Omega}) = I_0^0(t, r) \mathbf{1}_{-1 \leq \mu \leq \mu_0(r)}(\mathbf{\Omega}) + J_0^0(t, r) \mathbf{1}_{\mu_0(r) \leq \mu \leq 1}(\mathbf{\Omega}),$$

où $I_0^0(t, r)$ et $J_0^0(t, r)$ sont deux intensités radiales, $\mu = \mathbf{\Omega} \cdot \mathbf{e}_r$ et $\mu_0(r)$ est la projection de la direction limite $\mathbf{\Omega}_0$ du cône d'ombre de la capsule sur \mathbf{e}_r . Ce modèle présente des résultats prometteurs en symétrie sphérique du fait de la prise en compte de la géométrie du cône d'ombre. Au cours de cet exposé, nous présentons des modèles aux moments partiels [1] contenant le modèle P'_1 pour le traitement de rayonnements anisotropes. Nous discutons également des exigences numériques et des schémas envisagés pour la discrétisation de ces modèles.

Références

- [1] M. FRANK, B. DUBROCA, A. KLAR, *Partial moment entropy approximation to radiative heat transfer*, J. Comput. Phys. 218, 1718, 2006.
- [2] D. LEVERMORE, *Moment closure hierarchies for kinetic theories*, J. Stat. Phys., 83, 5,6, 1995.
- [3] W. UNNO, M. KONDO, *The Eddington approximation generalized for radiative transfer in spherically symmetric systems. Basic method*, Public. Astron. Soc. Japan 28, 347-354, 1976.

Février Tony, CEA, DAM, DIF, F91027 Arpajon Cedex, France
tony.fevrier62@gmail.com

Blanc Xavier, Université Paris Diderot, laboratoire Jacques-Louis Lions, 5 rue Thomas Mann 75205 Paris
blanc@ann.jussieu.fr

Cargo Patricia, CEA, DAM, DIF, F91027 Arpajon Cedex, France
patricia.cargo@cea.fr

Samba Gérald, CEA, DAM, DIF, F91027 Arpajon Cedex, France
gerald.samba@cea.fr