

Méthode de tracé de rayon pour la résolution de l'interaction onde-onde multiple appliquée à la diffusion Raman stimulée

Damien F. G. Minenna, Mikael Tacu, Didier Bénisti & Arnaud Debayle

CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon Cedex, France and Université Paris-Saclay, CEA, LMCE, 91680
Bruyères-le-Châtel
`damien.minenna@cea.fr`

Dans le cadre des expériences de fusion par confinement inertiel (FCI), telles que celles effectuées par le Laser MégaJoule (LMJ), nous étudions des modèles d'équations non-linéaires couplées. La réussite des expériences de FCI nécessite un transport efficace de l'énergie laser dans le plasma de cavité. Or, des instabilités critiques interviennent lors de l'interaction laser-plasma. La modélisation de ces instabilités, essentielle en FCI, nous a amené à développer de nouveaux outils numériques rapides et précis pour étudier la propagation des ondes.

Nous proposons une nouvelle méthode générale baptisée le *ray-in-cell* (RIC) pour l'étude de l'interaction non-linéaire entre plusieurs ondes dans des contextes variés. Le RIC est la combinaison d'une méthode de tracé de rayon instationnaire avec un système d'équations d'enveloppe paramétrique (pour l'amplitude des ondes). Les rayons, caractérisés par leur position, nombre d'onde et amplitude, évoluent dans un maillage fixe. En utilisant les techniques des codes *particle-in-cell* (PIC), telle que l'interpolation avec des facteurs de forme, nous pouvons utiliser le maillage pour combiner la dynamique des rayons (provenant de la relation de dispersion) avec les équations d'enveloppe.

Notre méthode RIC est appliquée en FCI à la diffusion Raman stimulée qui est un couplage entre une onde laser incidente, son onde diffusée et une onde plasma électronique (OPE). Notre objectif est de pouvoir simuler l'échange d'énergies entre les ondes. Pour cela, nous étudions notamment la propagation et la courbure de l'OPE. Cette courbure provient des inhomogénéités du laser et du déphasage non-linéaire de la fréquence (conséquences des effets non-linéaires tels que le piégeage électronique dans le potentiel de l'onde). Dans ce contexte, l'augmentation de l'amplitude de l'OPE (modélisée par son équation d'enveloppe) provoque la modification de la relation dispersion et donc de la dynamique des rayons.

Références

1. D. BÉNISTI, Self-consistent theory for the linear and nonlinear propagation of a sinusoidal electron plasma wave. Application to stimulated Raman scattering in a non-uniform and non-stationary plasma, *Plasma Phys. Control. Fusion*, **60**, 014040 (2018).
2. A. DEBAYLE, C. RUYER, O. MORICE, P.-E. MASSON-LABORDE, P. LOISEAU & D. BÉNISTI, A unified modeling of wave mixing processes with the ray tracing method, *Phys. Plasmas*, **26**, 092705 (2019).