

Couplage numérique de l'amortissement Landau et de l'amplification Raman en physique des plasmas

Radoin BELAOUAR, MAB, Bordeaux, France

Thierry COLIN, MAB, Bordeaux, France

Gérard GALLICE, CEA-CESTA, Bordeaux, France

Cédric GALUSINSKI, MAB, Bordeaux, France

L'objet de cette étude est de mettre en évidence de manière précise les phénomènes complexes d'interaction laser-plasma pour la fusion par confinement inertiel. Parmi ceux-ci, on peut citer, la diffusion Raman stimulée, la décomposition des ondes plasma électroniques et l'amortissement Landau. Ce dernier est un déséquilibre cinétique (interaction ondes-particules) qui peut nuire (accélération de particules) au rendement de la réaction de fusion.

Pour cela, à partir des travaux de M. Colin et T. Colin [1], nous avons construit un modèle complet décrivant : la propagation d'un champ laser, la diffusion Raman stimulée, les ondes plasma électroniques, les ondes acoustiques ioniques et l'effet Landau. Ce système se compose de trois équations de Schrodinger quasilinear décrivant les enveloppes lentement variables en temps du champ laser, de l'onde Raman rétro-diffusée et des ondes plasmas électroniques. Ces équations sont couplées à une équation des ondes décrivant la perturbation basse fréquence de la densité ionique. L'amortissement Landau est décrit par un opérateur de convolution sur l'équation des ondes plasmas et il donné par la résolution d'une équation de diffusion sur la moyenne spatiale de la fonction de distribution des électrons. L'originalité de ce modèle est la présence d'un couplage nonlinéaire entre les ondes plasmas, fonction de la position spatiale, et la distribution électronique des électrons en fonction de la fréquence. Ce couplage spatio-fréquentiel ainsi que les termes non-linéaires compliquent la résolution numérique de ce modèle.

Nous proposons dans cette étude de construire un schéma numérique adéquat pour résoudre ce système. Pour cela nous utilisons un schéma de splitting en temps. Dans un premier temps nous résolvons l'équation de diffusion à l'aide d'un schéma différence finie implicite, ensuite nous résolvons le système décrivant la partie onde à l'aide d'un schéma de type Crank-Nicholson. Enfin nous traitons l'amortissement Landau dans l'espace de Fourier en utilisant une transformé de Fourier rapide. De plus, pour des raisons physiques, nous utilisons des conditions aux limites absorbantes appropriées pour les ondes. Les résultats numériques nous montrent l'influence de l'amortissement Landau sur les taux de saturation Raman et des ondes plasmas, ceci en fonction des paramètres (densité et température) définissant le plasma.

Références

- [1] R. BELAOUAR, T. COLIN, G. GALLICE, C. GALUSINSKI. *On a quasilinear Zakharov system describing Landau damping*. Preprint.
- [2] M. COLIN, T. COLIN. *A numerical model for the Raman amplification for laser-plasma interaction*. Journal of computational and Applied Mathematics, 2004, Article in press.

Radoin BELAOUAR – belouar@math.u-bordeaux1.fr

Mathématiques Appliquées de Bordeaux, UMR CNRS 5466 et CEA LRC M03, Université Bordeaux 1, 351 cours de la Libération, 33405 Talence, France

Thierry COLIN – colin@math.u-bordeaux1.fr

Mathématiques Appliquées de Bordeaux, UMR CNRS 5466 et CEA LRC M03, Université Bordeaux 1, 351 cours de la Libération, 33405 Talence, France

Gérard GALLICE – gallice@cea.fr

Commissariat à l'énergie Atomique - Centre Etude Scientifique et Technique d'Aquitaine, BP2, 33114 Le Barp, France

Cédric GALUSINSKI – galusins@math.u-bordeaux1.fr

Mathématiques Appliquées de Bordeaux, UMR CNRS 5466 et CEA LRC M03, Université Bordeaux 1, 351 cours de la Libération, 33405 Talence, France