

Décalage en fréquence non linéaire et application à la courbure du front de phase

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

CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpaçon Cedex, France and Université Paris-Saclay, CEA, LMCE, 91680
Bruyères-le-Châtel
mikael.tacu@cea.fr

Les effets cinétiques jouent un rôle prédominant dans l'interaction laser-plasma, surtout dans les conditions nécessaires pour la fusion par confinement inertiel. Des effets comme l'amortissement Landau, la modification de la fonction de distribution électronique ou la création d'électrons supra-thermiques ne peuvent pas être décrits par des codes hydrodynamiques. D'un autre côté les codes PIC résolvent les équations de mouvement et les équations de Maxwell dont les échelles caractéristiques sont de l'ordre de la période d'oscillation du champ électromagnétique et la longueur de Debye ce qui limite leur utilisation pour des plasmas étendus en temps et espace, demandant des temps de calcul conséquents.

Dans la recherche de méthodes permettant de réduire le temps de calcul des simulations cinétiques, on met à profit une résolution analytique du système d'équations Vlasov-Poisson dans le régime adiabatique. En se basant sur une approche développée par D.Bénisti on dérive la fonction de distribution électronique en tenant compte de nombreux effets comme la non localité de la distribution due aux traversées de séparatrice, les harmoniques du potentiel calculées de façon auto-cohérente, les probabilités de transition entre différentes régions de l'espace de phases, le potentiel vecteur...

On calcule ensuite la vitesse de groupe et le décalage en fréquence non linéaire. Ceci nous permet à l'aide d'équations d'enveloppe et d'un tracé de rayons dont le schéma numérique s'apparente à celui d'un code PIC de retrouver la courbure du front d'onde due au déphasage non linéaire en fréquence et de comparer les nombres d'ondes transverses basés sur un calcul analytique à ceux d'une simulation PIC [3]. Un excellent accord est obtenu pour un temps de calcul au moins un million de fois inférieur.

Tous ces résultats sont résumés dans deux publications à paraître [1,2].

Références

1. M.Tacu, D.Benisti, Nonlinear adiabatic electron plasma waves. I. General theory and nonlinear frequency shift , *https://arxiv.org/abs/2112.15583*
2. D.Benisti, D.Minenna, M.Tacu, A.Debayle, L.Gremillet, Nonlinear adiabatic electron plasma waves. II. Applications , *https://arxiv.org/abs/2201.00685*
3. C.Rousseaux et al, Experimental Evidence of Predominantly Transverse Electron Plasma Waves Driven by Stimulated Raman Scattering of Picosecond Laser Pulses, *Phys. Rev. Lett.* 102, 185003