

Simulations Vlasoviennes de l'interaction ondes-particules dans un plasma: modèles cinétiques, fluides et quasi-particules.

Pierre Bertrand

LPMIA-CNRS UMR 7040, Université Henri Poincaré, Nancy-1

BP 239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy

Les effets collectifs dans les plasmas dits "chauds" doivent être décrits par les équations de Vlasov pour chaque espèce de particules, couplées aux équations de Maxwell. La complexité de ce système non linéaire qui, dans le cas général, utilise un espace des phases à six dimensions, a tout naturellement conduit à rechercher des modèles plus simples.

Le recours aux équations fluides, si il est justifié dans le cas collisionnel, est beaucoup plus délicat à appréhender dans le cas du plasma non collisionnel. Par exemple, si l'on peut dire que la vitesse de phase des phénomènes étudiés (ici des ondes) est beaucoup plus grande que la vitesse thermique des électrons, alors on peut démontrer une fermeture adiabatique.

Dans le cas particulier de l'interaction d'une onde laser de très forte intensité avec un plasma électronique, la description fluide permet ainsi de retrouver la notion de quasi-particules et on décrit la diffusion Raman comme un processus à trois ondes $photon \rightarrow photon + plasmon$ avec les lois de conservation d'action de Manley-Rowe.

Les simulations vlasoviennes (qui ne sont pas entachées par le "bruit" numérique des codes PIC) permettent de préciser ces notions, dans le contexte de l'interaction auto-cohérente des ondes avec les particules de la queue de la fonction de distribution. En permettant la mesure fine de l'effet des électrons piégés, les simulations qui seront présentées, mettent clairement en évidence la limite de validité du modèle fluide. On montrera ainsi que le degré de conservation des actions de Manley-Rowe est relié au nombre de particules piégées.