Modèles Hydrodynamiques dérivés de l'équation de Vlasov-Landau à courant nul

Martin PARISOT, Inria Lille Nord-Europe

Thierry GOUDON, Inria Lille Nord-Europe

Jean-François CLOUET, CEA/DIF/DCSA/SSEL

Mots-clés : Physique des plasmas, Limites hydrodynamiques.

La modélisation de plasma par confinement inertiel conduit aux équations de Vlasov-Landau-Maxwell pour représenter la population d'lectron, i.e.

$$\partial_t f(t,x,v) + v \cdot \nabla_x f + F \cdot \nabla_x f = C(f,f), \tag{1}$$

avec C, l'opérateur de collisions entre particules charges et F, la force de Lorentz donnée par la résolution des équations de Maxwell. Ces équations posées dans $\mathbb{R}^3 \times \mathbb{R}^3 \times \mathbb{R}^6$ sont trop coûteuses à résoudre directement.

Pour simplifier l'étude on se place dans le cadre de faible longueur de Debye. On simplifie ainsi les équations de Maxwell à la condition de courant nul. On écrit alors l'équation de Vlasov-Landau à courant nul,

$$\partial_t f + \frac{1}{\varepsilon}\left(v \cdot \nabla_x f + \frac{\nabla_x \cdot \int v \otimes v f \mathsf{d}v}{\rho} \cdot \nabla_v f \right) = \frac{1}{\varepsilon^2}\left(C(f) - \frac{\int v C(f) \mathsf{d}v}{\rho} \cdot \nabla_v f \right). \tag{2}$$

Dans laquelle on a introduit le paramètre de scaling ε, avec ε^2 représentant le nombre de Knudsen. Pour les régimes fortement collisionnels ($\varepsilon \ll 1$), on cherche à résoudre un système hydrodynamique satisfait par les moments de la distribution solution de (1). On définit alors les moments hydrodynamiques de la manière suivante :

$$\rho(t,x) = \int f(t,x,v)\mathsf{d}v, \qquad u(t,x) = \int v f(t,x,v)\mathsf{d}v = 0, \qquad \theta(t,x) = \int v^2 f(t,x,v)\mathsf{d}v. \tag{3}$$

Le régime asymptotique correspond à l'équation de Spitzer-Härm, présentée dans [1].

On présentera une dérivation des modèles intermédiaires, i.e. où les inconnues sont les variables hydrodynamiques mais valables pour une plus large gamme de ε. Notre approche suit en particulier le raisonnement présenté par D. Levermore dans [2]. On étudiera quelques propriétées de ces modèles (principe du maximum, dissipation de l'entropie) et on présentera quelques résultats numériques.

Références

[1] L.Spitzer, R. Härm, *Transport phenomena in a completely ionized gas*, Phys. Rev., 89(5), 977-981, 1953.

[2] C. D. Levermore, *Moment closure hierarchies for kinetic theories*, J. Statist. Phys., 83(5-6), 1021-1065, 1996.

Martin PARISOT, INRIA Lille Nord Europe Research Centre 40, avenue Halley F-59650 Villeneuve d'Ascq cedex, France
martin.parisot@inria.fr
Thierry GOUDON, INRIA Lille Nord Europe Research Centre 40, avenue Halley F-59650 Villeneuve d'Ascq cedex, France
thierry.goudon@inria.fr
Jean-François CLOUET, CEA/DIF/DCSA/SSEL 91297 Arpajon Cedex
jean-francois.clouet@cea.fr