

# Dérivation asymptotique à faible rapport de masse d'un modèle cinétique pour un mélange gaz-particules.

**Frédérique CHARLES**, LJLL, UPMC

**Stéphane DELLACHERIE**, CEA Saclay

**Laurent DESVILLETES**, CMLA, ENS de CACHAN

**Jacques SEGRÉ**, CEA Saclay

Nous partons d'un modèle cinétique modélisant l'évolution de particules de poussière en atmosphère raréfiée, établie dans [2], sous la forme d'un couplage de deux équations de type Boltzmann. Les particules de poussière sont supposées macroscopiques comparées aux molécules de gaz (d'un rayon de l'ordre de 0,1 à 1  $\mu\text{m}$ ) et d'une densité en nombre faible comparativement à celle des molécules. Cette situation se retrouve par exemple dans le contexte du futur réacteur ITER, pour lequel l'étude de l'évolution des poussières provoquées par abrasion des parois est l'un des enjeux des études de sûreté. Nous nous intéressons à la dérivation d'un modèle asymptotique de type Vlasov-Boltzmann obtenu à rapport de masse faible à partir du modèle Boltzmann-Boltzmann.

La limite asymptotique lorsque le rapport de masse tend vers 0 d'un modèle cinétique à deux particules a été étudiée antérieurement dans le cadre d'un système ions-électrons, pour un couplage de deux équations de Boltzmann dans [4], et plus récemment pour un couplage de deux équations de Vlasov dans le contexte d'un fort champ magnétique dans [1]. L'approche que nous développons ici présente des similarités avec celle introduite dans [4]. Cependant dans le contexte que nous considérons ni les densités des deux espèces ni les sections de collisions ne peuvent être supposées du même ordre de grandeur.

Les faibles rapports de masse et de densité en nombre entre ces deux espèces induisent des grandes disparités dans les échelles de temps, de vitesse et d'espace décrivant le système. Nous considérons deux types d'adimensionnement des vitesses des particules, aboutissant à deux expressions différentes de l'équation de Vlasov qui décrit l'évolution des particules de poussière dans le modèle asymptotique. Nous estimons ensuite, à partir de la description de ce modèle asymptotique à différentes échelles de temps et d'espace, l'échelle de temps caractéristique la plus appropriée du système gaz-particules dans les conditions considérées.

Ces deux modèles sont comparés numériquement avec le modèle Boltzmann-Boltzmann. Une méthode de type *Direct Simulation Monte-Carlo* (DSMC) est utilisée pour la simulation du modèle Boltzmann-Boltzmann, et une méthode *Particle-In-Cell* couplée avec la méthode DSMC est mise en œuvre pour la simulation du modèle Vlasov-Boltzmann.

Enfin, nous présenterons un résultat [3] justifiant de façon rigoureuse le passage à la limite du modèle Boltzmann-Boltzmann homogène en espace vers le modèle asymptotique Vlasov-Boltzmann lorsque les collisions entre particules de poussière et molécules de gaz sont supposées élastiques.

## Références

- [1] M. BOSTAN AND C. NEGULESCU, *Mathematical models for strongly magnetized plasmas with mass disparate particles*, Discrete and Continuous Dynamical Systems-Series B (DCDS-B), **15**, n° 3, 513–544, 2011.
- [2] F. CHARLES, S. DELLACHERIE, J. SEGRÉ, *Kinetic Modelling of the Transport of Dust Particles in a Rarefied Atmosphere*, soumis.
- [3] F. CHARLES, L. DESVILLETES, *Small mass ratio limit of Boltzmann equations in the context of the study of evolution of dust particles in a rarefied atmosphere*, Journal of Statistical Physics, **137**, n° 3, 539–567, 2009.
- [4] P. DEGOND AND B. LUCQUIN-DESREUX, *Transport coefficients of plasmas and disparate mass binary gases*, Transport Theory and Statistical Physics, **26**, n° 6, 595–633, 1996.

**Frédérique CHARLES**, Laboratoire Jacques-Louis Lions, UPMC & CNRS UMR 7598, 4 place Jussieu, 75005 PARIS

frederique.charles@ann.jussieu.fr