

Modélisation eulérienne réduite des équations de Vlasov-Maxwell

Michaël GUTNIC, Univ. Strasbourg, Inria Tonus

Philippe Helluy, Univ. Strasbourg, Inria Tonus

Laurent NAVORET, Univ. Strasbourg, Inria Tonus

Nhung PHAM, Univ. Strasbourg, Inria Tonus

Le modèle de Vlasov-Maxwell permet de décrire le mouvement de particules chargées dans un champ électromagnétique. Les équations de Maxwell décrivent l'évolution des champs électriques $E(x, t)$ et magnétique $H(x, t)$:

$$-\partial_t E + \nabla_x \times H = J, \quad (1)$$

$$\partial_t H + \nabla_x \times E = 0. \quad (2)$$

La fonction de distribution des particules $f(x, v, t)$ dépend de l'espace x , de la vitesse v et du temps t . Elle est solution de l'équation de Vlasov, qui est une équation de transport dans un espace à six dimensions :

$$\partial_t f + v \cdot \nabla_x f + (E + v \times B) \nabla_v f = 0. \quad (3)$$

Le courant est donné par :

$$J(x, t) = \int_v f(x, v, t) v dv. \quad (4)$$

La réduction de modèle, décrite dans [3], consiste à représenter la fonction de distribution sous une forme :

$$f(x, v, t) = M(w(x, t), v).$$

Le vecteur des paramètres $w(x, t)$ dans cette représentation ne dépend plus que de l'espace et du temps. Avec un choix adéquat d'approximation, la réduction conduit à un système hyperbolique de lois de conservation. La discrétisation de ce système permet de construire des méthodes numériques qui sont des alternatives aux méthodes PIC [1] ou semi-lagrangiennes [2].

Nous présenterons diverses réductions de modèle, leur approximation ainsi que leur implémentation dans un code GPU. Nous présenterons des applications à des problèmes de physique des plasmas.

Références

- [1] C.K. BIRDSALL AND A.B. LANGDON. *Plasma Physics Via Computer Simulation* Adam Hilger, Bristol, 1991.
- [2] F. FILBET, E. SONNENDRÜCKER. *Comparison of Eulerian Vlasov solvers* Comput. Phys. Commun., 150, 247–266, 2003.
- [3] N. PHAM, P. HELLUY, A. CRESTETTO. *Space-only hyperbolic approximation of the Vlasov equation*. ESAIM Proc., 43, 17–36, 2013.