

Simulations multi-fluides d'instabilités et de gaines au sein de plasmas froids magnétisés: méthodes numériques avancées et comparaisons avec les méthodes PIC

Louis REBOUL, CMAP, Ecole polytechnique - Paris
Alejandro ALVAREZ-LAGUNA, LPP, Ecole polytechnique - Paris
Thierry MAGIN, von Karman Institut - Rhode-Saint-Genèse
Anne BOURDON, LPP, Ecole polytechnique - Paris
Marc MASSOT, CMAP, Ecole polytechnique - Paris

Les modèles multi-fluides pour les plasmas permettent de prendre en compte l'ensemble du spectre des échelles des différentes espèces présentes au sein du plasma tout en étant moins coûteuses que les méthodes cinétiques. Dans cette contribution, nous étudions l'adéquation de méthodes de type volume finis appliquées à des modèles multi-fluides électrostatiques afin de simuler l'apparition et le développement d'instabilités dans les plasmas froids magnétisés à basse pression en présence de gaines. Dans le but de reproduire les gaines, nous considérons des décharges de plasmas contenant des protons ou des ions hélium en 2D en utilisant un modèle bifluide (électrons et ions) couplant les équations d'Euler isothermes aux équations de Poisson, dont il a été prouvé récemment qu'il permet de capturer correctement la physique du problème [3]. La structure des gaines dans le cas non magnétisé ainsi que l'apparition d'instabilités dans le cas magnétisé sont comparées avec les simulations PIC [1] dans le but d'évaluer le potentiel de l'approche proposées. En particulier, nous montrons que la qualité de la méthode employée a un impact direct sur le développement ou non d'instabilités au sein du plasma, en particulier nous étudierons l'utilité de corrections dites bas-Mach dans la limitation de la diffusion numérique pour les régimes basse-vitesse. Le couplage entre les instabilités observées et les gaines sera également comparé à des simulations fluides qui n'incluent pas l'interaction du plasma avec les parois du domaines [2]. L'objectif de notre travail est de démontrer dans quelle mesure les modèles fluides associés à des méthodes numériques adaptées ont un potentiel important pour la modélisation et la simulation de plasmas ayant des applications dans la propulsion électrique [5]. Nous travaillons également au développement de méthodes dites *asymptotic preserving* adaptées aux échelles de notre cadre d'étude [4, 6].

Références

- [1] Lucken, R. Theory and Simulation of Low Pressure Plasma Transport Phenomena, Application to the PEGASES thruster. *PhD*, 2019, École doctorale n°572 Ondes et Matière (EDOM)
- [2] Sadouni, S. Fluid modeling of transport and instabilities in magnetized low-temperature plasma sources *PhD*, 2020, École doctorale GEED
- [3] Alvarez Laguna A., Magin T., Massot M., Bourdon A., Chabert P., 2020 *Plasma Sources Sci. Technol.* **29** 025003.
- [4] Alvarez Laguna, A. and Pichard, T. and Magin, T. and Chabert, P. and Bourdon, A. and Massot, M., 2020 *J. Comput. Phys.* **419** 109634
- [5] Reboul L., Alvarez-Laguna A., Magin T., Bourdon A., Massot M., 2021, *Physics of Plasmas*, submitted
- [6] Reboul L., Alvarez-Laguna A., Pichard T., Massot M., 2021, In preparation.