Schémas d'ordre élevé de type Scharfetter-Gummel et applications aux décharges de plasmas froids

Tuan Dung NGUYEN, ONERA - Toulouse

Christophe BESSE, Université Paul Sabatier - CNRS - Toulouse
François ROGIER, ONERA - Toulouse

Depuis une vingtaine d'années, les décharges électriques à pression atmosphérique ont suscité des applications prometteuses dans le monde industriel : contrôle d'écoulements, dégivrage, anti-icing, stérilisation, etc. La modélisation et la simulation numérique sont des outils nécessaires à la compréhension des effets des plasma et à l'optimisation des dispositifs de génération des plasmas. Les schémas volume finis de type Scharfetter-Gummel [2] ou de type MUSCL (d'ordre 2) sont très utilisés pour résoudre la dynamique des espèces composant le plasma. Néanmoins, des études numériques ont montré que les résultats étaient souvent imprécis. Dans ce contexte, un nouveau schéma de flux, le schéma dit SGCC (Scharfetter Gummel avec Correction du Courant) d'ordre quelconque est proposé [1]. Cette approche généralise le schéma de Scharfetter et Gummel. Il nécessite d'évaluer les dérivées des inconnues, et donc, comme pour tous les schémas d'ordre élevé, exige une reconstruction locale (dans le cadre des schémas volumes finis) ainsi qu'une limitation.

L'objectif de cette présentation est de montrer la capacité de ce nouveau schéma à reproduire des phénomènes complexes dans les décharges. Dans [1], des simulations 2D simplifiées sur maillage cartésien avec les schémas SGCC d'ordre 2 et 3 ont été réalisées pour la propagation d'une onde ionisante dans l'air (streamer). Le schéma SGCC d'ordre 2 est comparable à celui du schéma MUSCL mais on montre un gain sur le rapport précision/temps de calcul avec le schéma SGCC d'ordre 3. L'ordre optimal n'est pas atteint en raison du splitting directionnel et de l'intégrale du flux, ce qui ramène les calculs à des calculs monodirectionnels. Nous montrons comment étendre ces nouveaux schémas véritablement en 2D, avec une approximation de l'intégrale du flux par une formule de quadrature.

[1] T. D. Nguyen, C. Besse, F. Rogier. *High-order scharfetter-gummel-based schemes and applications to gas discharge modeling.* https ://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03352814/, 2021.

[2] D. L. Scharfetter, H. K. Gummel. *Large-signal analysis of a silicon read diode oscillator.* IEEE Transactions on electron devices, **16(1)**, 64–77, 1969.

Contact : `tuan_dung.nguyen@onera.fr`