

Modélisation fluide des plasmas froids à pression modérée : rôle critique du coefficient de transport des ions sur la tension d'autopolarisation

Auteurs : Jean-Maxime Orlac'h¹⁻², Tatiana Novikova², Vincent Giovangigli³, Pere Roca i Cabarrocas²

Affiliation¹ Laboratoire EM2C, CNRS, Ecole CentraleSupélec, 8-10 rue Joliot Curie, 91190 Gif-sur-Yvette

² Laboratoire de Physique des Interfaces et des Couches Minces (LPICM), CNRS, Ecole polytechnique

³ Centre de Mathématiques Appliquées (CMAP), CNRS, Ecole polytechnique, 91128 Palaiseau

Nous présentons tout d'abord des résultats récents obtenus en théorie cinétique. Une dérivation complète d'un modèle fluide de plasma bi-température polyatomique a été menée, au moyen d'une méthode de Chapman-Enskog généralisée [1]. Les équations de Navier-Stokes-Fourier ont été obtenues, ainsi que les expressions des flux de transport et des coefficients de transport associées. La prise en compte des degrés d'énergie interne des espèces lourdes fait apparaître des couplages supplémentaires par rapport au cas monoatomique [1-2].

Nous présentons une application d'un modèle fluide simplifié à l'étude numérique de l'influence des coefficients de transport des espèces chargées sur la valeur de la tension d'auto-polarisation dans une décharge radiofréquence d'hydrogène à pression modérée [3]. Des formes d'ondes asymétriques sur mesure sont utilisées afin de couvrir un large spectre de conditions de décharge [4] dans un réacteur géométriquement symétrique. Nos résultats montrent que la tension d'auto-polarisation est très peu sensible aux coefficients de transport électroniques, mais particulièrement sensible aux variations des mobilités des ions, pour les conditions de décharge étudiées. Par ailleurs, le modèle fluide que nous avons implémenté se révèle à même de reproduire les résultats expérimentaux avec une précision comparable à celle d'un modèle hybride « particle-in-cell » utilisé précédemment [3]. Ces résultats offrent des perspectives intéressantes d'application à l'étude du dépôt de couches minces de silicium par PECVD [2].

[1] J.-M. Orlac'h, V. Giovangigli, T. Novikova, P. Roca i Cabarrocas, *Physica A*, **494**, 503—546 (2018).

[2] J.-M. Orlac'h, thèse de doctorat, Université Paris-Saclay (2018).

[3] J.-M. Orlac'h, T. Novikova, V. Giovangigli, P. Roca i Cabarrocas, soumis à *Plasma Sources Sci. Technol.*

[4] B. Bruneau et al., *Plasma Sources Sci. Technol.*, **25**, 01LT02 (2016).

Année de thèse : 2017

Mots clés : radio-frequency discharges, fluid modeling, transport coefficients, tailored voltage waveforms