

Simulation PIC-MCC du plasma dans un réacteur magnétron DC en modes équilibré et déséquilibré

Lise Caillault*, Tiberiu Minea*

* *LPGP UMR 8578 CNRS-UPS, Université Paris-sud XI, bât. 210, 91405 Orsay cedex*

mél: lise.caillault@u-psud.fr

Bien que très largement utilisé dans l'industrie, le procédé magnétron de dépôt de couches minces par voie physique est encore sujet à de nombreuses études visant l'amélioration de la compréhension des phénomènes physiques qui s'y produisent. La multitude des phénomènes concernés, tous interdépendants (maintien de la décharge, confinement du plasma, réactivité chimique dans le plasma, interaction plasma/parois, transport de la matière pulvérisée, interaction matière pulvérisée/parois etc...) rend la compréhension globale du procédé particulièrement difficile, notamment lorsqu'on tente d'y accéder par l'approche expérimentale seule. En lien avec les expériences, les outils de modélisation peuvent amener un certain nombre d'éléments de réponse et c'est dans cette optique que nous avons développé le code de simulation PICMAG.

PICMAG est un code 2D Particle-In-Cell-Monte-Carlo-Collisions qui traite, de façon auto-consistante et sans hypothèses simplificatrices, les trajectoires « exactes » des particules chargées dans les champs électrique et magnétique tout en tenant compte des collisions (principalement particules charges/neutres) par la méthode Monte-Carlo. Cette approche microscopique est particulièrement adaptée aux décharges magnétisées basses pressions, telles les magnétrons. PICMAG décrit l'état stationnaire d'un plasma d'argon pur produit par magnétron à des pressions de l'ordre de 0.1 Pa, sous une tension de quelques centaines de volts et soumis à des champs magnétiques de plusieurs centaines de Gauss.

Dans cette communication nous présenterons plus particulièrement l'étude de l'influence de la configuration magnétique générée par les aimants (placés au centre et aux bords de la cathode) sur la phase plasma. Trois configurations sont étudiées : une de référence dite équilibrée (aimantations identiques au centre et aux bords) et deux déséquilibrées (aimantations plus et moins fortes au centre).

En ce qui concerne l'analyse des résultats produits par PICMAG, l'accent sera mis dans cet article sur le maintien et l'allure du plasma au dessus de la piste d'érosion dans la région de champs croisés, les valeurs de potentiel plasma et la chute de potentiel dans la gaine face au substrat ainsi que les flux d'électrons et d'ions aux parois. L'impact de ces paramètres sur la qualité des couches déposées sera également discuté.