

Interactions photoniques avec des décharges de surface à barrière semi-conductrice

Ayah S. TAIHI ^{1*}, David Z. Pai ¹

¹ Laboratoire de Physique des Plasmas CNRS, École Polytechnique, Institut Polytechnique de Paris
Route de Saclay, 91120 Palaiseau, France
*ayah-soundous.taihi@polytechnique.edu

L'interaction entre les plasmas à pression atmosphérique (APP) et les matériaux est cruciale pour la recherche fondamentale et appliquée, avec des applications potentielles en contrôle aérodynamique, propulsion, médecine et traitement de surface. Dans les applications aéronautiques par exemple, les décharges de surface doivent opérer dans l'air à pression atmosphérique. Cependant, dans ces conditions, les décharges de surface ne sont souvent ni homogènes ni à une haute densité énergétique. Une précédente étude a relevé ces défis en exploitant les effets photoélectriques des semi-conducteurs. Cette étude a montré qu'avec un matériau de type Si-SiO₂, une décharge à barrière semi-conductrice se propage uniformément sans se ramifier en streamers, contrairement aux décharges à barrière diélectrique (SDBD). De plus, cette uniformité s'accompagne d'une densité énergétique nettement plus élevée par rapport aux SDBD. L'hypothèse derrière ces résultats suggère qu'une interaction photoélectrique permet un fort couplage entre le plasma d'air et un plasma électron-trou dans le silicium. Notre objectif principal serait d'élucider le mécanisme de couplage entre les deux ondes d'ionisation dans les phases gazeuse et solide.

Pour créer cette décharge de surface à barrière semi-conductrice, nous utilisons une configuration pointe-surface sans espace gazeux. L'électrode en pointe est placée en contact du SiO₂ déposé thermiquement sur du Si. Le plasma est généré à l'aide d'un générateur d'impulsions haute tension nanoseconde et caractérisé par des images rapides et des mesures de tension-courant. L'interaction photonique supposée a également été imitée en dirigeant une illumination externe à diverses longueurs d'onde sur la surface.

L'étude met en évidence deux résultats clés concernant le plasma. Premièrement, l'interaction photonique augmente l'intensité de l'émission plasma au-delà d'un certain seuil de puissance d'illumination. Cette augmentation dépend également de la longueur d'onde d'illumination. Ceci constitue une preuve indirecte de la génération d'un plasma électron-trou dans le silicium. Deuxièmement, la fréquence de répétition des impulsions haute tension affecte l'étendue du plasma. Cela pourrait être attribué à des effets de mémoire, potentiellement associés au dépôt de charge de surface sur le SiO₂ et à la cinétique de charge liée au plasma électron-trou dans le Si. En résumé, cette étude apporte de nouvelles perspectives pour expliquer les interactions plasma-semi-conducteur pertinentes pour les décharges de surface APP et leurs applications.

Année de thèse : 2^{ème} année

Mots clés : Décharge de surface, Semi-conducteur, Décharge nanoseconde, Plasma d'air atmosphérique, Plasma électron-trou.