

# Plasmas à des distances inter électrodes sub-micrométriques

*Nathan Ngouoto<sup>1,2,3</sup>, Olivier Lesaint<sup>2</sup>, Nelly Bonifaci<sup>2</sup>, Olivier Gallot-Lavallée<sup>2</sup>, Nawres Sridi-Convers<sup>1</sup>,  
Christophe Poulain<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE, 95 route de Montelier, 26000 Valence, France*

<sup>2</sup> *Univ, Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP\*, G2Elab, F-38000, Grenoble, France*

<sup>3</sup> *CEA (Leti), 17 Avenue des Martyrs, 38504, Grenoble, France*

Un dispositif pointe-plan est utilisé pour réaliser des décharges à des échelles sub-micrométriques grâce à l'utilisation d'une table piézoélectrique. Cette table pilotée par un logiciel permet d'obtenir des distances inter-électrodes précises à +/- 30 nm. Les pointes utilisées présentent des rayons de courbures de 10 µm et sont en BeCu (Beryllium-Cuivre) recouvertes d'une couche d'or ou de tungstène. Celles-ci font face à des plans métalliques en ruthénium. Ces plans (2 cm \* 2 cm) sont des substrats en silicium recouverts d'une couche d'oxyde SiO<sub>2</sub> de 500 nm sur laquelle a été déposé une couche de métal de 500 nm par un procédé d'évaporation. Les pointes servent d'anodes et les plans métalliques de cathodes. Les essais de claquage sont réalisés dans l'air à pression atmosphérique. Au vu des distances inter-électrodes, l'hypothèse d'un champ électrique quasi-uniforme entre la pointe et le plan est valide. La courbe de Paschen pour l'air prédit des tensions de claquages supérieures à 330 V à de telles distances. Après des essais conduits entre 5 µm et 100 nm, on mesure des tensions de claquage comprises entre 400 V et 15 V. De plus, divers phénomènes impulsionnels menant ou non au claquage sont observés, associés à des courants compris entre 50 mA et 30 A. L'état des pointes après de telles sollicitations est modifiée et présente des zones de fusion du métal. Certaines courbes typiques de tension et de courant relevées caractérisent l'établissement de décharges de type « arcs » à ces échelles sub-micrométriques. Le plasma étant un gaz fortement ionisé, présuppose qu'une zone d'ionisation peut s'établir à de telles échelles. Cependant, les valeurs du libre parcours moyen de l'électron présentent un ordre de grandeur similaire voire sensiblement supérieur aux distances inter-électrodes considérées. Or, pour obtenir un plasma chaud de type arc, il faut nécessairement commencer par établir un plasma froid qui va ensuite s'échauffer. Le temps caractéristique d'établissement d'un arc électrique pour des décharges dans l'air à des distances macroscopiques est de l'ordre de quelques dizaines de ns. Au regard des expériences réalisées, le temps caractéristique d'établissement des arcs pour des distances sub-micrométriques est inférieur à la nanoseconde. Les expériences réalisées rendent compte que les arcs obtenus sont fortement liés à des phénomènes de type avalanche.

**Année de thèse : 1ère année**

**Mots clés : plasma, Paschen, tension de claquage, libre parcours moyen électronique, arc électrique**