

Étude expérimentale du claquage de gaz à l'échelle sub-micrométrique

Baptiste DISSON¹, Nelly BONIFACI², Olivier LESAIN², Christophe POULAIN³, Rémi DUSSART¹,
Sylvain ISÉNI¹

¹ GREMI, Groupe de Recherches sur l'Énergétique des Milieux Ionisés, UMR 7344 CNRS / Univ. Orléans
14, rue d'Issoudun, 45067 Orléans cedex 2, France.

² G2ELAB, Laboratoire de Génie Électrique de Grenoble, UMR 5269 CNRS / Grenoble INP, Univ. Grenoble Alpes
21, rue des martyrs, 38042 Grenoble, France.

³ CEA, LETI, MINATEC Campus,
17 avenue des Martyrs, 38054 Grenoble, France

La loi de Paschen est une loi empirique analytique qui permet d'estimer simplement et relativement précisément la tension de claquage (V_b) d'un gaz. Elle repose sur plusieurs hypothèses, telles qu'un champ électrique uniforme entre deux électrodes de taille infinie. En pratique, les valeurs de V_b sont directement liées au produit de la pression par la distance entre les électrodes ($p \cdot d$). Bien que cette approche analytique ait prouvé son utilité pour une large gamme de conditions expérimentales, la prédiction de V_b est compromise pour les petites distances inter-électrodes, inférieures à $1 \mu\text{m}$. En d'autres termes, la pression ne sera plus en mesure de compenser les distances plus faibles pour maintenir le produit $p \cdot d$ constant pour une valeur donnée de V_b . De nombreuses études expérimentales, théoriques et de simulation mettent en évidence des écarts par rapport à la loi de Paschen pour de très petites distances [1]. Cela soulève donc des inquiétudes quant aux capacités d'isolation électrique des gaz sur de très courtes distances, typiquement de l'ordre d'un micromètre ou moins [2].

L'étude expérimentale fait suite à des travaux antérieurs sur la déviation de la loi de Paschen [3] et se concentre sur la mesure statistique de V_b dans différents gaz (argon, air, etc.) pour un espace inter-électrode allant de $0,1 \mu\text{m}$ à $6 \mu\text{m}$. Le dispositif expérimental consiste en une plaquette de silicium recouverte d'une fine pellicule d'or ($\sim 500 \text{ nm}$). Elle est reliée au potentiel de masse et sert de cathode ; une aiguille pointue dont le rayon de courbure de la pointe est de $20 \mu\text{m}$ sert d'anode et est entièrement recouverte d'une pellicule d'or ($\sim 500 \text{ nm}$).

Un micro-positionneur piézoélectrique contrôle l'écart entre les électrodes. Les expériences sont réalisées dans une chambre fermée afin de contrôler la pression, l'humidité et la pureté du gaz. Après avoir montré des écarts clairs de V_b par rapport à la prédiction de la loi de Paschen pour plusieurs gaz, une approche statistique sera présentée afin d'identifier les différents régimes de claquage en fonction de la distance inter-électrode. Le régime de claquage sera également étudié à différentes pressions afin de clarifier l'impact de ce paramètre par rapport aux autres conditions expérimentales.

[1] D B Go and A Venkatraman 2014 J.Phys.D:Appl.Phys. 47 503001

[2] C H Chen, J Andrew Yeh and P J Wang 2006 J. Micromech. Microeng. 16 1366–1373

[3] A Peschot, N Bonifaci, O Lesaint, C Valadares and C. Poulain 2014 Appl. Phys. Lett. 105 123109

Année de thèse : 1^{ère}

Mots clés : Micro-décharge, Loi de Paschen, Décharge de Townsend, Émissions de champ