

Diagnostic de plasmas d'arc en courant continu en conditions aéronautiques : application à la détection

A. Hellé¹, R. Hugon¹, F. Brochard¹ et G. Marcos¹

¹ Université de Lorraine, CNRS, Institut Jean Lamour UMR 7198, Nancy, France
mél: arthur.helle@univ-lorraine.fr

La détection des défauts d'arc électrique constitue un défi majeur pour l'électrification des systèmes de transport, en particulier dans le secteur aéronautique, ainsi que pour l'adoption généralisée des systèmes d'alimentation en courant continu (DC). Pour répondre à cette problématique, des méthodes de détection prometteuses exploitent l'apprentissage automatique afin d'identifier la formation de plasma d'arc au sein de réseaux de câbles complexes. Toutefois, ces méthodes reposent sur de vastes bases de données difficiles à constituer et à valider. Le renforcement de la fiabilité de ces bases de données, grâce à une compréhension physique plus approfondie du comportement des arcs est donc essentiel.

Notre approche repose sur l'analyse des fortes perturbations observées dans les mesures électriques après l'amorçage du plasma d'arc [1]. En employant des techniques avancées de diagnostic du plasma, incluant la stéréoscopie par caméra rapide, la spectroscopie d'émission optique et les mesures électriques, nous visons à affiner la compréhension du comportement du plasma d'arc dans des conditions de défaut aéronautiques. Cela permettra d'identifier des descripteurs clés et leur corrélation avec la dynamique du plasma, conduisant ainsi à des méthodes de détection des défauts d'arc plus précises et plus robustes.

Cette approche permet déjà de corrélérer les fluctuations électriques avec les phénomènes d'interaction plasma-surface. La surface des matériaux en contact avec le pied d'arc subit un échange d'énergie intense. L'interface entre le plasma d'arc et l'électrode est principalement composée de métal liquide qui peut être libéré dans le plasma. La corrélation entre l'éjection de gouttelettes et les pics de courant sera discutée, ainsi qu'une compréhension approfondie de ce phénomène obtenue grâce à des méthodes de suivi d'objets. La signature des explosions de bulles de métal liquide a également été identifiée, et nous démontrons comment elle pourrait être utilisée pour la détection de défauts d'arc dans des conditions aéronautiques, au moyen d'une première approche de détection automatique [1].

Afin d'étudier la dynamique de la formation des bulles et son lien avec les interactions plasma-électrode, le comportement du plasma d'arc a enfin été analysé par stéréoscopie ultra rapide permettant une reconstruction 3D (Figure 1). Ces mesures apportent des informations précieuses sur les interactions plasma-électrode en étudiant le mouvement du pied d'arc ainsi que la déformation de la colonne de plasma.

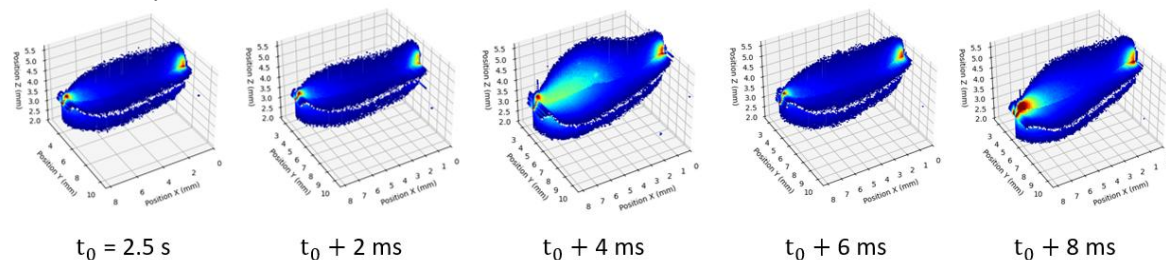


Figure 1 : Evolution au cours du temps d'un plasma d'arc reconstruit en 3 dimensions à partir d'un montage de stéréoscopie ultra rapide

Référence

[1] A. Hellé, R. Hugon, F. Brochard, G. Marcos, Journal of Physics D: Applied Physics **57**, 425201 (2024)

Statut: doc3