

Stage de Master 2 ou de dernière année d'école d'ingénieur

« Influence des vapeurs métalliques sur le déplacement de l'arc »

❖ **Localisation du stage :**

Laboratoire LAPLACE, Equipe AEPPT, UPS 118 rte Narbonne 31062 Toulouse cedex

❖ **Equipe de recherche :** AEPPT : Arc Electrique et Procédés Plasma Thermiques

❖ **Supervision :** Mr P. Freton, Mr F. Sambou

❖ **Contact :** freton@laplace.univ-tlse.fr, sambou@laplace.univ-tlse.fr

❖ **Durée du stage :**

5 mois

❖ **Indemnité :** Gratification forfaitaire réglementaire

❖ **Présentation du Laboratoire LAPLACE**

Le Laboratoire Plasma et Conversion d'Energie (**LAPLACE**), dirigé par Oliver Eichwald et N. Gherardi est une Unité Mixte de Recherche du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), de l'Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT) et de l'Université Toulouse 3-Paul Sabatier (UPS). Localisé entre autres sur le campus de l'Université Paul Sabatier, le LAPLACE héberge la plus forte concentration de recherche en Génie Electrique et en Plasma de France et couvre de manière intégrée le continuum « plasma/matériaux/systèmes ».

Site web: <http://www.laplace.univ-tlse.fr>

❖ **Présentation de l'Equipe AEPPT : Arc Electrique et Procédés Plasmas Thermiques**

L'équipe AEPPT caractérise les plasmas en présence d'arc électrique depuis de nombreuses années. Ces caractérisations sont réalisées par le biais de développement de modèles et d'expérimentations associées. Ces deux approches viennent se compléter et aider à l'interprétation des résultats observés, à la compréhension du comportement du milieu et à l'optimisation des designs des dispositifs où le plasma est présent. Les expérimentations sont réalisées au sein de notre équipe ou chez nos partenaires. En complément, afin de mettre en place les modélisations ou de remonter aux grandeurs expérimentales telles que la température ou la pression, certaines données de base sont nécessaires. Nous avons donc développé une compétence en calcul de compositions pour des gaz et mélanges de gaz en incluant la physique nécessaire pour la prise en compte de pressions élevées (Corrections de Debye et de Viriel). A partir de ces compositions nous calculons les propriétés thermodynamiques ainsi que les coefficients de transport.

❖ **Introduction**

De nos jours, il existe plusieurs types de configurations technologiques dont le fonctionnement implique la génération d'un plasma thermique par arc électrique établi entre deux électrodes. C'est le cas des torches à plasma thermique ainsi que des dispositifs de coupure du courant transitoire : les disjoncteurs à haute et basse tension et les parafoudres. Dans le cas particulier de la coupure basse tension et des éclateurs à gaz (parafoudre), les enjeux concernent : l'augmentation de la tension de l'arc et son extinction le plus rapidement possible par limitation du courant.

Dans la littérature, la majorité des études théoriques et expérimentales sur la coupure basse tension est dédiée à l'étude des phénomènes physiques liés au déplacement de l'arc et à sa segmentation au niveau de séparateurs métalliques. Cependant, une faible importance est accordée

aux effets que pourrait engendrer l'émission de vapeurs métalliques issues de l'érosion ou de l'ablation des électrodes par l'arc électrique.

La conception de dispositifs de coupure performants repose sur la compréhension des phénomènes physiques liés au déplacement de l'arc mais également à la compréhension de l'influence de l'interaction de l'arc avec les électrodes impliquant l'émission de vapeurs métalliques. Ces vapeurs métalliques viennentensemencer le milieu plasma changeant ainsi ses propriétés. Du fait de leur faible potentiel d'ionisation, ces vapeurs métalliques ont tendance à augmenter la conductivité électrique du plasma facilitant ainsi les phénomènes de claquages de l'arc au niveau des zones en proche voisinage des électrodes. Ces phénomènes de claquage peuvent avoir un impact non négligeable sur le déplacement de l'arc pouvant parfois même compromettre le bon fonctionnement du dispositif. L'étude et la compréhension de leur influence sur les caractéristiques du plasma demeurent donc indispensables.

❖ **Sujet Proposé**

La première partie du stage sera consacrée à une étude bibliographique (approches théoriques et expérimentales) sur les travaux relatifs à l'influence des vapeurs métalliques sur le comportement d'un arc dans l'air. Une synthèse des conclusions principales sera fournie.

Dans un second temps, l'étudiant(e) se familiarisera avec les outils de modélisation de l'équipe AEPPT (@Icem et @Fluent). L'apprentissage s'effectuera via une configuration d'arc libre qu'il s'agira de reproduire. Au préalable l'étudiant devra se familiariser avec la méthode des volumes finis.

La dernière partie du stage sera consacrée à l'étude de l'influence des vapeurs métalliques sur une configuration simplifiée constituée de deux rails parallèles.

Si le temps le permet, l'étudiant(e) participera à des campagnes expérimentales permettant de mettre en évidence les vapeurs métalliques et leur influence sur le comportement du plasma.

❖ **Profil recherché**

Étudiant(e) en Master 2 ou en dernière année d'Ecole d'Ingénieur dans les domaines de la Physique, des Plasmas, de la Mécanique des fluides, de la simulation multi-physique

Connaissances requises

- Connaissance en langage C - Mécanique des fluides - Physique fondamentale – Connaissance de la physique des plasmas appréciée

❖ **Possibilité de poursuivre en thèse : Oui**

Références:

- [1] A. Gatri, J-J. Gonzalez, P. Freton, P. Joyeux, "Limitation de courant dans une chambre de coupure à basse tension," JITIPEE, vol. 7, n°1, Janvier 2025, <http://dx.doi.org/10.52497/jitipee.v9i1.369>.
- [2] J. Lu *et al.*, "Experimental studies of arc motion between two parallel runners with splitter plates," *PPT*, vol. 7, no. 1, pp. 16–20, Jun. 2020, doi: 10.14311/ppt.2020.1.16.
- [3] J. Quéméneur, J. Lu, J. J. Gonzalez, and P. Freton, "Arc Motion in Low Voltage Circuit Breaker (LVCB) Experimental and Theoretical Approaches," p. 13, doi : 10.5923/j.scit.20180802.02.
- [4] A. Mutzke, T. Rtither, M. Kurrat, M. Lindmayer, and E-D. Wilkening, "Modeling the Arc Splitting Process in Low-Voltage Arc Chutes," *Electrical Contacts-2007 Proceedings of the 53rd IEEE Holm Conference on Electrical Contacts*, 2007.