

# **Thèse sur «la caractérisation expérimentale d'un arc électrique éclatant dans un liquide »**

## **Informations générales**

Lieu de travail : Toulouse

Date de publication :

Type de contrat : CDD Doctorat

Durée du contrat : 36 mois

Date d'embauche prévue : Octobre - Novembre 2024

Quotité de travail : 100% (Sans télétravail)

Rémunération : 2135 bruts mensuels

Niveau d'études souhaité : Bac +5

## **Missions**

Ce contrat de thèse d'une durée de 36 mois à compter d'octobre ou novembre 2024 porte sur la caractérisation expérimentale d'un arc électrique éclatant dans un liquide. Le doctorant travaillera dans l'équipe Arcs Electriques et Procédés Plasmas Thermiques du LAPLACE et sera encadré par Pierre Freton (PR LAPLACE) et Sébastien Tanguy (MCF-HDF IMFT).

Cette thèse se situe dans le cadre du projet CIBLE financé par la région Occitanie et l'Europe (fonds FEDER). Le projet porte sur la caractérisation d'un plasma d'arc dans les liquides utilisés dans les procédés émergents à décharge électrohydraulique. Il s'agit dans ce type de procédé de générer dans le plasma une onde de choc primaire et des ondes secondaires. En plaçant une pièce métallique dans l'eau, il est alors possible de la déformer. Ce type de formage se fait en enceinte fermée conduisant à des montées en pression jusqu'à 5000 bars, et permet d'atteindre des vitesses de déformation comprises entre 1000 et 10000 m/s. On obtient ainsi un gain substantiel sur la formabilité (allongement à la rupture) et sur le retour élastique, qui a un intérêt pour la conception de pièces pour l'aéronautique. De plus, si on le compare au procédé de formage par emboutissage, le procédé est plus économe et moins polluant. D'autres applications existent, mais leur mise au point reste empirique, et nécessite des études scientifiques afin d'aboutir à une meilleure compréhension des phénomènes physiques mis en jeu.

## **Activités**

Le travail de thèse sera consacré à la caractérisation expérimentale du milieu plasma créé par des impulsions électriques de quelques kilojoules (kJ) sur quelques centaines de microsecondes, se rapprochant ainsi des dispositifs applicatifs visés. Ce travail ne part pas ex nihilo puisque une thèse (Mr Julien Thouin) [1] terminée fin 2023 a été menée pour prospecter sur le sujet. Ce premier travail a permis d'explorer les caractéristiques des décharges créées par arc électrique et amorcées par fil fusible sur des temps plus longs que ceux visés (~10ms) avec des énergies de quelques kJ. Des mesures spectroscopiques ont notamment permis d'estimer des températures autour de 13000K et une pression pouvant évoluer jusqu'à quelques bars. Dans la dernière partie de ces travaux exploratoires, un premier pas vers les caractéristiques visées (amorçage par surtension, temps de décharge ~100us) a été réalisé avec une participation au développement d'une alimentation électrique pulsée haute tension (~15kV) maintenant finalisée et opérationnelle. L'objectif de cette nouvelle thèse est de permettre la caractérisation de ces nouvelles décharges avec un certain nombre de verrous à lever. Les verrous scientifiques se situent principalement autour de l'utilisation de la haute tension et du comportement de l'arc

dans ces conditions. En effet, en rapport avec les études déjà menées dans la thèse de Mr Thouin, décharger plusieurs kJ sur quelques centaines de microsecondes revient à multiplier par 100 la puissance injectée et à changer profondément les caractéristiques du milieu créé et son interaction avec le liquide. D'un point de vue technique, un enjeu à relever concerne la mise au point d'une métrologie adaptée. Il s'agit d'obtenir des informations sur le milieu par imagerie et ombroscopie (pour étudier la nouvelle dynamique de bulle et les ondes de pression), spectroscopie d'émission (pour quantifier la pression et la température) et par mesures électriques (pour caractériser la puissance injectée), le tout étant à synchroniser sur des temps très courts dans un environnement haute tension. Ce type de mesures nécessite la mise en place d'une chaîne de mesures synchronisées et par rapport au matériel existant l'acquisition de caméras adaptées. Les résultats obtenus, permettront alors de caractériser expérimentalement un milieu pour lequel peu de travaux existent au sein de la communauté scientifique et d'autre part d'obtenir les grandeurs indispensables à la validation des modèles développés.

[1] Thouin J. et al., 7th Euro-Asian Pulsed Power Conference (EAPPC), Aug 2021, Biarritz, France

## **Compétences**

Cette thèse nécessite une expertise multidisciplinaire. Le candidat devra avoir :

- Des connaissances en physique des plasmas thermiques et la métrologie associée
- Une première expérience en mesures spectroscopiques et mesures électriques
- Un master dans le domaine des plasmas ou plus généralement en physique appliquée

Le (ou la) candidat(e) devra faire preuve d'une grande motivation pour la recherche, d'autonomie dans le travail de recherche, d'une bonne organisation et d'un fort enthousiasme à travailler dans le cadre d'une équipe de recherche dynamique.

## **Contexte de travail**

Ce contrat sera réalisé dans l'équipe Arcs Electriques et Procédés Plasmas Thermiques (AEPPT) du LAPACE (UMR5213). Cette équipe, spécialisée dans l'étude des arcs électriques articule ses activités autour de la détermination de données de base (Coefficients de transport, propriétés thermodynamiques et radiatives), de modélisations physiques des plasmas et expérimentations pour valider les modèles. La plupart des recherches menées ont un lien avec des dispositifs industriels où des arcs électriques sont présents (torches, disjoncteurs basse tension et haute tension, parafoudres, réacteurs plasmas fonctionnant dans un liquide, configurations d'arc transféré).

## **. Contraintes et risques**

Risques professionnels inhérents au travail de recherche dans le domaine des plasmas.