

Sujet de thèse: Etude d'une torche manuelle de découpe plasma.

1- Contexte du sujet, généralités

1.1 Généralités sur le sujet

Les plasmas thermiques sont particulièrement utilisés dans le domaine de la métallurgie pour des applications de soudage ou de découpe. Pour la découpe, il s'agit d'utiliser la plaque de métal à couper comme électrode et le plasma comme un convertisseur d'énergie électrique en énergie thermique. La plaque reçoit alors les flux d'énergie importants provenant du plasma et rentre en fusion. Le métal liquide est alors éjecté par les forces vives du jet de plasma qui est très confiné.

La société Gys, partenaire de la thèse, est spécialisée dans les alimentations plasmas pour la soudure et la découpe. Elle développe depuis quelques années des dispositifs de découpe plasma manuels fonctionnant dans l'air. Un exemple de plasma d'un tel dispositif est donné sur la figure 1.



Figure 1 : Plasma créé par une torche manuelle de découpe GYS

1.2 Contexte scientifique

Les torches manuelles commercialisées par GYS nécessitent d'évoluer vers de plus fortes puissances et des géométries permettant notamment de diminuer le cout des consommables tout en maintenant le niveau de précision des équipements. Dans ce cadre elle a sollicité l'équipe AEPPT (Arc Electrique et Procédés Plasma Thermique) du laboratoire LAPLACE qui est spécialisée dans l'étude des phénomènes physiques et la caractérisation (Expérimentale et théorique) des plasmas thermiques créés par Arc Electrique

2- Problématiques techniques et scientifiques

2.1 Grandeurs caractéristiques du milieu plasma, phénomènes identifiés,

Le milieu plasma créé par ce type de torches dans l'air peut atteindre des températures très élevées (jusqu'à 20kK) et des vitesses supersoniques de plusieurs milliers de mètres par secondes. L'alimentation en air se fait par un compresseur et la pression en entrée de dispositif peut atteindre plusieurs bars. Les géométries de tuyères associées sont particulièrement petites puisque leur diamètre est rarement supérieur au millimètre. Les gradients de température sont ainsi très marqués, les tuyères étant refroidies par eau. En sortie, le pompage de gaz peut élargir le jet plasma détériorant ainsi la précision de coupe Enfin, le couplage alimentation/plasma est important pour la stabilisation du jet, notamment en découpe manuelle où la distance entre la torche et la plaque à couper peut varier facilement.

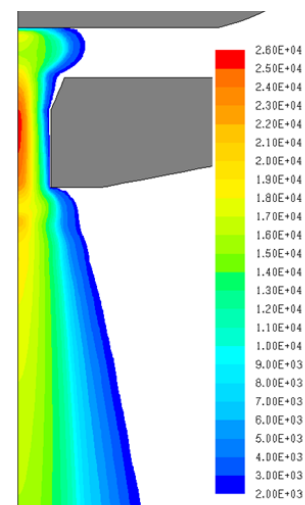


Figure 2 : Champ de température dans un torche de découpe

2.2 Problématiques techniques et scientifiques liées à la thèse,

Plusieurs problématiques sont liées à ces dispositifs. Tout d'abord la caractérisation du milieu en température, pression, vitesse et pompage du gaz. Cette caractérisation peut être menée en partie grâce à l'outil numérique que l'équipe AEPPT a développé et maîtrisé. Un exemple de champ de température obtenu avec le code Ansys Fluent où des routines développées par l'équipe ont

été implémentées pour prendre en compte les spécificités du plasma est représenté sur la figure 2.

Concernant les électrodes, la plaque à couper est généralement utilisée comme anode et la cathode est un consommable dont il faut maîtriser l'usure. Enfin, la problématique d'adaptation de l'alimentation aux caractéristiques du plasma est importante et doit être étudiée.

3 Programme de thèse

3.1 Objectifs

Dans le cadre de la thèse, la caractérisation du plasma créé par les torches de découpe GYS à l'aide de l'outil numérique est un premier objectif. Une fois caractérisée, l'apport de différentes innovations proposées par la communauté devra être étudié en vue de proposer et/ou confirmer les designs existants.

Afin de confirmer les tendances du modèle, des essais seront menés chez l'industriel permettant une caractérisation en tension, imagerie, qualité de coupe. L'influence de l'alimentation sera étudiée ainsi que la possibilité d'une montée en puissance. Dans le cadre de la thèse un transfert de compétences concernant la connaissance du milieu plasma devra être réalisé vers l'industriel.

3.2 Moyens techniques

Sur la partie numérique, l'outil de calcul et un serveur de calcul dédié sera disponible pour mener les cas à étudier. Ce serveur, biprocesseur compose de 36 cœurs permet de mener des calculs en parallèle. L'outil Ansys Fluent agrémenté de la librairie Dll développée par l'équipe est implémenté pour prendre en compte la parallélisation des calculs.

Concernant la partie expérimentale et technique, le candidat bénéficiera de toute l'infrastructure de l'équipe Recherche et Développement de GYS. Les moyens d'essais, les différentes alimentations seront utilisés pour mener à bien la caractérisation expérimentale des nouvelles géométries proposées.

3.3 Déroulé de la thèse

En première étape une étude bibliographique sera réalisée, elle portera à la fois sur les procédés de découpe et sur les études théoriques et expérimentales existantes ainsi que sur les dernières innovations concernant les torches de découpe manuelles. L'étudiant approfondira ses connaissances dans le domaine des plasmas thermiques et se focalisera sur les études théoriques relatives à la modélisation des plasmas thermiques créés par Arc Electric au sein de géométries de découpe. Cette partie doit lui permettre d'aborder la notion de couplage entre équations, la difficulté de convergence inhérente au domaine des plasmas thermiques de par les fortes variations des propriétés suivant le gaz envisagé, les hypothèses et conditions aux limites.

Dans un second temps, l'étudiant mettra en œuvre les compétences acquises à l'aide des outils sous ANSYS Fluent disponibles dans l'équipe pour caractériser finement les plasmas créés par les torches de découpe GYS. Sur cette géométrie différents gaz seront utilisés et leurs effets analysés. Une confrontation sera faite avec des mesures réalisées chez l'industriel. Un transfert de connaissance sur le milieu plasma sera assuré à cette occasion.

Une fois cette caractérisation effectuée, il s'agira de proposer des améliorations sur le dispositif de découpe permettant d'augmenter la puissance, la qualité de coupe et le couplage avec l'alimentation.




3.4 Profil recherché

- Master Recherche ou Ingénieur(e) en énergétique et thermique, physique des plasmas, Mécanique des Fluides, Physique appliquée...
- Gout et compétences pour la modélisation numérique et la validation expérimentale
- Curiosité, sens physique et pratique, rigueur scientifique et rédactionnelle, capacités d'analyse et de synthèse, autonomie dans la recherche de solutions à des problèmes complexes
- Envie de travailler en milieu industriel.

Les candidats souhaitant évoluer dans un environnement de recherche à la fois industriel et académique d'excellence sur un sujet appliqué portant à la fois sur des aspects théoriques et expérimentaux.

3.5 Modalités et encadrement

- Contrat CIFRE sur 36 mois début automne 2020.

Co-direction de thèse		
 www.laplace.univ-tlse.fr	 www.laplace.univ-tlse.fr	 www.gys.fr
Jean-Jacques Gonzalez Directeur de Recherches CNRS. équipe Arc Electrique et Procédés Plasmas Thermiques (AEPPT).	Pierre Freton Professeur des Universités, resp. équipe Arc Electrique et Procédés Plasmas Thermiques (AEPPT).	Nicolas Godefroy Ingénieur R&D
gonzalez@laplace.univ-tlse.fr	freton@laplace.univ-tlse.fr www.linkedin.com/in/pierre-freton-92472072	

- Candidature directement auprès de Jean-Jacques Gonzalez ou Pierre Freton par e-mail avec CV et lettre de motivation.
- Au cours de la thèse, l'étudiant partagera son temps entre le laboratoire LAPLACE et le site industriel.