



Arc Electrique et
Procédés Plasmas Thermiques

Etude du transfert d'énergie entre un arc et un matériau appliquée à une configuration tridimensionnelle

Motivations : De part les hauts flux d'énergie atteints (supérieurs à 10^6 W/m² en présence d'arc), l'interaction plasma surface joue un rôle essentiel au sein des milieux plasmas thermiques. L'interaction avec les parois conduit à l'érosion et ablation de celles-ci et à la modification de la nature du milieu, mais aussi dans le cas d'électrodes (Cathode) à une modification des flux électroniques et ioniques. Depuis une dizaine d'années, l'équipe AEPPT travaille sur l'interaction arc-matériau. A partir d'une configuration d'arc transféré, des travaux expérimentaux ont été menés de manière à pouvoir : (1) Valider le transfert d'énergie arc – matériau, (2) valider les modèles décrivant l'interaction. Jusqu'à présent, ces travaux ont pu être réalisés dans le cadre d'une configuration axisymétrique. Une seconde étape va maintenant consister à poursuivre notre étude pour des configurations tridimensionnelles.

Solutions : Expérimentalement, la mesure du flux thermique transféré par l'arc au matériau d'anode ne peut être faite directement. En effet, les conditions opératoires dans lesquelles nous nous trouvons sur de tels dispositifs (densités de flux pouvant aller jusqu'à 10^6 W/m² et des courants de plusieurs centaines d'ampères en continue) ne permettent pas de faire une quantification du transfert d'énergie par des mesures directes de type fluxmètre. Nous utiliserons donc une **problématique inverse** pour traiter cette étude. Cette approche consiste à développer un modèle de conduction de chaleur du matériau d'anode couplé avec des mesures expérimentales de températures ponctuelles réalisées à l'intérieur du matériau. Au bilan, le travail pourra se diviser en deux grandes étapes:

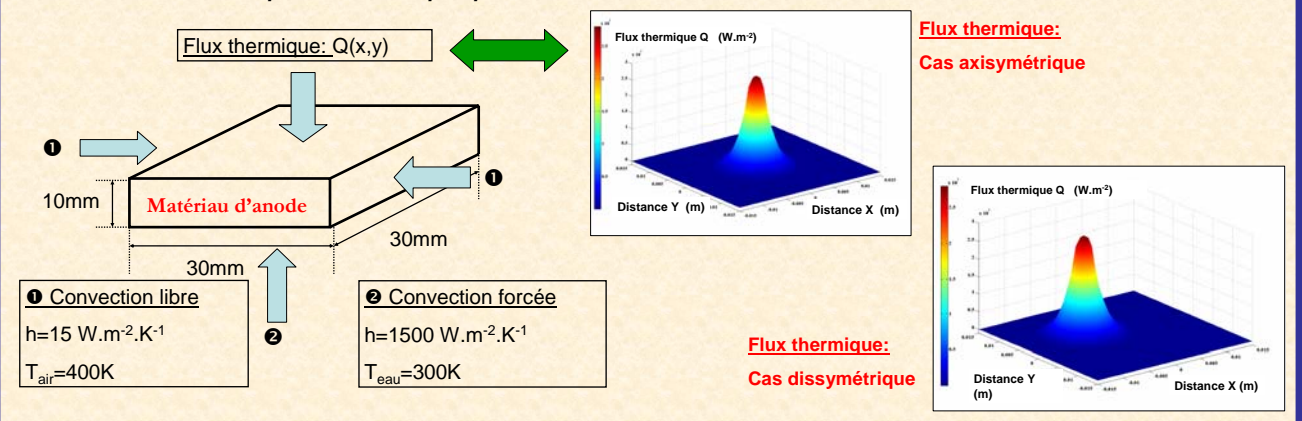
-1- Tests et validation de la robustesse de la méthode inverse employée pour reconstruire le profil de flux thermique transféré par l'arc à un matériau. Une étude paramétrique sur le positionnement et la répartition des points de température permettra de vérifier l'aptitude et la performance des méthodes inverses développées à retrouver de **flux tridimensionnels** de l'ordre de 10^7 W.m².

-2- L'outil développé sera appliqué à des mesures expérimentales réalisées sur une configuration d'arc transféré.

Mots clés : Interaction arc matériau, Méthodes inverses, Flux thermique 2D/3D.

Partie théorique : Développement d'une méthode inverse 3D

La première partie de cette étude consiste au développement de la méthode inverse permettant de reconstruire un profil de flux thermique théorique à l'interface de l'arc et du matériau d'anode. Par rapport aux travaux que nous avons pu réaliser pour une configuration axisymétrique, nous utiliserons la méthode des gradients conjugués. La mise en place de cette méthode inverse doit alors permettre de retrouver le flux thermique appliqué à l'interface plasma/matériau ainsi que le champ de température dans le matériau **uniquement** à partir de quelques points de température pris à l'intérieur. Dans cette première étape, nous testerons notre méthode sur des cas tests purement théoriques présentés ci-dessous.



Partie expérimentale : Quantification du transfert d'énergie

Dans cette seconde partie, nous souhaitons quantifier le flux thermique transféré par l'arc au matériau d'anode. La méthode inverse développée au cours de la première partie sera donc appliquée dans cette partie expérimentale.

Les mesures seront réalisées sur un dispositif d'arc transféré. Cette configuration nous permet d'obtenir un arc stable au cours du temps. Nous travaillerons pour cela dans une atmosphère d'argon sous une centaine d'ampères avec une distance inter – électrode de 1 ou 2 cm. La dégradation des électrodes est contrôlée par un refroidissement par circulation d'eau. Au voisinage de l'arc, une dissymétrie sera créée par une force extérieure par le biais d'un champ magnétique. Nous envisageons pour cela de faire passer un courant pouvant aller jusqu'à 200A dans un barreau métallique.

Comme nous avons pu le montrer au cours de nos précédentes études, la problématique inverse nécessite des mesures de températures pour pouvoir remonter au flux thermique $Q(x,y)$ transféré par l'arc au matériau d'anode. Nous utiliserons comme nous avons pu le faire dans le cas de la configuration axisymétrique des mesures par thermocouples. Nous envisageons également de pouvoir compléter ces mesures par des températures surfaciques réalisées par caméra infrarouge.

