

Proposition de sujet de thèse :

Simulation de l'évolution d'un plasma de vapeurs métalliques entre deux contacts électriques d'une ampoule à vide

Le travail de thèse sera développé au sein du SuperGrid Institute (Institut pour la Transition Energétique labellisé par l'Etat en 2013) et de l'Institut Jean Lamour (unité mixte du CNRS de 450 personnes menant des recherches dans les domaines des matériaux, de la métallurgie, des nanosciences, des plasmas et des surfaces).

Le disjoncteur est l'élément principal de protection dans les réseaux électriques. Le Supergrid Institute est engagé dans la recherche d'alternatives à l'utilisation du SF₆ pour le milieu de coupure dans le domaine de la haute tension et travaille sur le disjoncteur sous vide. Le travail de thèse vise plus particulièrement à mettre en place les modèles physiques adéquats à la simulation des différents phénomènes régissant l'évolution d'un arc électrique dans un disjoncteur sous vide de type AMF (Axial Magnetic Field). La démarche proposée comporte trois étapes.

1. Une étude bibliographique permettra de dresser un état de l'art sur la modélisation des phénomènes mis en jeu au sein d'un plasma d'arc dans le vide. Parallèlement, une analyse critique des possibilités et des limitations de divers logiciels de calcul pour la simulation de ces phénomènes sera réalisée.
2. Une étude expérimentale sera mise en œuvre dans une maquette de disjoncteur afin de visualiser et caractériser le régime de fonctionnement de l'arc électrique sous différentes conditions opératoires (intensités de l'arc et de l'AMF, nature et dimension des contacts...) et quantifier l'influence de l'AMF sur la surface d'accrochage effective de l'arc à la cathode.
3. Enfin, une étape de modélisation portera sur la simulation couplée du champ magnétique généré par les contacts et l'écoulement au sein de l'espace interélectrode du plasma créé au niveau des spots cathodiques. Le modèle final sera utilisé pour mieux comprendre les interactions entre le plasma d'arc et l'AMF et évaluer l'efficacité de différentes géométries des contacts. On s'intéressera en particulier à l'action de l'AMF sur la distribution du flux d'énergie transférée par le plasma à la surface de l'anode.

Lieu de travail : Les étapes 1 et 3 de la thèse se dérouleront pour l'essentiel à Nancy à l'Institut Jean Lamour, l'étape 2 sera, elle réalisée à Villeurbanne sur le site du SuperGrid Institute.

Financement : Bourse du SuperGrid Institute

Compétences : Le sujet est fortement pluri-disciplinaire. Des connaissances dans les domaines suivants sont souhaitables : électromagnétisme, phénomènes de transport dans les plasmas, modélisation numérique (pratique de la programmation).

Le dossier de candidature (comportant un CV détaillé, une lettre de motivation, un relevé de notes et les coordonnées d'au moins deux références) est à adresser à : Pierre Chapelle (pierre.chapelle@univ-lorraine.fr) et / ou Christophe Creusot (christophe.creusot@alstom.com).