

Interaction entre arc et matière granulaire lors d'une coupure ultra-rapide dans un fusible

Xavier JUST

Sous la direction de Jean-Marc Chaix, Rémy Dendievel et Olivier Bonnefoy (Mines de Saint Etienne)

Lundi 21 novembre à 10h30

Amphithéâtre A022 "Louis Neel" - site Ampère

Résumé : Les fusibles étudiés sont constitués de lames d'argent noyées dans du sable de silice aggloméré. Lors d'un court-circuit, un arc électrique apparaît au niveau de rétrécissements dans les lames d'argent (« sections réduites »). Les coupures ultrarapides (moins de 100 microsecondes) ont été très peu étudiées. La structure formée après coupure (fulgurite) est constituée d'un canal d'arc entouré de silice fondue. C'est sur ces structures que cette étude a été réalisée.

Après une étude bibliographique, un travail expérimental a été mené pour comprendre comment l'énergie de l'arc est absorbée par la matière. Des observations de coupures par radiographie in situ réalisées à l'ESRF ont permis d'établir des liens entre les phénomènes de création de fulgurite et les mesures électriques. Des observations et des mesures ont été réalisées. Elles ont conduit à établir des corrélations entre le volume, la nature et la structure de la masse isolante générée lors de la coupure et les caractéristiques électriques de l'arc. Les mesures ont en particulier permis d'obtenir des dimensions et des formes caractéristiques des zones affectées thermiquement lors des coupures aux grands di/dt .

Grâce à ces informations, des modèles numériques ont été développés, avec pour objectifs de décrire la formation du canal d'arc et d'estimer l'effet du confinement de l'arc par le sable de silice. Des géométries 1D axisymétriques puis 2D ont été utilisées. L'arc électrique était considéré comme une densité de puissance et le sable comme un milieu continu équivalent. Deux cas extrêmes ont été testés, l'un dans lequel la matière vaporisée est confinée dans un canal d'arc fermé, l'autre dans lequel elle s'échappe instantanément. Cela a permis d'identifier les conséquences du confinement sur les phénomènes lors de la coupure.

La corrélation entre modélisation et expérience a conduit à un modèle simple dont les résultats sont conformes aux mesures expérimentales et qui permettent de donner des éléments pour le dimensionnement des nouveaux fusibles. Les phénomènes à prendre en compte dans le futur ont été identifiés, comme la propagation de la silice liquide et l'écoulement du gaz dans le milieu granulaire et la formation de l'arc.

Mots clés : fusible, interaction arc/matière, modélisation par éléments finis, radiographie ultra-rapide, micro-tomographie RX