

Sujet : Etude des propriétés diélectriques de systèmes d'isolation mixte gaz/solide, et de leur application pour réduire l'impact environnemental de systèmes moyenne-tension

Les structures d'isolation électrique utilisant un gaz sous pression sont très largement utilisées dans les appareillages constitutifs des réseaux de transport d'énergie électrique à très haute tension, et de distribution à moyenne tension: disjoncteurs, câbles à isolation gazeuse, postes sous enveloppes métalliques. Le gaz universellement utilisé depuis plusieurs décennies (le SF₆) présente d'excellentes performances (tenue diélectrique, stabilité thermique et chimique, pouvoir de coupure élevés, bas point d'ébullition), mais est également caractérisé par un fort effet de serre, avec un coefficient GWP (Global Warming Potential) de 24000 sur une durée de 100 ans : 1 kg de SF₆ a le même impact sur le réchauffement climatique que 24 Tonnes de CO₂.

Il est donc impératif de trouver des solutions de remplacement plus écologiques. Ce sujet connaît actuellement un fort intérêt international, avec la sensibilisation accrue aux problèmes environnementaux (réchauffement climatique), et avec l'apparition de contraintes réglementaires de plus en plus sévères pour l'utilisation de matériaux présentant un risque environnemental.

Récemment, des mesures de tenue diélectrique concernant les gaz de la famille HFO (hydrofluoroléfines) et de leurs dérivés, ont montré que ceux-ci sont très prometteurs pour remplacer le SF₆ en moyenne tension. L'air comprimé, éventuellement en mélange avec du CO₂, constitue une autre alternative intéressante. Leur tenue diélectrique, déterminée par l'apparition de décharges électriques conduisant au « claquage » et à la destruction de l'isolation, est un peu inférieure à celle du SF₆ (d'environ 20% pour le HFO), mais ces solutions présentent un GWP considérablement plus faible (GWP = 4 pour le HFO), ainsi que des propriétés environnementales et de toxicité parfaitement documentées. Ils sont aisément disponibles et à coût modéré. Les propriétés de claquage de ces gaz ne sont pas aujourd'hui complètement connues, en particulier suivant toute la gamme de conditions d'essais nécessaire pour valider une solution industrielle d'isolation : champ électrique uniforme, divergent, tension alternative, impulsionnelle, présence de solides isolants, stabilité en présence de décharges partielles, etc.

L'étude consistera à caractériser expérimentalement sous très haute tension les propriétés de claquage des mélanges air / CO₂, en fonction de différents paramètres : pression, configuration du champ électrique, polarité, distance, etc. La caractérisation et la compréhension des phénomènes physiques rapides précurseurs du claquage seront étudiées en détail.

Ces travaux feront appel à des moyens d'essai à très haute tension, et également à diverses méthodes de caractérisation électriques et optiques : mesure de courants transitoires et visualisation ultra-rapides, émission lumineuse. L'analyse théorique de la répartition du champ électrique dans différentes géométries d'électrodes sera réalisée par l'utilisation de logiciels de calculs par éléments finis.

Les résultats obtenus permettront de définir les règles d'utilisation optimales de ces gaz alternatifs dans l'appareillage moyenne tension, en liaison avec les travaux de recherche et développement menés par Schneider Electric sur le site de Grenoble.

Lieu du stage : G2Elab Grenoble

Durée : 6 mois

Email de contact : Olivier.Lesaint@g2elab.grenoble-inp.fr; nelly.bonifaci@g2elab.grenoble-inp.fr