



## Mesure de décharges partielles sous fort $dV/dt$ par des méthodes non conventionnelles.

Offre de stage M2 – Mars-Septembre 2023

### Contexte général :

Le sujet de ce stage s'inscrit dans une activité centrée autour des applications liées aux convertisseurs de puissance de moyenne tension. L'avènement des interrupteurs de puissance en carbure de silicium (SiC) renforce les perspectives de développement des unités de conversion pour les applications de type moyenne tension courant continu (MVDC, de quelques kV à plusieurs dizaines de kV), comme par exemple le raccordement de sources d'énergie renouvelables au réseau. En effet, le transport de l'électricité sous courant continu présente de nombreux avantages (pertes plus faibles, nombre réduit d'étages de conversion, pilotage du flux de puissance) en particulier lorsqu'il est combiné à la production à partir d'éoliennes ou de panneaux photovoltaïques. Les spécificités de ces nouveaux composants SiC permettent d'envisager une réduction de l'encombrement du convertisseur en augmentant la fréquence de découpe (quelques dizaines de kilohertz) tout en affichant des rendements énergétiques compétitifs grâce aux vitesses de commutation ( $dV/dt$ ) élevées rendues possibles par ces technologies.

La combinaison de ces contraintes (niveau de tension supérieur à 10 kV, fréquence supérieure à 10 kHz et vitesse de commutation de l'ordre de 10 à 100 kV/ $\mu$ s) pose cependant des questions quant à la robustesse des isolants électriques traditionnellement utilisés dans les convertisseurs de puissance. Or, le déploiement de ces technologies est fortement conditionné par la fiabilité du système de conversion proposé.

La mesure de décharges partielles (DP) est une des méthodes permettant de s'assurer de la qualité de la mise en œuvre d'un système d'isolation et de l'absence de défauts de conception. En cours d'exploitation, la mesure de DP peut également servir comme monitoring de l'état de vieillissement d'un équipement.

### Objectifs / mission :

Si la mesure de DP sous tension sinusoïdale 50Hz est aujourd'hui une mesure standardisée, elle reste un sujet d'investigation dans le cas de forts  $dV/dt$  propre à la technologie SiC. L'objectif du stage est de travailler à la détection des décharges partielles sous formes d'ondes typiques de composants SiC, c'est-à-dire à fort  $dV/dt$ .

De précédents travaux de recherche menés en collaboration entre SuperGrid Institute et le Laboratoire Ampère ont permis d'établir une source de tension représentative des contraintes liées aux composants SiC ainsi qu'une méthode de détection optique de DP pour des systèmes d'isolation liquides [1] [2] [3] [4]. Fort de ces résultats, l'ambition de l'équipe est maintenant de développer des moyens de mesures de DP pour des matériaux opaques pour lesquels la mesure optique n'est plus réalisable. Pour cela il est envisagé d'utiliser des méthodes de détection basées sur des ondes UHF et/ou acoustiques et de considérer la problématique du traitement du signal (post processing et/ou temps réel) simultanément à la question de l'acquisition.

Les différentes étapes du travail peuvent être listées comme suit :

- Prise en main du banc de mesure de DP existant : préparation des échantillons à tester, mise en œuvre de la moyenne tension, chaîne d'acquisition.



- Identification de solutions d'acquisition de DP alternatives à la mesure optique : UHF, acoustiques, autres à déterminer.
- Sur la base d'une comparaison avec la mesure optique, identification des combinaisons de capteurs et de méthodes adaptées à la détection des DP de l'objet sous test soumis à des formes d'ondes typiques des composants SiC (25kHz, 25kV et 120kV/ $\mu$ s de dV/dt).
- A partir des signaux acquis par différents types de capteurs, développements d'algorithmes de détection de DP :
  - Détection d'un signal de DP dans un signal bruité
  - Séparation du signal de DP dans un signal à spectre large dû aux commutations rapides des composants de puissance.
  - Recherche de signature de DP en fonction de la nature du défaut.

### **Profil recherché :**

Dernière année en Ecole d'Ingénieur ou Master 2 en Génie électrique.

### **Compétences requises :**

- Ingénierie électrique et électronique de puissance **OU** traitement du signal
- Appétence pour le travail expérimental sous moyenne et haute tension (>1kV)
  - Opération de bancs de tests
  - Développement de méthode de mesure
- Fortes capacités d'analyse et de synthèse ;
- Autonomie, Rigueur, Capacités d'organisation ;
- Curiosité et créativité ;
- Maîtrise du français et de l'anglais.

### **Contacts :**

Eric VAGNON : [eric.vagnon@ec-lyon.fr](mailto:eric.vagnon@ec-lyon.fr)

Julien HUILLERY : [julien.huillery@ec-lyon.fr](mailto:julien.huillery@ec-lyon.fr)

**Lieux du stage :** Laboratoire Ampère, École Centrale de Lyon, Écully (69134).

**Durée de stage :** de 4 à 6 mois

### **Éléments à fournir pour la candidature :**

- CV
- Lettre de motivation
- Relevés de notes du cursus universitaire

### **Bibliographie :**

- [1] S. Anand, E. Vagnon, A. Zouaghi, M. Guillet, C. Buttay, et O. Agri, « Electrical and optical partial discharge assessment of dielectric barriers in mineral oil and synthetic ester », in *2021 IEEE Electrical Insulation Conference (EIC)*, juin 2021, p. 602-605. doi: 10.1109/EIC49891.2021.9612267.
- [2] S. Anand, E. Vagnon, M. Guillet, et C. Buttay, « Assessment of Partial Discharge Phenomenon in AC and Fast-rising Square Voltage Using Optical Detection Technique in Needle-Plane Configuration With Pressboard in Mineral Oil », in *2022 IEEE 21st International Conference on Dielectric Liquids (ICDL)*, mai 2022, p. 1-4. doi: 10.1109/ICDL49583.2022.9830959.
- [3] A. Zouaghi, O. Agri, E. Vagnon, et J.-L. Auge, « Optical and Electrical Partial Discharge Measurement with A1N Dielectric Barrier in Mineral Oil », in *2020 IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP)*, oct. 2020, p. 243-246. doi: 10.1109/CEIDP49254.2020.9437536.
- [4] S. Anand, E. Vagnon, M. Guillet, et C. Buttay, « Optical Detection of Partial Discharges Under Fast Rising Square Voltages in Dielectric Liquids », *IEEE Access*, vol. 10, p. 89758-89768, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3200748.