

Proposition de stage 2023 de PFE ou Master Recherche

Evaluation des liquides diélectriques caloporteurs pour l'isolation et le refroidissement des modules de puissance

MISSIONS

Les avions « plus électriques », « hybrides » ou « full électrique » ont comme objectifs les réductions du poids, de la consommation de carburant et du nombre de phases de maintenance de l'aéronef mais posent des défis pour les équipementiers aéronautiques. Cette nouvelle conception nécessite des dispositifs électriques possédant un haut niveau de fiabilité. Les modules de puissance sont des composants clé contribuant à cette fiabilité notamment lorsque les équipements sont situés en environnement sévères (vibration, humidité, température, pression).

Dans le module de puissance, l'isolation électrique des composants et des pistes du circuit électrique est assurée par un encapsulant, très souvent un gel silicone. Le remplacement du gel silicone par un liquide diélectrique caloporteur comme présenté sur la figure 1, permet d'avoir plusieurs avantages notamment :

- Augmenter la densité de puissance et le niveau d'intégration des convertisseurs à travers la réduction de la masse du système de refroidissement, notamment dans le cas où le circuit de refroidissement est déjà existant (exemple: électronique de commande intégrée dans une machine électrique refroidie par un liquide).
- Pouvoir évacuer la chaleur directement au plus près du composant (source de chaleur) par la circulation du liquide.
- Eviter la dégradation des matériaux d'encapsulation à haute température (>175°C) et à basse température (-60°C) en choisissant les liquides adaptés.
- Profiter de la capacité d'auto cicatrization suite à une activité de décharge partielle. Cette capacité est bien plus importante et rapide que les celles des gels silicones et est particulièrement importante pour les applications haute tension (plusieurs kV).

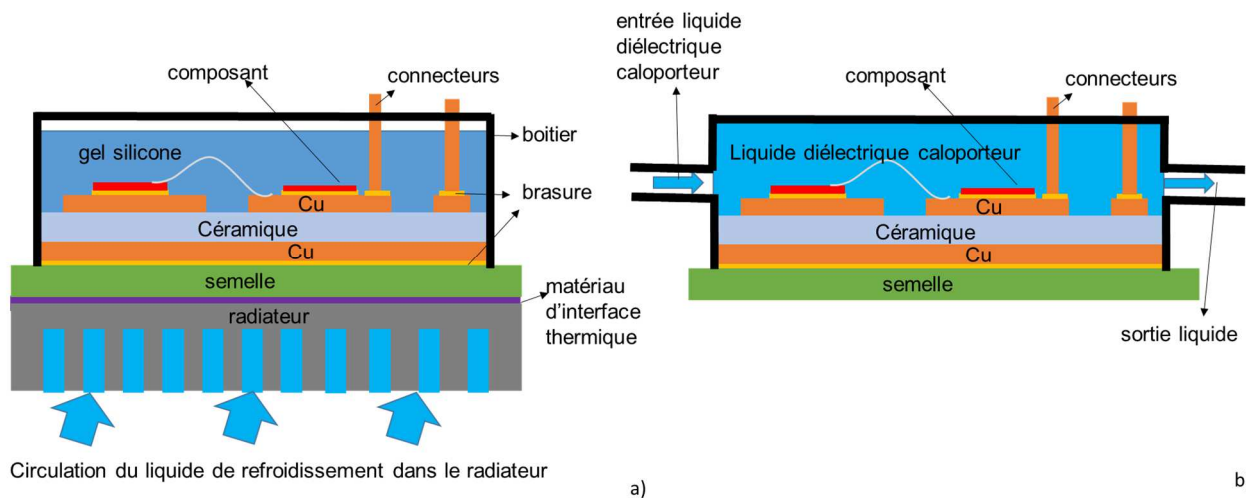


Figure 1 : Vue de coupe d'un module de puissance conventionnel encapsulé par du gel silicone a), et la structure proposée dans laquelle le gel silicone est remplacé par un liquide diélectrique caloporteur assurant à la fois l'isolation électrique et le refroidissement des composants b).

Les liquides aéronautiques sont souvent utilisés pour la lubrification et le refroidissement des machines électriques. De ce fait, leurs propriétés physiques et thermiques sont bien connues. Cependant, nous constatons un manque de données importantes sur les propriétés diélectriques (tenue en tension, permittivité, conductivité électrique) ainsi que sur la stabilité de ces liquides à des températures compatibles avec les applications qu'on vise (175°C). Ces données seront d'une grande importance pour sélectionner le liquide le plus compatible avec les spécifications industrielles. L'objectif de ce stage consiste donc à combler le manque de données sur les liquides diélectriques caloporteurs en évaluant les propriétés diélectriques, physico-chimiques ainsi que le vieillissement de plusieurs candidats potentiels. Ci-dessous la liste des attendus :

- Réalisation d'un état de l'art sur les liquides diélectriques caloporteurs.
- Caractérisation diélectrique et physico-chimique des liquides isolants et corrélation entre les différentes propriétés.
- Vieillessement des liquides diélectriques à haute température sous différentes conditions et suivi des propriétés diélectriques et physico-chimiques afin d'identifier des indicateurs de fin de vie.
- Emettre des recommandations sur le choix des liquides diélectriques en fonction de leurs propriétés initiales et leurs comportements en vieillissement.
- Rédaction de rapport de stage et contribution à la rédaction des articles scientifiques si les résultats le permettront.

PROFIL DU STAGIAIRE

Formation : Master Recherche, dernière année d'école d'ingénieur ou université

Langues : Français, Anglais

Spécialités : génie électrique, science des matériaux

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

Encadrement :

Rabih KHAZAKA, Rachelle HANNA, Olivier LESAIN

Contacts : rabih.khazaka@safrangroup.com, rachelle.hanna@g2elab.grenoble-inp.fr,
olivier.lesaint@grenoble-inp.fr

Dates et durée du stage : 5 à 6 mois à partir de février/Mars 2023

Lieu du stage : Grenoble/ Laboratoire G2ELAB