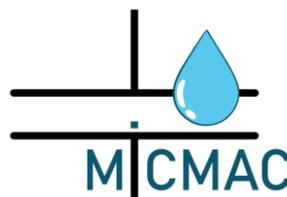




Offre de thèse

Titre de la thèse : MICMAC - Monitoring par ImpedanCeMetric pour le vieillissement d'Assemblage Collé



Laboratoires d'accueil :

Institut de Recherche en Energie Electrique de Nantes Atlantique (IREENA – UR 4642)

Institut de Recherche en Génie-Civil et Mécanique (GeM – UMR CNRS 6183)

Description du sujet :

Les assemblages collés sont aujourd'hui une alternative intéressante aux solutions soudées ou boulonnées. Cette méthode d'assemblage multi-matériaux permet, sans altération des substrats (perçage, chauffage ...), de répartir les contraintes permettant ainsi un gain de poids.

Cependant, il existe beaucoup de préjugés sur la fiabilité des collages. Notamment sur la sensibilité aux sollicitations thermo-hydro-mécaniques, limitant leur durabilité. C'est pourquoi il est indispensable de mettre au point des techniques de caractérisation permettant à la fois de certifier la qualité d'un assemblage collé à l'issue des opérations de fabrication, et de contrôler la bonne santé matière de cet assemblage lors d'opérations de suivi en service.

L'identification du champ de teneur en eau est généralement réalisée à partir d'un suivi gravimétrique macroscopique puis calculé à partir d'un modèle mathématique identifié. Récemment, une méthode de mesure par fibre optique de l'indice de réfraction a été mise au point et permet d'estimer la teneur en eau locale. Cette dernière a montré des performances intéressantes mais reste intrusive et nécessite une instrumentation spécifique.

De plus, il est montré dans la littérature la présence d'une couche d'interphase entre la colle et le substrat où l'eau diffuse plus et plus vite accélérant la dégradation de l'assemblage [4,5]. Malgré quelques pistes dans la littérature, la compréhension de l'origine du ou des mécanismes en jeu reste encore assez délicate à cause notamment de la difficulté de suivre le champ de teneur en eau locale.

Dans ce projet, il est proposé une méthode innovante d'identification de la teneur en eau et de son gradient grâce à l'obtention de la cartographie de permittivité complexe de la colle polymère par

spectroscopie d'impédance électro-chimique [1]. Cette cartographie sera obtenue par inversion de modèle à partir de mesures d'impédances électriques entre différentes électrodes judicieusement placées.

La figure 1 résume la démarche proposée. Pour ce faire, plusieurs éléments sont à mettre en œuvre :

- Étude de la littérature (problématique du vieillissement humide des matériaux polymères, méthode de caractérisation de la teneur en eau, méthode de caractérisation par impédancemétrie, modélisation électrostatique).
- Définition du cadre de l'étude (choix des matériaux et de la géométrie, des conditions de vieillissement).
- Détermination de la loi de mélange pour obtenir la permittivité électrique et le facteur de charge en fonction de la teneur en eau [2].
- Développement d'un modèle électrostatique numérique pour l'obtention de la matrice de capacités entre électrodes. Ce modèle pourra s'appuyer sur la méthode des potentiels flottants [3] ou tout autre méthode jugée pertinente à l'issue d'une phase d'étude de la littérature.
- Optimisation des formes et dimensions des électrodes pour augmenter la sensibilité pour différentes lois de diffusion.
- Mise en place d'une procédure d'inversion de modèle.
- Mise en place d'un protocole de mesure expérimentale d'identification du champ de teneur en eau.
- Validation du champ obtenu par d'autre moyen expérimentaux (mesure macroscopique et utilisation de modèle, mesure locale par fibre optique [4-5]).

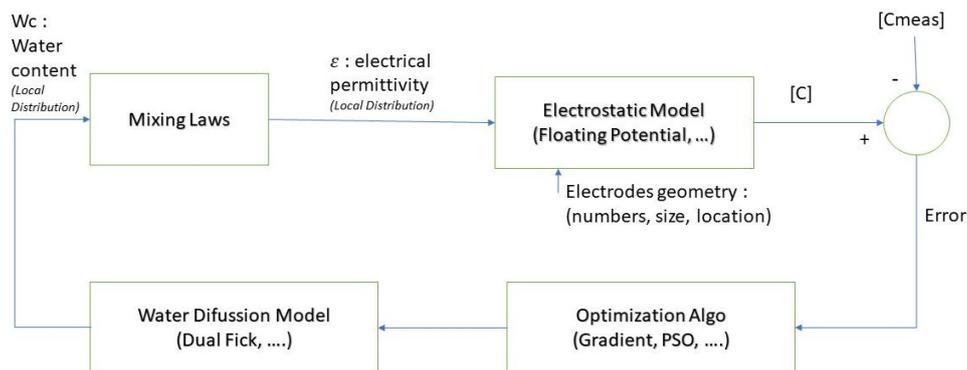


Figure 1 : Démarche proposée

L'originalité du projet porte sur le développement d'une méthode d'identification du champ de teneur en eau au cœur du matériau, non intrusive et sans a priori. Ainsi, le suivi du vieillissement de tous les matériaux en environnement humide ou immersion, notamment ceux en contexte EMR (assemblage collés, isolant de câble sous-marins), pourra être amélioré, et les résultats participeront à l'identification et au développement de nouveaux modèles de diffusion d'eau favorable à une prédiction au plus juste de la durée de vie des matériaux.

La double démarche de modélisation et de mesures est un élément clé de la réussite de ce projet où des premières mesures en environnement parfaitement maîtrisé et simplifié permettront de valider les hypothèses de modélisation. Ensuite, les modèles seront de précieuses aides pour ajuster les protocoles de mesures et s'assurer ainsi de bonnes sensibilités. Ces différentes itérations permettront de définir les limites de validités des résultats.

Références biblio :

- [1] S. Chevalier, B. Auvity, J. C. Olivier, C. Josset, D. Trichet, M. Machmoum, "Detection of Cells State-of-Health in PEM Fuel Cell Stack Using EIS Measurements Coupled with Multiphysics Modeling", Fuel Cells journal, Volume 14, Issue 3, pages 416–429, June 2014
- [2] Sihvola, A. (2000). "Mixing rules with complex dielectric coefficients. Subsurface sensing technologies and applications", 1(4), 393-415.
- [3] Konrad, Adalbert and M. Graovac. (1997) "The floating potential approach to the characterization of capacitive effects in high-speed interconnects." IEEE Transactions on Magnetics 33: 1185-1188
- [4] Grangeat, R., Girard, M., Lupi, C., Leduc, D., & Jacquemin, F. (2020). Measurement of the local water content of an epoxy adhesive by fiber optic sensor based on Fresnel reflection. Mechanical Systems and Signal Processing, 141, 106439.
- [5] Grangeat, R., Girard, M., Jacquemin, F., & Lupi, C. (2022). Method of characterizing the interphase's mean water diffusion properties of a bonded assembly in immersion. The Journal of Adhesion, 98(3), 207-226.

Poste

Date de prise de poste envisagée : rentrée 2024

Mode de financement : publique (appel à projet région + Weamec)

Profil recherché :

Titulaire d'un M2 recherche ou équivalent dans les domaines matériaux, génie électrique ou physique

Un profil pluridisciplinaire dans ces domaines sera particulièrement apprécié.

Appétence à la modélisation et aux pratiques expérimentales

Bon esprit de synthèse et excellent capacité rédactionnelle

Bon niveau en anglais

Localisation :

IUT de Saint-Nazaire / CRTT

(57 rue Michel Ange 44600 Saint-Nazaire ; 37, boulevard de l'université 44600 Saint-Nazaire)

Modalité de recrutement :

Envoyer sa candidature, comprenant un CV, une lettre de motivation et les notes niveaux M1 et M2, avant le 10/07/2024, aux contacts ci-dessous.

Contact et encadrement :

- Guillaume Wasselynck, IREENA, guillaume.wasselynck@univ-nantes.fr
- Marion Girard, GeM, marion.girard@univ-nantes.fr
- Salvy Bourguet, IREENA, salvy.bourguet@univ-nantes.fr