

## **Sujet de stage (2018-2019)**

**HX Nguyen, P. Carriere**

### **Conception d'interphases de nanocomposites thermiquement activables : fonctionnalisation de nanoparticules et caractérisation des composites**

#### **Contexte**

Ce projet se situe dans un contexte de développement de capteur in-situ capables de suivre le vieillissement hydrolytique et les contraintes mécaniques internes et locales des matériaux composites. Les matériaux composites de structures (aéronautique, Eolien, ...) sont soumis à des contraintes mécaniques et environnementales très fortes. Pour éviter les effets de l'eau ou des UV aux interfaces renforts-matrices, ils sont recouverts de revêtements (peintures) sur-dimensionnés afin d'obtenir des durées de vie compatibles avec leur fonctionnement dans ces secteurs d'applications. Il manque aujourd'hui des outils prédictifs du vieillissement des interphases dans ces matériaux du fait de la difficulté d'accès à ces zones pour leurs caractérisations. Par ailleurs, il est mis en évidence que les contraintes mécaniques sont très fortes dans ces interphases. Il s'agit donc d'introduire des liaisons covalentes réversibles à l'interface charge-renfort. Ainsi, elles pourront se dissocier lors d'une contrainte mécanique ou thermique importante et se reformer après suppression de la contrainte ou la diminution de la température. La durabilité de ces matériaux devrait en être améliorée.

#### **Expérience du laboratoire MAPIEM et HUS**

La réaction de Diels-Alder (DA) entre un diène et un diénophile est adaptée à cette propriété de réversibilité chimique. En effet, au-delà de 120°C la dissociation maléimide-furane est mise en évidence (réaction rétroDiels-Alder : rDA). Ces liaisons furane-maléimide se reforment en dessous de 60°C (réaction DA). Nous chercherons à vérifier si ces propriétés de réversibilité sont conservées lorsque ces réactions ont lieu à l'interface d'un renfort avec un réseau organique, les contraintes sur les liaisons chimiques étant modifiées par la présence du renfort, la réversibilité de la réaction de DA n'est pas acquise.

#### **Présentation du projet**

Des nanoparticules de BaTiO<sub>3</sub> sont fonctionnalisées avec des silanes qui portent la fonction furane et maléimide siège des réactions de DA. Ces nanoparticules sont dispersées dans une matrice époxy-amine pour former un film nanocomposite. La réaction de DA et rDA seront suivies par Infra-Rouge en température afin d'établir leurs cinétiques de réactions dans le matériau composite. Parallèlement, des mesures mécaniques en température seront réalisées afin de déterminer les énergies d'activation de ces réactions en fonction de la contrainte mécanique appliquée.

Le stagiaire s'attachera à choisir les expériences les plus pertinentes (associées aux 2 techniques FT-IR et DMA) et à interpréter les résultats par rapport à l'objectif fixé. Il concevra et réalisera une fonctionnalisation plus verte portant ces fonctions maléimide-furane en utilisant un furane fonctionnel portant une fonction acide carboxylique plutôt que des silanes et approfondira les propriétés de réversibilité thermique en utilisant la calorimétrie différentielle à balayage (DSC).

#### **Domaine de recherche**

- Elaboration de films nanocomposites
- techniques de caractérisations thermiques (DSC, ATG), mécaniques (DMA, Traction) et organisation (MEB, microscopie optique) et spectroscopiques (FT-IR).