

# Etude et caractérisation à la nanoéchelle des propriétés interfaciales de matériaux nanocomposites diélectriques

Service de Chimie des Matériaux Nouveaux  
Institut Matériaux

Philippe LECLERE  
[philippe.leclere@umont.ac.be](mailto:philippe.leclere@umont.ac.be)

En raison de leur faible coût, la facilité d'utilisation et de mise en œuvre, l'inertie chimique et les propriétés électriques très attrayantes, les matériaux polymères ont été largement utilisés dans les systèmes d'isolation électrique. Cependant, avec les nouvelles tendances pour développer une isolation électrique plus efficace et plus fiable dans le domaine de l'électronique et du génie électrique, les matériaux isolants polymères contenant des nano-charges (généralement inférieurs à 10 wt. %), ont gagné une attention accrue dans les systèmes électriques et l'ingénierie des dispositifs pour les hautes tensions. Il s'agit du domaine en plein développement qui s'intéresse aux matériaux nanocomposites diélectriques (*nanodielectrics*)

Récemment, il a été récemment démontré que les matériaux nanocomposites hybrides organiques/inorganiques assurent une nette amélioration de leur fonctionnement à haute température/haute tension et permettent ainsi à l'isolant électrique de renforcer ses propriétés diélectriques. Il a été notamment établi que certaines modifications des propriétés électriques telles que la permittivité, la dégradation diélectrique (*dielectric breakdown*), ou la durée de vie sont souvent accordées à l'interphase entre la matrice et la nanoparticule, interphase où la présence des nanoparticules modifie les propriétés électriques de la matrice.

En outre, de nombreuses études ont montré que la fonctionnalisation de surface des nanoparticules permet une meilleure dispersion des particules au sein de la matrice hôte. Cette meilleure dispersion affecte la zone interphase et joue un rôle majeur dans l'amélioration des propriétés des nanocomposites. Cependant, le rôle de l'interphase reste théorique et peu de résultats expérimentaux existent pour décrire ce phénomène. Par conséquent, en raison de son échelle nanométrique, la caractérisation des propriétés interfaciales demeure un défi majeur.

Outre la fabrication par des processus conventionnels des échantillons modèles au départ des matériaux possédant des propriétés connues et contrôlables, le mémoire proposé a pour but essentiel de caractériser cette interphase matrice/charge d'un point de vue de ses propriétés mécaniques et électriques à la nanoéchelle en ayant recours aux techniques de microscopies à sonde locale. D'une part, le mode PeakForce Tapping, qui permet une cartographie quantitative des propriétés mécaniques, sera privilégié. D'autre part, pour les mesures électriques, la microscopie à force électrostatique (*Electrostatic Force Microscopy – EFM*) et à sonde de Kelvin (*Kelvin Probe Force Microscopy – KPFM*) seront utilisées. L'analyse multidimensionnelle des données acquises fera également partie du travail expérimental.

Dans le cadre de ce mémoire, des mesures ellipsométriques sur les échantillons seront également envisagées en collaboration étroite avec le laboratoire du Prof. M. Voué.

Complémentairement à ces mesures à l'échelle locale, une analyse macroscopique des propriétés diélectriques sera réalisée en collaboration avec le laboratoire LAPLACE de l'Université de Toulouse et le laboratoire IES de l'Université de Montpellier.

*In fine*, une tentative de corrélation des observations locales avec le comportement macroscopique des matériaux étudiés constituera l'aboutissement du mémoire. Ainsi, la confrontation de l'ensemble des données aux modèles macroscopiques existants et/ou la proposition de modèles phénoménologiques permettra de mieux comprendre les phénomènes locaux qui affecte ce comportement et idéalement être en mesure de le prédire et de l'adapter au mieux pour la conception de futurs systèmes de nanocomposites plus performants.