

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Élaboration et caractérisation à la nano-échelle de nanofibres composites piézoélectriques flexibles pour des applications dédiées à l'énergie

dirigés par Monsieur Anthony FERRI

Soutenance prévue le **mardi 28 janvier 2025** à 9h30

Lieu : Faculté des Sciences Jean Perrin Rue Jean Souvraz 62300 Lens

Salle : des Thèses

Composition du jury proposé

M. Anthony FERRI	Université d'Artois	Directeur de thèse
Mme Sophie BARRAU	Université de Lille	Examinatrice
M. Romain BOURRELLIER	Park Systems	Co-directeur de thèse
M. Brice GAUTIER	INSA Lyon	Rapporteur
M. Francois RAULT	GEMTEX, ENSAIT Roubaix	Examineur
M. Gabor MOLNAR	LCC Toulouse	Rapporteur
M. Antonio DA COSTA	Université d'Artois	Invité

Résumé :

Les composites polymère/céramique présentent un potentiel considérable pour les applications énergétiques, telles que les nanogénérateurs d'énergie renouvelable et les capteurs intelligents, en associant les coefficients piézoélectriques élevés des céramiques à la flexibilité mécanique de la matrice polymère. Cette recherche se concentre sur le développement de nanofibres piézoélectriques hybrides et flexibles par électrofilage. Dans ce processus, des nanoparticules de titanate de baryum (BaTiO_3) fonctionnalisées et d'autres décorées avec des nanoparticules d'argent (Ag) sont dispersées dans une matrice de fluorure de polyvinylidène (PVDF). Une tension électrique est ensuite appliquée lors du procédé de fabrication pour favoriser la formation de la phase électroactive β du PVDF, essentielle pour ses propriétés piézoélectriques. L'objectif principal de cette étude est de caractériser les propriétés mécaniques et piézoélectriques de ces nanofibres composites à l'échelle nanométrique. Les nanofibres, fabriquées par électrofilage, ont été analysées structuralement par spectroscopie infrarouge (FTIR) et par diffraction des rayons X à grand angle (WAXS). Leur morphologie a été examinée par microscopie électronique à balayage (MEB) et microscopie électronique en transmission (MET) pour identifier les particules de BTO (BaTiO_3) incorporées dans les nanofibres. La morphologie des nanofibres a été étudiée également en mode PinPoint™ de l'AFM (atomique force microscopie). Des boursouflures ont été observées, probablement dues à l'agglomération des nanoparticules de BaTiO_3 , dont la présence a été confirmée par imagerie et spectroscopie PFM (microscopie à force piézoélectrique) ainsi que précédemment en MEB et MET. Les boucles d'hystérésis en spectroscopie PFM révèlent une inversion de cycle de phase en fonction du matériau sondé (polymère et céramique). Il est bien connu que la réponse d'un matériau ferroélectrique à un champ électrique appliqué induit une expansion (coefficient piézoélectrique positif) pour un matériau céramique tel que le BTO, et une contraction (coefficient piézoélectrique négatif) pour un polymère. Des études de basculement de polarisation ont également été menées, montrant des contrastes de phase lorsqu'un champ électrique est appliqué, confirmant la présence de particules de BTO. En outre, le mode nanomécanique PinPoint™ a confirmé la présence des nanoparticules de BTO en mettant en évidence des propriétés mécaniques distinctes entre les régions céramique et polymère, avec des déformations importantes dans le polymère et des valeurs élevées du module de contact sur la céramique. Une analyse en KPFM a été réalisée pour examiner le contraste de potentiel de surface entre le BTO et le PVDF, ainsi qu'une étude approfondie en fonction de la tension continue afin d'évaluer l'influence des nanoparticules d'Ag sur le potentiel de surface et le travail de sortie. Cette approche fournit une vue d'ensemble des propriétés électriques, notamment piézoélectriques et ferroélectriques, ainsi que des propriétés mécaniques du composite à l'échelle nanométrique.