

Laboratoire : UMET, CNRS UMR 8207

Responsable : Jean-François BRUN

Co-encadrants : Corinne BINET, Jean-François TAHON, Sophie BARRAU

Tél: 03 20 43 47 74  
03 20 33 64 09

E-mail : [jean-francois.brun@univ-lille.fr](mailto:jean-francois.brun@univ-lille.fr)  
[corinne.binet@univ-lille.fr](mailto:corinne.binet@univ-lille.fr)

## STAGE DE MASTER 2

**Durée : 5 mois maximum, stage rémunéré (~550 €/mois)**

**Titre : Composites à matrice polymère: élaboration et relation structure – propriétés thermoélectriques de composites nanotubes de carbone / PVDF.**

**Mots - clés :** polymères, thermoélectricité, structure, conductivités thermique et électrique, coefficient Seebeck.

### **Descriptif :**

Depuis quelques décennies la percée des technologies concernant des dispositifs nomades ou sans fil est fulgurante. La récupération d'énergie ambiante pour alimenter ces dispositifs est un sujet d'actualité en pleine expansion. Diverses sources d'énergie ambiante et perdue existent et sont susceptibles d'être exploitées : énergie mécanique, énergie thermique, énergie radiante ou énergie biochimique... Dans ce contexte, les matériaux thermoélectriques capables de convertir un gradient de chaleur en électricité via l'effet Seebeck ont connu un regain d'intérêt. A l'heure actuelle, les dispositifs thermoélectriques les plus performants sont constitués d'alliages de semi-conducteurs inorganiques et de métaux (type  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) : matériaux polluants, rigides et coûteux à la production. Une alternative envisagée à ces substances depuis quelques années est l'utilisation de polymères : soit des polymères intrinsèquement conducteurs (PANI, PEDOT), soit des composites à matrice polymère chargés en nano-objets conducteurs. Les polymères ont l'avantage d'être moins coûteux, moins polluants, plus flexibles et plutôt plus aisés de mise en œuvre.

Une manière d'appréhender les propriétés thermoélectriques d'un matériau est d'en évaluer sa figure de mérite  $ZT = \sigma S^2 T / \kappa$ , qui doit être maximale pour une température donnée T.

Un des enjeux est donc d'améliorer la conductivité électrique ( $\sigma$ ) ainsi que le coefficient Seebeck (S) sans augmenter la conductivité thermique ( $\kappa$ ) tout en conservant une certaine flexibilité au matériau. Au sein du laboratoire, le PVDF et son copolymère le PVDF-TrFE sont déjà connus dans le domaine de la conversion d'énergie pour leurs propriétés piézoélectriques (capacité du matériau à convertir l'énergie mécanique en énergie électrique). Ils possèdent de plus un riche polymorphisme (5 phases cristallines pour le PVDF).

L'objectif de ce stage sera : (i) d'élaborer des films minces de composites thermoélectriques dont la matrice polymère sera le PVDF ou le PVDF-TrFE et les nanoparticules conductrices seront des nanotubes de carbones mono- ou multi-parois (SWCNT ou MWCNT) ; (ii) d'en étudier les propriétés thermoélectriques et (iii) de comprendre l'évolution des différents paramètres liés à ces dernières ( $\sigma$ , S et  $\kappa$ ) en regard de la phase cristalline du polymère présente dans le composite. L'étudiant(e) sera amené(e) à faire des traitements thermiques pour faire évoluer la structure et la morphologie du polymère. L'étudiant(e) bénéficiera de 2 appareils performants acquis récemment par le laboratoire : un Thin Film Analyser (TFA) permettant une mesure directe du ZT de films minces et un banc de diffusion/diffraction des rayons X aux petits et grands angles (GISAXS/GIWAXS) pour la caractérisation structurale. Le (la) candidat-e pourra être amené(e) à utiliser d'autres techniques disponibles au laboratoire: traitement plasma, profilomètre mécanique, spectroscopie infrarouge et microscopies électroniques.

Un goût prononcé pour l'élaboration et l'expérimentation est indispensable.