

26 février 2020

## Offre de thèse pour un CDD doctorant

Début : octobre 2020

### Sujet : Etude des lois de comportement mécanique en traction à l'échelle microstructurale de polymères thermoplastiques par spectroscopie et WAXS *in situ*

#### Informations générales

**Lieu de travail** : Nancy**Type de contrat** : Contrat doctoral**Durée du contrat** : 36 mois**Date d'embauche prévue** : Octobre 2020**Quotité de travail** : Temps complet**Rémunération** : 1 676,55 € bruts mensuels (minimum)**Niveau d'études souhaité** : Diplôme d'Ingénieur ou Master en Sciences de l'Ingénieur**Expérience souhaitée** : Stage/projet dans les domaines des matériaux polymères semi-cristallins, de la mécanique du solide et de la physique des interactions rayonnement matière.

#### Missions / Activités

Les matériaux polymères et leurs composites présentent des propriétés mécaniques intéressantes au regard de leur faible masse volumique. En particulier, leur usage de plus en plus répandu dans l'automobile et l'aéronautique permet de diminuer la masse des véhicules et donc leur consommation énergétique. Il existe donc un fort intérêt pour l'étude des phénomènes physiques intervenant lors de la déformation de ces matériaux, tant au niveau de la matrice polymère qu'au niveau des interfaces avec les charges ou renforts.

L'équipe Physique, Mécanique et Plasticité de l'Institut Jean Lamour développe depuis plusieurs années des méthodes d'analyse combinant essais mécaniques et analyses *in situ* par diffraction des rayons X (technique de mesure en WAXS - *Wide Angle X-ray Scattering*) et spectroscopie Raman [1]. Ces travaux ont ainsi permis d'établir des liens entre comportement mécanique macroscopique et phénomènes physiques à l'échelle microstructurale (cristallinité, orientation des chaînes macromoléculaires, endommagement volumique, transfert de charges, concentration de contraintes...), pour des matériaux tels que le polypropylène isotactique (iPP) avec ou sans charge minérale [2], le polyéthylène et le polyéthylène téréphtalate (PET) [3].

Le présent projet s'intéressera plus particulièrement aux états des contraintes mécaniques présentes dans les différentes phases de ces différents matériaux. Des études récentes au sein de notre équipe ont ainsi montré la possibilité de remonter aux déformations des phases cristallines par WAXS en synchrotron au cours d'un essai de traction uniaxiale [4]. Cette technique sera complétée par la spectroscopie Raman et la spectroscopie diélectrique pour ce qui concerne la phase amorphe du polymère, les charges de renfort et les interfaces/interphases.

Cette thèse comportera deux volets : expérimentation et modélisation. La partie expérimentale s'articulera autour d'essais mécaniques couplés à des mesures *in situ* par spectroscopie Raman et diffraction des rayons X. Pour cette dernière technique, des essais sur Grands Instruments (par exemple, sur les synchrotrons DESY/Petra III à Hambourg, Allemagne ou Elettra à Trieste, Italie...) sont envisagés. Concernant ces essais sur synchrotrons, des données acquises pour différents matériaux lors de campagnes d'essais précédentes sont déjà en possession de l'équipe et leur étude

permettra notamment la prise en main des méthodes d'analyse utilisées dans ce domaine. Les résultats de ces analyses viendront alimenter un travail de modélisation visant à mieux comprendre le rôle de chaque phase, ainsi que leurs interactions, dans le comportement mécanique macroscopique des matériaux étudiés.

[1] Brevet FR 2981452(B1)/WO2013054062 : Dispositif de détermination du comportement mécanique local d'une éprouvette de matériau. M. Ponçot, J. Martin, P. Bourson, A. Dahoun, 14/10/2011.

[2] M. Ponçot, J. Martin, S. Chaudemanche, O. Ferry, T. Schenk, J.P. Tinnes, D. Chapron, I. Royaud, A. Dahoun, P. Bourson "Complementarities of high energy WAXS and Raman spectroscopy measurements to study the crystalline phase orientation in polypropylene blends during tensile test", *Polymer*, 80, 27–37, (2015)

[3] M. Donnay, M. Ponçot, J-P Tinnes, T. Schenk, O. Ferry, I. Royaud, "In situ study of the tensile deformation micro-mechanisms of semi-crystalline poly(ethylene terephthalate) films using synchrotron radiation x-ray scattering". *Polymer*, 117, 268–281, (2017).

[4] J.-P. Tinnes, M. Ponçot "Etude in situ par WAXS de la déformation d'un polypropylène isotactique avec ou sans charges minérales : analyse des phases cristallines et du transfert de contrainte mécanique" XIIIème Colloque Rayons X et Matière, Nancy (2019)

[5] A. Létoffé, S. Hoppe, R. Lainé, N. Canilho, A. Pasc, D. Rouxel, R.J.J. Rioboo, S. Hupont, I. Royaud, M. Ponçot, "Resilience improvement of an isotactic polypropylene-g-maleic anhydride by crosslinking using polyether triamine agents." *Polymer*, 179, 121655, (2019).

## Contexte de travail

La thèse sera réalisée au sein de l'équipe Physique, Mécanique et Plasticité de l'Institut Jean Lamour (site Artem).

## Compétences

- Titulaire d'un diplôme d'Ingénieur ou d'un Master 2 en science des matériaux.
- Connaissances en mécanique et physique des polymères. Des compétences dans un ou plusieurs domaines suivants seront appréciés : diffraction des rayons X, cristallographie, spectroscopie Raman et diélectrique.
- Connaissances en programmation et traitement de données (Matlab/Python).
- Anglais courant (écrit/oral)

## A propos de l'Institut Jean Lamour

L'Institut Jean Lamour (IJL) est une unité mixte de recherche du CNRS et de l'Université de Lorraine. Il est rattaché à l'Institut de Chimie du CNRS.

Spécialisé en science et ingénierie des matériaux et des procédés, il couvre les champs suivants : matériaux, métallurgie, plasmas, surfaces, nanomatériaux, électronique.

L'IJL compte 183 chercheurs et enseignants-chercheurs, 91 personnels ingénieurs, techniciens, administratifs, 150 doctorants et 25 post-doctorants.

Il collabore avec plus de 150 partenaires industriels et ses collaborations académiques se déploient dans une trentaine de pays.

Son parc instrumental exceptionnel est réparti sur 4 sites dont le principal est le un bâtiment neuf situé sur le campus Artem à Nancy.

## Modalités de candidature

Adresser CV et lettre de motivation à :

[jean-philippe.tinnes@univ-lorraine.fr](mailto:jean-philippe.tinnes@univ-lorraine.fr)