

Offre de stage niveau Master : M2 / PFE ingénieur

Etude des propriétés mécaniques des polymères en relation avec l'évolution de leur microstructure en temps réel par spectroscopie Raman

Informations générales

Lieu de travail : Nancy, campus Artem

Type de contrat : Stage

Durée du stage : 6 mois

Date d'embauche prévue : A partir de février 2026

Quotité de travail : Temps complet

Rémunération : Gratification selon grille en vigueur

Expérience souhaitée : Mécanique des matériaux et/ou physique des polymères

Missions / Activités

OBJECTIF : Développer des outils permettant la mesure et le suivi *in situ* des propriétés mécaniques de matériaux à matrice polymère au cours de leur mise en forme, de leur utilisation en service, et de leur recyclage – IntraCarnot AMELCEM (Analyse Multi-Echelle des Lois de Comportement mécanique des polymères en relation avec l'Evolution de leur Microstructure en temps réel).

Les outils à développer reposent sur l'utilisation de la spectroscopie Raman. Cette technique éprouvée et robuste permet la réalisation de mesures locales et non destructives, et dans le cas des polymères, renseigne sur les états microstructuraux aussi bien des phases amorphes que cristallines. Pour le cas des matériaux prévus dans cette étude, l'expérience précédemment acquise au sein de l'équipe « Physique, Mécanique et Plasticité » de l'IJL montre que l'analyse et le traitement des spectres Raman permet de retrouver la plupart des résultats obtenus par DSC et DRX, qui sont des techniques d'analyse courantes, mais appliquées de manières destructive et/ou post mortem/ex situ [1-3]. Des résultats préliminaires ont été déjà obtenus sur le poly(éthylène téréphtalate) (PET) et le poly(éthylène furanoate) (PEF), une nouvelle résine polyester biosourcée aux applications prometteuses. En parallèle de l'étude de ces matériaux, il est prévu d'étendre l'ensemble des critères et méthodes à d'autres polyesters tels que le poly(butylène téréphtalate) (PBT) et l'acide polylactique (PLA), et également au polycarbonate (PC). Ces trois matériaux à haute valeur ajoutée ont en effet de nombreuses applications dans les domaines du biomédical, de l'optique et de l'agroalimentaire. Les travaux expérimentaux porteront en particulier sur la réalisation d'essais mécaniques (traction essentiellement) et thermiques (DSC) couplés à des mesures *in situ* par spectroscopie Raman. Les spectres Raman seront analysés grâce à des outils numériques programmés en MATLAB et Python au sein de l'équipe. L'objectif principal du stage est de confirmer et de développer les résultats déjà obtenus [3], portant sur la quantification des états de déformation à l'échelle microstructurale dans les matériaux visés, grâce à la théorie de Grüneisen.

[1] M. Bouita, J.P. Tinnes, P. Bourson, M. Malfois, M. Ponçot, "A new Raman spectroscopy-based method for monitoring the crystallinity ratio of polyethylene terephthalate". *Journal of Raman Spectroscopy*, 54 (2), 225-232, (2023).

[2] M. Bouita, J.P. Tinnes, P. Bourson, M. Ponçot, "Monitoring The Thermal Behavior of Polyethylene 2,5 Furandicarboxylate Using Raman Spectroscopy". *Journal of Raman Spectroscopy*, 54 (6), 683-690, (2023).

[3] M. Bouita, "Étude des propriétés et des lois de comportement mécaniques à différentes échelles de polyesters par WAXS et spectroscopie Raman *in situ*", Thèse de Doctorat, Université de Lorraine (2024)

Contexte de travail

Le / la stagiaire travaillera au sein l'équipe « Physique, Mécanique et Plasticité » du département SI2M de l'Institut Jean Lamour, sur le site principal d'Artem, à Nancy.

Profil recherché :

- > Etudiant en Master 2 ou école d'ingénieur. Spécialisation en science des matériaux, physique et/ou mécanique du solide.
- > Compétences en programmation (Python / MATLAB) et en analyse numérique de données et/ou traitement du signal.
- > Goût et aptitude pour le travail expérimental : essais instrumentés.
- > Les compétences dans les domaines suivants seront appréciées : physique des polymères, spectroscopie Raman, essais mécaniques (traction) et thermiques (DSC)

Contraintes et risques

Le poste sur lequel vous candidatez se situe dans un secteur relevant de la protection du potentiel scientifique et technique et nécessite donc, conformément à la réglementation, que votre arrivée soit autorisée par l'autorité compétente du MESR.

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 170 chercheurs et enseignants-chercheurs, 90 personnels d'appui à la recherche, 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 situé sur le campus Artem à Nancy.

Modalités de candidature

Les candidatures (CV et lettre de motivation) sont à adresser à :

jean-philippe.tinnes@univ-lorraine.fr