

Étude des lois de comportement mécanique des polymères thermoplastiques en traction à l'échelle microstructurale par spectroscopie et diffraction des rayons X in situ.

Mouad Bouita,¹

¹ mouad.bouita@univ-lorraine.fr;

Résumé

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'intéresse 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.

Références

[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" XIII^{ème} Colloque Rayons X et Matière, Nancy (2019)

[5] A. Létouffé, 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).