

Nanocomposites polypropylène/argile organomodifiée : Vers la détermination de conditions optimales d'extrusion

Guillaume Normand, Edith Peuvrel-Disdier et Bruno Vergnes

MINES ParisTech, PSL Research University, CEMEF - Centre de Mise en Forme des Matériaux, UMR CNRS 7635, CS 10207, 06904 Sophia-Antipolis, France

edith.disdier@mines-paristech.fr

Mots-clés : Nanocomposite, extrusion, optimisation, argile, polypropylène

Même si de nombreux travaux ont été dédiés à l'étude de la dispersion d'argiles dans des matrices polymères, la dispersion à l'échelle nanométrique d'une argile organomodifiée dans une matrice apolaire, même en présence d'un compatibilisant, reste un défi. Nous nous intéressons depuis une quinzaine d'années à la dispersion d'argiles organomodifiées dans une matrice polypropylène (PP). Comme mis en évidence par d'autres auteurs, l'énergie mécanique spécifique (EMS) apparaît être un paramètre clé pour décrire l'état de dispersion. Ainsi, celui-ci est amélioré en augmentant l'EMS. Néanmoins, au-delà d'une valeur critique (fonction du système, du procédé, du profil de vis), l'état de dispersion à l'échelle nanométrique ne semble plus pouvoir être amélioré. L'objectif de ce travail était d'étudier l'impact de l'énergie fournie au nanocomposite sur l'état de dispersion.

Les nanocomposites ont été préparés par voie directe en extrusion bi-vis. L'EMS apportée au système a été modifiée en jouant sur la vitesse de rotation des vis et sur la viscosité de la matrice. L'état de dispersion du nanocomposite a été déterminé pour chaque condition en sortie de filière, mais aussi le long du profil de vis. Cet état de dispersion a été caractérisé à différentes échelles : microscopie électronique à balayage pour déterminer la quantité d'agrégats non dispersés, diffraction des rayons X pour voir si les chaînes polymères sont bien intercalées entre les feuillets d'argile, microscopie électronique en transmission pour visualiser localement si les feuillets sont bien exfoliés. Ces observations à l'échelle nanométrique ont été complétées par une caractérisation rhéologique des échantillons. Nous verrons que la rhéologie est une technique particulièrement utile pour suivre l'état de dispersion, en particulier à l'échelle nanométrique. Le logiciel Ludovic[®] a été utilisé pour analyser les conditions d'extrusion et déterminer l'évolution des paramètres thermomécaniques le long du profil de vis.

Cette nouvelle étude a confirmé la relation entre l'état de dispersion et l'EMS. Mais cette relation est valable dans une gamme limitée d'EMS et aussi de température matière. Ainsi, une dégradation thermomécanique des chaînes due à des conditions d'extrusion trop sévères n'est pas favorable à la dispersion. La température matière apparaît comme un paramètre clé. Une température trop élevée peut conduire à une dégradation du tensio-actif présent dans l'argile ou une dégradation du compatibilisant, les deux ayant un effet négatif sur la dispersion.

Nous verrons dans un dernier temps comment la connaissance de la relation entre l'état de dispersion à l'échelle nanométrique et l'EMS, et l'utilisation de critères de qualité peut aider à déterminer des conditions optimales d'extrusion sur un nouveau profil de vis, à l'aide de la simulation avec le logiciel Ludovic[®].

Remerciements: Les recherches menant aux présents résultats ont bénéficié d'un soutien financier du 7^{ème} programme cadre de l'Union européenne (7ePC/2007-2013) en vertu de la convention de subvention n° 314744.