

Utilisation de nano-charges dans des polymères biodégradables, mise en œuvre (élaboration, dispersion et mise en forme) selon des procédés industriels pertinents

Jean-Pierre PASCAULT

Les polymères issus de la biomasse et parmi eux les polymères biodégradables connaissent un très important intérêt industriel dans ces dernières années afin de répondre aux requis de développement durable pour la définition de matériaux destinés à des secteurs industriels comme ceux de l'emballage, de l'automobile, etc. Parmi les polymères biodégradables, le poly(acide lactique) ou polylactide (PLA) est sans aucun doute le plus porteur d'espoir dans le domaine des polymères thermoplastiques. Bio-assimilable par l'organisme, le PLA est déjà utilisé depuis plusieurs années dans le secteur biomédical (fil de suture par exemple) et les derniers programmes de recherche et de développement ont montré que le PLA pouvait étendre son utilisation à d'autres applications comme les fibres textiles, les emballages, l'automobile ou l'électroménager.

Si le PLA apparaît comme effectivement un polymère complémentaire, voire de substitution, aux polymères thermoplastiques d'origine fossile (polystyrène, polypropylène ou polyéthylène), il n'en reste pas moins que beaucoup de travaux de recherche restent à mener quant à l'amélioration de ses propriétés physiques (mécaniques, barrières aux gaz, mécanismes de dégradation). Le développement récent de nanocharges associées à des matrices polymère pour l'élaboration de matériaux nanocomposites a ouvert un nouveau champ d'investigation permettant d'envisager d'améliorer dans le cas du PLA les propriétés d'usage par l'addition de telles charges de taille nanométrique. Industriellement parlant, le développement de ces nouveaux nanocomposites biodégradables n'a de sens que si leur mise en œuvre est possible dans les outils conventionnels de mise en œuvre et/ou en forme.

Ce travail s'est proposé de travailler sur les différentes voies de préparation de nanocomposites à matrice PLA et de mettre en regard celles-ci avec les réalités de mise en œuvre industrielle afin de vérifier la pertinence des approches développées :

- Dispersion de nanocharges dans un polymère PLA par un procédé de dispersion/ extrusion
En fonction des applications finales des nanocomposites, différents types de nanocharges peuvent être utilisés comme des argiles ou des silices. Les silices présentent l'avantage d'avoir bénéficié d'années de recherche et de développement. En effet une gamme considérable de silices existe si l'on considère leur richesse en termes de surface spécifique et de fonctionnalisation pouvant être associées au PLA par voie fondu avec différents niveaux d'interactions interfaciales

- Dispersion de nanocharges en milieu monomère L-lactide et polymérisation lors d'un procédé d'extrusion réactive

Outre la voie de simple mélange à l'état fondu, le type de polymérisation de la PLA (polymérisation par ouverture de cycle) permet d'envisager une autre voie d'élaboration de ces nanocomposites par polymérisation de monomère lactide en présence de nanocharges comme de la silice en considérant un procédé réactif pertinent pour une transposition industrielle : l'extrusion réactive.

A partir des sites réactifs en surface des nanoparticules de silice, un contrôle de l'interface charge/polymère peut permettre d'améliorer les propriétés mécaniques des nanocomposites.

- Génération de nanocharges inorganiques en milieu PLA préformé et/ou de monomère L-lactide lui-même polymérisé via un procédé de chimie sol-gel hydrolytique ou non hydrolytique (matériaux hybrides O/I)

Les différentes voies sont explorées en veillant de prendre en compte les méthodes industrielles d'élaboration et de mise en œuvre y compris en mettant en place une analyse du cycle de vie (collaboration avec l'Université d'Utrecht NL, Prof. M. Patel) mais aussi en essayant de développer une compréhension des mécanismes chimiques et physiques fondamentaux responsables des architectures et morphologies et donc des comportements des nanomatériaux à matrice polymère biosourcé à l'échelle macroscopique.

Références issues de ce travail (doctorat d'A. PREBE INSA Lyon)

- 'Comparative life cycle studies on polylactic acid based composites for a stationary and a mobile application' C. Halimi, J.-F. Gerard, A. Iwanczuk, M.A. Kozłowski, A.L. Roes, M.K. Patel, soumis pour publication

- 'Différentes voies de synthèse de nanocomposites à base de polylactide PLA', Thèse A. Prebe (soutenance prévue Décembre 2009)