

› Du laboratoire à l'usine

Quand la taille compte

Les nanomatériaux sont une piste intéressante pour renforcer les propriétés mécaniques des polymères. Si leur production en laboratoire est bien maîtrisée, les processus ne sont toutefois pas simplement transposables à l'échelle industrielle. Les chercheurs de l'Institut Adolphe Merkle à l'Université de Fribourg et de l'École d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg ont uni leurs compétences pour réaliser cette mise à l'échelle.

› Philippe Morel¹

Utiliser des nanocharges permet d'améliorer significativement les propriétés mécaniques d'un polymère. A cet égard, les nanocristaux provenant de la cellulose sont particulièrement intéressants, et ce pour deux raisons. Ils présentent tout d'abord une excellente stabilité mécanique, proche de celle des nanotubes de carbone (CNT). De plus, et contrairement à ces derniers, ils peuvent s'obtenir à faible coût et durablement à partir de diverses matières premières renouvelables comme, par exemple, le bois ou des déchets végétaux.

Dans le cadre du projet HiProFIP (High Profit Filled Polymers), financé par le Pôle Scientifique et Technologique du canton de Fribourg (PST-FR), les chercheurs de l'Institut Adolphe Merkle (AMI) à l'Université de Fribourg et de l'École d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg (EIA-FR) ont décidé d'unir leurs forces et leurs expertises respectives afin de traiter les problèmes liés à la production de nanocomposites ainsi que l'injection et l'extrusion de tels matériaux. L'objectif avoué étant de passer des quelques grammes produits en laboratoire aux quelques kilogrammes d'une installation industrielle pilote.

S'adapter à l'industrie

Les compétences nouvellement acquises devraient profiter aux membres du Réseau nanotechnologies et du Réseau plasturgie ainsi qu'à d'autres entreprises qui souhaiteraient se lancer dans l'aventure des polymères à forte valeur ajoutée que sont les nanocomposites. Partant du principe que

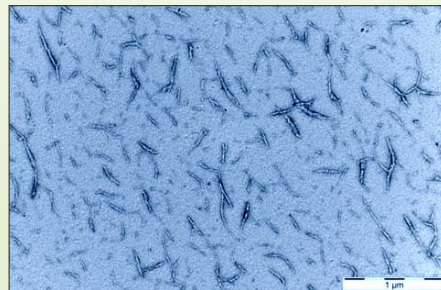


Fig.1 Nanocristaux de cellulose vus au microscope électronique.

ce n'est pas l'industrie du plastique qui va s'adapter aux spécificités des nanocristaux de cellulose, le projet entend explorer que des processus industriellement adaptés et des polymères largement répandus.

Les chercheurs de l'AMI sont déjà parvenus à produire une gamme de nanocomposites à base de PVAc (acétate de polyvinyle) ou de polyuréthane et de nanocristaux de cellulose. La presse s'en est par ailleurs fait l'écho au printemps 2011 avec leur ver de pêche artificiel, produit avec un nanocomposite dont la rigidité dépend de l'humidité de son environnement. Ce ver visait à démontrer le potentiel de tels matériaux.

Toutefois, les procédés de fabrication mis en oeuvre à l'AMI ne permettent pas d'envisager une production d'ordre industriel, ce qui de fait rend ces matériaux quasiment inexploitable pour l'instant.

La première étape consiste à préparer suffisamment de nanocharges. « Pour obtenir les nanocristaux de cellulose en laboratoire, nous hydrolysons quelques grammes de papier filtre avec de l'acide sulfurique. Pour obtenir 1 kg de nanocristaux, il faudrait utiliser 25 litres d'acide », explique le Dr. Johan Foster, responsable du projet à l'AMI. Dans le cadre du projet, une équipe autour du Prof. Thierry Chappuis de l'EIA-FR cherche donc déjà à optimiser le processus de production à plus grande échelle. Des contacts avec des entreprises capables de fournir, dans un futur proche, la nanocharge à échelle industrielle sont aussi établis.

Diverses pistes à explorer

La deuxième étape consiste à intégrer la nanocharge dans le polymère à l'aide de machines pilotes. En ayant pour étalon les propriétés des nanocomposites produits



Fig. 2 Extrudeuse à double vis.

¹ Philippe Morel, rédacteur indépendant, Villars-sur-Glâne.

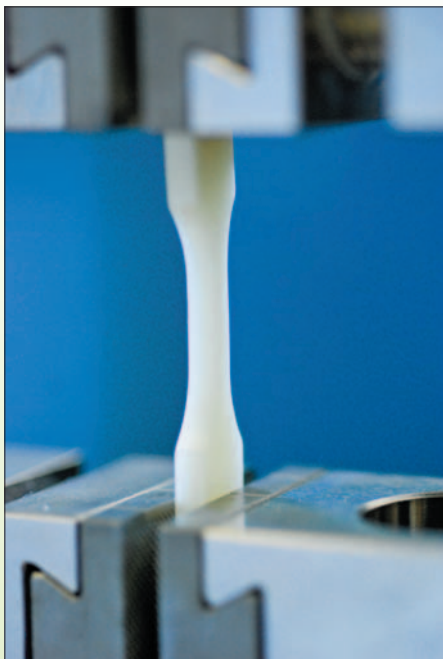


Fig.3 Essai de résistance à la traction d'un échantillon-test.

en laboratoire, les chercheurs de l'AMI et l'EIA-FR explorent les différentes pistes que sont :

- l'extrusion à double vis, une technique industrielle de mélange à chaud couramment utilisée par l'industrie,

- le mélange à faible cisaillement, qui utilise un plastographe capable de moduler tant les techniques de mélange que de cisaillement,
- d'autres méthodes pour pré-mélanger le polymère et la charge.

Les échantillons ainsi obtenus permettront de quantifier, pour chaque technique de mélange, des propriétés importantes que sont:

- la rigidité, la résistance à la traction et la fatigue,
- la stabilité thermique,
- la morphologie.

Du gramme au kilogramme

Parallèlement à ces expériences à petite échelle (1-10g), le groupe de chercheurs de l'EIA-FR dirigé par la Prof. Laure Lalande teste ces méthodes à plus grande échelle (1-20 kg) et traite les divers problèmes rencontrés lors de cette mise à l'échelle. Le mélange de polymères avec la nanocharge se fait à l'aide d'une extrudeuse à double vis. Les matériaux ainsi obtenus sont ensuite injectés afin d'obtenir des échantillons sur lesquels sont également pratiqués des tests de résistance mécanique à différentes températures.

La comparaison entre les échantillons de laboratoire et les échantillons de l'installation industrielle pilote de l'EIA-FR permet d'observer par exemple des effets coeur/peau qui peuvent apparaître lors du processus d'injection ainsi que d'autres aspects problématiques de la mise à l'échelle. A cet effet, les différences au niveau des propriétés mécaniques et thermiques aident à la compréhension de ces problématiques.

Contact

Dr. E. Johan Foster
Head of the Advanced Cellulosic Materials Group
Polymer Chemistry and Materials
Institut Adolphe Merkle
Université de Fribourg
Téléphone +41 (0)26 300 92 81
johan.foster@unifr.ch
www.am-institute.ch

Prof. Laure Lalande
Génie mécanique
Technologies industrielles
Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg
Téléphone +41 (0)26 429 68 40
Laure.lalande@hefr.ch
www.eia-fr.ch

Les actualités du Réseau plasturgie

Dans le cadre du projet Alplastics, le Réseau plasturgie a fait l'objet d'une évaluation, réalisée par l'European Secretariat for Cluster Analysis, selon une méthodologie développée par l'agence allemande de promotion de l'innovation VDI/VDE + Innovation GmbH. Les résultats seront communiqués sous peu.

Toujours dans le domaine de l'évaluation, la méthodologie d'évaluation de la productivité InnoProd, développée dans le cadre d'un projet du Réseau plasturgie, a franchi une nouvelle étape, à savoir la réalisation d'un logiciel de saisie des données et de génération automatique de rapports. Ce logiciel est en phase de test auprès d'une entreprise. Après quoi, InnoProd sera disséminé au sein des clusters membres d'Alplastics, où il servira de mé-

thodologie pour évaluer au minimum deux entreprises par pays.

Le groupe de travail Formation travaille à la promotion du métier d'agent technique des matières synthétiques en vue du prochain Start! Forum des métiers qui se tiendra à Fribourg du 29 janvier au 3 février 2013.

Les modules de formation standards en français et en allemand seront reconduits en 2013. Le Réseau plasturgie lance un appel aux entreprises alémaniques afin que les modules en allemand, annulés faute de participants en 2012, puissent avoir lieu en 2013.

Le Pôle scientifique et technologique du canton de Fribourg a approuvé le financement de Poly HT (Polymères low cost pour hautes températures et fatigue), un nouveau projet de recherche collaboratif initié

par les membres du Réseau plasturgie. Ce projet vise à identifier des alternatives au PEEK, un des polymères de référence pour les pièces plastiques à hautes températures à charges variables. Le prix élevé de ce matériau limite en effet son emploi. Certains matériaux alternatifs pourraient suffire dans certaines applications. De petites modifications (charges, greffes, réticulation) permettraient d'en faire une alternative viable et meilleure marché au PEEK.

Le Réseau plasturgie se réjouit d'accueillir son 81^{ème} membre, la société Georg Utz AG, basée à Bremgarten:
www.utzgroup.com.

Vous souhaitez adhérer au Réseau plasturgie ou vous informer sur ses activités? Visitez le site internet
www.reseau-plasturgie.ch.