

Polymères et nanocomposites fonctionnels

# Une pincée de magie

Textes: Philippe Morel, rédacteur indépendant (Villars-sur-Glâne)

Le développement de polymères et de nanocomposites (multi-)fonctionnels occupe de nombreux scientifiques de par le monde. Ces matériaux sont particulièrement intéressants en raison de leur haut potentiel d'exploitation dans de nombreux domaines tels que les systèmes de sécurité, les diodes électroluminescentes, les lasers, les senseurs ou encore les actuateurs.

Christoph Weder, professeur à l'Institut Adolphe Merkle (Fribourg), est un spécialiste de ce domaine. Lors de l'assemblée générale du Réseau plasturgie, il a, durant un exposé intitulé «Functional polymer blends and nano-

composites», présenté quelques-uns de ses nombreux projets qui ne pouvaient que susciter l'intérêt des plasturgistes présents. Si ce scientifique se déclare avant tout intéressé par la recherche fondamentale, son domaine d'activité situé entre la recherche et l'ingénierie le pousse à la curiosité et l'amène à imaginer des débouchés pour ses découvertes.

Pour Christoph Weder, «une méthode simple et efficace de créer un polymère fonctionnel est de mélanger un peu de magie dans un produit banal». En effet, plutôt que de synthétiser de nouveaux matériaux, il peut se révéler plus intéressant de séparer la fonction du support en mélangeant une petite quantité d'un additif fonctionnel spécifique à un polymère dont les propriétés et le traitement sont déjà bien connus. Bien que cette méthode soit intéressante tant d'un point de vue scientifique qu'industriel, le chercheur précise qu'elle n'est pas la seule voie qu'il explore dans ses travaux.

## Polymères caméléons

La méthode de mélange a permis à Christoph Weder de développer une palette de polymères caméléons. Ces derniers répondent à un stimulus (chaleur, humidité, déformation, produit chimique, etc.) par un changement non réversible de leur couleur de fluorescence (fig. 1). Pour ce faire, ils exploitent un phénomène observé il y a plus de 50 ans par des chimistes: en solution, certains colorants ne fluorescent pas dans la même longueur d'onde que dans leur forme cristalline. Il est possi-



Images: Christoph Weder/AMI

Fig. 1: Soumis à un stimulus, le polymère caméléon change de couleur.

ble de résumer le phénomène ainsi. En solution, les molécules du colorant sont isolées les unes des autres et fluorescent à une certaine longueur d'onde. Sous forme cristalline, ces molécules sont par contre agrégées: lorsque l'une d'elles est excitée, elle a tendance à partager son excitation avec sa voisine. Du coup, les deux molécules répondent à l'excitation en fluoresçant, mais dans une longueur d'onde plus longue.

L'astuce des polymères caméléons, qui ne peuvent passer d'un état visqueux à un état solide, consiste donc à imiter le phéno-

mène en figeant, dans une matrice polymère, les molécules du colorant dans une configuration isolée. Ils se retrouvent ainsi dans un état d'équilibre métastable. Le stimulus auquel doit répondre le polymère caméléon rompt cet équilibre. Du coup, les molécules du colorant s'agrègent de manière irréversible.

Cette technique a des applications évidentes dans le domaine des senseurs. Une simple pastille de polymère pourrait ainsi indiquer si un produit a subi une exposition prolongée à une température qui lui est néfaste. Une

## → Christoph Weder



Après des études de chimie à l'ETH Zurich, Christoph Weder effectue, dans la même institution, un travail de doctorat sur

les polymères. Son parcours l'amène ensuite au MIT de Cambridge (USA), avant un retour à l'ETH Zurich. En 2001, il traverse à nouveau l'Atlantique et occupe un poste de professeur à la Case Western Reserve University de Cleveland (USA), où il met sur pied un laboratoire sur les polymères fonctionnels. En 2009, Christoph Weder est nommé professeur de chimie des polymères et matériaux à l'Institut Adolphe Merkle (Fribourg), institut dont il assure actuellement la direction intérimaire.

## → L'Institut Adolphe Merkle

L'Institut Adolphe Merkle (AMI) se consacre à la recherche fondamentale et appliquée dans le domaine des nanosciences et des matériaux. Bien qu'associé à l'Université de Fribourg, son financement de base est assuré par la Fondation Adolphe Merkle. Au travers de programmes de recherche de pointe menés par des chercheurs de réputation internationale, l'AMI entend contribuer au développement de l'Université de Fribourg et de sa faculté des sciences. L'AMI vise également à assurer une partie de son financement par des fonds privés au travers de collaborations avec des industriels, tant au niveau local que national et international, ce qui devrait également permettre à la région fribourgeoise d'augmenter son attractivité pour des entreprises de haute technologie. L'AMI joue aussi un rôle de pionnier dans le domaine du financement privé des universités.

bonne connaissance de la cinétique des réactions chimiques induites par le stimulus permet non seulement de trouver le colorant qui lui est adéquat, mais encore de déterminer précisément la façon dont il y réagit.

### Nanofibres «low-cost»

Depuis quelques années, les nanotubes de carbone (CNT) sont le nouveau matériau par excellence. Leurs propriétés mécaniques exceptionnelles permettent notamment d'augmenter la rigidité de structures composites sans péjorer leur légèreté. Preuve de l'engouement pour les CNT, on les trouve aujourd'hui aussi bien dans des cadres de vélos, que dans des pneus de voiture ou encore des raquettes de tennis. Mais les

CNT ont un coût élevé et leur éventuelle toxicité fait encore débat.

Des alternatives pourraient exister. Christoph Weder s'intéresse à l'une d'elles: les nanofibres de cellulose microcristalline (fig. 2). On les trouve dans de nombreux tissus biologiques (organismes marins, bois, coton), dont on peut les séparer par une action physique ou chimique. Les propriétés de ces nanofibres sont très proches de celles des CNT, mais leurs coûts de production bien moindres. Mélangées à un polymère, elles constituent des nanocomposites très intéressants.

Pour Christoph Weder, ces nanofibres constituent clairement une alternative aux CNT en raison de leur excellent rapport qua-

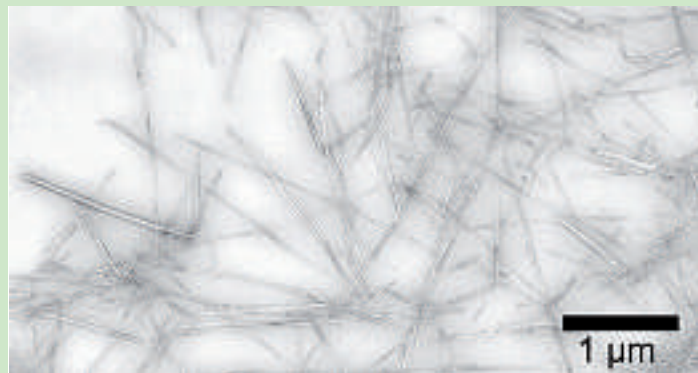


Fig. 2: Nanofibres de cellulose vues au microscope électronique.

lité/prix. Mais il insiste que «dans une optique de développement durable, la production de la matière première, d'origine végétale, ne doit pas entrer en concurrence avec des cultures vivrières. Et ce tant au niveau du produit lui-même que de son espace de

production. Comme pour les biocarburants, il faudrait chercher à valoriser des déchets de production agricole.» Cette démarche d'écoconception réjouit le Réseau plasturgie, lequel lance actuellement une formation postgrade en écoplasturgie.

## Journée technologique Plasturgie 2010

Sous l'égide du Réseau plasturgie, l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg accueille le 29 avril prochain les participants à la deuxième Journée technologique. La manifestation propose un programme riche et varié. Des intervenants de haut niveau, provenant aussi bien du monde académique que de celui de l'industrie, indiqueront aux participants des pistes qui leur permettront d'ajouter de la valeur à leurs activités. Cette année, deux thématiques se trouvent au centre du programme: les additifs et la micro-injection. Les participants pourront aussi bénéficier des visions d'avenir d'un grand donneur d'ordres dans la branche avec Nestlé Packaging qui exposera son point de vue lors de la manifestation. Deux ateliers sont dédiés aux techniques d'injection et à la simulation d'extrusion.

A noter que l'ensemble des interventions bénéficie d'une traduction simultanée français-allemand et allemand-français. La Journée technologique, la plus grande manifestation dédiée aux matières plastiques en Suisse

selon Ernesto Engel (CEO de la Kunststoff Verband Schweiz), permet également aux principaux acteurs de la profession de se présenter et de démontrer leur savoir-faire dans le cadre d'un salon d'exposition.

### Programme der Kunststoff-technologie-Tagung:

› **Eröffnung der Tagung:** Peter Lack, Präsident des Vereins Netzwerk Kunststofftechnologie, Waigo Contact SA

› **«Innovationsachsen» des Netzwerks Kunststofftechnologie:** Yvan Bourqui, Verantwortlicher der Arbeitsgruppe Innovation des Netzwerks Kunststofftechnologie, Johnson Electric APG Europe

› **Stabilisatoren - Unverzichtbare Polymeradditive:** Dr. Christoph Kröhnke, Head of Research, BU Performance Packaging (BPE), Süd-Chemie AG

› **Flammschutzmittel - Dem Feuer ein Schnippchen schlagen:** Prof. Dr. Sam Affolter, Institut für Mikro- und Nanotechnologie MNT, Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs NTB

› **Melt-Processable Poly(Tetrafluoroethylene), PTFE:** Dr. Theo Tervoort, Department of Materials, ETH Zürich

› **Hochleistungspolyamide für Metalleersatz in anspruchsvollen Anwendungen:** Christian Kruse, Leiter Anwendungstechnik, Ems-Chemie AG

› **Der Lotus-Effekt, ein gemeinschaftliches Projekt des Netzwerks Kunststofftechnologie:** Dr. Stefan Hengsberger, Kompetenzzentrum für Kunststoff-Engineering der HTA-FR

› **Physikalisches Schäumen von Kunststoffen:** Prof. Dr. Frank Ehrig, Institutsleiter, IWK Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung

› **Innovation in den Berufen im Bereich Kunststofftechnik in Europa:** Patrick Vuillermoz, délégué général - Plastipolis (F)

› **Mikro-Pulverspritzgießen:** Dr. Volker Piottter, Head of Process Development Unit, Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Materials Research III

› **Vom traditionellen Spritzguss zum Kunststoff-Mikro-Spritz-**

guss: Dr. Julien Giboz, Haute Ecole Arc Ingénierie

### Parallele Vorträge

› **Spritzprägen, Lösungen mit hydraulischen und servoelektrischen Antrieben:** Dipl.-Ing. Eduard Stückle, Arburg GmbH

› **Extrusionsimulation von Polymeren; theoretische Aspekte und numerische Simulation:** Prof. Dr. Jean-François Agassant, MINES Paris Tech

› **Spritzgussfehler:** Bruno Bürgisser, Mecaplast SA

› **Extrusionsimulation, Möglichkeiten und Grenzen in der praktischen Anwendung:** Dr. Daniel Schläfli, Maillefer SA

› **The importance of plastics in packaging innovation:** Dr. Anne Roulin, Head of Packaging & Design, Nestlé

› **Zusammenfassung der Tagung:** Ernesto Engel, Geschäftsführer KVS

Les inscriptions sont possibles jusqu'au 20 avril via le site internet du Réseau plasturgie [www.network-kunststoff-technologie.ch/de/tk2010](http://www.network-kunststoff-technologie.ch/de/tk2010)