

» **Projet Bioplast: étudier les bioplastiques pour anticiper la demande**

Les bioplastiques, un retour aux origines

Bien que la demande en bioplastiques augmente, les connaissances sur ces matériaux restent limitées. Afin d'être prêts à répondre aux demandes de leurs clients et d'élargir leur offre, des membres du Réseau plasturgie ont lancé un projet de recherche sur ces matériaux. Bénéficiant du soutien financier du Pôle scientifique et technologique du canton de Fribourg, cette étude leur permettra de déterminer, parmi les différentes matières disponibles, lesquelles sont les plus adaptées à leurs besoins.

» **Philippe Morel¹**

«Les bioplastiques sont une évidence», déclare Denis Cuche. Ce professeur de l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg et chef du projet Bioplast rappelle que les premières matières plastiques – caoutchouc, cellulose ou encore caséine – étaient toutes d'origine biologique. Et que c'est principalement pour des questions économiques que l'industrie s'est ensuite tournée vers des matières premières fossiles telles que le charbon, le pétrole puis le gaz, aidée en cela par la découverte de la polymérisation par le chimiste allemand Hermann Staudinger en 1920 (découverte qui lui valut le Prix Nobel de chimie en 1953).

Evolution de l'intérêt

Face à l'abondance de matières premières fossiles, les bioplastiques ne suscitèrent guère plus d'intérêt jusque dans les années 90. Confronté à la pollution, principalement visuelle, générée par les emballages plastiques, le secteur de l'emballage s'intéresse alors au développement de plastiques biodégradables. Quelques années plus tard, l'établissement du lien entre changement climatique et augmentation de la concentration du CO₂ atmosphérique ainsi que l'augmentation du prix du pétrole ressuscitent l'intérêt pour les plastiques d'origine naturelle, dits biosourcés.

Parmi les bioplastiques, il convient d'en distinguer trois types. Le premier compte les produits pour lesquels le polymère existe dans la nature, comme la cellulose ou des

sucres. Il s'agit de l'isoler et éventuellement de lui greffer d'autres composants chimiques pour adapter ses propriétés. C'est ce qui a été fait avec le cellulose ou ce qui se fait avec l'acétate de cellulose. Dans le deuxième type, ce sont des microbes qui se chargent de synthétiser les macromolécules dans un réacteur à partir de leurs nutriments. Le PHA et le PHB sont au nombre de cette catégorie. Dans le troisième type, la molécule de base - il s'agit principalement d'acide lactique - est isolée ou produite à partir d'un composant naturel, comme l'amidon du maïs ou de la pomme de terre. Ensuite, dans un réacteur chimique, cette molécule est amenée à polymériser pour produire par exemple le PLA, l'acide polylactique.

Trouver le matériau le plus adapté

Face à l'intérêt croissant de leurs clients pour les bioplastiques, les entreprises Cafag SA, Dentsply Maillefer SA et Plaspaq SA ont lancé, avec l'Université et l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg, le projet Bioplast. Bénéficiant d'un soutien financier du Pôle scientifique et technologique du canton de Fribourg, ce projet doit permettre à ces entreprises de déterminer quels sont les bioplastiques les plus adaptés à leurs produits.

Les chercheurs ont commencé par établir un état de l'art en matière de bioplastiques. A cette fin, ils ont établi une liste des principaux matériaux disponibles et se sont intéressés à la littérature spécifique déjà existante. Ils se sont ensuite intéressés aux propriétés physico-chimiques des six matériaux qu'ils ont retenus, issus des trois



Image : Denis Cuche

Bioplastique sous forme de matière d'injection (granulés), de fils résultant des tests du rhéomètre capillaire et d'éprouvettes de traction.

types décrits ci-dessus. A l'aide d'un rhéomètre capillaire, ils se sont tout d'abord penchés sur leurs propriétés thermiques. Cet instrument reproduit les conditions d'injection et permet de quantifier le comportement du matériau lors de ce processus, un paramètre qu'il est essentiel de bien caractériser.

De la matière première au déchet

En tenant compte de ces mesures et des directives données par les divers fournisseurs, les chercheurs ont ensuite procédé à des essais d'injection. Ils ont ainsi pu déterminer les températures d'injection ainsi que les temps et températures de démoulage. Puis ils ont réalisé des essais de traction sur les pièces injectées afin de mesurer la résistance mécanique des six bioplastiques.

A l'autre bout du processus de production, les chercheurs se sont également intéressés à la biodégradabilité de ces matériaux. La

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

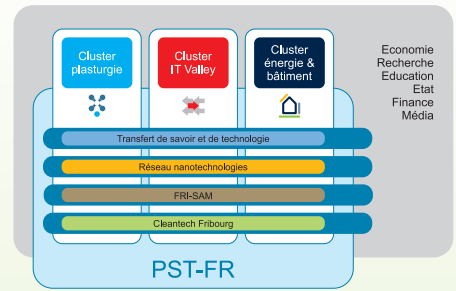
mise en œuvre complexe de cette procédure les a fait se limiter au PLA, au Biomer et au Biograde auxquels ils ont rajouté une pièce témoin en cellulose et un leurre. Cet essai a suivi les directives du label allemand «kompostierbar». A cette fin, le matériau, sous forme de granulés, est placé dans de la terre saturée en humidité et à une température de 59°C. Une mesure de la quantité de CO₂ dégagé lors du compostage permet d'en suivre l'avancement. Les tests ont duré six mois, moment à partir duquel l'entier du matériau devrait être totalement dégradé.

Une question économique

Ces travaux, et ceux qu'il reste à faire, doivent permettre aux entreprises partenaires de ce projet de mieux connaître les propriétés des bioplastiques présents sur le marché et les aider à déterminer lesquels sont les plus adaptés à leurs propres besoins. En tirant profit des compétences de leurs partenaires académiques, elles pourront ainsi réduire la durée et le coût de la phase d'apprentissage que nécessite l'introduction de nouveaux matériaux, et ainsi franchir le pas plus aisément.

En effet, pour Denis Cuche, un virage vers les bioplastiques dépend principalement de facteurs économiques. Les produits déjà présents sur le marché permettent toutes sortes d'applications et leurs propriétés sont plus qu'intéressantes. Mais leur coût de revient joue pour le moment en leur défaveur. De l'autre côté, les bioplastiques peuvent permettre de s'affranchir de taxes d'élimination ou de profiter, économiquement ou en termes d'image, de leur aura verte. Sans compter que la hausse inéluctable du prix du pétrole réduira inexorablement l'écart entre bioplastiques et pétro-

plastiques. Pour l'ingénieur de l'EIA-FR, «la fin du pétrole ne signifiera en tout cas pas la fin du plastique». Et de souligner que dans une logique d'écoconception, il convient également de s'intéresser à la problématique des pigments et additifs.



La structure du PST-FR

Source: Réseau plasturgie

En collaboration avec la HES-SO, le Centre de Formation de la Plasturgie de Lyon et le réseau Plastipolis, le Réseau plasturgie a mis sur pied un Certificate of Advanced Studies (CAS) en Conception de pièces plastiques. Cette formation débute le 6 octobre 2011.

Pour en savoir davantage ou s'inscrire:
www.cas-das-plasturgie.ch

Par ailleurs, l'offre de formation continue du Réseau plasturgie s'est enrichie de trois nouveaux modules dans les domaines des moules, des matières et de l'extrusion. Le magazine KunststoffXtra vient de rejoindre le Réseau plasturgie et devient ainsi son 76^{ème} membre. Vous souhaitez adhérer au Réseau plasturgie ou vous informer sur ses activités? Visitez le site Internet www.reseau-plasturgie.ch.

Le Pôle scientifique et technologique du canton de Fribourg

En 2008, la Confédération s'est dotée d'une nouvelle politique régionale (NPR). Elle vise à stimuler l'innovation, améliorer la compétitivité des régions et y générer de la valeur ajoutée. Dans le cadre de cette NPR et avec le soutien du canton, un Pôle scientifique et technologique (PST-FR) a vu le jour à Fribourg, début 2009. Son but est de proposer au canton des projets de recherche appliquée en accord avec la NPR. Depuis, le PST-FR s'est étoffé et fait aujourd'hui partie intégrante du paysage économique fribourgeois. Il est également de plus en plus connu en dehors du canton.

Autour du PST-FR gravitent maintenant trois clusters thématiques dont la mission est de développer et transférer des connaissances et des savoirs entre hautes écoles et entreprises:

- Réseau plasturgie,
- Réseau énergie & bâtiment,
- Cluster IT Valley.

Le PST-FR compte également quatre plateformes transversales:

Unité de transfert de savoir et de technologie

Son rôle est de mettre en relation, dans une démarche d'innovation, les entreprises et les institutions de recherche à l'intérieur ou à l'extérieur du canton de Fribourg. Le but ultime est de stimuler l'augmentation de la capacité

de recherche et le développement d'applications commerciales innovantes.

Réseau nanotechnologies

Il consiste en un centre de compétences au service de l'industrie et vise à favoriser l'utilisation profitable et responsable de la nanotechnologie. Formé de l'Institut Adolphe Merkle, de l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg et de partenaires de l'économie, il permet la réalisation de projets innovants et le partage de connaissances et d'équipements.

FRI-SAM

Fribourg Statistiques et Applications des Mathématiques est formé d'une vingtaine de spécialistes de l'Université de Fribourg et de l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg. Il fournit aux entreprises des compétences en mathématiques appliquées, en réponse à des problèmes nécessitant une approche scientifique. Son action s'étend de la modélisation du problème à la transmission d'outils d'aide à la décision.

Cleantech Fribourg

Depuis le début 2010, le PST-FR gère également Cleantech Fribourg. En soutenant des projets innovants de recherche et de formation

ainsi que l'acquisition d'expertises dans les technologies propres, Cleantech Fribourg vise à influencer positivement le développement économique du canton de Fribourg en facilitant l'orientation des entreprises vers des domaines prometteurs.

Le PST-FR réunit aujourd'hui plus de 210 partenaires industriels et académiques. Et plus important, leur collaboration est effective; en 2010, ce sont ainsi dix nouveaux projets collaboratifs qui ont vu le jour, portant leur total à 16. Récemment, le PST-FR s'est fixé les trois nouveaux objectifs que voici.

Echanges économie – monde académique: jouer un rôle central dans la politique d'innovation du canton de Fribourg en favorisant ces échanges, par le biais de soutien aux clusters thématiques.

Compétitivité et innovation par les clusters: améliorer la compétitivité des partenaires des clusters en renforçant leur capacité d'innovation et de création de valeur ajoutée.

Soutien à la stratégie de développement économique du canton: soutenir le positionnement des clusters dans les différentes initiatives de développement économique régional (GGBA) et national; permettre aux clusters de se positionner comme leaders aux niveaux national et international.

» Programme national de recherche «Matériaux intelligents»

Des matériaux intelligents à la pointe de l'hameçon

Dans le cadre du Programme national de recherche «Matériaux intelligents» (PNR 62), des chercheurs de l'Institut Adolphe Merkle (Fribourg) s'inspirent du concombre de mer pour développer des polymères à mémoire de forme. Une première application pourrait être le développement d'un appât de pêche artificiel. Les scientifiques fribourgeois en envisagent d'autres, plus high-tech, dans le domaine médical.

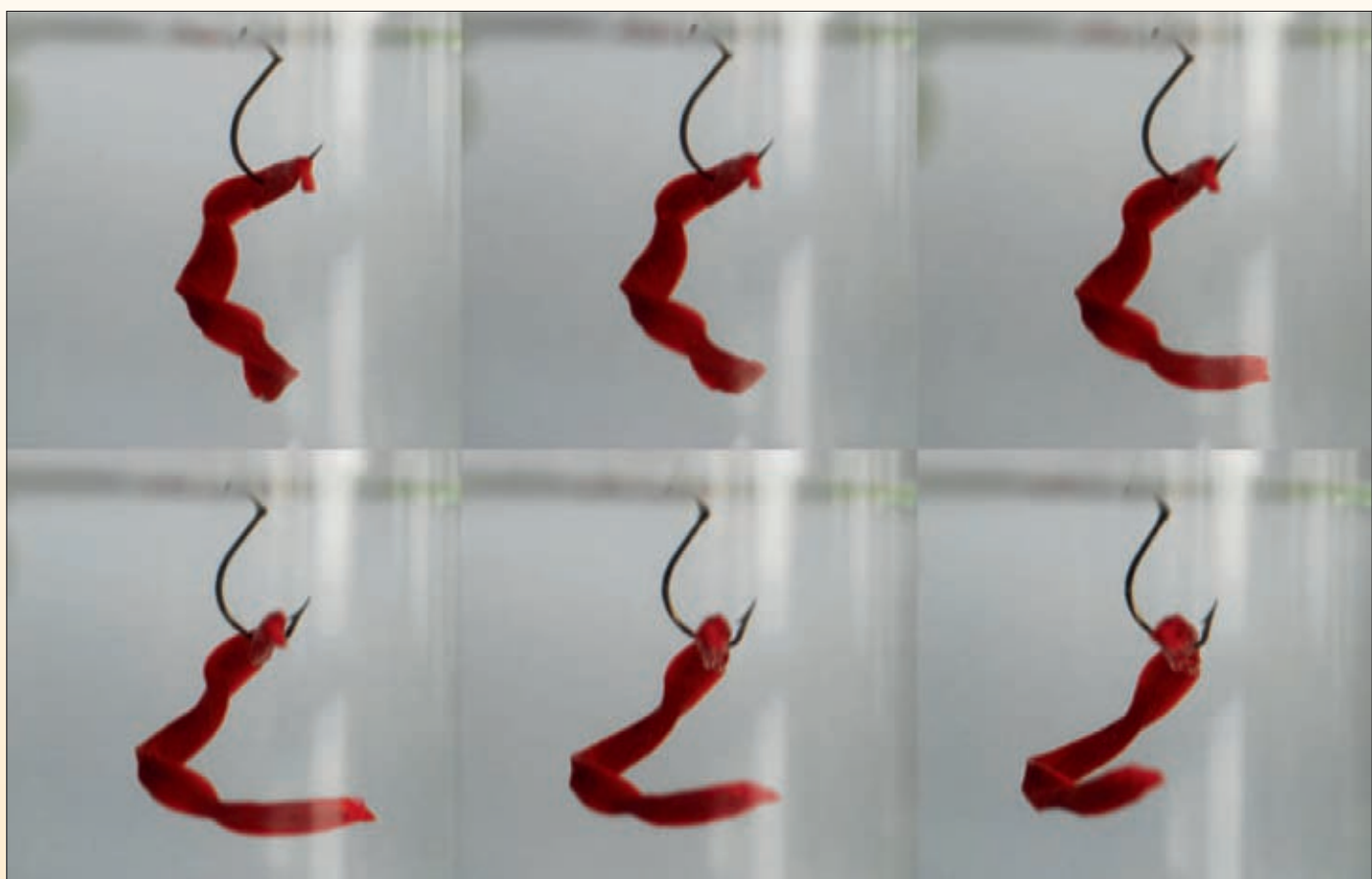


Photo: Institut Adolphe Merkle / FNS

Lorsque le polymère est plongé dans l'eau, les liaisons entre les nanofibres de cellulose cristalline qu'il contient s'affaiblissent. Libéré de ce «carcan», il se déroule pour retrouver sa géométrie initiale.

Lorsque Johan Foster, directeur d'un groupe de recherche à l'Institut Adolphe Merkle (AMI)¹, place un ver artificiel au bout d'un hameçon, l'appât est parfaitement inerte. Mais une fois dans l'eau, il se met à gigoter en tous sens, imitant à merveille – pour un oeil humain du moins – son pendant naturel. L'explication : sous l'effet du liquide, ce morceau de polymère à mémoire de forme retrouve sa géométrie initiale.

¹ Membre du Réseau plasturgie

Un invertébré intelligent

Pour obtenir ce résultat, les chercheurs de l'AMI réunis autour du Prof. Christoph Weder et de Johan Foster se sont inspirés du concombre de mer, un organisme marin et mou dont la peau se rigidifie immédiatement lors d'un contact. Cette dernière contient de multiples fibres de collagène. Lorsque l'animal est tranquille, elles sont indépendantes les unes des autres. Mais sitôt qu'on le touche, il sécrète des peptides qui permettent à ces fibres de se lier entre elles et de former une sorte d'échafaudage qui ri-

gidifie son derme. Ce mécanisme est évidemment réversible à souhait et fait de la peau du concombre de mer un matériau intelligent naturel.

Dans le cas du ver artificiel, les chercheurs de l'AMI ont placé des nanofibres de cellulose cristalline dans un polymère. Ces nanofibres ont une origine naturelle : on les obtient par exemple en dissolvant du coton ou du papier. Bien que leur structure soit simple, leurs propriétés mécaniques sont proches de celles des nanotubes de carbone. Lorsqu'on les incorpore à un polymère, ces fibres se lient entre elles par ce que les

chimistes appellent des ponts hydrogène. Suivant la taille et la concentration des fibres, le composite obtenu est aussi rigide qu'un boîtier de disque compact. Mais l'adjonction d'eau affaiblit ces ponts hydrogène : le polymère devient alors mou comme du caoutchouc. Là aussi, le mécanisme est réversible à volonté, faisant de ce matériau composite un matériau intelligent.

Mémoire de forme

Pour faire un ver artificiel, il suffit alors de mouiller un morceau de ce matériau, de l'étirer et de le tordre en tous sens, puis de le sécher. En séchant, les ponts hydrogène entre les fibres reprennent le dessus et figent le polymère dans son état déformé. Si on le plonge à nouveau dans l'eau, les liaisons entre les fibres s'affaiblissent et, par élasticité, il reprend sa forme initiale.

Bien que cet appât pour la pêche puisse être une première application facilement réalisable, son but premier est de démontrer les propriétés et le potentiel de ces nouveaux matériaux à mémoire de forme activés par l'eau. Christoph Weder et Johan Foster envisagent en effet des applications plus pointues dans le domaine biomédical. Ils pourraient par exemple servir de substrat pour des microélectrodes implantables dans le cerveau. Ces dernières doivent être le plus rigide possible pour assurer un placement extrêmement précis. Mais cette rigidité accélère leur rejet par l'organisme. Les fluides intracrâniens étant essentiellement composés d'eau, les matériaux développés par l'AMI pourraient jouer sur les deux tableaux : rigides pour les implanter, puis mous pour en ralentir le rejet.

Contacts

Prof. Christoph Weder
 Directeur de l'Institut Adolphe Merkle
 Chimie des polymères et Matériaux
 christoph.weder@unifr.ch
 Téléphone +41 (0)26 300 94 65

Dr. E. Johan Foster
 Chimie des polymères et matériaux
 Institut Adolphe Merkle
 Université de Fribourg
 Rte de l'Ancienne Papeterie
 CH-1723 Marly 1
 Téléphone +41 (0)26 300 92 81
 johan.foster@unifr.ch, www.am-institute.ch

Programme national de recherche «Matériaux intelligents» (PNR 62)

Le PNR 62 est un programme de coopération entre le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS) et l'Agence pour la promotion de l'innovation CTI. Il s'efforce non seulement de promouvoir l'excellence scientifique, mais aussi le succès de l'exploitation industrielle des matériaux intelligents et de leurs applications. Le PNR 62 entend lier les compétences et ressources disponibles dans plusieurs institutions de recherche en Suisse. La re-

cherche fournira les technologies requises pour le développement de matériaux intelligents, et l'application de structures et systèmes intelligents, tous les deux dans des secteurs d'importance stratégique pour l'industrie suisse.

Le PNR 62 comporte 21 projets. Il dispose de 11 millions de francs et prendra fin en 2015.

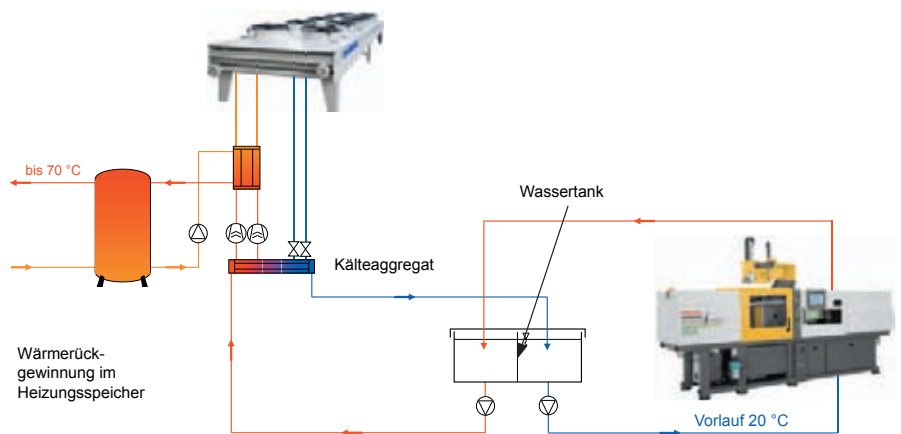
www.pnr62.ch



Rörswilstrasse 59
 3065 Bolligen
 Tel.: +41 31 924 39 39
 Fax: +41 31 924 39 25
 www.hatag.ch

TOP Kühlwassersysteme für die optimale Wassertemperatur in Ihrer Produktion!

Bsp. Kühlwasseranlage mit Kälteaggregat und Wärmerückgewinnung (WRG)
 Kühlkreis mit 20°C Vorlauf / WRG bis 70°C



- ⇒ **INDUSTRIEKÜHLUNG**
- ⇒ **WÄRMERÜCKGEWINNUNG**
- ⇒ **MASCHINENKÜHLUNG**
- ⇒ **KLIMATISIERUNG / REINRAUM**

Kompaktkühlgeräte

