

PolyLife:

Etudier la dégradation physique des polymères

Quantifier la durée de vie d'une pièce plastique est un défi. Forts des résultats obtenus lors d'un précédent projet, des membres du Swiss Plastics Cluster ont poursuivi leur étude du vieillissement des polymères avec le soutien du Pôle scientifique et technologique du canton de Fribourg et de la Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg. Le projet a abouti au développement d'une nouvelle méthode de mesure.

Philippe Morel'

Les polymères vieillissent et voient leurs propriétés mécaniques se dégrader, et ce d'autant plus vite qu'ils sont soumis à des conditions environnementales agressives en termes de température, de rayonnement UV et d'exposition à des produits chimiques. Connaître à l'avance la durée de vie d'une pièce plastique serait un avantage énorme tant pour le producteur que pour les utilisateurs. Or quantifier le vieillissement de manière prédictive demeure difficile, tant sont nombreux les paramètres entrant en jeu.

C'est précisément à quoi se sont attaqués les chercheurs de l'Institut des Technologies Chimiques de la Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (HEIA-FR) et leurs partenaires industriels du Swiss Plastics Cluster durant le projet PolyAge (voir *Kunststoff Xtra* 3/2015, page 34). Durant leurs travaux, ils ont constaté que certains polymères vieillissaient mécaniquement sans toutefois présenter de signes d'altération chimique. Afin de mieux comprendre et quantifier ce vieillissement physique, lié à l'apparition de microfissures, les mêmes partenaires (HEIA-FR, Geberit Fabrication SA, Johnson Electric Switzerland AG, Jesa SA et Wago Contact SA) ont lancé le projet PolyLife, avec le soutien financier du Pôle scientifique et technologique du canton de Fribourg et de la HEIA-FR.

¹ Philippe Morel, rédacteur indépendant, Fribourg.

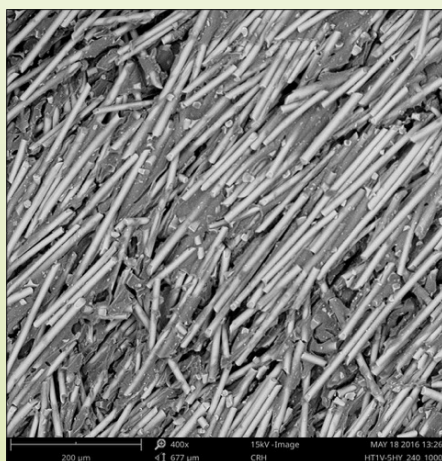
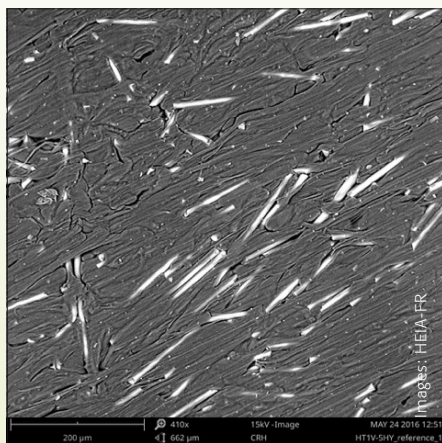


Fig. 1 Vues au microscope électronique d'un PPA (polyphthalamide) chargé en fibres de verre avant (a) et après (b) vieillissement à 240°C durant 1000h.

Vieillessement physique et inhomogénéités

Ces microfissures ont bien souvent pour origine des inhomogénéités qui apparaissent avec le temps dans les polymères chargés (Fig. 1). Il existe de nombreuses méthodes pour les mettre en évidence, mais elles sont en général destructrices et/ou ne peuvent cerner qu'une zone microscopique, empêchant ainsi de connaître l'état général d'une pièce particulière.

Dans le cadre du projet PolyLife, les chercheurs de la HEIA-FR ont développé une méthode non-destructive, capable d'analyser une pièce entière et relativement simple à mettre en œuvre basée sur les ultrasons. Les ultrasons sont des ondes

mécaniques dont la gamme de fréquences se situe entre 20 kHz et quelques centaines de MHz. Elles peuvent servir à caractériser certaines propriétés mécaniques ou géométriques du milieu à travers lequel elles se propagent, comme le module de Young. La méthode repose sur la mesure d'une variation du module de Young dans un matériau plastique en fonction du vieillissement thermique. La difficulté d'appliquer cette méthode réside dans l'anisotropie des matières plastiques chargées en fibres et l'atténuation importante des ondes ultrasonores dans les plastiques.

Deux méthodes pour trois dimensions

Les ultrasons sont produits à l'aide d'un transducteur posé sur l'échantillon à analyser. Il convertit un signal électrique en une oscillation mécanique qui se propage

Formations continues

Le Swiss Plastics Cluster organise ses propres cours de formation continue. Ils sont dispensés en français avec un minimum de 7 participants. En voici le programme 2016:

- 22.09.16 Innover par la matière
 - 06.10.16 Bien acheter ses moules d'injection
 - 12.10.16 Silicones – applications et méthodes
 - 23.11.16 Les défauts d'injection
- Informations et inscription:
<http://swissplastics-cluster.ch/services/formation>

Formation ATMS

Le Plastics Innovation Competence Center, installé sur le site de blueFactory, qui sera inauguré officiellement le 4 octobre 2016, accueillera à partir de 2017 également les apprentis ATMS pour des cours inter-entreprises. Les entreprises désireuses d'engager des apprentis ATMS sont donc invitées à contacter le Swiss Plastics Cluster.

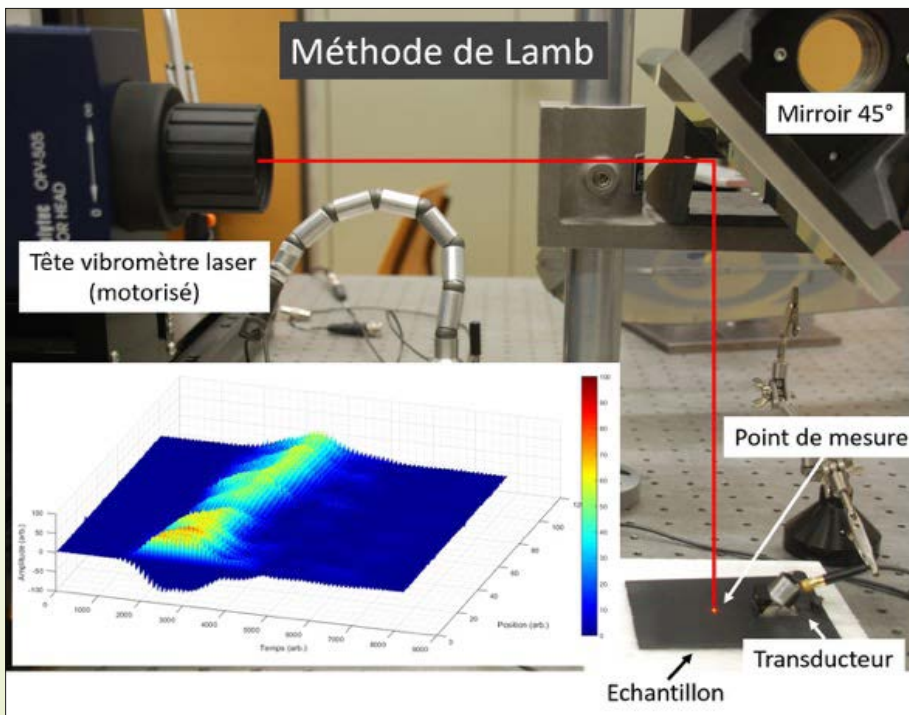


Fig. 2 Méthode des ondes de Lamb: la propagation des ondes de Lamb générées par le transducteur dans le plan de l'objet est mesurée en balayant le laser sur l'échantillon; les résultats représentent la propagation de la «vague» ultrasonique ainsi générée.

ensuite dans le matériau. Un vibromètre laser permet de mesurer le déplacement de la surface au passage de la perturbation. Une analyse spectrale et certaines propriétés de l'échantillon (densité, coefficient de Poisson, épaisseur) permettent de calculer le module élastique. Du fait de l'anisotropie du matériau, le module élastique est différent selon que l'on soit parallèle ou perpendiculaire aux fibres.

Deux types de mesures ultrasons ont été utilisés. La première (Fig. 2) utilise un type d'ondes qui se propage dans les plaques (dont l'épaisseur de l'échantillon est plus petite que la longueur d'onde de l'onde, dans notre cas quelques millimètres). Ces ondes particulières sont appelées ondes de Lamb. Cette technique permet de me-

surer le module de Young parallèle à la surface de la plaque. Le désavantage de cette méthode est qu'elle requiert une géométrie d'échantillon particulière, qui doit se présenter sous forme de plaque.

A vos agendas

- 24–26.01.17 Salon Swiss Plastics 2017 (Lucerne)

Le Salon Swiss Plastics aura lieu du 24 au 26 janvier 2017 à Lucerne. Le Swiss Plastics Cluster participera avec un stand commun au salon et offrira 10 places à ses membres. Le cluster profitera également de l'occasion pour présenter sa nouvelle brochure multimedia.

- 09.03.17 Conférence «Micro- et Nanotechnologie en Suisse» (HEIA-FR)

La conférence est organisée par le Swiss Plastics Cluster et a pour ambition de montrer aux entreprises actives dans le domaine de la plasturgie le potentiel de la micro- et nanotechnologie ainsi que les applications concrètes pour la plasturgie offertes par des institutions de la recherche appliquée et des industriels en Suisse.

Pour pallier à ce problème une deuxième méthode novatrice a été testée, appelée «résonance dans l'épaisseur». Elle se base sur la propagation des ondes dans l'épaisseur de l'échantillon au lieu d'une propagation le long de sa surface. Le va-et-vient des ondes entre les deux surfaces crée des interférences qui sont ensuite analysées. On obtient ainsi le module de Young perpendiculairement à la surface. La combinaison des deux méthodes permet de mesurer le module de Young dans les trois directions.

Estimation globale du cycle de vie

Ces deux méthodes ont été validées par la mesure de matériaux dont on connaît le module d'élasticité:

- des plaques de PBT (Ultradrur B4300 G6 LS avec 30% de fibre de verre) pour la méthode des ondes de Lamb,
 - des plaques d'aluminium, dont le module de Young est bien connu, pour la méthode de méthode «résonance dans l'épaisseur».
- En complétant les résultats du projet PolyAge, PolyLife permettra l'estimation du cycle de vie global de pièces plastiques composées de divers polymères industriels. Une telle information est d'une importance considérable pour des industriels qui doivent actuellement faire face aux exigences de leurs clients à l'aide d'une connaissance scientifique lacunaire.

Contacts

Dr Pierre Brodard
Professeur de chimie physique
Institut des Technologies Chimiques
Haute école d'ingénierie et d'architecture
de Fribourg
Pierre.Brodard@hefr.ch

Swiss Plastics Cluster
Verena Huber, Cluster Manager
c/o InnoSquare
Passage du Cardinal 11
CH-1700 Fribourg
Téléphone +41 (0)26 429 67 72
verena.huber@hefr.ch
www.swissplastics-cluster.ch

Le Swiss Plastics Cluster a le plaisir d'accueillir quatre nouveaux membres:

- Bernafon SA,
- Actis-Datta SA,
- Maître Frères SA,
- Katom Sarl.

Vous souhaitez adhérer au Swiss Plastics Cluster ou vous informer sur ses activités? Visitez le site internet: swissplastics-cluster.ch