

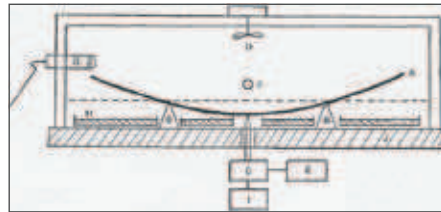
Comment mesurer les contraintes dans les revêtements organiques?

i *Materia Nova*
Mireille Poelman

Un stressmeter permet de mesurer les contraintes dans les revêtements organiques. De nombreuses études ont montré que les contraintes présentes dans un film de peinture sont à l'origine du fendillement, de la perte d'adhérence, du phénomène de fissuration, en résumé de la dégradation du revêtement.

Les revêtements organiques, et ce, quelles que soient leur nature et leurs compositions, restent durant toute leur durée de vie sous contraintes. Celles-ci dépendent de la nature du solvant, du liant, des pigments, c'est-à-dire des éléments constitutifs du revêtement. Les causes principales du développement des contraintes dans les revêtements organiques sont les processus de formation du film, les variations de température et d'humidité relative. La contrainte que subit un revêtement résulte des différences de coefficient d'expansion entre le revêtement proprement-dit et le substrat. Lors de la cuisson, de variations de température et d'humidité, le substrat peut freiner la contraction ou l'expansion du revêtement [1].

Le Stressmeter, co-conçu par le Coating Research Institute et Elcometer, utilise la déflexion de lames calibrées en acier inoxy-

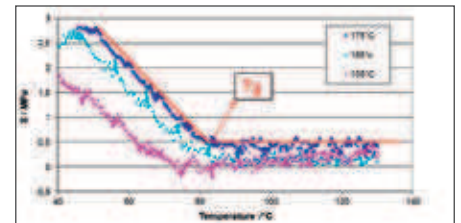


▲ **Schéma du bâti de mesure du Stressmeter [2]**

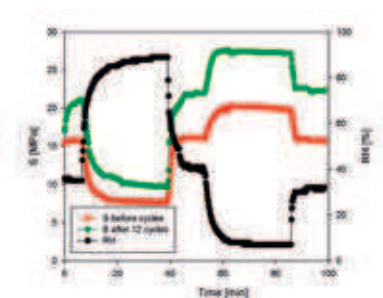
dable d'épaisseurs très fines ($282 \times 12,6 \times 0,1 \text{ mm}^3$) pour quantifier les contraintes internes générées dans le revêtement. Les mesures réalisées à l'aide du Stressmeter se basent sur la méthode Cantilever dont le principe est le suivant: «si des contraintes sont présentes dans un revêtement appliqué sur une des faces d'un support élastique, le support peut se déformer dans la direction qui relâche les contraintes». En pratique, pour déterminer la contrainte dans un revêtement organique on mesure la flexion d'un support élastique revêtu car la contrainte générée dans le revêtement a pour effet de déformer le support en provoquant une courbure du système. La déflexion de la lame mesurée avec le micromètre permet d'obtenir la valeur de la contrainte. La contrainte calculée est obtenue à un temps donné pour une épaisseur de film donnée, une température donnée et pour une humidité relative donnée dans l'enceinte du stressmeter. En conditionnant de façon hermétique le système (voir photo), des déflexions peuvent être mesurées via une sonde pour des températures variant de -40 à 200°C , pour des humidités contrôlées de 5-10% à 90% et pour un système de chauffe avec une vitesse de chauffe maximale de $1^\circ\text{C}/\text{min}$.

Les différentes études menées depuis plus de 10 ans au sein des laboratoires de Materia Nova et de Science des Matériaux de UMONS nous ont permis d'étudier de nombreux systèmes: les contraintes générées dans les peintures cataphorétiques de type époxy en fonction de la température et pouvoir ainsi déterminer la T_g du film et les contraintes résiduelles en fin de cuisson

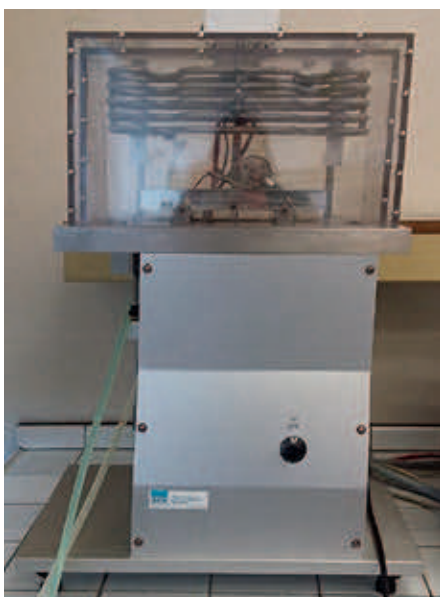
(voir graphique 1), de tester les performances de deux peintures en fonction de l'humidité relative et de cycles de vieillissement [3-5]. Le Stressmeter permet également de mesurer les contraintes dans les revêtements sol-gel (généralement beaucoup plus contraints que les peintures) en fonction de l'humidité relative et de cycles de vieillissement [6-7] (voir graphique2).



▲ **Graphique 1: Evolution de la contrainte en fonction de la température pour une peinture cataphorétique d'une épaisseur de $15 \mu\text{m}$ à différentes températures de cuisson**



▲ **Graphique 2: Evolution de la contrainte en fonction de l'humidité relative pour un revêtement sol-gel ($1,5 \mu\text{m}$) avant et après 12 cycles de vieillissement hygrothermique**



- [1] Dan Y. Perera, Progress in Organic Coatings, 28, 21-23, 1996.
- [2] Elcometer, "Manuel d'utilisation et notes de services du CORISstressmeter", 1998.
- [3] A.-P. Romano, et al, Progress in Organic Coatings, 57, 400-407, 2006;
- [4] M.-G. Olivier, et al, Progress in Organic Coatings, 63, 323-329, 2008;
- [5] A.-P. Romano, et al, Progress in Organic Coatings, 66, 173-182, 2009;
- [6] M.-E. Druart, et al, Corrosion Engineering, Science and technology, vol 6, n°6, 677-684, 2011; [7] M.-E. Druart, et al, Surface & Coatings Technology, 304, 40-50, 2016.