Etude de l'autoréparation d'élastomères supramoléculaires

Florine Maes, Sabine Cantournet, Laurent Corté, Ludwik Leibler

▶ **To cite this version:**

Florine Maes, Sabine Cantournet, Laurent Corté, Ludwik Leibler. Etude de l'autoréparation d'élastomères supramoléculaires. Matériaux 2010, Oct 2010, Nantes, France. 2 p. hal-00570640

HAL Id: hal-00570640

https://minesparis-psl.hal.science/hal-00570640

Submitted on 1 Mar 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Etude de l'autoréparation d'élastomères supramoléculaires

Florine Maes[a,b], Sabine Cantournet[a], Laurent Corté[a], Ludwik Leibler[b]

[a] *MINES ParisTech, Centre des matériaux, CNRS UMR 7633, BP 87 91003 Evry Cedex, France.*
[b] *ESPCI ParisTech, Matière Molle et Chimie, CNRS UMR 7167, 10 rue Vauquelin 75231 Paris, France*

RESUME:

Des travaux récents ont permis de développer un nouveau type d'élastomère constitué d'un réseau de molécules associées entre elles via des liaisons hydrogènes faibles et réversibles. Cet élastomère supramoléculaire présente un pouvoir autoréparant remarquable : les surfaces formées par pressage ou moulage sont peu autoadhésives ; en revanche, une pièce rompue peut retrouver ses propriétés mécaniques d'origine en mettant simplement en contact les surfaces de fracture. Nous montrons ici au moyen d'une expérience de type « tack » que l'autoréparation de surfaces de fracture et l'autoadhésion de surfaces mises en forme mettent en jeu des mécanismes distincts impliquant des énergies d'adhésion et des échelles de temps très différentes. En particulier, des traitements thermiques révèlent que la désactivation de ce pouvoir autoréparant est fortement accélérée par un recuit des surfaces endommagées. Ces résultats suggèrent l'existence de mécanismes de reconstruction des surfaces gouvernés par la mobilité moléculaire.

MOTS-CLES : *élastomère, réseau supramoléculaire, autoréparation.*

Le développement de matériaux mous capables de se réparer de façon autonome après un endommagement ouvre des perspectives de progrès dans de nombreux domaines d'applications tels que les revêtements ou les additifs. Ce défi a motivé une recherche active au cours des trente dernières années et conduit à la synthèse de plusieurs systèmes organiques pouvant se réparer de façon activée ou non, répétable ou non [1-3]. La plupart de ces études concernent cependant des systèmes rigides tels que des composites à matrice thermoplastique ou thermodurcissable. Récemment, une propriété d'autoréparation remarquable a été obtenue avec un élastomère formé par un réseau supramoléculaire constitué d'oligomères de petite masse associés par des liaisons hydrogène, faibles et réversibles [4-5]. Une fois mis en forme par moulage ou pressage, cet élastomère supramoléculaire présente des surfaces faiblement auto-adhésives. En revanche, le simple fait de mettre en contact les surfaces d'une fracture permet au matériau de se réparer et de retrouver ses propriétés mécaniques d'origine. Dans cette étude, nous développons un dispositif de type « tack » pour caractériser ce phénomène d'autoréparation et déterminer quels facteurs contrôlent son activation et sa désactivation.

Ces expériences montrent que l'autoréparation de surfaces endommagées et l'autoadhésion de surfaces vieillies formées depuis longtemps mettent en jeu des mécanismes distincts impliquant des énergies d'adhésion et des échelles de temps très différentes. Les essais réalisés à température ambiante révèlent que les surfaces de fracture conservent leur caractère auto-réparant même après des temps de séparation de plusieurs jours. Cependant, des recuits à plus haute température accélèrent fortement la désactivation du pouvoir auto-réparant. Par exemple, des surfaces de fracture retrouvent un niveau d'auto-adhésion semblable à celui de surfaces vieillies après un recuit d'une heure à 90°C. Ces résultats suggèrent l'existence de mécanismes de reconstruction des surfaces, limités par la mobilité moléculaire des groupements associatifs mais peu sensibles à une contamination chimique par l'air ambiant. Plus généralement, cette étude propose une nouvelle méthode simple de caractérisation quantitative de l'auto-réparation dans les matériaux auto-associatifs.

Références:

[1] *D. Y. Wu*, *S. Meure*, *D. Solomon*, "Self-healing polymeric materials: A review of recent developments", *Prog. Polym. Sci.* 2008, 33, 479-522;

[2] *K. Takeda, M. Tanahashi and H. Unno,* "Self-repairing mechanism of plastics", *Sci. Technol. Adv*. *Mater*. 2003, 4 No 5, 435-444;
[3] *M. R. Kessler*, "Self-healing: a new paradigm in materials design", *Proc I MECH E Part G J Aerosp Eng.* 2007, 221(4):479–. 495(17);
[4] *P. Cordier, F. Tournilhac, C. Soulié-Ziakovic and L. Leibler*, "Self-healing and thermoreversible rubber from supramolecular assembly", *Nature*, 2008, 451, 977- 980;
[5] *D. Montarnal, P. Cordier, C. Soulié-Ziakovic, F. Tournilhac and L. Leibler***,** "Synthesis of self-healing supramolecular rubbers from fatty acid derivatives, diethylene triamine, and urea", *J.Pol.Sc. PartA: Pol.Chem* 2008, 46, 7925-7936;