

Stage de recherche au laboratoire SIMM à l'ESPCI Paris

Sujet: Synthèse et propriétés mécaniques de doubles réseaux élastomère avec un gradient de température de transition vitreuse

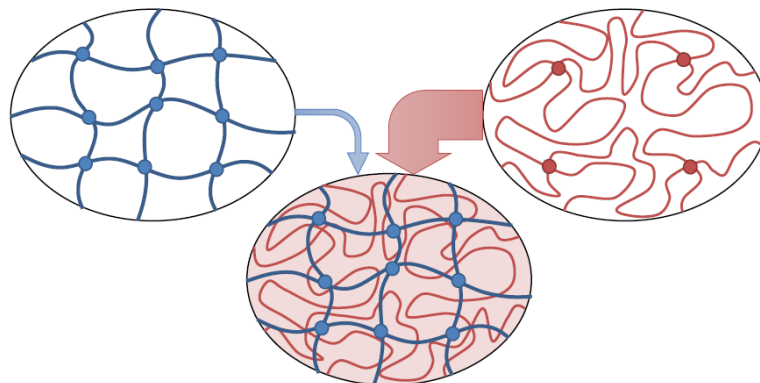
Depuis quelques années, le laboratoire SIMM développe une stratégie de renforcement innovante des propriétés mécaniques de matériaux élastomères. Celle-ci repose sur une structure de type « réseaux interpénétrés » dans laquelle un premier réseau (dit « réseau de charge ») est fortement réticulé et préétiré en présence d'un second réseau (dit « réseau matrice ») faiblement réticulé et présent en beaucoup plus grande quantité. Cette structure particulière est analogue à celle d'un nanocomposite et permet une augmentation du module des matériaux, et une amélioration nette de leur résistance à la propagation de fissure. Ce renforcement mécanique se fait par rupture des liaisons covalentes du réseau de charge et dissipation de l'énergie mécanique stockée dans le matériau ^{1,2}.

Réseau de charge / sacrificiel

*Fortement réticulé
Chaînes pré-étirées*

Réseau matrice

*Faiblement réticulé
Fraction majoritaire*



Par ailleurs, dans le domaine des matériaux élastomère, il est connu que l'ajout d'une charge dure permet une augmentation significative des propriétés du matériau à la fois à faible déformation (augmentation du module) et à grande déformation (augmentation de la résistance à la rupture) ³. Cette approche connaît de nombreuses applications industrielles, comme par exemple dans les pneumatiques.

L'idée de ce stage de recherche est de combiner les deux approches en préparant des structures interpénétrées avec un premier réseau vitreux (donc « dur »), et un second réseau caoutchoutique (donc « mou ») à température ambiante. Plus précisément, le projet de stage consistera à :

- Préparer les réseaux simples et multiples par polymérisation radicalaire en atmosphère inerte
- Etudier les propriétés viscoélastiques des matériaux (viscoélasticité, température de transition vitreuse)
- Caractériser les propriétés mécaniques en traction uniaxiale (courbes contrainte déformation et propriétés à la rupture)
- Varier la formulation (nature des monomères et des réticulants, quantités, conditions de préparation, etc.) et étudier les effets sur les propriétés finales des matériaux

Le sujet se situe à l'interface entre la chimie et la physique, avec un parti-pris pour la préparation de matériaux et la compréhension de leurs propriétés. Par ailleurs, le sujet pourra laisser une large place à l'initiative du stagiaire qui pourra proposer d'étudier d'autres aspects qui l'intéressent.

Techniques utilisées : synthèse de polymère, utilisation d'une boîte à gants, traction uniaxiale, DSC, DMA

Compétences et qualités requises : connaissances en matériaux polymères (physique et chimie), autonomie, gout pour l'expérience

Lieu du stage : Laboratoire Sciences et Ingénierie de la Matière Molle (SIMM), ESPCI Paris –10 rue Vauquelin, 75005 Paris.

Gratification : Montant minimum légal (577.50€ par mois en 2018)

Responsables : Ludovic FEIGE, Costantino CRETON

Contact : ludovic.feige@espci.fr / costantino.creton@espci.fr

Références :

- (1) Ducrot, E.; Chen, Y.; Bulters, M.; Sijbesma, R. P.; Creton, C. Toughening Elastomers with Sacrificial Bonds and Watching Them Break. *Science* **2014**, *344* (6180), 186–189.
- (2) Millereau, P.; Ducrot, E.; Clough, J. M.; Wiseman, M. E.; Brown, H. R.; Sijbesma, R. P.; Creton, C. Mechanics of Elastomeric Molecular Composites. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **2018**, 201807750.
- (3) Chazeau, L.; Gauthier, C.; Chenal, J. M. Mechanical Properties of Rubber Nanocomposites: How, Why ... and Then? In *Rubber Nanocomposites*; Wiley-Blackwell, 2010; pp 291–330.