

Analyse thermomécanique du comportement singulier des élastomères : élasticité entropique, renforcement par l'addition de charges, cristallisation sous tension et effet Mullins

J.-B. Le Cam ^a, J. R. Samaca Martinez ^b, X. Balandraud ^b, E. Toussaint ^b
and J. Caillard ^c

^a Université de Rennes 1, Institut de Physique de Rennes, UMR 6251, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes, France

^b Clermont Université, Institut Pascal, CNRS, UMR 6602, BP 10448, 63000 Clermont-Ferrand, France

^c MICHELIN, CERL Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand, France

Cette présentation porte sur la caractérisation et l'analyse des effets calorifiques accompagnant la déformation des élastomères. Pour cela, des essais uniaxiaux cycliques ont été menés sur un caoutchouc naturel (NR) et un copolymère de styrène et de butadiène (SBR), chargés et non chargés. Les variations de température mesurées par une caméra infrarouge sont traitées numériquement dans le cadre théorique de la thermodynamique des processus irréversibles afin de calculer les sources de chaleur en tout point de la surface observée. La signature calorimétrique des mécanismes majeurs de la déformation des élastomères a été caractérisée par cette méthode¹: élasticité entropique^{2,3}, renforcement par des charges⁴, cristallisation sous tension³, fonte des cristallites³ et effet Mullins⁵. Les résultats obtenus apportent des informations très complémentaires aux études purement mécaniques pour la compréhension et la modélisation du comportement des élastomères et constituent un premier pas afin de mieux contraindre la thermo-dépendance des lois de comportement.

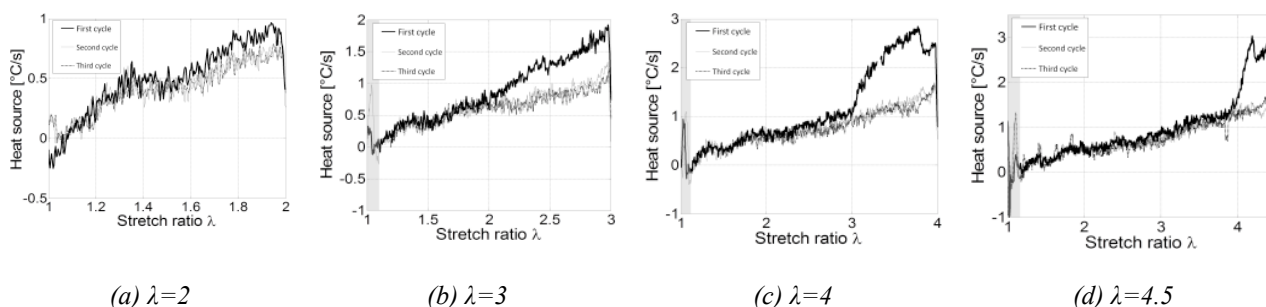


Figure 1. Exemple d'analyse calorimétrique pour étudier l'effet Mullins dans le SBR chargé.

Les auteurs remercient la Manufacture Française des Pneumatiques Michelin pour son soutien financier ainsi que Daniel Berghezan pour les discussions fructueuses.

¹Le Cam JB, Samaca Martinez JR, Balandraud X, Toussaint E, Caillard J (2014) Thermomechanical analysis of the singular behavior of rubber: entropic elasticity, reinforcement by fillers, strain-induced crystallization and the Mullins effect. *Experimental Mechanics* doi 10.1007/s11340-014-9908-9

²Samaca Martinez JR, Le Cam JB, Balandraud X, Toussaint E, Caillard J (2013) Mechanisms of deformation in crystallizable natural rubber. Part 1: thermal characterization. *Polymer*, 54:2717-2726.

³Samaca Martinez JR, Le Cam JB, Balandraud X, Toussaint E, Caillard J (2013) Mechanisms of deformation in crystallizable natural rubber. Part 2: quantitative calorimetric analysis. *Polymer*, 54:2727-2736.

⁴Samaca Martinez JR, Le Cam JB, Balandraud X, Toussaint E, Caillard J (2013) Filler effects on the thermomechanical response of stretched rubbers. *Polymer Testing* 32: 835-841.

⁵Samaca Martinez JR, Le Cam JB, Balandraud X, Toussaint E, Caillard J (2014) New elements concerning the Mullins effect: a thermomechanical analysis. *European Polymer Journal* 55: 98-107