

Mesure de champs de sources de chaleur et de déformation à la pointe de fissure d'un élastomère chargé sous chargements cycliques

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

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

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

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

L'objectif de cette étude est de caractériser les sources de chaleur durant le processus de déformation autour d'une pointe de fissure d'un élastomère de type Styrene Butadiène chargé en noirs de carbone (SBR). Pour cela, la réponse thermodynamique d'éprouvettes fissurées est étudiée en utilisant des mesures de champs cinématiques et thermiques couplées entre elles grâce à une technique adéquate de compensation du mouvement [1]. L'analyse des champs cinématiques (Fig.1) nous permet de définir la zone d'influence de la fissure et de mesurer le niveau maximum d'élongation locale. Ce niveau maximum en pointe de fissure est plus grand que celui mesuré juste avant rupture pour un chargement uniaxial de traction, ce qui peut s'expliquer en considérant l'extensibilité maximale des chaînes. L'analyse calorimétrique montre que la zone de fort gradient de source de chaleur est bien plus confinée que la zone de fort gradient de température. Pendant la décharge d'un cycle mécanique, les sources de chaleur en pointe de fissure restent positives et faibles (Fig. 2), ce qui signifie que la dissipation mécanique est importante et confinée à la pointe de fissure. Ce résultat souligne le fait que le matériau se comporte de façon très différente dans la zone proche de la pointe de fissure en comparaison à des essais homogènes. Cela prouve qu'il n'est pas possible de prédire le comportement de la zone de fissure à partir d'essais homogènes. De plus, il a été observé que la dissipation mécanique diminue avec le nombre de premiers cycles, ce qui montre que le matériau s'accommode de plus en plus en pointe de fissure. Des développements sont actuellement en cours afin d'évaluer la contribution de la cristallisation sous contrainte à la réponse calorimétrique de la zone d'influence de la fissure. Cette étude fournit la première mesure précise de sources de chaleur en pointe de fissure d'élastomères, constituant ainsi un nouvel outil pour la mécanique de la rupture des élastomères.

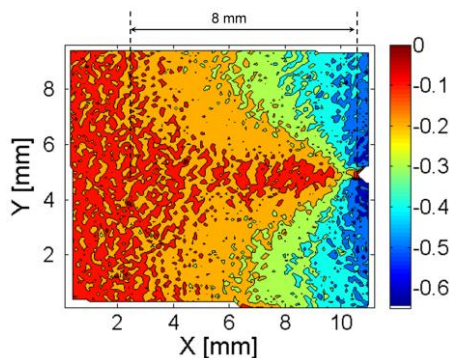


Figure 1. Cartographie des états de déformation en utilisant le taux de biaxialité à la fin du premier chargement.

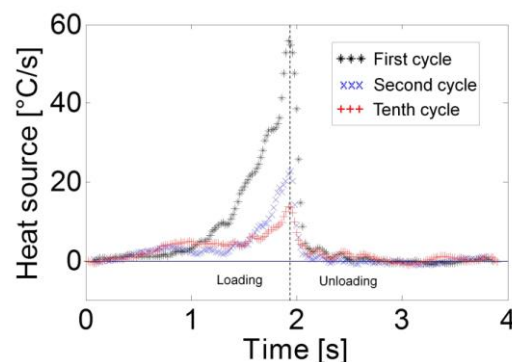


Figure 2. Evolution des sources de chaleur à la pointe de fissures pour les cycles 1, 2 et 10.

Les auteurs remercient la Manufacture Française des Pneumatiques Michelin pour son support financier. Nous remercions également Julien Caillard pour les discussions fructueuses.

¹ E. Toussaint, X. Balandraud, J.-B. Le Cam, and M. Grédiac. « Combining displacement, strain, temperature and heat source fields to investigate the thermomechanical response of an elastomeric specimen subjected to large deformations » *Polymer Testing*, **31** (2012), 916–925