

# Caractérisation de l'anisotropie de l'effet Mullins sur des essais non classiques

*G. Machado<sup>1,2</sup>, G. Chagnon<sup>2</sup>, D. Favier<sup>2</sup>*

1 Université de Montpellier2, Laboratoire LMGC/CNRS, 34085 Montpellier, France.

2 Université de Grenoble/CNRS, Laboratoire 3SR, Cedex 9, 38041 Grenoble, France.

Les matériaux élastomériques ou certains tissus du vivant s'adoucissent après une première charge, ce phénomène connu sous le nom d'effet Mullins possédant la caractéristique de rendre anisotrope le matériau. Cette propriété a déjà été observée sur certains élastomères, comme par exemple les EPDM <sup>(1)</sup> ou les ACM <sup>(2)</sup>.

La présente étude présente la mise en place d'essais mécaniques sur un élastomère silicone chargé en silice, le RTV3428 (Bluestar silicones). Des essais mécaniques cycliques classiques sans changement de direction de déformation, i.e. traction uniaxiale, traction plane et traction équibiaxiale ont été réalisés<sup>(3)</sup>. Ces essais ont mis en évidence l'évolution de l'adoucissement du à l'effet Mullins avec la déformation maximale.

Afin de caractériser le développement de l'anisotropie induite par l'effet Mullins, des essais avec changement de direction de chargement entre la première et la seconde charge ont également été mis en place<sup>(4)</sup>. Des essais de traction uniaxiale ont été réalisés sur une plaque de grandes dimensions ; de petites éprouvettes de traction ont ensuite été découpées dans la grande éprouvette selon différentes directions. La comparaison des courbes de secondes charges selon la seconde direction de traction ont montré que l'assouplissement du matériau est d'autant plus important que l'angle entre les deux directions de sollicitations est faible. En revanche, le point de retour sur la première charge reste le même quelle que soit la direction de traction et correspond à la déformation maximale subie lors de la première charge.

Des essais de gonflement de membranes permettent de générer des états de déformation hétérogènes correspondant en tout point à de la traction biaxiale avec différents taux de biaxialité (de la traction équibiaxiale à la traction plane)<sup>(5)</sup>. Des essais de traction uniaxiale sont ensuite réalisés sur des éprouvettes découpées dans la membrane. Ces essais de seconde charge ont mis en évidence que le matériau était plus assoupli dans la direction de déformation maximale lors de la première charge. Toutefois, le retour sur la courbe de seconde charge se fait au même point quelle que soit l'orientation de la seconde charge par rapport à la première.

<sup>1</sup> Diani, J., Brieu, M., and Gilormini, P. (2006). Observation and modeling of the anisotropic viscohyperelastic behavior of a rubberlike material. *Int. J. Solids Struct.*, 43, 3044–3056.

<sup>2</sup> Itskov, M., Haberstroh, E., Ehret, A. E., and Vohringer, M. C. (2006). Experimental observation of the deformation induced anisotropy of the Mullins effect in rubber. *KGK-Kautschuk Gummi Kunststoffe*, 59(3), 93–96.

<sup>3</sup> G. Machado, G. Chagnon, D. Favier (2010) Analysis of the isotropic models of the Mullins effect based on filled silicone rubber experimental results, *Mechanics of Materials*, 42, 841-851

<sup>4</sup> G. Machado, G. Chagnon, D. Favier (2012) Induced anisotropy by the Mullins effect in filled silicone rubber, *Mechanics of Materials*, 50, 70-80

<sup>5</sup> G.Machado, D.Favier, G.Chagnon (2012),Membrane curvatures and stress-strain full fields of bulge tests from 3D-DIC measurements. Theory, validation and experimental results on a silicone elastomer” *Experimental Mechanics*, Doi: 10.1007/s11340-011-9571-3