



HAL
open science

Compréhension de la réticulation d'un fluoroélastomère et son impact sur la réponse mécanique

Adrien Simon, Julie Pépin, Marie-Pierre Deffarges, Daphné Berthier, Florian Lacroix, Stéphane Méo

► **To cite this version:**

Adrien Simon, Julie Pépin, Marie-Pierre Deffarges, Daphné Berthier, Florian Lacroix, et al.. Compréhension de la réticulation d'un fluoroélastomère et son impact sur la réponse mécanique. DEPOS30, Sep 2021, Mandelieu La Napoule, France. hal-03521299

HAL Id: hal-03521299

<https://hal.science/hal-03521299v1>

Submitted on 11 Jan 2022

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.

Compréhension de la réticulation d'un fluoroélastomère et son impact sur la réponse mécanique

Adrien Simon^{1,2*}, Julie Pepin¹, Marie-Pierre Deffarges¹, Daphné Berthier², Florian Lacroix¹ et Stéphane Méo¹

¹ Laboratoire de Mécanique Gabriel Lamé, Université de Tours, Université d'Orléans, INSA Centre Val de Loire, Polytech Tours, 7 avenue Marcel Dassault BP40, 37004 Tours, France

² SAFRAN ELECTRICAL COMPONENTS, 20 avenue Georges Pompidou, 37600 Loches, France

*adrien.simon@etu.univ-tours.fr

Mots-clés: fluoroélastomère, réticulation, coagent, comportement mécanique, structure.

Les fluoroélastomères (FKM), de par leurs résistances mécanique, thermique et chimique élevées, occupent une place non négligeable dans l'industrie aéronautique, aux travers d'utilisations multiples. Néanmoins, le développement des nouvelles technologies dans ce secteur impose de repousser les limites thermiques du matériau.

Actuellement, lorsqu'une meilleure stabilité thermique est recherchée, la réticulation au peroxyde est privilégiée. Cette réaction se réalise le plus souvent en présence d'une molécule multifonctionnelle, appelée coagent, améliorant le rendement [1]. Les mécanismes de réticulation des FKM ne sont pas encore clairement décrits dans la littérature. Il semble que l'encombrement stérique associé au fluor modifie les mécanismes classiquement établis pour des élastomères non fluorés [2]. Par ailleurs, le rôle du coagent dans cette réaction reste à définir.

Dans ce contexte, la présente étude vise à identifier les mécanismes de réticulation, ainsi que la structure obtenue d'un FKM réticulé au peroxyde en présence d'un coagent : l'isocyanurate de triallyl (TAIC). Dès lors, il sera possible d'identifier les points faibles thermiques du matériau.

Pour ce faire, plusieurs mélanges (FKM/Peroxyde/TAIC) ont été formulés avec différents taux de coagent afin de déterminer l'influence de celui-ci sur la réticulation.

Les mécanismes de réticulation de chaque mélange sont mis en évidence par différentes techniques telles que le MDR (Moving Die Rheometer), sur matériau non réticulé (Figure 1).

On observe que le mélange dépourvu de coagent, ne présente pas d'augmentation du couple, démontrant ainsi le caractère indispensable du TAIC pour réticuler le FKM. Par ailleurs, comme l'atteste l'augmentation du couple, la densité de réticulation augmente avec le taux de coagent. Il est à noter une différence de cinétique pour la plus faible quantité de TAIC.

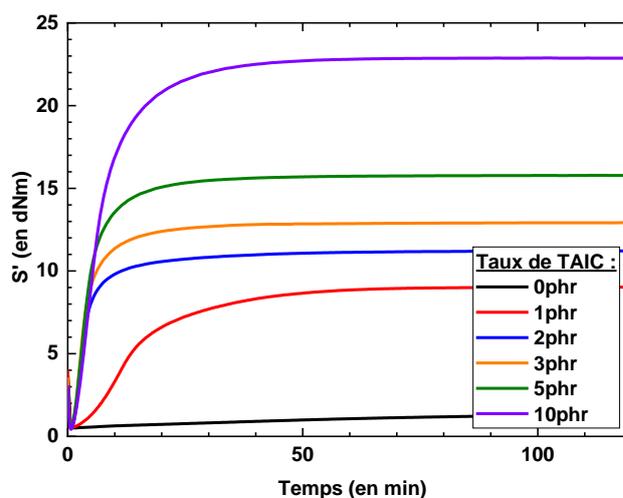


Figure 1 : rhéogrammes obtenus sur des FKM contenant différents taux de TAIC

De plus, des analyses thermiques (DSC, ATG-FTIR) vont permettre d'appréhender les mécanismes réactionnels et d'émettre des hypothèses sur la structure du réseau formé. En effet, alors qu'aucun événement thermique n'est observé en l'absence de coagent, les thermogrammes (Figure 2) montrent une réaction exothermique pouvant être complexe selon le taux de TAIC. On constate qu'à partir de 3phr, l'amplitude du premier exotherme dépend de la quantité de coagent. Cela semble indiquer une réaction entre TAIC, ce qui est appuyé par l'absence de cette réaction au plus faible taux de coagent (1phr). Le second exotherme est quant à lui présent quel que soit la quantité de TAIC. L'ensemble des résultats permet de l'attribuer à la réaction entre le FKM et le coagent.

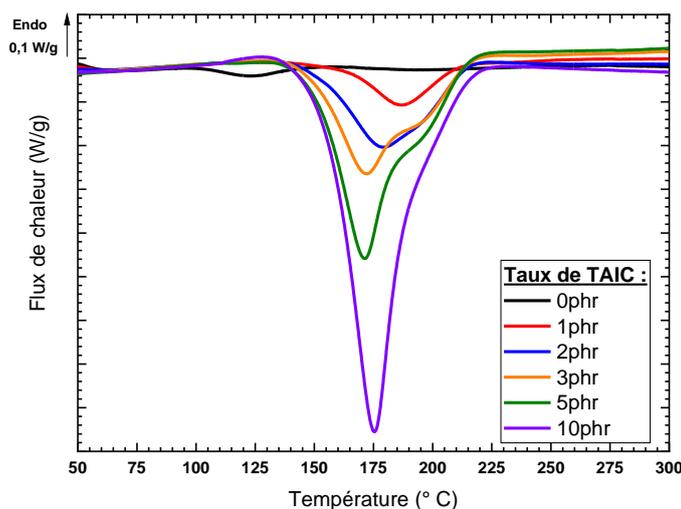


Figure 2 : thermogrammes obtenus sur des FKM contenant différents taux de TAIC

Par la suite, les hypothèses formulées sur l'agencement moléculaire pourront être confirmées par des analyses thermomécaniques. La DMA permettra d'observer l'évolution de la relaxation principale en fonction du taux de réticulation et de caractériser le plateau caoutchoutique. Le comportement mécanique, aux faibles déformations, établi grâce aux essais de traction uniaxiale, permettra la détermination de la densité de réticulation via l'équation (1) issue de la théorie de l'élasticité caoutchoutique [3] :

$$E = \frac{3\rho RT}{M_c} \quad (1)$$

Où E est le module d'Young, ρ la masse volumique, R la constante des gaz parfaits, T la température et M_c la masse molaire entre nœuds de réticulation.

Les valeurs ainsi obtenues seront alors comparées à celles obtenues par des essais de gonflement.

Références

- [1] J. Kruželák, "Vulcanization of rubber compounds with peroxide curing systems," *Rubber Chem. Technol.*, vol. 90, no. 1, pp. 60–88, 2017.
- [2] P. R. Dlużneski, "Peroxide vulcanization of elastomers," *Rubber Chem. Technol.*, vol. 74, no. 3, pp.451-492, 2001.
- [3] J. Verdu, *Elasticité caoutchoutique*, in: C. G'Sell, J.M. Haudin, « Introduction à la mécanique des polymères, Institut national polytechnique de Lorraine », 1994.