

TaylRub

Tayloring mechanical properties of filled rubbers by tuning filler surface treatments

- Partenaires : SOLVAY, LPMA (unité mixte Rhodia (Solvay)/CNRS), PPMD lab (ESCPI)
- Date de début 01/11/2009, 36 mois
- Budget du projet : 2 111 146 €
- Montant de l'aide d'État et financeur (ANR) : 496 147 €

► RÉSUMÉ

Solvay est le numéro 1 mondial dans les marches de silice pour pneumatiques. L'introduction de silice dans une bande de roulement pneumatique permet un gain en terme de performances mécaniques tout en limitant la résistance au roulement (et donc la consommation de carburant). Nous avons montré dans ce projet que les propriétés de ces matériaux, encore mal comprises, ne peuvent s'expliquer que par une modification de la dynamique des chaînes polymères induite par la surface de la charge. En s'appuyant sur des systèmes modèles et des systèmes 'réels' industriels, Nos résultats indiquent que des nanoparticules parfaitement dispersées permettent d'obtenir le meilleur compromis de propriétés.

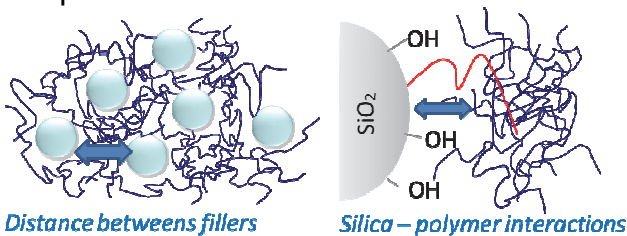
PROBLÉMATIQUE – METHODOLOGIE

L'addition de nanoparticules dans les caoutchoucs pour bande de roulement pneumatiques est indispensable afin d'améliorer les propriétés d'usure du matériau mais conduit à une hausse de la résistance au roulement.

La substitution du noir de carbone par de la silice permet de limiter cette résistance au roulement et les performances de ce système sont essentiellement contrôlées par deux paramètres :

- La **dispersion** de la charge
- L'**interface** charge-polymère

Problème : ces deux paramètres ne sont pas indépendants et la dispersion est difficilement mesurable dans les systèmes industriels en raison de la fractalité des nanoparticules.

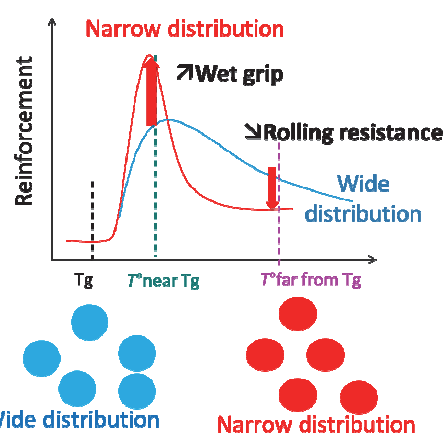


Les objectifs de ce projet ont donc été multiples :

- Etude d'un système modèle où la dispersion des particules est mesurable => élastomères renforcés par de la **silice sphérique** ;
- Comparaison avec un système 'réel' ;
- Mieux comprendre comment moduler les différents paramètres du système afin d'obtenir des matériaux aux propriétés parfaitement contrôlées.

RÉSULTATS – AVANCÉES

Grace aux systèmes modèles élaborés, nous sommes parvenus à déterminer l'incidence de la dispersion sur les propriétés de résistance au roulement et d'adhérence.

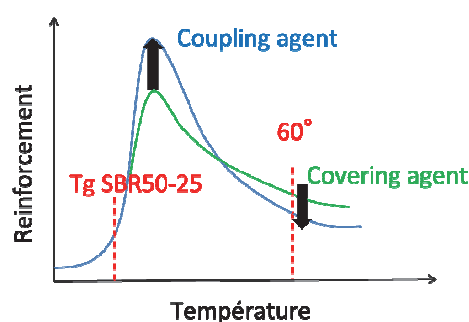


Résultat : influence de la dispersion

Une bonne dispersion de la charge amène :

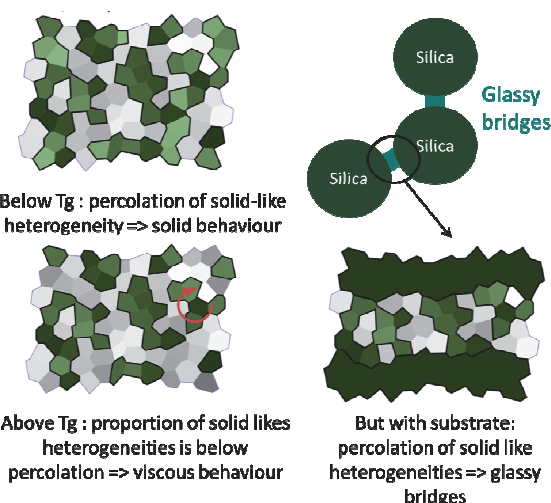
- une augmentation du renforcement (dans le régime linéaire) à des températures correspondant aux phénomènes d'adhérence => **meilleure adhérence**
- une diminution du renforcement à des températures correspondant à la résistance au roulement => **diminution de la résistance au roulement.**

L'effet de l'interface a également été examiné et nous avons montré que la présence d'un agent de couplage assurant la liaison entre la charge et la matrice permet également d'améliorer à la fois la résistance au roulement et les phénomènes d'adhérence.



Résultat : influence de l'interface

L'ensemble de ces résultats a permis de développer un **modèle mésoscopique** de renforcement des élastomères par des charges prenant en compte la modification des propriétés dynamiques du polymère au voisinage des charges.



Modèle mésoscopique développé

Le confinement du polymère entre les nanoparticules (contrôlé par la distance entre charges, donc la dispersion) et les interactions entre la charge et la matrice (dépendant de la nature de l'interface) conditionnent totalement les propriétés.

DÉBOUCHÉS – PERSPECTIVES

Nous avons parfaitement déterminé l'incidence des deux des principaux paramètres guidant les performances des élastomères renforcés.

Pour Solvay, la synthèse de nouvelles silices ayant une dispersibilité encore accrue (en modulant la chimie de surface des particules ou leur morphologie) est donc un objectif incontournable.

Ce projet a également permis une meilleure compréhension des propriétés des élastomères renforcés et a conduit à l'élaboration d'un modèle analytique mésoscopique permettant de prévoir les performances des matériaux en modulant certains paramètres. Ce modèle doit désormais être développé à une échelle macroscopique afin d'être capable de prédire les propriétés des bandes de roulement en fonction des paramètres des nanoparticules additionnées.

Ce travail a donné lieu à **8 publications** dans des revues internationales à comité de lecture.