



# **Analyse de la dynamique d'évolution des enchevêtrements dans un matériau polymère à partir de graphes.**

## **Contexte**

Le leadership de Michelin en matière d'innovation repose entre autre sur un niveau très élevé de connaissance de la relation entre structure et propriétés des matériaux qui constituent le pneumatique. Cette connaissance repose sur la maîtrise d'outils performants de mesures et de modélisation ainsi que d'un travail collaboratif à la jonction entre la physique, la chimie et la science des matériaux. Dans cette optique d'amélioration et de performance, vient s'insérer ce stage sur l'analyse de la dynamique d'évolution des enchevêtrements dans un matériau polymère à partir de graphes. En effet, un morceau de gomme constituant le pneumatique se comporte comme des pelotes de ficelles entrelacées au hasard. C'est cet entrelacement qui donne aux matériaux polymères leur caractéristiques mécaniques. Les contraintes topologiques générées par cet entrelacement se nomment des enchevêtrements et forment un réseau tridimensionnel évolutif. Bien connaître, la topologie de notre matériau et son évolution au cours du temps est donc primordial pour renforcer notre connaissance des mécanismes intervenant dans le matériau. C'est cette compréhension fine qui nous permettra de réaliser des rebonds de conception associés.

## **Mission et objectifs**

L'objectif du stage sera de modéliser comment ces enchevêtrements se forment et se défont au cours du temps, afin de formaliser proprement le concept de la persistance d'un enchevêtrement. Le système d'étude est disponible sous la forme simplifiée d'une série temporelle de graphes dont les sommets correspondent aux enchevêtrements. Le stagiaire aura à sa disposition des outils numériques nécessaires à la bonne réalisation du stage. Les principales missions de ce stage seront les suivantes :

- Etat de l'art
- Développement d'un protocole permettant, à partir de configurations de matrices polymères décrites sous forme de graphes, de déterminer l'évolution temporelle des enchevêtrements.
- Comparer les résultats aux théories de la physique des polymères.
- Mettre en œuvre des actions de communication relatives à l'outil développé auprès des équipes de recherche MICHELIN.
- Rédiger un rapport de synthèse à la fin du stage.



## **Livrable**

- Outil permettant la détermination de la dynamique des enchevêtrements dans une matrice polymère.
- Un rapport de stage détaillé.

## **Apport pour le candidat**

- Appliquer et développer ses connaissances sur un problème d'enjeux industriels.
- Sujet pluridisciplinaire entre les matériaux, les mathématiques et l'informatique.
- Découverte du milieu industriel et du milieu universitaire.
- Découverte du travail en équipe.

## **Profil recherché**

- Expérience dans le domaine de la modélisation mathématique.
- Intérêt pour la compréhension des phénomènes physiques et l'informatique.
- Le candidat doit être curieux, ouvert d'esprit et doit apprécier le travail en équipe.

## **Formation souhaitée**

Ingénieur en dernière année d'école généraliste ou en modélisation.  
Une expérience dans la théorie des graphes sera un plus.

## **Durée**

6 mois

## **Localisation du stage**

Centre Technologique de Michelin  
6 Rue bleue  
63118 Cébazat

Et

Laboratoire Commun Simatlab  
Campus Universitaire des Cézeaux  
24 Avenue Blaise Pascal TSA 60026 / CS 60026  
63178 Aubière Cedex France

## **Personne à contacter**

[sebastien.garruchet@michelin.com](mailto:sebastien.garruchet@michelin.com)