

Résumé

Les enjeux de consommation d'énergie et de sécurité ont fait du frottement entre les pneumatiques et la chaussée une propriété importante lors de la conception de nouveaux pneumatiques. Pour mesurer ces efforts de frottement deux cinématiques sont couramment utilisées : la mise en glissement et le roulement/glissement. Les lois de frottement issues des expériences de mise en glissement sont assez bien interprétées. En revanche, le lien qui existe entre ces lois de frottement et le comportement en roulement/glissement est encore mal compris.

En particulier, les modèles de roulement/glissement n'incorporent pas la transition entre frottement statique et frottement dynamique, bien que cette phénoménologie soit bien établie expérimentalement. Dans cette thèse, nous proposons différents modèles de frottement en roulement/glissement qui étendent ceux de la littérature en intégrant explicitement la transition de frottement statique/dynamique.

Pour tester ces modèles dans le cas du contact pneu/chaussée, nous avons réalisé des expériences selon les deux cinématiques, sur un contact simplifié élastomère/chaussée. À partir des expériences de mise en glissement, les paramètres de la loi de frottement sont identifiés, en fonction de la force normale appliquée, de la vitesse de glissement et de la nature de la chaussée. Ces résultats sont implémentés dans nos modèles, pour produire des prédictions en roulement/glissement, qui sont finalement comparées avec les mesures obtenues en roulement/glissement.

De plus, certaines hypothèses des modèles ont été testées par des expériences de visualisation in situ du contact. En particulier nous confirmons, sur une interface élastomère/verre, la présence simultanée d'une zone collée et d'une zone en glissement en conditions de roulement/glissement.

Mots clés : frottement sec, frottement des élastomères, roulement/glissement, contact pneu/chaussée, imagerie de contact

Abstract

For safety and energy consumption issues, tyre friction has become an important property when designing tyres. There are two main kinematic conditions which are commonly used to measure friction forces: the onset of sliding and the rolling/sliding. The friction laws which are extracted from the onset of sliding experiments are rather well interpreted. In contrast, the link between those frictions laws and the rolling/sliding behaviour remains incompletely understood.

In particular, the rolling/sliding models do not take into account the transition between static friction and dynamic friction, although it is a well-established phenomenology. In this manuscript, we propose different models of friction in rolling/sliding, which extend those of the literature by explicitly integrating a static/dynamic friction transition.

To test these models in the case of a tyre/road contact, we performed experiment in the two kinematic conditions, on a simplified elastomer/road contact. From the onset of sliding experiments, we identify the parameters of the friction law as functions of the applied normal force, the sliding speed and the type of road. These results are used as inputs in our models to predict the rolling/sliding behaviour, and are eventually compared with the corresponding experiments.

In addition, we have tested several assumptions made in the models by performing in situ contact imaging experiments. In particular we confirm, on an elastomer/glass interface, the simultaneous presence of a sticking and a slipping zone in rolling/sliding conditions.

Key words: dry friction, elastomer friction, rolling/sliding, tyre/road contact, contact-imaging