

Analyse multiéchelle de la texture des chaussées – effet sur l'adhérence des revêtements routiers

La sécurité routière est une préoccupation importante des gouvernements et des gestionnaires d'infrastructures routières. En 2020, selon l'OMS, les pertes en vies humaines dues aux accidents de la route s'élevaient à 1,35 millions. Des actions sont entreprises au niveau mondial pour réduire de moitié ces pertes de vie d'ici 2030. Une partie de ces accidents est liée à la perte d'adhérence entre le véhicule et la chaussée. Cette adhérence provient de la déformation du pneu par les aspérités de la route (texture de la route). De nombreuses études ont confirmé l'influence de la texture sur le niveau d'adhérence. Au cours de la durée de vie d'une chaussée, la texture de la chaussée évolue sous l'effet du trafic et des conditions climatiques. Ces phénomènes d'usure sont connus sous le nom de polissage. Cette évolution de la texture entraîne une évolution - généralement une diminution de l'adhérence - et une augmentation du risque d'accident. La surface de la chaussée est constituée de plusieurs échelles de texture superposées les unes sur les autres. Les effets de ces différentes échelles de texture et de leurs évolutions avec le polissage sur l'adhérence sont peu ou mal connus. Ce travail de thèse a pour objectif de mettre au point une méthode de décomposition multiéchelle permettant d'expliquer l'effet des différentes échelles de texture sur l'évolution de l'adhérence avec le polissage et pouvant être intégrée dans un système d'optimisation multicritères des propriétés des chaussées. Dans un premier temps, une étude expérimentale en laboratoire est faite sur des échantillons de mosaïques de granulats et d'enrobés bitumineux pour simuler le polissage induit par le trafic routier grâce à la machine Wehner&Schulze. Cette machine permet d'obtenir la courbe complète d'évolution de l'adhérence avec le polissage. La surface des échantillons à chaque état de polissage est cartographiée grâce à un microscope optique à variation focale, l'Alcona. L'analyse de la texture de ces échantillons permet de faire le lien entre l'évolution de la texture et l'évolution de l'adhérence et de rappeler l'importance de considérer une analyse multiéchelle. Dans un deuxième temps, une décomposition multiéchelle des surfaces cartographiées est réalisée grâce aux ondelettes continues. Cette méthode fonctionne comme un microscope mathématique permettant de faire l'observation de la surface à plusieurs grossissements. L'application de cette méthode aux différentes surfaces cartographiées permet d'observer les différents phénomènes impliqués dans le polissage des chaussées (décapage du bitume, mise à nu des granulats, usure générale, usure différentielle, ...). Enfin, un modèle de contact en 3D est appliqué sur les différentes surfaces. Ce modèle permet de prendre en compte l'aspect multi-aspérités du contact par rapport au modèle 2D. Il est basé sur la théorie de l'espace semi-infini et est connu sous le nom de la méthode des éléments de frontière. Cette hypothèse est vraie étant donné la taille des aspérités de la route (de l'ordre du μm) et des patins du pneu (de l'ordre du mm). L'utilisation de ce modèle permet en outre de faire des calculs exacts et plus rapides par rapport aux autres techniques comme les éléments finis dû à l'existence de plusieurs points de contact. Ce modèle prend en entrée la surface des échantillons ainsi que les propriétés viscoélastiques de la gomme du pneu. En sortie du modèle, nous avons les pressions de contact, les déplacements au niveau de chaque aspérité et l'aire de contact réelle. L'évolution de ces paramètres en fonction du polissage permet de décrire l'évolution de l'adhérence. Ce modèle permet de faire une bonne estimation numérique de l'adhérence. Le couplage entre le modèle de contact et la méthode de décomposition multiéchelle permet d'estimer l'adhérence globale à partir de l'adhérence multiéchelle. Les poids des différentes échelles sur l'adhérence sont considérés dans ces calculs.

Mots-clés : adhérence pneu/chaussée, polissage, texture de la chaussée, analyse multiéchelle, modèle du contact, ondelettes