

Résumé :

Il peut être observé par des coupes longitudinales d'une bande de roulement de pneumatique, que les minéraux de la route y pénètrent dans l'extrême surface. L'objectif de ce travail est, pour une configuration expérimentale de référence, d'étudier expérimentalement et numériquement le processus menant à cette pénétration. Ce travail s'est articulé autour de trois grands axes.

Le premier a été de proposer une méthode de caractérisation du matériau composé de caoutchouc, adaptée au modèle numérique utilisé par la suite. Pour ce faire, une analyse inverse d'un essai d'indentation a été réalisée. Le modèle numérique considère le matériau comme étant composé d'une multitude de corps discrets et déformables. Les paramètres à identifier sont la rigidité et la cohésion entre chaque corps discret. L'étude a montré que la cinématique obtenue est proche de ce qui est mesuré expérimentalement. Un critère de convergence pour l'analyse inverse a été défini, qui se base sur la dureté et la profondeur résiduelle. Il a été montré que l'effet de la rigidité peut être découplé de celui de la cohésion. La dépendance de ces derniers au critère de convergence étant monotone, la solution obtenue est unique.

Un modèle numérique pour étudier la pénétration puis migration des minéraux a ensuite été réalisé. Il consiste à cisailier une couche de minéraux déposée sur la surface d'un matériau composé de caoutchouc, modélisé comme un ensemble de corps discrets et déformables. Il a tout d'abord été montré que les phénomènes initiaux de pénétration des minéraux dans la matière, sont différents de ceux observés à plus long terme. Notamment, trois modes de pénétration ont pu être définis, que sont le labourage, l'abrasion et la fracturation. Ces modes modifient la vitesse à laquelle les minéraux pénètrent à l'intérieur du matériau.

Lorsque les minéraux sont suffisamment incorporés au matériau, ils forment ce qui sera appelé une couche mixée. Les minéraux migrent de plus en plus profondément, du fait de contacts répétés entre agglomérats de minéraux, causés par leurs vitesses relatives (caractérisées par le taux de cisaillement). Il est notamment montré que ces contacts conduisent à une évolution stochastique de la position d'un minéral. Si l'ensemble des minéraux est considéré, le comportement devient déterministe et suit une évolution proche de ce qui est attendu pour un processus diffusif. Ce dernier point permet ainsi d'utiliser les outils liés à la diffusion, et notamment d'évaluer un coefficient de diffusion via la fluctuation de vitesse transverse et sa persistance. Il est ainsi montré que ces deux paramètres dépendent fortement de phénomènes plastiques locaux, qui dans le modèle actuel sont pilotés par la cohésion.