

REGIMES D'ÉCOULEMENTS SOLIDES DANS UN CONTACT SEC

G. Mollon¹

1. Univ Lyon, INSA-Lyon, CNRS UMR5259, LaMCoS, F-69621, France

MOTS CLES

Frottement, Troisième corps, Modélisation numérique

INTRODUCTION

Dans le cadre conceptuel du triplet tribologique, la couche de matière solide confinée à l'intérieur d'un contact sec est usuellement appelé « troisième corps ». Cette couche a un rôle prépondérant dans le comportement de l'interface, à la fois vis-à-vis du frottement et de l'usure. Néanmoins, déterminer le comportement mécanique du troisième corps, que ce soit par une approche expérimentale ou numérique, reste une difficulté majeure.

CADRE NUMERIQUE

Dans cette communication, les résultats d'une campagne numérique sont présentés. Celle-ci s'appuie sur une technique de modélisation multicorps sans maillage implémentée dans le code open source MELODY [1-2]. Le troisième corps y est représenté comme une collection de grains disjoints et fortement déformables, qui interagissent par l'intermédiaire de contacts adhésifs. Une petite portion d'interface solide est simulée, sous des conditions variables en termes de pression normale et de vitesse tangentielle. L'accent est porté sur le comportement des grains composant le troisième corps, par l'intermédiaire de trois propriétés fondamentales : leur déformabilité (quantifiée par leur module d'Young), leur adhésion (quantifiée par la force cohésive de contact entre les grains), et leur viscosité (quantifiée par l'amortissement de Rayleigh de type α).

Un total de 75 simulations sont effectuées afin d'explorer de façon systématique un espace paramétrique construit sur des versions adimensionnées de ces trois quantités. Les sorties numériques fournies par le modèle sont les efforts normaux et tangentiels repris par l'interface en glissement (et donc son coefficient de frottement), ainsi que toutes les quantités cinématiques et mécaniques attachées aux grains : champs de déplacement, de vitesse, de contraintes, etc.

RESULTATS

A l'issue de la campagne numérique, un certain nombre de conclusion peuvent être tirées sur le comportement d'une interface de contact sec en présence d'un troisième corps [3] :

-Le coefficient de frottement obtenu pour l'interface est toujours compris entre 0.1 et 1.1, soit des valeurs raisonnables pour un frottement sec. Ceci est d'autant plus remarquable que les simulations couvrent un espace paramétrique très large dans lequel, par exemple, l'adhésion entre les grains varie sur plusieurs ordres de grandeur. Il semble donc que la présence du troisième corps rende le frottement auto-limitant.

-Le comportement collectif des nombreux grains composant le troisième corps peut donner lieu à un grand nombre de régimes d'écoulement différents selon leurs propriétés (Fig. 1) : Ecoulement granulaire cisailé avec chaînes de forces, écoulement quasi-fluide de type Couette, localisation de la déformation en milieu de couche, double localisation à proximité des premiers corps, formation d'amas, puis d'agglomérats, roulement, etc. Les conséquences de ces régimes sur le frottement et sur les sollicitations appliquées aux premiers corps (et donc, *in fine*, à leur usure) sont très importantes.

-Les sources de dissipation énergétiques dans l'interface sont liées soit à la création/disparition de surface (représentée dans le modèle par l'ouverture/fermeture des contacts entre les grains déformables) et à la déformation inélastique de la matière formant le troisième corps (représentée par la viscosité des grains). Les simulations montrent que la répartition de cette dissipation entre ces deux

modos principais est très variable selon le régime d'écoulement émergeant dans le troisième corps, et est essentiellement liée à la texture de celui-ci (c'est-à-dire à la façon dont il s'organise géométriquement pour reprendre l'effort tangentiel appliqué par les premiers corps).

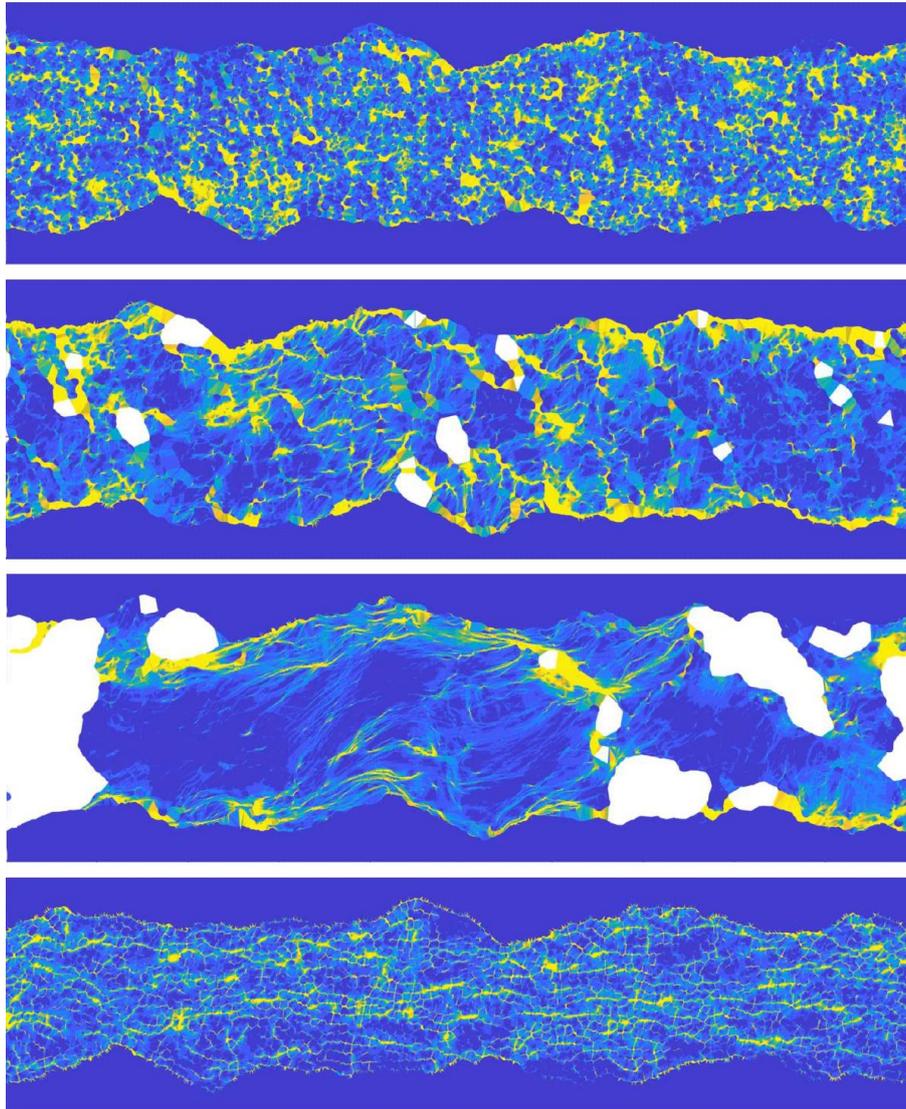


Figure 1: Exemples de régimes d'écoulement du troisième corps.

CONCLUSION

A la lumière des résultats de cette campagne numérique, de nombreux phénomènes émergents sont observés et analysés. La compréhension des régimes d'écoulements surgissant spontanément dans les troisièmes corps cisailés est une condition nécessaire à la maîtrise des interfaces tribologiques. Les éléments apportés par cette communication sont susceptibles de contribuer à cette compréhension.

Références

- [1] G. Mollon (2016) « *A multibody meshfree strategy for the simulation of highly deformable granular materials* », International Journal for Numerical Methods in Engineering, 108(12), 1477-1497
- [2] G. Mollon (2018), « *A unified numerical framework for rigid and compliant granular materials* » Computational Particle Mechanics, 5, (14), p. 517–527.
- [3] G. Mollon (2019), « *Solid flow regimes within dry sliding contacts* », Trib. Int., submitted