

MODELISATION MULTI-EHELLES DE L'USURE D'OUTILS DIAMANTES POUR LA DECOUPE DE LA PIERRE

A. Quacquarelli¹, G. Mollon¹, T. Commeau², A. Nouveau², et N. Fillot¹

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

2. Umicore Specialty Powders France, 38100, Grenoble, France

MOTS CLES

Outils diamantés, Modélisation multi-échelles, Usure

INTRODUCTION

Des outils diamantés sont utilisés dans les scies circulaires ou le carottage, pour couper la pierre, la réparation de routes, l'exploration pétrolière, etc. Ils se composent tous de segments abrasifs fixés sur un support en acier par brasage ou soudage [1]. Les segments sont constitués de diamants retenus par une matrice métallique. Les diamants constituent les tranchants et sont capables d'indenter et de couper la pierre. Ce processus génère un débit de débris du matériau coupé, abrasifs pour la matrice. Pour optimiser la durée de vie de l'outil et garantir l'efficacité du processus, l'usure de la matrice doit être adaptée à la vitesse d'usure des diamants [2].

MODELLATION MULTIEHELLES DE L'USURE

L'usure de la matrice est le résultat d'un comportement tribologique complexe affecté par plusieurs facteurs à différentes échelles. Par conséquent, une approche numérique multi-échelles est nécessaire (Figure 1).

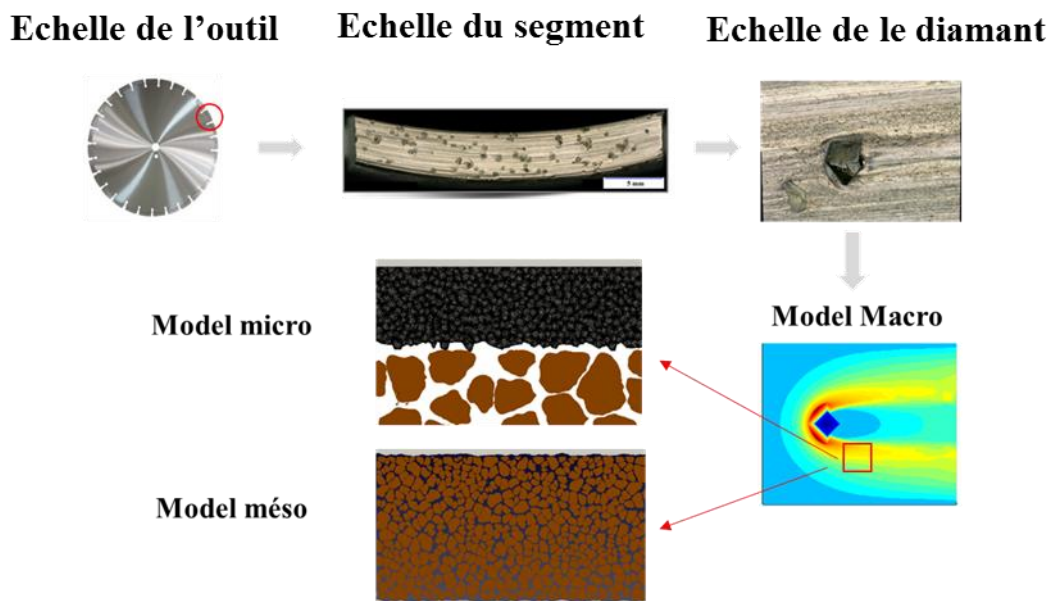


Figure 1 Approche multi-échelles utilisée en modélisation

Les propriétés de la microstructure (porosité, taille des grains, densité et composition de la poudre métallique) et des débris (forme et distribution de taille) sont étudiés en 2D à l'aide d'une méthode sans maillage couplée avec une méthode par éléments discrets [3]. L'objectif de ce modèle microscopique est d'étudier l'usure à l'échelle microscopique (échelle du grain de la microstructure). La microstructure de la matrice est construite par partition de Voronoi, et les débris minéraux sont générés à partir de la même technique pour contrôler la distribution en taille, mais mis en œuvre avec une méthode basée sur des descripteurs de Fourier pour obtenir une forme réaliste [4]. La fracture inter-granulaire de la matrice est modélisée comme un phénomène de séparation progressive aux joints de grains avec une loi de traction-séparation couplée avec un modèle de fatigue.

À l'échelle de la coulée de débris, la rhéologie est étudiée par une méthode discrète avec des formes de grains réalistes, pour obtenir une loi de comportement empirique.

Le dernier modèle est construit en 3D dans un cadre continu. L'écoulement des débris est modélisé comme un fluide visqueux par l'équation de Reynolds et l'usure est modélisée à l'aide d'une loi d'usure d'Archard. L'usure de la matrice est étudiée à l'échelle du diamant.

Ce modèle est validé qualitativement avec des observations effectuées au microscope optique et quantitativement en termes de taux d'usure.

CONCLUSION

Les trois modèles numériques fonctionnent à différentes échelles et analysent différents aspects du phénomène qui, étant assez complexes, ne pourraient pas être analysés avec un seul modèle. Les résultats des modèles méso et micro étudiant respectivement de la rhéologie des débris et l'usure de la matrice, peuvent être implémentés dans le modèle macro (continu) pour étudier l'écoulement et l'abrasion de la matrice autour d'un diamant.

Références

- [1] J. Konstanty, «Production parameters and materials selection of powder metallurgy diamond tools,» *Powder Metallurgy*, **49** (19), pp. 299-306, 2006.
- [2] H. Tönshoff, H. Hillmann-Apmann et J. Asche, «Diamond tools in stone and civil engineering industry: cutting principles, wear and applications,» *Diamond and Related Materials*, **11** (13-6), pp. 736-741, 2002.
- [3] G. Mollon, «A unified numerical framework for rigid and compliant granular materials,» *Computational Particle Mechanics*, **5**, (14), p. 517–527 , 2018.
- [4] G. Mollon et J. Zhao, «Fourier–Voronoi-based generation of realistic samples for discrete modelling of granular materials,» *Granular Matter*, **14**, p. 621–638, 2012.