

# MODELISATION DES CONDITIONS DE CONTACT OUTIL-COPEAU EN COUPE ORTHOGONALE

Y. Saadlaoui<sup>1</sup>, M. Guediche<sup>1</sup>, F. Salvatore<sup>1</sup>, H. Hamdi<sup>1</sup>

1. Univ. Lyon, ENISE, LTDS UMR 5513 CNRS

## MOTS CLES

Modélisation, Coupe orthogonale, contact thermomécanique, loi de frottement

## INTRODUCTION

Les procédés d'usinage sont parmi les procédés de mise en forme les plus utilisés dans l'industrie pour la fabrication des pièces mécaniques. Leurs applications remontent à plusieurs siècles, mais ils restent toujours en évolution grâce aux progrès technologiques. Le premier objectif des chercheurs dans ce domaine est l'amélioration des techniques de mises en forme à tous les niveaux (machines, outils, matériaux, logiciels, ...) afin d'augmenter la productivité et d'améliorer la qualité de la pièce finie. Pour cela, l'usinage à grande vitesse (UGV) a fait son apparition au sein des ateliers de fabrication puisqu'il permet d'augmenter de manière spectaculaire la productivité. Par contre, les conditions sévères d'enlèvement de matière conduisent à des effets néfastes sur l'intégrité de surface du produit fini d'une part et l'usure de l'outil de coupe d'autre part.

En effet, L'usure de l'outil de la coupe intéresse les chercheurs puisqu'elle influe directement sur la qualité de la pièce finie et sur la productivité. Dans ce contexte, plusieurs travaux expérimentaux et numériques ont été développés afin de maîtriser l'évolution de l'usure de l'outil ainsi que son impact sur l'intégrité de surface. Cependant, la modélisation et la simulation numérique de ce phénomène nécessite plusieurs données (propriétés mécanique et thermique des matériaux, interaction outil-matière, critère de l'usure, ...) à introduire dans un modèle de coupe. Parmi ces données, l'interaction thermomécanique aux interfaces copeau-outil-pièce reste un point très délicat pour les chercheurs puisqu'elle a une influence directe sur l'évolution des efforts et températures et donc sur l'usure des outils [2,3]. Dans ce contexte, plusieurs chercheurs ont élaboré des modèles pour étudier ces paramètres thermomécaniques (coefficient du frottement, coefficient de partage de chaleur et la conductance thermique) [4]. Les travaux développés montrent la dépendance de ces paramètres avec des grandeurs locales à l'interface de deux solides en contact (Vitesse locale de glissement, pression de contact, ...). Pour cela, l'objectif du présent travail est de modéliser convenablement les conditions de contact à l'interface outil-copeau durant la simulation numérique de la coupe orthogonale. Il s'agit d'implémenter des lois thermomécaniques afin d'améliorer l'efficacité du modèle et des simulations numériques de la coupe. Ce dernier sera utilisé par la suite pour simuler l'usure de l'outil de coupe.

## SIMULATION NUMÉRIQUE DE LA COUPE ORTHOGONALE

La première partie de ce travail est consacrée à la modélisation et la simulation numérique de la coupe orthogonale (Fig.1) en utilisant le code de calcul par éléments finis ABAQUS.

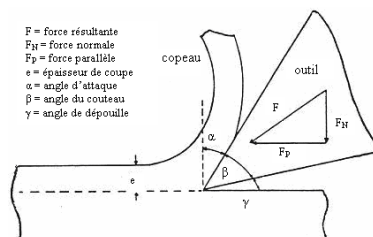


Figure 1: La coupe orthogonale [1].

Le modèle de coupe adopté (Fig.2) est inspiré de celui développé par Mabrouki [4] ainsi que l'étude de l'influence des paramètres thermomécaniques aux interfaces outil-copeau-pièce.

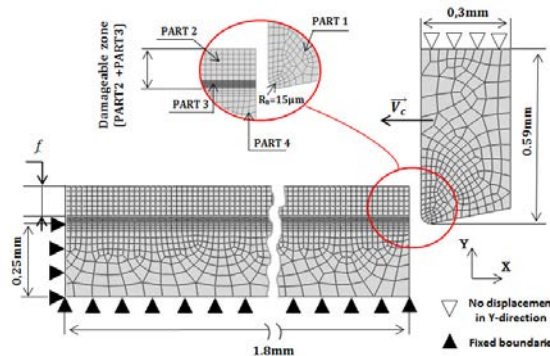


Figure 2: Modèle numérique de coupe orthogonale [6].

## IMPLÉMENTATION DES LOIS THERMOMÉCANIQUES DE CONTACT

Une deuxième partie est consacrée à l'implémentation des lois thermomécaniques à l'interface outil-copeau (coefficient de frottement, coefficient de partage de flux de chaleur et conductance thermique) dans ABAQUS en utilisant des routines utilisateurs. Cela permettra d'étudier l'influence de ces lois sur les résultats numériques (efforts, température, contraintes résiduelles, ...).

L'étude de l'influence de ces paramètres montre leurs effets sur les résultats numériques du modèle (Efforts de coupe, température, copeau, longueur de contact...). En premier lieu, il a été montré que l'élévation du coefficient de frottement engendre une augmentation de l'effort de coupe et une variation de la température à l'interface outil-copeau. De même, il a été vérifié que les paramètres thermiques ont un effet considérable sur la distribution de la température à l'interface du contact. En deuxième partie, les résultats trouvés ne montrent pas une grande influence des lois de frottement sur les grandeurs de sortie du modèle de coupe (effort, température...). Par exemple, la figure suivante (Fig.3) illustre l'évolution de la température de l'outil en fonction de quelques lois de frottement. Une variation de température maximale de 50°C a été trouvée. Une simulation numérique de l'usure de l'outil est envisagée afin de vérifier l'effet des lois de frottement sur l'usure.

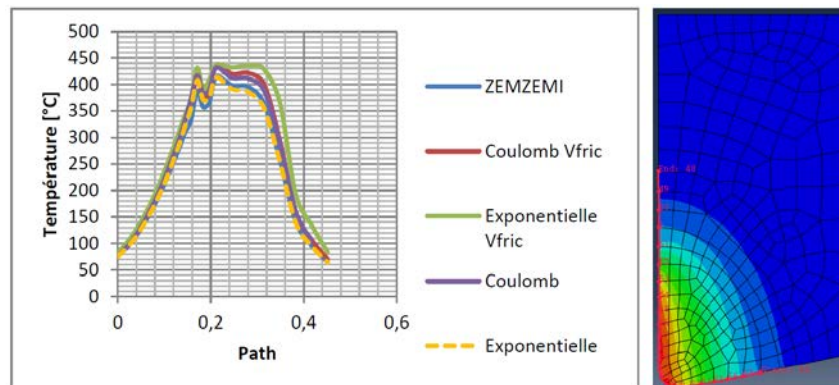


Figure 3: Evolution de la température sur les faces d'attaque et dépouille de l'outil.

## Références

- [1] [http://images.google.fr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Farchimede.bibl.ulaval.ca%2Farchimede%2Ffichiers%2F24626%2F24626\\_1.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Farchimede.bibl.ulaval.ca%2Farchimede%2Ffichiers%2F24626%2Fch02.html&h=277&w=428&tbnid=v62iflG18vG\\_IM%3A&docid=gVCinz24bPVzgM&ei=\\_jP-Vu-nOsjzaO-Ws4gE&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=222&page=1&start=0&ndsp=18&ved=0ahUKEwjvnpSnhe3LAhXIORoKHW\\_LDEEQMwgdKAAwAA](http://images.google.fr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Farchimede.bibl.ulaval.ca%2Farchimede%2Ffichiers%2F24626%2F24626_1.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Farchimede.bibl.ulaval.ca%2Farchimede%2Ffichiers%2F24626%2Fch02.html&h=277&w=428&tbnid=v62iflG18vG_IM%3A&docid=gVCinz24bPVzgM&ei=_jP-Vu-nOsjzaO-Ws4gE&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=222&page=1&start=0&ndsp=18&ved=0ahUKEwjvnpSnhe3LAhXIORoKHW_LDEEQMwgdKAAwAA)
- [2] C Courbon (2011) « Vers une modélisation physique de la coupe des aciers spéciaux : intégration du comportement métallurgique et des phénomènes tribologiques et thermiques aux interfaces », Thèse de l'Université de Lyon, (2011), p.260.
- [3] T. Mabrouki, JF Rigal (2006) « A contribution to a qualitative understanding of thermo-mechanical effects during chip formation in hard turning », *Journal of Materials Processing Technology*, 176, pp. 214–221.
- [4] H. Ben Abdelali (2013) « Caractérisation et modélisation des mécanismes tribologiques aux interfaces outils-pièces-copeaux en usinage à sec de l'acier C45 », Thèse de l'université de Lyon, P. 180.
- [5] T. Mabrouki, F. Girardin, M. Asad, JF Rigal (2008) « Numerical and experimental study of dry cutting for an aeronautic aluminium alloy (A2024-T351) » *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 48, pp. 1187–1197.
- [6] M. Guediche, T. Mabrouki, C. Dnnet, J.M. Bergheau, H. Hamdi (2015) « A new procedure to increase the orthogonal cutting machining time simulated » *Procedia CIRP*, 31, pp. 299–303.