

# Résumé

De nos jours, le contexte de mondialisation des marchés imposent aux industriels des contraintes économiques sans précédent. Afin de rester concurrentiels, ils n'ont d'autre choix que de modifier leur façon de concevoir et d'innover. Les techniques de production sont directement concernées avec par exemple une volonté de réduire les cycles de mise au point visant à définir les paramètres optimaux de mise en forme. On constate alors l'immersion d'un besoin fort en moyens de support, flexibles et prédictifs, permettant de limiter les campagnes d'essais et de faciliter leur exploitation. La simulation numérique se présente comme un outil pouvant répondre à ces critères.

Ce travail s'est inscrit dans une démarche d'amélioration de la modélisation et de la simulation des opérations d'usinage, et à une échelle plus locale, de la modélisation de la coupe des métaux. Il aborde donc un problème complexe, fortement couplé, faisant intervenir mécanique, thermique, tribologie et métallurgie dans des conditions extrêmes.

Une première partie expérimentale s'est donc orientée vers une compréhension plus fine des mécanismes de coupe mis en jeu en usinage d'un C45 normalisé et d'un 42CrMo4 trempé revenu. Elle a notamment permis de mettre en évidence, dans les zones de déformation intense, des affinements de grain conséquents, produits par l'activation d'un processus de recristallisation dynamique (DRX). L'inspection des zones de contact outil-matière a également montré les fortes hétérogénéités de contact existantes à l'interface outil-copeau et révélant la formation d'une résistance thermique de contact.

Une étude rhéologique des deux nuances s'est appuyée sur des essais de compression dynamique. Menée à haute déformation, elle a permis de reproduire les évolutions microstructurales observées en coupe et d'appréhender leur influence sur la limite d'écoulement des matériaux. Deux modèles de comportement "à base métallurgique" ont été identifiés, présentant une retranscription plus fidèle que les modèles phénoménologiques standards.

Des essais tribologiques dédiés ont permis d'extraire des modèles de contact capables de reproduire les phénomènes locaux existants à l'interface outil-matière. L'accent s'est principalement porté sur la thermique de contact au travers de lois de partage variables intégrant la notion de résistance thermique.

L'intégralité de ces modèles a enfin été implémentée dans le code de calcul Abaqus<sup>®</sup> grâce à des développements spécifiques. Une stratégie de modélisation a été mise en place autour d'un modèle de coupe 2D afin de restituer les tendances majeures observées lors de la coupe d'aciers spéciaux. L'association de modèles 2D et 3D à copeau continu, de modèles à copeau segmenté ainsi que de simulations thermiques découplées présente un fort potentiel permettant, à terme, de modéliser une opération d'usinage dans sa globalité.

**MOTS CLÉS:** Simulation, coupe, résistance thermique de contact, recristallisation dynamique, modèles de comportement, modèles de contact, identification, compression.