

Proposition de thèse 2021

Bourse régionale Bourgogne Franche-Comté

Usinage sous assistance CO₂ supercritique :

Etudes expérimentales et simulations numériques

Contexte :

L'industrie de l'usinage est en permanence à la recherche de nouvelles solutions pour augmenter la productivité et la qualité de ses produits finis dans le respect des normes environnementales. L'assistance à l'usinage est un des moyens les plus efficaces, elle permet d'augmenter les débits copeaux tout en conservant et améliorant l'intégrité des arêtes de coupe. L'utilisation traditionnelle de fluides de coupe (huiles solubles et huiles entières) a un impact néfaste sur l'environnement et le coût du procédé (recyclage, nettoyage...). Les normes environnementales européennes (REACH) prévoient une restriction de ces produits pétroliers pour protéger avant tout la santé des opérateurs ainsi que l'environnement. Des solutions respectueuses de l'environnement dites « green manufacturing » telles que l'assistance à l'azote liquide (L-N₂) permettent de répondre aux sollicitations thermiques, mais sans apporter de solution de lubrification suffisante. Le CO₂ à l'état liquide (L-CO₂) et supercritique (Sc-CO₂) sont également des assistances émergentes, qui semblent pouvoir mieux répondre aux besoins de refroidissement et de lubrification de la coupe. Des premiers essais avec utilisation du Sc-CO₂ ont montré qu'il était possible de doubler les débits copeaux tout en multipliant par six la durée de vie de l'outil de coupe. Les services de veille technologique des fabricants de structures et de moteurs aéronautiques s'intéressent fortement à ces développements pour l'usinage de leurs matériaux réfractaires. Les performances des premières observations lors de l'utilisation du Sc-CO₂ restent cependant à exploiter et à définir.



Fraise à plaquette WC conçu pour l'assistance cryogénique (LaBoMaP&Iscar),
Thèse J. Merzouki (19 juin 2018)

Cette thèse s'inscrit dans le cadre plus global d'un projet de l'Institut Carnot Arts en collaboration avec plusieurs partenaires académiques (3 thèses et 1 postdoc) et industriels dont le budget s'élève à 1,2 million d'euros.

L'objectif principal de cette thèse est de lever les verrous technologiques et scientifiques de l'assistance à l'usinage par Sc-CO₂ en étudiant l'identification des mécanismes de coupe, les phénomènes tribologiques aux interfaces outil/pièce et

l'interaction entre la matière et le fluide supercritique. Le but de cette thèse est de comprendre les phénomènes physiques mis en jeu afin d'optimiser les paramètres du procédé. Les données collectées permettront en plus de l'apport scientifique, de quantifier et comparer les gains sur l'environnement, la santé des opérateurs et la rentabilité économique.

L'étude sera réalisée sur des alliages de titane et se déroulera en deux étapes :

- Identification des mécanismes de coupe : des études expérimentales seront réalisées afin de définir l'effet du refroidissement intense de la zone de coupe primaire, quantifier l'influence de l'usinage sous Sc-CO₂ sur l'intégrité de surface de ces pièces et l'impact sur leur tenue en fatigue. Des simulations numériques par éléments finis seront également développées. Elles permettront d'estimer objectivement les effets qui seront quantifiés par des essais expérimentaux sous L-CO₂ et Sc-CO₂.
- Etude des mécanismes de coupe et tribologie de l'interface outil/pièce : les performances de l'assistance cryogénique Sc-CO₂ ne sont optimales qu'avec un débit minimal de lubrification. Les effets du Sc-CO₂ pur et l'efficacité du lubrifiant en solution ont été très peu étudiés. Des campagnes expérimentales sur tribomètre seront donc aussi réalisées pour alimenter les modèles d'usure. Une quantification de ces modes d'usure et de dégradation des outils sera envisagée afin d'alimenter les modèles des mécanismes de coupe.

Profil recherché :

Le (la) candidat(e) recruté(e) devra être titulaire d'un diplôme de Master Recherche ou équivalent dans une filière à dominante Génie Mécanique. Il (elle) devra posséder de bonnes compétences en modélisation numérique (calcul par éléments finis / programmation) et un goût prononcé pour l'expérimentation.

Durée : trois ans à partir de septembre 2021

Laboratoire d'accueil : LaBoMaP, ENSAM de Cluny

Financement : bourse régionale Bourgogne Franche-Comté

Rémunération : 106 k€/3 ans

Contacts : Gérard Poulachon, gerard.poulachon@ensam.eu

Hélène Birembaux, helene.birembaux@ensam.eu

Frédéric Rossi, frederic.rossi@ensam.eu

