

## AVIS DE SOUTENANCE

**Issam BENCHEIKH**

**Mécanique et Énergétique**

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

---

**Simulation multi-étapes de l'usure des outils de coupe revêtus par une modélisation XFEM/Level-set**

---

**Dirigés par monsieur Mohammed NOUARI**

Soutenance prévue le **vendredi 22 Juin 2018 à 09h30**

Lieu : **Institut Supérieur d'Ingénierie de la Conception InSIC**, 27 rue d'hellieule F-88100  
Saint Dié des Vosges, salle **amphithéâtre 101**

**Devant le jury composé de :**

<b>Mme. Katia MOCELLIN</b>	Maître de recherche HDR, Laboratoire CEMEF, Mines de ParisTech	Rapporteur
<b>M. Olivier CAHUC</b>	Professeur, Laboratoire I2M, Université de Bordeaux	Rapporteur
<b>Mme. Céline BOUBY</b>	Maître de conférences, Laboratoire LEM3, Université de Lorraine	Examineur
<b>M. José OUTEIRO</b>	Maître de conférences HDR, Laboratoire LaBoMaP, Arts et Métier ParisTech	Examineur
<b>M. Dominique KNITTEL</b>	Professeur, Laboratoire LEM3, Université de Strasbourg	Examineur
<b>M. Mohammed NOUARI</b>	Professeur, Directeur de la recherche InSIC, Université de Lorraine	Directeur de thèse
<b>M. François BILTERYST</b>	Maître assistant, Laboratoire LEM3, Université de Lorraine	Examineur
<b>M. Sébastien DEZECOT</b>	Ingénieur Docteur, Responsable R&D, Evatec-tools	Invité

## Résumé

Lors de l'opération d'usinage à grande vitesse, la résistance à l'usure des outils de coupe est améliorée par l'utilisation des revêtements mono ou multicouches sur les faces actives de l'outil. Cependant, le chargement thermomécanique généré à l'interface outil-pièce affecte considérablement les zones de contact. Par cet effet, plusieurs modes d'usure tels que la fissuration, l'abrasion, l'adhésion et le délaminage du revêtement peuvent se manifester. L'étude du comportement des revêtements et de leurs différents modes de dégradation permet de mieux comprendre leur impact sur la durée de vie de l'outil et ainsi optimiser le procédé d'usinage. Dans ce travail de thèse, une approche numérique multi-étapes a été proposée pour prédire l'usure des outils de coupe revêtus. Cette approche est composée par trois principales étapes. La première consiste à effectuer une simulation éléments finis de l'usinage pour une courte durée (jusqu'à la stabilisation du chargement à l'interface outil/pièce). La deuxième étape consiste à récupérer ce chargement et de l'utiliser comme une entrée du modèle XFEM/Level-set. Ce dernier permet d'analyser le comportement des couches de revêtement sans recours à un maillage conforme aux interfaces. Par conséquent, la distorsion du maillage est évitée lorsque le profil d'outil usé est mis à jour, ainsi que le temps de calcul CPU est drastiquement réduit. La dernière étape de cette approche consiste à calculer le taux d'usure et ainsi prédire le déplacement des nœuds de l'outil de coupe affectés par l'usure. Les essais expérimentaux ont permis d'une part d'identifier les paramètres de contact outil/pièce, et d'autre part de valider l'approche proposée.

**Mots clés:** Usinage, Revêtement, eXtended Finite Element Method, Level set, Usure, Comportement thermomécanique transitoire.

## Abstract

In high speed machining, wear resistance of the cutting tools is improved by depositing single or multilayered coatings on their surface. However, the thermomechanical loading generated at the tool-workpiece interface greatly affects the contact zones. For this purpose, several wear modes such as cracking, abrasion, adhesion and delamination of the coating can be occurred. The study of the coatings behavior and their different degradation modes lead to better understanding of their impact on the tool life and machining process under optimal conditions. In this PhD thesis work, a multi-step numerical approach has been proposed to predict wear of the coated cutting tools. This approach involves three main steps. The first is to perform a finite element simulation of the orthogonal cutting for a short time (until the loading stabilization at the tool/workpiece interface). The second step is to recover this loading and use it as an input for the XFEM/Level-set model. The latter allow to take into account the coating layers presence without any need of mesh conforming to the interfaces. As a result, the mesh distortion is avoided when the worn tool profile is updated, as well as the CPU calculation time is drastically reduced. The final step of this approach is to convert the wear rate equation into a nodal displacement, thus representing the cutting tool wear. Based on the experimental tests, a procedure for identifying tool/workpiece contact parameters, and for calibrating the wear equation for each coating layer has been proposed. Experimental trials have been also used to validate the proposed approach.

**Keywords:** Machining, Coating, eXtended Finite Element Method, Level set, Wear, Transient thermomechanical behavior.