



Université Lille Nord de France  
Pôle de Recherche  
et d'Enseignement Supérieur

## Ecole doctorale régionale Sciences Pour l'Ingénieur Lille Nord-de-France - 072



**Titre :** Vers la maîtrise objective de conditions de contact frottant à grande vitesse

**Financement prévu :** demande de financement MRES en cours

**Cofinancement éventuel :**

**(Co)-Directeur de thèse :** L. Dubar

**E-mail :** laurent.dubar@univ-valenciennes.fr

**Co-directeur de thèse :**

**E-mail :**

**Laboratoire :** TEMPO – EA 4542

**Equipe :** Matériaux, Surfaces et Mise en forme (MSM)

### **Descriptif :**

#### **Contexte**

Ce sujet s'inscrit dans les activités du CISIT CPER 2007-2013, task 2.1 - Reliable And Safe Materials And Structures, subtask 1 - Coupling materials and processes.

L'usinage est un procédé de mise en forme par enlèvement de matière destinée à conférer à une pièce des dimensions et un état de surface situés dans une fourchette de tolérance donnée. Les remarquables avancées dans les revêtements des outils et les lubrifiants ont permis d'accroître considérablement les vitesses de coupe tout en améliorant la qualité des surfaces usinées. Après l'usinage conventionnel puis numérique, est apparu l'usinage à grande vitesse (UGV). Comme toute autre technique de production, l'UGV est soumis à de fortes contraintes économiques et écologiques. L'objectif des entreprises étant d'être compétitives en termes de qualité, coût et délais, les industriels ont désormais besoin d'exploiter au mieux les capacités de leurs moyens de production. L'optimisation du processus de la coupe doit permettre d'augmenter la productivité, de diminuer l'usure des outils, d'usiner écologiquement en limitant la quantité des fluides de coupe et de maîtriser l'état résiduel des contraintes dans la pièce.

Les modélisations théoriques et les simulations numériques de la coupe des métaux restent aujourd'hui insuffisantes et l'optimisation des procédés passe donc souvent par une démarche empirique basée sur le savoir-faire. Le souhait actuel des industriels est d'utiliser au maximum les outils numériques pour aboutir à une optimisation rationnelle des procédés d'usinage.

#### **Description du sujet**

Actuellement, la plupart des modèles numériques de l'usinage utilisent une relation de type Coulomb pour décrire les phénomènes de frottement à l'interface outil-copeau. Cependant à la pointe de l'outil, les cissions de frottement sont supérieures à la contrainte d'écoulement en cisaillement du matériau, celle-ci représentant la limite de validité de la loi de Coulomb.

A la pointe de l'outil et sur la face de coupe, les fortes pressions d'une part, et les grandes vitesses de glissement d'autre part, activent des phénomènes physiques tout à fait spécifiques : création de couches blanches, usure par diffusion...

Le travail sera axé sur la compréhension de ces phénomènes physiques et de leur implication sur le comportement thermomécanique de l'interface outil/copeau. Pour cela, TEMPO dispose de plateformes de

tribométries à grande vitesse et à haute température [1-2]. Celles-ci permettent d'obtenir des données expérimentales de contact représentatives de l'UGV. Ces données seront de plusieurs types : coefficient de frottement, profil et composition chimique de faciès frottés, métallurgie au voisinage des surfaces. Ces données seront obtenues sur un ensemble de cas d'études défini en collaboration avec les partenaires du projet : *I2M Bordeaux*, *LMPF Châlons-en-Champagne*, *M2P Lille (Arts et Métiers ParisTech)*.

Les données issues des plateformes TEMPO permettront d'optimiser la modélisation numérique de l'UGV. Celle-ci sera validée par des essais à échelle 1 sur machine de coupe instrumentée. La modélisation du procédé de coupe s'appuiera aussi sur la caractérisation de sa signature par une analyse multi échelle macro-méso-micro des surfaces de contacts Outil/Pièce (Plate-forme d'analyse Multi échelle Arts et Métiers ParisTech). Cette analyse sera confrontée à la simulation DEM utilisée ici comme outil de diagnostic et d'analyse expérimentale des essais d'usinage instrumenté (PTF I2M).

Une fois la modélisation numérique de l'UGV validée, la seconde partie du sujet placera le focus sur les zones les plus fortement sollicitées. Celles-ci seront étudiées localement, à l'échelle mésoscopique, en appliquant des méthodes de type calcul par éléments discrets. Les résultats obtenus seront corrélés aux observations multiphysiques réalisées suite aux divers essais expérimentaux. Des outils tels que la qualification des surfaces par ondelettes permettront de relier la topographie des surfaces et leur performance tribologique.

Au final, cette étude se déroulant suivant deux axes, à l'échelle macroscopique d'une part, et mésoscopique d'autre part, l'ensemble des résultats permettra d'aller vers une maîtrise objective de la configuration de coupe en UGV.

#### **Bibliographie :**

- [1] J. Brocail (2009) Analyse expérimentale et numérique du contact à l'interface outil-copeau lors de l'usinage à grand vitesse des métaux. Thèse de Doctorat. UVHC
- [2] D. Meresse (2011) Analyse thermomécanique du contact glissant à grande vitesse. Thèse de Doctorat. UVHC

#### **Profil du candidat :**

Le candidat recruté devra être diplômé d'un master, ou d'une école d'ingénieur, spécialisé en mécanique ou ingénierie mécanique. Il devra posséder des compétences en simulation numérique et en thermique.

Des connaissances en procédé de mises en forme sont souhaitables mais pas nécessaires.

La maîtrise de l'anglais est fortement recommandée.