

Réponses aux rapporteurs de l'article

« Etude expérimentale de l'usinage du Ti6Al4V sous assistance CO₂ supercritique »,

Koffi S. KOULEKPA(a), Hélène ELIAS-BIREMBAUX(a), Frédéric ROSSI(a), Gérard POULACHON(a)

(a) Arts et Metiers Institute of Technology, LaBoMaP, Université Bourgogne Franche-Comté, HESAM Université, F-71250 Cluny, France

- Les questions et remarques des rapporteurs sont rappelées en noir
- Les réponses, explications et modifications apportées sont mentionnées en vert.

Relecteur 1 :

Cette article présente des essais réalisés en fraisage avec un nouveau fluide de coupe qui est le CO₂ supercritique. Une comparaison est faite avec une lubrification classique par émulsion. Le texte est bien écrit, et les résultats très intéressants. Quelques corrections doivent néanmoins être faites :

- Dans le résumé le CO₂ supercritique est annoncé comme plus performant que d'autres fluides de coupe, cette affirmation doit être justifiée par des références bibliographiques.

→ Les références bibliographiques sont détaillées dans la section 2 plutôt que dans le résumé, car il est recommandé de ne pas mettre de références bibliographiques dans un résumé. Toutefois la première phrase du résumé a été réécrite pour éviter cette assertion dans le résumé.

- Dans l'introduction « L'utilisation de gaz cryogéniques, typiquement l'azote Liquide » est-ce de l'azote gazeux ou liquide ?

→ A l'état liquide à la sortie car plus refroidissant qu'à l'état gazeux

- Pour une meilleure comparaison, il serait intéressant de représenter les graphes a et b de la figure 4 avec les mêmes ordonnées.

→ Graphes retracés avec les mêmes ordonnées (figure 4). Les deux graphes ont été séparés pour éviter l'encombrement des graphes entre 0 et 5 min, empêchant une bonne lecture

Relecteur 2 :

L'article porte sur l'étude de l'usure des outils en usinage du Ti64 lorsque l'assistance supercritique est utilisée.

Dans la partie présentation du dispositif expérimental : les auteurs précisent que deux types d'entrée de la dent sont testés : une entrée progressive et une entrée plus sévère. L'entrée progressive se fait par une utilisation d'un engagement radial égal au diamètre de l'outil. Or dans ces conditions, les études montrent que la durée de vie en usinage du titane est souvent impactée significativement.

Pourquoi ce choix ? Un engagement plus faible (2/3 de D) aurait permis de réduire cet effet.

→ L'entrée progressive a été choisie afin d'éviter les écaillages produits par l'entrée directe. Cette entrée progressive se fait effectivement avec un $a_e = 15$ mm, ce qui fait un engagement radial de 2/3 (D = 25 mm).

Sur la figure 5, je ne comprends pas où a été mesurée l'usure ? Est-ce à la limite de ap ?

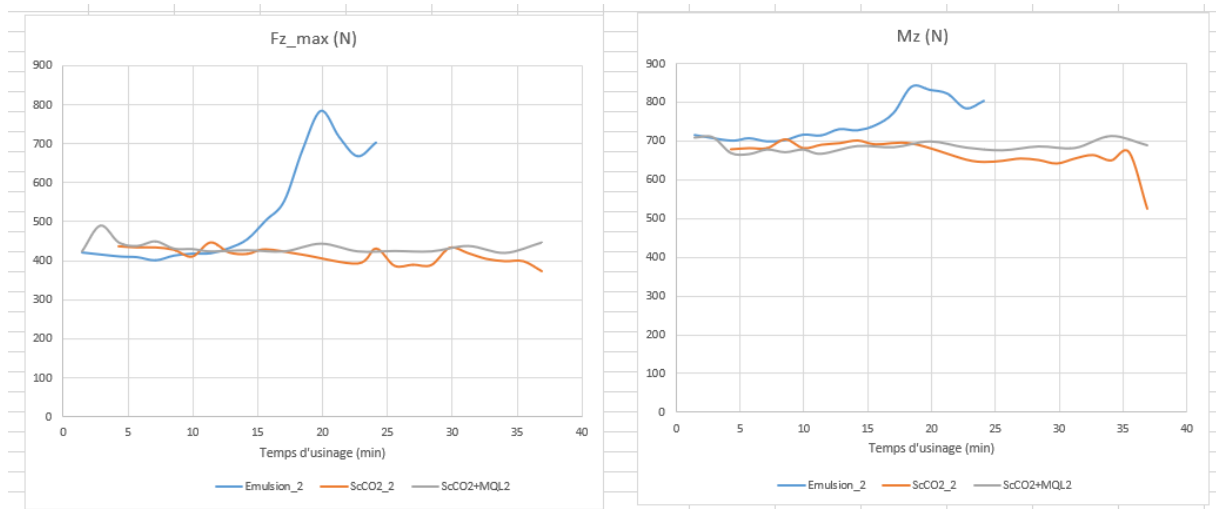
→ Pour tous les essais, c'est l'usure en dépouille maximale V_{Bmax} qui a été mesurée. Les corrections sont faites dans le document (paragraphe 3.3, début 4.1, figure 4 et 5)

A la lecture du document, on se demande pourquoi les auteurs n'ont pas testé l'assistance MQL seule ? Peut-être qu'une comparaison avec l'émulsion n'est pas appropriée ?

- ➔ Le choix a été fait de comparer le CO₂ supercritique à l'état de l'art industriel actuel, c'est-à-dire l'émulsion, dans le but d'aller vers une élimination de ces huiles synthétiques et vers plus de performances.

Figure 6 : il s'agit d'une plaquette cylindrique (RPHT). Pourquoi ne pas considérer les efforts axiaux (axe Z de la figure) ?

- ➔ Pour la comparaison des efforts, la même tendance est observée, même si l'on utilise les efforts axiaux Fz ou les couples Mz, comme montré sur la figure ci-après. C'est pourquoi la résultante dans le plan a été choisie.



Concernant l'analyse des efforts de coupe (section 4), les valeurs affichées correspondent à celles obtenues lors de quel essai ? Avec l'entrée progressive ?

- ➔ Oui les résultats en efforts correspondent à l'entrée progressive. Cela a été corrigé/précisé dans la première phrase de la section 4.2.

Si on s'en réfère aux essais d'usure, l'usure apparaît à 8 min et augmente fortement. Cependant, sur les efforts, cette évolution brutale apparaît uniquement à 15 min. Peut-être faudrait-il développer ces liens pour compléter cette publication.

- ➔ Cela pourrait s'expliquer par le fait que l'évolution stochastique de l'outil changerait localement l'angle de coupe comme un auto-affûtage; ce qui ferait que l'outil « usinerait mieux » (forces plus faibles que prévu), malgré l'usure grandissante. Ce décalage s'observe aussi lors de la comparaison des autres forces (exemples des graphes ci-dessus).
- ➔ Cette hypothèse a été rajoutée à la section 4.2. Elle aurait pu être vérifiée dans le cas d'essais répétitifs