

Proposition de sujet de thèse – PhD position offer

Etude de l'effet des paramètres opératoires de coupe en fraisage de finition du TA6V sur l'impact thermomécanique de la pièce en usinage – dans un objectif de prédiction du comportement en fatigue de la pièce en service

Study of the effects of cutting parameters during TA6V finish milling on thermomechanical effect of the machined part – with the goal to predict the fatigue behavior of the part in service

Contacts :

Gérard Poulachon : gerard.poulachon@ensam.eu

Emeric Noirot Nerin : emeric.noirot-nerin@airbus.com

Mots clés : TA6V, Fraisage finition, Intégrité de surface, Chargement thermomécanique

Key words: TA6V, Finish Milling, Surface Integrity, Thermomechanical Load

Contexte

« Depuis le lancement du programme A350 d'Airbus, le département d'ingénierie d'Airbus a établi une norme de cadrage des paramètres de fabrication. Dans le cas de l'usinage des métaux, certains paramètres dits « clés » du procédé ont vu leur plage de fonctionnement être préconisée puis imposée, afin d'assurer leur traçabilité et leur conformité en interne Airbus, ainsi que chez l'ensemble des fournisseurs. Dans un contexte actuel de montée en cadence, les limitations sur les vitesses de coupe – jusqu'ici imposées dans la norme – ont besoin d'être challengées. Dans ce cadre, un lien démontré entre paramètres d'usinage et résultante pendant le procédé tels que les chargements thermomécaniques du matériau in-situ, l'intégrité de surface obtenue et la tenue en fatigue de la pièce sont particulièrement intéressantes. Une précédente thèse (MOU_2013) a déjà permis d'initier le sujet en mettant en relation les paramètres usinage, l'intégrité de surface, et le comportement en fatigue, permettant notamment d'exclure les effets de l'opération d'ébauche sur la tenue en fatigue. Qu'en est-il donc en finition ? Peut-on lier ces liens causaux quantitativement ? Dans quelle mesure la signature de la dernière passe vient-elle affecter la durée de vie en fatigue [BRI_2013], [BRI_2018] ? Comment réguler cette dernière passe ?



La thèse aura donc pour objectif d'analyser et tenter de corréliser étape par étape les paramètres d'usinage de l'opération de **fraisage en finition de l'alliage de titane (Ti6Al4V)** avec les résultantes thermomécaniques sur pièce en usinage. Ceci dans un objectif global d'assurer une qualification du procédé en rapport avec le comportement en fatigue de la pièce usinée. Le candidat s'appuiera sur les travaux développés par Airbus Helicopters [CHO_2014] sur l'incidence de la géométrie de l'outil de coupe en tournage sur le comportement en fatigue de la pièce, ainsi que sur la méthode de modélisation de l'outil par une source thermomécanique équivalente développée par [VAL_2008] et adaptée par [MON_2012], [VAN_2015], [BAI_2016] et [GIR_2017] sur des cas d'applications industrielles en tournage et rabotage.

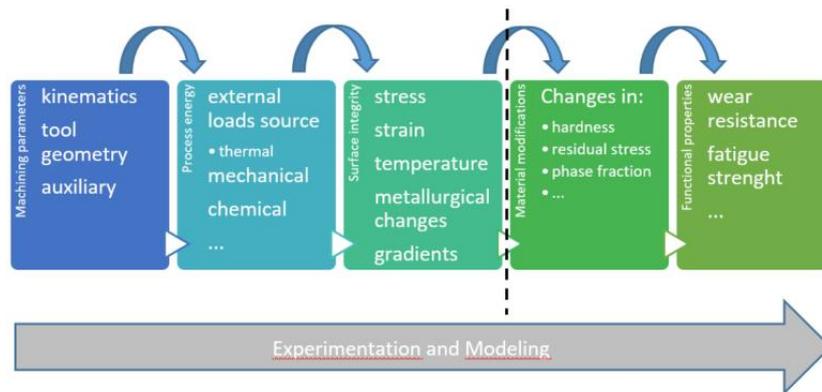
Context

"Since the launch of the Airbus A350 program, the Airbus engineering department has established a standard for machining parameters. In the case of metal machining, certain so-called "key" parameters of the process have seen their operating range be recommended and then imposed, in order to ensure their traceability and conformity, internally by Airbus as well as by all their suppliers. In a current context of ramping up, the limitations on cutting speeds - hitherto imposed in the standard - need to be challenged. In this context, a demonstrated link between machining parameters and resulting process such as the thermomechanical loading during machining, the surface integrity obtained and the fatigue resistance of the part are particularly interesting. A previous thesis [MOU_2013] has already permit to release the rough machining conditions, since these ones are not involved in the fatigue behavior. But what about finishing operation? How does the signature of the last cutting sequence affect the thermomechanical loading and such the fatigue life [BRI_2014], [BRI_2018]? And how to manage it? "

The aim of the thesis will therefore be to analyze the machining parameters of the finish milling operation of the titanium alloy (Ti6Al4V) that would impact the thermomechanical loading while milling. This work in a constant focus to ensure a process qualification regarding the fatigue behavior of the machined part. Such work is to be based on the one developed by Airbus Helicopters [CHO_2014] on the impact of the tool geometry on the fatigue behavior of the workpiece, as well as on the method of modeling the cutting tool by an equivalent thermomechanical source developed by [VAL_2008] and adapted by [MON_2012], [VAN_2015], [BAI_2016] and [GIR_2017] on cases studies of industrial applications in turning and planing.

Projet de recherche

L'objectif général de ces travaux de recherche est de trouver la chaîne des liens causaux entre toutes les briques indiquées sur le synoptique ci-dessous. Cet objectif étant très ambitieux, seulement dans un premier temps il est prévu d'étudier avec précision les trois premières briques lors de ces travaux de thèse. Les deux dernières feront également l'objet de travaux scientifiques de manière simultanée.



Pour l'étude proposée, le candidat s'attachera à mener une recherche bibliographique basée sur l'incidence d'une intégrité de surface donnée *—résultante des conditions opératoires de coupe—* sur la tenue en fatigue des pièces visées. Un état de l'art des conditions industrielles d'usinage sera aussi établi.

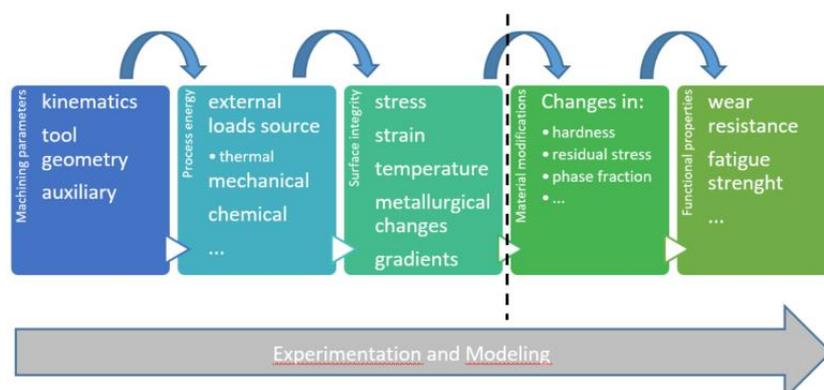
Considérant le lien a priori entre chargement thermomécanique et fatigue, les recherches porteront sur l'expérimentation et la modélisation des liens causaux entre les paramètres d'usinage des outils de finition existants chez Airbus ou sur le marché, les résultantes énergétiques a priori thermomécaniques qui apparaissent en procédé, et l'intégrité de surface. Le candidat s'attachera ainsi à la recherche de critères de fabrication prépondérants sur une intégrité de surface apportant une meilleure tenue en fatigue, ainsi que leur applicabilité en milieu industriel.

Le cœur scientifique de ces travaux réside dans la mise en place d'expérimentations instrumentées dans le but de mettre en évidence tous les changements que pourrait subir la surface et la sous-surface. Les différentes intégrités de surface ainsi obtenues à l'issue de ces travaux constitueraient une banque de données dans le but d'étudier la tenue à la fatigue et la résistance à l'usure par la suite (briques 4 et 5).

La détermination du chargement thermomécanique imposé par le passage de l'arête de coupe nécessite une instrumentation fine et synchronisée en effort et en température (pièce et outil). La technique de la corrélation d'image (DIC) sera également associée à ces campagnes d'essais dont le but est la mise en évidence de la zone affectée par le chargement local thermomécanique [BAI_2012]. L'intégrité de surface obtenue devra vérifier les contraintes imposées par AIRBUS.

Research project

The general objective of this research is to find the chain of causal links between all the bricks indicated on the synopsis below. This objective being very ambitious, only initially it is planned to study with precision the first three bricks during these works thesis. The last two will also be the subject of scientific work simultaneously.



For the proposed study, the candidate will carry out a state of the art based on the incidence of a given surface integrity - *resulting from the cutting conditions* - on the fatigue strength of the concerned parts. A state of the art of industrial machining conditions will also be established.

Considering the a priori link between thermomechanical loading and fatigue, the research will focus on the experimentation and the modeling of the causal links between the parameters of machining / finishing tools existing at Airbus or on the market, the thermomechanical resultant which appear during process, and in process induced surface integrity. The candidate will thus focus his/her research on predominant manufacturing criteria on a surface integrity bringing a better resistance to fatigue, as well as their applicability in an industrial environment.

The scientific core of this work lies in the implementation of instrumented experiments in order to highlight any changes that may occur on the surface and sub-surface. The different integrity surface that could be obtained at the end of this work would constitute a database for the purpose of studying fatigue resistance and wear resistance thereafter.

The determination of the thermomechanical loading imposed by the passage of the cutting edge requires fine and synchronized instrumentation in mechanical force and temperature (part and tool). The digital image correlation technique (DIC) will also be associated with these test campaigns whose purpose is to highlight the area affected by the thermomechanical local load [BAI_2012]. The memory effect of the rough operation on the finish operation will also be studied. The obtained surface integrity will have to check the constraints imposed by AIRBUS standard.

Candidat

Ce travail de thèse consiste au développement de méthodologies expérimentales permettant de vérifier l'intégrité de surfaces de pièces aéronautiques suite à une opération de finition en fraisage. Le développement de moyens expérimentaux permettant de connaître le chargement thermo-mécanique imposé à la pièce est envisagé. Le candidat recherché doit en conséquence posséder de bonnes compétences en calcul scientifique, en instrumentation expérimentale et en science des matériaux. Il devra faire preuve également de facilité en manipulation expérimentale, notamment en usinage, mais aussi en essais mécaniques et en caractérisation des matériaux.

Localisation

Ces travaux de thèse se dérouleront dans les locaux du LaBoMaP et du LAMPA d'Arts et Métiers.

Financement

2 700 € brut par mois

Participation variable sur objectifs : jusqu'à 12% (~3900 €/an)

Comité d'Etablissement : entre 20 et 50% de subventions sur les congés, avion, etc.

Chèque vacances

Date de démarrage

1 décembre 2018

Conditions de candidature

Envoyer CV et lettre de motivation à Gérard Poulachon (gerard.poulachon@ensam.eu) et Emeric Noirot Nerin (emeric.noirot-nerin@airbus.com).

Candidate

This thesis work consists in the development of experimental methodologies to check the integrity of aeronautical parts surfaces following a finishing operation in milling. The development of experimental means making it possible to know the thermomechanical loading imposed on the part is envisaged. The successful candidate must therefore have good knowledges in scientific computing, experimental instrumentation and materials science. He will also have to demonstrate ease in experimental manipulation, especially in machining, but also in mechanical tests and characterization of materials.

Location

This PhD work will be conducted in LaBoMaP and LAMPA-Arts et Métiers.

Fundings

Gross salary 2 700 € per month

Variable participation on objectives: up to 12% (~ 3900 € / year)

Establishment committee: between 20 and 50% of subsidies on holidays, plane, etc.

Vacation check

Start date

December 1st, 2018

Recruitment conditions

Send a CV and a covering letter to Gérard Poulachon (gerard.poulachon@ensam.eu) and Emeric Noirot Nerin (emeric.noirot-nerin@airbus.com).

References

[MOU_2013] : Kamel Moussaoui, Influence de l'usinage sur la durée de vie en fatigue de pièces aéronautiques en alliage de titane, thèse soutenue le 26 juin 2013 à l'Université de Toulouse. <https://www.theses.fr/2013TOU30114>

[CHO_2014] Vincent Chomienne, thèse : Etude de l'influence de l'intégrité de surface en tournage de l'acier 15-5PH sur la tenue en fatigue en flexion rotative, <http://theses.insa-lyon.fr/publication/2014ISAL0105/these.pdf>

[BRI_20187] E. Brinksmeier, D. Meyer, C. Heinzl, T. Lübben, J. Sölter, L. Langenhorst, F. Frerichs, J. Kämmler, E. Kohls, S. Kuschel, Process Signatures-The missing link to predict surface integrity in machining. 4th CIRP Conference on Surface Integrity (CSI2018).

[BRI_2014] Ekkard Brinksmeier, Fritz Klocke, Don A. Lucca, Jens Sölter, Daniel Meyer, Process Signatures – a new approach to solve the inverse surface integrity problem in machining processes. 2nd CIRP Conference on Surface Integrity (CSI), Procedia CIRP 13 (2014) 429 – 434.

[VAL_2008] Frédéric Valiorgue, thèse : Simulation des processus de génération de contraintes résiduelles en tournage du 316L. Nouvelle approche numérique et expérimentale, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00359196/document>

[MON_2012] Alexandre Mondelin, Modélisation de l'intégrité des surfaces usinées : Application au cas du tournage finition de l'acier inoxydable 15-5PH, http://bibli.ec-lyon.fr/exl-doc/TH_T2314_amondelin.pdf

[GIR_2017] Mathieu Girinon, Développement d'un modèle numérique sur l'étude de l'intégrité des surfaces en perçage http://bibli.ec-lyon.fr/exl-doc/TH_ENISE_mgirinon.pdf

[VAN_2015] Alexis Van Robaeys, Etude expérimentale et numérique du faïençage thermique en rectification du 32CrMoV13 nitruré, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01524528/document>

[BAI_2016] Thomas Baizeau, Développements expérimentaux et numériques pour la caractérisation des champs cinématiques de la coupe de l'acier 100 CrMo 7 durci pour la prédiction de l'intégrité de surface, <http://www.theses.fr/2016ENAM0054>

