
Mesure de la déformation des pièces pendant l'usinage à l'aide de la Corrélation d'Images Numériques

Hélène Chanal*¹

¹Institut Pascal – CNRS : UMR6602, ubp, SIGMA Clermont – 24 avenue des Landais 63171 Aubiere Cedex, France

Résumé

Dans le secteur aéronautique, la maîtrise de la qualité de fabrication des pièces est une problématique industrielle primordiale. En raison des propriétés mécaniques à satisfaire, les pièces brutes utilisées sont produites à partir de procédés de forgeage, de matriçage ou de laminage, ainsi que de traitements thermiques. Ces opérations induisent des contraintes résiduelles au sein du matériau. L'enlèvement de matière lié à l'usinage génère une réorganisation de ces contraintes entraînant une déformation de la pièce pendant l'usinage et après débridage. Il en résulte une non-maîtrise de la qualité géométrique des pièces produites, pouvant être de plusieurs millimètres, nécessitant des opérations de reprises.

Aujourd'hui, la plupart des travaux de la littérature abordent cette problématique via (i) la caractérisation de l'état initial des contraintes résiduelles au sein du brut et (ii) la mise en œuvre de modèles numériques permettant de prédire leur réorganisation pendant l'usinage, ainsi que la réponse élastique de la pièce. Ainsi, la démarche scientifique repose sur le développement de modèles numériques plus ou moins complexes pour maîtriser la déformation des pièces pendant et après l'usinage. Toutefois, pour identifier et valider les modèles développés, il est nécessaire de mettre en place une observation *on-machine* fine du comportement de la pièce pendant l'usinage et après débridage. Cette problématique nous a amené à développer des méthodes de mesure de la déformation de la pièce par Corrélation d'Images Numériques (CIN) et Stéréo-CIN. Cet exposé résume les travaux que nous avons réalisés ces dernières années notamment dans trois projets (FUI OFELIA (2011-2014), ANR SimpAERO (2016-2020), ANR IMaDe (2019-2024)).

Dans l'exposé, les enjeux, les méthodes et les résultats de ces trois projets autour de la mesure des déformations des pièces usinées par CIN sont présentés. Les premiers travaux de recherche se sont concentrés sur la démonstration de l'intérêt de cette approche par rapport à un palpage mécanique discret. Ensuite, une méthode par CIN s'appuyant sur un mouchetis physique appliqué sur une surface plane de la pièce a été définie. Ces travaux nous ont permis de qualifier la méthode de mesure au regard des exigences de justesse, de répétabilité et de résolution nécessaires dans ce contexte. Les cartes de contraintes résiduelles ont notamment été identifiées à partir des mesures réalisées. Enfin, nous avons travaillé sur la mise en place d'une Stéréo-CIN basée sur la projection d'un mouchetis afin de suivre la déformation tridimensionnelle d'une pièce présentant un fort enlèvement de matière.

*Intervenant