

Évaluation de la capacité d'un robot poly-articulé 6 axes en usinage du bois

NASRI Linda¹, CURTI Rémi¹, EYMA Florent¹

¹Université Paul Sabatier, Institut Universitaire de Technologie, Département GMP,
Laboratoire Institut Clément Ader, Tarbes, France.

linda.nasri@iut-tarbes.fr

Mots clefs : Usinage ; MDF ; Robot ; Qualité dimensionnelle et géométrique ; Etat de surface

Contexte et objectifs

Dans un monde en constante évolution, la robotique industrielle émerge comme l'une des technologies les plus influentes. L'utilisation des robots industriels dans les procédés d'usinage ne cesse d'augmenter dans le monde entier et les prévisions indiquent qu'elle continuera à croître (Iglesias et al. 2015). Cependant, les chiffres indiquant l'utilisation des robots industriels à travers le monde, dans les procédés de travail du bois, sont modestes (Landscheidt et al. 2017). En France, la robotique industrielle est considérée comme une des clés de la compétitivité future et de la transformation de l'industrie. Plusieurs initiatives nationales et régionales ont été mises en œuvre pour stimuler le développement de ce secteur. Cette volonté a été réaffirmée dans le plan d'investissement France 2030, dont une enveloppe est prévue pour la filière industrielle bois et pour la robotisation. Dans le but de valoriser au maximum cette dynamique de transition pour la filière, évoluant dans la 2^{nde} région forestière de France, nous souhaitons répondre à ces nouveaux enjeux scientifiques.

Il est complexe d'obtenir des états de surface satisfaisants en tous points pendant l'usinage d'un matériau fortement anisotrope et hétérogène tel que le bois. Les états de surface étant, entre autre, particulièrement sensibles à la direction du fil du bois usiné (Goli et al. 2016, Curti et al. 2018, Goli et al. 2018). L'état de surface du bois usiné dépend de nombreux facteurs : des paramètres liés aux conditions de coupe, des paramètres liés à la géométrie de l'outil et d'autres liés aux matériaux. Dans la littérature, plusieurs études se sont focalisées sur l'effet de ces paramètres sur l'état de surface en usinage par machine à commande numérique (Computer Numerical Control / CNC). Mais l'effet de ces paramètres sur l'état de surface en usinage robotisé n'a pas encore été clairement identifié. La réponse aux différents enjeux associés à l'intégration de cette nouvelle technologie dans les industries du bois ne pourra pas se faire sans une évaluation précise de la capacité du robot à réaliser des opérations d'usinage conformes à des cahiers des charges stricts. Cette campagne vise donc à (i) évaluer la capacité d'un robot industriel à effectuer des opérations d'usinage en contrôlant et en analysant la qualité dimensionnelle et géométrique d'échantillons de bois en MDF (Medium Density Fiber), i.e. un panneau de fibres de densité moyenne après usinage, (ii) comparer l'état de surface obtenu après un usinage avec une machine CNC et celui obtenu après un usinage avec un robot.

Matériels et méthodes

Dans le cadre de cette campagne initiale, le matériau usiné est du MDF. Les échantillons, mesurant chacun 200 x 180 x 19 mm³ (Fig. 1). Pour l'usinage, nous avons utilisé un robot à 6 axes (Kuka Kr 70), équipé d'une électrobroche d'usinage (HSD MT 1090 HSK A40), ainsi qu'une machine CNC Dubus à 3 axes. Sur le robot d'usinage, 5 positions d'usinage ont été testées pour placer le robot dans des conditions différentes afin de déterminer l'influence de la

position de ses axes. Ces essais ont été répétés 5 fois pour un total de 25 échantillons. Sur la machine CNC, une seule position a été utilisée, centrale sur la table de travail, pour servir de point de comparaison. Cet essai a également été répété 5 fois. Au total 30 échantillons ont été usinés, dont 25 échantillons à l'aide du robot et 5 échantillons avec la machine CNC. Les échantillons ont tous été usinés avec les mêmes paramètres de coupe, caractéristiques d'un usinage en ébauche soignée (Tab. 1 et 2).

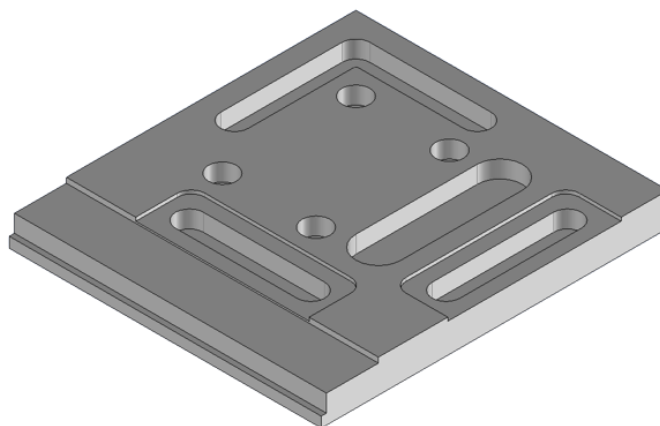


Fig. 1: Modèle 3D de la pièce test usinée

Tab. 1 : Paramètres de coupe

Paramètre (unité)	Valeur
Vitesse de rotation (tr/min)	15000
Vitesse de coupe (m/s)	12,57
Vitesse d'avance (m/min)	10
Vitesse d'avance en plongée (m/min)	0,5
Profondeur de passe axiale en surfacage (mm)	3

Tab. 2 : Caractéristiques de l'outil

Paramètre	Valeur
Matériau	Acier rapide (8% de cobalt)
Diamètre(mm)	16
Nombre de dents	2
Angle d'hélice (°)	30
Coupe au centre	Oui

Après usinage, les performances du robot ont été évaluées à travers trois types de contrôles sur les pièces usinées (Fig. 2). Le premier correspond à un contrôle dimensionnel, qui vise à déterminer l'écart entre les dimensions nominales des échantillons et leurs dimensions réelles après usinage. Le second correspond à un contrôle géométrique, permettant d'évaluer des spécifications géométriques telles que la planéité, le parallélisme, la perpendicularité et la localisation d'éléments usinés. Ces contrôles ont été effectués à l'aide d'une machine à mesurer tridimensionnelle (GLOBAL Lite). Nous avons ensuite comparé les états de surface obtenus avec le robot à ceux obtenus avec la machine CNC 3 axes. Plusieurs paramètres d'états de surface ont été mesurés à cette fin à l'aide d'un perthomètre Mahr (MarSurf CM mobile).

Résultats

Ces essais menés sur l'usinage de panneau de fibres de densité moyenne (MDF), nous ont permis d'évaluer la précision et la répétabilité du robot d'usinage, comparativement à une machine CNC :

- Les écarts entre les dimensions nominales des échantillons et celles réellement obtenues après usinage ont pu être quantifiés ;
- La géométrie obtenue pour différentes positions du robot (contrôles de parallélisme, de perpendicularité, défauts de localisation, ...) a pu être caractérisée ;
- Les états de surface obtenus en surfacage en bout et en roulant ont pu être évalués.

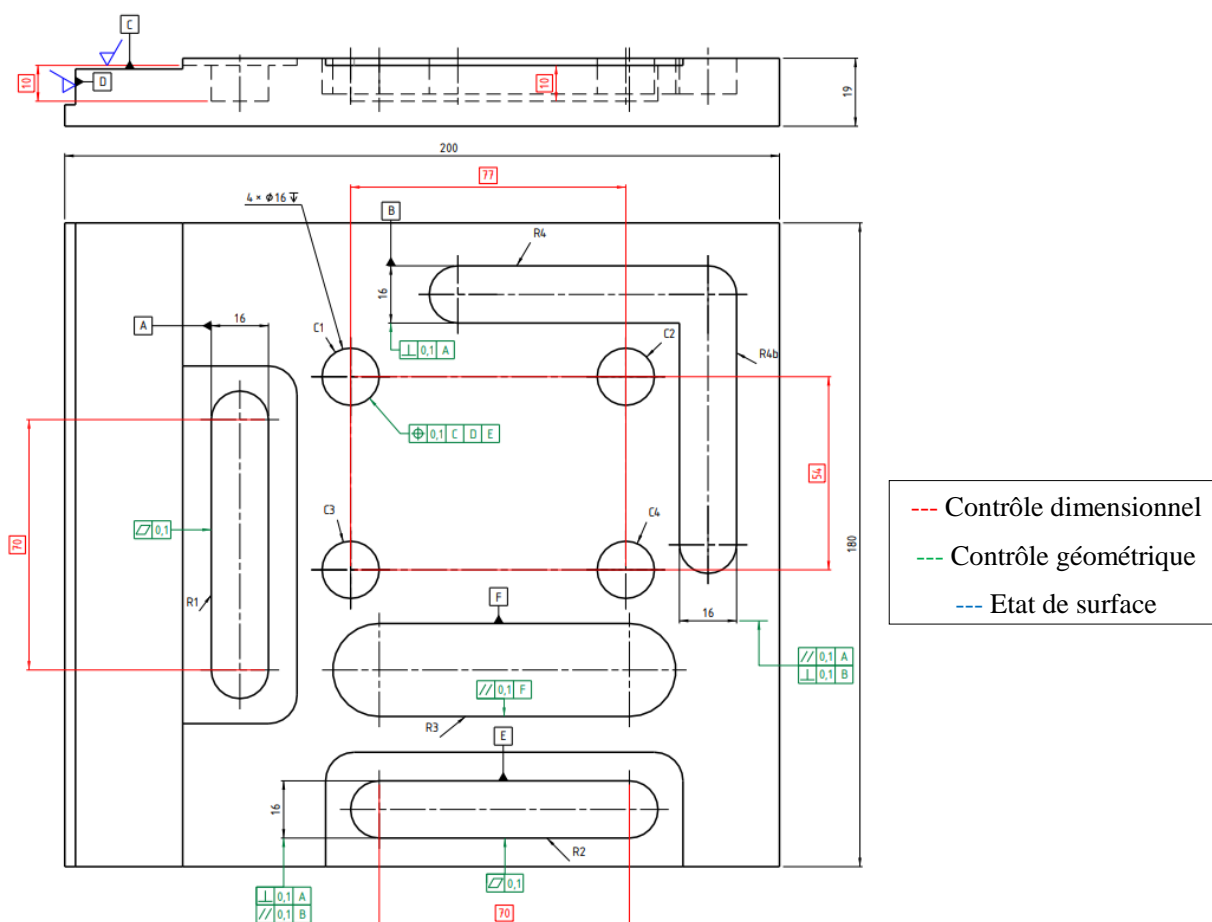


Fig. 2 : Dimensions, spécifications géométriques et états de surface contrôlés

Conclusion et perspectives

Ces essais ont pour objectif d'évaluer les capacités du robot à usiner le MDF dans des conditions de coupe « standard » sur un matériau quasiment isotrope et homogène. Il faudra, par la suite, vérifier le comportement du robot sur du bois massif, bien plus anisotrope et entraînant des efforts de coupe plus variables en cours d'opération ; mais aussi travailler sur le lien entre les conditions de coupe appliquées, les efforts de coupe et les états de surface obtenus.

Remerciements

Nous souhaitons remercier l'agglomération de Tarbes Lourdes Pyrénées, l'IUT de Tarbes et la Région Occitanie pour leur support financier.

Références

- Curti R, Marcon B, Denaud L, Collet R (2018) Effect of grain direction on cutting forces and chip geometry during green beech wood machining, *BioResources*, 13(3), pp. 5491–5503. <https://doi.org/10.15376/biores.13.3.5491-5503>
- Goli G, Curti R, Marcon B, Scippa A, Campatelli G, Furferi R, Denaud L (2018) Specific Cutting Forces of Isotropic and Orthotropic Engineered Wood Products by Round Shape Machining, *Materials*, 11(12), p. 2575. <https://doi.org/10.3390/ma11122575>

Goli G, Sandak J (2016) Proposal of a new method for the rapid assessment of wood machinability and cutting tool performance in peripheral milling, *European Journal of Wood and Wood Products*, 74(6), pp. 867–874. <https://doi.org/10.1007/s00107-016-1053-y>

Iglesias I, Sebastián MA, Ares JE (2015) Overview of the State of Robotic Machining: Current Situation and Future Potential, *Procedia Engineering*, 132, pp. 911–917. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.577>

Landscheidt S, Kans M, Winroth M (2017) Opportunities for Robotic Automation in Wood Product Industries: The Supplier and System Integrators' Perspective, *Procedia Manufacturing*, 11, pp. 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.231>