



# NOTE DE RECHERCHE

JUILLET 2015 • V.2, N°7.

## EFFETS DES PROCÉDÉS D'USINAGE SUR LES PROPRIÉTÉS DE SURFACE ET LA PERFORMANCE AU VERNISSAGE DU BOIS DE CHÊNE ROUGE

**Résumé:** L'usinage d'une surface de bois à des fins de finition est un facteur important pour assurer une bonne performance d'un revêtement. Ainsi, trois procédés d'usinage ont été étudiés avec différents paramètres de coupe. La qualité de surface a été évaluée en fonction des caractéristiques de rugosité et d'endommagement cellulaire. Des essais d'arrachement d'un vernis d'usage intérieur ont été effectués afin d'évaluer son adhésion avant et après un traitement de vieillissement accéléré. La coupe oblique et la coupe hélicoïdale ont généré des surfaces lisses de rugosité intermédiaire. Les surfaces rabotées avec la coupe périphérique droite ont présenté un certain niveau de fibrillation et une rugosité supérieure à celles des autres procédés. L'adhésion avant le vieillissement des pièces fut similaire pour les procédés de coupe périphérique droite et hélicoïdale. Après le vieillissement, ces surfaces ont subi une plus grande perte d'adhésion par rapport à celles des surfaces rabotées en coupe oblique.

**Applications potentielles et retombées industrielles:** Contribuer à l'optimisation des procédés d'usinage de surface du bois de chêne rouge aux fins de vernissage.

### INTRODUCTION

Le bois de chêne rouge est très apprécié pour la fabrication de meubles, de planchers, de moulures et d'autres produits à valeur ajoutée. Il est alors important que ses surfaces soient convenablement préparées lors de l'étape de finition. Le ponçage est communément utilisé pour préparer les surfaces de bois avant l'application de produits de finition. Cependant, ce procédé est relativement coûteux et peut générer une quantité excessive de poussière nuisible à la santé des travailleurs. L'utilisation de procédés alternatifs est donc encouragée. L'objectif de ce travail fut d'évaluer les effets de trois procédés alternatifs d'usinage du chêne rouge sur la qualité de la surface et la performance d'un vernis pour usage intérieur.

### I. MATÉRIELS ET MÉTHODES

- 270 planches sciées sur dosse avec les dimensions 900 (L) x 60 (T) x 20 (R) mm ont été conditionnées à une humidité d'équilibre de 8%. Ces planches ont été réparties en neuf groupes de 30 répétitions selon les conditions de coupe suivantes:

Tableau 1. Paramètres de coupe utilisés pour les neuf conditions d'usinage.

Procédé	Coupe périphérique droite	Coupe hélicoïdale	Coupe oblique
Équipement	Weinig Powermat	Casadei R63H3	Marunaka Super Meca
Angle d'attaque (°)	25	30	58
Angle de l'outil (°)	45	-	32
Angle (°)	dépouille=20	hélice= 14	oblique= 15,25 et 35
Vitesse d'avance (m/min)	6,8 et 10	5,5, 10 et 12	65
Longueur d'onde d'usinage (mm)	1,0, 1,3 et 1,7	1,0, 1,7 et 2,1	-
Profondeur de passe (mm)	1,0	1,0	0,02
Rotation du porte-outil (tr/min)	6000	5637	-

- Suite à l'usinage, les pièces ont été resectionnées afin d'obtenir des échantillons pour les évaluations de microscopie électronique (40 mm (L)), de rugosité (50 mm (L)) ainsi que pour l'application d'un vernis (630 mm (L)). La pièce vernie a été divisée en deux. Une première moitié a été soumise à un traitement de vieillissement accéléré alors que la deuxième moitié n'a subi aucun traitement. Le traitement de vieillissement a consisté en quatre cycles de 48h à 15% d'humidité relative (HR) et 50°C suivi par 48h à 90% HR et 50°C. Des tests d'adhésion du vernis furent faits sur les échantillons vieillis et non vieillis à 8% d'humidité d'équilibre.

### II. RÉSULTATS ET DISCUSSION

- Les coupes oblique et hélicoïdale ont produit des surfaces avec des caractéristiques similaires, soit avec faibles niveaux de fibrillation et d'endommagement cellulaire (Figures 1A-F). Des zones très lisses étaient fréquentes sur ces surfaces. Ces zones sont probablement produites par une coupe près de la lamelle moyenne, en séparant entièrement les cellules<sup>1,2</sup>. La variation de l'angle oblique (*i*) n'a pas affecté le niveau de fibrillation sur les surfaces de chêne rouge. Ainsi, le choix d'un angle oblique qui génère les plus faibles forces de coupe devrait être favorisé. Les surfaces rabotées en coupe hélicoïdale avec une onde d'usinage de 2,1 mm ont présenté légèrement plus de fibrillation par rapport aux deux autres vitesses étudiées (Figures 1D-F). Alors, l'utilisation d'une vitesse d'avance intermédiaire est recommandée pour la coupe hélicoïdale afin d'obtenir des surfaces plus lisses.
- Les surfaces rabotées avec la coupe périphérique droite ont montré un niveau de fibrillation plus prononcé (Figures 1G-I). Les pièces obtenues par ce procédé présentaient occasionnellement des fils arrachés à mesure que l'onde d'usinage augmentait.

L'apparition de ce type de défaut est due probablement à une augmentation des forces de coupe provoquée par l'augmentation de la vitesse d'avance.

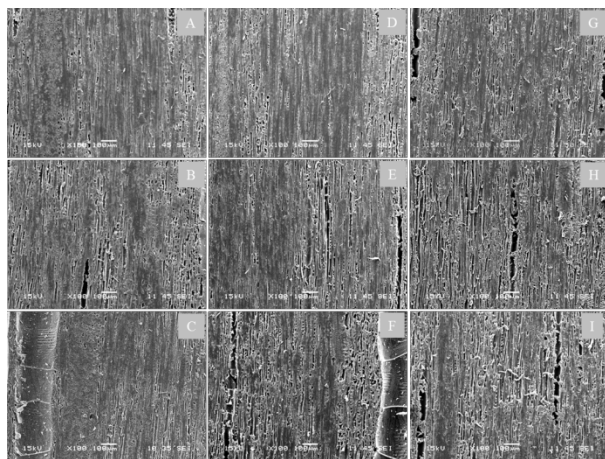


Figure 1. Micrographies de faces tangentielles rabotées en coupe oblique avec  $f=15, 25$  et  $35^\circ$  (A, B et C, respectivement), hélicoïdale avec  $O=1,0, 1,7$  et  $2,1\text{mm}$  (D, E et F, respectivement) et périphérique droite avec  $O=1,0, 1,3$  et  $1,7\text{mm}$  (G, H et I, respectivement).

- La rugosité moyenne ( $S_a$ ) était généralement semblable pour tous les procédés étudiés (Tableau 2).  $S_a$  donne un portrait global de l'amplitude de la rugosité du profil. La caractérisation de la rugosité d'une surface par seulement  $S_a$  n'est pas vraiment recommandée sur les espèces à porosité circulaire (comme le chêne rouge), car ce paramètre est sensible aux valeurs extrêmes produites par la présence des vaisseaux.

- La profondeur de rugosité ( $S_k$ ) est reliée aux irrégularités générées par l'usinage<sup>3,4</sup>. Les valeurs les plus faibles de  $S_k$  furent celles des surfaces usinées avec la coupe oblique (Tableau 2). Les surfaces préparées par la coupe hélicoïdale ont eu des valeurs intermédiaires de  $S_k$  et celles de la coupe périphérique droite les valeurs les plus élevées. Ces résultats ont confirmé les observations des images de surface obtenues par microscopie électronique (Figure 1).

- Avant le vieillissement, l'adhésion des surfaces usinées par coupe périphérique droite fut similaire à celles des échantillons rabotés en coupe hélicoïdale (Tableau 3). Les plus faibles valeurs de résistance à l'arrachement du film de vernis, avant vieillissement, furent obtenues pour les échantillons rabotés en coupe oblique (Tableau 3). Cependant, pour les coupes obliques, le vieillissement n'a pas trop affecté l'adhésion en comparaison aux deux autres procédés. Les échantillons de coupe oblique ont subi une perte d'adhésion après vieillissement moindre (22 à 26%), par rapport à aux coupes hélicoïdale (37 à 45%) et périphérique droite (39 à 50%).

- En général, l'amélioration de l'adhésion est principalement attribuable à la microfibrillation sur la surface, ce qui aide à la liaison mécanique entre le bois

et le vernis. Toutefois, l'adhésion du vernis pourrait être affaiblie si cette fibrillation ne restait pas bien attachée à la surface. Ce serait ainsi le cas pour la coupe périphérique droite, ce qui a conduit à une diminution de l'adhésion après vieillissement.

Tableau 2. Paramètres de rugosité ( $\mu\text{m}$ ) des échantillons usinés selon trois procédés d'usinage.

Procédé d'usinage	Paramètre de coupe	$S_a$	$S_k$
Coupe oblique	$15^\circ$	18,7 <sup>B*</sup>	5,1 <sup>D</sup>
	$25^\circ$	15,9 <sup>D</sup>	7,4 <sup>C</sup>
	$35^\circ$	19,9 <sup>B</sup>	6,7 <sup>C</sup>
Coupe hélicoïdale	1,0 mm	16,2 <sup>D</sup>	5,1 <sup>D</sup>
	1,7 mm	22,9 <sup>A</sup>	8,9 <sup>B</sup>
	2,1 mm	21,6 <sup>A</sup>	8,8 <sup>B</sup>
Coupe périphérique droite	1,0 mm	15,7 <sup>D</sup>	9,8 <sup>A</sup>
	1,3 mm	16,7 <sup>CD</sup>	10,3 <sup>A</sup>
	1,7 mm	17,4 <sup>C</sup>	11,6 <sup>A</sup>

\*Les moyennes (n= 30 répétitions) d'une même colonne suivie d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Tableau 3. Adhésion avant et après vieillissement accéléré (MPa) et perte d'adhésion (%) d'un vernis pour des échantillons usinés.

Procédé d'usinage	Paramètre de coupe	Force d'arrachement (MPa)		Perte d'adhésion (%)
		Avant	Après	
Coupe oblique	$15^\circ$	5,4 <sup>D*</sup>	3,9 <sup>A</sup>	26 <sup>D</sup>
	$25^\circ$	4,6 <sup>E</sup>	3,4 <sup>D</sup>	24 <sup>D</sup>
	$35^\circ$	4,8 <sup>E</sup>	3,7 <sup>BC</sup>	22 <sup>D</sup>
Coupe hélicoïdale	1,0 mm	6,9 <sup>BC</sup>	3,7 <sup>BC</sup>	40 <sup>BC</sup>
	1,7 mm	6,6 <sup>AB</sup>	3,6 <sup>C</sup>	45 <sup>AB</sup>
	2,1 mm	6,0 <sup>C</sup>	3,7 <sup>BC</sup>	37 <sup>C</sup>
Coupe périphérique droite	1,0 mm	6,7 <sup>AB</sup>	3,8 <sup>AB</sup>	42 <sup>BC</sup>
	1,3 mm	6,0 <sup>C</sup>	3,5 <sup>CD</sup>	39 <sup>BC</sup>
	1,7 mm	7,2 <sup>A</sup>	3,6 <sup>C</sup>	50 <sup>A</sup>

\*Les moyennes (n= 30 répétitions) d'une même colonne suivie d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

### III. CONCLUSIONS

- La coupe oblique a produit une rugosité moindre et une perte d'adhésion après le vieillissement plus faible par rapport aux coupes périphérique droite et hélicoïdale. Ce procédé se montre ainsi un alternatif au ponçage pour les surfaces de chêne rouge.

- D'autres études visant à optimiser le niveau de fibrillation afin assurer une meilleure adhésion à long terme des surfaces seront nécessaires.

<sup>1</sup>de Moura, L.F., Cool, J. et Hernández, R.E. 2010. Anatomical evaluation of wood surfaces produced by oblique cutting and face milling. IAWA Journal 31(1):77-88.

<sup>2</sup>Cool, J., et Hernández, R.E. 2011. Performance of three alternative surfacing processes on black spruce wood and their effects on water-based coating adhesion. Wood and Fiber Science 43(4):365-378.

<sup>3</sup>Fujiwara, Y., Fujii, Y. et Okumura, S. 2005. Relationship between roughness parameters based on material ratio curve and tactile roughness for sanded surfaces of two hardwood. Journal of Wood Science 51:274-277.

<sup>4</sup>Tan, P.L., Sharif, S. et Sudin, I. 2012. Roughness models for sanded wood surfaces. Wood Science and Technology 46:129-142.

Auteurs: Bruna Ugulino M.Sc. et Roger E. Hernández Ph.D.

Pour plus d'informations: Roger E. Hernández, professeur titulaire

[Roger.Hernandez@sbf.ulaval.ca](mailto:Roger.Hernandez@sbf.ulaval.ca) ; (418) 656-5852

Centre de recherche sur les matériaux renouvelables, Pavillon Gene-H.-Kruger,

2425 rue de la Terrasse, Université Laval, Québec, Qc, Canada G1V 0A6

<http://www.materiauxrenouvelables.ca>