



HAL
open science

Caractéristiques des surfaces du bois poncé pour une finition performante et durable

Miora Ramanakoto, Florent Eyma, Tahiana Ramananantoandro, Jeremy Geisler, Bruno Castanié

► **To cite this version:**

Miora Ramanakoto, Florent Eyma, Tahiana Ramananantoandro, Jeremy Geisler, Bruno Castanié. Caractéristiques des surfaces du bois poncé pour une finition performante et durable. MUGV & Manuf'21, Jun 2018, Bordeaux, France. hal-02139594

HAL Id: hal-02139594

<https://hal.insa-toulouse.fr/hal-02139594>

Submitted on 24 May 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Caractéristiques des surfaces du bois poncé pour une finition performante et durable

Miora RAMANAKOTO^(a), Florent EYMA^(a), Tahiana RAMANANANTOANDRO^(b), Jeremy GEISLER^(c), Bruno CASTANIÉ^(d)

(a) Laboratoire Institut Clément Ader (ICA), CNRS UMR 5312, IUT de Tarbes, Département GMP, Tarbes, France. Mail : miora.ramanakoto@gmail.com, florent.eyma@iut-tarbes.fr

(b) Université d'Antananarivo, ESSA-Forêts, BP175, Antananarivo 101, Madagascar. Mail : ramananantoandro@gmail.com

(c) CRITTBOIS Occitanie, Parc d'activité d'Arsac, 250 allée Henri Julia, 12850 Sainte Radegonde, France. Mail : jeremy.geisler@critt-bois.com

(d) Laboratoire Institut Clément Ader (ICA), CNRS UMR 5312, INSA de Toulouse, 135 avenue de Rangueil, 31400 Toulouse, France. Mail : castanie@insa-toulouse.fr

Résumé : La majorité des industries du bois s'impose une sur-qualité pour améliorer la qualité de surface avant l'application d'une finition. Les recherches scientifiques antérieures n'ont fait que comparer la performance de différents procédés d'usinage, mais aucune n'a permis de comprendre les caractéristiques de surface et les conditions de coupe permettant d'obtenir une finition à la fois performante et durable. Cette étude a pour objectifs : d'identifier des paramètres quantitatifs permettant de caractériser l'état de surface du bois poncé en vue d'évaluer sa performance à la finition; de déterminer les conditions de coupe permettant d'obtenir une performance optimale. Plusieurs planches de hêtre des Pyrénées ont été poncées suivant différentes conditions de coupe, dans les conditions industrielles, afin d'obtenir toutes les gammes d'états de surface et de performances. Des paramètres topographiques et physico-chimiques ont été mesurés sur les surfaces poncées. Deux couches de vernis aqueux ont été ensuite appliquées sur les surfaces. Une moitié des surfaces vernies a été vieillie dans une enceinte QUV munie de 8 lampes UVA-351 pour une utilisation en intérieure. L'adhésion de la finition avant et après vieillissement a été évaluée par un test d'adhérence par arrachement à l'aide d'un Posi-test AT-A de Defelsko. Une étude de corrélation entre les paramètres d'état de surface et les critères de performance a été effectuée. Des conditions de ponçage ont été proposées pour optimiser l'usinage et la finition du bois en industrie.

Mots clés : Bois, état de surface, finition, performance, adhésion, durabilité

1 Introduction

Le ponçage est le procédé d'usinage le plus utilisé avant l'application d'un produit de finition sur la surface du bois. C'est une opération lente, difficile et onéreuse pour les industriels (Taylor et al., 1999). Faute de connaissances sur l'état de surface qui donne une performance à l'adhésion de la finition optimale et durable, la majorité des entreprises s'impose une sur-qualité pour améliorer la qualité de surface du bois. Cette problématique peut s'expliquer par un manque d'optimisation des conditions de coupe utilisées.

A l'état actuel des connaissances, les recherches scientifiques ne font que comparer la performance de différents procédés d'usinage et de différentes conditions de coupe. Ugilino et Hernandez (2015) ont trouvé que le rabotage et le ponçage présentent une performance similaire avant vieillissement, mais le ponçage est plus durable. Des chercheurs ont fait varier les paramètres de ponçage : vitesse d'avance, taille des grains (Yang et al., 2012; Cool et Hernandez, 2011c). Cependant, aucune étude n'a clairement identifié les caractéristiques de l'état de surface du bois usiné expliquant la performance. Selon Arnold (2010), la rugosité n'expliquait pas forcément l'adhésion de la finition sur la surface. Pour Ugilino et Hernandez (2015), les surfaces rabotées et poncées ont eu la même performance avant vieillissement, malgré la différence en termes de rugosité. Dans la littérature, peu de paramètres topographiques ont été étudiés pour expliquer la performance à l'adhésion et la durabilité, et généralement, aucune corrélation n'a été trouvée entre ces paramètres et les critères de performance (Cool et Hernandez, 2011b, c). Concernant la relation entre les paramètres physico-chimiques de surface et la performance de la finition, les résultats des recherches antérieures ne sont pas unanimes. Certaines études ont montré que les paramètres de mouillage : l'indice de dispersion et de pénétration K et le temps de mouillage sont reliés à l'adhésion (De Moura et Hernandez, 2006c) en comparant les surfaces poncées et rabotées de l'érable à sucre, alors que d'autres auteurs n'ont trouvé aucune relation entre ces paramètres et l'adhésion sur des surfaces rabotées et usinées par fraisage (Cool et Hernandez, 2011b). Ces différences de résultats nous révèlent que la corrélation entre les paramètres d'état de surface et les critères de performance à la finition ne peut être toujours démontrée et dépend de la nature des surfaces étudiées. L'objectif de notre étude est donc d'identifier, sur les surfaces poncées, des paramètres quantitatifs permettant de caractériser l'état de surface du bois en vue d'évaluer sa performance à la finition. Deux questions sont à résoudre: (i) Quels paramètres d'état de surface expliquent la performance à l'adhésion et la durabilité de la finition ; (ii) Quelles conditions de ponçage donnent une performance optimale?

2 Matériels et méthodes

2.1 Essence de bois et conditions de ponçage utilisées

L'étude a été effectuée sur le hêtre des Pyrénées afin de valoriser les essences locales sous-exploitées dans la région Occitanie. L'usinage et l'application de la finition ont été effectués en condition industrielle, chez la société de menuiserie intérieure Rozière à Bozouls en Aveyron.

Le ponçage des surfaces a été effectué avec une ponceuse à bande DMC polissant de SCM dans le sens du fil du bois. Les niveaux des paramètres de ponçage ont été choisis de manière à produire une gamme de qualité de surface allant de l'ébauche grossière à la finition soignée, et au-delà de ceux déjà utilisés dans la littérature (dans la limite des possibilités offertes par les machines disponibles chez notre partenaire industriel). Pour cela, nous avons décidé de considérer trois niveaux par paramètre d'usinage modifiable : le niveau maximal et minimal possible, et le niveau médian. Les paramètres « vitesse d'avance et taille des grains » ont été considérés. Les valeurs 3-10-18 m/mn ont été considérées pour la vitesse d'avance. Pour information, une vitesse de 8 m/mn et le programme P80-120-150-180 sont actuellement utilisés chez notre partenaire industriel pour poncer les surfaces avant l'application de la finition. Un programme de ponçage presque identique a été retenu, avec seulement la suppression du papier P150. En effet, il est recommandé de faire au moins un saut de taille des grains pour obtenir une différence de rugosité (Hendarto et al. 2004). Ainsi, les programmes P80, P80-120, P80-120-180 ont été considérés. Par ailleurs, à notre connaissance, aucune étude antérieure n'a étudié la différence de performance à la finition entre ces différents programmes. La profondeur de passe est de 0,5 mm pour chaque papier. La vitesse de rotation de la bande est de 20 m/s. La combinaison des deux paramètres d'usinage, à trois niveaux ont permis d'obtenir 3² expériences complètes. Autrement dit, le bois de hêtre a été usiné suivant neuf conditions de coupe de ponçage. Le plan d'expériences est présenté dans Ramanakoto (2017).

Pour chaque condition de coupe, une planche de 3,5m (L) a été utilisée. Ce qui fait un total de 31,5 mètres linéaires de bois mobilisés, avec comme section 100 mm en largeur (T) et 27 mm en épaisseur (R). L'humidité moyenne des bois de hêtre est égale à 13,7+1%. Après usinage, les surfaces ont été acheminées directement vers la salle de finition pour être vernies dans les conditions industrielles habituelles. Le produit de finition utilisé est un vernis aqueux AR66**/00 Sayerlack de pH 7,8. Deux couches de vernis ont été appliquées sur les surfaces dans l'heure qui suit l'usinage, avec un grammage de 60g/m² par couche. Le vernis a été appliqué par un robot sur une chaîne automatisée et séché avec des lampes UV (E54 120W/cm à 420 nm) à 55°C. La vitesse de passage des surfaces vernies au-dessous des lampes a été de 10m/mn. Le temps de pause entre les deux couches de vernis a été de 20 mn environ. Les surfaces n'ont pas été égrenées afin de comprendre l'influence réelle des conditions de ponçage utilisées sur la performance.

2.2 Mesures des paramètres d'état de surface

Les paramètres d'état de surface ont été mesurés sur les surfaces poncées non vernies. Pour les paramètres topographiques, nous avons étudié 17 paramètres de rugosité: sRa,

sRq, sRp, sRv, Ssk, Sku, sRk, sRpk, sRvk, Smr1, Smr2, Sdr, Sdq, Vvv, Vvc, Vmp, Vmc, et 4 paramètres d'ondulation: sWa, sWq, sWp, sWv (ISO 25178-2, 2012), de manière à être le plus exhaustif possible. Ils ont été mesurés avec un système de mesure optique 3D (modèle InfiniteFocusSL) d'ALICONA. Pour chaque état de surface, un échantillon de bois 100 mm (L) x 100 mm (T) a été utilisé. Sur chaque échantillon, les paramètres topographiques ont été mesurés sur trois matrices de dimensions 8 mm (L) et 16 mm (T), perpendiculairement au fil du bois pour considérer l'hétérogénéité des surfaces, avec un pas de mesure de 1,3 μm . Des cut-off de 0,8 mm et de 2,5 mm ont été considérés respectivement pour les mesures des paramètres de rugosité et d'ondulation, car ils donnent une bonne représentation de chaque profil (Khazaeian, 2006). Un filtre Gaussien à phase correcte intégré dans le système ALICONA a été utilisé pour le calcul. Pour les neuf états de surface de hêtre et trois matrices de mesure par surface, 27 mesures des paramètres topographiques ont été effectuées au total.

Les paramètres physico-chimiques mesurés sur les surfaces poncées de hêtre sont: l'angle de contact initial d'une goutte d'eau θ_{eau} , le taux de mouillage TM, l'indice de dispersion et de pénétration K, l'énergie de surface Y_S selon l'approche acido-basique de Lewis, et ses composantes polaires Y_{AB} , dispersives Y_{LW} , acide Y_+ , basique Y_- , la tension interfaciale Y_{sl} et le travail d'adhésion W_a . Quatre liquides de références ont été utilisés (eau, diiodométhane, 1-bromonaphtalène, éthylène glycol). Le dépôt des gouttes sur les surfaces usinées a été effectué dans le sens du fil du bois, à l'aide d'un goniomètre (GBX, DSA 4 Krüss Gbmh). Le volume d'une goutte déposée sur la surface est de 2 μl . L'étalement de la goutte a été enregistré sur une durée de 45 s. L'angle de contact a été mesuré toutes les 10 secondes. Au total, 9 surfaces x 4 liquides x 5 gouttes, soit 180 dépôts de gouttes ont été effectués. Le dépôt des gouttes a commencé dans les 12h après l'usinage. Les surfaces ont été emballées et stockées dans une boîte afin d'éviter le phénomène d'oxydation qui pourrait modifier les propriétés physico-chimiques des surfaces.

2.3 Evaluation de la performance à l'adhésion de la finition et sa durabilité

L'adhésion du vernis sur une surface a été évaluée par un test d'arrachement suivant la norme NF EN ISO 4624 (2003), en utilisant un PosiTest AT-A automatique de Defelsko. Des plots en aluminium de 20 mm de diamètre ont été collés sur les surfaces vernies avec un adhésif époxyde bi-composant (araldite 2014-1), avec au moins 5 répétitions de mesures sur chaque surface. Après 24h de séchage à 23 \pm 2°C et à une humidité relative de 50 \pm 5%, le système d'arrachement a été déposé délicatement sur le plot. Une force de traction croissante à une vitesse de 1MPa/s a été appliquée. La résistance à la rupture (CR en MPa) est alors enregistrée.

Une moitié des surfaces vernies a été vieillie dans une enceinte QUV muni de 8 lampes UVA 351 (40W) pour simuler un vieillissement accéléré pour un emploi intérieur selon la norme NF EN ISO 16474-3 (2012). L'éclairage énergétique des lampes a été réglé à 1,2W/m²/nm à 351 nm. Une durée d'exposition de 68 jours de vieillissement a été

retenue pour simuler un vieillissement accéléré dans un milieu sub-tropical (durée calculée suivant la méthode d'Atlas Ametek, 2015). A la fin du vieillissement, les surfaces ont été conditionnées à $23\pm 2^\circ\text{C}$ et à une humidité relative de $50\pm 5\%$.

L'adhésion du vernis avant vieillissement, après vieillissement et la perte d'adhésion ont été les critères étudiés pour évaluer la performance et la durabilité de la finition.

2.4 Analyses statistiques

Les logiciels XLSTAT 2010, Minitab 17 et R 2.13.0 ont été utilisés pour le traitement statistique des données. Des analyses descriptives ont d'abord été effectuées pour vérifier si on a généré toute une gamme de qualité de surface. Une étude de corrélation entre les paramètres d'état de surface et les critères de performance (adhésion avant CR1 et après vieillissement CR3, perte d'adhésion pCR) a été effectuée.

3 Résultats et discussions

3.1 Caractéristiques des surfaces poncées de hêtre non vernies

Les valeurs des paramètres topographiques mesurés sur les neuf surfaces poncées de hêtre sont présentées dans Ramanakoto (2017). Pour tous les paramètres, les niveaux 1 et 5 sont toujours représentés (Figure 1). Toute une gamme de qualité de surface a été donc bien représentée, permettant d'obtenir différentes performances à l'adhésion de la finition.

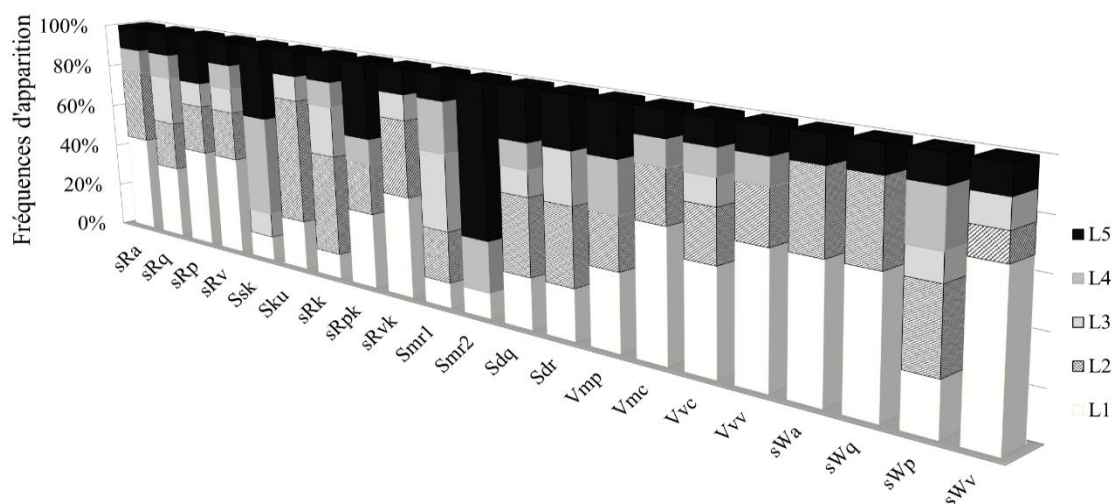
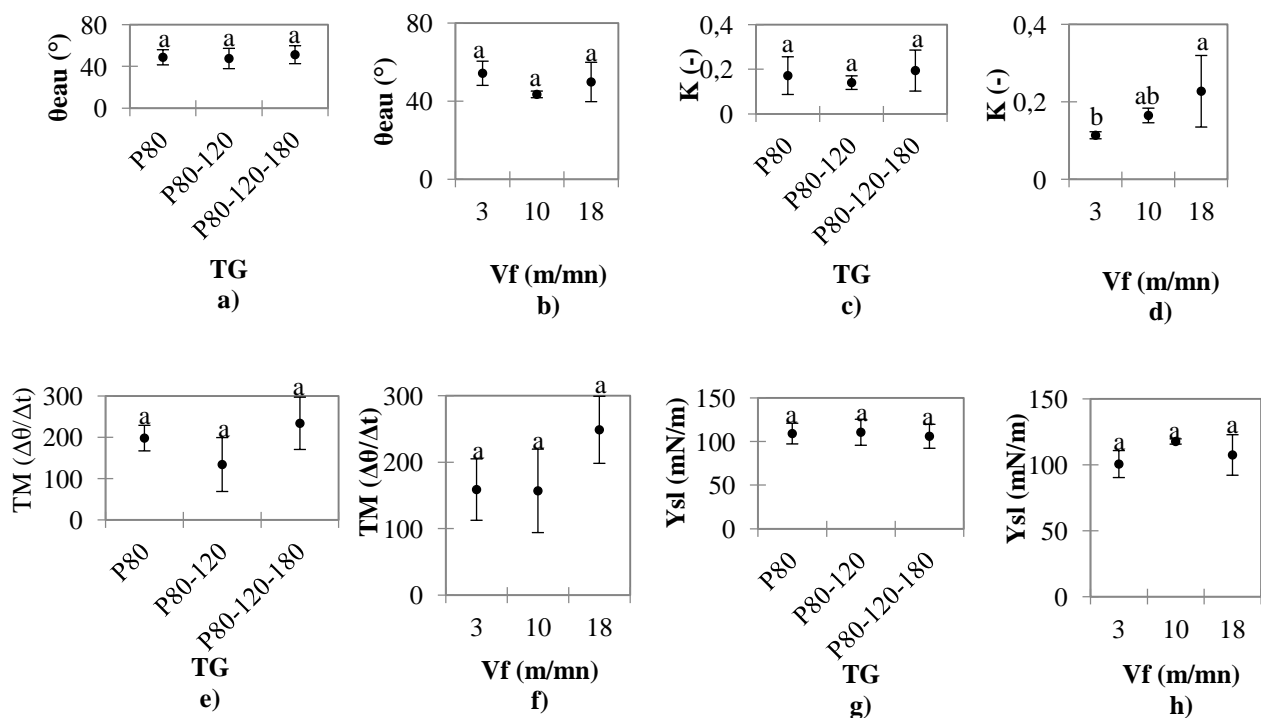


Figure 1 : Fréquence d'apparition des niveaux des paramètres topographiques mesurés sur les surfaces poncées de hêtre (L1 à L5 : niveaux 1 à 5)

Toutes les surfaces poncées du hêtre sont hydrophiles puisque les valeurs des angles de contact mesurés sont toutes inférieures à 90° (Figures 2a, b) (Kubiak et al., 2011). Les paramètres d'usinage n'ont pas eu d'effet significatif sur la plupart des paramètres

physico-chimiques (Figure 2). Seule la vitesse d'avance a eu un effet sur l'indice K de dispersion et de pénétration (Figure 2d) et le travail d'adhésion (Figure 2j). Avec plusieurs étapes de programme de ponçage, la friction entre les grains abrasifs et la surface entraîne un échauffement du papier et une augmentation de la température de surface (De Moura et Hernandez, 2006b). Si la vitesse d'avance est lente, l'échauffement sera prolongé. La température de surface augmente, entraînant son oxydation. La surface devient alors de plus en plus hydrophobe (Outahyon, 2008). Une vitesse d'avance élevée favorise donc un meilleur mouillage, avec une dispersion et pénétration rapide de l'eau, un taux de mouillage élevé et un travail d'adhésion élevé. Les programmes de ponçage utilisés n'ont eu aucun effet sur les propriétés de mouillage des surfaces poncées du hêtre (Figure 2).

En analysant l'énergie de surface et ses composantes (Figures 2k, l), on observe que les composantes dispersives sont plus dominantes que les composantes polaires (De Meijer et al., 2000). Ce sont les liaisons de Lifshitz-van der Waals, de faible énergie, qui conditionnent donc principalement la force des liaisons que peuvent avoir ces surfaces poncées avec des molécules externes. On remarque également une distribution équivalente des sites acides et des sites basiques. L'importance des sites actifs (acido-basiques) donne à la surface une aptitude à créer beaucoup de liaisons chimiques avec des molécules externes (Figures 2m, n).



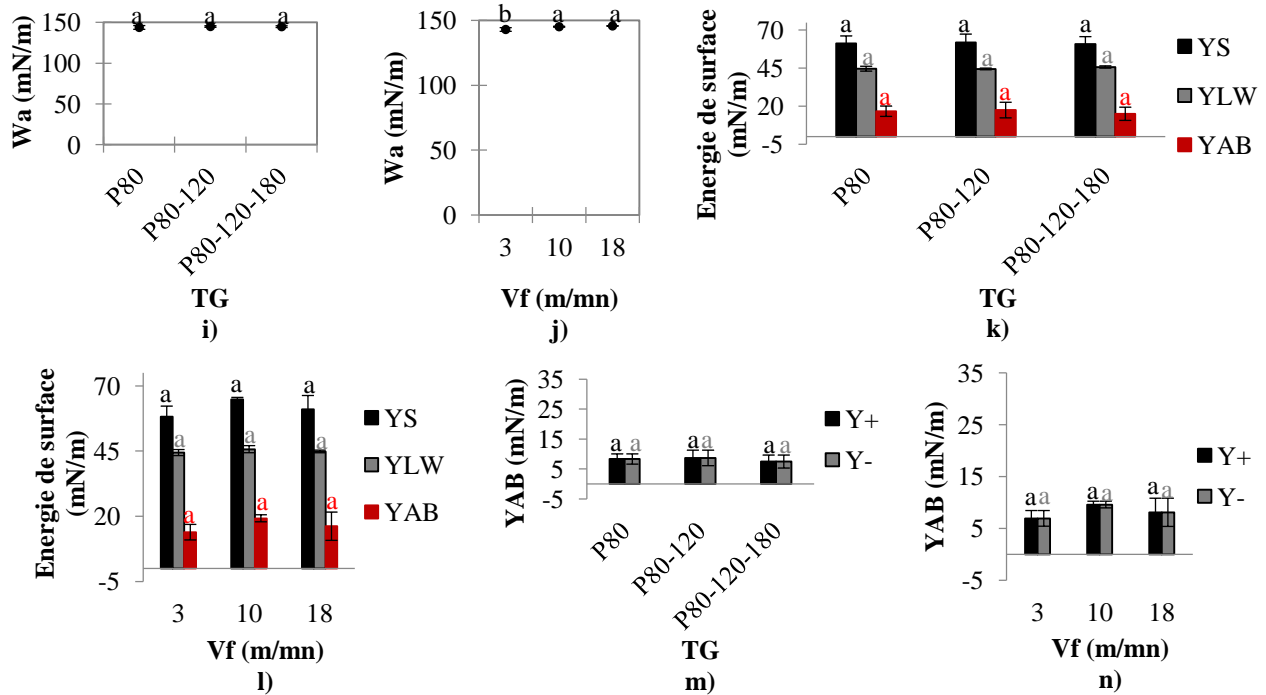


Figure 2 : Variation des paramètres physico-chimiques mesurés sur les surfaces de hêtre en fonction des paramètres de ponçage

TG: Taille des grains; Vf: Vitesse d'avance; θ_{Eau} : angle de contact initial ; K : Indice de dispersion et de pénétration ; TM : Taux de mouillage ; Y_S : Energie de surface ; W_a : Travail d'adhésion ; Y_{sl} : tension interfaciale; Y_{LW} : Composantes dispersives ; Y_{AB} : composantes polaires ; Y_+ : composante acide ; Y_- : composante basique

3.2 Paramètres caractérisant la performance à l'adhésion et la durabilité de la finition

Les valeurs moyennes des contraintes de rupture avant CR1 et après vieillissement CR3, de la perte d'adhésion pCR, présentées dans Ramanakoto (2017) ont montré que les surfaces ponçées de hêtre présentent une différence de performance significative aussi bien avant qu'après vieillissement. Les caractéristiques qui expliquent la performance ont donc été identifiées (Figure 3). Des modèles analytiques reliant les paramètres topographiques et les critères de performance sont présentés dans Ramanakoto (2017).

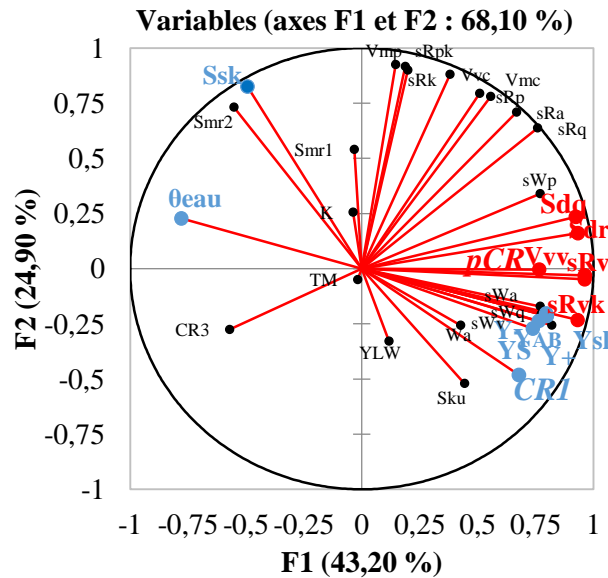


Figure 3 : Paramètres d'état de surface corrélés aux critères de performance

CR1 : contrainte de rupture avant vieillissement ; pCR : perte d'adhésion; θ_{Eau} : angle de contact initial ; Y_S : Energie de surface ; Y_{AB} : composantes polaires ; Y_+ : composante acide ; Y_- : composante basique ; Y_{sl} : tension interfaciale ; en bleu : paramètres corrélés à CR1 ; en rouge : paramètres corrélés à pCR ; en noir : paramètres non corrélés

Avant vieillissement, une surface poncée de hêtre qui présente une bonne adhésion de la finition est caractérisée par une concentration importante de matière dans la zone des pics et du noyau central du profil de rugosité (Ssk faible), une surface présentant une bonne mouillabilité, une énergie de surface avec ses composantes élevées, une tension interfaciale élevée (Figure 3). Ces caractéristiques offrent une importante quantité de matière disponible pour l'ancrage mécanique (Cool et Hernandez, 2011b, c) et chimique de la finition sur la surface. Packham (2003) souligne que des surfaces spécifiques de contact importantes augmentent la performance à l'adhésion.

Après vieillissement, seulement cinq paramètres topographiques sont corrélés avec la perte d'adhésion de la finition pCR. Une importante proportion des reliefs sur la surface (Sdr élevé) avec une pente abrupte (Sdq élevé), des vallées de rugosité profondes (sRv, sRvk, Vvv élevés), augmentent la perte d'adhésion. Ces caractéristiques reflètent les sillons laissés par les grains de ponçage. Si ces sillons sont très profonds, ils sont comparables à des zones de concentration de contrainte et surtout d'ouverture en profondeur qui exposent les cellules du bois directement aux rayons UV, modifiant sa composition chimique et son état de surface (Aloui, 2006), et dégradant par conséquent l'adhésion de la finition. De plus, à quantité de finition équivalente, la pénétration importante de la finition à l'intérieur des vallées diminue l'épaisseur du film de revêtement et réduit la protection en surface du bois.

3.3 Conditions de coupe de ponçage pour une meilleure performance de la finition

Seule la vitesse d'avance de ponçage présente un effet significatif sur la performance de la finition (Figures 4). L'étude de Cool et Hernandez (2011c) a montré des résultats similaires en faisant varier la vitesse d'avance de 4 à 17 m/mn et en utilisant P100, P100-150 et P100-120-180 sur un résineux (épinette noire). Sur du hêtre (un feuillu), nous avons obtenu une différence de performance pour une vitesse d'avance allant de 3 à 18 m/mn. Au regard de nos résultats, la vitesse égale à 10 m/mn s'avère être un bon compromis puisque sa performance n'est significativement différente ni d'une vitesse faible, ni d'une vitesse élevée. Par ailleurs, l'évolution des performances avant et après vieillissement en fonction de Vf varie en sens opposé (Figures 4a, b). En d'autres termes, les caractéristiques des états de surfaces recherchées pour une bonne adhésion sur le hêtre poncé donnent une finition moins durable. Les travaux futurs doivent donc déterminer un seuil du critère « adhésion » pour définir une performance à la fois acceptable et durable, ie de trouver un compromis entre l'adhésion et la durabilité de la finition.

En outre, puisque les programmes de ponçage utilisés ne présentent aucune influence significative sur la performance (Figures 4c, d), poncer avec une seule taille de grains (P80) semble donc être plus intéressant, car plus rentable pour l'industriel qui utilise un programme à quatre grains P80-120-150-180. Dans la littérature, De Moura et Hernandez (2006b) n'ont pas trouvé également de différences de performance en comparant respectivement les programmes suivants : P100 et P100-120-150 ; P100-150 et P100-150-180.

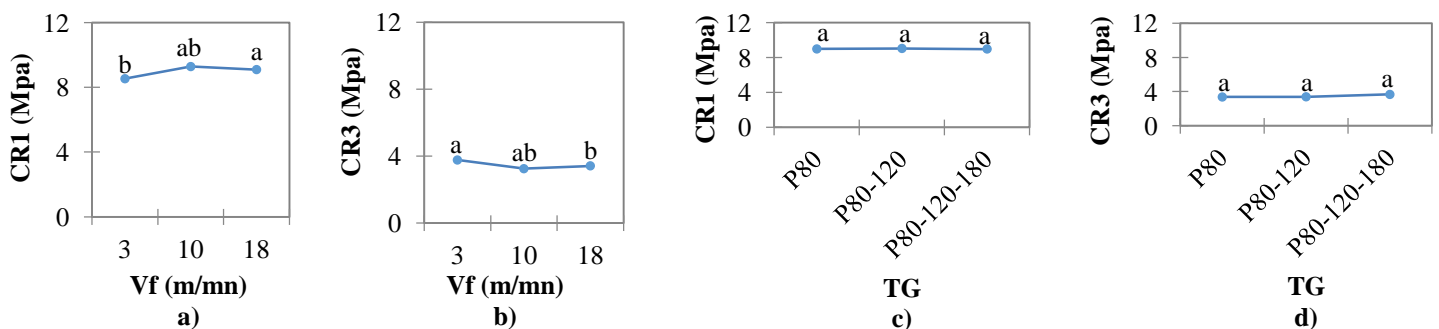


Figure 4: Effet des conditions de coupe sur les critères de performance

Vf : Vitesse d'avance ; TG : taille des grains ; CR1 et CR3 : contrainte de rupture avant et après vieillissement

4 Conclusion

Une surface poncée de hêtre qui présente une bonne adhésion de la finition est caractérisée par une concentration importante de matière dans la zone des pics et du noyau central du profil de rugosité (Ssk faible), une bonne mouillabilité et une énergie de surface élevée, offrant une importante quantité de matière disponible pour l'ancrage mécanique et chimique de la finition sur la surface. Des sillons étroits avec des vallées

moins profondes (Ssk faible, sRvk, sRv, Sdq, Sdr faibles) laissés par les grains de ponçage sont les caractéristiques recherchées pour assurer une meilleure protection du bois contre les rayonnements UV. En effet, ceci minimise la pénétration du vernis en profondeur et laisse un film de revêtement épais en surface. Les mêmes analyses ont été effectuées sur une autre essence de bois, le chêne, qui présente une caractéristique anatomique différente du hêtre pour valider nos résultats. Cette comparaison a permis de conclure que sur les surfaces ponçées, aussi bien sur le hêtre que sur le chêne, les sillons laissés par les grains de ponçage conditionnent la performance et la durabilité de la finition.

Remerciements

Nous remercions : l'ex-Région Midi-Pyrénées, le département des Hautes Pyrénées et l'IUT de Tarbes pour le financement de cette étude effectuée dans le cadre de la thèse de doctorat de Ramanakoto (2017) ; Critt-Bois Occitanie à Rodez (Aveyron) et l'industrie Rozière à Bozouls (Aveyron) pour leur collaboration qui nous a permis d'effectuer l'usinage et la finition dans les conditions industrielles ; la scierie Sanguinet (Hautes Pyrénées) pour avoir fourni les échantillons de bois de hêtre des Pyrénées ; le laboratoire LGP de l'ENI de Tarbes pour la fourniture du goniomètre pour la mesure de la mouillabilité des surfaces, le CRITT Technacol à Tarbes pour la fourniture du Positest, matériel de mesure de l'adhésion de la finition; le PFT-Bois à Aubin (Aveyron) pour la fourniture du matériel de vieillissement QUV ; les étudiants de l'IUT GMP de Tarbes pour la conception des plots pour les tests d'adhésion.

Références

- F. Aloui (2006) Rôle des absorbeurs UV inorganiques sur la photostabilisation des systèmes bois-finition transparente, Doctorat de l'Université Henri Poincaré – Nancy 1.
- M. Arnold (12 - 13 October 2010) Planing and sanding of wood surfaces - Effects on surface properties and coating performance, PRA's 7th International Woodcoatings Congress, Netherlands, Paper N°32, 12p.
- Atlas Ametek (2015) Niveaux d'éclairement et courbes de distribution spectrales arc xénon vs tubes fluorescents. Sur www.atlas-mts.com
- J. Cool, R. Hernandez (2011b) Evaluation of four surfacing methods on black spruce wood in relation to polyvinyl acetate gluing performance, *Wood and Fiber Science*, Vol43(2), pp194-205.
- J. Cool, R. Hernandez (2011c) Improving the sanding process of black spruce wood for surface quality and water-based coating adhesion, *Forest Products Journal*, Vol61(5), pp372-380.
- M. de Meijer, S. Haemers, W. Cobben, H. Militz (2000) Surface energy determinations of wood: comparison of methods and wood species, *Langmuir*, Vol16, pp9352-9359.
- L. F. de Moura, R. E. Hernandez (2006b) Effects of abrasive mineral, grit size and feed speed on the quality of sanded surfaces of sugar maple wood, *Wood Science and Technology*, Vol40(6), pp517-530.
- L. F. de Moura, R. E. Hernandez (2006c) Evaluation of varnish coating performance for three surfacing methods on sugar maple wood, *Forest Products Society*, Vol56(11/12), pp130-136.

- B. Hendarto, E. Shayan, B. Ozarska (2004) Characterisation of surface finishing processes in wood furniture manufacturing. <http://www.swinburne.edu.au>
- ISO 25178 (2012) Spécification géométrique des produits (GPS) -- État de surface: Surfacing - - Partie 2: Termes, définitions et paramètres d'états de surface
- A. Khazaieian (2006) Caractérisation 3D de l'état de surface du bois : stratégie de mesure - influence des paramètres liés à l'essence et à l'usinage, Doctorat de l'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Toulouse III.
- K. J. Kubiak, M. C. T. Wilson, T. G. Mathia, Ph. Carval (2011) Wettability versus roughness of engineering surfaces, *Wear*, Vol271, pp523-528.
- NF EN ISO 4624 (2002) Peintures et vernis - Essai de traction.
- NF EN ISO 16474-3 (2012) Peintures et vernis - Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire - Partie 3: Lampes fluorescentes UV.
- A. Outahyon (2008) Influences des paramètres d'usinage et de stockage sur les propriétés fonctionnelles des surfaces de bois de Douglas. Doctorat de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Cluny.
- M. F. Ramanakoto (2017) Optimisation et qualification des surfaces usinées- Application au matériau bois, Doctorat de l'Université de Paul Sabatier, Toulouse III.
- D. E. Packham (2003) Surface energy, surface topography and adhesion, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, Vol23, pp437-448.
- J. M. Taylor, A. L. Carrano, R. L. Lemaster (1999) Quantification of process parameters in a wood sanding operation, *Forest Products Journal*, Vol49(5), pp41-46.
- B. Ugulino, R. E. Hernandez (June 14-17, 2015) Effects of four surfacing methods on surface properties and coating performance of red oak wood. *Proceedings of the 22nd International Wood Machining Seminar*, Québec city, Canada, pp192-201.
- T. Yang, W. Xue (2012) Influence of machining methods on wood surface roughness and adhesion strength, *International Conference on Biobase Material Science and Engineering*, China, pp284-287.