

## Recherche

# Activités du GUB : la recherche à Tarbes sur l'usinage du bois

L'Institut Clément-Ader (UMR CNRS 5312) est un laboratoire de recherche qui s'attache à l'étude des structures, des systèmes et des procédés mécaniques. Il fait partie des membres fondateurs du GUB\*, le Groupe usinage bois, qui regroupe les principaux laboratoires de recherche francophones travaillant sur l'usinage du bois.

“La majorité des problématiques de recherche sur lesquelles travaille l'ICA sont issues de collaborations avec des partenaires industriels de la première et seconde transformation du bois. Nous nous efforçons de mettre nos compétences au service des industriels en focalisant nos activités sur de la recherche appliquée via des thèses de doctorat, post-doc, projets collaboratifs avec des entreprises ou des actions ponctuelles de transfert de technologie”, résume Florent Eyma, maître de conférence à l'ICA – IUT de Tarbes. L'ICA travaille plus spécifiquement sur diverses thématiques, à commencer par l'usinage grande vitesse (UGV) du bois. L'ICA dispose sur le site de Tarbes d'équipements uniques (prototype de CN 3 axes Dubus) permettant de travailler à très grande vitesse (vitesses de rotation et d'avance pouvant atteindre respectivement 80.000 tr/mn et 50 m/mn). Les travaux réalisés au laboratoire sur l'UGV du bois



Centre d'usinage grande vitesse avec dispositif de mesure de poussières et d'efforts de coupe.

ont notamment permis de démontrer l'intérêt de travailler à grande vitesse de coupe pour améliorer les états de surface et diminuer les efforts de coupe. Ces moyens d'essais sont régulièrement mis à la disposition des partenaires industriels. L'usinage 5 axes, ensuite : de nombreux travaux de recherche portent sur l'optimisation des trajectoires en usinage 5 axes au laboratoire. Cela se traduit par des collaborations sous la forme de thèses Cifre avec des entreprises, ou des formations sur la prise en main et le pilotage des commandes numériques 5 axes.

Enfin, la caractérisation et la fonctionnalité des surfaces usinées : c'est sur ce dernier point qu'ont porté les travaux de recherche les plus récents réalisés sur le site de Tarbes de l'ICA. L'objectif étant

d'identifier pour une application donnée (finition, collage...) les états de surface permettant d'apporter les meilleures performances.

## Derniers résultats en fonctionnalité des surfaces usinées

Les résultats présentés ici sont issus de travaux réalisés dans le cadre de la thèse de Miora Ramanakoto (2014-2017) en collaboration avec la société Rozière (thèse cofinancée par l'ex-région Midi-Pyrénées, le conseil général des Hautes-Pyrénées et l'IUT de Tarbes). Une partie de ces travaux portait notamment sur la performance à la finition des surfaces usinées. Dans cette étude, deux essences ont été considérées : le hêtre des Pyrénées (avec pour objectif une meilleure

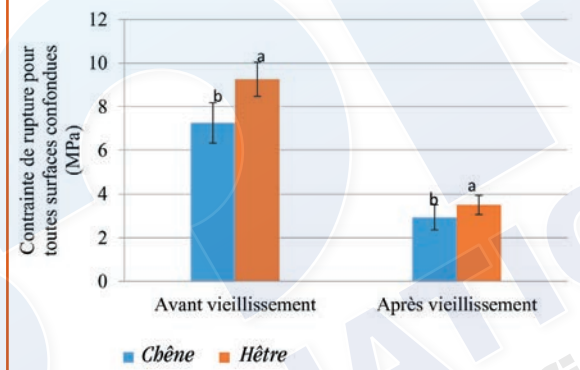


Test d'adhérence selon NF EN ISO 4624.

valorisation de cette ressource locale) et le chêne. L'objectif principal était d'identifier les paramètres d'état de surface corrélés à la performance de la finition pour un vernis aqueux (adhésion, durabilité, esthétique), et de proposer des conditions de coupe permettant d'obtenir une performance optimale. Les retombées attendues par le partenaire industriel de l'ICA portaient sur une augmentation de la qualité des produits finis via une meilleure maîtrise des états de surface générés, une amélioration des cadences de production et une réduction des coûts par une meilleure maîtrise du procédé (avec limitation voir élimination de l'égrenage dans certains cas).

Dans un premier temps, l'analyse a été réalisée sur la base de critères purement mécaniques via l'adhésion et la durabilité de la finition. Neuf conditions de coupe de ponçage et de rabotage ont été considérées. Pour évaluer l'adhésion du vernis sur les surfaces usinées, un test d'adhérence par arrachement a été effectué suivant la norme [NF EN ISO 4624, 2003]. Deux méthodes de vieillissement ont été utilisées sur les surfaces vernies : le vieillissement par humidification et séchage suivant la norme [ASTM D3459, 1998], et le vieillissement par exposition à une lampe fluorescente UVA-351. Les

Résultats obtenus à l'issue des tests d'adhérence sur le hêtre et le chêne.



paramètres topographiques de surface (sRa, sRk, ...) et les propriétés physico-chimiques (mouillabilité) ont également été considérés. Les résultats obtenus ont permis d'identifier des paramètres d'état de surface corrélés aux performances de la finition, avec notamment quelques paramètres prédominants comme ceux caractérisant les vallées traduisant une bonne pénétration du vernis en profondeur ; ou encore ceux décrivant les reliefs synonymes de surfaces spécifiques de contacts élevées, et donc d'une meilleure durabilité. Des conditions de coupe optimales ont ainsi pu être proposées, que ce soit pour le rabotage comme pour le ponçage, permettant à la fois une amélioration de la qualité de la finition et des cadences de production.

Enfin, quel que soit le cas d'étude, avant ou après vieillissement, les surfaces de hêtre se sont toujours avérées plus performantes que celles de chêne, démontrant ainsi tout l'intérêt et le potentiel d'utilisation de cette essence encore sous-exploitée dans les Hautes-Pyrénées.

## Critères esthétiques

Une analyse sur la base de critères esthétiques a également été réalisée. Dans ce cas, la performance de la finition a été évaluée à la fois par les consommateurs et les industriels sur la base de critères purement subjectifs via une analyse viso-tactile des états de surface. Ces analyses ont été réalisées sur les surfaces finies rabotées et ponçées après l'application de deux couches de vernis aqueux. Là encore, neuf conditions de coupe de ponçage et de rabotage ont été considérées ; et une mesure des paramètres topographiques 3D a été réalisée au laboratoire. Certaines surfaces ont été égrenées entre les deux couches de finition, et d'autres pas afin d'évaluer l'influence des relevés de fibres et de l'égrenage sur la qualité de la finition.

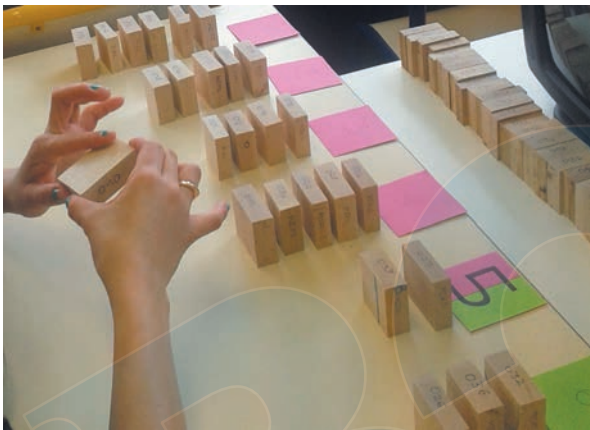
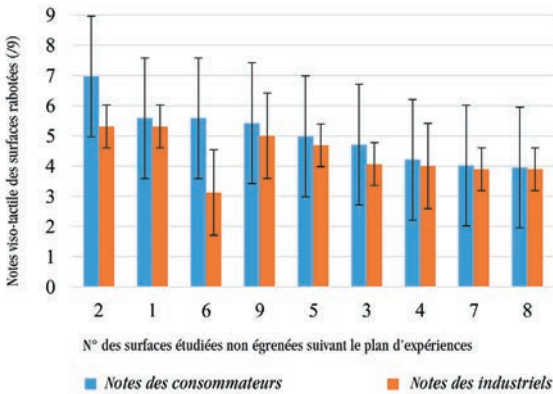
L'évaluation de la préférence des consommateurs sur les surfaces finies a été réalisée via une analyse sensorielle conduite sur 60 consommateurs [Afnor XP V09-501], et deux responsables du volet finition chez Rozière afin de comparer leurs niveaux d'exigences. La question posée était la suivante : si la surface finie est présentée comme telle, est-ce que vous êtes prêt à

Mesure des états de surface grâce à un rugosimètre optique 3D





Résultats de l'analyse hédonique pour le chêne non égrené.



acheter la porte ? (pour les consommateurs) ; est-ce que vous êtes prêt à vendre la porte ? (pour les industriels).

Pour répondre à cette question, le jury a dû noter la surface selon sa préférence sur une échelle allant de 1 (certainement pas) à 9 (absolument).

Les résultats obtenus montrent que globalement les consommateurs et les industriels sont du même avis : plus les surfaces sont lisses, plus elles sont appréciées. Par contre, quel que soit le critère considéré (rugosité, ondulation...), les industriels sont toujours plus exigeants que les consommateurs. Ce résultat est particulièrement intéressant pour les industriels qui bien souvent, s'imposent une surqualité synonyme de surcoût et de baisse de productivité.

Certains résultats se sont même avérés plus surprenants. Ainsi, il est étonnant de constater que des défauts comme les

Analyse sensorielle viso-tactile.

traces d'usinage sont particulièrement appréciés par les consommateurs alors qu'ils sont réhibitoires pour les industriels. L'analyse hédonique de préférence des consommateurs est donc une solution possible, malheureusement encore trop peu utilisée, capable d'apporter une réponse précise à la difficile question du seuil à partir duquel on passe de la qualité à la surqualité inutile et coûteuse.

"Dans le cadre de ces travaux, nous avons également étudié l'influence de l'égrenage. Pour le hêtre, que ce soit en rabotage ou en ponçage, il est indispensable d'égrener entre les deux couches de vernis pour obtenir une finition acceptable pour les consommateurs comme pour les industriels. Par contre, pour le chêne, certaines conditions de rabotage ont permis d'obtenir des états de surfaces acceptables sans passer par l'opération d'égrenage longue et coûteuse", explique Florent Eyma.

Des abaques de zones de coupe acceptables ont ainsi pu être proposés, permettant là encore une amélioration de la qualité des produits finis et une diminution des coûts de production via une limitation, voir une élimination pour certaines conditions de coupe spécifiques, de l'opération d'égrenage. Bien d'autres résultats ont été obtenus via cette étude, notamment sur l'importance des relevés de fibres entre les deux couches de finition. Globalement, la différence d'anatomie entre le hêtre et le chêne, ainsi que la mauvaise imprégnabilité de ce dernier, expliquent une grande partie des

différences observées dans ces travaux sur ces deux essences. Les résultats ont ainsi permis de mettre en évidence le véritable potentiel d'utilisation du hêtre des Pyrénées. Des travaux similaires ont également été réalisés sur la performance au collage des surfaces usinées, et ce, pour des applications structurales (sur des poutres lamellées-collées utilisées en extérieur) et non structurales (sur des carrelets lamellés-collés utilisés en menuiserie intérieure). L'ensemble des résultats sont disponibles dans la thèse de Miora Ramanakoto et font actuellement l'objet de plusieurs articles dans des revues scientifiques. D'autres activités comme la caractérisation de nouveaux matériaux (panneaux biosourcés, multimatériaux bois composites,...), la valorisation des ressources en bois locaux ou la recherche d'essences de substitution (travaux en collaboration avec l'ESSA Forêt à Madagascar) sont également réalisées dans le cadre des activités de recherche de l'ICA sur l'usinage du bois. Enfin, il est important de noter que la majorité des travaux réalisés sont issus de problématiques industrielles, et que les enseignants-chercheurs du site de Tarbes de l'ICA sont disponibles toute l'année pour répondre aux demandes éventuelles, et pourquoi pas amorcer de nouvelles collaborations.

Source : ICA

\* Lire par ailleurs "R&D / Le Groupe usinage bois, acteur de la recherche au service de la filière", dans Le Bois International n° 31 du 22 septembre 2018.

Abaque de zone de coupe acceptable.

N (rpm)	Vf (m/mn)										
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6000											
7000											
8000											
9000											
10000	0,06 (0,4)	0,07 (0,45)									
11000	0,06 (0,36)	0,06 (0,41)	0,07 (0,45)	0,08 (0,5)	0,09 (0,55)						
12000	0,05 (0,33)	0,06 (0,38)	0,07 (0,42)	0,07 (0,46)	0,08 (0,5)	0,09 (0,54)	0,09 (0,58)	0,1 (0,63)			

Conditions de coupe recommandées