

Recherche

Activités du GUB : la recherche au Labomap de Cluny

Le Laboratoire bourguignon des matériaux et des procédés a été créé en 1993 et compte trois équipes : Interaction matériaux et surfaces, Usinage grande vitesse et Matériau et usinage bois. L'équipe MUB fait partie des membres fondateurs du GUB (1) : Groupe usinage bois, qui regroupe les principaux laboratoires de recherche francophones travaillant sur l'usinage du bois.

L'équipe MUB est constituée aujourd'hui de quatre enseignants chercheurs, quatre ingénieurs et assistants ingénieurs et quatre doctorants ou post doctorants en moyenne. Elle se consacre à la valorisation des feuillus de qualité secondaire et des résineux à croissance rapide dans des produits techniques principalement destinés à des applications structurelles privilégiant ainsi des circuits courts. Pour atteindre cet objectif pleinement intégré dans le développement des territoires, deux axes scientifiques sont portés par l'équipe :

- la maîtrise de la première transformation du bois. Le Labomap dispose d'une ligne de déroulage industrielle instrumentée et d'une forte expérience sur la mesure de la qualité des placages. En parallèle, des modèles cinématiques et géométriques de la coupe par fraisage des canters ont été développés pour comprendre les

mécanismes mis en jeu lors de la coupe et optimiser le procédé ;

- le contrôle et la prédiction des caractéristiques mécaniques du bois et des matériaux d'ingénierie bois, notamment pour un emploi dans la construction. L'équipe dispose d'un plateau technique très complet de mesures destructives (machines universelles 10 et 25 tonnes, bancs de flexion de 10 tonnes) et non destructives (scanner optique, rayons X et angle des fibres, ainsi qu'un banc de mesures vibratoires). Elle développe des modèles mécaniques de prédiction des propriétés des sciages, des placages et des produits d'ingénierie bois.

Ligne de déroulage instrumentée Equipex du Labomap.

Les activités de recherche les plus directement liées au GUB traitent du déroulage et du fraisage.

Maîtrise du déroulage : approche expérimentale et numérique

Le déroulage du bois est un procédé ancien qui a fait l'objet de travaux importants dans les années 60 à 90 notamment aux États-Unis et en France. Il n'a pas cessé d'évoluer depuis, porté par le potentiel de développement d'équipementiers leaders et innovants comme Rauter ou Cremona. Le procédé est aujourd'hui abordé dans sa globalité et le prix d'une ligne de déroulage "4.0"

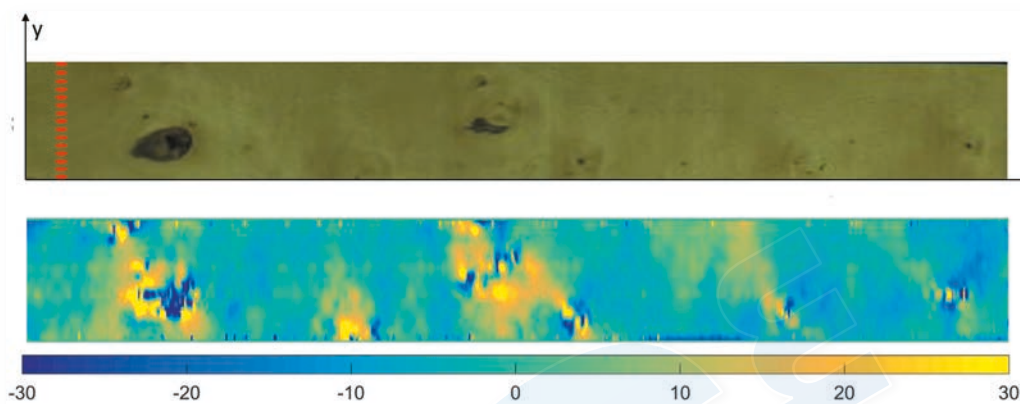




intégrant étuvage, déroulage, massicotage, séchage et classification des placages dépasse plusieurs dizaines de millions d'euros si on y ajoute la production de panneaux (contreplaqués et LVL). Les différents équipements et la dérouleuse en particulier sont munis d'axes numérisés permettant de gérer en temps réel un très grand nombre de paramètres (vitesse de déroulage, angles de coupe, pression du couteau, avance du chariot...). Pour piloter ces "formules 1" de l'industrie, une parfaite maîtrise du procédé est indispensable. Elle repose sur une connaissance fine de la ressource et du comportement du matériau à différentes étapes de la transformation, ce qui constitue un challenge lorsqu'on tient compte de la complexité du procédé et de la variabilité de la ressource. L'équipe MUB, en s'appuyant sur sa ligne de déroulage instrumentée Equipex (2), a conduit plusieurs études en ce sens aussi bien sur des feuillus que des résineux.

En 2015, pour la société Pollmeier, une campagne de caractérisation des effets de la température d'étuvage et de la pression de déroulage pour du hêtre a été réalisée, permettant d'analyser leur impact sur le phénomène de fissuration des placages. Le Labomap a développé un savoir-faire dans la mesure de la fissuration à partir d'un appareil conçu et réalisé en interne (Smof) qui permet de mesurer un grand nombre de fissures en un temps raisonnable (plus de 15.000 pour l'étude en question). L'effet des fissures de déroulage sur les propriétés mécaniques des poutres en LVL a aussi été clarifié par les travaux de l'équipe.

La société Brugère du groupe Les Manufactures Février, la région Bourgogne-Franche-Comté et l'équipe MUB du Labomap ont fondé fin 2015 le laboratoire mixte public/privé Bopli (Bourgogne placage innovation). Cette structure largement cofinancée pour quatre années par



Cartographie de l'angle des fibres du bois (placage de hêtre).

Modélisation et photographie de la coupe, Tête de fraisage LBL Brenta CD.

la région BFC a deux objectifs essentiels : la maîtrise du déroulage afin de limiter les défauts (en particulier de forme) des placages en sortie de séchoir et l'innovation dans la fabrication de panneaux à base de placages de hêtre.

Bopli s'est déjà concrétisée par la mise en place d'un système de traçabilité et la fiabilisation de plusieurs étapes du procédé de fabrication de panneaux de

contreplaqués plats. Ces progrès pour le partenaire industriel s'accompagnent de la mise à disposition de données représentatives de la ressource, véritable richesse pour les scientifiques du Labomap toujours contraints dans la quantité d'arbres traités.

Les derniers travaux ont montré la possibilité de classer mécaniquement les placages à partir de la mesure de l'orientation locale des fibres de bois par une technologie laser adaptée aux feuillus et mise au point au Labomap.

Le peuplier au travers des études Peuplier I (3) et II (4) est également un sujet privilégié. Le Labomap a réalisé de grandes campagnes d'essais qui ont permis d'apprécier la déroulabilité de 21 cultivars à partir de critères objectifs (efforts de coupe, fissuration, variation d'épaisseur, état de surface). Les propriétés mécaniques des panneaux de CP et LVL issus de ces cultivars ont aussi été évaluées (MOE, MOR et masse volumique). Pour la société Pannibois, une étude d'opportunité d'utilisation de bois locaux a également été conduite en 2016 pour réaliser des emballages légers prêts à la cuisson et adaptés à ces essences.

Enfin, une part essentielle de l'activité du Labomap étant consacrée à valoriser des bois de qualités secondaires, Cette démarche a été appliquée en utilisant le déroulage :

- travaux de thèse en collaboration avec





l'Inra et l'IMM en 2017 et 2016 pour la valorisation de bois d'éclaircie (hêtre et chêne) ;

- avec la communauté de commune du Clunisois en 2018 pour la fabrication de carrelots de menuiserie en LVL de chêne ;
- avec France douglas en 2018 pour produire sur le site de Cluny, mais également en partenariat avec un industriel de la filière, des panneaux de LVL à partir de bois de douglas de gros diamètres plutôt nouveaux et donc mal adaptés aux lignes de sciages industrielles. Cette solution permet aussi de séparer aisément l'aubier du duramen.

Une approche alternative au déroulage pour valoriser cette ressource est le sciage et la constitution de produits techniques bois type CLT.

Maitrise du sciage : la coupe de bois par canter

Les canters sont aujourd'hui couramment implantés dans les scieries françaises de résineux et de feuillus. Pourtant, peu de travaux scientifiques sont accessibles aux ingénieurs afin de concevoir des géométries d'outils adaptées à la ressource locale et dimensionner ces fraiseuses. Le Labomap a engagé des travaux fondamentaux et publics sur ce thème, au travers de deux thèses, menés entre 2012 et 2018 (financés par le ministère de

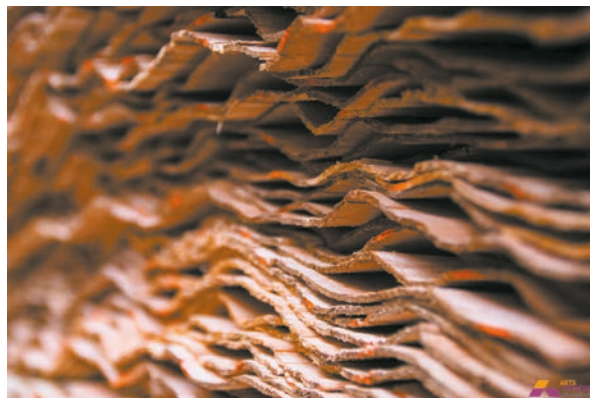
l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation). Ces études portaient sur l'analyse et la modélisation de la coupe du bois vert par canter afin de déterminer les efforts de coupe et la géométrie des plaquettes produites.

Le comportement du bois vert pour des fortes vitesses de sollicitation, comme lors de la coupe, a été étudié. Ainsi, ont été quantifiées l'influence potentielle de la perte d'humidité des bois et de la vitesse des canters sur les efforts de coupe. Des essais de coupe ont également été menés à bien afin de trouver les paramètres de coupe optimaux homogénéisant l'épaisseur des plaquettes et minimisant les efforts. L'influence de l'angle formé entre le fil du bois et la direction de coupe, donc de la position des grumes par rapport au slabber, est ressortie comme le paramètre majeur à maîtriser à ces fins.

Ces essais ont également fait l'objet d'un

Echantillon contourné fixé sur une platine de mesure d'efforts.

La maîtrise du déroulage afin de limiter les défauts (en particulier de forme) des placages en sortie de séchoir est un objectif de Bopli.



modèle numérique permettant de simuler les variations simultanées de nombreux paramètres (orientation des fibres, vitesse de coupe, vitesse d'amenage, angles d'outil) évitant d'immobiliser des lignes de production pour réaliser un nombre très conséquent d'essais. Les mécanismes en cours étant complexes, son développement se poursuit.

En parallèle, des travaux récents menés en collaboration avec le Gesaaf (université de Florence), membre du GUB, ont produit une méthodologie originale permettant de caractériser en un nombre limité d'essais les effets de la géométrie de l'outil et des paramètres de coupe sur l'état de surface et les efforts pour un matériau donné (CP, LVL, bois traités thermiquement, bois massif sec ou vert). Le principe est celui d'un fraisage périphérique en roulant qui balaye sur un tour toutes les directions de coupe susceptibles d'intervenir pendant l'usinage. Cette approche ouvre la voie vers l'optimisation des trajectoires des outils en fonction de la nature du matériau.

L'activité de recherche conduite au Labomap est résolument tournée vers les acteurs professionnels et industriels de la filière. Elle puise ses informations et ses idées dans le réseau scientifique de la communauté bois. Positionnée principalement sur les procédés de première transformation, l'équipe bois accompagne les acteurs vers un développement pérenne à partir d'une ressource locale.

SJ

(Source : Labomap)

(1) 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.

(2) Equipex Xyloforest : Investissements d'avenir ANR-10-EQPX-0016.

(3) Référentiel qualités du bois des cultivars de peuplier 2009 (CNPF IDF, FCBA, Arts et Métiers, Lacroix emballages).

(4) Etude des qualités du bois des nouveaux cultivars de peuplier 2013 (CNPF IDF, FCBA, Arts et Métiers, Xilofrance, Lacroix emballages, Guilbault-Cesbron).