

Recherche

Activités du GUB : la recherche sur l'usinage du bois au Lermab

Fédéré autour du bois comme objet d'étude, le Lermab regroupe quelque 48 permanents, 40 doctorants et de nombreux stagiaires sur trois sites : Nancy (Faculté des sciences et techniques), Epinal (Enstib et IUT) et Longwy (IUT). Il 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.

Le Laboratoire d'études et de recherche sur le matériau bois (Lermab) a pour mission de développer et de promouvoir les utilisations du bois dans les domaines de la chimie, des matériaux, de l'énergie et de ses transformations pour répondre aux enjeux sociétaux de demain. Les activités de recherche développées au Lermab s'articulent autour de trois axes :

- un axe "Matériau et procédés" : amélioration de la durée de vie et des performances du matériau bois ;
- un axe "Valorisation chimique, énergie et procédés" : développement de l'utilisation de la biomasse lignocellulosique dans le domaine de la chimie et de l'énergie ;
- un axe "Énergétique, mécanique, construction bois" : promouvoir l'utilisation du bois aussi bien pour la fabrication d'objets manufacturés que pour la construction bois.



Robot anthropomorphe de marque Kuka Kr210-L180.

Le Lermab regroupe environ 48 permanents, 40 doctorants, ainsi que de nombreux stagiaires. Ses personnels sont répartis sur trois sites : Nancy (Faculté des sciences et techniques), Epinal (Enstib et IUT) et Longwy (IUT). Les 15 enseignant-chercheurs situés sur le site d'Épinal travaillent sur les trois axes de recherche au sein du campus bois, et 4 d'entre eux, plus spécifiquement sur la transformation du matériau bois.

Le laboratoire fait partie des membres fondateurs du GUB (Groupe usinage bois), qui regroupe les principaux laboratoires de recherche francophones qui travaillent sur l'usinage du bois.

Problématiques de recherche

La majorité des travaux de recherche du Lermab répondent à des problématiques issues de collaborations avec des partenaires industriels de la première et seconde transformation du bois. Au travers de thèses de doctorat, majoritairement CIFRE, de post-docs et projet collaboratifs, de projets de courte durée en transfert de technologie, son activité s'appuie sur une recherche appliquée aux services des entreprises. Les thématiques sont issues des besoins actuels et futurs auxquels les chercheurs du laboratoire s'efforcent de répondre.

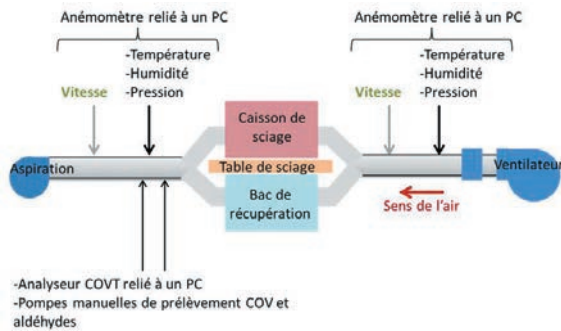
Robotique et usinage du bois

La robotique regroupe au Lermab plusieurs axes de recherche avec des thématiques transversales. Celles-ci concernent aussi bien le matériau bois que l'outil de production robotisé en lui-même :

- l'innovation et le développement de nouveaux produits bois : l'utilisation d'un portique offre de nouvelles possibilités pour le développement de produits innovants. Un exemple est le concept du mur en lit de planches croisées, développé au sein du Lermab (2). Le laboratoire travaille également sur les problématiques d'interopérabilités, le transfert des données entre logiciels (CAD, CAM et commande robot), les problématiques d'échange de données entre machines. Ces problématiques sont



Schéma de principe du banc expérimental.



Prototype du nez n° 2 raccordé à la veine de sortie du banc.

souvent connues sous le nom de "plug and produce" ;

- l'amélioration et l'adaptation des outils robotisés pour les procédés de transformation du bois par enlèvement de matière : les industries du bois font appel aux robots industriels pour la réalisation de tâches qui concernent essentiellement les opérations ne nécessitant pas une grande précision. Il s'agit souvent d'opérations telles que la manutention, la palettisation, ou encore les opérations de finition.

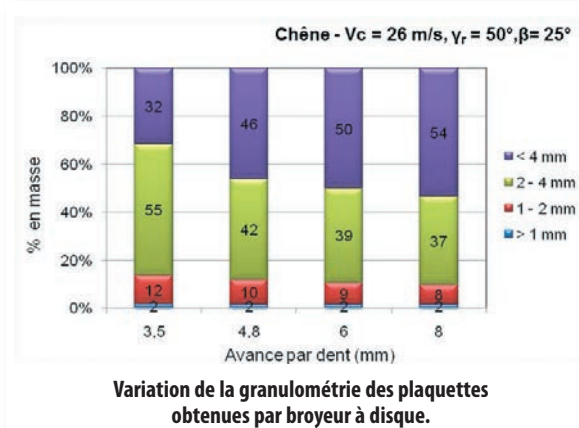
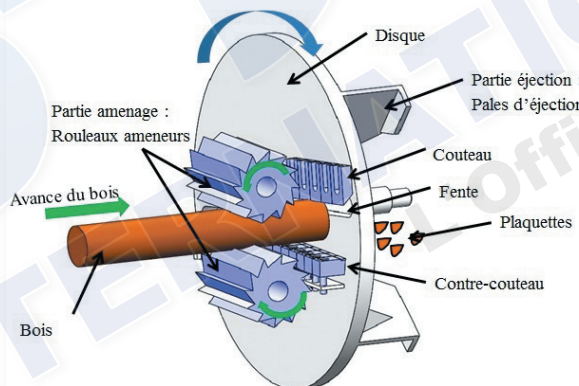
L'utilisation de robots anthropomorphes dans les industries du bois dans le cadre d'usinage par enlèvement de matière n'est pas encore répandue. La robotisation du procédé de transformation des matériaux bois se heurte aux rigidités naturelles des robots anthropomorphes. Celles-ci sont insuffisantes pour la réalisation des tâches opératives dans des conditions optimales de coupe (3). Les travaux actuels de recherche développés au sein d'une thèse de doctorat visent à améliorer ces caractéristiques afin de rendre plus facile l'intégration de la robotique dans des applications d'usinages.

Transformation du bois et qualité de l'air

Les poussières issues de la transformation du bois sont susceptibles de provoquer des maladies à court terme et des cancers plusieurs années après l'exposition. Elles représentent une des trois causes les plus importantes de cancers reconnus d'origine

professionnelle (après notamment les cancers liés à l'amiante) principalement de type naso-sinusien. Le département ORL du CHRU de Nancy a identifié une topographie dans le nez, lieu du développement de ces cancers spécifiques à l'exposition aux poussières de bois : la fente olfactive. Des travaux de collaboration ont ainsi été engagés en 2015 avec cette équipe de recherche médicale afin de chercher à comprendre la raison de cette localisation spécifique.

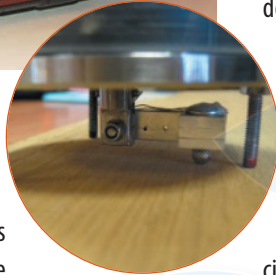
Principe de fonctionnement d'un broyeur forestier.



Après le développement d'un dispositif expérimental de génération et de récupération des poussières de bois pour différents types de transformation, un modèle expérimental "nez" a été développé au Lermab, permettant de qualifier et quantifier la diffusion et l'accumulation des poussières de bois et matériaux dérivés dans des géométries particulières équivalentes à celles du nez. Après l'obtention de premiers résultats encourageants sur le prototype, le modèle "nez" a évolué grâce à l'impression 3D : la représentation de l'ensemble fosses nasales / fente olfactive a ainsi été développée à partir de tomodensitométries 3D obtenues chez un patient réel en réalisant une impression 3D de façon à éliminer au maximum les dépôts et ainsi conduire rigoureusement l'étude des flux dans le conduit nasal. Les fosses nasales sont ainsi mises en relation d'une part avec le flux de poussières généré par l'appareil et d'autre part avec un système alternatif à piston simulant le mouvement pulmonaire. Afin d'approcher au mieux la réalité, les chercheurs s'intéressent également aux conditions de température et d'humidité régnant dans le conduit nasal. La finalité du développement de ce dispositif expérimental est de mesurer les coefficients de partage des particules entre l'air circulant dans les fosses nasales et la fente olfactive selon le niveau d'exposition et de réaliser des cartographies granulométriques des poussières de bois déposées dans la géographie du nez. Actuellement, le Lermab travaille sur la validation du modèle et son adaptation aux transformations de type sciage et ponçage du matériau bois et de ses dérivés.

Le broyage et l'affinage du bois

Les travaux de l'équipe portent sur l'optimisation de la granulométrie lors de l'opération de broyage forestier ainsi que sur l'efficacité énergétique de cette opéra-



tion. Une instrumentation spécifique développée au cours d'une première thèse est montée sur un prototype. Celui-ci permet d'obtenir des conditions de coupe réelles afin d'évaluer l'influence des conditions de coupe sur la granulométrie obtenue.

L'optimisation des performances énergétiques des broyeurs à disque a fait l'objet d'une deuxième thèse CIFRE, menée chez un industriel. Pour affirmer ce domaine de recherche, le Lermab sur le site d'Epinal vient de s'équiper d'une plateforme de broyage destinée à l'étude du fractionnement mécanique de la matière ligneuse. Cet investissement est réalisé dans le cadre du CPER Forbois (Etat / région / Europe).

La plateforme est composée tout d'abord d'un banc moteur instrumenté avec sortie prise de force permettant de déterminer l'efficacité énergétique de n'importe quel broyeur destiné à être mise en rotation par cardan. De plus, les deux technologies les plus répandues de broyeur forestier sont disponibles au sein de ce dispositif (broyeur à rotor et broyeur à disque). Ceux-ci pourront transformer des rondins de bois d'un diamètre inférieur à 170 mm en plaquettes forestières de fraction granulométrique P16. En complément de ces broyeurs forestiers, ces plaquettes peuvent être réduites en fibres de longueur inférieure à 4 mm à l'aide d'un broyeur à marteau. L'efficacité énergétique peut être mesurée pour chacune des opérations de

Le Ptest est un dispositif portable de caractérisation qualitative de l'état de surface des matériaux.

Caractérisation de la qualité de surface de 13 essences de densités différentes en fonction des modes de transformation.

- ◆ Scie à ruban
- Rabotage usé
- ▲ Rabotage Neuf
- × Rabotage droit
- ✱ Ponçage
- Linéaire (Scie à ruban)
- Linéaire (Rabotage usé)
- Linéaire (Rabotage Neuf)
- Linéaire (Rabotage droit)
- Linéaire (Ponçage)

fractionnement mécanique. La granulométrie sera mesurée à chaque phase de transformation. L'équipe pourra de cette manière répondre également aux industriels intéressés par cette thématique.

Qualification de qualité de surface des matériaux

Le Ptest est un dispositif de qualification de surface, qui exploite les vibrations acoustiques d'un palpeur se déplaçant sur la surface à analyser. La trajectoire circulaire du palpeur permet de bien prendre en compte les variations de l'état de surface dans toutes les directions. Il reproduit le mouvement circulaire du doigt de la main pour avoir la même approche que le principe visio-tactile universel tout en restituant beaucoup plus d'informations numériques utilisables.

Les différentes méthodes utilisées industriellement pour qualifier des surfaces hétérogènes (vision, laser, mouillabilité) requièrent des matériels lourds qui ne répondent pas à un objectif de mesure rapide et mobile. Ce dispositif permet en quelques secondes de pouvoir évaluer numériquement la qualité globale de surface déterminée par l'intégration du signal, l'anisotropie de la surface évaluée par l'analyse du signal sur les directions préférentielles. Les fréquences principales

renseignent sur la dureté et la densité du matériau et le temps de parcours du palpeur sur un tour donne une information sur le coefficient de frottement. Toutes ces informations peuvent être utilisées seules ou combinées selon le matériau testé et le résultat recherché.

Avantages, innovation :

- qualification rapide multicritères d'états de surface ;
- application aux matériaux anisotropes ;
- capteur compact, portable et facile d'utilisation ;
- utilisable en production industrielle.

Applications industrielles :

- contrôle qualité tout au long du processus de fabrication ;
- recherche et développement ;
- caractérisation de nouveaux matériaux ;
- multimatériaux : bois, textiles, plastiques et composites etc.

Propriété intellectuelle :

- brevet FR déposé le 25/01/2013 ;
- extension PCT du 23/01/2014.

Source : LERMAB

(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) Voir : "Bâtiment / Mur en bois feuillu strato-conçu de l'Enstib : le président comme témoin !", dans *Le Bois International* n° 5 du 4 février 2017.
 (3) Lire aussi : "Industrie du bois / 15^e Xylodating : en marche vers la robotisation", dans *Le Bois International* n° 13 du 7 avril 2018.

