

## Transformation innovante du chêne en produits de construction

KUFFER Paul<sup>1,2</sup>, POT Guillaume<sup>1</sup>, VIGUIER Joffrey<sup>1</sup>, CHASTAGNIER Thibault<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Arts et Métiers Sciences et Technologies, LaBoMaP, F-71250 Cluny, France

<sup>2</sup>Groupe Ducerf, Le Bourg, F-71120 Vendenesse-lès-Charolles, France

[paul.kuffer@ensam.eu](mailto:paul.kuffer@ensam.eu)

**Mots clés :** Classement machine ; Orientation des fibres ; Chêne ; Aboutage

### Contexte

La France dispose d'une forêt exceptionnelle qui couvre plus de 30 % de son territoire. Riche de près de 190 essences, elle est dominée par les feuillus, et en particulier par le chêne cumulant 20 % du volume de bois, ressource majeure de la forêt. Pourtant, si cette ressource en bois est abondante, elle est globalement moins bien valorisée dans les usages industriels que chez nos voisins européens, le bois feuillu restant encore transformé de manière moins industrielle que dans le secteur du résineux qui est lui déjà fortement mécanisée (IGN 2023).

La filière bois française constitue un secteur économique de premier plan avec plus de 400 000 emplois, mais elle souffre d'un déficit commercial chronique, atteignant plus de 8 milliards d'euros en 2023. Ce déficit est particulièrement marqué dans les produits de construction où la France importe chaque année des volumes importants de bois de structure. Le manque d'industrialisation des feuillus et l'hétérogénéité de cette ressource expliquent en grande partie cette faiblesse économique, alors même que les politiques publiques et la réglementation environnementale (RE2020, Stratégie nationale bas carbone) encouragent un usage accru du bois dans le bâtiment.

C'est dans ce contexte que s'inscrivent ces recherches, avec pour objectif l'optimisation et la meilleure valorisation des bois feuillus, et du chêne en particulier. La qualité générale de la ressource bois récoltée tend à diminuer, ce qui accroît les tensions sur le marché et complique l'approvisionnement en bois de haute qualité. Face à cette situation, les bois dits de « qualité secondaire », traditionnellement orientés vers le bois industrie ou le bois énergie, apparaissent désormais comme une ressource stratégique pour les industriels de la transformation. L'enjeu scientifique et technique est de développer de nouvelles voies de valorisation de ces bois, en les intégrant dans des produits structurels et non structurels pour la construction. Il s'agit ainsi de tirer pleinement parti d'une ressource locale abondante mais encore sous-exploitée, tout en réduisant la dépendance française aux importations grâce à la mise au point de solutions compétitives adaptées aux besoins du marché.

Ce projet est conduit au sein du laboratoire LaBoMaP de Cluny, reconnu depuis plusieurs décennies pour son expertise sur la transformation et la caractérisation du bois, notamment du chêne. Il s'appuie sur un partenariat industriel étroit avec le groupe Ducerf, acteur majeur de la filière feuillue en France, qui maîtrise l'ensemble de la chaîne de transformation, du sciage des grumes jusqu'à la fabrication de produits techniques. Initiateur du sujet de recherche, le groupe met à disposition son savoir-faire et ses équipements, en complément de l'environnement scientifique de haut niveau du LaBoMaP. Lauréat d'un appel à projet « Industrialisation de produits et systèmes constructifs bois » financé par l'ADEME, Ducerf illustre parfaitement cette dynamique. L'ambition est double : accélération de l'industrialisation du bois feuillu et innovation. L'objectif est d'adapter les procédés et les outils de classement mécanique aux spécificités du chêne.

## Objectifs

Le chêne se distingue des résineux par ses modes de valorisation. Alors que les résineux sont principalement exploités en bois de structure, le chêne possède également une forte valeur esthétique. Cette double dimension ; classement d'aspect et classement mécanique ; n'est toutefois pas encore bien établie. Des recherches sont donc essentielles pour comprendre, statistiquement, cette dualité et optimiser la valorisation du matériau.

Les paramètres de décision étudiés proviennent d'un scanner industriel, conçu et fabriqué par la société Luxscan, et utilisé au LaBoMaP. Le classement mécanique et esthétique d'un bois hétérogène tel que le chêne demeure particulièrement complexe. L'« effet trachéide » (Shen et al 2000), phénomène optique qui repose sur la diffusion anisotrope de la lumière dans le bois, représente une piste prometteuse pour améliorer le classement mécanique. Lorsqu'un faisceau laser est projeté sur la surface, la lumière se diffuse en formant une tache elliptique. Le grand axe de cette ellipse correspond à la direction principale des fibres, autrement dit le fil du bois. L'orientation des fibres (ODF) est un paramètre clé car elle conditionne les propriétés mécaniques locales. Grâce à des modèles mathématiques (Brännström et al 2008), il devient alors possible de relier l'ODF à la rigidité ou à la résistance du bois.

Néanmoins, sur le chêne, cette mesure reste plus incertaine que sur les résineux (Besseau 2021), en raison de la complexité anatomique de l'essence. Le projet TreCEffiQuaS (Transformation et Classement Eco-Efficient du chêne de Qualité Secondaire) (Pot et al 2024) mené par le LaBoMaP a déjà permis d'avancer dans ce domaine. Cependant des optimisations sont possibles, notamment sur les choix des algorithmes de traitement d'image et du modèle mécanique de classement.

Un autre enjeu majeur concerne le procédé d'aboutage en chêne. Celui-ci consiste à assembler de petits morceaux de bois appelés courçons, issus du tronçonnage des avivés, afin de reconstituer des lames de grande longueur. Les extrémités du courçon sont usinées en dent de scie puis le courçon est collé à ses voisins. Ce procédé est essentiel pour valoriser des bois courts et hétérogènes. Aujourd'hui, le classement mécanique des courçons de chêne est visuel, réalisé par des opérateurs. Or, des défauts sont régulièrement observés : fissuration des courçons pendant le pressage en zone d'aboutage, mauvais usinage des entures en dent de scie, entraînent l'arrêt des machines et une perte de productivité. L'explication scientifique et la prédiction de ces défauts en amont du processus afin d'adapter le tronçonnage des bois représente donc un enjeu de recherche et industriel majeur.

La thèse s'inscrit dans cette dynamique, en cherchant à optimiser le classement mécanique du chêne, à mieux exploiter les données issues des mesures optiques et à réduire les défauts lors de l'aboutage. D'autres pistes pourront également être explorées, comme l'intégration de la piqure dans les critères de tri, ou l'analyse statistique du tri mécanique ou esthétique des courçons.

## Remerciements

Ce sujet de recherche est initié et financé par le groupe Ducerf ; financé par l'ADEME et piloté par le LaBoMaP.

## Références

Besseau B (2021) Contribution au développement de procédés innovants pour une transformation plus efficiente du chêne. Thèse de doctorat, HESAM

Brännström M, Manninen J, Oja J (2008) Predicting the strength of sawn wood by tracheid laser scattering, *BioResources* 3:437–451

IGN (2023) *Memento\_Inventaire\_Forestier\_IGN 2023*

Pot G, Viguier J, Besseau B, Lanvin J-D, Reuling D (2024) Transformation et Classement éco-Efficients des Qualités Secondaires de chêne pour leur valorisation en bois d'œuvre. *Arts et Métiers*, Ducerf, FCBA

Shen J, Zhou J, Vazquez O (2000) Experimental Study of Optical Scattering and Fiber Orientation Determination of Softwood and Hardwood with Different Surface Finishes. *Appl Spectrosc* 54:1793–1804.