

Caractérisation et modélisation de placages pour l'optimisation et l'homogénéisation des propriétés mécaniques de LVL/ contreplaqué

DEMOULIN Leyne¹, POT Guillaume¹, GIRARDON Stéphane¹, COTTIN Fabrice¹,
LETOURNEAU Roger¹, DENAUD Louis¹

¹Arts et Metiers Institute of Technology, LABOMAP, Université Bourgogne Franche-Comté,
HESAM Université, F-71250 Cluny, France

leyne.demoulin@ensam.eu

Mots clefs : Comportement mécanique ; orientation des fibres ; LVL ; contreplaqué ; modèle éléments finis

Contexte et objectifs

L'utilisation de matériaux biosourcés est un enjeu d'avenir pour la transition écologique et solidaire, en particulier pour atteindre les objectifs de rénovation et modernisation énergétique dans le bâtiment et pour contribuer à la diminution des émissions de CO₂ des industries du transport. Le marché demeure néanmoins encore confronté à des barrières techniques et scientifiques. Le succès de l'intégration de ces matériaux dans les applications du XXI^{ème} siècle nécessite une approche fine pour intégrer les spécificités inhérentes aux matériaux issus du vivant. Les nombreux progrès réalisés dans les équipements scientifiques de caractérisation des matériaux, dans les outils de calcul numérique et de dimensionnement laissent penser que les chercheurs et ingénieurs sont à ce jour mieux armés qu'au début du XX^{ème} siècle pour assurer une intégration robuste et pérenne de ces matériaux entachés d'une forte variabilité et d'une grande complexité dans de nombreux domaines d'application et en particulier dans le domaine du génie-civil et du transport.

Dans le domaine du bois, une des méthodes connues et utilisées depuis plusieurs décennies pour mieux maîtriser les propriétés mécaniques des bois de structure est de recourir à des matériaux reconstitués, généralement connus sous leurs acronymes : BMR (Bois Massif Reconstitué), qu'il s'agisse de BLC (Bois Lamellé-Collé), CLT (Cross-Laminated Timber) ou LVL (Laminated Veneer Lumber). Dans ces matériaux, des sections individuelles de bois d'épaisseur plus ou moins grande sont assemblées pour former des poutres et des panneaux. Grâce à un tri (ou classement) préalable des éléments les constituants, les bois reconstitués présentent une meilleure homogénéité et par conséquent des performances mécaniques améliorées comparativement au bois brut, permettant de mieux maîtriser la variabilité de ces propriétés, d'accéder à une meilleure stabilité dimensionnelle et également à des éléments de grandes dimensions.

Dans ce contexte, ce projet de thèse a pour objectif de travailler à l'optimisation et l'homogénéisation des matériaux hétérogènes et variables à base de bois par stratification pour des applications structurelles dans le transport.

L'objet de cette communication est de présenter la problématique, les objectifs et le programme de recherche envisagé pour cette thèse ayant débuté en octobre 2021.

Matériel et méthodes

Le premier travail sera de parvenir à mettre au point une méthode permettant une caractérisation précise des plis du composite bois (appelés placages). Cette cartographie fine des propriétés de chaque placage permet une modélisation fidèle de produits techniques reconstitués plus

complexes. Pour cela, le LaBoMaP a développé une expertise sur la mesure locale de l'orientation des fibres du bois et sa modélisation (Besseau *et al.* 2020, Frayssinhes *et al.* 2020, Viguier *et al.* 2018). Il s'agit de méthodes récentes avec un fort potentiel que cette thèse devra continuer à développer. On pense notamment à une meilleure représentation de l'orientation des fibres dans l'espace, nécessitant une modélisation géométrique du problème tenant compte par exemple de l'angle d'insertion des branches dans l'arbre, leur diamètre, etc.

Dans un second temps, un modèle mécanique devra être développé prenant en compte la variation des propriétés mécaniques suivant la variation de l'angle des fibres. Cette modélisation devra tenir compte des caractéristiques de densité, comme le propose les modèles de la littérature actuelle, mais aussi des caractéristiques à l'échelle micro ou nanométrique (angle de microfibrilles de cellulose). De manière peut être étonnante, la simple connaissance fondamentale des caractéristiques mécaniques d'un placage de bois en fonction de l'angle des fibres n'est pas triviale et nécessitera donc un travail de modélisation et d'expérimentation conséquent.

Résultats attendus

Comment le module et la résistance longitudinales d'une éprouvette de bois varient en fonction de l'angle des fibres, et à quel degré de précision sommes-nous capables de le savoir, constitue le principal verrou scientifique de cette thèse. L'idée est de chercher à valider ces modèles sur des bois de plus en plus hétérogènes, afin d'en déterminer les limites.

L'objectif final est d'aboutir à une modélisation d'un stratifié LVL mono ou multi-essences hautes performances en caractérisant finement ses caractéristiques mécaniques, ce afin de pouvoir proposer un matériau biosourcé fiable pour des applications de transport. Des interactions avec les partenaires du projet des laboratoires femto-ST et DRIVE permettront aussi de déterminer l'effet de l'ajout de matériaux composites en peau du stratifié sur les performances et la fiabilité du produit.

Remerciements

Ce travail est soutenu par le programme « Investissement d'Avenir », projet ISITE-BFC (contrat ANR-15-IDEX-003), et par l'ANR (projet TreeTrace ANR-17-CE10-0016-03).

Références

Besseau B., Pot G., Collet R., et Viguier J. (2020). Influence of wood anatomy on fiber orientation measurement obtained by laser scanning on five European species. *Journal of Wood Science*, 66(1).

Frayssinhes R., Girardon S., Denaud L., et Collet R. (2020). Modeling the Influence of Knots on Douglas-Fir Veneer Fiber Orientation. *Fibers*, 8(9), 54.

Viguier J., Bourgeay C., Rohumaa A., Pot G., et Denaud L. (2018). An innovative method based on grain angle measurement to sort veneer and predict mechanical properties of beech laminated veneer lumber. *Construction and Building Materials*, 181, 146-155.