

Offre de master / master thesis

Détermination précise de l'orientation des fibres du bois de chêne en 3D

/ Accurate determination of oak timber fibre orientation in 3D

Profil / Profile: Master 2 ou Master 1 avec bonne vision dans l'espace, sens pratique et appétence pour l'expérimental, bases de programmation (idéalement python, pour traitement de données et d'images) / Good spatial awareness, practical sense and interest in experimental work, basic programming skills (ideally Python, for data and image processing)

Lieu de travail / Workplace: Cluny (71), France

Candidature / Application: CV et motivation à guillaume.pot@ensam.eu

Durée / Duration : 4 à 6 mois à commencer au premier semestre 2025/ 4 to 6 month starting from 1st semester 2025

Contexte

Le bois est un matériau fibreux, caractérisé par une très forte anisotropie (différences de propriétés selon les directions), ainsi qu'une grande hétérogénéité et variabilité, comme c'est le cas pour tout le domaine du vivant. L'orientation des fibres du bois joue un rôle capital dans les propriétés finale des produits sciés. Pour des applications à très forte valeur ajoutée, il faut être capable de déterminer très précisément l'orientation des fibres de manière à tirer le meilleur parti possible du matériau. Le contrôle qualité dans l'industrie du bois est donc particulièrement important, chaque pièce étant scannée pour être classée et finalement orientée vers l'application qui lui convient le mieux. Pour cela, les scieries modernes peuvent être équipées de scanners fournissant des images couleur, des mesures de l'orientation de surface des fibres par effet trachéide, et des densitogrammes par rayonnement X (Figure a). Le LaBoMaP est spécialisé dans la mesure et la prédiction des propriétés du bois à partir de ces données de scanner (Viguiet et al. 2017, Olsson et al. 2018, Besseau et al. 2020, Penvern et al. 2024). L'utilisation de ces scanners pour les bois feuillus est assez récente, et ils fournissent une très grande quantité de données et d'images dont le traitement nécessite encore beaucoup de recherches. Le LaBoMaP travaille particulièrement à la valorisation du chêne, qui est l'essence majoritaire en France (41 % de la surface forestière), en cherchant à exploiter au maximum les mesures d'orientation des fibres pour contrôler de manière non destructive ce bois. En plus de travailler à la prédiction des propriétés mécaniques de chêne de qualité secondaire, donc très hétérogène (Pot et al. 2024a,b), notre équipe de recherche cherche aussi à déterminer le plus précisément possible l'orientation des fibres pour des bois avec moins de défauts, pour des applications à haute valeur ajoutée (Demoulin et al. 2024a,b).

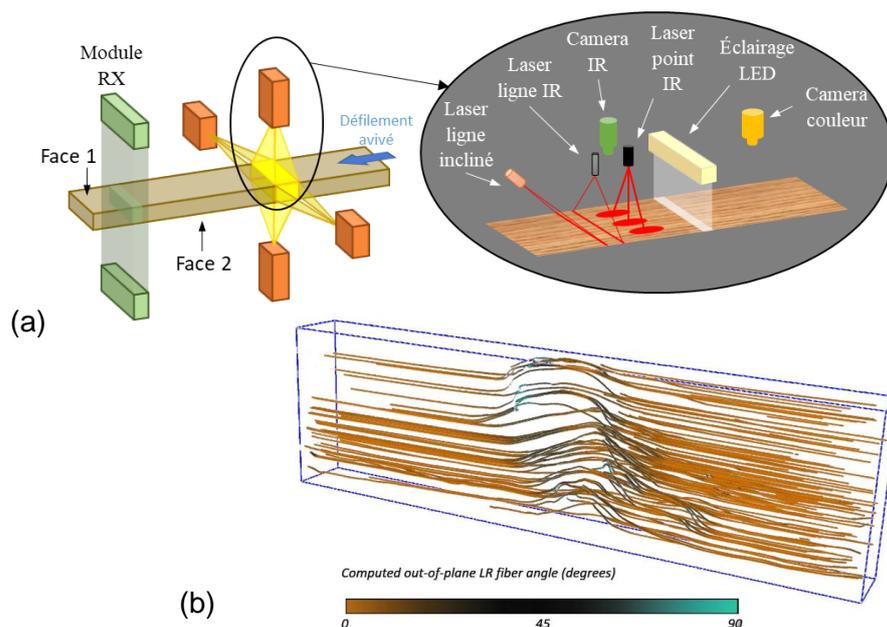


Figure : (a) Schéma du principe de fonctionnement des scanners de contrôle de sciages de bois, (b) lignes du "flux" des fibres dans un échantillon de bois autour d'un noeud (Penvern et al. 2024) .

Objectif et tâches

L'objectif de ce sujet de stage est de contribuer au développement de la méthode de mesure de l'orientation des fibres sur du chêne sans défauts apparents, en cherchant à la déterminer le plus précisément possible en 3D, dans le volume de la pièce considéré, à partir des mesures d'angle en surface obtenues par scanner. Plusieurs tâches devront être effectuées :

- Evaluer la précision et les limites de la mesure d'orientation des fibres en surface par scanner sur du bois de chêne brut de sciage obtenu en conditions industrielles, ce qui nécessite de mettre en œuvre un protocole expérimental adapté, similaire à celui de Besseau et al. (2020).
- Travailler au filtrage des données par traitement d'images afin de ne pas tenir compte de possibles mesures d'angle faussées par l'état de surface ou des particularités anatomiques du chêne.
- Représenter, à partir des mesures sur les 4 longues faces des bois sciés, l'orientation des fibres en 3D en utilisant des techniques de représentation des flux de mécanique des fluides en programmation python (cf. Figure b), puis mettre en relation ces données avec la pièce réelle.
- Calculer des indicateurs à partir de ces données d'orientation des fibres permettant de contrôler ces pièces sciées de chêne pour qu'elles respectent les spécifications pour des applications à haute valeur ajoutée.

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(74). 10.1186/s10086-020-01922-y
- Demoulin L., Pot G., Denaud L., Girardon S., et Marcon B. (2024a) Determination of local mechanical properties of clear wood in relation to the local fiber deviation. Wood Science and Technology, 59(1):9. <http://hdl.handle.net/10985/25405>
- Demoulin Leyne. Caractérisation expérimentale physique, mécanique, et modélisation numérique du comportement de placages de bois sans défauts tenant compte de leur variabilité intra-specimen (2024b) Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Cluny, France.
- Olsson A, Pot G, Viguier J, Faydi Y, Oscarsson J (2018) Performance of strength grading methods based on fibres orientation and axial resonance frequency applied to Norway spruce (Picea abies L.), Douglas fir (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) and European oak (Quercus petraea (Matt.) Liebl./Quercus robur L.). Annals of Forest Science 75:102. <https://sam.ensam.eu/handle/10985/14957>
- Penvern H., Demoulin L., Pot G., Viguier J., Roux B., Hu M., et Olsson A (2024). A laboratory method to determine 3D fibre orientation around knots in sawn timber: case study on a Douglas fir specimen. Wood Science and Technology. 10.1007/s00226-024-01583-w
- Pot G., Viguier J., Besseau B., Lanvin J-D, Reuling D. (2024a) Modelling tensile mechanical properties of oak timber from fibre orientation scanning for strength grading purpose. In 11th Hardwood Conference. Sopron, Hungary. <https://doi.org/10.35511/978-963-334-518-4>.
- Pot G., Viguier J., Besseau B., Lanvin J-D, Reuling D. (2024b) Transformation et Classement éco-Efficaces des Qualités Secondaires de chêne pour leur valorisation en bois d'œuvre. Arts et Métiers, Ducerf, FCBA. <https://sam.ensam.eu/handle/10985/25867>.
- Viguier J, Bourreau D, Bocquet J-F, Pot G, Bléron L, Lanvin JD (2017) Modelling mechanical properties of spruce and Douglas fir timber by means of X-ray and grain angle measurements for strength grading purpose. European Journal of Wood and Wood Products 75:527–541. <https://sam.ensam.eu/handle/10985/11794>