

Offre de stage Master 2 / fin d'étude : Développement de méthodologies à base d'IA pour la modélisation 3D de l'orientation des fibres à l'intérieur du bois

Domaine : Analyse d'image ; IA ; Méthodes numériques ; Mécanique des matériaux ; Contrôle non-destructif ; Modélisation géométrique ; Bois

Contexte – Projet ANR PropUsiBot

La filière de la transformation du bois joue aujourd'hui un rôle stratégique dans le contexte de développement durable. Elle s'appuie sur une ressource biosourcée, présentant une balance entre croissance et exploitation positive, et favorisant les circuits courts par son foisonnement à travers tout le territoire. Cumulé à son caractère écologique, ses qualités esthétiques et mécaniques en font un matériau toujours plus valorisé, certes en construction et en ameublement ou pour des instruments de musiques mais également pour équiper tous types de véhicules qu'ils soient terrestres, aériens ou maritimes.

Lors de l'usinage de pièces en bois massif, il est complexe d'obtenir des états de surfaces satisfaisants en tous points et des arrachements de fibre peuvent même apparaître du fait de la forte anisotropie et de l'hétérogénéité de ce matériau. Le projet PropUsiBot, qui s'appuie sur les compétences de l'Institut Clément Ader (Université de Technologie de Tarbes Occitanie Pyrénées) et du LaBoMaP (ENSAM de Cluny), vise à participer à la croissance et la performance de la filière bois en résolvant cette problématique par le développement simultané d'outils d'optimisation complémentaires.

Description du sujet et objectifs

Le sujet porte sur la caractérisation non-destructive de l'orientation des fibres du bois à l'échelle millimétrique, élément indispensable pour parvenir à optimiser les stratégies d'usinage du bois massif. Le LaBoMaP dispose d'une expertise reconnue à l'international dans ce domaine, avec un parc d'équipements de pointe incluant un scanner industriel de planches sciées et plusieurs scanners de laboratoire permettant de mesurer l'orientation des fibres *en surface*. C'est précisément ce point qui constitue la limitation principale : l'orientation des fibres à l'intérieur du bois n'est pour l'heure qu'estimée par des méthodes d'interpolation assez simples (Figure 1). Le LaBoMaP a développé une méthode originale de tomographie *destructive* permettant de mesurer l'orientation des fibres en 3D (Penvern et al. 2024), et a ainsi constitué une base de données véritablement unique sur un billon entier de douglas. L'objectif principal de ce stage consiste à développer et valider des modèles non-destructifs d'interpolation volumique des angles à partir de ces données, en simulant les mesures de surface qui auraient été obtenues de manière non-destructive, par des approches géométriques et d'intelligence artificielle.

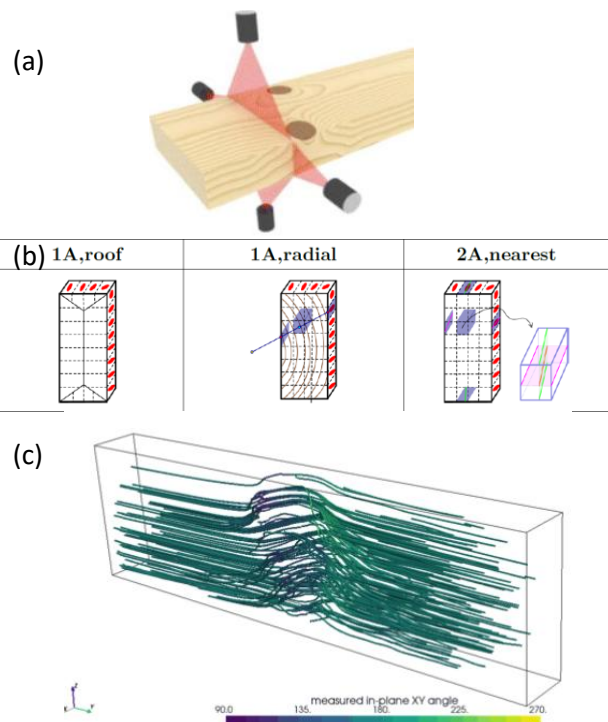


Figure 1 : (a) Représentation du scan de l'orientation des fibres sur les 4 faces d'une planche ; (b) exemples de méthodes d'interpolation des angles à l'intérieur des planches à partir de mesures de surface ; (c) résultat de l'orientation des fibres obtenue par tomographie destructive (Penvern et al. 2024).

L'objectif à terme est de développer des modèles prédictifs permettant de reconstruire, à partir de mesures de surface, la distribution tridimensionnelle de la densité et de l'orientation des fibres dans le volume du bois, ce qui pourra être réalisé au cours d'une thèse en continuité du stage.

Profil / travail attendu

Issu(e) de filière Master universitaire ou école d'ingénieur, le/la candidat(e) aura à **traiter des données et images par des approches IA**, pour réaliser des modélisations géométriques des fibres. Pour cela, des compétences en **programmation** (Python notamment) sont nécessaires. Des expérimentations de laboratoire sont envisageables, il serait apprécié que le/la candidat(e) soit à l'aise avec la prise en main et le développement de nouvelles **techniques expérimentales** et la réalisation de nombreux essais/mesures.

Le/la candidat(e) devra faire preuve de rigueur scientifique, d'autonomie et d'un goût pour le travail interdisciplinaire, à l'interface entre physique, traitement d'images, méthodes numériques et sciences du bois.

Informations Pratiques

- Le stage est basé sur le campus Arts et Métiers de Cluny (71)
- Début du stage : courant 2026
- Gratification de stage légale
- Contacts : Adam Najem (adam.najem@ensam.eu)
Guillaume Pot (guillaume.pot@ensam.eu)

Pour **candidater** : Envoyer un CV détaillé, une lettre de motivation et les relevés de notes M1.

Éléments de bibliographie thématique

- Marc, C., Marcon, B., Denaud, L. and Girardon, S., 2024a. Non-Destructive Wood Analysis Dataset: Comparing X-Ray and Terahertz Imaging Techniques. *Data* 9 (11): 130. [DOI](#).
- Marc, C., Marcon, B., Denaud, L. and Girardon, S., 2025. FMCW THZ radar and X-ray analysis of wood properties: A comparative study. *NDT & E International* 154 (septembre):103378. [DOI](#).
- Huang, Yunbo, Daniel Chuchala, Dietrich Buck, Kazimierz A. Orlowski, Magnus Fredriksson, et Mikael Svensson. 2024. « Analysis of the Relationship between Cutting Forces and Local Structural Properties of Scots Pine Wood Aided by Computed Tomography ». *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 135 (9-10): 4975-87. [DOI](#).
- Daval, V., Pot, G., Belkacemi, M., Meriaudeau, F. and Collet, R., 2015. Automatic measurement of wood fiber orientation and knot detection using an optical system based on heating conduction. *Optics express*, 23(26), pp.33529-33539. [DOI](#)
- Besseau, B., Pot, G., Collet, R. and 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), p.74. [DOI](#)
- Boivin, J., Teyssieux, D., Froehly, L., Girardon, S. and Denaud, L., 2024. Exploring Visible Spectrum Wavelengths in Light Transmission through Wood Material. *Wood Science and Technology* 58 (5): 1845-59. [DOI](#).
- Penvern, H., Demoulin, L., Pot, G., Viguier, J., Roux, B., Hu, M. and 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* 58 (août):1735-60. [DOI](#).
- Penvern H., Pot G., et Viguier J. Comparison of various internal fibre orientation determination methods for predicting the mechanical properties of one Douglas-fir timber board, 2025. <https://hal.science/hal-05265237v1>