

Influence des algorithmes de traitement de l'effet trachéide sur les propriétés extraites

BOIVIN Juliette¹, TEYSSIEUX Damien², GIRARDON Stéphane¹, DENAUD Louis¹,
FROEHLI Luc², COTTIN Fabrice¹

¹Arts et Métiers Sciences et Technologies, LABOMAP, Université Bourgogne Franche-Comté, F-71250 Cluny, France

Juliette.Boivin@ensam.eu, Louis.Denaud@ensam.eu, Stephane.Girardon@ensam.eu,
Fabrice.Cottin@ensam.eu

²Franche-Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique – Sciences et Technologies (FEMTO – ST) – UMR 6174

Damien.Teyssieux@femto-st.fr, Luc.Froehly@univ-fcomte.fr

Mots clefs : Traitement d'images ; Effet trachéide ; Lumière ; Optique

Contexte

Le bois sera l'un des matériaux de construction de base du XXI^{ème} siècle. Ses propriétés de légèreté, de rigidité, d'isolation et sa capacité à capturer le carbone font de lui un matériau incontournable dans le contexte actuel, où les préoccupations écologiques sont omniprésentes.

Une de ses particularités réside dans sa structure multi-échelle complexe et hétérogène qui résulte de la croissance adaptative et singulière d'un arbre dans son environnement (Schoch 2004, Trouy 2015). Comme toute ressource issue du vivant, sa variabilité naturelle est très forte et représente un enjeu essentiel dans sa valorisation comme matériau de construction, d'emballage ou d'aménagement intérieur ou extérieur.

Le principal frein à l'utilisation de bois français dans la construction réside dans la difficulté à prédire ses propriétés mécaniques du fait de son hétérogénéité intrinsèque plus forte que celle des bois du nord. En particulier, la construction à partir de bois feuillus, qui représentent plus des deux-tiers de la ressource sur le territoire métropolitain, est aujourd'hui freinée par la complexité à modéliser leur comportement mécanique et un contexte normatif globalement moins complet que celui concernant les résineux.

Le premier paramètre d'hétérogénéité du bois réside dans l'orientation de ses fibres, qui gouverne ses propriétés mécaniques et physiques. La connaissance de cette orientation pour un placage ou un sciage peut améliorer son usage. Aujourd'hui, cette mesure peut être réalisée par des techniques faisant appels à des faisceaux laser par effet trachéide (Briggert 2018, Kienle 2008, Nyström 2003) : lorsqu'un faisceau laser illumine une surface en bois, la lumière est diffusée et conduit à un halo de lumière de forme elliptique dont le grand axe suit les fibres du bois (Fig. 1).

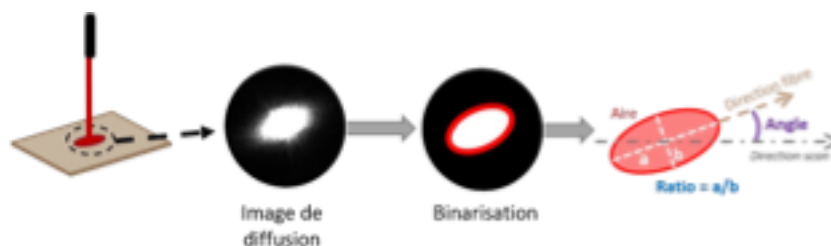


Fig. 1 : Représentation de l'effet trachéide

Après acquisition de l'image de la surface du placage à l'aide d'une caméra, celle-ci est traitée à l'aide de différents algorithmes d'extraction d'ellipse, et des données en sont retirées (grand axe, petit axe, aire, ratio, orientation de l'ellipse).

Matériel et méthodes

Le douglas a été choisi comme essence de travail en raison de sa microstructure simple et de sa grande différence de densité entre le bois de printemps et le bois d'été. On s'intéresse à deux plans de coupe (LR et LT). Quatre éprouvettes de bois rabotées de taille 5 x 5 cm et d'épaisseur 1 mm ont été utilisées, afin d'obtenir des échantillons témoins de la variabilité au sein de l'essence (Fig. 2).

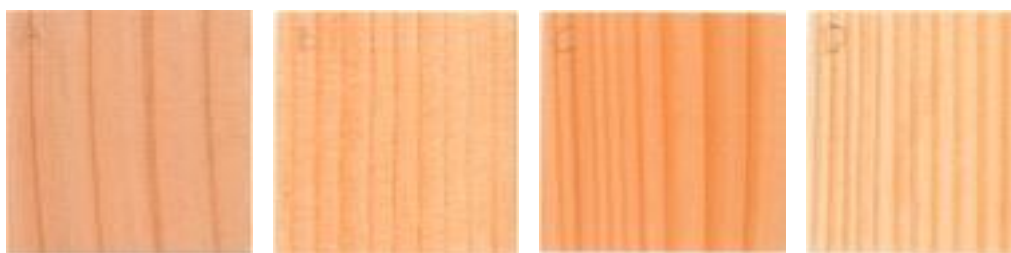


Fig. 2 : Echantillons de douglas

Un montage expérimental présenté sur la Figure 3 a permis de collecter des images d'effet trachéide en transmission.

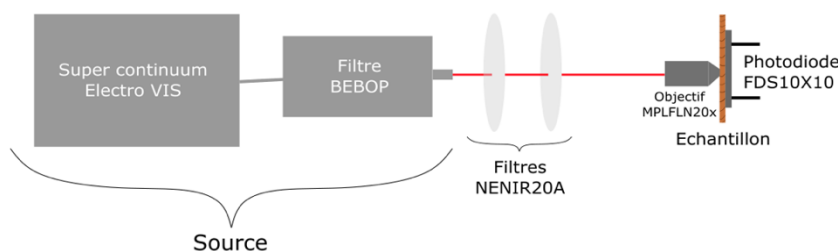


Fig. 3 : Montage expérimental permettant de déterminer la transmittance d'échantillons de bois

Pour chaque échantillon, un scan est effectué sur une zone de 1.5 x 1.5 cm avec un pas de 0.1 mm. En chaque point du scan, une image avec trois temps d'exposition différents est capturée (Fig. 4).

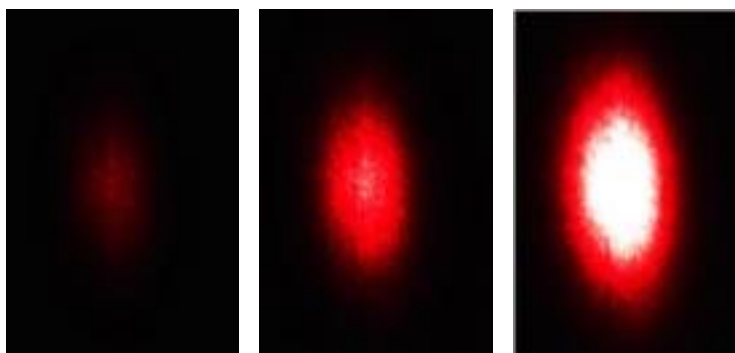


Fig. 4 : Effet trachéide avec trois temps d'exposition différents (à gauche : court, au centre : moyen, à droite : long)

Trois algorithmes de détection d'ellipse ont été utilisés : les moments d'inertie, les moindres au carrés et l'analyse en composantes principales. Pour chaque image, des seuillages à différentes valeurs d'intensité ont été effectués.

Résultats

Les paramètres de grand axe, de petit axe, d'aire, de ratio et d'orientation pour différents niveaux de seuillage des ellipses sont présentés sur la Fig. 5.

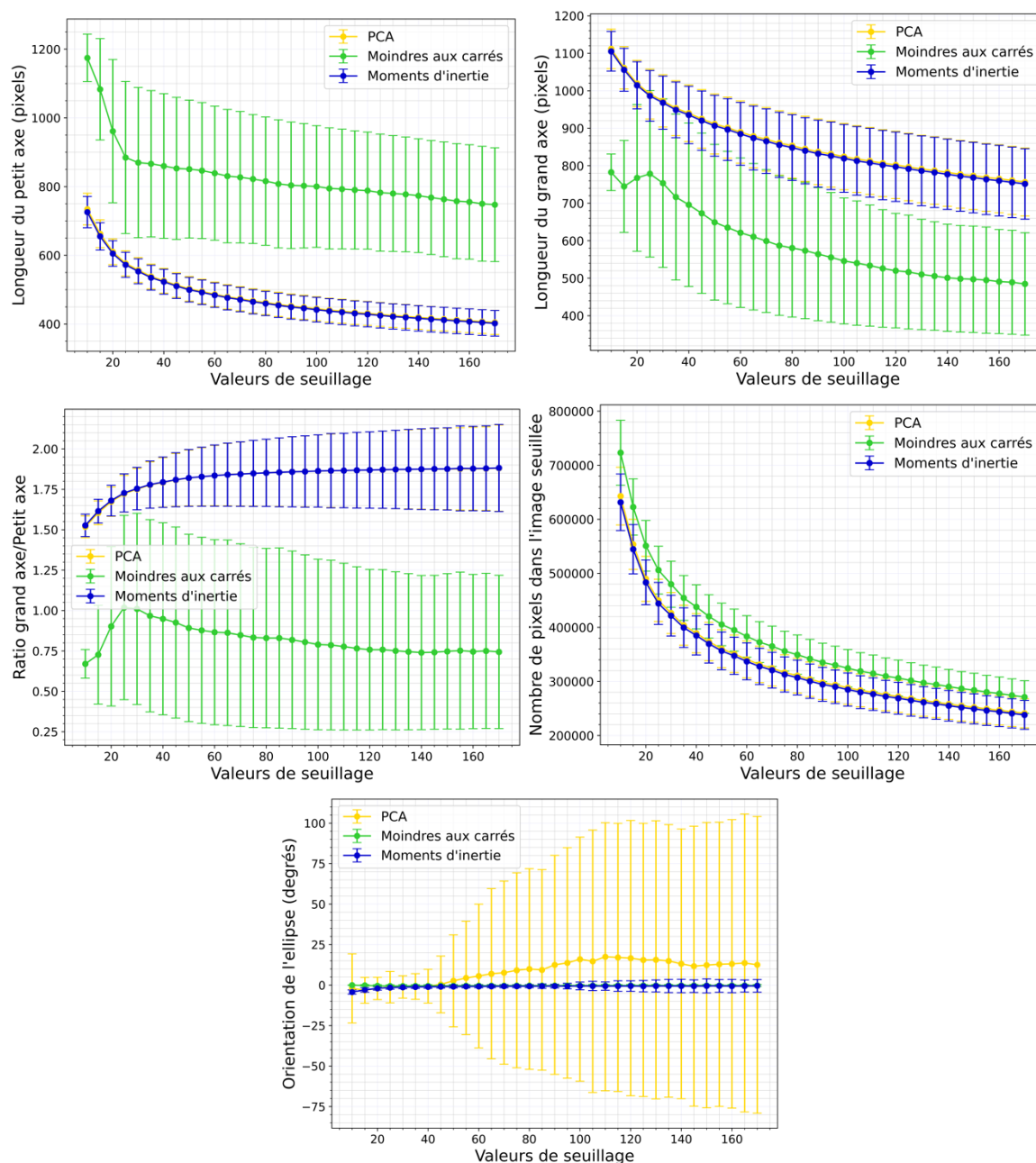


Fig. 5 : Paramètres d'ellipse moyens obtenus avec différents algorithmes en fonction des valeurs de seuillage pour l'échantillon B et un temps d'exposition long,

Une forte variabilité est observée sur les propriétés extraites selon la méthode utilisée, notamment le ratio et l'orientation des fibres.

Conclusions et perspectives

Les variations mises en avant montrent que le traitement des images est un élément de la chaîne de traitement de l'effet trachéide à ne pas négliger. Dans la suite, il est prévu d'effectuer des mesures sur des ellipses plus spécifiques (par exemple au niveau des zones de transition bois de printemps/bois d'été), et de tester d'autres méthodes d'extraction d'information sur les

images, qui n'impliquent pas forcément d'extraction d'ellipse mais prennent en compte des caractéristiques plus globales.

Remerciements

Ce travail est soutenu par la région Bourgogne-Franche-Comté.

Références

Briggert A, Hu M, Olsson A, Oscarsson J (2018) Tracheid effect scanning and evaluation of in-plane and out-of-plane fiber direction in Norway spruce timber. *Wood and Fiber Science*. 50. 411-429. 10.22382/wfs-2018-053.

Kienle A, D'Andrea C, Foschum F, Taroni P, Pifferi A (2008) Light propagation in dry and wet softwood, *Opt. Express* 16, 9895-9906.

Nyström J (2003) Automatic measurement of fiber orientation in softwoods by using the tracheid effect, *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 41, Issues 1–3.

Schoch, W, Heller I, Schweingruber FH, Kienast F (2004). *Wood anatomy of central European Species*. Birmensdorf, Switzerland: Swiss Federal Institute for Forest.

Trouy MC (2015) *Anatomie du bois. Formation, fonctions et identification*. Editions Quae.