



# NOTE DE RECHERCHE

AOÛT 2014 • N°8.

## PRÉDICTION DE LA LONGUEUR ET DU DIAMÈTRE DES TRACHÉIDES DE L'ÉPINETTE BLANCHE (*PICEA GLAUCA* (MOENCH) VOSS)

Mesurer la longueur et le diamètre des fibres est un processus long et coûteux. Développer des modèles pour prédire ces propriétés serait bénéfique pour les industriels du bois et les chercheurs. Les régressions linéaires ont été utilisées pour déterminer la prédictibilité de la longueur et du diamètre des trachéides de l'arbre entier (1.3 m - 13.3 m) et du rayon au complet (1-45 cernes depuis la moelle) chez l'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss). L'âge cambial est le plus important prédicteur de la longueur des trachéides, mais son importance est limitée pour ce qui est du diamètre des trachéides. Ce dernier pourrait être mieux prédit par la distance depuis le sommet de l'arbre. Les modèles finaux de l'âge cambial, avec une transformation logarithmique ou polynomiale du troisième degré, ont permis d'expliquer 82 % de la variation de la longueur des trachéides de l'arbre entier. La longueur et le diamètre des trachéides augmentent de la moelle vers l'écorce, et de la base vers le sommet de l'arbre.

### INTRODUCTION

Les trachéides représentent 92.5 % du bois de l'épinette blanche. La longueur des trachéides influence la qualité des produits papetiers, mais aussi de l'industrie des bois solides. Il est donc nécessaire d'en mesurer les dimensions, mais ces processus sont longs et coûteux. Une solution de rechange pourrait être le développement de modèles prédictifs. Très peu d'études se sont intéressées à la longueur des trachéides en général<sup>1</sup> et aucune ne s'est penchée sur la prédiction du diamètre des trachéides de l'épinette blanche. Étant donné que les cycles de croissance sont longs en forêt boréale, prédire la longueur des trachéides à partir des valeurs dans le bois juvénile serait particulièrement utile. Par ailleurs, la description de la variation intracerne de la longueur et du diamètre des trachéides de l'épinette blanche sur le plan radial et longitudinal pour le bois juvénile et mature n'existe pas dans la littérature.

### I. MATÉRIEL ET MÉTHODE

• Pour développer les modèles, nous avons échantillonné huit arbres provenant de quatre différentes intensités (18; 25; 32 et 44 m<sup>2</sup>/ha) d'un test d'éclaircie établie en 1936, pour un total de 32 arbres. La validation des modèles s'est faite avec une deuxième base de données, qui comporte un total de 12 arbres, issus d'un test d'espacement initial établi en 1967 et comportant quatre arbres provenant de trois intensités différentes (18,5; 26,4 et 44,5 m<sup>2</sup>/ha). Les deux plantations se trouvaient à la forêt expérimentale de Petawawa, Ontario, Canada (lat. 45,58 N; long. 77,25 W; élev. 168 m). Les surfaces terrières à la récolte pour le test d'éclaircie et celui de l'espacement initial étaient comparables. Des galettes ont été prélevées à la hauteur de la poitrine sur tous les arbres. Un sous-échantillonnage en hauteur de quatre (1,3 m; 4,3 m; 7,3 m; 10,3 m et 13,3 m) et six arbres (1,3 m; 4,3 m et 7,3 m) était également disponible pour le test d'éclaircie et d'espacement initial, respectivement.

- La largeur du cerne, celle de la zone de bois initial et celle de la zone de bois final, a été mesurée avec un densitomètre à rayons X. L'analyseur de la qualité des fibres (FQA) (Figure 1) a permis de mesurer la longueur et le diamètre des trachéides de la zone de bois initial et de la zone de bois final. Toutes les trachéides mesurées dans nos travaux avec l'analyseur de la qualité des fibres avaient préalablement été délignifiées avec une solution de Franklin pendant 5-6 h.



Figure 1. Analyseur de la qualité des fibres (FQA).

- La procédure MIXED de SAS<sup>®</sup> a été utilisée pour déterminer les coefficients de régression. La matrice de covariance autorégressive (AR 1) a permis de considérer la corrélation entre des cernes successifs. Seuls les prédicteurs significatifs ( $\alpha = 0,05$ ) ont été retenus pour les modèles finaux, en évitant les variables fortement corrélées. Le critère d'information d'Akaike (AIC)<sup>2</sup> a été utilisé pour sélectionner le meilleur modèle.

### II. RÉSULTATS ET DISCUSSION

- La longueur des fibres augmente de la moelle vers l'écorce, pour atteindre un maximum dans le bois

mature. Une stabilisation est observée aux alentours de 25 cernes annuels (Figure 2a). Le diamètre des fibres présente un patron similaire, mais la stabilisation advient plus tôt (Figure 2b). Ce patron est commun à la longueur et au diamètre moyen du cerne (CE), du bois initial (BI) et du bois final (BF). Dans la direction longitudinale, on observe une forte augmentation de la longueur des fibres depuis la hauteur à la poitrine jusqu'à 7,3 m, suivi par une augmentation plus modeste jusqu'à 13,3 m (Figure 2c). Cette tendance est commune au bois initial et au bois final. Les fibres du bois final sont plus longues et plus minces que celles du bois initial. Les fibres sont plus courtes et plus minces dans le bois juvénile comparé au bois mature.

• L'âge cambial (AC) explique au moins 77,4 % de la variation, et est le plus important prédicteur de la longueur des trachéides (LT). Toutefois, son importance est limitée pour ce qui est du diamètre des trachéides. Dans l'ordre, les autres variables explicatives de la longueur des fibres sont: la hauteur d'échantillonnage (HE) (2 %), la surface terrière (ST) (1,1 %), le diamètre des fibres (DF) (0,77 %) et le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) (0,61 %). Les modèles finaux avec une transformation logarithmique ou polynomiale du troisième degré de l'âge cambial ont permis d'expliquer 82 % de la variation de la longueur des trachéides de l'arbre entier (1,3 m-13,3 m) (Figure 2d). À hauteur de poitrine, 83 % de la variation de la longueur des trachéides pour le rayon entier (1-45 cernes depuis la moelle) a été expliquée en utilisant la longueur des trachéides du troisième cerne depuis la moelle. Jusqu'à 87 % de la variation a été expliquée avec le modèle incluant la longueur moyenne des trachéides dans la zone du bois juvénile (3-15 cernes depuis la moelle).

Modèle logarithmique :

$$LT = 0,1557 + 0,7285\text{Log}(AC) + 0,02494HE + 0,005808ST + 0,01927DF - 0,00804DHP$$

Modèle polynomial :

$$LT = 0,4346 + 0,1947AC + 0,00567(AC)^2 + 0,000056(AC)^3 + 0,02163HE + 0,004762ST + 0,01904DF - 0,00706DHP$$

• Les modèles développés ont permis une très bonne (77 %-90 %) prédiction de la longueur des fibres en phase de validation. Bien que les transformations logarithmiques et polynomiales donnent des résultats comparables, les transformations logarithmiques permettent d'éviter la surparamétrisation et la colinéarité.

• La variation du diamètre des trachéides n'a pas été expliquée de manière satisfaisante par les processus de maturation. La conicité des trachéides (tout le long du tronc de l'arbre) a été interprétée comme une mesure d'adaptation, visant l'accomplissement des fonctions

(surtout conductrice) de ces canaux<sup>3</sup>. La capacité de la distance depuis le sommet de l'arbre à prédire le diamètre des trachéides sera évaluée, pour valider ou non l'applicabilité de cette théorie chez l'épinette blanche.

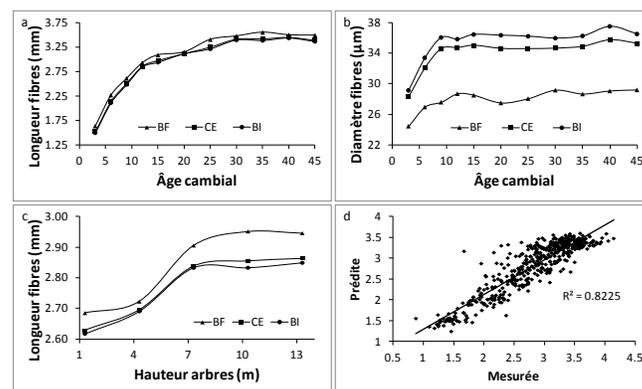


Figure 2. Variation radiale de la longueur (a) et du diamètre (b) de fibres, longueur des fibres en fonction de la hauteur depuis la hauteur à la poitrine (c) et prédiction de la longueur des fibres (d).

### III. CONCLUSIONS

• La longueur des diverses composantes (bois initial, bois final et moyenne du cerne) des fibres était comparable à la littérature. Ces composantes suivent la première et la deuxième loi de Sanio, augmentant de la moelle vers l'écorce et de la hauteur de poitrine vers le sommet de l'arbre. Les fibres sont plus longues et fines dans le bois final comparé au bois initial. Elles sont aussi plus courtes et fines dans le bois juvénile comparé au bois mature.

• Les transformations logarithmiques et polynomiales de l'âge cambial utilisées dans les régressions multiples ont permis une bonne prédiction de la longueur des fibres de l'arbre entier et au DHP. Ces modèles de prédiction pourraient être utilisés pour sélectionner les arbres avec les meilleures fibres ou prédire la qualité du bois à la récolte.

<sup>1</sup> Beaulieu, J. 2003. Genetic variation in tracheid length and relationships with growth and wood traits in eastern white spruce (*Picea glauca*). *Wood and Fiber Science*, 35, 609-616.

<sup>2</sup> Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W. W., Wolfinger, R.D., and Schabenberger, O. 2006. SAS for Mixed Models. Second ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

<sup>3</sup> Enquist, B.J. 2003. Cope's rule and the evolution of long-distance transport in vascular plants: allometric scaling, biomass partitioning and optimization. *Plant, Cell and Environment*, 26, 151-161.

Auteurs: Cyriac Serge Mvolo M.Sc., Ahmed Koubaa Ph.D., Maurice Defo Ph. D., Jean Beaulieu Ph. D., Martin-Claude Yemele Ph. D. et Alain Cloutier Ph.D.

Pour plus d'informations: Ahmed Koubaa, professeur titulaire, IRF, UQAT;

[Ahmed.koubaa@uqat.ca](mailto:Ahmed.koubaa@uqat.ca) ; (819) 762-0971 poste 2579

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Campus de Rouyn-Noranda

445, boul. de l'Université, Rouyn-Noranda, Québec, Qc, Canada J9X 5E4

[www.materiauxrenouvelables.ca](http://www.materiauxrenouvelables.ca)