



NOTE DE RECHERCHE

DECEMBRE 2015 • V.2, N°12.

PRÉDICTION DE LA QUANTITÉ D'ÉCORCE SUR LES TIGES COMMERCIALES DE BOULEAU JAUNE (*BETULA ALLEGHANIENSIS* BRITT.)

Résumé : L'utilisation de résidus de l'industrie forestière pour la production de produits à haute valeur ajoutée devient de plus en plus importante. Parmi la gamme de coproduits disponibles, l'écorce offre un grand potentiel d'utilisation. L'estimation de sa quantité, par contre, dépend de l'espèce, des dimensions de l'arbre, ainsi que d'autres facteurs reliés à sa croissance. Pour aider à préciser la quantité d'écorce disponible pour la production de produits à haute valeur ajoutée, nous avons ajusté des modèles statistiques qui estiment le pourcentage d'écorce et le volume total d'écorce des tiges commerciales de bouleau jaune. À l'aide de ces modèles, l'industrie forestière pourra estimer avec plus de précision la quantité d'écorce disponible avant la récolte des arbres.

Applications potentielles et retombées industrielles : L'équation ajustée permettra à l'industrie forestière d'estimer la quantité d'écorce de bouleau jaune en amont de la récolte, soit pour estimer avec plus de précision le volume net de bois rond qui sera obtenu, soit pour estimer le volume d'un sous-produit de la transformation de billes qui peut être destiné à la génération d'énergie ou à la production d'extraits à haute valeur ajoutée pour les industries pharmaceutique et cosmétique.

INTRODUCTION

L'écorce est un coproduit offrant beaucoup de potentiel pour la production des produits de haute valeur ajoutée, mais jusqu'au présent ce potentiel demeure largement inexploité. L'écorce est plus fréquemment utilisée comme combustible pour les chaudières industrielles ou pour du paillis, les deux étant considérés des sous-produits de l'industrie du bois. Malgré cela, de nouveaux produits de haute valeur ajoutée, comme des extraits pour les industries pharmaceutiques, cosmétiques et nutraceutiques¹, des matériaux carbonés poreux², de la mousse polyuréthane³, etc., sont en plein développement. Pour estimer le potentiel de ces nouveaux débouchés, il faut d'abord connaître le volume potentiel de la matière première. Pour ce faire, des modèles prédictifs peuvent être ajustés pour les essences d'intérêt. Depuis le début de l'utilisation d'équations prédictives dans l'industrie du bois, plusieurs modèles d'estimation de la quantité d'écorce ont été développés, surtout avec le but de mieux estimer le volume de bois d'un arbre sur pied. Ces aspects n'ont pas été beaucoup étudiés pour le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.), et surtout pas pour les arbres de l'est du Canada. L'objectif de ce projet était d'ajuster des modèles statistiques pour estimer le pourcentage d'écorce et le volume total d'écorce des tiges commerciales de bouleau jaune.

I. MATÉRIEL ET MÉTHODE

• Pour le développement des modèles, nous avons échantillonné 48 bouleaux jaunes dans la forêt feuillue de la région des Hautes-Laurentides, Québec, Canada (46°41'50"N, 75°42'36"W). Ces arbres appartenaient à différentes classes de vigueur, selon la classification de Boulet⁴ : arbres moribonds, non vigoureux et vigoureux. Des rondelles ont été prélevées de la tige principale de chaque arbre à la hauteur de 0.3 m, 1.3 m, 2.3 m et ensuite à chaque deux mètres jusqu'à un diamètre minimal avec écorce de 10 cm. Le diamètre avec écorce

et l'épaisseur de l'écorce de chaque rondelle ont été mesurés, et le pourcentage d'écorce dans chaque rondelle a été calculé.

• Le volume total de la tige marchande a été calculé à partir de la somme des volumes de ses billes. Le volume de chaque section a été obtenu en utilisant la méthode de cubage de Smalian :

$$V_b = \left(\frac{g_b + g_u}{2} \right) * l$$

où V_b est le volume de la bille (m^3), g_b est la surface de la section au gros bout (m^2), g_u est la surface de la section au fin bout (m^2), et l est la longueur de la bille (m).

• Les données ont été analysées à l'aide du logiciel R, version 3.2.3. Pour contrôler la colinéarité entre le diamètre de la rondelle et la position de l'échantillon sur la tige, on a relativisé cette variable en la transformant en pourcentage. Une régression linéaire simple a été utilisée pour décrire l'épaisseur d'écorce en fonction de ces deux variables. Le volume total d'écorce a été décrit par une régression linéaire simple en fonction du volume total de la tige marchande. Les deux modèles ont été ajustés avec 70% de la base de données et leur capacité de prédiction a été évaluée avec le 30% restant de l'ensemble de données.

II. RÉSULTATS ET DISCUSSION

• Les résultats ont montré que l'épaisseur de l'écorce a augmenté avec l'augmentation du diamètre de la rondelle, et ce, indépendamment de l'état de vigueur de l'arbre (Figure 1a). Même si l'épaisseur moyenne de l'écorce des arbres non vigoureux et moribonds était supérieure à la valeur observée pour les arbres vigoureux, la différence entre ces valeurs n'était pas statistiquement significative.

• La proportion d'écorce a augmenté vers la cime de l'arbre (Figure 1b). Les arbres de moindre vigueur

avaient un pourcentage moyen d'écorce légèrement plus élevé que celui des arbres vigoureux. Encore une fois, la différence entre les valeurs n'était pas statistiquement significative.

• Pour l'ajustement des modèles, on a considéré l'ensemble de données sans la classification de vigueur, étant donné que la différence entre les classes n'était pas significative. Le modèle développé pour décrire l'épaisseur de l'écorce le long de la tige explique 60% de la variation de l'épaisseur de l'écorce des arbres échantillonnés. Un terme d'interaction entre les deux variables explicatives a été ajouté pour avoir le modèle final suivant :

$$Ep = 0.367 - 0.00463 \cdot h_{rel} + 0.0195 \cdot dob + 0.000318 \cdot h_{rel} \cdot dob$$

où Ep est l'épaisseur de l'écorce le long de la tige (cm), h_{rel} est la position relative de l'échantillon sur la tige (%), et dob est le diamètre sur écorce de la rondelle (cm). La comparaison entre les valeurs observées et les valeurs prédites à partir du modèle ajusté est présentée dans la Figure 2a.

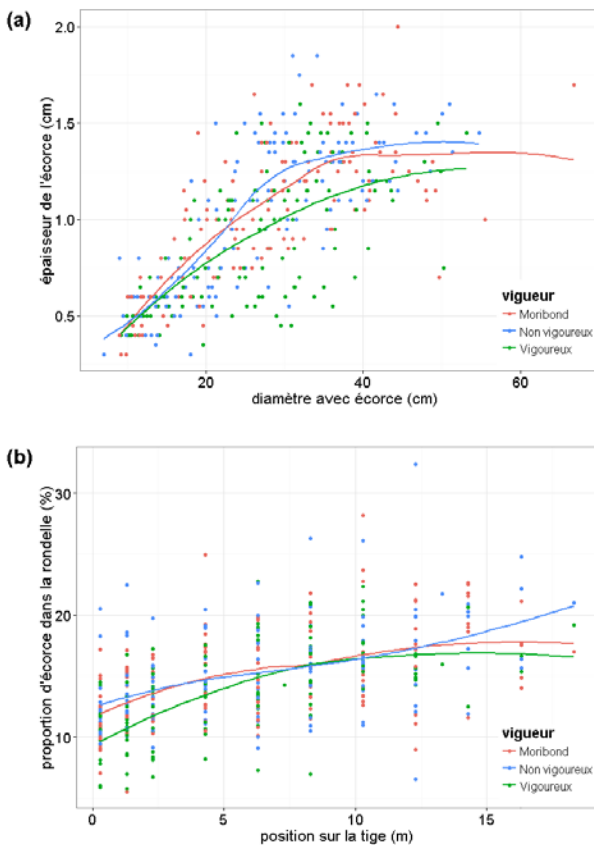


Figure 1. Relation entre l'épaisseur de l'écorce et le diamètre de la rondelle (a), et entre le pourcentage d'écorce et la position de l'échantillon sur la tige (b).

• Le modèle de prédiction du volume total d'écorce de la tige a permis d'expliquer 83% de la variation du

volume d'écorce en fonction du volume de la tige. Ce prédicteur peut être facilement obtenu soit à partir de tables de cubage ou des équations de volume pour l'espèce. Le modèle de prédiction du volume total d'écorce d'une tige est présenté comme :

$$V_{éc} = 0,007224 + 0.131829 \cdot V_t$$

où $V_{éc}$ est le volume total d'écorce d'une tige (m^3) et V_t est le volume de la tige marchande (m^3). Les valeurs prédites par ce modèle et les valeurs observées sont présentées sur la Figure 2b.

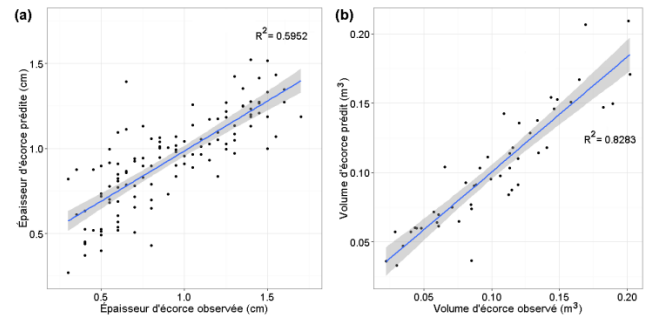


Figure 2. Prédications de l'épaisseur de l'écorce (a) et du volume total d'écorce (b) à partir des données réservées à la validation (30% du jeu de données).

III. CONCLUSIONS

• Les résultats présentés montrent que la position des échantillons sur la tige, le diamètre de la rondelle et leur interaction peuvent être utilisés dans un modèle prédictif assez simple et avec une bonne capacité d'estimation de l'épaisseur d'écorce.

• Le volume total de la tige marchande s'est avéré un prédicteur satisfaisant pour estimer le volume total d'écorce. Le fait que ce prédicteur puisse être obtenu en utilisant des tables de volumes ou des équations de volume donne au modèle ajusté dans notre étude un caractère très pratique.

Remerciements : Les auteurs remercient le Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies (FRONT) pour le financement de ce projet, et à Coopérative Forestière des Hautes-Laurentides (CFHL) pour leur aide dans la sélection des secteurs d'échantillonnage.

¹ Royer, M., Houde, R., Viano, Y., Stevanovic, T. 2012. Non-wood forest products based on extractives - a new opportunity for the Canadian forest industry. Part 1: hardwood forest species. Journal of Food Res 1(3): 8-45.

² Kuznetsov, B.N., Chesnokov, N.V., Ivanov, I.P., Kuznetsova, S.A., Ivanchenko, N.M. 2015. Production of porous carbon materials from bark. Solid Fuel Chemistry 49(5): 278-288.

³ D'Souza, J., Camargo, R., Yan, N. 2014. Polyurethane foams made from liquefied bark-based polyols. Journal of Applied Polymer Science 131(16).

⁴ Boulet, B. 2007. Défauts et indices de la carie des arbres : guide d'interprétation. 2 ed. Les Publications du Québec, Canada. 291 p.

Auteurs: Mariana Hasegawa M.Sc. et Alexis Achim Ph.D.

Pour plus d'informations: Alexis Achim, professeur titulaire
Alexis.Achim@sbf.ulaval.ca ; (418) 656-2131 poste 6113

Centre de recherche sur les matériaux renouvelables, Pavillon Gene-H.-Kruger,
 2425 rue de la Terrasse, Université Laval, Québec, Qc, Canada G1V 0A6
<http://www.materiauxrenouvelables.ca>