

$$P'(t) = \frac{r}{k} P(t)(b - P(t))$$

$$V_{AE,B} = \beta_1 dhp_{ik}^2 H_{ik}^2 + \hat{\epsilon}_{2,ik}$$



Produire plus rapidement du bois de meilleure qualité : une réalité

Par Mireille Desponts, biologiste, Ph. D., Martin Perron, biologiste, Ph. D., et Josianne DeBlois, statisticienne, M. Sc.



Territoires où les résultats s'appliquent.

Acquérir des données fiables pour évaluer les propriétés du bois, sans sacrifier d'arbres, a longtemps représenté un défi en amélioration génétique. Mesurer directement la densité et la rigidité du bois implique à tout le moins de prélever un échantillon de bois du tronc, sinon de couper des arbres de la plantation expérimentale. Il est maintenant possible d'évaluer indirectement ces propriétés. Une méthode efficace et non destructive de sélection des arbres selon la densité et la rigidité du bois (module d'élasticité ou MoE) a été mise au point pour l'épinette noire. La sélection selon ces caractères est désormais intégrée au programme québécois d'amélioration génétique.

Créer une nouvelle génération d'arbres plus performants implique le mesurage de caractères d'intérêt sur des milliers d'individus afin d'en retenir un petit nombre présentant des valeurs exceptionnelles. Lorsqu'il s'agit d'évaluer la croissance ou la forme de l'arbre, le travail peut s'effectuer aisément, mais il en va tout autrement pour les propriétés du bois. Depuis une vingtaine d'années, la mise au point d'appareils précis et adaptés aux travaux extérieurs a enfin permis aux généticiens d'évaluer un grand nombre d'arbres. Une étude visant à vérifier l'efficacité de ces appareils et la possibilité d'intégrer les propriétés du bois dans le programme d'amélioration génétique de l'épinette noire a donc été réalisée.

Méthode

L'étude comportait deux populations indépendantes de 1 200 arbres (60 familles de demi-frères), répartis équitablement dans deux tests de descendance. Les travaux ont été effectués en forêt mixte (Bas-Saint-Laurent) et en forêt boréale (réserve faunique des Laurentides). La hauteur et le diamètre à 1,3 m (DHP) des arbres ont été mesurés, et une carotte de bois de 12 mm de diamètre a aussi été prélevée au DHP. La densité a été estimée indirectement au DHP avec un Pilodyn (voir encadré). Le MoE a, quant à lui, été calculé à partir de mesures de la

vitesse de propagation d'une onde acoustique le long du tronc combinées aux mesures du Pilodyn.

Afin de valider l'évaluation indirecte des arbres debout, des mesures similaires ont aussi été effectuées en laboratoire sur un échantillon de 240 carottes de bois (résultats non présentés).

Des caractères transmissibles peu affectés par l'environnement

Les estimations des paramètres génétiques (tableau 1) des propriétés du bois montrent que l'expression de ces caractères dépend en grande partie de la génétique des individus. Ainsi, l'environnement a peu d'influence sur leur expression, en particulier pour la vitesse acoustique et le MoE. En effet, les héritabilités (proportion de la variation attribuable à la génétique des individus) et les gains génétiques attendus pour les propriétés du bois sont comparables dans les deux domaines bioclimatiques, ce qui n'est pas le cas pour la croissance des arbres. Sous un climat plus rigoureux et des stations plus pauvres, celle-ci est limitée par le milieu, qui réprime l'expression de gènes favorables. Le phénomène se reflète par une réduction de la variation entre les individus et les familles et, ainsi, par des héritabilités plus faibles et même nulle pour le DHP en milieu boréal.

Tableau 1. Héritabilités et gains génétiques attendus (valeurs d'amélioration) par la sélection des 12 meilleurs individus (1 % de l'effectif) pour la croissance et les propriétés du bois estimés dans des tests de descendance de 24 ans de la forêt mixte et de la forêt boréale.

	Forêt mixte			Forêt boréale		
	\hat{h}_{ind}^2	\hat{h}_{fam}^2	Gain (%)	\hat{h}_{ind}^2	\hat{h}_{fam}^2	Gain (%)
Hauteur	0,53	0,74	20,2	0,20	0,47	8,6
DHP	0,40	0,65	21,0	-	-	-
Densité _{pil}	0,23	0,52	9,0	0,21	0,52	7,3
Vitesse _{rak}	0,53	0,74	21,9	0,48	0,73	22,1
MoE _{rak+pil}	0,36	0,61	36,7	0,37	0,66	36,1

\hat{h}_{ind}^2 = héritabilité individuelle; \hat{h}_{fam}^2 = héritabilité familiale



Il est aussi très intéressant que la vitesse acoustique et le MoE soient faiblement corrélés à la croissance de l'arbre, ce qui permet de sélectionner efficacement pour les deux caractères simultanément. La figure 1 illustre les valeurs d'amélioration (écarts à la moyenne de la population) du MoE en fonction de celles de la croissance en hauteur des 1200 arbres de la zone mixte à 24 ans. Il montre que les individus se répartissent à peu près équitablement dans les quatre cadrans, et qu'en sélectionnant des arbres dans le cadran supérieur droit, on obtient des gains génétiques pour les deux caractères. Dans le cas présent, pour la sélection simultanée en croissance et en MoE à 24 ans, les gains obtenus en sélectionnant les 1 % meilleurs arbres seraient de 10,7 % pour la hauteur et de 32,5 % pour le MoE, en attribuant le même poids aux deux caractères. La sélection simultanée explique la différence des gains comparativement à ceux présentés dans le tableau 1, compromis oblige... De plus, cette sélection produira aussi un très faible gain (1 %) en densité, tant pour la mesure directe (masse volumique des carottes) que celle du Pilodyn.

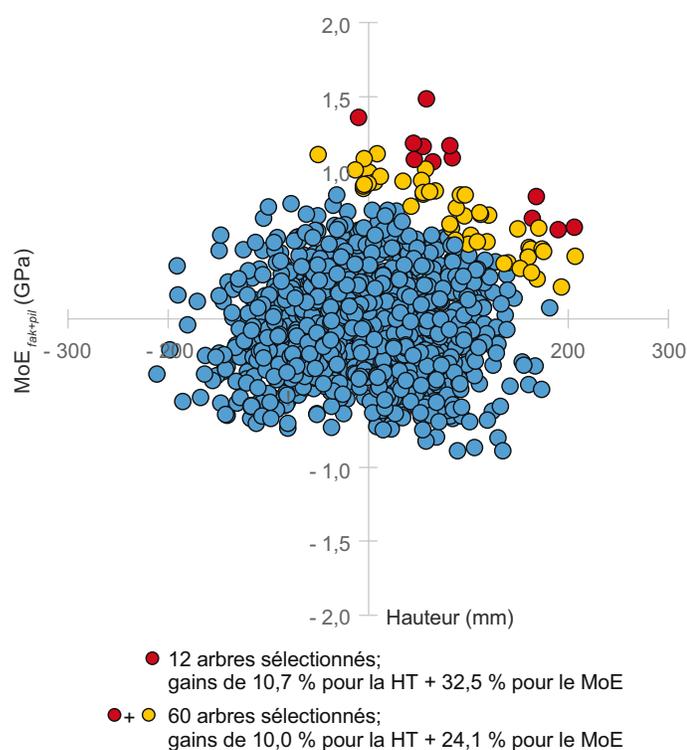


Figure 1. Graphique des valeurs d'amélioration du module d'élasticité ($MoE_{fak+pil}$) en fonction de celles de la hauteur des 1200 épinettes noires de deux tests de descendance de la forêt mixte.

Perspectives

Cette méthode est maintenant utilisée couramment lors de l'évaluation des arbres sélectionnés en tests de clones. Ces individus constituent les vergers à graines de clones actuellement en production. Par conséquent, les résultats sont rapidement transmis vers le reboisement. Le nombre d'individus sélectionnés se limite à une centaine d'arbres, mais les prescriptions sont émises afin, à tout le moins, d'éliminer des vergers à graines les pires individus quant aux propriétés du bois. Plusieurs de ces clones sont aussi les parents de la 2^e génération d'épinettes noires améliorées. Dans quelques années, des sélections seront réalisées parmi des milliers d'arbres issus de croisements dirigés afin de constituer cette 2^e génération. Ce sera, cette fois, l'occasion d'augmenter de manière importante la résistance mécanique et la croissance des arbres en plantation.

L'évaluation indirecte du module d'élasticité

Le MoE assure une flexibilité sans déformation du bois d'œuvre, et son amélioration va augmenter la qualité et la valeur de nombreux produits de transformation.

L'évaluation indirecte du MoE est réalisée, d'une part, à partir de l'estimation *in situ* de la densité du bois avec un Pilodyn [1] (Densité_{pil}). Il s'agit d'un appareil mesurant la résistance du bois au perçage à l'aide d'une tige d'acier arrondie projetée par la pression d'un ressort. On mesure la profondeur moyenne du perçage (mm).

D'autre part, on utilise la mesure de la vitesse de propagation d'une onde acoustique dans le bois entre deux sondes ($km\ s^{-1}$), qui s'effectue, dans le cas présent, avec l'appareil du *Fakopp Treasonic Microsecond Timer* [2] (Vitesse_{fak}).

La combinaison de ces deux mesures permet l'estimation indirecte du MoE (GPa) :

$$MoE_{fak+pil} = \left(\frac{1}{Densité_{pil}} \right) * 10 Vitesse_{fak}^2$$



Pour en savoir plus

Despots, M., M. Perron et J. DeBlois. 2017. *Rapid assessment of wood traits for large-scale breeding selection in Picea mariana [Mill.] B.S.P. Ann. For. Sci.* 74 (3): 53 DOI: 10.1007/s13595-017-0646-x.

Despots, M., et M. Perron, 2015. *Sélection génétique : quelle conséquence sur la qualité du bois d'arbres de plantation?* Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière n° 70. 2 p.

Les liens Internet de ce document étaient fonctionnels au moment de son édition.

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec :

Direction de la recherche forestière
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8

Téléphone : 418 643-7994
 Télécopieur : 418 643-2165

Courriel : recherche.forestiery@mffp.gouv.qc.ca
 Internet : www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche

ISSN : 1715-0795

Forêts, Faune
 et Parcs

Québec