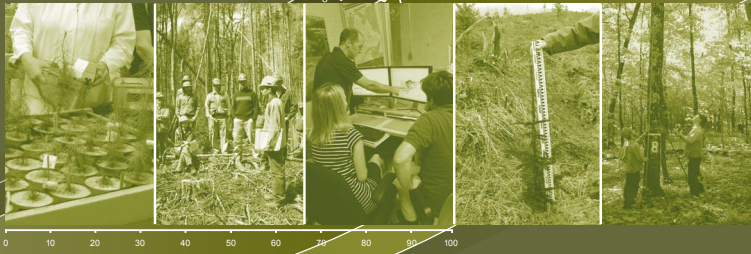


$$P'(t) = \frac{r}{k} P(t)(b - P(t))$$

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



La sélection précoce des variétés somatiques hautement productives : élément clef de l'amélioration de la chaîne de valeur du bois au Québec



Par Mohammed S. Lamhamedi, ing.f., M. Sc., Ph. D. et Julie Gravel-Grenier, ing.f., M. Sc.

Dans le cadre du nouveau régime forestier, le projet de Loi 57 sur l'aménagement durable du territoire forestier met l'accent sur la délimitation des aires d'intensification de la production ligneuse (AIPL). À cet effet, une portion de ces aires à fort potentiel productif pourra être reboisée à court terme par quelques millions de plants et de boutures issus de variétés somatiques permettant d'augmenter le rendement de 40 à 60 % par rapport à la forêt naturelle, ainsi que la qualité du bois (moins de grosses branches, densité élevée du bois, etc.). Cette approche de diversification et d'optimisation des produits à l'échelle de l'arbre contribue à rehausser la chaîne de valeur de la filière bois. Elle permet également de réduire les superficies consacrées à la production ligneuse et les coûts de transport, de diminuer la pression sur les forêts naturelles et de contribuer à la conservation de la biodiversité.

Dès l'apparition de la première publication internationale concernant l'**embryogenèse somatique (ES)** des conifères en 1985, le MRNF a subventionné des projets de recherche et développement (R-D) dont l'objectif consistait à adapter et à optimiser les techniques d'ES aux principales essences forestières. Ainsi, en 2004, l'ES a été intégrée à une échelle opérationnelle pour produire des variétés somatiques destinées aux tests clonaux. Conséquemment, plusieurs innovations en matière de caractérisation et de sélection précoce de variétés somatiques hautement productives d'épinette blanche (EPB) ont été développées, permettant de répondre aux besoins et aux défis du secteur industriel du bois et de la sylviculture de demain. Il est donc possible de présenter, au final, une approche réaliste en matière d'amélioration tangible de la chaîne de valeur de la filière bois au Québec.

L'embryogenèse somatique (ES) est une technique de multiplication végétative clonale ou variétale qui permet la production rapide et illimitée d'arbres génétiquement identiques à partir d'une seule graine sans recourir à la fécondation, ni à la transformation génétique. Cette technologie est réservée à la multiplication de variétés hautement productives en quantité et en qualité. L'atout majeur de l'ES est la conservation de la juvénilité à long terme grâce à la cryoconservation des tissus embryogènes des variétés dans l'azote liquide (-196 °C) jusqu'à ce que leur performance soit déterminée en site de reboisement. La cryoconservation contribue également à la conservation des ressources génétiques à un faible coût.

Production et évaluation des variétés somatiques d'EPB au Québec

La gestion et la production par ES de toutes les variétés somatiques sont effectuées par le Centre d'ES de la pépinière de Saint-Modeste (Direction générale des pépinières et stations piscicoles [DGPSP], MRNF). Ces variétés sont obtenues à partir de semences issues de familles biparentales sélectionnées dans le cadre du programme d'amélioration génétique de l'EPB. L'emphasis a été mise sur l'EPB, car son programme d'amélioration génétique est plus avancé. Depuis 2005, près de 1 200 variétés somatiques d'EPB ont été produites à une échelle opérationnelle au Centre d'ES, soit en moyenne 200 à 250 variétés somatiques/an destinées aux tests de clones.

	TC (%)	H (cm)	D (mm)	H/D	DA	LA (mm)	SS (g/cm ²)
MIT-2 X PTH-1 80	82	39.9l	6.23b	6.48d	1.73b	12.9a	6.11a
81	80	34.4h	6.23b	5.58c	1.43a	11.9a	7.40b
PFS-10 X PFS-2 6	82	34.8h	6.42c	5.47c	1.83b	11.5a	5.78a
PTH-1 X PTH-8 2	92	36.5j	6.58c	5.58c	1.55a	13.3a	6.21a
PTH-3 X ALG-7 90	92	48.9n	6.76c	7.27e	1.62a	12.8a	6.27b

Figure 1. Exemple de quelques variables morpho-physiologiques de cinq variétés somatiques tirées du catalogue de plus de 1 000 variétés somatiques d'EPB 2+0 au stade pépinière. TC : taux de conformité selon les normes du MRNF, H : hauteur, D : diamètre, DA : densité des aiguilles, LA et SA : longueur et surface spécifique des aiguilles. Remarquez les différences dans la longueur des branches et le degré de branchaison. Pour plus de détails, se référer aux publications citées.

Les travaux de R-D sur la caractérisation morpho-physiologique et les modalités de sélection des variétés somatiques de différentes essences forestières ont débuté en 1999 à la Direction de la recherche forestière (DRF). Le premier volet de la caractérisation morpho-physiologique des variétés somatiques a permis d'élaborer un catalogue de caractérisation de la performance de plus de 1 000 variétés somatiques d'EPB en pépinière. Plusieurs paramètres génétiques et morpho-physiologiques ont été évalués à différentes phases de ce projet, notamment la croissance (hauteur, diamètre, masses sèches), la phénologie, la nutrition minérale, l'architecture de la partie aérienne (densité, diamètre et nombre de branches, longueur des aiguilles, etc.), les échanges gazeux (photosynthèse), la distribution des tanins dans les aiguilles (facteur de résistance aux insectes), etc.

D'autres travaux complémentaires sont également réalisés à la DRF, notamment l'évaluation de la performance en plantation, des corrélations des performances des variétés entre la pépinière et les sites de plantation, les modèles de simulation de la productivité, ainsi que leur intégration pour la production d'une nouvelle génération de semences de haute valeur génétique et de pieds-mères somatiques destinés au bouturage.

Principaux résultats et portée opérationnelle

L'EPB se caractérise par une variabilité clonale très prononcée pour la majorité des variables morpho-physiologiques, d'architecture de la partie aérienne et de distribution des tanins. La performance des variétés est stable aussi bien en pépinière qu'en site de plantation. Par exemple, les variétés performantes ou les variétés branchées en pépinière ont maintenu leur supériorité ou leur degré de branchaison en site de plantation (Figure 2). Plusieurs variables de croissance (hauteur, masses des racines, etc.) sont sous contrôle génétique. Les corrélations génétiques entre différentes variables, et à divers âges (pépinière-plantation), sont significatives, ce qui démontre que les possibilités sont réelles quant à l'intégration de la sélection précoce des meilleures variétés somatiques dès le stade pépinière. Cette sélection précoce en pépinière permet donc de diminuer les coûts associés aux tests clonaux et d'éliminer à l'avance les clones qui ne possèdent pas les caractéristiques recherchées et qui ne performeront pas en plantation.

Ainsi, suite à cet aperçu des travaux de recherche, l'approche québécoise multi-variétale, unique au monde, permettra de :

- i. diminuer la variabilité naturelle et l'hétérogénéité des caractéristiques technologiques du bois (nœuds, lots homogènes pour optimiser le séchage, densité, etc.);
- ii. concentrer les variétés performantes sélectionnées pour des sites productifs, augmenter l'uniformité de la croissance et de la qualité

du bois (variétés moins branchées et ayant des branches de faible diamètre nécessitant moins d'élagage) tout en maintenant la diversité génétique;

- iii. contribuer à la conservation et à l'utilisation durable de la diversité génétique forestière (police d'assurance contre l'incertitude et la vulnérabilité à long terme aux stress biotiques et abiotiques); et,
- iv. répondre aux objectifs du nouveau régime forestier en matière d'intensification de la production ligneuse et de la compétitivité de l'industrie du bois au Québec.

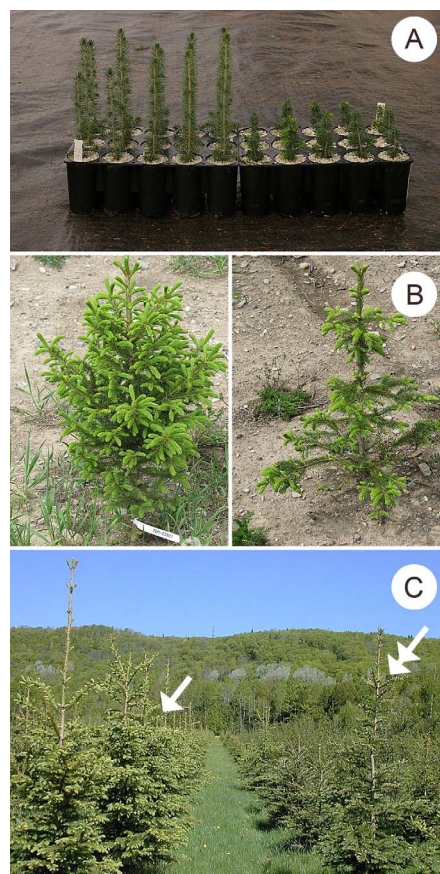


Figure 2. A) Exemple d'uniformité entre les individus de la même variété et de variabilité de performance entre deux variétés somatiques dès la première année en pépinière; B) Variabilité et maintien dans le temps des caractéristiques des variétés pour le degré de branchaison; et C) Variabilité de croissance et du débournement des variétés en site de plantation. Remarquez le débournement hâtif synchronisé (flèche) des copies du même clone, ainsi que le débournement retardé chez un autre clone (double flèche).

Pour les curieux...

LAMHAMEDI, M.S., 2010. Caractérisation et sélection hâtive multi-critères des variétés somatiques d'épinette blanche en pépinière forestière. Journée d'information sur l'embryogenèse somatique. 2 juin 2010. Pépinière Saint-Modeste. 33 p. <http://www.mrn.gouv.qc.ca/activite/embryogenese-somatique/pdf/lamhamedi.pdf>

LAMHAMEDI, M.S., H. CHAMBERLAND, P.Y. BERNIER et F.M. TREMBLAY, 2000. Clonal variation in morphology, growth, physiology, anatomy and ultrastructure of container-grown white spruce somatic seedlings. *Tree Physiol.* 20 : 869-880.

WAHID, N., A. RAINVILLE, M.S. LAMHAMEDI, H. MARGOLIS, J. BEAULIEU et J. DEBLOIS, 2012. Genetic parameters and performance stability of white spruce somatic seedlings in clonal tests. *For. Ecol. Manage.* 270 : 45-53..

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

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec :

ISSN: 1715-0795

Direction de la recherche forestière

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8

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

Courriel : recherche.forestiere@mrnf.gouv.qc.ca
Internet : www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche

Ressources naturelles
et Faune

Québec