

Station 2A : Bouturage

Le bouturage des résineux : une voie à privilégier pour augmenter la productivité forestière québécoise

Denise Tousignant^{1*}, Mohammed S. Lamhamedi¹ et Michel Rioux²

¹ Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), Direction de la recherche forestière (DRF), 2700, rue Einstein, Québec (QC) Canada G1P 3W8. Tel. : 418 643-7994. * Correspondence : denise.tousignant@mrnf.gouv.qc.ca

² MRNF, Direction générale des pépinières et des stations piscicoles, Pépinière de Saint-Modeste, 410, rue Principale, Saint-Modeste (QC) Canada G0L 3W0. Tel. : 418 862-5511.

La multiplication végétative par bouturage permet de reproduire les meilleurs croisements ayant montré leur supériorité en matière de productivité forestière, sans recourir aux arbres génétiquement modifiés. Les semences ainsi obtenues offrent un gain génétique supérieur à celui des pollinisations libres dans les vergers à graines traditionnels. Pour les boutures d'épinette blanche (*Picea glauca*), d'épinette noire (*Picea mariana*) et d'épinette de Norvège (*Picea abies*), les pieds-mères sont issus de croisements dirigés (pollinisation contrôlée, où le père et la mère sont connus). Chez le mélèze hybride, tous les plants produits au Québec le sont actuellement par bouturage, et les pieds-mères sont issus de graines obtenues par pollinisation de masse dans des vergers à graines sous abri. Au Québec, la production de plants par bouturage à l'échelle opérationnelle remonte au début des années 1990.

Le système de bouturage sous doubles enceintes, mis au point à la Pépinière de Saint-Modeste (Direction générale des pépinières et des stations piscicoles du MRNF) en collaboration avec la Direction de la recherche forestière (DRF), est maintenant implanté dans trois autres pépinières publiques, à Berthier, Grandes-Piles, et Sainte-Luce. En 2008, la production totale de plants issus de boutures dépasse les 4 millions de plants livrables (Tableau 1).

Tableau 1. Répartition de la production de boutures résineuses au Québec en 2008, par essence et par pépinière (plants livrables)

4 essences		4 pépinières	
Épinette blanche	2 997 000	Saint-Modeste	3 070 000
Épinette noire	420 000	Grandes-Piles	460 000
Épinette de Norvège	50 000	Berthier	420 000
Mélèze hybride	600 000	Sainte-Luce	117 000
Total : 4,067 millions de plants			

Trois principales étapes pour la production de plants issus de boutures

1. Culture des pieds-mères et prélèvement des boutures. Les semences sont sélectionnées des meilleurs croisements ayant montré leur supériorité dans les tests génétiques en matière de variables de croissance. Chaque espèce a ses particularités et nécessite la mise au point d'une approche et d'un calendrier de culture qui leur sont propres, d'autant plus que le climat québécois est rude et que la saison de croissance est courte. Les pieds-mères sont ensemencés individuellement en récipients et cultivés en serre ou sous tunnel (Figure 1a). Après un an, les pieds-mères d'épinette sont transférés à l'extérieur. Ils fournissent une seule récolte avec une moyenne de 13 boutures par pied-mère, après quoi ils sont livrés au reboisement. Les pieds-mères de mélèze hybride, quant à eux, sont cultivés en serre pendant deux ans; leur rendement cumulatif atteint une soixantaine de boutures par pied-mère.

Les boutures sont des pousses latérales, prélevées sur les pieds-mères en croissance active, à une longueur optimale (environ 5 à 7 cm) et à un stade précis de lignification et de teneur en eau (Figure 1b).

Tousignant, D., Lamhamedi, M. S. et Rioux, M. 2008. Using the conifer cutting propagation pathway to increase forest productivity in Québec. In: Adaptation, Breeding and Conservation in the Era of Forest Tree Genomics and Environmental Change. IUFRO – CTIA 2008 Joint Conference, August 25-28, 2008. Québec, Canada. 4 p.



Figure 1. Étapes de la production par bouturage de plants d'épinette de fortes dimensions (PFD) : a) ensemencement des pieds-mères et première année de culture en récipients sous tunnel; b) opération de prélèvement des boutures sur les pieds-mères, cultivés à l'extérieur pendant leur seconde année; c) opération de bouturage; d) vue extérieure d'une double enceinte d'enracinement; e) ligne centrale de brumisation; f) robot pulvérisateur; g) récipient (normalement posé directement au sol dans l'enceinte) montrant l'abondance du système racinaire après 12 semaines d'enracinement; h) installation dans la pépinière des boutures repiquées en récipients de fortes dimensions (cavités >300 cm³); i) secteur de culture de plants d'épinette blanche issus de boutures, l'été suivant le repiquage et j) PFD d'épinette blanche produit par bouturage, deux ans après le repiquage (Photos : Patrick Lemay, Nicole Robert et Denise Tousignant, DRF, MRNF).

Elles sont insérées dans des récipients contenant un substrat humide à base de tourbe et de perlite (Figure 1c), puis déplacées par convoyeur vers les enceintes d'enracinement. Un robot pulvérisateur humecte les boutures pour éviter tout stress hydrique.

2. Enracinement des boutures. Le système de doubles enceintes a été conçu et développé par le MRNF (Tousignant et Rioux 2002, Rioux *et al.* sous presse). À l'inverse de certaines essences utilisées en horticulture ornementale, le bouturage des épinettes et du mélèze hybride est complexe et délicat. Son succès exige un contrôle précis et l'optimisation de plusieurs variables environnementales, notamment la lumière, la température, l'humidité relative de l'air et le déficit de pression de vapeur.

Les doubles enceintes permettent de maintenir des conditions d'enracinement optimales (Figure 2), grâce à leurs deux recouvrements en polyéthylène laiteux qui réduisent l'intensité lumineuse (Figure 1d), à une ligne de brumisation centrale qui climatise et contribue au maintien de l'humidité presque à saturation (Figure 1e), et à un robot pulvérisateur qui humecte les aiguilles des boutures (Figure 1f). En moyenne et selon l'espèce, 75 à 90 % des boutures forment un système racinaire abondant en 12 semaines (Figure 1g).

3. Repiquage des boutures. Les boutures enracinées sont repiquées en récipients (Figure 1h-i) ou à racines nues, afin de compléter leur croissance en pépinière. Deux ans plus tard, grâce à des régies de culture adaptées, les plants sont livrés au reboisement en tant que plants de fortes dimensions (PFD) (Figure 1j). Les plants issus de boutures rencontrent les 25 normes rigoureuses de qualité du MRNF, tant pour la croissance que pour l'architecture du système racinaire et la concentration en azote de la partie aérienne.

Quelques chiffres sur la productivité de l'opération de bouturage

Le succès opérationnel de ce système exige une organisation rigoureuse et efficace du travail en pépinière, pour atteindre les objectifs en matière de production et de coûts. L'amélioration continue des conditions ergonomiques des travailleurs contribue aussi positivement au rendement du travail. Pour l'épinette blanche, le rendement journalier atteint 4800 à 6500 boutures traitées par jour et par personne, incluant le prélèvement, le bouturage et l'installation des récipients dans les enceintes (Rioux *et al.* sous presse). En 2007, les différentes phases reliées au bouturage de 3,6 millions de boutures ont été réalisées en 11 jours à la Pépinière de Saint-Modeste. La capacité maximale de cette pépinière, toutes essences confondues et avec les 14 enceintes et 3 serres disponibles, est de près de 9 millions de boutures (soit environ 5 millions de plants livrables), avec une densité de culture d'environ 1 700 boutures/m².

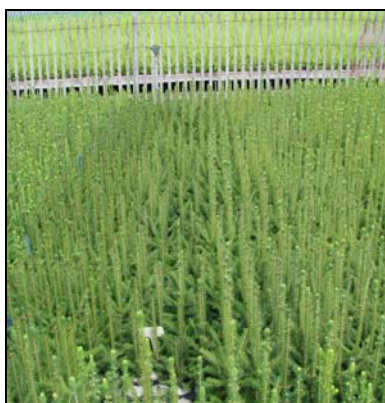


Figure 3. Plants d'épinette blanche issus de boutures prélevées sur des pieds-mères somatiques (Photo : Mohammed Lamhamedi, DRF, MRNF).

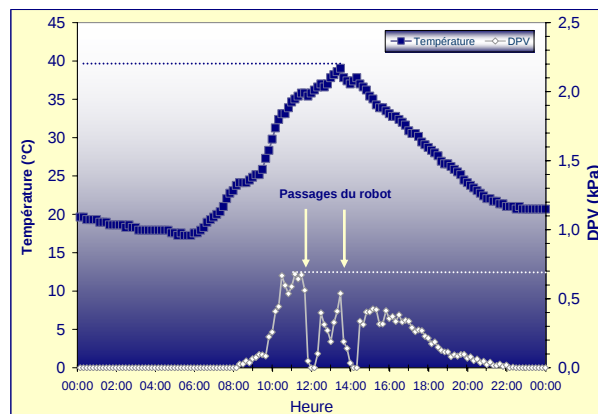


Figure 2. Exemple du contrôle environnemental dans les doubles enceintes d'enracinement : le déficit de pression de vapeur (DPV) est maintenu inférieur à 1,0 kPa en tout temps, même lors d'une journée de canicule comme celle illustrée ici.

Une collaboration orientée vers l'intégration des techniques de multiplication végétative

Cette réussite du bouturage découle de plus de 15 années de recherche à l'échelle opérationnelle, accompagnée d'un transfert continu de savoir et d'expertise (Vallée et Noreau 1990, Tousignant *et al.* 1996, Tousignant et Rioux 2002, Tousignant *et al.* 2007, Tousignant *et al.* 2007). La collaboration entre

chercheurs et pépiniéristes crée une synergie unique, dont la dynamique permet d'aller au-devant de nouveaux défis prometteurs, incluant le développement de nouveaux scénarios de culture utilisant des boutures prélevées à un stade dormant, la mécanisation du repiquage et la caractérisation des croisements dirigés utilisés comme pieds-mères (Lamhamedi *et al.* 2005a-b, 2007). D'autres projets sont axés sur une sélection génétique familiale quant à l'aptitude à l'enracinement et à la performance des boutures. Finalement, d'importants efforts sont investis dans l'intégration de l'embryogenèse somatique dans la filière de production de plants (Tremblay *et al.* 2007), de façon complémentaire au bouturage, en utilisant des plants somatiques comme pieds-mères (Lamhamedi *et al.* 2006, Lamhamedi et Tousignant, sous presse) (Figure 3). Le recours à cette nouvelle combinaison de techniques de multiplication végétative ouvre la voie vers une foresterie clonale et des gains génétiques encore supérieurs à ceux escomptés actuellement.

Bibliographie

- Lamhamedi, M.S. and D. Tousignant (in press). *Clonal variations in Picea abies stock plants produced by somatic embryogenesis and their use in cutting propagation programs*. Poster presented at the CTIA Tree Seed Working Group in: IUFRO-CTIA 2008 Joint Conference: Adaptation, breeding and conservation in the era of forest tree genomics and environmental change. Québec (Québec), August 25, 2008.
- Lamhamedi, M.S., F. Colas, D. Tousignant and M. Rioux. 2007. *Characterization and multi-criteria selection of families for the mass cutting propagation of white spruce (Picea glauca) in Québec*. In: Beardmore, T. L. and J. D. Simpson (editors). *Recent advances in seed physiology and technology*. Proceedings, IUFRO Tree seed Symposium, meeting of IUFRO Research Group 2.09.00. Fredericton (Nouveau-Brunswick), July 18-21, 2006. p. 64. (<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Colas-Fabienne/Resume-affiche-IUFRO-Characterization.pdf>)
- Lamhamedi, M. S., F. Colas, D. Tousignant, L. Tremblay, A. Rainville, J.-Y. Guay, Cédric Ouellette et M. Rioux. 2006. Intégration de l'embryogenèse somatique dans la filière de production de plants forestiers du Québec. 4^e atelier de production de plants forestiers du Québec, 15-16 mars 2006, Sainte-Foy, Québec. 1p.
- Lamhamedi, M., S., F. Colas and D. Tousignant. 2005. Vers une nouvelle optimisation de l'utilisation des croisements dirigés pour la production des pieds-mères en bouturage. Des plants et des hommes, vol. 8 n°1 : 21-26. (<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Colas-Fabienne/DesPlants-des-Hommes-8-1-21-26.pdf>)
- Lamhamedi, M., S., F. Colas and D. Tousignant. 2005a. Vers une nouvelle optimisation de l'utilisation des croisements dirigés pour la production des pieds-mères en bouturage. Des plants et des hommes, vol. 8 n°1 : 21-26. (<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Colas-Fabienne/DesPlants-des-Hommes-8-1-21-26.pdf>)
- Lamhamedi, M. S., F. Colas et D. Tousignant 2005b. *Caractérisation de la croissance des pieds-mères d'épinette blanche issus de croisements dirigés : 1. Approche méthodologique*. Ministère des Ressources naturelles et de la faune, Direction de la recherche forestière. Avis technique. 10 p. (<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Colas-Fabienne/Avis-techn-caracterisation.pdf>)
- Rioux, M., D. Tousignant, M.S. Lamhamedi and F. Colas (in press). *Cutting propagation of coniferous forest trees in Québec*. In : *Look to the future : trends, challenges, and opportunities*. Annual Meeting of the International Plant Propagators' Society, Eastern Region, North America. September 16-19, 2007, Montréal (QC), Canada. Combined Proceedings, International Plant Propagators' Society, Vol 57 : 26-33.
- Tousignant, D. and M. Rioux. 2002. *Le bouturage des résineux à la Pépinière de Saint-Modeste (Québec, Canada) : 10 ans de recherche, de développement et d'innovations*. In : Verger, M. (editor). *Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux*. Actes [CD-ROM]. Troisième rencontre du groupe de la Sainte-Catherine, November 22-24, 2000, Orléans, France. Montpellier, France : CIRAD-INRA. p. 65-86.
- Tousignant, D., M. S. Lamhamedi, F. Colas, M. Rioux, P. Lemay and N. Robert. 2007. *New technological developments in cutting propagation to increase forest productivity in Quebec*. In 7^e Carrefour de la recherche forestière – La connaissance éloigne les préjugés. September 19-20, 2007, Québec (QC), Canada. (<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Tousignant-Denise/Carrefour-stand-anglais-1-6.pdf>).
- Tousignant, D., M.S. Lamhamedi, F. Colas and M. Rioux. (in press). *Seed size and family effects on vegetative propagation rates of stockplants for the mass cutting propagation of white spruce (Picea glauca) in Québec*. Oral presentation at the CTIA Tree Seed Working Group in: IUFRO-CTIA 2008 Joint Conference: Adaptation, breeding and conservation in the era of forest tree genomics and environmental change. Québec (Québec), August 25, 2008.
- Tousignant, D., P. Périnet, and M. Rioux. 1996. *Black spruce cutting propagation at the Pépinière de Saint-Modeste*. Ministère des Ressources naturelles. RN96-3004. 33 pages.
- Tremblay, L., M.S. Lamhamedi, F. Colas and J. Beaulieu. 2007. *Utilisation de l'embryogenèse somatique en foresterie multiclonale au Québec*. In: *Recueil des résumés - Colloque de transfert de connaissances - Des plants aux plantations : techniques, technologies et performances*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière (editor). September 19, 2007, Québec (QC), Canada. p. 13-16. (<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Tremblay-Laurence/Recueil-PlantsPlantations-13-16.pdf>)
- Vallée, G. and R. Noreau. 1990. *La "Bouturathèque" : système de bouturage compact hors serre*. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Direction de la recherche forestière. Note de recherche N° 41, 6 p.