



### **Percées technologiques en bouturage en vue d'augmenter la productivité forestière**

Denise Tousignant<sup>1\*</sup>, Mohammed S. Lamhamedi<sup>1</sup>, Fabienne Colas<sup>1</sup>, Michel Rioux<sup>2</sup>, Patrick Lemay<sup>1</sup> et Nicole Robert<sup>1</sup>

#### **Résumé**

À l'échelle mondiale, le bouturage de masse est largement préconisé pour multiplier les individus issus des meilleurs croisements dirigés, en vue d'augmenter la productivité forestière. Au Québec, depuis les débuts du Centre de bouturage de la Pépinière de Saint-Modeste (1989), la production de plants issus de boutures ne cesse d'augmenter pour diverses essences résineuses (épinettes blanche, noire et de Norvège, mélèzes hybrides). L'enracinement des boutures se fait grâce à deux systèmes uniques et complémentaires (Bouturathèques et doubles enceintes extérieures) développés par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. L'étroite collaboration entre les chercheurs de la Direction de la recherche forestière et les praticiens de la Direction générale des pépinières et des stations piscicoles a permis de mettre au point des scénarios de culture adaptés aux exigences de chaque espèce (culture des pieds-mères, conditions d'enracinement et repiquage pour la production de plants de fortes dimensions). Cette collaboration permet aussi d'aller au-devant des défis de l'heure, comme l'intégration de l'embryogenèse somatique, le développement de nouveaux scénarios de production et la caractérisation des croisements dirigés. Le système de doubles enceintes vient d'être introduit dans les pépinières gouvernementales de Berthier et de Grandes-Piles pour produire, dans une première phase, des plants d'épinette blanche. En 2007, l'objectif provincial est de produire 5,15 millions de plants résineux issus de boutures.

#### **Abstract**

Mass cutting propagation is largely used worldwide to reproduce elite material obtained from the best controlled crosses, as a means to increase forest productivity. In Quebec, the production of conifer cuttings has steadily increased since the opening of the Cutting propagation center of the Pépinière forestière de Saint-Modeste, in 1989. Several species (white spruce, black spruce, Norway spruce and hybrid larch) are now propagated using two unique and complementary systems (the Bouturathèques and double-walled enclosures) developed by the ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. Close collaboration between researchers of the Direction de la recherche forestière and praticians of the Direction générale des pépinières et des stations piscicoles has led to adapted culture scenarios for each species (stock plant culture, rooting conditions, and culture regimes for the production of large-size plants). This collaboration also facilitates the take-on of new challenges, such as the integration of somatic embryogenesis, the development of alternative culture scenarios and the characterization of controlled crosses. The double-walled enclosure system has now been implemented in two other public nurseries (Berthier and Grandes-Piles), for the propagation of white spruce cuttings, in a first step. In 2007, 5.15 million conifer plants will be produced via cutting propagation in Quebec.

<sup>1</sup> MRNF, Direction de la recherche forestière, 2700, rue Einstein, Québec (Québec) Canada G1P 3W8. Tel. : 418 643-7994. \*Correspondance : denise.tousignant@mrnf.gouv.qc.ca

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

## Percées technologiques en bouturage en vue d'augmenter la productivité forestière

### Multiplier les semences d'élite



Figure 1. Pollinisation dirigée dans un verger à graines d'épinette blanche (Photo : A. Rainville, DRF).

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 obtenues offrent donc un gain génétique supérieur à celui des pollinisations libres dans les vergers à graines conventionnels.

Les pieds-mères utilisés pour produire des boutures d'épinettes blanche, noire et de Norvège sont issus de croisements dirigés (pollinisation contrôlée où le père et la mère sont connus, Figure 1).

Chez le mélèze hybride, tous les plants produits au Québec le sont actuellement par bouturage. Les pieds-mères sont issus de graines obtenues par pollinisation de masse dans des vergers à graines sous abri.

### Caractérisation des croisements dirigés

L'épinette blanche se caractérise par une importante variabilité familiale et clonale (Lamhamedi *et al.* 2000), qui se traduit notamment chez les pieds-mères. Pour atteindre les objectifs de bouturage, chaque croisement est assujéti à une caractérisation morpho-physiologique, tout au long des différentes étapes de bouturage (Lamhamedi *et al.* 2005a, 2005b, 2007) : calibre et qualité des semences (Figure 2), croissance et rendement des pieds-mères, aptitude à l'enracinement des boutures, etc.

La caractérisation aidera le pépiniériste à optimiser l'utilisation des meilleurs croisements dirigés, en tenant compte de la diversité génétique du matériel. Il pourra mieux gérer ses populations et activités pour faciliter le bouturage et la culture de plants.

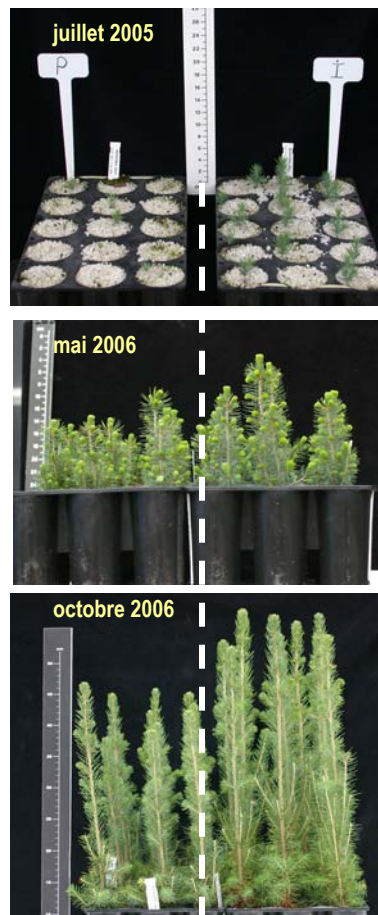


Figure 2. Comparaison de la croissance de pieds-mères d'épinette blanche d'un même croisement, issus de petites graines (calibre 4, à gauche) et de taille standard (calibres 1-2-3, à droite) (Photos : M.S. Lamhamedi, F. Colas, P. Lemay et N. Robert, DRF).

## Trois étapes pour produire les boutures

### 1. Cultiver les pieds-mères

Chaque espèce a ses particularités et nécessite la mise au point d'un scénario de culture qui lui est propre. Les pieds-mères sont ensemencés individuellement en récipients, et cultivés en serre ou sous tunnel. Après un an, les pieds-mères d'épinette sont transférés à l'extérieur (Figure 3a). Ceux de mélèze sont gardés en serre.

### 2. Prélever les boutures

Les boutures sont des pousses latérales prélevées sur les pieds-mères en croissance dès le début de la deuxième saison, à une longueur optimale (environ 5 à 7 cm) et à un stade précis de lignification (Figure 3b).

### 3. Mettre les boutures en récipients

Les boutures sont insérées dans les récipients d'enracinement contenant un substrat humide à base de tourbe et de perlite (Figure 3c). Elles sont ensuite déplacées par convoyeur. Un robot pulvérisateur automatique humecte les boutures pour éviter tout stress hydrique.



Figure 3. Étapes de la production de boutures d'épinette blanche : a) pieds-mères 2+0 d'épinette blanche; b) opération de prélèvement de boutures d'épinette blanche pendant la deuxième saison de croissance; c) opération d'insertion des boutures (Photos : P. Lemay, DRF).

## Deux systèmes de bouturage complémentaires

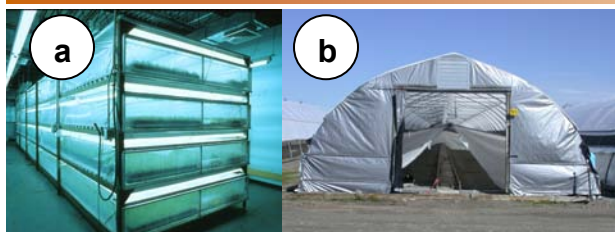


Figure 4. Les deux systèmes de bouturage de la Pépinière de Saint-Modeste : a) vue générale d'une des Bouturathèques; b) vue extérieure d'une double enceinte. (Photos MRNF et P. Lemay, DRF)

Le système Bouturathèque (Vallée et Noreau 1990, Tousignant *et al.* 1996) et le système de « doubles enceintes extérieures » (Tousignant et Rioux 2002) sont complémentaires. Ces installations uniques au monde ont été conçues et développées par le MRNF. Actuellement, les Bouturathèques (Figure 4a) servent pour le bouturage de l'épinette noire et les doubles enceintes (Figure 4b), pour toutes les épinettes ainsi que le mélèze hybride.

## Enracinement : réunir les « conditions gagnantes »

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 5), grâce à leur deux recouvrements en polyéthylène laiteux qui réduisent l'intensité lumineuse (Figure 6a), à une ligne de brumisation centrale qui climatise et contribue au maintien de l'humidité presque à saturation (Figure 6b), et à un robot pulvérisateur qui humecte les aiguilles des boutures (Figure 6c).

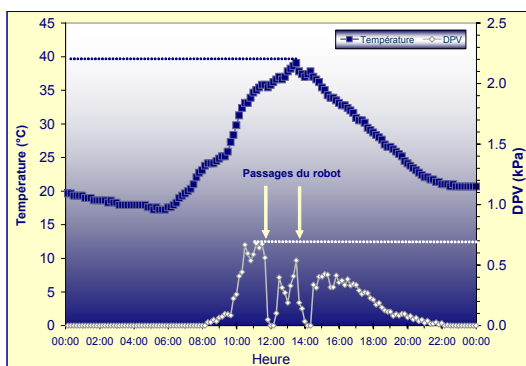


Figure 5. Contrôle environnemental dans les doubles enceintes d'enracinement : le déficit de pression de vapeur (DPV) est maintenu inférieur à 1 kPa en tout temps, même lors d'une canicule.

**En moyenne et selon l'espèce, 75 à 90 % des boutures forment des racines en 12 semaines (Figure 7).**



Figure 7. Développement de racines adventives sur des boutures d'épinette blanche, après a) 8 semaines, b) 12 semaines et c) 16 semaines dans les doubles enceintes (Photos : P. Lemay, DRF).

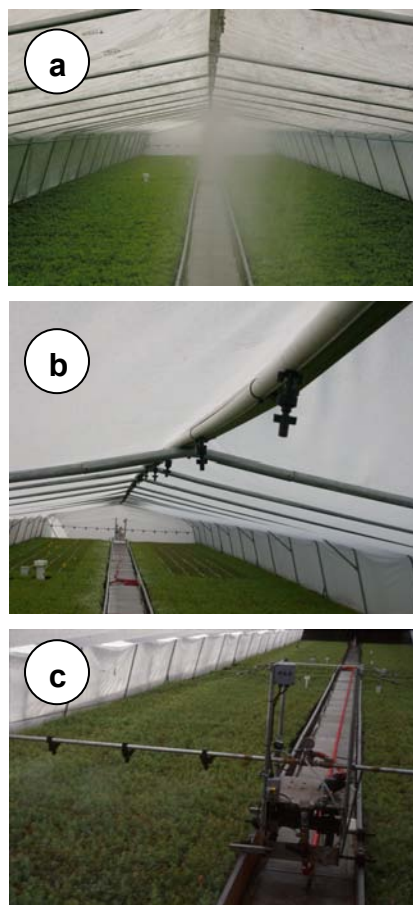


Figure 6. Environnement d'enracinement sous les doubles enceintes : a) vue générale de l'intérieur d'une double enceinte, pendant la brumisation; b) buses de brumisation au faite de l'enceinte; c) robot pulvérisant de l'eau sur les boutures (Photos P. Lemay, DRF).

## Des plants de reboisement de qualité

Les boutures enracinées (Figure 8a) sont repiquées en récipients (Figure 9) 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 8b).

Les plants issus de boutures rencontrent les 25 normes rigoureuses de qualité du MRNF, tant pour l'architecture du système racinaire que pour la croissance et la concentration en azote de la partie aérienne.

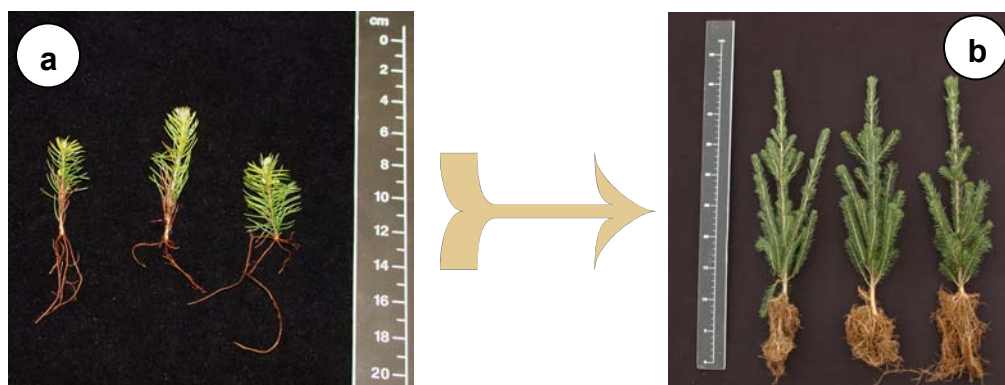


Figure 8. Plants d'épinette blanche issus de boutures : a) au moment du repiquage et b) après deux années de croissance en récipients 25-310 (PFD) (Photos : N. Robert, DRF).

## 5,15 millions de plants issus de boutures en 2007

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), a récemment été implanté dans les pépinières de Grandes-Piles et de Berthier. En 2007, la production totale atteint 5,15 millions de plants livrables.

Tableau 1. Répartition de la production de boutures résineuses au Québec en 2007, par essence et par pépinière (plants livrables).

4 essences		3 pépinières	
EPB	3 100 000	<b>Saint-Modeste</b>	4 000 000
EPN	1 500 000	<b>Grandes-Piles</b>	600 000
EPO	50 000	<b>Berthier</b>	550 000
MEH	500 000		
<b>Grand Total : 5,15 millions de plants</b>			



Figure 9. Vue aérienne de secteurs consacrés à la culture de boutures repiquées en récipients (Pépinière de Saint-Modeste) (Photo : D. Tousignant, DRF).

## Une collaboration fructueuse

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.

La collaboration entre chercheurs et pépiniéristes crée une synergie unique, dont la dynamique permet d'aller au-devant des nouveaux défis.

## En continuité vers l'avenir

### Nouveaux scénarios de culture

L'enracinement de boutures prélevées au stade dormant et l'utilisation de récipients multicellules (Figure 10) devraient permettre de mécaniser le repiquage et de réduire davantage les coûts de production.



Figure 10. Boutures d'épinette blanche dans des plateaux de mult-cellules « Jiffy » dotés de languettes surélevées (Photo : P. Lemay, DRF).

### Qualité du système racinaire

Des études sur la génétique, la qualité et l'architecture du système racinaire des boutures, avant et après le repiquage, permettront de continuer d'optimiser les techniques de culture.

### Intégration de l'embryogenèse somatique

Dans le cadre d'une foresterie multiclonale hautement productive, la production de pieds-mères à partir de semences ou de plants somatiques sont deux approches qui peuvent être utilisées en complémentarité pour le bouturage, tout en respectant la diversité génétique (Tremblay *et al.* 2006).

### Plantations d'évaluation

La performance des boutures en plantation, de même que les effets à long terme de certaines techniques culturales, sont évalués dans le cadre de dispositifs en plantation (Figure 11).



Figure 11. Mesurage à 5 ans dans une plantation de mélèzes hybrides issus de boutures (Packington, N47°24'38", O68°44'17") (Photo : D. Tousignant, DRF).

## Références bibliographiques

- Lamhamedi, M.S., Chamberland, H., Bernier P.Y. 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.
- Lamhamedi, M.S., F. Colas et D. Tousignant. 2005a. 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.
- Lamhamedi, M.S., F. Colas et D. Tousignant. 2005b. 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.
- Lamhamedi, M.S., F. Colas, D. Tousignant et M. Rioux. 2007. *Characterization and multi-criteria selection of families for the mass cutting propagation of white spruce (Picea glauca) in Québec.* Dans: Beardmore, T. L. et J. D. Simpson (éditeurs). *Recent advances in seed physiology and technology.* Proceedings, IUFRO Tree Seed Symposium, meeting of IUFRO Research Group 2.09.00. Fredericton (Nouveau-Brunswick), 18-21 juillet 2006. p. 64.
- Tousignant, D. et M. Rioux. 2002. Le bouturage des résineux à la Pépinière de Saint-Modeste (Québec, Canada) : 10 ans de recherche, de développement et d'innovations. Dans : Verger, M. (éd.). *Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux.* Actes [CD-ROM]. Montpellier, France : CIRAD-INRA, p. 65-86. Troisième rencontre du groupe de la Sainte-Catherine, 22-24/11/2000, Orléans, France.
- Tousignant, D., P. Périnet, et M. Rioux. 1996. Le bouturage de l'épinette noire à la Pépinière de Saint-Modeste. Ministère des Ressources naturelles. RN96-3004. 33 pages.
- Tremblay L. et M. S. Lamhamedi. 2006. Embryogenèse somatique au ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec : Du laboratoire au site de plantation. *Des plants et des Hommes* 9 (3): 6-11.
- Vallée, G. et 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.