

Vers une nouvelle optimisation de l'utilisation des croisements dirigés pour la production des pieds-mères en bouturage

Des plants et des hommes, Journal interne de la DPSP, vol. 8 n°1 : 21-26

Mohammed S. Lamhamedi, Fabienne Colas et Denise Tousignant
Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune,
2700, rue Einstein, Sainte-Foy, Québec, G1P 3W8, Canada.

- Correspondance : Mohammed.Lamhamedi@mrnf.gouv.qc.ca;
Fabienne.Colas@mrnf.gouv.qc.ca; Denise.Tousignant@mrnf.gouv.qc.ca

Dans le cadre de l'intensification de l'aménagement forestier, le recours à l'utilisation des plants de qualité génétique supérieure issus de boutures est devenue une réalité depuis l'implantation de la *bouturathèque* en 1989 à Saint-Modeste. L'utilisation des semences provenant principalement des vergers à graines de première génération permet de produire 130 millions de plants dans le réseau des pépinières. En matière de production de boutures, le Centre de bouturage de Saint-Modeste produit chaque année, en moyenne, 2 millions de plants d'épinette blanche, 1,5 million d'épinette noire, 500 000 de mélèze hybride et 50 000 d'épinette de Norvège. À l'exception du mélèze hybride, les pieds-mères utilisés pour produire ces boutures sont issus de croisements dirigés (pollinisation contrôlée : père et mère connus dont le gain génétique et la performance de chacun des parents sont déterminés) dont le gain génétique est supérieur à celui des vergers à graines. Pour ces derniers, les semences sont le résultat d'une pollinisation libre (seules les caractéristiques génétiques de la mère sont connues). Pour le mélèze hybride, on utilise plutôt un mélange de semences produites par pollinisation de masse dans les tunnels de la Direction de la recherche forestière à Duchesnay.

En vue de diminuer les coûts de production et d'optimiser le taux d'enracinement des boutures, le scénario actuel repose sur la réduction de la durée d'utilisation des pieds-mères. En effet, le vieillissement se traduit par une diminution significative du taux d'enracinement des boutures. Par exemple, pour le mélèze hybride, les pieds-mères sont utilisés pour au moins deux récoltes alors que dans le cas de l'épinette blanche, le pied-mère n'est utilisé que pour un seul prélèvement de boutures avant d'être envoyé au reboisement. Cette approche requiert l'utilisation d'un plus grand nombre de graines, et les pieds-mères ainsi générés doivent avoir une meilleure aptitude au bouturage. Cette aptitude englobe plusieurs critères notamment, une germination uniforme des semences qui vont produire des pieds-mères, un meilleur rendement en boutures, un bon taux d'enracinement, une meilleure croissance et une bonne uniformité de croissance aussi bien des pieds-mères que des boutures.

Présentement, la production des pieds-mères est réalisée en effectuant le mélange de toutes les semences issues des différents croisements dirigés. De plus, les semences ne sont pas stratifiées avant leur germination. Cette approche ne permet pas de déterminer avec exactitude les différences dans l'aptitude au bouturage des différents croisements, car on ne peut évaluer individuellement ni leur capacité de germination, ni leur croissance en tant que pieds-mères, ni l'aptitude à l'enracinement des boutures qu'ils produisent. Or pour chacune de ces étapes, les différents croisements dirigés peuvent montrer d'importantes variations, dues soit à leur réponse aux divers traitements culturels, soit à leur bagage génétique individuel. Par exemple, en automne 2004, après germination sans stratification, les pieds-mères d'épinette blanche et de mélèze hybride issus de semences ont montré une grande variabilité

quant à l'architecture et à la croissance en hauteur de la partie aérienne (Photo 1). Dans certains cas, cette variabilité pourrait affecter négativement le rendement en boutures, le calendrier et la succession des opérations liées au bouturage. Des expériences menées à la DRF, à l'hiver 2004, ont confirmé qu'un simple traitement de stratification améliore la germination de semences, tout en réduisant grandement les écarts de performance observés entre les différents croisements. Dorénavant, un traitement de stratification sera donc appliqué à toutes les semences issues de croisements dirigés destinés à devenir des pieds-mères. Au-delà de l'étape de la germination, la caractérisation de la croissance des pieds-mères et de l'enracinement des boutures permettra d'identifier d'autres étapes où des traitements culturels appropriés qui réduisent les variations de l'aptitude au bouturage entre les croisements.

En effet, certains pieds-mères représentent de meilleurs plants pour le bouturage en ayant plus de branches, fournissant ainsi plus de boutures. Ceci a pour conséquence d'augmenter leur représentation dans la population de plants (Photo 2). Cette nouvelle structure de la population des boutures pourrait diminuer de façon significative les moyennes des variables de croissance, notamment la hauteur et le diamètre. De plus, nonobstant leur caractère branchu, tous les pieds-mères n'ont pas la même aptitude au bouturage. Nos récents travaux, menés à la DRF en étroite collaboration avec Dre Francine Tremblay de l'Université Laval, ont clairement démontré que la majorité des pieds-mères somatiques (c.a.d. produits par embryogenèse somatique) de l'épinette de Norvège produisent des boutures d'excellente qualité (Photo 3). Par contre, certains clones ont montré un taux d'enracinement très faible. Ainsi, les plants issus de boutures qui se retrouvent en plus grande quantité de par leur gabarit ou leur aptitude à l'enracinement, ne sont pas nécessairement les individus qui ont la meilleure croissance en hauteur. Pour conserver une distribution relativement identique en matière de croissance en hauteur entre les pieds-mères et les boutures, il faudrait prélever sur tous les pieds-mères un nombre à peu près égal de boutures.

Le déploiement du bouturage, dans les pépinières forestières gouvernementales de Berthier et de Grandes-Piles, nécessite une bonne maîtrise de toutes les différentes étapes de production des boutures. À cet effet, la caractérisation des croisements dirigés s'avère nécessaire en utilisant des variables de caractérisation de l'architecture de la partie aérienne des pieds-mères spécifiques à chaque croisement dirigé, et ce pendant plusieurs années consécutives. Dans ce sens, on peut utiliser et adapter la même approche de caractérisation utilisée pour les plants d'épinette blanche produits par embryogenèse somatique, qui met l'accent sur les variables morphologiques et physiologiques des parties aérienne et racinaire (croissance en hauteur, nombre de branches, photosynthèse, efficacité d'utilisation des éléments minéraux, croissance des racines). Ceci permettrait d'éliminer à l'avance les croisements qui ont une aptitude très faible au bouturage. Cette approche aidera le pépiniériste à optimiser et à rentabiliser l'utilisation des meilleurs croisements dirigés (compromis entre production de boutures, enracinement, croissance en hauteur des boutures, performance, etc.). Ainsi, le pépiniériste connaîtra davantage le comportement du matériel utilisé, selon son origine génétique, afin de mieux gérer dans l'espace et dans le temps les opérations de prélèvement de boutures et de culture des plants.

De ce qui précède et afin de diminuer de façon significative la variabilité reliée à la germination et à la croissance des jeunes pieds-mères, nous avons donc proposé, avec l'appui technique et la collaboration de la pépinière de Saint-Modeste (M. Michel Rioux) et de la Direction de la production des semences et des plants (Mme Anne Savary), de réaliser

une caractérisation des semences et des pieds-mères issus des différents croisements dirigés. Pour chaque croisement dirigé, les semences de différents calibres (différentes grosseurs : 1, 2, 3 et 4) seront stratifiées et caractérisées suite à une évaluation de plusieurs variables, notamment :

- La vitesse et l'uniformité de germination des semences;
- L'architecture de la partie aérienne : hauteur, diamètre au collet, nombre de branches (= rendement en boutures), densité de branches (nombre/cm);
- Le débourrement des pieds-mères (hâtif ou tardif, et impact sur la vitesse de développement et de lignification des boutures);
- L'enracinement des boutures;
- La croissance des boutures (variables de croissance y compris l'insuffisance racinaire).

Par ailleurs, suite aux efforts consentis en matière d'intégration de l'embryogenèse somatique (ES) en pépinière forestière, une certaine quantité de pieds-mères somatiques pourrait être, dans l'avenir, utilisée pour produire des boutures. Ceci n'exclut pas la production de plants somatiques, dans la mesure où toutes les étapes d'embryogenèse somatique sont optimisées à l'échelle opérationnelle. Cette technique permet de produire, à partir d'une seule graine, un nombre illimité de plants somatiques (ou de pieds-mères dans le cas du bouturage) génétiquement identiques. De plus, l'avantage majeur de l'embryogenèse somatique réside dans la conservation à long terme du génotype du pied-mère. En effet, les clones issus d'embryogenèse somatique peuvent être conservés dans l'azote liquide pendant plusieurs années, tout en conservant le caractère juvénile. Au lieu de mettre des semences à germer, il suffit de cultiver les cellules conservées dans l'azote afin de régénérer un pied-mère. Une fois le clone produit, son utilisation peut être « infinie ». Cependant, la conservation et l'utilisation à long terme ne seront préconisées que pour les pieds-mères somatiques (clones) les plus performants en matière de croissance et d'aptitude au bouturage.

Dans le cadre d'une foresterie clonale hautement productive, les techniques de production de pieds-mères à partir de semences ou à partir de plants somatiques sont deux approches qui peuvent être utilisées de façon complémentaire pour le bouturage, tout en respectant la diversité génétique.

En plus des caractéristiques identifiées pour les pieds-mères provenant de croisements dirigés, les clones servant à produire des pieds-mères issus d'embryogenèse somatique pourraient aussi être caractérisés sur le plan de :

- L'aptitude à l'embryogenèse somatique;
- L'architecture de la partie aérienne, incluant la longueur des aiguilles et l'efficacité de l'utilisation des éléments minéraux.

Cette caractérisation peut donc se faire tout au long des différentes phases de bouturage. Ce suivi implique l'identification des croisements ou des clones, pendant toutes les étapes de culture des pieds-mères et des boutures. Pour tenir compte de la variabilité interannuelle, la caractérisation devrait être effectuée pendant quelques années successives, et ce pour chaque nouveau croisement ou clone qui sera utilisé pour la production de boutures. Cette

caractérisation peut être ajustée selon les besoins et les objectifs du pépiniériste, ainsi que selon le budget alloué à cette tâche.

En 2005, un projet de caractérisation à long terme des pieds-mères va donc débiter à la Pépinière de Saint-Modeste, en collaboration avec la DRF. À cet effet, des pieds-mères seront ensemencés et suivis pendant toute leur culture en pépinière (2 à 3 ans), en tenant compte de leur origine génétique (croisement dirigé) ainsi que du calibre des semences, qui auront été criblées au préalable. Toutes les variables reliées à l'aptitude au bouturage des pieds-mères seront évaluées. La première espèce touchée par ces travaux sera l'épinette blanche. D'autres espèces pourront s'ajouter par la suite, selon les besoins de production et l'avancement des travaux d'amélioration génétique réalisés au Ministère. C'est à suivre!

Références bibliographiques :

Kozlowski, T. T. et T. E. Greathouse. 1970. Shoot growth characteristics of tropical pines. *Unasylva* 24: 1-10.

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.

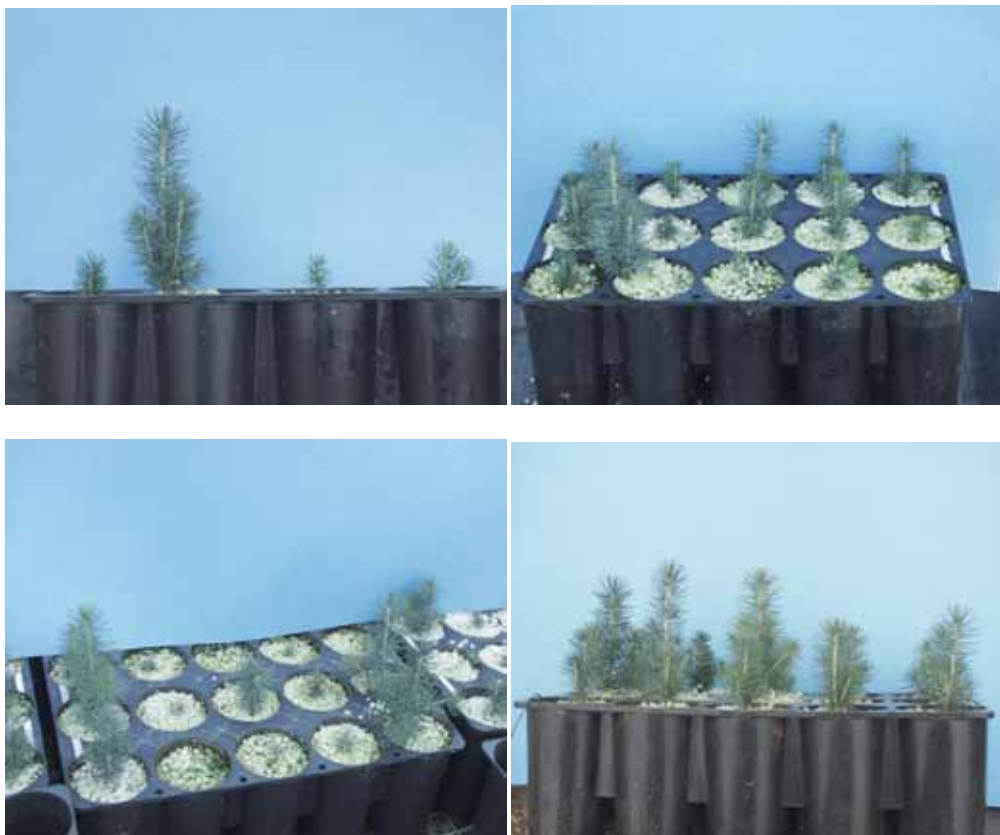


Photo 1. Exemple de la variabilité observée en matière de germination des graines (non stratifiées et non criblées selon les grosseurs) et de croissance en hauteur des plants d'épinette blanche (1+0) issus de divers croisements dirigés. Ces plants seront utilisés comme pieds-mères lors de la deuxième saison de croissance en juin 2005 (Cliché : R. Chouinard).

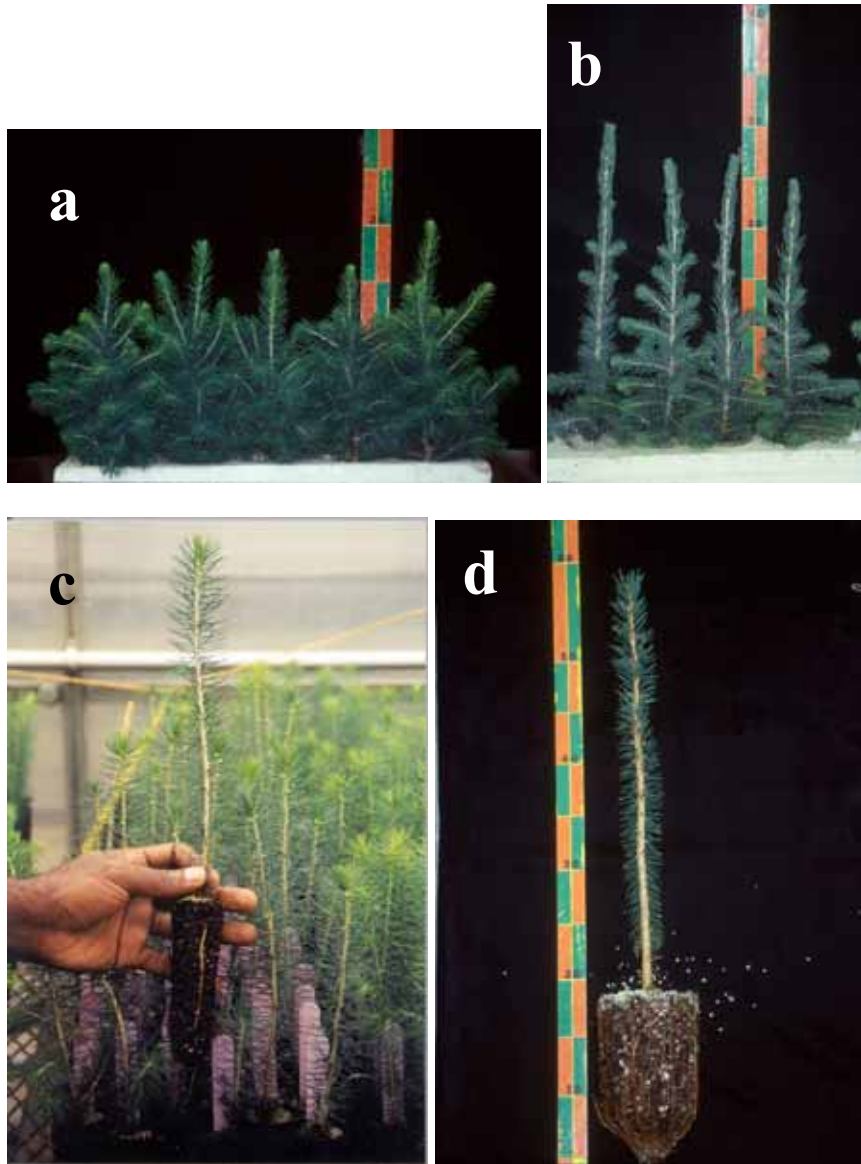


Photo 2. Lors du bouturage, les pieds-mères qui produisent plus de boutures ou de branches verront leur fréquence augmentée dans la population de plants. Par contre, les pieds-mères qui produisent moins de branches ou aucune branche seront moins ou non représentés. **a** : Clone d'épinette blanche produit par embryogenèse somatique caractérisé par un nombre élevé de branches. **b**: Clone d'épinette blanche produit par embryogenèse somatique, caractérisé par une croissance exceptionnelle et une faible production de branches. **c** et **d**: plants d'épinette de Norvège et d'épinette blanche produits par embryogenèse somatique, caractérisés par l'absence de branches. Ce phénotype existe dans la nature c.a.d., des plants produits par graine peuvent ne pas avoir de branches. Ce phénomène rare a été observé chez les pins en milieu naturel sous les tropiques (Cliché : M. Lamhamedi. Photos prises dans le laboratoire du Dre F. Tremblay de l'Université Laval).



Photo 3. a- Pieds-mères somatiques (produits par embryogenèse somatique) de l'épinette de Norvège. Notez les différences en matière d'architecture de la partie aérienne et de longueur des pousses. Les plants initiaux sont produits dans le laboratoire du Dre Francine Tremblay de l'Université Laval. **b-** Des boutures issues de pieds-mères somatiques de l'épinette de Norvège (Cliché : M. Renaud & P. Lemay).