L'amélioration génétique de l'épinette noire au Saguenay-Lac-Saint-Jean : synthèse des travaux réalisés depuis 1974

Mireille Desponts, *Ph.D.*, biol.
Gaétan Numainville, techn.for.

Pourquoi produire des épinettes noires génétiquement améliorées

Le programme d'amélioration génétique existe depuis 30 ans au Québec et comprend les principales espèces commerciales. Il constitue une étape essentielle pour accroître le volume et la qualité des arbres produits en plantation. Allié à une sylviculture adéquate, l'emploi de semences génétiquement améliorées représente un élément déterminant pour augmenter la production forestière.

L'amélioration génétique classique des arbres consiste en un cycle continu de sélections, de croisements et de «testages», afin de créer les populations qui constitueront les vergers à graines. Ces derniers alimenteront le reboisement en variétés améliorées adaptées aux conditions pédoclimatiques régionales (Figure 1).

Figure 1. Verger à graines Garnier en 2002.

Au Saguenay-Lac-Saint-Jean, l'épinette noire est sans contredit une espèce privilégiée pour le reboisement, et les efforts consentis sont à la mesure de son importance économique. En effet, de nombreux dispositifs d'épinettes noires ont été établis dans ces régions afin de parachever toutes les étapes nécessaires à la production de populations plus performantes. De 1976 à 2003, près de 112 000 arbres ont été mis en terre dans quinze tests génécologiques (Figure 2). En 2005, on estime que 85 % des besoins en semences seront comblés par les vergers à graines constitués d'une première génération d'arbres améliorés. Une deuxième génération d'épinettes noires est maintenant en voie de développement.

Les travaux réalisés au Saguenay-Lac-Saint-Jean

1- Tests de provenances et d'hybrides entre provenances

De 1972 à 1984, plusieurs tests comparatifs de provenances (lots de semences d'un secteur donné) ont été établis dans les arboretums de la région afin d'étudier les caractéristiques génécologiques de l'épinette noire, et d'obtenir des informations quantitatives sur la variabilité de diverses caractéristiques de l'espèce en fonction de variables pédoclimatiques. Ces tests ont aussi permis d'identifier des provenances ayant démontré leur rusticité et une bonne croissance.

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs
Direction de la recherche forestière
2700, rue Einstein
Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8

Téléphone : (418) 643-7994
Télécopieur : (418) 643-2165
Courriel : recherche.forestiere@mrnfp.gouv.qc.ca
Site Internet : www.mrnfp.gouv.qc.ca

Ressources naturelles, Faune et Parcs
Québec

Figure 1. Dispositifs expérimentaux établis de 1974 à 2003 pour l'amélioration génétique de l'épinette noire au Saguenay-Lac-Saint-Jean.

Arboretum de Chibougamau, établi en 1974, le premier test comprend 8 640 arbres de 90 provenances afférentes de l'aire de distribution de l'épinette noire au Québec. Le test fait partie d'un ensemble de six tests installés à la grandeur de la province. Le projet est une initiative de l'Institut forestier national de Petawawa. En 1999, une sélection de 22 arbres-élites parmi les meilleures provenances a été effectuée dans ce test, pour mettre en place un nouveau verger à graines et deux tests clonaux pour la zone d'amélioration du Nord. Un second test de provenances a été établi en 1984. Ce dernier fait partie d'un ensemble de seize tests installés à la grandeur de la province et comprend 3 350 arbres de 24 provenances d'épinette noire et d'une provenance d'épinette rouge du Québec.

Arboretum de Dablon, établi en 1984, comprend 3 100 arbres de dix-huit provenances d'épinette noire et de trois provenances d'épinette rouge du Québec. Il fait partie d'un ensemble de seize tests installés à la grandeur de la province.

2- Tests de descendances de première génération

Ces tests de descendances représentent le volet le plus important du programme d'amélioration génétique. Les dispositifs sont constitués des descendances des arbres-plus sélectionnés en forêt, et sur lesquels on a récolté les semences. Ces dispositifs ont permis d'identifier les familles à conserver dans les vergers à graines. Une fois les individus des moins bonnes familles éliminés, la pollinisation entre arbres supérieurs assure la production de semences de première génération génétiquement améliorées. La majorité des plants de reboisement utilisés actuellement sont issus des familles sélectionnées. D'autre part, les tests de descendances ont aussi permis la sélection des arbres-élites qui seront utilisés pour créer la deuxième génération d'amélioration. Six de ces tests sont établis au Saguenay-Lac-Saint-Jean :

Scott, établi en 1985, comprend 14 216 arbres de 356 familles. Les résultats de 10 ans ont permis l'éclaircie du verger à graines **Lévy**. Une sélection de 58 arbres-élites a été effectuée en 1999, pour mettre en place un nouveau verger à graines et deux tests clonaux pour la zone Nord.

Rivière Mistassibi, établi en 1985, comprend 17 160 arbres de 429 familles. Les résultats de dix ans ont permis l'éclaircie du verger à graines **Dolbeau**. Une sélection de six arbres-élites a été effectuée en 1999 pour mettre en place un nouveau verger à graines et deux tests clonaux pour la zone Nord. Quatre autres arbres-élites ont été sélectionnés en 2000, pour la zone «A».

Rivière Chicoutimi, établi en 1987, il comprend 15 544 arbres de 324 familles (Figure 3).

Figure 3. Test de descendances Rivière Chicoutimi en 1996.

Les résultats de dix ans ont permis l'éclaircie du verger à graines **Rivière Chicoutimi**. Une sélection de dix-sept arbres-élites a été effectuée en 1998, pour mettre en place un nouveau verger à graines et deux tests clonaux pour la zone « C ».

Plessis, établi en 1987, comprend 15 480 arbres de 324 familles. Les résultats de dix ans ont permis l'éclaircie du verger à graines **Rivière Chicoutimi**. Une sélection de dix-sept arbres-élites a été effectuée en 1998, pour mettre en place un nouveau verger à graines et deux tests clonaux pour la zone « C ».

Figure 4. Test de descendances Garnier, éclairci et élagué en 2003

Garnier, établi en 1988, comprend 5 280 arbres de 331 familles (Figure 4). Les résultats de dix ans ont permis l'éclaircie du verger à graines de **Garnier**. Une sélection de dix-sept arbres-élites a été effectuée en 1998, pour mettre en place un nouveau verger à graines et deux tests clonaux pour la zone « C ».

Milot, établi en 1988, comprend 10 572 arbres de 331 familles. Les résultats de dix ans ont permis l'éclaircie du verger à graines **Garnier**.

3- Tests clonaux pour le développement d'une deuxième génération

Les tests clonaux sont constitués d'arbres issus du bouturage des arbres-élites, identifiés précédemment. Donc, pour un même groupe d'arbres, le matériel est génétiquement identique contrairement aux descendances, dont le groupe est constitué d'individus issus de la même « mère » mais pas nécessairement du même « père ». Ces dispositifs serviront à certifier le classement des arbres-élites sélectionnés dans différentes séries de tests, à guider la récolte de semences du verger clonal, constitué des mêmes individus, et à élaborer le plan de croisements conduisant à la prochaine génération. On retrouve dans la région un de ces tests :

Lescure, établi en 2002, comprend 2 738 arbres de 142 clones. Le dispositif est destiné à certifier le classement des arbres-élites sélectionnés et à identifier les clones les plus performants des verger à graines de la **pépinière de Normandin** et de la pépinière de Trécesson. Un test semblable a été établi la même année en Abitibi, dans le canton Vanier.

4- Évaluation des gains réels

Quatre tests propres à l'évaluation des gains en croissance et en rendement (m^3/ha) engendrés par le premier cycle d'amélioration, ont été établis en 1996 dans la zone Nord. Il s'agit de dispositifs en grandes parcelles, lesquels produiront des données fiables pour les modèles de simulation et les calculs de possibilités de récolte. Ces quatre tests (**Bouteroue**, **Duberger**, **Panneton** et **Rivière Manouane)** comprennent 3 000 arbres de trois lots de semences de provenance des vergers à graines non éclaircis de **Dolbeau**, **Garnier** et **Lévy**, ainsi que des lots de semences de provenances locales des cantons Ferland (sous-région écologique 5d-T), Chute-des-Passes (5d-M) et du canton Desautels (6e-T).

Quatre autres tests constitués des lots de semences récoltées sur les arbres de catégorie supérieure des vergers éclaircis du Saguenay-Lac-Saint-Jean ainsi que des lots de semences locales seront implantés en 2005 dans la région (Figure 5).

Figure 5. Pépinière de Normandin, production des plants destinés aux dispositifs pour l'évaluation des gains réels associés à l'amélioration génétique de l'épinette noire.

Mentionnons finalement la présence du test du canton **Robert**. Établi en 1999, il comprend 2 160 arbres de 30 provenances afférente à l'aire de distribution de l'épinette noire au Québec. Il fait partie d'un dispositif de trois tests identiques, disposés selon un gradient latitudinal (les autres sont dans la Réserve faunique des Laurentides et en Beauce), et dont le but est de préciser la délimitation de zones de déplacement des lots de semences. Les mesures de croissance et de phénologie réalisées au cours de la seconde et de la troisième saison de croissance ont contribué à la mise au point d'un outil informatique d'aide à la décision du transfert des lots de semences (Beaulieu *et al*. 2004).

Les résultats obtenus et projetés

La sélection des familles dans les tests de descendances et l'éclaircie des vergers à graines se sont achevées en 2001. Les mesures effectuées ont permis d'estimer le gain génétique associé à cette sélection pour chaque test (Figure 6) ou, le cas échéant, chaque série de tests constitués de matériel identique. Des données plus précises sur les gains seront obtenues des plantations expérimentales mises en place spécifiquement pour l'évaluation des «gains réels».

Le tableau 1 indique que les gains associés à une première éclaircie apparaissent relativement modestes. Il s'agit en effet d'une première sélection, de faible intensité, et dont le gain est calculé avec l'ensemble des arbres-plus du test plutôt qu'en se servant du rendement réel des populations naturelles. Au tableau 2 on constate d'autre part qu'une sélection plus intense sur du matériel dont la qualité génétique est connue permet d'espérer une production de plants beaucoup plus performants de la part des vergers clonaux en cours d'établissement.

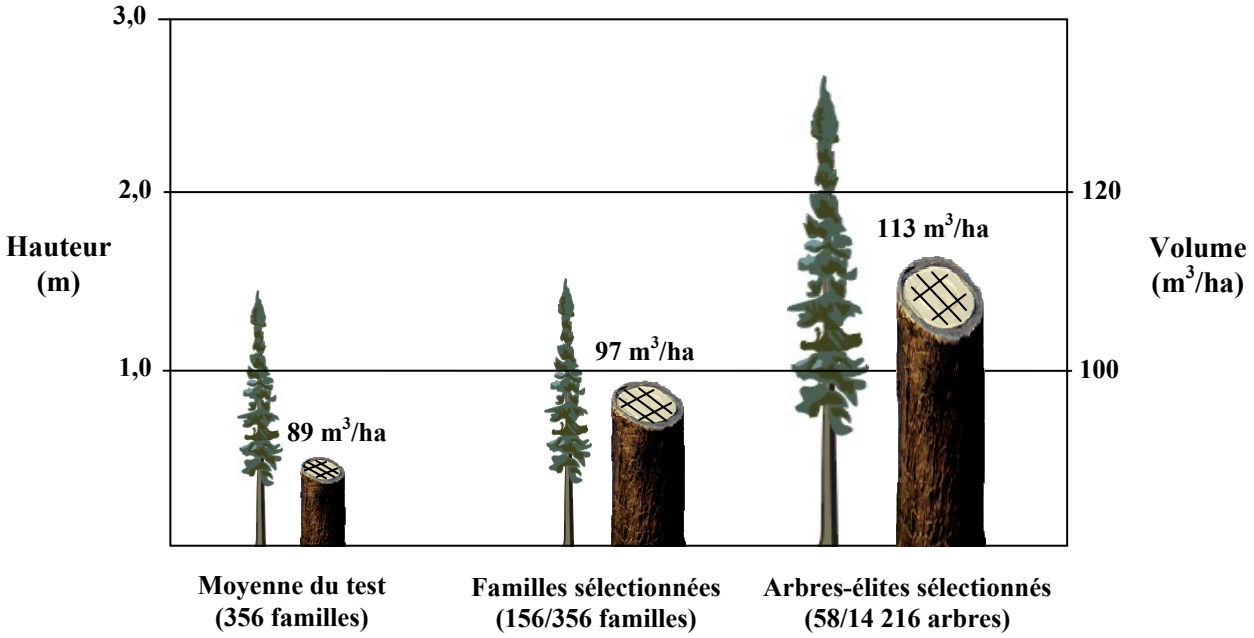

Figure 6. Hauteur moyenne à dix ans des arbres sélectionnés pour différentes intensités de sélection dans le test de descendances Scott et volume marchand correspondant, projeté à 35 ans pour un IQS de 7,2.

Tableau 1. Gain estimé en hauteur à 10 ans et gain projeté[1] en volume à 35 ans, obtenus avec les familles sélectionnées constituant la première génération d'épinette noire améliorée, du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

Verger à graines	Site des tests (Cantons)	Nb. total familles	Nb. familles sélectionnées	Gain estimé en hauteur (%)	Gain projeté en volume à 35 ans (m^3/ha)
Lévy	Scott	356	156	4,2	8,0
Dolbeau	Rivière Mistassibi	429	188	5,7	11,4
Garnier	Milot, Garnier	331	110	3,4	3,5
Rivière Chicoutimi	Rivière Chicoutimi, Plessis	324	100	4,6	6,1

[1] Valeurs obtenues des tables de rendement de Prégent *et al.* 1996, tenant compte de l'âge et de l'IQS des plantations, et du gain en hauteur des arbres dominants.

Tableau 2. Gain estimé en hauteur à 10 ans et gain projeté[1] en volume à 35 ans, obtenus avec les arbres sélectionnés pour constituer une seconde génération d'épinette noire améliorée, au Saguenay-Lac-Saint-Jean.

Site du test (Canton)	Nombre total d'arbres	Nombre d'arbres sélectionnés	Gain estimé en hauteur (%)	Gain projeté en volume à 35 ans (m^3/ha)
Scott	14 216	58	23,4	23,9
Rivière Mistassibi	17 160	6	31,1	39,3
Garnier	5 280	17	15,6	15,3
Rivière Chicoutimi	15 544	17	16,8	11,0
Plessis	15 480	17	16,5	11,7

[1] Valeurs obtenues des tables de rendement de Prégent *et al*. 1996, tenant compte de l'âge et de l'IQS des plantations, et du gain en hauteur des arbres dominants.

Glossaire :

amélioration génétique - Science ou art de modifier la constitution génétique d'une population de plantes dans une direction donnée.

arbre-élite - Arbre dont la supériorité génétique a été prouvée par un test de descendances approprié.

bouture - Rameau détaché d'un pied-mère et employé pour produire une nouvelle plante du même génotype.

clone - Ensemble d'individus génétiquement identiques (ramets), issus d'une même plante (ortet) par multiplication végétative.

croisement dirigé - Croisement artificiel de deux individus réalisé par l'intermédiaire de l'homme, par opposition au croisement libre ou par le vent.

test clonal - Plantation comparative permettant d'évaluer des individus multipliés végétativement, c'est-à-dire sous forme de clone.

test de descendances - Plantation établie selon un plan statistique approprié pour évaluer la valeur génétique de certains parents eu égard aux performances de leurs descendants.

Références :

BEAULIEU, J., M. PERRON and J. BOUSQUET. 2004. *Multivariate patterns of adaptative genetic variation and seed source transfer in Picea mariana.* Can. J. For.Res. **34** : 531-545

PRÉGENT, G., V. BERTRAND et L. CHARETTE, 1996. *Tables préliminaires de rendement pour les plantations d'Épinette noire au Québec.* Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, Mémoire de recherche forestière n° 118, 70 p.