

LE REBOISEMENT,

un outil pour augmenter la productivité forestière ?

**Hôtel Holiday Inn,
Sainte-Foy
Les 9 et 10 juin 1999**

Colloque organisé par :
Collog.



Avec la collaboration de :

Association des manufacturiers de bois sciage du Québec
Fédération des producteurs de bois du Québec
Forêt Québec, Direction production, semences et plants
Groupe d'action en génétique et biotechnologie
des arbres, Fonds forestier-volet recherche
Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts

Amélioration génétique : principes, applications et le bilan de l'épinette blanche

Jean Beaulieu, ing.f., Ph.D.
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts

Résumé

Grâce aux progrès récents en génétique et à une dissémination efficace des résultats, il nous apparaît aujourd'hui tout à fait évident que la variation observée d'un individu à l'autre est due à des facteurs génétiques hérités des parents et à des facteurs environnementaux. Ce n'était toutefois pas aussi évident, il y a de cela pas si longtemps. En fait, la génétique est une science qui ne s'est développée que très lentement en Europe à partir du 18^{ème} siècle. Les premiers jalons ont été posés par les botanistes intéressés à comprendre les mécanismes de reproduction et d'hybridation. Ils ont été suivis par des agronomes et des forestiers désireux d'étudier les effets de la géographie, des sols et du climat sur la variation phénotypique observée. Les connaissances acquises par ces pionniers se sont avérées des pierres d'assise pour la mise en place des divers programmes d'amélioration génétique.

Ce n'est toutefois qu'au début des années 1940, que les suédois mettaient en place la première coopérative d'amélioration des arbres et constataient, pour assurer son succès, la nécessité d'un financement à long terme, de la coopération de tous les acteurs et du développement de techniques qui soient opérationnelles (Morgenstern 1996). Aux États-Unis, les programmes d'amélioration génétique des arbres forestiers ont pris leur véritable envol vers le milieu des années 1950, bien que les premiers efforts dans le domaine remontaient aux années 1920. Au Canada, on reconnaît Henri Joly de Lotbinière comme étant celui qui a déployé les premiers efforts dans le domaine de l'amélioration génétique avec l'établissement en 1882 d'un essai de provenances de noyers noirs à la Pointe Platon. Mais ce n'est qu'à partir de la fin des années 1930 que les recherches ont véritablement commencé à s'intensifier et à se structurer. Le potentiel de l'amélioration génétique ayant été démontré, les efforts ont été accrus à partir du milieu des années 1950, comme chez nos voisins du sud, et un premier verger à graines était établi en Colombie-Britannique dès 1963.

Au Québec, bien que des collaborations fructueuses aient été établies avec les chercheurs de l'Institut national de foresterie de Petawawa (INFP) à partir des années 1950, ce n'est que vers le milieu des années 1960 qu'on a reconnu l'importance de l'amélioration génétique dans l'accroissement du rendement des forêts et qu'on a débuté à y investir des ressources. Les chercheurs ont été principalement regroupés autour de trois pôles principaux, soient la Faculté de foresterie et de géodésie de l'université Laval, le ministère des Terres et Forêts et le Service canadien des forêts (SCF). La mise en place d'un programme général d'amélioration des arbres forestiers a été approuvée en 1969 par les autorités du ministère des Terres et Forêts. Les buts visés étaient de préciser le choix des espèces et des provenances à planter selon les stations et les régions écologiques, d'améliorer la qualité génétique des plants destinés au reboisement et de diversifier les espèces utilisées dans les reboisements pour accroître leur production et leur rentabilité (Vallée 1975). À l'université Laval, on poursuivait pendant ce temps les efforts consentis tout particulièrement au niveau des feuillus nobles. Les premiers généticiens forestiers rattachés au Centre de foresterie des Laurentides étaient quant à eux à l'oeuvre dès 1966, prenant la relève de ceux de l'INFP pour le Québec. En 1970, un comité d'amélioration génétique des arbres forestiers, rassemblant tous les chercheurs impliqués, était constitué et une entente était conclue sur la répartition des responsabilités de manière à éviter toute duplication. Ainsi, les généticiens du SCF prirent en charge les programmes d'amélioration de trois essences résineuses alors que ceux du ministère des Ressources naturelles du Québec (MRNQ) s'acquittaient des mêmes responsabilités pour une demi-douzaine d'autres essences. Au cours des 20 dernières années, de très nombreuses infrastructures ont été mises en place, dont un réseau de 19 arboretums, deux populets et quelques centaines de sites expérimentaux. Des zones semencières ont été délimitées pour le déplacement des sources de semences de forêt naturelle en attendant que les semences utilisées pour le reboisement proviennent de sources améliorées. Les provenances les plus performantes dans les essais de provenances ont été recommandées pour le reboisement. Des peuplements semenciers ont été aménagés, puis un réseau de 81 vergers à graines de première génération a été mis en place pour assurer une production de semences de qualité et d'origine contrôlée. Des vergers à graines de deuxième génération sont actuellement en phase d'établissement pour les épinettes blanche et noire.

Suite aux exercices récents de restructuration des deux paliers de gouvernement, les généticiens du MRNQ sont maintenant en charge de tous les programmes d'amélioration alors que ceux du SCF se consacrent désormais à des recherches de nature plus fondamentale. Ainsi, leurs efforts portent en particulier sur l'évaluation

et la conservation de la biodiversité, la recherche de marqueurs génétiques et physiologiques, le développement de méthodes de reproduction végétative comme l'embryogenèse somatique, le génie génétique et la génétique quantitative. Les outils et connaissances développés le sont en support aux améliorateurs du MRNQ. Des collaborations fructueuses sont également maintenues avec les universités québécoises pour tirer profit de toutes les expertises existantes au Québec dans le domaine.

Les efforts des généticiens et améliorateurs sont dirigés en priorité vers le développement de variétés améliorées produisant un plus grand volume de bois dans une période de temps plus courte. Bien que de façon générale, on remarque qu'une croissance plus rapide et une récolte plus hâtive se traduisent par une plus grande proportion de bois juvénile et une détérioration des caractéristiques du bois, il y a des arbres et familles d'arbres qui ne suivent pas cette tendance générale. C'est ce type d'arbres que les généticiens sélectionnent pour constituer leurs populations d'amélioration de manière à maintenir la qualité du bois produit tout en fournissant un rendement accru. D'autres caractéristiques comme un tronc droit, une morphologie fine de la cime, la tolérance ou la résistance aux insectes et maladies et une grande adaptabilité sont également visés. La recherche de pointe menée actuellement par les généticiens au niveau de la sélection des caractères vise à identifier des marqueurs génétiques liés aux gènes responsables de ces caractères souhaitables. L'existence de ces marqueurs génétiques permet d'identifier les individus porteurs des gènes ou combinaisons génétiques désirées et de les sélectionner sans passer par la phase de testage sur le terrain. En effet, la présence du marqueur peut être détectée à partir de l'ADN extrait des aiguilles d'un jeune semis, par exemple.

Pour développer ces variétés améliorées, les chercheurs utilisent les stratégies les mieux adaptées aux caractéristiques des essences visées. Ainsi, la stratégie d'amélioration des peupliers hybrides fait appel à la voie clonale à cause de la facilité à propager végétativement ces essences. Les meilleurs clones seront sélectionnés à partir de leur rendement sur plusieurs sites. Ils seront ensuite croisés entre eux pour générer des descendants qu'on établira en quartiers de pieds-mères pour produire le matériel nécessaire à l'établissement des nouveaux tests clonaux. Ces derniers permettront de passer à la génération subséquente. Parallèlement, aux travaux d'amélioration proprement dits, à chaque fois qu'on sélectionnera des clones supérieurs, on établira en quantité suffisante des quartiers de pieds-mères pour produire les boutures ou plants nécessaires au reboisement. C'est l'équivalent des vergers à graines pour une essence comme l'épinette noire par exemple. Pour une essence comme l'épinette blanche, on utilisera plutôt une stratégie faisant appel à la

voie sexuée, en raison d'une plus grande difficulté à la multiplier végétativement. Ainsi, après la sélection des individus supérieurs et les croisements dirigés entre ceux-ci, les familles de semis sont établies sur plusieurs sites. Le rendement de ces diverses familles permettra de différencier les meilleurs parents des moins bons. C'est à l'intérieur des meilleures familles qu'on sélectionnera les individus dominants pour servir de parents pour la prochaine génération. En ce qui a trait à la production de semences améliorées pour le reboisement, deux choix s'offrent alors aux améliorateurs. Les parents ayant produit les meilleures familles peuvent être greffés et utilisés pour constituer des vergers à graines. C'est le premier choix et la valeur génétique de la variété améliorée peut alors être estimée. D'autre part, les améliorateurs peuvent décider de reproduire en grand nombre par greffage ou bouturage les descendants supérieurs sélectionnés pour la population d'amélioration et en constituer des vergers à graines quitte à réaliser une éclaircie génétique dans les vergers à graines une fois que la valeur génétique des géniteurs est connue. Les recherches actuelles dans des techniques de pointe comme l'embryogenèse somatique permettent toutefois d'envisager dans un proche avenir la multiplication en grand nombre d'individus supérieurs. La voie clonale pourra aussi être empruntée pour les essences résineuses avec un accroissement des gains espérés par génération.

Quelque soit la stratégie d'amélioration utilisée ou encore la qualité génétique des variétés améliorées produites, il est essentiel de comprendre qu'on ne peut espérer obtenir les rendements prédits par la science de la génétique sans l'apport d'une sylviculture intensive. Le concept est simple. Un génotype ne pourra exprimer son plein potentiel que si on lui offre les conditions nécessaires à sa pleine expression. Ainsi, la meilleure variété améliorée ne suppléera jamais à un mauvais choix de site. De même, une compétition induite de la part d'essences compagnes ou encore une éclaircie non pratiquée ou réalisée trop tard nuira à l'expression optimale du génotype et ne permettra pas d'obtenir le rendement escompté.

Examinons maintenant les progrès réalisés dans l'amélioration de l'épinette blanche. Cette essence en est actuellement à son deuxième cycle d'amélioration. Au cours de la première génération, 17 vergers à graines ont été établis à partir de sélections réalisées en forêt naturelle et dans les essais de provenances mis en place durant les années 1950 et 1960. Ces vergers sont des vergers clonaux, c'est-à-dire qu'ils sont constitués de génotypes supérieurs qui ont été greffés. Ils sont actuellement entrés en phase de production. L'ensemble des semences nécessaires au reboisement d'épinette blanche provient des vergers à graines. Des tests de descendance ont été récemment établis par Marie-Josée Mottet du MRNQ pour évaluer précisément les

gains génétiques découlant de l'utilisation des variétés produites par ces vergers à graines. Selon des projections faites à partir des tables de Bolghari et Bertrand (1984) pour un taux de reboisement de 2 000 tiges à l'hectare (espacement d'environ 2,5 m x 2,5 m) sur un site d'indice de qualité de 9 m à 25 ans, ils devraient être de l'ordre de 20 m³/ha à 50 ans par rapport à une plantation non améliorée et de 30 à 145 m³/ha par rapport à un peuplement naturel en fonction de l'indice de densité relative. Des indices nous amènent cependant à penser que les tables de rendement de Bolghari et Bertrand sous-estiment le rendement réel des plantations d'épinette blanche. Les gains seraient selon nous beaucoup plus élevés. Deux zones d'amélioration ont été proposées à partir de l'analyse des données recueillies dans des tests génécologiques mis en place au cours des années 1970 et 1980, soit une pour le domaine de l'érablière et une autre pour celui de la sapinière. Des populations d'amélioration ont été constituées pour chacune de ces zones et les croisements dirigés nécessaires au passage à la génération subséquente ont débuté. De nouveaux tests de descendance ont donc été établis et ils sont maintenant sous la responsabilité de M. André Rainville du MNRQ, améliorateur de l'épinette blanche. En attendant que ces nouveaux tests arrivent à maturité et qu'on y sélectionne les meilleurs géniteurs pour créer la troisième génération, une deuxième génération de vergers à graines a été proposée. Les 25 meilleures familles présentes dans les tests génécologiques établis par le SCF dans les années 1970 et 1980 ont été sélectionnées et quatre arbres supérieurs de chacune de ces familles ont été greffés pour établir les nouveaux vergers des domaines écologiques de l'érablière et de la sapinière. Toujours à partir de projections à l'aide des tables de rendement de Bolghari et Bertrand pour un site d'indice de qualité de 9 m à 25 ans, ces nouveaux vergers devraient permettre de produire 30 m³ supplémentaires à l'hectare à 50 ans, pour un total de 245 m³. Le reboisement de sites de meilleure qualité tout comme l'utilisation de la voie clonale devraient rendre possible d'atteindre des rendements beaucoup plus élevés, soit entre 300 à 400 m³ à l'hectare à 50 ans. Ces rendements nous semblent toutefois très conservateurs en regard des rendements que nous observons actuellement dans nos tests de descendance comme celui situé à la station forestière de Valcartier et dont le volume sur pied s'élevait en 1998 à 271 m³/ha alors que les arbres n'étaient âgés que de 34 ans (figure 1). Ce test produit donc un accroissement annuel moyen de 7,99 m³/ha/an.

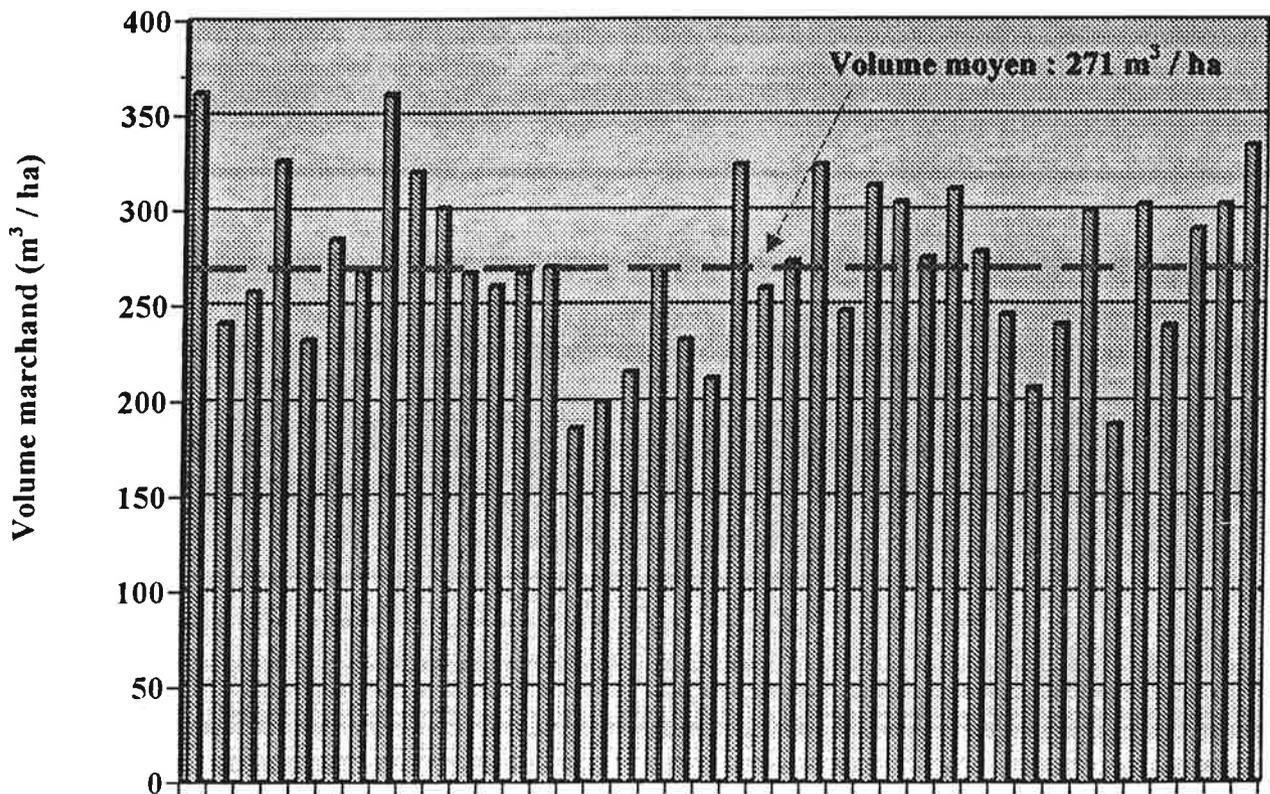
Références

Bolghari, H.A. et V. Bertrand. 1984. Tables préliminaires de production des principales essences résineuses plantées dans la partie centrale du sud du Québec. Gouv. Québec. Minist. Éner. Ress., Mém. rech. for. No 79.

Morgenstern, E.K. 1996. *Geographic variation in forest trees. Genetic basis and application of knowledge in silviculture.* UBC Press. Vancouver.

Vallée, G. 1975. *L'amélioration des arbres forestiers au ministère des Terres et Forêts du Québec.* For. Chron. 51: 1-4.

**Figure 1. Test de familles d'épinettes blanches âgées de 34 ans
Station forestière de Valcartier**



40 descendances uni-parentales de la région de Petawawa