



Programme et stratégie d'amélioration génétique de l'épinette blanche au Québec

Jean Beaulieu

SCF - Québec • Rapport d'information LAU-X-117



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Service canadien
des forêts

Canadian Forest
Service

Canada

**Programme et stratégie d'amélioration génétique de
l'épinette blanche au Québec**

Jean Beaulieu

Rapport d'information LAU-X-117
1996

Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts - Québec

DONNÉES DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION (CANADA)

Beaulieu, Jean

Programme et stratégie d'amélioration génétique de
l'épinette blanche au Québec

(Rapport d'information; LAU-X-117)

Publ. aussi en anglais sous le titre : Breeding program
and strategy for white spruce in Quebec.

Comprend des références bibliographiques.

Publ. par le Centre de foresterie des Laurentides.

ISBN 0-662-81075-9

N° de cat. Fo46-18/117

1. Épinette blanche -- Québec (Province) -- Génétique.
2. Génétique forestière -- Québec (Province).
- I. Service canadien des forêts - Québec.
- II. Centre de foresterie des Laurentides.
- III. Titre.
- IV. Coll.: Rapport d'information (Centre de foresterie
des Laurentides); LAU-X-117.

SD397.W47B4214 1996 634.9'7525 C96-980149-1

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada 1996

Numéro de catalogue Fo46-18/117

ISBN 0-662-81075-9

ISSN 0835-1589

Il est possible d'obtenir sans frais un nombre restreint d'exemplaires de cette publication auprès de :

Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts - Québec
Centre de foresterie des Laurentides
1055, rue du P.E.P.S.
C.P. 3800
Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7

Des copies ou des microfiches de cette publication sont en vente chez :

Micromédia Ltée
240, rue Catherine
Bureau 305

Ottawa (Ontario) K2P 2G8

Tél. : (613) 237-4250

Ligne sans frais : 1-800-567-1914

Télec. : (613) 237-4251

This publication is also available in English under the title "Breeding program and strategy for white spruce in Quebec"
(Catalog No. Fo46-18/117E).



TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	v
ABSTRACT	v
INTRODUCTION	1
RÉGIME DE PROPRIÉTÉ ET RESPONSABILITÉS ADMINISTRATIVES	1
L'ÉPINETTE BLANCHE	2
MISE EN PLACE DU PROGRAMME QUÉBÉCOIS D'AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DE L'ÉPINETTE BLANCHE	2
ZONES D'AMÉLIORATION	2
STRATÉGIE D'AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE	3
Populations multiples et groupes d'élevage	3
Première génération	4
Critères utilisés pour la sélection	4
Sélection des parents	4
Premier ensemble de géniteurs	5
Groupes d'élevage	5
Autres ensembles d'arbres sélectionnés	5
Groupes d'élevage	5
Plans de croisements	7
Polycross	7
Diallèle partiel	7
Descendances non apparentées	7
Testage	7
Dissémination du matériel amélioré	8
Génération avancées	8
Sélection des parents	8
Plans de croisements	9
Testage	9
Dissémination du matériel amélioré	9
SUIVI À LONG TERME	9
PERSPECTIVES D'AVENIR	10
CONCLUSIONS	10
REMERCIEMENTS	11
RÉFÉRENCES	12
ANNEXE 1	14
ANNEXE 2	16
ANNEXE 3	17
ANNEXE 4	19
FIGURE 1	6

Beaulieu, J. 1996. Programme et stratégie d'amélioration génétique de l'épinette blanche au Québec. Ressour. nat. Can., Serv. can. for. - Québec, Sainte-Foy, Qc. Rapp. inf. LAU-X-117.

RÉSUMÉ

Ce rapport d'information présente la stratégie d'amélioration génétique de l'épinette blanche (*Picea glauca* [Moench] Voss) mise en place au Québec par le Service canadien des forêts. On y fait un bref survol du régime de propriété existant au Québec et du contexte dans lequel le programme d'amélioration a été initié et poursuivi. De plus, on pourra constater au cours de la lecture de ce rapport que la stratégie d'amélioration s'appuie sur du matériel génétique divers et sur des connaissances de la génétique de l'espèce acquises au cours de plusieurs décennies. Le Service canadien des forêts délaissant la direction du programme d'amélioration, ce document se veut aussi un moyen privilégié de transfert de technologie.

Beaulieu, J. 1996. Breeding program and strategy for white spruce in Quebec. Nat. Resour. Can., Can. For. Serv. - Quebec, Sainte-Foy, Que. Inf. Rep. LAU-X-117E.

ABSTRACT

This information report presents the strategy for the genetic improvement of white spruce (*Picea glauca* [Moench] Voss) set up in Quebec by the Canadian Forest Service. A brief overview of the land ownership in Quebec and of the context in which the breeding program was initiated and developed is set out. Furthermore, from the report, one can see that the breeding strategy is based on material developed and genetic information acquired over many decades. As the Canadian Forest Service moves away from the management of the white spruce breeding program, this report will be essential for technology transfer.

INTRODUCTION

La domestication des plantes a débuté il y a près de 10 000 ans, au Proche-Orient (Simmonds, 1988). L'homme a depuis augmenté singulièrement la productivité de certaines espèces, et ce surtout au niveau agricole. Des résultats remarquables ont été obtenus mais dans certains cas au prix d'une réduction de la diversité génétique chez l'espèce visée. En ne conservant que les lignées les plus performantes, l'homme a alors placé ces espèces dans une position de vulnérabilité face aux agents biotiques et abiotiques adverses. Cette perte de diversité a été causée en bonne partie par la pratique de sélections récurrentes sans se préoccuper de la conservation des formes dites sauvages chez l'espèce. Plusieurs anthropologistes croient même que la disparition de la civilisation des Mayas peut être reliée à la destruction par un virus des quelques variétés de maïs qu'ils utilisaient pour se nourrir (Rhoades, 1991). Fort heureusement l'homme a pu tirer des leçons de ses erreurs. Aussi, la conservation de la biodiversité et de la diversité génétique est devenue aujourd'hui une préoccupation quotidienne.

La domestication des espèces forestières est quant à elle beaucoup plus récente. De plus, sauf quelques exceptions, celle-ci a également eu tendance à être plutôt passive (Libby, 1987). Aussi, d'une part, les activités de domestication réalisées à ce jour ont peu de chances d'avoir causé une détérioration de leur bassin génique. Toutefois, cela ne veut pas dire que toutes les activités anthropogéniques ont été sans effet. Ainsi, même si cela n'a pas été fait de façon consciente, l'homme a pu, dans certains cas, laisser une marque négative par l'emploi de méthodes de récolte non appropriées. En effet, des méthodes de coupe telles que celles pratiquées au cours des quelques décennies passées et consistant à récolter tous les sujets de qualité sans s'assurer d'une protection adéquate de la régénération préétablie ont pu créer des effets dysgéniques dans les populations forestières (Ledig, 1992). D'autre part, comme les aménagistes forestiers, contrairement aux agronomes, ne cherchent pas à adapter l'environnement aux variétés ou espèces cultivées ou reboisées (Palmborg-Lerche, 1993), les dangers encourus sont ainsi moins grands.

Toutefois, les pressions sur la ressource forestière augmentent de plus en plus, entre autres à cause de la croissance démographique (on prévoit une demande mondiale annuelle de 5 milliards de m³ en l'an 2010 [Hägglund, 1994]) et de la destruction d'habitats qui en découle. Des stratégies efficaces

d'amélioration génétique peuvent aider à contrôler et voire à hausser les niveaux de diversité génétique à l'intérieur et entre les populations, à diminuer les pressions sur la forêt naturelle et à utiliser au maximum les ressources génétiques disponibles pour assurer un développement durable.

Pour éviter de commettre des erreurs menant à un appauvrissement génétique et pour mettre en place les stratégies les plus efficaces possibles, les améliorateurs doivent en premier lieu posséder une connaissance approfondie de l'étendue de la variation génétique présente chez l'espèce. Ils doivent aussi connaître le système d'accouplement privilégié et les différences d'ordre génétique existant au niveau de la viabilité, de la fertilité et des succès d'accouplement (Brown et collab., 1984). En résumé, ils doivent comprendre les mécanismes qui assurent la création de la nouvelle génération tout en préservant l'héritage du passé. Cette dernière information est particulièrement importante pour assurer une gestion efficace d'éventuels vergers à graines et pour mettre sur pied une politique éclairée de dissémination du matériel amélioré sur un territoire donné.

RÉGIME DE PROPRIÉTÉ ET RESPONSABILITÉS ADMINISTRATIVES

Au Québec, plus de 90 % du territoire est du domaine public (Parent, 1994). De plus, moins de 14 % du territoire privé est constitué de grandes propriétés dont la superficie d'un seul tenant est supérieure à 800 ha. Le gouvernement fédéral et le gouvernement provincial effectuent tous deux des recherches sur la ressource forestière. Par contre, la gestion du territoire forestier du domaine public relève exclusivement de la juridiction provinciale, bien que le gouvernement fédéral participe au financement via des ententes sectorielles. Le gouvernement provincial, de par sa loi sur les forêts, s'est engagé à fournir les semences nécessaires au reboisement des terres publiques et privées. Les travaux d'amélioration génétique des essences forestières sont réalisés par les chercheurs à l'emploi du ministère des Ressources naturelles du Québec et du Service canadien des forêts. Il n'y a pas au Québec, comme c'est le cas ailleurs au Canada et aux États-Unis, de coopératives qui regroupent tous les organismes intéressés à l'amélioration génétique. Certaines compagnies privées ont manifesté leur intérêt dans le passé pour la mise en place d'une telle structure et même initié des

programmes d'amélioration génétique. Toutefois, compte tenu du régime actuel de propriété et du régime forestier dans lequel elles ont à oeuvrer, leur désir d'implication s'est beaucoup refroidi. C'est donc dans ce contexte que les chercheurs provinciaux et fédéraux se sont entendus sur une division des tâches relatives aux divers programmes d'amélioration génétique des arbres initiés au Québec. Cette entente visait à éviter toute duplication des efforts et à respecter les juridictions existantes. De plus, le gouvernement fédéral a indiqué son intention de se retirer de la conduite de programmes d'amélioration génétique des arbres à partir de 1996 et de concentrer ses efforts sur des recherches portant sur la génétique avancée et la biotechnologie. Ce document se veut donc une synthèse de la stratégie que nous poursuivions pour l'épinette blanche au Québec. Il devrait permettre de mieux faire connaître les résultats obtenus dans ce domaine et de favoriser le transfert aux futurs responsables du programme d'amélioration génétique de l'épinette blanche.

L'ÉPINETTE BLANCHE

L'épinette blanche (*Picea glauca* [Moench] Voss) est une essence résineuse dont l'aire de répartition couvre pratiquement l'ensemble du Canada. Celle-ci effectue également une incursion aux États-Unis, et ce particulièrement en Alaska et dans les États des Grands-Lacs. Bien que, formant rarement des peuplements purs, elle est très abondante et constitue une des espèces les plus importantes pour l'industrie du sciage et des pâtes et papiers (Hosie, 1972). C'est une plante allogame qui se reproduit principalement par croisements infraspécifiques (Cheliak et collab., 1985; Schoen et Stewart, 1986), bien que des croisements interspécifiques soient réalisables (Gordon, 1976 et 1990) et qu'elle s'hybride naturellement avec les épinettes de Sitka (*Picea sitchensis* [Bong.] Carr.) et d'Engelmann (*Picea engelmannii* Parry ex Engelm.) dans la partie ouest de son aire de répartition. Elle est aussi capable d'autogamie (Coles et Fowler, 1976; Fowler et Park, 1983; Park et collab., 1984). Elle pousse dans une variété de conditions pédoclimatiques, ce qui démontre sa grande adaptabilité, et elle donne ses meilleurs résultats sur des sols limoneux bien drainés ou rocheux (Marie-Victorin, 1964). Elle peut atteindre jusqu'à 35 m de hauteur et 1,2 m de diamètre. Les premiers efforts de reboisement de cette essence au Québec remontent aux années 60. Ils ont atteint leur maximum en 1988 avec près de 70 millions de semis d'épinette blanche mis en terre. Depuis, ils diminuent

et les prévisions sur l'horizon de l'an 2000 sont de 33 millions de semis plantés annuellement (Masse et April, 1993).

MISE EN PLACE DU PROGRAMME QUÉBÉCOIS D'AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DE L'ÉPINETTE BLANCHE

Les premières recherches réalisées en milieu québécois et visant à comprendre la génécologie de l'épinette blanche remontent à la fin des années 50 et au début des années 60. Une dizaine de tests de provenances étaient alors établis au Québec (Beaulieu, 1994). De même, des tests de descendances uniparentales d'origines québécoise et ontarienne ont été mis en place au cours des années 70 et 80 pour les mêmes fins. Depuis, de nombreuses études ont été réalisées, à l'aide de ce matériel et d'autre, pour quantifier le niveau de variabilité génétique existant chez l'épinette blanche. Parmi les caractères étudiés, on retrouve la survie après la plantation, la croissance en hauteur et en diamètre, et la phénologie (Corriveau et Boudoux, 1971; Li et collab., 1993b); la densité du bois (Beaulieu et Corriveau, 1985; Corriveau et collab., 1987; Corriveau et collab., 1990; Corriveau et collab., 1991); et les formes moléculaires d'enzyme (Despots et collab., 1993; Tremblay et Simon, 1989). Il est ressorti de ces études et d'autres recherches effectuées chez nos voisins que, comme pour la plupart des autres conifères, l'épinette blanche possédait une variabilité génétique élevée et qu'il serait avantageux de poursuivre les travaux de recherche et de développement visant à exploiter cette variabilité pour obtenir de meilleurs produits (Nienstaedt, 1969; Nienstaedt et Teich, 1971). De plus, les développements technologiques des dernières décennies dans des domaines comme la propagation végétative et les biotechnologies ouvrent de nouveaux horizons et des voies de prospection prometteuses pour la mise en place de stratégies toujours plus efficaces.

ZONES D'AMÉLIORATION

Lorsqu'il y a peu ou pas d'évolution dans la demande pour les produits fabriqués à partir du bois d'une essence donnée et qu'il existe, pour un territoire donné, des variétés relativement bien adaptées aux conditions environnementales qu'on y retrouve, on peut viser à développer, à partir d'une seule population d'élevage, des variétés dites plastiques, c'est-à-dire

qui vont bien performer dans l'ensemble de ce territoire. Toutefois, cette stratégie peut quand même s'avérer improductive dans certaines situations particulières. En effet, il est difficile de connaître précisément l'ensemble des différentes conditions environnementales dans lesquelles seront placées les variétés développées à partir d'une seule population d'amélioration. De plus, il peut arriver que des changements économiques et environnementaux mettent en péril le travail accompli (Namkoong et collab., 1988).

La présence d'une capacité d'adaptation limitée, telle que suspectée ou détectée par une interaction génotypes-milieu dans les tests génétiques, a amené les améliorateurs à proposer des zones de déplacement des semences ou d'amélioration plus restreintes que l'aire de répartition de l'espèce ou du territoire à reboiser dont ils ont la responsabilité. Le nombre maximum de zones d'amélioration est toutefois habituellement limité par des contraintes de faisabilité économique; chacune d'elle entraînant le maintien d'une population d'élevage, de programmes de croisements, de testage et de sélection distincts.

La présence d'interaction génotypes-milieu a été notée chez nombre d'espèces au Québec (Beaulieu et collab., 1989; Corriveau et collab., 1989). Toutefois, elle semble plutôt faible chez l'épinette blanche. En effet, une étude portant sur la hauteur à 8 ans des arbres de 285 familles d'épinette blanche représentant 57 provenances, et ce dans trois sites expérimentaux, n'a pas permis de détecter la présence d'interaction génotypes-milieu chez les familles d'épinette blanche testées (Li et collab., 1993b). De nouveaux relevés phénotypiques ont été recueillis à l'âge de 13 ans dans les mêmes tests. Des analyses en composantes principales ont alors été réalisées à partir de données de hauteur totale des semis (à 1, 2 et 3 ans), sur le débourrement et la formation des bourgeons à 3 ans et de hauteur à 8 et 13 ans, dans les tests génécologiques. Un modèle de régression linéaire exprimant le lien existant entre les valeurs des familles sur les deux premiers axes principaux et les coordonnées géographiques de leur lieu d'origine a été développé (Li et collab., 1993a). Les résultats de cette dernière étude indiquent qu'il serait tout de même avantageux de subdiviser le territoire québécois couvert par le programme de reboisement en épinette blanche en deux zones, et ce principalement sur une base latitudinale. À partir de ces résultats, nous avons proposé de créer provisoirement deux zones d'amélioration pour l'épinette blanche au Québec. La première couvre essentiellement les domaines des

éablières alors que la seconde correspond aux domaines de la sapinière.

STRATÉGIE D'AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE

Le but ultime poursuivi dans tout programme d'amélioration génétique est de modifier, dans la population d'élevage, les fréquences des gènes responsables de l'expression des caractères recherchés tout en conservant la variabilité génétique chez les gènes impliqués dans l'adaptation de l'espèce. Pour ce faire, on sélectionne des arbres aux caractéristiques désirables et on génère via le processus de recombinaison génétique de nouveaux individus parmi lesquels seront sélectionnés les géniteurs de la génération suivante. Ce processus est dit de sélection récurrente. Des systèmes d'appariement plus ou moins sophistiqués, selon les fins recherchées et les caractéristiques biologiques de l'espèce donnée, peuvent être utilisés pour croiser les individus sélectionnés et créer les générations successives.

La taille de la population d'élevage revêt une importance considérable dans un programme d'amélioration. En effet, une sélection récurrente effectuée dans une population de faibles tailles favorise l'apparition de taux élevés de consanguinité après quelques générations. En fait, la vitesse d'introduction de cette consanguinité dépend en bonne partie de la taille de cette population originale (nombre de géniteurs à la génération 0). La taille de la population d'élevage a également une influence marquée sur la probabilité de perte d'allèles favorables à cause du phénomène de la dérive génétique aléatoire (Weir et Todd, 1993). Des études théoriques ont montré que la taille effective minimale d'une population d'élevage d'une espèce allogame qui permet de contrôler à long terme les effets de la consanguinité et les risques de perte d'allèles favorables était de 50 individus (Namkoong et collab., 1980). Dans les premières générations d'amélioration, il est toutefois avantageux de maintenir des populations dont la taille est beaucoup plus élevée (Namkoong et collab., 1988).

Populations multiples et groupes d'élevage

À partir du processus de sélection récurrente simple dans une population d'élevage unique jusqu'à celui visant à tirer profit de l'hétéroïté chez les hybrides

de populations multiples, une diversité de stratégies d'amélioration génétique peuvent être proposées. Celle retenue par l'améliorateur devrait toutefois, tout en lui permettant d'atteindre ses objectifs, assurer toute la flexibilité nécessaire pour faire face à des changements futurs tant au niveau environnemental qu'économique. Une stratégie faisant appel à plusieurs populations ou à des populations subdivisées semble à cet effet supérieure à celle basée sur une population unique d'un seul tenant. En effet, on peut penser qu'il soit possible, avec une telle stratégie, de développer à partir de chaque population des variétés synthétiques améliorées pour des caractères différents ou pour des sites de qualité distincte, et d'intégrer facilement de nouveaux génotypes dans le processus d'amélioration en cours en constituant avec ceux-ci une nouvelle population.

De plus, l'améliorateur doit aussi développer une stratégie d'amélioration qui permette l'établissement de vergers à graines dans lesquels il pourra contrôler le niveau de parenté entre les membres. Ainsi, non seulement le maximum d'intercroisements doit-il être favorisé par une répartition avec contraintes des géniteurs sur le terrain, mais ces derniers doivent également être les plus divergents possibles au niveau génétique.

Van Buijtenen (1976) a proposé une stratégie d'amélioration qui peut permettre l'élimination complète des croisements entre individus apparentés dans les vergers à graines de production. Cette stratégie a été testée entre autres avec le pin à l'encens (*Pinus taeda*) (Van Buijtenen et Lowe, 1979) et une variante de celle-ci a aussi été retenue pour les épinettes dans les Maritimes (Fowler, 1986).

Cette stratégie nécessite que, dans un premier temps, on subdivise la population d'élevage originale en groupes distincts et qu'on n'effectue de croisements dirigés qu'à l'intérieur des dits groupes. La consanguinité s'installe alors plus ou moins rapidement à l'intérieur des groupes d'élevage selon les méthodes d'appariement et de sélection employées et la taille du groupe. Les effets de la consanguinité se font sentir à long terme surtout au niveau de la quantité de semences produites par croisement dirigé, ce qui représente un facteur supplémentaire avec lequel l'améliorateur a alors à composer. Woods et Heaman (1989) ont toutefois démontré que chez le Douglas taxifolié, un niveau égal ou inférieur à 0,25, soit celui généré par un croisement entre pleins-frères, demeure acceptable à ce niveau.

Avec une telle subdivision de la ou des populations d'amélioration ou d'élevage, il est possible d'envisager, lors de l'installation de vergers à graines, de n'autoriser que les croisements du type inter-

groupes. Dans un tel cas, un seul descendant par groupe d'élevage serait sélectionné et installé dans le verger à graines. De cette manière, l'améliorateur s'assurerait à long terme de la qualité de la semence produite et du contrôle de la consanguinité. On doit cependant noter que l'utilisation d'une telle stratégie tend à réduire l'intensité de sélection par rapport à l'emploi d'une seule population d'élevage plus grande.

La stratégie d'amélioration que nous proposons et que nous mettons en application pour l'épinette blanche est donc basée sur le modèle proposé par Van Buijtenen en 1976. Les populations d'élevage seront constituées de 240 individus supérieurs lorsque complétées et elles sont subdivisées en groupes d'élevage à l'intérieur desquels sont effectués des croisements bis-parentaux. Pour la production de propagules améliorées, nous proposons diverses avenues dont l'installation de vergers à graines constitués d'individus non apparentés. Une description de l'état d'avancement des travaux et des étapes qui restent à franchir suit.

Première génération

Critères utilisés pour la sélection

L'intégration des industries du sciage et des pâtes et papiers font que, depuis un certain nombre d'années, la majorité du matériel récolté en forêt est dirigé initialement vers les scieries, puis sous forme de résidus et de copeaux, vers les usines de pâtes et papiers. L'épinette blanche, qui est une des principales essences utilisées par ces deux industries, est donc valorisée principalement pour ses dimensions et la rectitude de son tronc. Ces deux caractères font donc partie de ceux qui ont été utilisés pour la sélection des géniteurs de la première génération d'amélioration génétique. Toutefois, d'autres critères de sélection ont été employés. Il en est ainsi de la qualité de la branchaison, de l'adaptation à l'environnement se reflétant par un faible taux de mortalité et une tolérance ou résistance aux insectes et maladies et aux facteurs abiotiques adverses, tels la sécheresse et le gel.

Sélection des parents

Comme on l'a vu plus haut, les travaux de recherche sur la génétique de l'épinette blanche au Québec se sont échelonnés sur plusieurs décennies et ont permis de colliger des informations d'importance variable au niveau génétique. Cet étalement dans le temps a cependant favorisé le développement d'une stratégie d'amélioration faisant appel aux populations multiples et à leur subdivision en groupes d'élevage.

Premier ensemble de géniteurs

Un premier ensemble de quelque 100 arbres faisant partie des populations d'élevage de première génération a été constitué à partir de sélections massales dans les sources les plus performantes identifiées dans les essais de provenances établis dans les années 50 et 60 (annexe 1). Une douzaine de provenances y sont représentées (annexe 2). Elles présentent, en moyenne, une supériorité de quelque 15 % en hauteur à environ 20 ans par rapport à la moyenne des provenances d'origine québécoise testées.

Groupes d'élevage

Ce premier ensemble d'arbres faisant partie des populations d'amélioration a été subdivisé en six groupes d'élevage rassemblant chacun une vingtaine d'individus. Les arbres qui possédaient des liens de parenté, c'est-à-dire qui avaient été sélectionnés dans une même provenance, ont été placés dans un même groupe. De même, les provenances qui venaient de façon générale d'une même région forestière ont aussi été placées dans un même groupe (annexe 2). Ainsi, nous visons à nous assurer que, s'il y avait consanguinité au départ, elle était confinée à l'intérieur des groupes.

Autres ensembles d'arbres sélectionnés

Trois autres ensembles d'arbres, dont une population élite, ont aussi été constitués à partir de sélections effectuées dans les tests de descendance uni-parentales établis au cours des années 70 et 80. Les valeurs en croisement des arbres-mères ainsi que des indices de sélection pour chaque descendant ont été calculées pour la croissance en hauteur en utilisant la méthode «Best Linear Prediction» (White et Hodge, 1989). Pour effectuer les calculs nécessaires, les tests génétiques ont été regroupés en fonction de leur constitution. Ainsi, les tests de Rivière-Bleue et d'Amqui ont été analysés conjointement. Ils font partie de la phase 1 de l'expérience E410 menée par le Service canadien des forêts au Québec. Ceux de Mirabel, Portage-du-Fort et Robidoux, tests de la seconde phase de la série E410, ont fait l'objet d'une analyse commune et distincte. Le dernier groupe était constitué des tests de La Patrie, Mastigouche et Dablon, tous trois de la série E560. Des analyses statistiques ont permis d'estimer les variances familiales, celles entre les parcelles expérimentales et à l'intérieur des parcelles, ainsi que les héritabilités et les corrélations génétiques de type B, c'est-à-dire d'un site à l'autre, nécessaires à l'estimation des valeurs en croisement et des indices de sélection.

Une sélection avancée basée sur les résultats obtenus a alors été réalisée. Ainsi, les familles possédant les valeurs en croisement les plus élevées ont d'abord été retenues puis une sélection massale, en ajoutant les autres critères usuels de sélection, a été effectuée à l'intérieur de celles-ci tout en visant une représentation la plus équilibrée possible de tous les sites d'expérimentation dans le choix des ortets. Quatre arbres par famille au maximum ont été sélectionnés. Les valeurs génétiques obtenues pour chaque descendant à partir des indices de sélection calculés sont considérées comme des approximations des gains génétiques potentiels. Ceux escomptés de la seule sélection des familles sont présentés à l'annexe 3 et sont de l'ordre de 16 % en hauteur pour les populations d'amélioration dites de support, c'est-à-dire ne faisant pas partie de l'élite, et de 26 % pour la population élite. Cette dernière a été constituée à partir d'arbres sélectionnés dans chacune des 10 familles possédant les valeurs en croisement les plus élevées.

Au total, quelque 360 arbres ont été sélectionnés (annexe 4) pour compléter les populations d'élevage. Plus de 5 000 greffes ont été produites au cours de l'hiver 1994. Un certain nombre des clones ainsi constitués feront partie des populations d'élevage des deux zones d'amélioration alors que d'autres sont spécifiques à l'une d'entre elles.

Le nombre d'arbres sélectionnés à ce jour est supérieur à la taille définitive des populations d'élevage. Il sera réduit d'ici environ cinq ans sur la base de la densité du bois et de la propension à une production précoce de structures reproductives de chaque individu. Après cette dernière phase de sélection, 240 arbres, incluant ceux de la population élite, soit 40 individus, et les arbres-plus sélectionnés dans les provenances supérieures, serviront de base pour les prochaines générations dans chaque zone d'amélioration. Ces arbres seront tous placés en parc d'hybridation et soumis à l'induction florale pour y réaliser les croisements désirés.

Groupes d'élevage

Les génotypes supérieurs sélectionnés dans les tests de descendance uni-parentales seront aussi rassemblés en groupes d'élevage comprenant chacun 20 arbres. La stratégie proposée mise en application pour la première génération et qui sera répétée au cours des générations subséquentes est présentée à la figure 1.

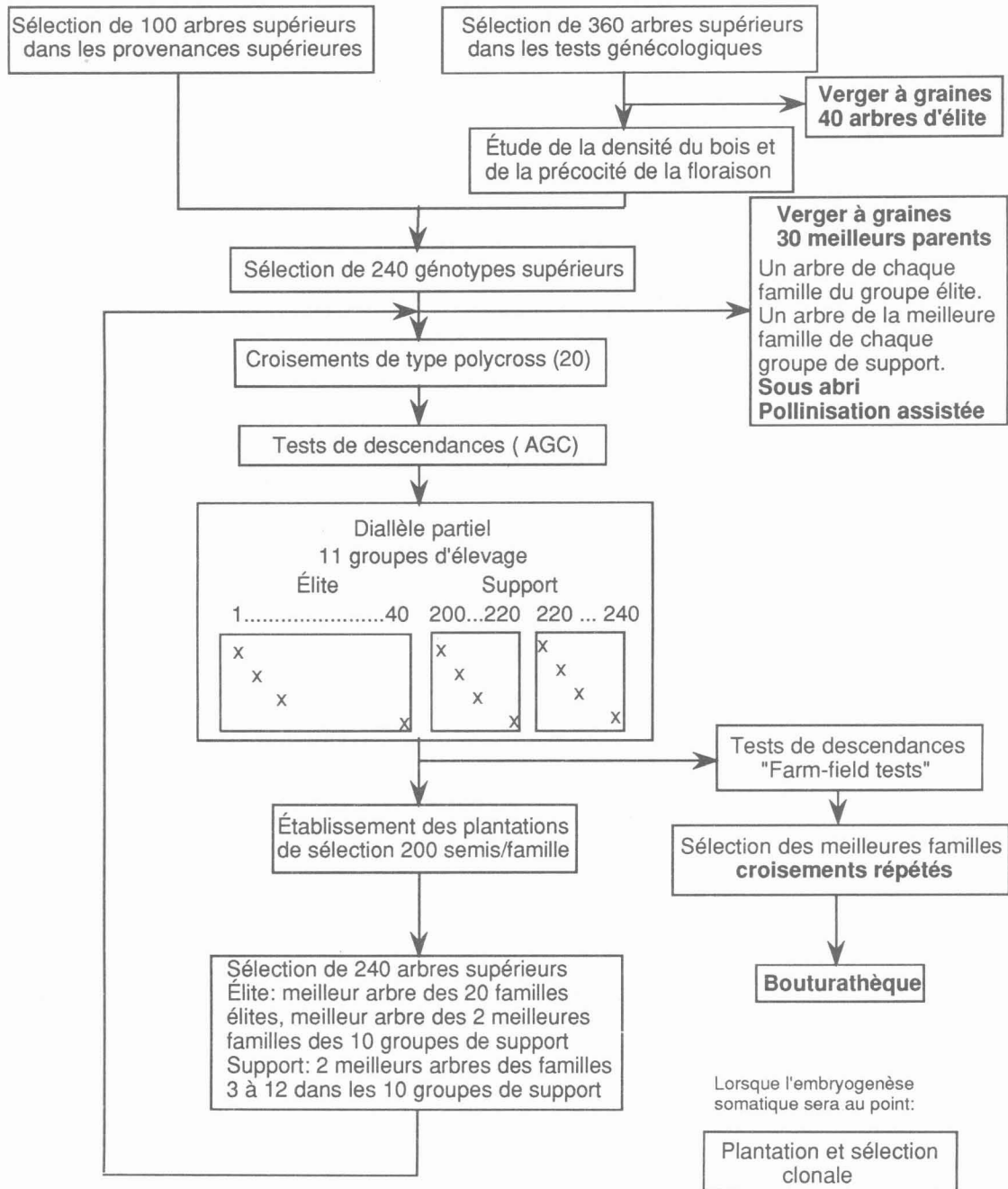


Figure 1. Stratégie d'amélioration génétique et de production du matériel amélioré d'épinette blanche au Québec.

Plans de croisements

Polycross

L'aptitude générale à la combinaison des parents sera estimée à l'aide de tests polystationnels rassemblant leurs descendants. Ces derniers sont générés à partir de croisements dirigés avec un mélange de pollen d'un certain nombre d'arbres. Le polymixte, ou mélange de pollen, a été constitué d'un volume égal de pollen provenant d'une vingtaine d'arbres selon les recommandations de Fowler (1987). Deux conditions ont été respectées pour le choix des pourvoyeurs de pollen, soit qu'ils proviennent de la même région que les individus qui seront placés dans les vergers à graines pour assurer la compatibilité du pollen et qu'ils pourront fournir du pollen en quantité suffisante pour toute la génération actuelle. Les croisements nécessaires à l'évaluation de l'aptitude générale à la combinaison des quelque 100 géniteurs constituant le premier ensemble d'arbres sélectionnés ont été réalisés au cours des dernières années.

Diallèle partiel

Nous utilisons un plan de croisement différent pour générer le matériel devant servir à constituer les groupes d'élevage des générations subséquentes. Ce plan de croisement est un diallèle partiel. Ainsi, chaque individu est croisé avec deux autres pour produire des familles de pleins-frères. L'appariement des parents est réalisé au hasard en ce qui a trait à leur valeur en croisement. Les descendances bis-parentales seront plantées sur deux sites pour constituer à chaque endroit de grandes parcelles carrées (~ 100 arbres). La seconde plantation sera cependant établie uniquement par mesure de sécurité. L'emploi de grandes parcelles permettra d'augmenter l'efficacité de la sélection massale intra-familiale.

Ainsi, suivant ce plan de croisements, 40 lots de descendances bis-parentales sont constitués pour chaque groupe d'élevage de 20 arbres. Le rang des familles sera déterminé par un indice de meilleur appariement (Cotterill et Dean, 1990). Cet indice est basé sur l'hypothèse voulant que la performance d'une descendance bis-parentale peut être estimée en additionnant l'aptitude générale à la combinaison des deux parents :

$$I_{MA}^m = AGC_j^f + AGC_j^m,$$

où, I_{MA}^m = indice de meilleur appariement,

AGC_j^f = aptitude générale à la combinaison de la mère pour le caractère j,

AGC_j^m = aptitude générale à la combinaison du père pour le caractère j.

Plus de 90 % des croisements prévus pour les six premiers groupes d'élevage constitués à partir des quelque 100 premiers géniteurs sélectionnés dans les tests de provenances ont déjà été réalisés. Un premier groupe de lots de semences a été mis en terre à l'hiver 1995 dans les serres du Centre de foresterie des Laurentides (SCF). La production des semis pour la création des deux plantations de sélection sera complétée au cours de l'année 1996.

En ce qui a trait aux arbres nouvellement sélectionnés pour compléter les populations d'amélioration, les croisements à l'intérieur des groupes d'élevage ne seront autorisés qu'entre individus non apparentés. Ainsi, aucun arbre ne pourra être croisé à un autre appartenant à sa famille; chaque famille pouvant être représentée par un maximum de quatre arbres.

Descendances non apparentées

Lorsque les individus constituant le groupe élite auront atteint le stade de la capacité de reproduction, ils seront classés en fonction de leur valeur en croisement. Les croisements seront alors effectués entre les arbres en respectant leur ordre de classement. Ces croisements sont dits positivement assortis. Par cette méthode, nous visons à hausser les gains génétiques attendus par rapport à un classement au hasard des parents (Mahalovich et Bridgwater, 1989). Chaque parent sera croisé avec un seul autre. Vingt familles de pleins-frères non apparentés seront donc générées. Elles seront placées dans les plantations de sélection avec les autres familles constituées à partir du plan de croisement diallèle partiel.

Testage

L'établissement de sept tests sur le territoire québécois méridional en 1997 et 1998 a été planifié pour évaluer l'aptitude générale à la combinaison des quelque 100 premiers géniteurs pour lesquels les croisements de type polycross ont été réalisés. Les mesures phénotypiques recueillies vers l'âge de 10 ans devraient permettre d'obtenir les estimations recherchées. L'ensemencement a été réalisé en février 1995 dans les serres du Centre de foresterie des Laurentides. Les tests seront répartis sur le territoire québécois de façon à bien échantillonner les diverses conditions écologiques qu'on y retrouve. Ils seront installés en utilisant un dispositif expérimental avec huit blocs emboîtés (Libby et Cockerham, 1980).

Des parcelles de deux arbres seront utilisées pour minimiser le nombre de parcelles vides résultant de la mortalité et pour faciliter ainsi les analyses. Le dispositif avec emboîtement est particulièrement intéressant parce qu'il offre la possibilité de réaliser des éclaircies systématiques tout en conservant un dispositif expérimental équilibré.

Lorsque les arbres nouvellement sélectionnés dans les tests génécologiques auront produit les descendances recherchées par la réalisation des croisements de type polycross, d'autres tests seront établis pour évaluer l'aptitude générale à la combinaison de cette nouvelle série de géniteurs. Le même type de dispositif expérimental sera à nouveau utilisé.

Si on veut pouvoir comparer les estimations d'aptitude générale à la combinaison obtenue pour les géniteurs évalués dans deux séries de tests distinctes, on doit constituer une base commune. C'est pour cette raison que nous incluons dans chaque test un certain nombre de lots témoins. Ces lots témoins comprennent des descendances originaires de Lac Iroquois et Saint-Roch-de-Mékinac. Ces dernières ont été choisies parce qu'elles avaient montré un rendement équivalent à la moyenne des sources québécoises placées dans les tests génécologiques installés dans le passé. De plus, nous utilisons des descendances qui représentent une provenance recommandée, soit la provenance Cushing, ainsi qu'un lot de graines récolté dans le parc d'hybridation pour obtenir une estimation préliminaire des progrès accomplis par la sélection.

Dissémination du matériel amélioré

Suite à l'entente portant sur la division des tâches conclue au cours des années 70, les chercheurs du ministère des Ressources naturelles du Québec ont reçu le mandat de produire les semences améliorées. Depuis, un réseau de 17 vergers à graines clonales de première génération a été mis en place par le ministère des Ressources naturelles du Québec, en vue d'assurer à court terme un approvisionnement continu en semences de qualité. Chaque verger renferme approximativement 200 clones. L'information nécessaire à un déplacement sûr des sources de semences sur le territoire n'était que fragmentaire à l'époque de la sélection des géniteurs. Aussi, ces vergers ont été constitués principalement d'arbres aux caractéristiques phénotypiques supérieures sélectionnés en forêt naturelle dans chacune des régions desservies par les vergers. Des copies de ces arbres-plus sont également conservées en banques clonales. Il est prévu d'évaluer ce matériel au cours des prochaines

années. Suite à cette évaluation, une partie pourrait être intégrée dans le programme d'amélioration génétique en cours. Il pourrait aussi constituer un réservoir de diversité génétique contenant du matériel bien caractérisé et servir éventuellement de support aux populations d'élevage existantes. L'évaluation des géniteurs constituant les vergers à graines permettra aussi d'orienter la récolte des cônes sur un sous-ensemble d'arbres de façon à hausser les gains génétiques réalisés.

Une partie de la dissémination du matériel amélioré est également effectuée sous forme de propagules multipliées de façon végétative. En effet, des croisements dirigés sont régulièrement réalisés par le personnel de la Division des semences forestières du ministère des Ressources naturelles du Québec entre les individus faisant partie des populations d'élevage pour approvisionner le Centre de bouturage situé à Saint-Modeste. Les graines produites sont multipliées par des cycles de bouturage et les boutures racinées sont ensuite utilisées directement dans le reboisement. On constitue ainsi des variétés multifamiliales. Celles-ci sont composées de mélanges de clones représentant un grand nombre de familles.

Pour tirer profit des informations récentes obtenues des tests génécologiques des séries E410 et E560 et pour hausser les gains génétiques attendus, nous suggérons aussi de constituer immédiatement de nouveaux vergers à graines clonales à partir de membres des familles dont les arbres-mères présentent les valeurs en croisement les plus élevées (figure 1). Ces vergers à graines pourraient entrer en pleine production vers l'an 2010 et constituer une étape intermédiaire entre les vergers de première génération déjà en place et les vergers à graines de deuxième génération.

Génération avancées

Sélection des parents

Les populations d'élevage des générations subséquentes seront de taille constante, c'est-à-dire 240 individus, et constituées d'arbres choisis dans les plantations de sélection. Ils seront rassemblés en groupes d'élevage de 20 arbres à l'exception du groupe élite qui en comprendra 40. Chaque groupe d'élevage sera donc recomposé en sélectionnant les deux plus beaux phénotypes dans chaque parcelle de 100 arbres représentant les familles de pleins-frères non apparentées classées 3 à 12 parmi les 40 générées par le diallèle partiel. Le rang des familles sera déterminé par un indice de meilleur appariement.

Quant au groupe élite, la moitié de ses membres proviendra des descendants des arbres qui le constituaient lors de la génération précédente. En effet, chacune des familles bis-parentales non apparentées générées par croisements dirigés fournira son meilleur descendant. Quant aux 20 autres membres du groupe élite, ils seront sélectionnés parmi les descendances bis-parentales constitués dans les 10 groupes d'élevage à raison d'un arbre dans chacune des deux familles de chaque groupe possédant les indices de meilleur appariement les plus élevés. L'objectif visé par cette pratique est de contrôler le degré de parenté des individus constituant le groupe élite et de lui intégrer à chaque génération de nouveaux membres apportant potentiellement une plus grande diversité génétique.

Plans de croisements

Les trois plans de croisements utilisés en première génération seront à nouveau employés au cours des générations subséquentes. Toutefois, à partir de la seconde génération, le mélange de pollen employé pour réaliser les croisements nécessaires à l'évaluation de l'aptitude générale à la combinaison des géniteurs sera reconstitué. Vingt arbres qui ne sont pas apparentés aux géniteurs faisant partie des populations d'amélioration, mais qui proviennent des mêmes régions, devront être identifiés et multipliés de façon végétative pour assurer un approvisionnement continu en pollen. Ces arbres devront posséder des valeurs en croisement nulles ou quasi nulles pour que les différences observées entre les descendances ne soient que le reflet des différences entre les arbres-mères, c'est-à-dire les géniteurs des populations d'élevage.

Testage

À partir de la seconde génération, en plus de la mise en place de tests génétiques semblables à ceux utilisés en première génération, nous suggérons que des tests au champ soient installés en pépinière pour identifier les croisements spécifiques les plus prometteurs. Les couples de parents possédant les meilleures aptitudes spécifiques à la combinaison pourront être déterminés sur la base de résultats de leur descendance à cinq ans. Les croisements entre les couples identifiés pourront alors être répétés pour approvisionner le Centre de bouturage de Saint-Modeste en semences améliorées.

Les tests au champ devraient être installés en pépinière ou sur des sites préparés de façon intensive. De plus, tout effet dû à la compétition devrait être contrôlé dans ce type de test. Les semis devraient être plantés à des distances inférieures à celles

généralement employées dans les tests génétiques standard en milieu forestier, puisque la durée de vie de ces tests est plutôt courte. Toutefois, un dispositif avec blocs emboîtés devrait être utilisé pour permettre d'effectuer des éclaircies sans détruire la structure du dispositif expérimental si on avait l'intention de conserver le test à plus long terme.

Dissémination du matériel amélioré

Des vergers à graines clonaux devraient également être utilisés pour la production du matériel amélioré dans les générations avancées. Toutefois, nous suggérons d'aménager ces vergers à graines sous abri pour éliminer toute source de contamination extérieure. De plus, une pollinisation assistée pourrait être utilisée pour assurer une bonne panmixie à l'intérieur des vergers. Ceux-ci devraient être constitués du plus beau phénotype de chaque descendance bis-parentale obtenue de la population élite ainsi que du plus beau phénotype de la famille possédant l'indice de meilleur appariement le plus élevé dans chaque groupe d'élevage. Ainsi, chaque verger à graines serait constitué de 30 génotypes supérieurs. Le but visé par l'établissement de vergers clonaux sous abri est de développer des variétés possédant une grande plasticité et possédant de bonnes caractéristiques de vigueur, de forme et de qualité du bois.

Une partie du matériel amélioré devrait encore être produit sous forme de variétés multifamiliales dans les générations avancées. Si les coûts supplémentaires liés à cette forme de propagation diminuent dans le futur, le pourcentage du reboisement effectué avec ce type de propagules pourrait être augmenté compte tenu des gains génétiques supplémentaires qu'on peut en espérer.

SUIVI À LONG TERME

Il convient d'effectuer un suivi à long terme des progrès réalisés par l'amélioration génétique. C'est pourquoi des tests devront être établis pour comparer le rendement des sources améliorées d'une génération donnée à celui de variétés créées dans les générations précédentes. Dans le cas des vergers à graines clonaux, les tests utilisés devraient préférablement être des tests de descendances; les descendants de chaque génotype étant conservés séparément. De plus, on devrait intégrer dans ces tests, pour fin de comparaison, des descendances témoins représentant des provenances non améliorées et d'autres issues de la génération d'amélioration précédente. Il serait ainsi envisageable d'évaluer avec

le plus d'exactitude possible les gains génétiques réels obtenus à chaque génération.

En ce qui a trait aux variétés multifamiliales générées par le bouturage de semis découlant des croisements dirigés, il serait également souhaitable, pour les mêmes raisons que pour les vergers à graines, d'établir des tests dans lesquels on retrouverait, en plus des variétés multifamiliales améliorées de la génération en cours, des variétés multifamiliales représentant des provenances non améliorées ainsi que d'autres issues de la génération d'amélioration précédente.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Des améliorations devront être apportées à de nombreuses opérations faisant partie intégrante du programme d'amélioration pour permettre d'atteindre les gains génétiques espérés. Van Buijtenen (1993) a identifié quatre domaines sur lesquels devrait porter notre attention. Ce sont : 1) l'utilisation de la variance génétique non additive, 2) la hausse de l'intensité de sélection, 3) l'élimination de la contamination pollinique dans les vergers à graines et 4) l'utilisation des meilleurs génotypes sur les meilleurs sites.

Dans un proche avenir, les techniques de propagation végétative, telles que l'embryogenèse somatique, utilisées seules ou en combinaison avec des méthodes de bouturage, devraient être suffisamment efficaces pour devenir opérationnelles et permettre de concurrencer économiquement les méthodes classiques de production de propagules. Ainsi, la stratégie d'amélioration que nous présentons ici pourrait être modifiée pour donner plus de place à la foresterie clonale et au développement de variétés adaptées à des conditions environnementales spécifiques. On pourrait alors tirer davantage profit de l'aptitude spécifique à la combinaison de certains génotypes et augmenter le nombre de populations d'élevage. D'ici là, toutefois, ces techniques de multiplication végétative nous permettront quand même de générer suffisamment de copies d'un grand nombre de génotypes pour pouvoir installer de véritables tests clonaux. Ces derniers nous permettront d'estimer l'importance de la variance génétique non additive et donc de déterminer l'intérêt de poursuivre les travaux de recherche visant la mise en place d'une véritable foresterie clonale.

La génétique avancée fait également de plus en plus appel à la biologie moléculaire et au génie génétique. Des recherches sont présentement conduites pour développer des marqueurs génétiques liés à des caractéristiques comme la densité du bois.

Ceux-ci permettront d'assister l'améliorateur dans la sélection des géniteurs. Quelques aiguilles suffisent pour extraire l'ADN nécessaire et pour caractériser chaque arbre. Ainsi, on peut penser que, lors de la sélection du meilleur descendant de chaque famille dans les plantations de sélection, ce type de marqueur pourra être utilisé pour distinguer le génotype possédant le meilleur potentiel parmi les quelques candidats retenus sur la base des autres caractères. Il est probable que des marqueurs génétiques seront également disponibles pour d'autres caractères et qu'ils fourniront à l'améliorateur une meilleure base pour sa prise de décision. La découverte de marqueurs génétiques permettra de hausser considérablement l'intensité de sélection sans passer par toute la phase de testage habituel.

La transformation génétique est également un outil sur lequel pourra compter l'améliorateur dans l'avenir. Des recherches se poursuivent présentement pour intégrer dans le génome de l'épinette blanche le gène responsable de la toxine du *B.t.* La réussite d'une telle transformation offre la possibilité de développer des variétés résistantes aux attaques de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Une stratégie prudente de dissémination du matériel transformé devra toutefois accompagner leur développement pour ne pas créer de pressions de sélection indues chez l'insecte et conduire à la création de lignées d'insectes résistantes au *B.t.*

Des travaux de recherche portant sur la production de graines dans des vergers installés sous abris sont actuellement réalisés au ministère des Ressources naturelles du Québec. Sans doute que les résultats qui en découleront, couplés aux connaissances acquises au niveau de l'induction florale et de la pollinisation assistée, permettront de favoriser la réalisation des attentes en ce qui a trait aux gains génétiques en générations avancées.

CONCLUSIONS

Le programme d'amélioration génétique de l'épinette blanche au Québec est l'un des plus importants et certainement le plus avancé. Le retrait du Service canadien des forêts du secteur de l'amélioration des arbres demandera une concertation encore plus grande des personnes et organismes intéressés à cette essence et à son amélioration. Nous avons présenté dans ce document la stratégie que nous avons développée et que nous poursuivons depuis quelques années. De même, les progrès les plus significatifs y sont indiqués. Nous espérons que

ce document synthèse permettra à ceux qui prendront la relève de le faire avec le minimum d'embûches.

REMERCIEMENTS

La conduite d'un programme d'amélioration génétique demande la collaboration d'un grand nombre de personnes. Nous voudrions souligner d'abord l'oeuvre de pionniers réalisée par les chercheurs de l'Institut national forestier de Petawawa qui ont coordonné dans les années 50 et 60 l'installation de dispositifs expérimentaux qui ont permis d'établir le programme d'amélioration sur des bases solides. D'autre part, nous ne voudrions passer sous silence le travail remarquable réalisé par le Dr Armand Corriveau qui a pris charge du programme d'amélioration de l'épinette blanche pendant plusieurs années, et ce jusqu'à sa mort. Il a installé des tests génécologiques sans lesquels nous n'aurions pu réaliser les progrès accomplis. De plus, il a été une source de motivation intellectuelle pour tous les membres de son équipe.

Nous voudrions également remercier sincèrement la Dre Ariane Plourde, chef de projet de la Section génétique et amélioration des arbres du Service canadien des forêts - Québec pour les efforts qu'elle a déployés pour assurer le financement nécessaire à la réalisation des objectifs fixés. M. Gaétan Daoust s'est également avéré un collaborateur essentiel sans lequel nous n'aurions pu faire de tels progrès. Nous l'en remercions vivement. Nous voudrions aussi souligner le travail inlassable de tous les autres membres du projet pour assurer la réussite du programme d'amélioration. Un merci sincère à Mmes Marie Deslauriers et Julie Dubé, ainsi qu'à MM. René Pâquet, Serge Légaré, Roger Gagné, Magella Gauthier et Jean-Paul Bilodeau.

De nombreuses autres personnes ont également participé au succès de ce programme d'amélioration. On peut y compter entre autres, au niveau technique, M. Roger Keable, Jean-Claude Boutin, William Corrigan, Leslie Corrigan, Gérard Laroche, Pascal Aubé, Adrien Forgues et bien d'autres dont la liste s'étendrait sur plusieurs pages. Nous saluons leur grande implication. De nombreux étudiants nous ont également assistés au cours des années. Une part des progrès réalisés leur est due. Nous avons aussi pu tirer profit de collaborations avec

divers chercheurs. Parmi ceux-ci, nous pouvons compter les Drs Jean Bousquet, Peng Li, Jean Poliquin, Michel Beaudoin, Yves Fortin, Francine Tremblay, Nathalie Isabel et John E. Carlson.

Au cours des dernières années, nous avons également pu compter sur un support particulier de nos collègues du Développement forestier. Grâce au programme Essais, expérimentations et transfert technologique en foresterie (EETTF), nous avons pu développer des partenariats avec divers intervenants en région. Un merci particulier à MM. Augustin Lebeau, André Juneau, Claude Aerni, Jacques Cloutier, Jacques Robert et bien d'autres pour leur support financier et à nos collègues du Cégep de Baie-Comeau, du CERFO, de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue et de la Corporation Agroforestière Transcontinentale pour leur implication.

Nous voudrions également souligner l'apport de nos collègues du ministère des Ressources naturelles du Québec avec lesquels nous avons collaboré. Nous adressons un merci particulier au Dr Gilles Vallée, à M. Yves Lamontagne ainsi qu'aux autres membres du Service d'amélioration des arbres. À de multiples reprises nous avons également reçu l'aide de nombreux forestiers des bureaux régionaux du ministère des Ressources naturelles du Québec. Nous leur devons beaucoup. Un merci sincère également à MM. Paul Miville et Michel Rioux du Centre de bouturage de Saint-Modeste pour leur assistance dans nos premiers pas vers la foresterie clonale.

Le succès d'un programme d'amélioration se mesure aussi par l'intérêt que portent les utilisateurs au matériel biologique produit. Nous avons toujours senti le support de nos collègues de la Division des semences forestières, en particulier M. Luc Masse, et nous les en remercions.

Finalement, nous terminons en soulignant notre reconnaissance pour le support financier et scientifique indéfectible que nous avons reçu de la part des autorités du Service canadien des forêts pendant toutes ces années. Tous les membres de la Section de génétique et d'amélioration des arbres forestiers du Service canadien des forêts - Québec ne pourraient être aussi fiers de leurs réalisations s'ils n'avaient pas senti un tel appui de la part de leurs patrons.

RÉFÉRENCES

- Beaulieu, J. 1994. L'amélioration génétique et le reboisement. Pages 107-133 in A.L. D'Aoust et R. Doucet, org. La régénération de la zone de la forêt mixte. Compte rendu du Colloque no 112 de l'ACFAS. Le 19 mai 1994, Université du Québec à Montréal, Montréal, Qc.
- Beaulieu, J.; Corriveau, A. 1985. Variabilité de la densité du bois et de la production des provenances d'épinette blanche, 20 ans après plantation. *Can. J. For. Res.* 15:833-838.
- Beaulieu, J.; Corriveau, A.; Daoust, G. 1989. Stabilité phénotypique et délimitation de zones d'amélioration de l'épinette noire au Québec. *For. Can., Région du Québec, Sainte-Foy, Qc. Rapp. inf. LAU-X-85.*
- Brown, A.H.D.; Barret, S.C.H.; Morgan, G.F. 1984. Mating system estimation in forest trees: models, methods and meanings. Pages 32-49 in H.-R. Gregorius, ed. *Population genetics in forestry. Proc. IUFRO working party Ecological and population genetics. Gottingen, August 21-24, 1984. Springer-Verlag.*
- Cheliak, W.M.; Pitel, J.A.; Murray, G. 1985. Population structure and the mating system of white spruce. *Can. J. For. Res.* 15:301-308.
- Coles, J.F.; Fowler, D.P. 1976. Inbreeding in neighboring trees in two white spruce populations. *Silvae Genet.* 25:29-34.
- Corriveau, A.; Boudoux, M. 1971. Le développement des provenances d'épinette blanche de la région forestière des Grands-Lacs et du Saint-Laurent au Québec. *Serv. can. pêches, Serv. can. for., Lab. rech. for., Sainte-Foy, Qc. Rapp. inf. Q-F-X-15.*
- Corriveau, A.; Beaulieu, J.; Daoust, G. 1989. Phenotypic stability and productivity of Central European Norway spruce provenances in Québec, Canada. In L.-G. Stener and M. Werner, eds. *Proc. IUFRO Working Party S 2.02-11 meeting. Rep. No. 11: 28-51.*
- Corriveau, A.; Beaulieu, J.; Daoust, G. 1991. Heritability and genetic correlations of wood characters of Upper Ottawa Valley white spruce populations grown in Quebec. *For. Chron.* 67:698-705.
- Corriveau, A.; Beaulieu, J.; Mothe, F. 1987. Wood density of natural white spruce populations in Quebec. *Can. J. For. Res.* 17:675-682.
- Corriveau, A.; Beaulieu, J.; Mothe, F.; Poliquin, J.; Doucet, J. 1990. Densité et largeur des cernes des populations d'épinettes blanches de la région forestière des Grands-Lacs et du Saint-Laurent. *Can. J. For. Res.* 20:121-129.
- Cotterill, P.P.; Dean, C.A. 1990. Successful tree breeding with index selection. CSIRO, Australia.
- Despots, M.; Plourde, A.; Beaulieu, J.; Daoust, G. 1993. Impact de la sélection sur la variabilité génétique de l'épinette blanche au Québec. *Can. J. For. Res.* 23:1196-1202.
- Fowler, D.P. 1986. Strategies for the genetic improvement of important tree species in the Maritimes. *Can. For. Serv., Maritimes, Fredericton, N.B. Inf. Rep. M-X-156.*
- Fowler, D.P. 1987. In defense of the polycross. *Can. J. For. Res.* 17:1624-1627.
- Fowler, D.P.; Park, Y.S. 1983. Population studies of white spruce. I. Effects of self-pollination. *Can. J. For. Res.* 13:1133-1138.
- Gordon, A.G. 1976. The taxonomy and genetics of *Picea rubens* and its relationship to *Picea mariana*. *Can. J. Bot.* 54:781-813.
- Gordon, A.G. 1990. Crossability in the Genus *Picea* with Special Emphasis on the Mexican Species. Joint Meeting of Western Forest Genetics Association and IUFRO Working Parties S2.02-05, 06, 12 and 14. Olympia, Wash. August 20-24, 1990.
- Hägglund, B. 1994. Biodiversity conservation and modern forestry practices. Pages 47-55 in *Tree breeding, population genetics and conservation of genes. The Marcus Wallenberg Foundation. Symp. Proc. 9.*
- Hosie, R.C. 1972. Arbres indigènes du Canada. *Environ. Can., Serv. can. for., Ottawa, Ont.*
- Ledig, F.T. 1992. Human impacts on genetic diversity in forest ecosystems. *Oikos* 63:87-108.
- Li, P.; Beaulieu, J.; Bousquet, J. 1993a. Élaborations de ligne directrices provisoires pour le déplacement des semences de l'épinette blanche au Québec : les axes de recherche. Pages 27-29 in G. Daoust et J. Beaulieu, org. *Compte rendu de la journée sur la recherche et le développement en génétique de l'épinette blanche au Québec. Ressour. nat. Can., Serv. can. for., Sainte-Foy, Qc. Rapp. inf. LAU-X-105B.*
- Li, P.; Beaulieu, J.; Corriveau, A.; Bousquet, J. 1993b. Genetic variation in juvenile growth and phenology in a white spruce provenance-progeny test. *Silvae Genet.* 42:52-60.
- Libby, W.J. 1987. Genetic resources and variation in forest trees. Pages 199-209 in A.J. Abbott and R.K. Atkin, eds. *Improving vegetatively propagated crops. Academic Press Ltd., New York. Chap. 11.*
- Libby, W.J.; Cockerham, C.C. 1980. Random non-contiguous plots in interlocking field layouts. *Silvae Genet.* 29:183-190.
- Mahalovich, M.F.; Bridgwater, F.E. 1989. Modelling elite populations and positive assortative mating in recurrent selection programs for general combining ability. Pages 43-49 in *Proc. 20th Southern Forest Tree Improvement Conf. Charleston, S.C. Nat. Tech. Inf. Serv., Springfield, Va.*

- Marie-Victorin, frère, F.E.C. 1964. Flore laurentienne. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal, Qc.
- Masse, L.; April, R. 1993. L'approvisionnement en semences d'épinette blanche. Page 30 in G. Daoust et J. Beaulieu org. Compte rendu delajournée sur la recherche et le développement en génétique de l'épinette blanche au Québec. Ress. nat. Can., Serv. can. for., Sainte-Foy, Qc. Rapp. inf. LAU-X-105B.
- Namkoong, G.; Barnes, R.D.; Burley, J. 1980. A philosophy of breeding strategy for tropical forest trees. Commonwealth For. Inst., Oxford. Tropical For. Pap. No. 16.
- Namkoong, G.; Kang, H.C.; Brouard, J.S. 1988. Tree Breeding: Principles and Strategies. Monographs on Theoretical and Applied Genetics. Springer-Verlag, New York.
- Nienstaedt, H. 1969. White spruce seed source variation and adaptation to 14 planting sites in northeastern United States and Canada. Pages 183-194 in Proc. 11th Meeting Comm. For. Tree Breed. in Canada, Macdonald College, Ste-Anne-de-Bellevue, Qc.
- Nienstaedt, H.; Teich, A. 1971. The genetics of white spruce. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Res. Pap. WO-15.
- Palmberg-Lerche, C. 1993. The conservation of forest genetic resources. Diversity 9(3):26-29.
- Parent, B. 1994. Ressource et industrie forestières. Portrait statistique. Édition 1994. Gouv. du Québec, Minist. For. Québec, Dir. polit. for. Publ. RN94-3099.
- Park, Y.S.; Fowler, D.P.; Coles, J.F. 1984. Population studies of white spruce. II. Natural inbreeding and relatedness among neighboring trees. Can. J. For. Res. 14:909-913.
- Rhoades, R.E. 1991. The World's Food Supply at Risk. Natl. Geogr. 179(4):74-105.
- Schoen, D.J.; Stewart, S.C. 1986. Variation in male reproductive investment and male reproductive success in white spruce. Evolution 40:1109-1120.
- Simmonds, N.W. 1988. Principes d'amélioration génétique des végétaux. C.A. St-Pierre, trad. Les Presses de l'Université Laval, Sainte-Foy, Qc.
- Tremblay, M.; Simon, J.-P. 1989. Genetic structure of marginal populations of white spruce (*Picea glauca*) at its northern limit of distribution in Nouveau-Québec. Can. J. For. Res. 19:1371-1379.
- Van Buijtenen, J.P. 1976. Mating Designs. Pages 11-20 in Proc. IUFRO Joint meeting genetic working parties on advanced-generation breeding. Bordeaux, France.
- Van Buijtenen, J.P. 1993. Overview of advanced generation breeding and production. Pages 2-9 in J. Lavereau, ed. Proc. 24th meeting CTIA, Part 2. Fredericton, N.B., Aug. 15-19, 1993.
- Van Buijtenen, J.P.; Lowe, W.J. 1979. The use of breeding groups in advanced generation breeding. Pages 59-65 in Proc. 15th South. For. Tree Improv. Conf., Starkville, Miss., June 9-21, 1979.
- Weir, R.J.; Todd, D. 1993. Third-cycle breeding strategy: a description and economic appraisal for the North Carolina State University-Industry Cooperative Tree Improvement Program. Pages 41-51 in J. Lavereau, ed. The future forests: options and economics. Proc. 24th meeting CTIA, Part 2. Fredericton, N.B., Aug. 15-19 1993.
- White, T.L.; Hodge, G.R. 1989. Predicting breeding values with applications in forest tree improvement. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. Forestry Sciences Vol. 33.
- Woods, J.H.; Heaman, J.C. 1989. Effect of different inbreeding levels on filled seed production in Douglas-fir. Can. J. For. Res. 19:54-59.

ANNEXE 1

Supériorité des provenances d'épinette blanche à l'intérieur desquelles des géniteurs ont été choisis, par rapport à la moyenne des provenances québécoises testées à Drummondville et à Harrington^a.

ORIGINE DES PROVENANCES	Drummondville		Harrington		
	Hauteur ^b à 20 ans (m)	Volume ^c à 25 ans (m ³ /ha)	Hauteur à 20 ans (m)	Volume d'éclaircie (m ³ /ha)	Volume à 25 ans (m ³ /ha)
Provenances sélectionnées					
Parc Algonquin 1			6,28	138	162
Parc Algonquin 2			6,53	161	125
Carnarvon	6,48	158	4,26	98	83
Sundridge	6,53	149	5,93	127	112
Monaghan			6,24	180	168
Rama Tp	6,27	142	5,64	135	120
Inst. nat. for. Petawawa	7,00	165	6,35	172	159
Moyenne	6,57	154	5,89	145	133
Provenances d'origine québécoise					
Maniwaki	5,23	109	5,30	81	77
L'Annonciation	5,73	108	4,80	68	97
St-Donat	5,90	118	5,19	76	89
Harrington	5,37	128	4,02	60	49
St-Zénon	5,17	98	5,04	72	76
St-Charles-de-Mandeville	5,75	124	4,98	89	71
St-Maurice	5,75	121	4,93	89	78
Rivière-aux-Rats			5,16	100	118
Moyenne	5,58	116	4,93	85	87
Supériorité des provenances sélectionnées (%)	17,8	33,18	19,53	70,00	52,80

^a Ces tests de provenances ont été installés en 1958. Ils sont constitués de 3 blocs aléatoires complets. Chaque parcelle carrée comprenait initialement 144 et 81 arbres espacés de 1,2 m respectivement à Drummondville et à Harrington. Une éclaircie systématique consistant à enlever une rangée sur deux a été effectuée dans chaque site en 1979. Les volumes ont été estimés à partir des tables de Popovich (1972).

^b La sélection des phénotypes supérieurs pour constituer la population d'amélioration a été effectuée à partir de la hauteur des arbres observée en 1974.

^c Les volumes présentés sont les volumes totaux reportés à l'hectare et tenant compte du taux de survie de chaque provenance, après une éclaircie systématique d'une rangée sur deux.

Supériorité des provenances d'épinette blanche à l'intérieur desquelles des géniteurs ont été choisis par rapport à la moyenne des provenances québécoises testées à Harrington, St-Jacques-des-Piles, Grandes-Piles et Casey^a.

ORIGINE DES PROVENANCES	Harrington		St-Jacques-des-Piles		Grandes-Piles		Casey	
	Hauteur ^b à 14 ans (m)	Volume à 24 ans (m ³ /ha)	Hauteur à 14 ans (m)	Volume à 24 ans (m ³ /ha)	Hauteur à 14 ans (m)	Volume à 24 ans (m ³ /ha)	Hauteur à 14 ans (m)	Volume à 24 ans (m ³ /ha)
Provenances sélectionnées								
Peterborough	3,33	132	3,09	90	3,81	217	2,21	20
Beachburg	-	-	-	-	3,57	205	2,28	14
Cushing	3,32	144	2,75	67	3,68	208	2,30	18
Beloil	3,43	150	2,85	62	3,83	225	2,03	17
Moyenne	3,36	142	2,90	73	3,72	214	2,21	17
Provenances d'origine québécoise								
Grandes-Piles	3,03	134	2,63	54	3,28	157	1,75	11
St-Raymond	2,92	107	2,91	76	3,42	190	1,91	12
Casey	2,91	103	2,77	63	3,46	179	1,97	12
Lac Mattawin	3,06	108	2,58	63	3,41	188	1,83	12
Franchère	3,16	116	2,75	68	3,13	169	1,99	11
Lac Baskatong	3,05	119	2,54	51	3,20	149	1,85	10
Lac Dumoine	2,91	103	3,02	74	2,95	128	2,00	9
Lac McNally	-	-	-	-	2,93	141	1,67	11
N.-D.-du-Laus	3,03	115	2,59	52	3,10	153	1,99	13
St-Sylvestre	-	-	2,67	58	2,55	90	1,96	12
Monk	3,12	124	2,71	58	3,33	129	2,17	19
Price	2,80	100	2,63	57	3,24	144	2,08	15
Lac Mitchinamicus	3,18	115	2,49	45	3,13	116	1,99	13
Lac Simard	3,10	92	2,86	65	3,23	134	1,83	9
Valcartier	2,77	108	2,59	60	3,45	153	1,88	13
Riv. Shipshaw	-	-	2,77	60	2,73	109	2,07	14
Moyenne*	3,05	116	2,71	57	3,05	153	1,96	13
Supériorité des provenances sélectionnées (%)	10,2	20,6	6,9	18,9	22,1	32,0	12,5	25,1

^a Ces tests de provenances ont été installés en 1964 et 1965. Ils sont constitués de 6 à 9 blocs aléatoires complets. Chaque parcelle comprenait de 7 à 36 arbres espacés de 1,82 m. Les volumes ont été estimés à partir des tables de Popovich (1972).

^b La sélection des phénotypes supérieurs pour constituer la population d'amélioration a été effectuée à partir de la hauteur des arbres observée en 1974 et 1975.

* Incluant les provenances de Cushing et Beloil

ANNEXE 2

Liste des provenances dans lesquelles ont été sélectionnés les géniteurs de la première population d'amélioration d'épinière blanche et appartenance à un groupe d'élevage.

Provenance			Nombre d'arbres	Groupe No.
Nom	Latitude N.	Longitude O.		
Monaghan Township, Ont.	44° 10'	78° 19'	7	1
Peterborough, Ont.	44° 33'	78° 15'	13	1
Carnarvon, Ont.	45° 04'	78° 42'	10	2
Hungerford, Ont.	44° 28'	77° 15'	9	2
Rama Township, Ont.	44° 43'	79° 15'	1	2
Algonquin Park, Ont.	45° 50'	78° 30'	10	3
Sand Lake, Ont.	44° 56'	77° 02'	2	3
Sundridge, Ont.	45° 46'	79° 20'	8	3
Bromley Township, Ont.	45° 35'	76° 58'	4	4
Cormac, Ont.	45° 28'	77° 18'	2	4
Inst. nat. for. Petawawa, Ont.	45° 54'	77° 20'	14	4
Énerg. at. Can. Ltée, Ont.	46° 46'	77° 32'	2	5
Beachburg, Ont.	45° 44'	76° 51'	6	5
Beloeil, Qc	45° 34'	73° 12'	3	5
Cushing, Qc	45° 36'	74° 28'	4	5
Westmeath Township, Ont.	45° 45'	76° 55'	2	5
Rivière St-Maurice, Qc	46° 55'	72° 56'	4	6
St-Zénon, Qc	46° 35'	73° 49'	6	6

ANNEXE 3

Valeurs en croisement et gains génétiques attendus de la sélection des familles d'épinette blanche

Identification	Numéro du lot	Numéro CFL 410	Numéro CFL 560	Zone d'amélioration	Nombre d'arbres sélectionnés	Gains génétiques (%)							
						Rivière-Bleue	Amqui	Mirabel	Portage-du-Fort	Robidoux	La Patrie	Dablon	Mastigouche
Cap des Rosiers	3-1	28		C	4	8,52	6,95	9,22	7,86	6,35			
Canton Garin	14-13	40		C	4	10,55	9,60	13,78	13,39	10,13			
Canton Laterrière	21-8	53		C	3	19,33	16,50	16,86	16,03	11,45			
Canton Laterrière	21-?	54		C	4	7,91	8,33	19,90	15,68	11,34			
Canton Laterrière	21-?	57		N	4	10,52	10,25	3,85	2,63	2,48			
Canton Blais	30-14	83		C	4	6,30	6,41	6,90	8,25	6,68			
Canton Ouimet	31-5	86		C	4	7,08	6,46	6,39	4,77	5,02			
Canton Lesage	34-3	94		S	4			17,93	16,12	11,77			
Canton Chaumonot	36-10	108		C	4	11,36	9,13	8,47	7,31	5,84			
Canton Desaulniers	37-9	112		C	4	7,62	7,90	16,31	11,80	8,58			
St-Roch-de-Mékinac	471-1	130	126	N	4	5,24	4,89				23,60	18,30	21,49
St-Roch-de-Mékinac	471-2	131	127	C	4			22,18	18,66	15,30	22,47	18,31	18,11
St-Roch-de-Mékinac	471-4	133	129	S	4			16,45	13,63	9,88	13,63	13,19	17,15
St-Roch-de-Mékinac	471-5	134	130	C	4			14,39	13,04	9,23	38,24	29,81	28,75
Kamouraska	472-5	139	135	N	4	7,83	6,13				31,47	28,53	25,65
Carleton	477-3	160	148	C	4	13,86	11,10	24,66	19,99	14,63			
Carleton	477-4	161	149	C	4	7,36	6,48	25,56	20,99	16,41			
Lac à l'Ours	480-2	174	162	S	4						21,88	16,78	15,37
Lac à l'Ours	480-4	176	164	C	4	6,44	6,28				10,46	7,27	9,40
Parc Chibougamau	481-2	179	167	N	4	4,20					20,93	14,31	16,28
Parc Chibougamau 1	481-5	182	170	C*	6			16,98	11,73	11,03	38,14	26,38	29,72
Valcartier	482-2	184	172	N	4	8,33	7,00				14,89	10,02	9,62
Valcartier	482-4	186	174	S	4			30,12	24,37	18,03			
Valcartier	482-5	187	175	C	4	14,72	12,66	19,51	15,55	10,78			
Parc des Laurentides 2	484-4	196	179	C	4			30,48	24,03	17,08	18,02	12,69	12,74
Beauceville	491-1	206	186	C	3	12,38	11,14				5,48	2,48	7,33
Beauceville	491-4	209	189	S	4						24,79	19,24	20,56
Beauceville	491-5	210	190	S	3						25,38	17,86	16,82
Lambton	492-1	211	191	C	4	11,18	11,15	22,08	22,39	16,39	19,82	16,05	20,05
Lambton	492-6	214	194	S	3			9,19	8,66	6,34			
Bois Franc Pierriche	497-5	225	250	N	4	12,09	11,56				10,16	8,34	
St-Damien-de-Brandon	498-1	226	201	S	4			17,06	13,90	11,42			
St-Damien-de-Brandon	498-4	229	204	S	4			10,86	7,76	5,14	14,51	12,71	12,87
St-Damien-de-Brandon	498-8	230	205	S	4			8,70	10,35	7,69	30,39	22,81	22,72
Ste-Émilie-de-l'Énergie	499-10	235		C	4	15,59	13,98	21,26	19,82	13,81			
Racine	502-2	237	211	S	4			19,02	15,30	11,16			
Racine	502-6	241	215	N	4	9,78	8,23				25,61	20,92	21,22
Havelock, Ont.		251		S	4			17,93	13,98	11,20			
Havelock, Ont.		252		S	4			22,37	16,37	13,56			
Havelock, Ont.		253		S	4			16,76	13,13	9,45			
Havelock, Ont.		254		S	4			26,86	18,36	13,49			
Derby Township, Ont.		256		C	4	16,94	14,89	12,46	12,88	10,45			
Derby Township, Ont.		258		C	4	12,23	8,81	22,89	19,89	15,10			
Derby Township, Ont.		259		C	4	10,44	10,77	19,22	15,43	14,20			
Whitney, Ont.		260		C	4	9,36	7,90	15,90	13,21	9,97			
Whitney, Ont.		263		S	4			25,03	20,39	14,89			
Whitney, Ont.		264		C	4	8,38	6,64	11,60	11,70	8,89			
French Township, Ont.		265		C	4			15,88	14,70	11,27			
Rutherglen, Ont.		270		C	4	9,51	8,57	19,28	18,71	15,29			

ANNEXE 3 (suite)

Identification	Numéro du lot	Numéro CFL 410	Numéro CFL 560	Zone d'amélioration	Nombre d'arbres sélectionnés	Gains génétiques (%)							
						Rivière-Bleue	Amqui	Mirabel	Portage-du-Fort	Robidoux	La Patrie	Dablon	Mastigouche
Éstaire, Ont.		277		C	4	11,00	9,47	15,42	12,92	10,58			
Éstaire, Ont.		278		S	4			17,85	14,31	10,11			
Foresters Falls, Ont.		290		S	4			21,75	16,14	11,83			
Foresters Falls, Ont.		291		S	4			15,19	9,78	7,03			
Irvine Creek, Ont.		292		C	4			18,17	15,34	11,03			
Irvine Creek, Ont.		295		C	4	12,53	10,38						
Renfrew, Ont.		297		C	2			20,95	16,59	12,28			
Renfrew, Ont.		299		C	4	8,07	7,61	10,73	11,94	9,37			
Renfrew, Ont.		301		C	4	5,37	5,36	19,01	13,66	10,09			
Antrim, Ont.		307		S	4			21,28	20,11	15,07			
Cobalt, Ont.		313		S	4			15,66	13,63	9,56			
Rainy River, Ont.		389		S	4			15,68	12,36	10,77			
Davis Mills, Ont.		403		S	4			32,92	26,25	20,71			
Shannonville, Ont.		405		S	4			16,04	15,60	11,44			
Shannonville, Ont.		406		S	4			26,08	23,11	17,67			
Amour Township, Ont.		409		S	4			15,53	12,73	9,81			
Timmins Township, Ont.		410		S	4			19,11	13,36	8,98			
Davis Mills, Ont.		431		C *	6	21,89	19,84	29,89	21,18	15,56			
Davis Mills, Ont.		432		S	4			22,67	19,07	14,20			
Davis Mills, Ont.		433		S	4			15,21	13,52	10,43			
Davis Mills, Ont.		434		C	4	6,43	6,15	15,26	12,73	9,72			
Beachburg, Ont.		437		S	4			18,73	14,43	11,03			
Canton Boyer	18-1		41	C *	6						34,39	24,80	21,50
Canton Boyer	18-4		42	C *	6						38,70	27,71	31,43
Canton Boyer	18-8	11	43	C	4						27,83	21,49	20,73
Canton Boyer	18-11		44	C	2						19,41	16,67	16,59
Canton Boyer	18-15	14	45	S	4						43,36	31,27	33,97
Canton Booth	19-10		48	C	4						20,86	13,31	16,79
Canton Dasserat	20-15		55	C *	5						17,30	18,28	22,03
Canton Cimon	22-15		60	C *	6						21,76	18,26	17,45
Canton Hébécourt	28-4		77	C *	6						40,10	29,16	32,72
Canton McGill	32-4		97	C *	6						33,33	23,08	32,95
Canton Chaumonot	36-1		101	S	4						31,43	23,82	18,23
Canton Chaumonot	36-4		102	C	4						13,39	11,40	11,33
Canton Desaulniers	37-1		106	C	4						15,24	14,12	15,66
Canton Desaulniers	37-4		107	C *	6						25,32	24,49	18,92
Canton Desaulniers	37-8		109	C *	6						32,23	24,21	23,08
Canton Desaulniers	37-15		110	C	4						15,21	14,91	13,98
Canton Lesage	34-8		118	C	4						19,89	13,64	18,51
Total					363								

N : zone nord (sapinière), S : zone sud (éablière), C : utilisation dans les deux zones, * : élite.

ANNEXE 4

Liste des arbres sélectionnés.

NUM.	TEST	FAM. #	BLOC #	ARBRE #	HAUTEUR (m)	G1	#	CLONE
1	E410D2	28	7	4	2,76	0,25	AS	941029
1	E410D3	28	7	4	3,28	0,09	AS	941054
1	E410D4	28	3	2	4,10	0,7858	AS	941196
1	E410D6	28	6	1	3,9	0,32	AS	941140
2	E410D2	40	3	3	3	0,24	AS	941014
2	E410D3	40	1	2	3,66	0,2	AS	941035
2	E410D4	40	3	4	4,30	0,2029	AS	941199
2	E410D6	40	1	1	3,55	0,2	AS	941072
3	E560 A2	41	6	3	4,90	0,8152	E	941234
3	E560 A2	41	6	1	4,95	0,8332	E	941233
3	E560 A2	41	3	2	4,25	0,9061	E	941268
3	E560 A3	41	2	5	4,70	0,7297	E	941344
3	E560 A3	41	6	3	4,20	0,3220	E	941318
3	E560 A3	41	5	4	4,40	0,8991	E	941289
4	E560 A2	42	5	3	4,28	0,7165	E	941250
4	E560 A2	42	6	5	4,88	1,1649	E	941232
4	E560 A2	42	5	1	5,15	1,0298	E	941249
4	E560 A3	42	4	5	4,50	0,5693	E	941316
4	E560 A3	42	4	3	4,60	0,6117	E	941315
4	E560 A3	42	2	5	4,80	0,8298	E	941295
5	E560 A2	43	6	5	4,85	0,7164	AS	941238
5	E560 A2	43	5	5	4,30	1,1050	AS	941252
5	E560 A3	43	3	1	4,00	0,8186	AS	941284
5	E560 A3	43	4	4	4,10	0,5730	AS	941348
6	E560 A2	44	4	5	5,30	0,7265	AS	941256
6	E560 A2	44	4	4	4,60	0,4745	AS	941255
7	E560 A3	45	2	4	4,20	0,7028	AS	941292
7	E560 A3	45	6	4	4,00	0,5368	AS	941322
7	E560 A3	45	6	1	4,75	0,8545	AS	941287
7	E560 A3	45	6	3	4,00	0,5368	AS	941321
8	E560 A2	48	5	5	4,00	0,8533	AS	941247
8	E560 A2	48	4	3	3,90	0,4192	AS	941239
8	E560 A3	48	1	3	4,40	0,6459	AS	941307
8	E560 A3	48	1	2	4,60	0,7306	AS	941306
9	E410D2	53	3	3	3,07	0,37	AS	941015
9	E410D3	53	7	3	3,46	0,25	AS	941055
9	E410D6	53	3	4	3,9	0,34	AS	941106
10	E410D2	54	7	3	4,05	0,4480	AS	941354
10	E410D2	54	6	3	3,07	0,18	AS	941023
10	E410D3	54	2	3	3,35	0,2	AS	941041
10	E410D6	54	2	2	3,36	0,14	AS	941095
11	E560 A2	55	5	2	4,95	0,5418	E	941253
11	E560 A2	55	1	1	4,60	0,4235	E	941276
11	E560 A2	55	5	3	4,60	0,4473	E	941254

ANNEXE 4 (suite)

NUM.	TEST	FAM. #	BLOC #	ARBRE #	HAUTEUR (m)	G1	#	CLONE
11	E560 A2	55	1	5	4,50	0,3875	E	941277
11	E560 A2	55	4	4	6,10	1,0150	E	941243
12	E410D2	57	5	3	3,38	0,22	AS	941018
12	E410D2	57	7	1	3,54	0,25	AS	941032
12	E410D3	57	8	3	2,28	0,11	AS	941071
12	E410D3	57	7	1	3,07	0,2	AS	941056
13	E560 A2	60	6	5	4,75	0,5540	E	941226
13	E560 A2	60	5	2	4,80	0,2443	E	941263
13	E560 A2	60	5	4	5,60	0,5323	E	941259
13	E560 A3	77	2	2	4,55	0,7856	E	941345
13	E560 A3	60	2	3	3,85	0,4090	E	941340
13	E560 A3	60	1	2	4,00	0,6310	E	941305
13	E560 A3	60	2	5	4,05	0,4937	E	941341
14	E560 A2	77	5	3	4,10	1,0410	E	941260
14	E560 A2	77	1	2	3,98	0,9035	E	941283
14	E560 A2	77	3	1	4,45	0,8703	E	941269
14	E560 A3	77	4	5	3,75	0,4944	E	941311
14	E560 A3	77	4	3	4,05	0,6215	E	941310
15	E410D2	83	2	4	3,7	0,19	AS	941004
15	E410D3	83	5	2	2,56	0,13	AS	941066
15	E410D4	83	2	4	4,50	0,5855	AS	941184
15	E410D6	83	4	4	3,24	0,24	AS	941115
16	E410D2	86	3	4	3,1	0,2	AS	941016
16	E410D3	86*1	8	4	2,75	0,09	AS	941062
16	E410D4	86	7	4	3,85	0,5767	AS	941360
16	E410D6	86	2	4	3,76	0,26	AS	941096
17	E410D4	94	1	4	4,50	0,6385	AS	941172
17	E410D4	94	2	3	4,00	0,6175	AS	941185
17	E410D6	94	6	1	3,29	0,35	AS	941141
17	E410D6	94	3	3	3,4	0,27	AS	941107
18	E560 A2	97	1	1	5,45	0,9681	E	941274
18	E560 A2	97	6	1	4,45	0,9221	E	941227
18	E560 A2	97	1	5	4,75	0,7161	E	941275
18	E560 A3	97	1	5	4,43	1,0486	E	941296
18	E560 A3	97	2	2	4,10	0,7310	E	941343
18	E560 A3	97	2	1	3,70	0,5615	E	941342
19	E560 A3	101	4	5	4,05	0,5094	AS	941312
19	E560 A3	101	5	4	4,95	0,7201	AS	941336
19	E560 A3	101	5	5	5,05	0,7625	AS	941337
19	E560 A3	101	5	3	4,50	0,5295	AS	941335
20	E560 A2	102	5	4	4,80	0,8270	AS	941251
20	E560 A2	102	4	1	4,00	0,2239	AS	941244
20	E560 A3	102	3	2	4,10	0,5795	AS	941329
20	E560 A3	102	3	1	3,80	0,4524	AS	941328
21	E560 A2	106	5	5	4,40	0,3816	AS	941262
21	E560 A2	106	5	1	5,20	0,6697	AS	941261
21	E560 A3	106	6	4	3,70	0,6962	AS	941326
21	E560 A3	106	4	2	4,15	0,8922	AS	941314

ANNEXE 4 (suite)

NUM.	TEST	FAM. #	BLOC #	ARBRE #	HAUTEUR (m)	G1	#	CLONE
22	E560 A2	107	6	2	5,73	0,9980	E	941235
22	E560 A2	107	2	2	4,20	0,8835	E	941271
22	E560 A2	107	6	4	5,25	0,8252	E	941236
22	E560 A3	107	1	2	4,10	0,6565	E	941309
22	E560 A3	107	4	3	3,90	0,5805	E	941313
22	E560 A3	107	6	5	4,00	0,5348	E	941320
23	E410D2	108	5	1	3	0,17	AS	941019
23	E410D3	108	2	1	3,93	0,19	AS	941042
23	E410D4	108	6	3	3,40	0,6562	AS	941220
23	E410D6	108	1	1	3,5	0,14	AS	941073
24	E560 A2	109	5	1	5,00	1,5692	E	941246
24	E560 A2	109	4	3	4,90	0,5711	E	941240
24	E560 A2	109	3	2	4,90	0,7439	E	941266
24	E560 A3	109	5	5	4,40	0,6261	E	941338
24	E560 A3	109	1	1	3,70	0,8114	E	941304
24	E560 A3	109	2	4	5,10	1,0232	E	941291
25	E560 A2	110	2	3	4,25	0,4994	AS	941270
25	E560 A2	110	3	5	4,75	0,6017	AS	941264
25	E560 A3	110	6	1	4,00	0,6277	AS	941325
25	E560 A3	110	1	1	4,70	0,7686	AS	941297
26	E410D2	112	6	4	3,95	0,21	AS	941024
26	E410D3	112	5	2	3,1	0,22	AS	941051
26	E410D4	112	7	2	4,20	0,5813	AS	941355
26	E410D6	112	1	4	3,55	0,1	AS	941074
27	E560 A2	118	4	1	4,00	0,5039	AS	941257
27	E560 A2	118	1	3	4,05	0,3817	AS	941278
27	E560 A3	118	1	4	3,10	0,2952	AS	941303
27	E560 A3	118	1	2	4,00	0,6364	AS	941302
28	E410D2	130	2	1	3,45	0,1	AS	941005
28	E410D3	130	3	1	3,4	0,15	AS	941045
28	E560 A2	126	1	4	4,90	0,9763	AS	941279
28	E560 A2	126	1	5	5,08	1,0411	AS	941280
29	E410D4	131	2	4	4,10	0,7388	AS	941190
29	E410D6	131	1	2	4,2	0,27	AS	941075
29	E560 A2	127	4	2	5,95	0,9929	AS	941242
29	E560 A3	127	3	5	4,10	0,5080	AS	941330
30	E410D4	133	3	4	4,50	0,5576	AS	941215
30	E410D6	133	4	4	3,42	0,37	AS	941116
30	E560 A3	129	2	2	3,75	0,5505	AS	941293
30	E560 A3	129	6	4	3,60	0,4418	AS	941319
31	E410D6	134	2	2	3,7	0,28	AS	941097
31	E560 A2	130	4	5	5,25	0,8934	AS	941245
31	E560 A2	130	1	2	5,50	1,0387	AS	941272
31	E560 A3	130	1	3	4,65	0,6857	AS	941301
32	E410D2	139	7	3	2,85	0,2	AS	941030
32	E410D3	139	1	2	3,8	0,13	AS	941036
32	E560 A2	135	1	2	4,25	0,5904	AS	941273
32	E560 A2	135	6	2	4,75	0,6203	AS	941228

ANNEXE 4 (suite)

NUM.	TEST	FAM. #	BLOC #	ARBRE #	HAUTEUR (m)	G1	#	CLONE
33	E410D2	160	6	2	3,31	0,3	AS	941025
33	E410D3	160	7	2	3,8	0,21	AS	941057
33	E410D4	160	1	1	5,30	0,5414	AS	941182
33	E410D6	160	1	4	3,85	0,34	AS	941076
34	E410D3	161	2	3	2,95	0,12	AS	941043
34	E410D4	161	7	3	4,00	0,4625	AS	941357
34	E410D6	161	5	3	3,3	0,21	AS	941127
34	E410D6	161	1	4	3,7	0,27	AS	941077
35	E560 A3	162	6	1	4,75	0,7653	AS	941286
35	E560 A3	162	1	3	4,10	0,5429	AS	941299
35	E560 A3	162	5	2	4,10	0,5588	AS	941339
35	E560 A3	162	1	4	4,15	0,5641	AS	941300
36	E410D2	176	1	1	3,1	0,07	AS	941001
36	E410D3	176	1	4	3,11	0,19	AS	941037
36	E560 A2	164	3	1	4,25	0,3950	AS	941265
36	E560 A3	164	6	1	4,55	0,6273	AS	941285
37	E410D2	179	1	4	3,3	0,19	AS	941002
37	E410D3	179	1	2	3,06	0,16	AS	941038
37	E560 A2	167	4	5	4,70	0,7803	AS	941241
37	E560 A2	167	5	2	5,10	1,0945	AS	941258
38	E410D4	182	1	1	3,95	0,4991	E	941163
38	E410D6	182	2	2	3,52	0,05	E	941098
38	E410D6	182	6	4	3,8	0,28	E	941142
38	E560 A2	170	6	1	4,50	1,0633	E	941231
38	E560 A2	170	1	1	5,50	0,8126	E	941281
38	E560 A3	170	6	2	4,00	0,5983	E	941327
39	E410D2	184	6	2	3,19	0,22	AS	941026
39	E410D3	184	7	4	2,98	0,12	AS	941067
39	E560 A2	172	6	5	4,55	0,3031	AS	941230
39	E560 A2	172	6	2	5,60	0,6812	AS	941229
40	E410D4	186	3	3	4,30	0,7494	AS	941201
40	E410D4	186	3	1	4,70	0,9739	AS	941200
40	E410D6	186	2	1	3,18	0,27	AS	941099
40	E410D6	186	4	3	4,05	0,51	AS	941117
41	E410D2	187	2	4	3,15	0,36	AS	941006
41	E410D3	187*2	7	4	3,42	0,25	AS	941058
41	E410D4	187	2	3	4,50	0,8145	AS	941188
41	E410D6	187	4	1	3,45	0,34	AS	941118
42	E410D4	196	7	2	3,80	0,5859	AS	941351
42	E410D6	196	1	2	3,45	0,27	AS	941078
42	E560 A2	179	6	5	5,05	0,9052	AS	941237
42	E560 A3	179	4	2	4,85	0,7842	AS	941290
43	E410D2	206	4	3	3,72	0,26	AS	941017
43	E410D3	206	6	3	2,95	0,18	AS	941053
43	E560 A3	186	5	4	3,65	0,3695	AS	941332
44	E560 A3	189	5	5	4,00	0,5884	AS	941331
44	E560 A3	189	2	1	4,45	0,7308	AS	941294
44	E560 A3	189	6	3	3,85	0,5298	AS	941323

ANNEXE 4 (suite)

NUM.	TEST	FAM.	BLOC	ARBRE	HAUTEUR	G1	#	CLONE
		#	#	#	(m)			
44	E560 A3	189	1	4	3,50	0,4130	AS	941308
45	E560 A3	190	5	2	3,90	0,1768	AS	941333
45	E560 A3	190	1	5	4,10	0,5796	AS	941298
45	E560 A3	190	5	3	4,40	0,3885	AS	941334
46	E410D3	211	4	4	3,15	0,13	AS	941048
46	E410D4	211	1	3	3,95	0,3796	AS	941168
46	E410D6	211	2	3	4,04	0,47	AS	941100
46	E560 A3	191	6	1	4,50	0,6067	AS	941317
47	E410D4	214	3	2	3,75	0,5118	AS	941211
47	E410D6	214	5	3	3,7	0,24	AS	941144
47	E410D6	214	6	2	3	0,23	AS	941143
48	E410D2	225	5	1	3,05	0,22	AS	941020
48	E410D3	225	8	3	2,55	0,1	AS	941069
48	E410D3	225	1	1	2,66	0,14	AS	941068
48	E560 A2	250	3	1	4,3	0,32	AS	941267
49	E410D4	226	3	1	3,90	0,6757	AS	941206
49	E410D4	226	3	3	3,65	0,5354	AS	941207
49	E410D6	226	5	4	3,5	0,37	AS	941128
49	E410D6	226	4	3	3,26	0,27	AS	941119
50	E410D4	229	1	4	3,65	0,3242	AS	941164
50	E410D4	229	4	2	3,65	0,2260	AS	941194
50	E560 A3	204	1	4	4,10	0,4732	AS	941347
50	E560 A3	204	1	1	4,55	0,6161	AS	941346
51	E410D4	230	2	4	4,00	0,5053	AS	941191
51	E410D6	230	6	2	3,9	0,29	AS	941145
51	E560 A3	205	6	5	4,30	0,7282	AS	941324
51	E560 A3	205	5	5	5,15	0,8519	AS	941288
52	E410D2	235	2	1	3,45	0,44	AS	941007
52	E410D3	235	3	4	2,96	0,22	AS	941046
52	E410D4	235	2	3	4,55	0,5649	AS	941192
52	E410D6	235	1	2	4,5	0,45	AS	941079
53	E410D4	237	7	4	4,20	0,6534	AS	941353
53	E410D4	237	1	2	3,90	0,3167	AS	941162
53	E410D6	237	6	3	3,81	0,43	AS	941146
53	E410D6	237	1	4	4	0,37	AS	941080
54	E410D2	241	2	1	4,1	0,3	AS	941008
54	E410D3	241	8	1	3,4	0,13	AS	941063
54	E560 A2	215	5	3	5,40	0,6177	AS	941248
54	E560 A2	215	1	2	4,80	0,8472	AS	941282
55	E410D4	251	1	3	3,80	0,6665	AS	941180
55	E410D4	251	3	2	3,80	0,5543	AS	941210
55	E410D6	251	6	2	3,56	0,27	AS	941147
55	E410D6	251	4	3	3,6	0,31	AS	941120
56	E410D4	252	1	4	5,50	1,0220	AS	941173
56	E410D4	252	7	2	4,00	0,6011	AS	941352
56	E410D6	252	4	2	3,36	0,26	AS	941121
56	E410D6	252	1	2	3,3	0,2	AS	941081
57	E410D4	253	1	1	4,85	0,5593	AS	941177

ANNEXE 4 (suite)

NUM.	TEST	FAM. #	BLOC #	ARBRE #	HAUTEUR (m)	G1	#	CLONE
57	E410D4	253	4	4	4,85	1,0574	AS	941212
57	E410D6	253	1	1	3,15	0,23	AS	941082
57	E410D6	253	2	3	3,45	0,34	AS	941101
58	E410D4	254	2	4	4,80	0,5363	AS	941187
58	E410D4	254	4	2	3,95	0,4782	AS	941197
58	E410D6	254	1	1	3,6	0,41	AS	941083
58	E410D6	254	6	3	2,79	0,22	AS	941148
59	E410D2	256	2	2	4	0,37	AS	941009
59	E410D3	256	8	2	3,35	0,21	AS	941064
59	E410D4	256	1	1	4,10	0,3461	AS	941178
59	E410D6	256	1	4	3,75	0,21	AS	941084
60	E410D2	258	7	1	3,38	0,26	AS	941031
60	E410D3	258	8	4	3,1	0,16	AS	941065
60	E410D4	258	1	2	4,00	0,4049	AS	941167
60	E410D6	258	2	1	4,05	0,3	AS	941102
61	E410D2	259	2	2	5,35	0,42	AS	941010
61	E410D3	259	4	3	2,9	0,18	AS	941049
61	E410D4	259	7	2	4,00	0,5369	AS	941361
61	E410D6	259	3	4	3,8	0,23	AS	941108
62	E410D2	260	6	2	3,49	0,22	AS	941027
62	E410D3	260	3	2	2,66	0,15	AS	941047
62	E410D4	260	3	1	4,80	0,8983	AS	941195
62	E410D6	260	5	4	3,65	0,4	AS	941129
63	E410D4	263	6	3	4,50	0,4130	AS	941223
63	E410D4	263	2	4	4,60	0,9461	AS	941183
63	E410D6	263	5	3	3,08	0,25	AS	941130
63	E410D6	263	2	1	3,3	0,33	AS	941103
64	E410D2	264	2	2	3,25	0,24	AS	941011
64	E410D3	264	7	1	2,81	0,13	AS	941059
64	E410D4	264	1	1	3,90	0,2993	AS	941181
64	E410D6	264	6	3	3,42	0,24	AS	941149
65	E410D4	265	6	2	4,20	0,7156	AS	941222
65	E410D4	265	1	3	4,60	0,4701	AS	941170
65	E410D6	265	6	3	3,96	0,37	AS	941150
65	E410D6	265	5	2	3,75	0,35	AS	941131
66	E410D2	270	2	2	3,4	0,17	AS	941012
66	E410D3	270	1	3	3,2	0,15	AS	941039
66	E410D4	270	7	2	4,20	0,4255	AS	941224
66	E410D6	270	5	1	4	0,32	AS	941132
67	E410D2	277	2	3	3	0,24	AS	941013
67	E410D3	277	7	2	2,87	0,17	AS	941060
67	E410D4	277	2	4	4,95	0,7234	AS	941204
67	E410D6	277	5	4	3,5	0,26	AS	941133
68	E410D4	278	6	4	3,50	0,2866	AS	941219
68	E410D4	278	2	4	3,70	0,6023	AS	941203
68	E410D6	278	5	3	3,15	0,28	AS	941134
68	E410D6	278	3	2	3,55	0,35	AS	941109
69	E410D4	290	6	3	4,00	0,7469	AS	941221

ANNEXE 4 (suite)

NUM.	TEST	FAM. #	BLOC #	ARBRE #	HAUTEUR (m)	G1	#	CLONE
69	E410D4	290	7	4	4,50	0,5365	AS	941350
69	E410D6	290	5	3	3,1	0,25	AS	941135
69	E410D6	290	1	3	3,4	0,25	AS	941085
71	E410D4	291	6	2	3,70	0,3063	AS	941218
71	E410D4	291	1	2	4,65	0,4537	AS	941161
71	E410D6	291	2	4	3,52	0,22	AS	941104
71	E410D6	291	6	4	3,46	0,27	AS	941151
72	E410D4	292	1	4	3,80	0,1999	AS	941179
72	E410D4	292	1	2	3,90	0,2560	AS	941169
72	E410D6	292	3	3	3,7	0,34	AS	941110
72	E410D6	292	1	1	3,75	0,33	AS	941086
73	E410D2	295	7	1	2,8	0,26	AS	941033
73	E410D2	295	1	3	3,1	0,25	AS	941003
73	E410D3	295	5	3	2,75	0,14	AS	941052
73	E410D3	295	1	2	2,46	0,12	AS	941070
74	E410D6	297	6	3	3,35	0,28	AS	941152
74	E410D6	297	1	2	3,3	0,14	AS	941087
75	E410D2	299	7	4	2,75	0,19	AS	941034
75	E410D3	299	7	1	2,75	0,12	AS	941061
75	E410D4	299	1	4	3,60	0,3504	AS	941166
75	E410D6	299	1	1	3,8	0,13	AS	941088
76	E410D2	301	5	3	3,19	0,17	AS	941021
76	E410D3	301	4	2	3,2	0,13	AS	941050
76	E410D4	301	7	4	4,55	0,6532	AS	941362
76	E410D6	301	4	4	2,92	0,19	AS	941122
77	E410D4	307	3	2	4,10	0,3127	AS	941208
77	E410D4	307	4	1	3,60	0,7967	AS	941213
77	E410D6	307	6	3	3,15	0,27	AS	941153
77	E410D6	307	3	1	3,15	0,31	AS	941111
78	E410D4	313	7	2	3,90	0,5372	AS	941356
78	E410D4	313	3	3	4,20	0,3688	AS	941209
78	E410D6	313	5	2	3,1	0,21	AS	941136
78	E410D6	313	6	2	3,07	0,2	AS	941154
79	E410D4	389	1	4	4,65	0,3901	AS	941175
79	E410D4	389	1	3	4,50	0,3059	AS	941174
79	E410D6	389	1	4	4,05	0,27	AS	941089
79	E410D6	389	6	1	3,27	0,22	AS	941155
80	E410D4	403	6	2	4,10	0,8229	AS	941217
80	E410D4	403	4	2	4,00	0,8299	AS	941193
80	E410D6	403	1	4	3,6	0,33	AS	941090
80	E410D6	403	1	3	3,75	0,38	AS	941091
81	E410D4	405	3	3	4,50	0,6111	AS	941214
81	E410D4	405	7	4	3,65	0,4794	AS	941359
81	E410D6	405	2	4	3,69	0,37	AS	941105
81	E410D6	405	4	1	3,25	0,27	AS	941123
82	E410D4	406	7	3	4,20	0,6800	AS	941363
82	E410D4	406	1	2	4,80	0,7879	AS	941171
82	E410D6	406	1	1	4,2	0,32	AS	941092

ANNEXE 4 (suite)

NUM.	TEST	FAM. #	BLOC #	ARBRE #	HAUTEUR (m)	G1	#	CLONE
82	E410D6	406	5	4	3,15	0,3	AS	941137
83	E410D4	409	7	3	3,70	0,5985	AS	941358
83	E410D4	409	2	2	4,10	0,2408	AS	941189
83	E410D6	409	4	3	3,89	0,3	AS	941124
83	E410D6	409	6	1	3,62	0,27	AS	941156
84	E410D4	410	1	3	4,75	0,5845	AS	941176
84	E410D4	410	2	3	3,75	0,4792	AS	941205
84	E410D6	410	3	4	3,4	0,17	AS	941112
84	E410D6	410	5	3	3,15	0,2	AS	941138
85	E410D2	431	6	3	3,39	0,32	E	941028
85	E410D3	431	2	1	3,75	0,32	E	941044
85	E410D4	431	1	1	4,80	0,4025	E	941159
85	E410D4	431	1	3	4,70	0,3464	E	941160
85	E410D4	431	3	2	4,30	0,4797	E	941216
85	E410D6	431	6	3	3	0,1	E	941157
86	E410D4	432	1	2	3,95	1,0051	AS	941165
86	E410D4	432	3	1	4,30	0,6261	AS	941202
86	E410D6	432	1	4	3,65	0,39	AS	941093
86	E410D6	432	3	3	3,7	0,31	AS	941113
87	E410D4	433	7	3	3,75	0,3868	AS	941349
87	E410D4	433	7	1	4,00	0,4921	AS	941225
87	E410D6	433	4	3	3,65	0,31	AS	941125
87	E410D6	433	5	1	3,5	0,24	AS	941139
88	E410D2	434	5	4	3,41	0,23	AS	941022
88	E410D3	434	1	1	3,24	0,12	AS	941040
88	E410D4	434	3	3	3,80	0,4643	AS	941198
88	E410D6	434	4	3	3,11	0,29	AS	941126
89	E410D4	437	2	2	4,70	0,6775	AS	941186
89	E410D4	437	1	1	5,30	0,9791	AS	941158
89	E410D6	437	3	1	2,9	0,27	AS	941114
89	E410D6	437	1	1	4,75	0,34	AS	941094

