



***Integrated research activities
for supply of improved larch to tree planting:
tree improvement, floral biology and nursery production***

LARIX 2007 : Symposium international du groupe de travail de l'IUFRO — S2.02.07 (Larch Breeding and Genetic Resources)

Guide des visites de terrain

Saint-Michel-des-Saints et Québec, 16 au 21 septembre 2007



Calendrier du Symposium

Larix 2007 : Symposium International du groupe de travail S2.02.07 :
Integrated Research Activities for Supply of Improved Larch to Tree Planting : Tree Improvement, Floral Biology and Nursery Production

Dimanche 16 sept.	Lundi 17 sept.	Mardi 18 sept.	Mercredi 19 sept.	Judi 20 sept.	Vendredi 21 sept.
<p>Avant-midi</p> <p>12h00 – 1^{er} départ en Autocar : Montréal (Aéroport P.E. Trudeau) – Saint-Michel-des-Saints (≈ 2h30 de route)</p>	<p>Tournée Lanaudière – Arrêt #1 Peuplement typique de l'érablière à bouleau jaune Arrêt #2 Peuplement naturel de <i>Larix laricina</i></p>	<p>Tournée : Berthierville et Batiscan – Arrêt #1 Pépinière de Berthier – MRNF • Verger sous- abri • Pollinisation dirigée • Usine de traitement de semences</p>	<p>IUFRO et CPC/PCC 4 Conférenciers (ères) invités (ées) : Plénière commune avec le Conseil du Peuplier du Canada (Centre des congrès)</p>	<p>IUFRO Génétique Amélioration génétique I Sylviculture des mélanges et transformation des bois I et II (Centre des congrès)</p>	<p>Deux choix : 1) Programmes d'amélioration génétique au MRNF (Duchesnay) 2) Pépinière de Saint- Modeste - MRNF (1 journée)</p>
(Repas du midi libre)	(Compris)	(Compris)	(Compris : Centre des congrès)	(Compris : Centre des Congrès)	(Compris)
<p>Après-midi</p> <p>18h00 – 2^e départ en autocar : Montréal (Aéroport P.E. Trudeau) – Saint-Michel-des-Saints (≈ 2h30 de route)</p>	<p>Arrêt #3 Plantation opérationnelle de <i>Larix</i> (2000) Arrêt #4 Test de descendances et plantation opérationnelle de <i>Larix</i> (2001)</p>	<p>Arrêt #2 Verger à graines de <i>L. kaempferi</i> Batiscan</p>	<p>IUFRO Une séance d'intérêt général sur le mélange Séance d'affichage (Centre des congrès)</p>	<p>IUFRO Amélioration génétique II Production de plants et biologie florale (Centre des congrès)</p>	<p>2) Pépinière de Saint- Modeste (suite) : • Bouturage des <i>Larix</i> • Embryogenèse somatique de l'épinière blanche Fin du symposium</p>
(Souper – forfait Auberge) Auberge du Lac Taureau	(Souper – forfait Auberge) Auberge du Lac Taureau	(Arrivée à Québec vers 17h30, repas libre)		Repas libre	
Soirée	S2.02.07		IUFRO et CPC/PCC		
Inscription et <i>Brise-glace</i>	<i>Réunion d'affaires</i>		Banquet au Centre des congrès (Compris)		
(Auberge du Lac Taureau)	(Auberge du Lac Taureau)	(Coucher à Québec)	(Coucher à Québec)	(Coucher à Québec)	



***Integrated research activities
for supply of improved larch to tree planting:
tree improvement, floral biology and nursery production***

LARIX 2007 : Symposium international du groupe de travail de l'IUFRO — S2.02.07 (Larch Breeding and Genetic Resources)

Guide des visites de terrain

Saint-Michel-des-Saints et Québec, 16 au 21 septembre 2007



Ce document à tirage limité est également disponible en format PDF sur le site Internet du Carrefour de la recherche forestière, section des colloques conjoints.

Site Internet du Carrefour de la recherche forestière : www.mrnf.gouv.qc.ca/carrefour

This publication is also available in English upon request.

Éditeurs :

Pierre Bélanger, Martin Perron, Pierre Périnet et Mireille Desponts

Conception graphique :

Maripierre Jalbert

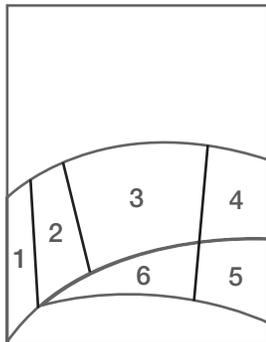
Mise en page :

Jessica Groleau et Maripierre Jalbert

Cartographie :

Jean Noël, sauf si indiqué autrement.

Crédits photos page couverture :



1-2. Gaston Lapointe

3. Jean-Philippe Mottard

4. François Caron

5. Denise Tousignant

6. Patrick Lemay

En couverture arrière : Gaston Lapointe

Publié et diffusé par :

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec
Direction de la recherche forestière
2700, rue Einstein, Québec, Québec, Canada G1P 3W8
Téléphone: 418-643-7994 Télécopieur : 418-643-2165
Courriel : recherche.forestiere@mrnf.gouv.qc.ca
Internet : www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche

© Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2007

On peut citer ce texte en indiquant la référence et il est permis de distribuer la version PDF.

ISBN : 978-2-550-50506-8
ISBN (PDF) : 978-2-550-50507-5

Table des matières

Calendrier du Symposium.....	ii
Liste des auteurs	iv
Mot des organisateurs.....	1
Remerciements	2
Merci à nos partenaires financiers!.....	3
Le Canada en forêt.....	4
Le Québec, Pays de forêts.....	5
Amélioration génétique des mélèzes au MRNF – Québec	7
La production de semences et de plants forestiers au Québec	9
Jour 1 – 17 septembre, Arrêts 1, 2, 3, 4, Saint-Michel-des-Saints Région administrative de Lanaudière.....	11
Jour 1 – 17 septembre, Arrêt 1, Saint-Michel-des-Saints Érablière à bouleau jaune typique	13
Jour 1 – 17 septembre, Arrêt 2, Saint-Michel-des-Saints Peuplement naturel de <i>Larix laricina</i>	17
Jour 1 – 17 septembre, Arrêt 3, Saint-Michel-des-Saints Plantation opérationnelle de Louisiana-Pacifique Ltée, secteur Lac au Piège	19
Jour 1 – 17 septembre, Arrêt 4, Saint-Michel-des-Saints Test de descendances uniparentales de mélèze d’Europe et de mélèze hybride du canton Brassard (BRA42801).....	23
Jour 2 – 18 septembre, Arrêt 1, Berthier Région administrative de Lanaudière Arrêt 2, Bastican Région administrative de la Mauricie	27
Jour 2 – 18 septembre, Arrêt 1, Berthier Station Berthier	29
Jour 2 – 18 septembre 2007, Arrêt 2, Batiscan Partie 1. Verger à graines de mélèze du Japon.....	33
Jour 2 – 18 septembre 2007, Arrêt 2, Batiscan Partie 2. Récolte de pollen par ensachage en milieu extérieur	37
Jour 5 – 21 septembre, Arrêts 1, 2, 3, 4, Duchesnay Choix 1 – Centre d’expérimentation et de greffage de Duchesnay Région administrative de la Capitale Nationale	41
Jour 5 – 21 septembre, Arrêts 1-4, Duchesnay Programmes d’amélioration génétique de l’épinette noire et du pin gris au Québec.....	43
Jour 5 – 21 septembre, Arrêts 1-4, Duchesnay L’épinette de Norvège au Québec	45
Jour 5 – 21 septembre, Arrêts 1-4, Duchesnay Programme d’amélioration génétique de l’épinette blanche au Québec.....	47
Jour 5 – 21 septembre, Arrêts 1-4, Duchesnay Aménagement des vergers à graines de 2 ^e génération et intégration de l’embryogenèse somatique dans l’aménagement des vergers	49
Jour 5 – 21 septembre, Arrêts 1, 2, 3, 4, Saint-Modeste (suite) Choix 2 – Pépinière de Saint-Modeste Région administrative du Bas-Saint-Laurent	51
Jour 5 – 21 septembre, Arrêts 1-4, Saint-Modeste Pépinière de Saint-Modeste.....	53

Liste des auteurs

Pierre Bélanger

Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Michèle Bettez

Direction générale des pépinières et des stations piscicoles, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Alain Bonneau

Direction générale des pépinières et des stations piscicoles, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Brigitte Blais

Direction générale régionale de Mauricie-Centre-du-Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Trois-Rivières, Québec, Canada

Fabienne Colas

Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Mireille Despots

Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

André Dion

Emballages Smurfit-Stone Canada Inc., La Tuque, Québec, Canada

Annie Fortin

Louisiana Pacific Canada Ltd.–Division St-Michel, Saint-Michel-des-Saints, Québec, Canada

Jean-Yves Guay

Direction générale des pépinières et des stations piscicoles, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Mohammed S. Lamhamedi

Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Gaston Lapointe

Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Marie-Josée Mottet

Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Martin Perron

Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

André Rainville

Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Corine Rioux

Direction générale des pépinières et des stations piscicoles, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Michel Rioux

Direction générale des pépinières et des stations piscicoles, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Denise Tousignant

Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Laurence Tremblay

Direction générale des pépinières et des stations piscicoles et Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Canada

Mot des organisateurs

La Direction de la recherche forestière (DRF) de Forêt Québec, en collaboration avec l'IUFRO, le Réseau Ligniculture Québec, Louisiana-Pacifique Ltée – Division Saint-Michel, Emballages Smurfit-Stone Canada Inc., les Directions régionales des forêts de Laval-Lanaudière-Laurentides et de la Mauricie, et la Direction générale des pépinières et des stations piscicoles, souhaite la bienvenue au Québec aux membres du groupe de travail de l'IUFRO – S2.02.07 (*Larch Breeding and Genetic Resources*). Nous espérons que le Symposium Larix 2007, première rencontre du groupe en Amérique du Nord, vous plaira par sa programmation particulière, débutant par deux jours de visite sur le terrain.

Le mandat de Forêt Québec, un des secteurs du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, est de gérer les différentes facettes de l'aménagement durable des forêts publiques et de concourir au développement de l'industrie des produits forestiers et à la mise en valeur des forêts privées. Dans ce cadre, la mission de la DRF est de participer à l'amélioration de la pratique forestière au Québec en réalisant des projets de recherche et de développement dans divers domaines et en assurant l'intégration de ce savoir-faire par les forestiers.

Le groupe de travail de l'IUFRO – S2.02.07 (*Larch Breeding and Genetic Resources*) vise d'abord à favoriser la communication entre les chercheurs qui s'intéressent à la génétique des mélèzes, de même qu'aux domaines connexes (physiologie, qualité du bois, pathologie, etc.), et de poursuivre la mission de coopération internationale sur le mélèze. L'objectif principal du Symposium Larix 2007 est d'échanger sur l'avancée de la recherche sur les mélèzes, notamment dans les domaines de la génétique, de l'amélioration génétique, de la biologie florale et de la production de plants, et aussi de la sylviculture et de la transformation des bois. Nous souhaitons que le programme suscite le dialogue entre les chercheurs et les praticiens. De telles rencontres devraient également promouvoir la mise en oeuvre de nouveaux projets de coopération.

Ce symposium vise l'intégration des disciplines de recherche reliées à l'obtention et à la production de variétés améliorées de mélèzes pour le reboisement. Les participants auront l'occasion de découvrir les régions de Lanaudière et de la Mauricie et d'y visiter quelques forêts naturelles et des plantations de mélèzes. Des projets de recherche et développement en amélioration génétique et en reproduction des arbres seront présentés, entre autres, dans deux pépinières gouvernementales produisant des variétés issues de croisements dirigés et multipliées par bouturage ou embryogenèse somatique. Par la suite, les participants présenteront les résultats de leurs recherches lors des séances de communications et d'affichage, lesquelles auront lieu lors du symposium à Québec, dans le cadre du Carrefour de la recherche forestière.

Pour cette édition, le Symposium Larix 2007 s'associe à la Réunion annuelle 2007 du Conseil du peuplier du Canada pour tenir la séance plénière des conférenciers invités, un banquet lors du Carrefour ainsi qu'une visite au Centre d'expérimentation et de greffage de Duchesnay, où seront présentés les programmes d'amélioration de la DRF. Ces deux événements mettent l'accent sur deux de nos essences « vedettes », le peuplier et le mélèze, qui font l'objet de recherches à la DRF depuis le début des années 1970. Soulignons au passage que la DRF célèbre cette année ses 40 ans. La tenue de ces événements découle des actions de pionniers visionnaires comme MM. Gilles Vallée et Ante Stipanovic, initiateurs des projets de recherche en amélioration des arbres et en ligniculture.

Partout dans le monde, on note une tendance manifeste à combler la demande croissante en bois au moyen des plantations. Au Québec, la Loi sur le ministère des Ressources naturelles et de la Faune a été modifiée en 2005 pour y inclure les principes d'aménagement écosystémique de la forêt, associé au zonage fonctionnel du territoire. La ligniculture satisfait ainsi certains enjeux de production sur des superficies réduites, tout en diminuant la pression sur la forêt naturelle. Par ailleurs, le gouvernement du Québec a annoncé au printemps 2006 un programme d'investissements sylvicoles doté d'un budget de 75 M\$ sur quatre ans. Ces investissements permettront de réaliser des travaux de sylviculture intensive sur des sites à fort potentiel, notamment la culture d'essences à croissance rapide. La tenue du Symposium 2007 s'inscrit dans cet ordre d'idée.

Nous vous souhaitons bon séjour au Québec et bon Symposium!

Le comité organisateur



Remerciements

Nous remercions le Carrefour de la recherche forestière et la Direction de la recherche forestière (DRF) qui ont rendu possible la tenue du Symposium Larix 2007 dans le cadre des colloques conjoints du Carrefour. Nos partenaires financiers ont joué un rôle capital en soutenant matériellement cet événement échelonné sur plusieurs jours en région, merci pour votre appui!

En plus du comité organisateur, plusieurs personnes ont participé à l'organisation du Symposium tant en région qu'au Carrefour et nous les remercions cordialement pour leur contribution : Stéphan Mercier, Maripierre Jalbert, Marie Dussault, Mireille Desponts, Jean Noël, Pierre Gagné. Merci également aux membres du Comité scientifique, et plus particulièrement à Luc Pâques, pour leur contribution au programme et leurs avis divers.

Nous remercions particulièrement Pierre Périnet, Pierre Bélanger et Marie-Louise Tardif pour leur collaboration et leur support constant, plus spécialement Gaston Lapointe pour son engagement et son enthousiasme indéfectible pour le mélèze. Nos remerciements s'adressent également au personnel de la DRF en génétique et en reproduction des arbres, ainsi qu'à Nathalie Langlois, Sylvie Bourassa, Jessica Groleau et Guillaume Plante pour leur aide à la publication. Nos remerciements s'adressent aussi aux autres personnes ayant participé à l'organisation du Symposium, plus particulièrement au personnel des pépinières de Berthier et Saint-Modeste.

Nous sommes reconnaissants aux conférenciers(ères) invités(es), aux auteurs, aux modérateurs ainsi qu'aux participants de leurs apports au Larix 2007.

Finalement, nous désirons souligner la contribution indispensable des membres du comité organisateur et l'appui majeur des gestionnaires de Forêt Québec à cet événement.

Martin Perron,

Président du comité organisateur

Merci à nos partenaires financiers !

Les organisateurs du Symposium Larix 2007 tiennent à remercier chaleureusement tous les partenaires financiers de l'événement pour leur précieuse collaboration.

Catégorie Or

**Ressources naturelles
et Faune**

Québec 

Avec la participation de : Direction générale des
pépinières et des stations piscicoles

Ancestral^{MD}
LE VÉRITABLE
PLANCHER PRÉ-HUILÉ

Catégorie Bronze



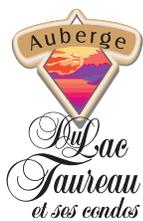
Chaire de recherche du Canada
en génomique forestière
et environnementale



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

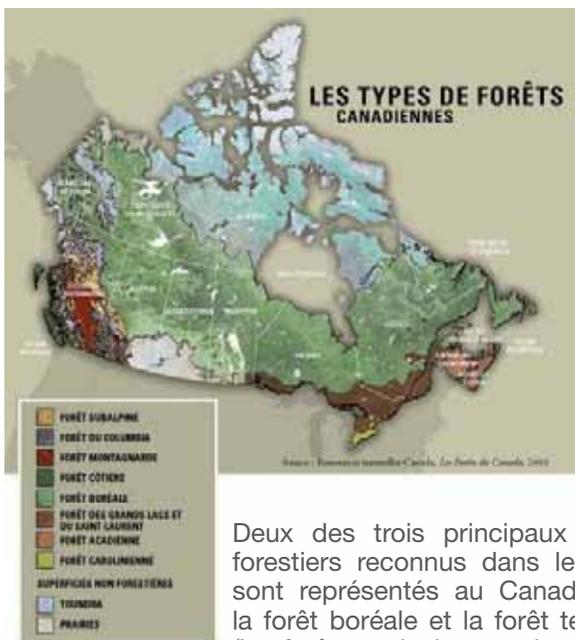
Catégorie Nickel



Le Canada en forêt

À l'échelle planétaire, les forêts canadiennes représentent :

- jusqu'à 10 % du couvert forestier mondial;
- environ 30 % de la forêt boréale planétaire;
- plus de 25 % de la forêt pluviale tempérée de la planète;
- 25 % des terres humides de la planète;
- 25 % des eaux douces de la planète.



Deux des trois principaux biomes forestiers reconnus dans le monde sont représentés au Canada : soit la forêt boréale et la forêt tempérée (La forêt tropicale est absente). La

forêt boréale représente 77 p. 100 des terres forestières du Canada. Elle s'étend du Yukon et du nord-est de la Colombie-Britannique jusqu'à Terre-Neuve-et-Labrador, et couvre les régions septentrionales des Prairies, de l'Ontario et du Québec. Dans l'ensemble du biome boréal, les étés sont courts, humides et modérément chauds, alors que les hivers sont longs, froids et secs. La forêt tempérée croît dans l'est du Canada, où les saisons sont bien définies et le climat plus modéré. La forêt pluviale tempérée se retrouve pour sa part sur une bonne partie de la côte Ouest du Canada.

Les forêts canadiennes sont subdivisées en huit types, définis en fonction de la composition des espèces d'arbres dominantes et de leur localisation (voir la carte ci-dessous). Les forêts urbaines du Canada peuvent être considérées comme un type forestier distinct, et pour de nombreux canadiens ce sont par elles qu'ils s'initient au monde forestier.

La superficie du territoire canadien totalise 979,1 millions d'hectares et se répartit comme suit : 882,1 millions d'hectares de terre, 88,3 million d'hectares d'eau et 8,7 millions d'hectares de terres non classifiées. Les forêts (310 millions d'hectares) et les autres terres boisées (92 millions d'hectares) couvrent environ 46 p. 100 de la masse continentale du Canada.

À peu près 294,8 millions d'hectares de forêts canadiennes ne sont pas protégées et peuvent donc être soumises à de l'exploitation commerciale. Un peu moins de la moitié (143,7 millions d'hectares) de ces forêts est réellement exploitée, à raison de 0,9 million d'hectares annuellement.

Les forêts canadiennes relèvent en majeure partie (93 p. 100) du domaine public — 77 p. 100 relèvent de la compétence des provinces et territoires et 16 p. 100 de celle du gouvernement fédéral. En vertu de la Constitution canadienne, les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux ont des rôles précis à jouer dans l'entretien et la gouvernance des forêts publiques. En outre, ils partagent la responsabilité de certaines questions, comme la réglementation environnementale, ainsi que celles liées à la science et à la technologie forestières.

Les dix provinces et les trois territoires exercent un pouvoir législatif sur la conservation et la gestion des ressources forestières. Ils établissent et appliquent des politiques, des lois et des règlements, délivrent des permis d'exploitation, prélèvent des droits d'aménagement forestier et collectent des données. Au Canada, environ 80 p. 100 de la récolte s'effectue sur des terres publiques, relevant principalement des provinces et des territoires.

Source d'informations autorisée :

Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts à l'adresse : http://cfs.nrcan.gc.ca/sof/sof06/overview_f.html#PublicResource

Le Québec, Pays de forêts

Les forêts font partie intégrante du patrimoine collectif des québécois. Ils se sentent profondément touchés par tout ce qui affecte ce précieux héritage et ce, qu'ils soient amateurs passionnés de la nature, travailleurs forestiers ou visiteurs du dimanche. Au Québec, plus que dans la plupart des autres pays développés, les forêts sont omniprésentes et elles remplissent de multiples fonctions environnementales, sociales et économiques. La gestion de ce trésor inestimable incombe au ministre des Ressources naturelles et de la Faune.

Le Québec continental couvre une superficie de 1,5 Mkm², soit l'équivalent de celle de l'Allemagne, de la France et de l'Espagne réunies. Le territoire est parsemé de milliers de lacs et de rivières qui en font la région du monde la plus riche en eau douce *per capita*.

Trois zones de végétation se retrouvent sur le territoire québécois (voir la Figure en couleur au dos de la couverture). Au nord, la **zone arctique** est caractérisée par une végétation arbustive et herbacée, la **zone boréale**, au centre, par des peuplements de conifères sempervirents, et la **zone tempérée nordique**, au sud, par des peuplements feuillus et mixtes. Le territoire forestier au sud du 52^e parallèle se divise à son tour en trois sous-zones. La forêt boréale continue en constitue 73 p. 100. alors que la sous-zone de la forêt mixte s'étend sur 13 p. 100 du territoire et celle de la forêt décidue sur 14 p. 100. La population québécoise étant concentrée dans la vallée du Saint-Laurent, l'importance du couvert forestier de cette dernière sous-zone a été fortement réduite par l'agriculture et l'urbanisation.

Sommaire du portrait forestier du Québec

La forêt québécoise couvre 655 124 km², dont 89 p. 100 (584 721 km²) sont du domaine public et 11 p. 100 (70 403 km²) du domaine privé. Les terrains forestiers accessibles du domaine public couvrent une superficie de 451 966 km² et renferment un volume marchand brut de 3 755,0 Mm³. Les conifères (sapin, épinette, pin gris et mélèze) sont nettement dominants. Le volume de bois moyen, toutes essences confondues, est de 83 m³/ha. La superficie des terrains forestiers productifs accessibles se répartit comme suit selon la composition des essences : feuillu 10 p. 100, mixte 17 p.100, coniférien 63 p. 100 et sans couvert 10 p. 100. Cette répartition, traduite en volume, s'établit comme suit : feuillu 15 p.100, mixte 22 p. 100 et conifères 63 p. 100. Une forte proportion des peuplements sont d'âge mûrs, car ceux de moins de 60 ans n'occupent que 60 p. 100 de la superficie. Le volume marchand brut est constitué à 73 p.100 de conifères et de 27 p. 100 de feuillus dont 7 p. 100 de peupliers. Règle générale, les forêts sont relativement jeunes au sud et plus vieilles au nord. À l'exception de certaines pessières de la Côte-Nord, les peuplements conifériens ont une structure équienne, et l'on y pratique surtout la coupe totale. Dans les peuplements de feuillus, pour la plupart de structure inéquienne, c'est la coupe de jardinage qui est la plus répandue. Lorsqu'on a recours à des modes de coupe adéquats, les forêts québécoises se régénèrent généralement de façon naturelle.

Afin de conserver et de mettre en valeur les ressources du domaine de l'État sur l'ensemble du territoire, le ministre des Ressources naturelles et de la Faune, de concert avec les autres ministères concernés, prépare un plan d'affectation du territoire, en vertu de la Loi sur les terres du domaine public. Ce plan s'impose, d'une part, pour harmoniser l'action des ministères et autres organismes gouvernementaux en matière de gestion et d'aménagement du territoire et, d'autre part, pour informer la population des orientations de l'État. Le plan d'affectation distingue trois grandes catégories de terres publiques : celle où l'exploitation est interdite, celle où l'exploitation est permise, quoique subordonnée à la conservation du milieu et celle où l'exploitation des ressources est prioritaire, tout en respectant les autres fonctions et utilisations du milieu forestier. Le *Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine public* précise les modalités à respecter dans chacune de ces catégories de territoires. Ce règlement vise trois objectifs principaux : protéger l'ensemble des ressources du milieu forestier; garantir la compatibilité des travaux d'aménagement forestier avec l'affectation du territoire du domaine de l'État et assurer le maintien ou la reconstitution du couvert forestier.

L'attribution d'un volume de bois des forêts du domaine de l'État en vue de l'approvisionnement des usines de transformation est fixée par le ministre des Ressources naturelles et de la Faune. Le contrat d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAFF) est le principal outil à la disposition du ministre pour effectuer cette attribution. Le titulaire d'un permis d'exploitation d'une usine de transformation, qui détient un CAFF, est autorisé à récolter chaque année, sur un territoire défini, un volume de bois ronds d'une ou plusieurs essences, afin d'assurer l'approvisionnement de son usine. Le territoire sur lequel s'exerce le CAFF est appelé « unité d'aménagement ». Ce territoire regroupe une ou plusieurs « aires communes », c'est-à-dire des superficies où un certain nombre d'industriels forestiers sont autorisés à récolter des bois d'essences, de groupes ou de qualité distincts. Chaque aire commune fait l'objet d'un plan général d'aménagement forestier et d'un calcul de possibilité forestière particulier.

Le CAFF a une durée de 25 ans. Il peut être prolongé tous les cinq ans pour une autre période quinquennale, si le bénéficiaire a respecté ses engagements de même que les dispositions de la loi et des règlements.

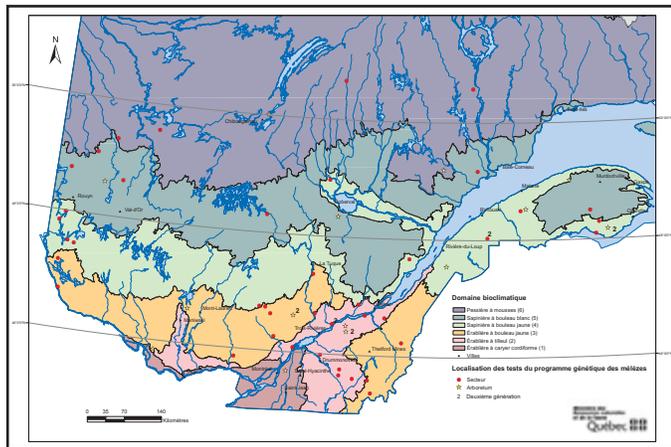
Source d'informations :

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. 2002. *Rapport sur l'état des forêts québécoises, 1995-1999*. 272 p.

Amélioration génétique des mélèzes au MRNF – Québec

Par Martin Perron

Au début des années 1970, le programme d'amélioration génétique des mélèzes au Québec s'est amorcé par la mise en place de plantations comparatives de plusieurs espèces et variétés. Le programme était essentiellement axé sur le mélèze laricin (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch) et les mélèzes d'Europe et du Japon (*L. decidua* Mill., MEE; *L. kaempferi*, [Lamb.] Carrière; MEJ). Actuellement, nous disposons également d'échantillons de six autres espèces de mélèze, soit *L. gmelinii*, *L. occidentalis*, *L. olgensis*, *L. siberica*, *L. dahurica*, et *L. principis rupprechtii*.



Le programme d'amélioration génétique de la deuxième génération du mélèze laricin s'en tiendra à des activités limitées (aucun croisement dirigé), à cause de la faible variabilité génétique observée sur la croissance, dans plusieurs tests. De plus, la demande se limite essentiellement au domaine bioclimatique de la pessière à mousses pour lequel la croissance est faible, en raison de la courte saison de croissance (environ 143 jours). La sélection de la population d'amélioration de notre deuxième génération se terminera vers 2010 et prendra en compte les traits directement liés au bois (ex. : densité).

Pour ce qui est de la deuxième génération des mélèzes introduits au Québec (MEE, MEJ et leur hybride [*L. x marschlinsii* Coaz; MEH]), le programme est plus élaboré et il a débuté en 2003 (Figure 1). Toutefois, avant la mise en place de cette deuxième génération, nous avons revu et corrigé notre stratégie d'amélioration génétique des mélèzes introduits. Cette stratégie prend en compte les acquis du programme, les besoins actuels et à venir de la foresterie québécoise, ainsi que les connaissances de l'heure en génétique. C'est pourquoi, la stratégie de sélection récurrente réciproque par devant (SRR-SD) sera mise en place. Cette stratégie est privilégiée, puisqu'elle est l'une des plus sûres parmi les stratégies reconnues d'amélioration génétique des hybrides interspécifiques (KERR *et al.* 2004). En outre, elle offre la garantie de bénéficier d'une plus grande domestication

des espèces parentales; ce qui est non négligeable à ce stade-ci. Par exemple, cela permettra de vérifier la nécessité de recourir à plus d'une zone d'amélioration et, s'il y a lieu, d'identifier les familles des espèces parentales (MEE et MEJ) les mieux adaptées aux divers domaines bioclimatiques du Québec.

La sélection des descendances et des provenances a été effectuée d'abord en regard de la performance de la croissance en hauteur totale à 9, 10 ou 15 ans, selon les données disponibles. Par la suite, une sélection massale a été effectuée à l'aide des caractères de rectitude du tronc, de qualité de la cime (grosseur de branche, angle de branche, nombre de branche) et de résistance aux maladies (absence de dégât). De plus, les hybrides ont été exclus à l'aide de marqueurs moléculaires (e.g. ACHÉRÉ *et al.* 2004; GROS-LOUIS *et al.* 2005). Au total, 80 MEE et 80 MEJ ont été retenus, et ils composeront les groupes d'élevage de notre seconde génération, soit les populations d'amélioration des espèces parentales.

D'abord, deux polymix seront utilisés afin d'évaluer l'aptitude générale à la combinaison (AGC) et l'aptitude générale à l'hybridation (AGH) de l'ensemble des arbres des groupes d'élevage de chaque espèce parentale. Ce plan de croisement produira 160 familles de H_1 (80 H_{1EXJ} et 80 H_{1JXE}) ainsi que 80 familles intra-spécifiques de chacune des espèces parentales pour un total de 320 familles. Au chapitre des plantations comparatives pour l'évaluation de l'AGC et de l'AGH, six sites dans quatre domaines bioclimatiques (érablière à tilleul, érablière à bouleau jaune, sapinière à bouleau jaune et sapinière à bouleau blanc) seront choisis. Sur chacun d'eux, il y aura trois plantations comparatives : une pour évaluer l'AGH et deux pour évaluer l'AGC, soit une pour les MEE et une pour les MEJ. Le mesurage de dix ans (vers 2023) fournira une partie de l'information utile à la formation des populations d'amélioration des espèces parentales de la troisième génération.

Ensuite, des croisements intra-spécifiques biparentaux seront effectués selon des plans de croisements factoriels (8 et 6) en sous-groupes à l'intérieur de deux groupes d'élevage de 16 AS et deux de 24 AS, afin de créer 136 familles biparentales par espèce parentale (MEE et MEJ). Les 136 familles biparentales, de chacune des espèces parentales, seront mises en terre dans deux plantations de recrutement et de croisement, afin de diminuer les risques de dommages ou de pertes de ces dernières. Il s'agit simplement de plantations constituées d'une grande parcelle de chaque famille (probablement 7 X 7).

Enfin, la population de production de la nouvelle variété améliorée de MEH de 2^e génération a été constituée d'un sous-ensemble des populations d'élevage des espèces parentales, soit 20 MEE et 20 MEJ ou 25 % des populations d'élevage. Afin de minimiser les liens de parentés et de maintenir la diversité génétique des descendants de cette population, il y a eu un maximum de deux AS par source (descendances ou provenances).

Les vingt MEE, de la population de production, représentent 16 descendance uniparentales issues de neuf provenances, alors que les 20 MEJ représentent huit provenances et six descendance uniparentales, soit 14 sources. Au cours des hivers 2006 et 2007, ces arbres ont été greffés par la Direction des pépinières et stations piscicoles dans le but de constituer la population de production de la variété améliorée de MEH, de seconde génération.

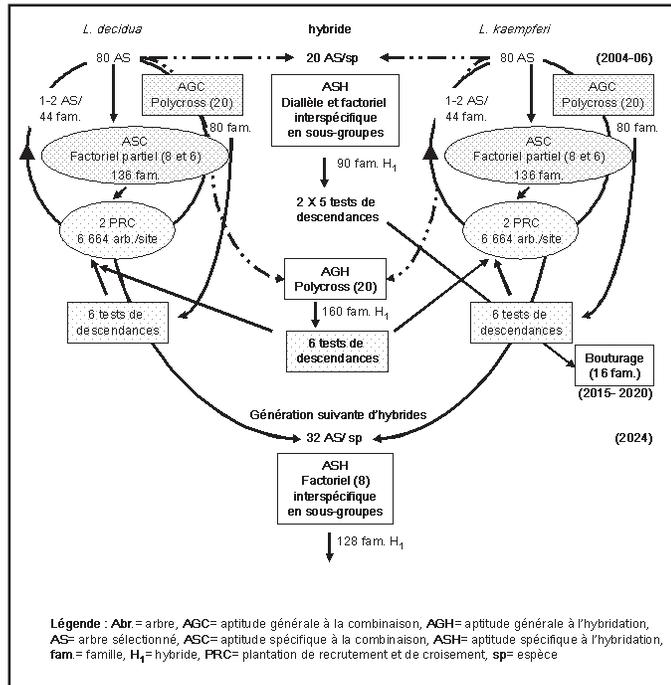


Figure 2. Schéma de l'amélioration génétique des mélèzes au MRNF – Québec

Références

- ACHERÉ, V., P. FAIVRE RAMPANT, L. E. PÂQUES, D. PRAT. 2004. *Chloroplast and mitochondrial molecular tests identify European X Japanese larch hybrids*. Theoretical and Applied Genetics 108: 1643-1649.
- GROS-LOUIS, M. C., J. BOUSQUET, L. E. PÂQUES, N. ISABEL. 2005. *Species-diagnostic markers in Larix spp. based on RAPDs and nuclear, cpDNA, and mtDNA gene sequences, and their phylogenetic implications*. Tree Genetics & Genomes 1: 50-63.
- KERR, R. J., M. J. DIETERS, B. TIER, H. S. DUNGEY. 2004. *Simulation of hybrid forest tree breeding strategies*. Canadian Journal of Forest Research 34: 195-208.

Personnes-ressources

Martin Perron, biologiste, Ph. D.
 Chercheur, amélioration génétique des mélèzes
 (Direction de la recherche forestière)
 martin.perron@mrnf.gouv.qc.ca
 418 643-7994 poste 6547

Gaston Lapointe, tech. f. sp.
 Responsable des aspects techniques de l'amélioration
 génétique des mélèzes
 gaston.lapointe@mrnf.gouv.qc.ca
 418 643-7994 poste 6552

La production de semences et de plants forestiers au Québec

Par Alain Bonneau

Au Québec, la production de semences et de plants forestiers est coordonnée par la Direction générale des pépinières et des stations piscicoles, dont le mandat s'énonce ainsi : « **Contribuer à l'augmentation du rendement des forêts du Québec en assurant la production de semences et de plants améliorés, selon les besoins des clients et au meilleur coût possible** ».

Le niveau de reboisement au Québec est de l'ordre de 150 millions de plants annuellement, réparti comme suit :

- 122 M sur forêts publiques;
- 28 M sur forêts privées;

Ces plants sont produits par 23 pépinières (Figure 1) selon les proportions suivantes :

- 45 M par les 6 pépinières du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (Berthier, Grandes-Piles, Normandin, Saint-Modeste, Sainte-Luce et Trécesson);
- 105 M par 17 pépinières privées, grâce à des contrats négociés avec l'Office des producteurs de plants forestiers du Québec;

Pour produire ces plants, 450 M de graines sont requises à chaque année, dont 80 % sont issues de sources génétiquement améliorées, provenant principalement des 1 127 hectares de vergers à graines provinciaux de première et de seconde génération. En outre, les meilleurs individus identifiés dans les programmes d'amélioration génétique font l'objet de croisements dirigés afin d'obtenir des semences d'élite, destinées au bouturage. Ces mêmes croisements sont également utilisés pour la production de plants par embryogenèse somatique.

Les principales essences produites sont l'épinette noire, le pin gris, l'épinette blanche et l'épinette de Norvège. À la production des résineux s'ajoutent 1,5 M de feuillus nobles et 1,5 M de feuillus hybrides.

Afin de se placer parmi les chefs de file en reboisement, le Québec mise sur des plants de reboisement de la plus haute qualité. Ceux-ci constituent un levier inestimable pour augmenter la productivité et le rendement des forêts. Pour assurer une bonne reprise lors de la mise en terre et obtenir les rendements escomptés, des normes rigoureuses ont été établies et un contrôle de la qualité est pratiqué sur chacun des lots de plants expédiés au reboisement. Les critères de qualité portent notamment sur :

- un système racinaire bien développé;
- la dimension des plants, hauteur (H) et diamètre (D);
- la robustesse des plants (rapport H/D);
- l'absence de maladies et d'insectes;
- la concentration tissulaire en azote;
- un plant bien formé (tiges et racines).

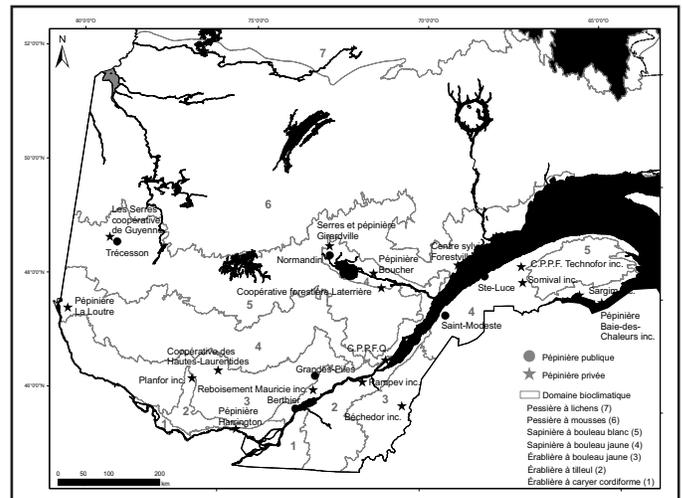


Figure 1. Emplacement des 23 pépinières forestières gouvernementales et privées au Québec. (Carte modifiée de LAMHAMED I *et al.*, 2005).

Référence :

LAMHAMED I, M.S., R. MARIO, L. VEILLEUX. 2005. *Élaboration des seuils de tolérance au gel des plants d'épinette blanche 1+0 en pépinière forestière selon les régions écologiques du Québec*. Ministère des ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche 147, 52 pages.

Jour 1 – 17 septembre, Arrêts 1, 2, 3, 4, Saint-Michel-des-Saints Région administrative de Lanaudière

Portrait de la région administrative de Lanaudière

La superficie de cette région administrative totalise 13 405 km². Les terrains forestiers y couvrent une superficie de 10 497 km² dont 77 p. 100 sont du domaine public et 13 p. 100 du domaine privé. Les terrains forestiers productifs accessibles des forêts publiques totalisent une superficie de 7 572 km² et contiennent un volume marchand brut de 82,0 Mm³. L'eau et les terrains non forestiers constituent, respectivement, 9 p. 100 et 13 p. 100 de ce territoire. La superficie des aires protégées, soit les parcs et les réserves écologiques, totalise 574 km².

Les forêts publiques de Lanaudière renferment 78 p. 100 du volume marchand brut disponible dans la région. Le couvert de type mixte y est dominant. Le volume de bois moyen, toutes essences confondues, est de 108 m³/ha. Selon le type de couvert, la superficie des terrains forestiers productifs accessibles des forêts publiques se répartit ainsi : feuillu 28 p. 100, mixte 45 p. 100, coniférien 21 p. 100 et sans couvert 6 p. 100. Par rapport au volume, toujours selon le type de couvert, cette répartition s'établit comme suit : feuillu 31 p. 100, mixte 48 p.100 et coniférien 21 p. 100. La plupart des peuplements sont d'âge moyen, car ceux de moins de 60 ans occupent 59 p. 100 de la superficie. Le volume marchand brut est constitué de 43 p. 100 de conifères et de 57 p. 100 de feuillus dont 11 p. 100 de peupliers. Les conifères appartiennent surtout au groupe « sapin (*Abies balsamea* (L.) Mill.), épinettes (*Picea* spp.), pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) et mélèze (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch) ».

Source d'informations :

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. 2002. *Rapport sur l'état des forêts québécoises, 1995-1999*. 272 p.



Légende de la carte :

Région administrative de Lanaudière.

Jour 1 – 17 septembre, Saint-Michel-des-Saints (n° 1 sur la carte).

Jour 2 – 18 septembre, Berthier (n° 2 sur la carte)

L'unité de paysage régional Saint-Michel-des-Saints

L'unité de paysage régional¹ (UPR) Saint-Michel-des-Saints est située à environ 100 km au nord de Montréal. Le relief de cette unité est accidenté. Il est formé de collines et hautes collines aux sommets arrondis et aux versants de pente modérée à forte (pente moyenne : 14%). L'altitude moyenne est de 431 m. Les dépôts de surface sont dominés par un till épais quoique le till mince soit présent sur la plupart des hautes collines. Le réseau hydrographique fait partie du bassin versant du fleuve Saint-Laurent et compte plusieurs plans d'eau, dont le principal est le réservoir Taureau, au nord. La rivière Matawin, qui s'écoule de l'ouest vers l'est en direction de la rivière Saint-Maurice, est le plus important cours d'eau. L'unité est comprise dans le domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune. Le climat est de type subpolaire humide, continental (température moyenne annuelle 2,5 °C; degrés-jours de croissance de 1 111 à 1 444 °C). Il est caractérisé par une saison de croissance longueur moyenne (160-170 jours). L'indice d'aridité est de 125 à 175. La précipitation annuelle moyenne est de 900 à 1 000 mm dont 25 à 30% tombe sous forme de neige.

La végétation potentielle des sites mésiques est l'érablière à bouleau jaune à mi-pente (*Acer saccharum* Marsh., *Betula alleghaniensis* Britton) et la sapinière à bouleau jaune sur les hauts de pente (*Abies balsamea* (L.) Mill., *Betula alleghaniensis* Britton). Les sites très bien drainés sont colonisés par la végétation potentielle de la pessière noire à cladines et aulne crispée (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P., *Cladina* spp., *Alnus crispa* (Ait.) Pursh.). Sur les replats moins bien drainés se trouve la sapinière à épinette rouge (*Abies balsamea* (L.) Mill., *Picea rubens* Sarg.). La forêt couvre la presque totalité des terres de cette unité de paysage régional.

Source d'informations :

ROBITAILLE, A., J.P. SAUCIER. 1998. *Paysages régionaux du Québec méridional*. Les Publications du Québec. Sainte-Foy (Québec). 215 p.

¹ L'unité de paysage régional (UPR) est une portion du territoire du Québec méridional caractérisée par une organisation récurrente. Le relief, l'hydrographie et le bioclimat constituent les facteurs permanents pour la délimiter et la structurer tandis que ceux de la végétation potentielle et de la répartition de certaines essences d'arbres servent comme caractères indicateurs du climat.

Jour 1 – 17 septembre, Arrêt 1, Saint-Michel-des-Saints Érablière à bouleau jaune typique

Par Brigitte Blais et Pierre Bélanger

Le site sur lequel nous nous retrouvons actuellement fait partie de l'unité de paysage de Saint-Michel-des-Saints (4 270 km²) et du domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune. Le relief de cette unité de paysage est accidenté et formé de collines et de hautes collines aux sommets arrondis et aux versants de pente modérée à forte. L'amplitude altitudinale moyenne est de 111 mètres et la pente moyenne de 14 %. De nombreux escarpements marquent le paysage dans la partie est de l'unité. La partie ouest est moins accidentée, la rivière Matawin s'écoulant au fond d'une vaste dépression. L'altitude moyenne (431 m) est beaucoup plus élevée que dans les unités situées à l'est et au sud. Le substrat rocheux est composé de roches cristallines métamorphiques (gneiss).

Le till épais couvre plus de 40 % de la superficie totale et occupe surtout les coteaux et les collines de la partie ouest. Une moraine frontale traverse l'unité dans la partie sud-est (moraine de Saint-Narcisse). Le till mince s'étend sur le quart de la superficie, surtout sur les hautes collines accidentées de la partie est, dont les sommets présentent de nombreux et vastes affleurements rocheux. Dans cette zone, le till épais n'est localisé que dans les talwegs. On trouve des dépôts fluvioglaciaires dans les vallées plus larges, en particulier dans la vallée de la rivière Matawin.

Le réseau hydrographique fait partie du bassin versant du fleuve Saint-Laurent et compte de nombreux plans d'eau, dont le principal est le réservoir Taureau, au nord. Les lacs sont uniformément répartis sur le territoire. La rivière Matawin, qui s'écoule de l'ouest vers l'est en direction de la rivière Saint-Maurice, est le plus important cours d'eau.

Domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune

Comme mentionné précédemment, l'unité de paysage de Saint-Michel-des-Saints appartient au domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune. Ce domaine longe le sud du plateau laurentien et des Appalaches, couvrant ainsi 65 600 km² de la grande zone nommée la zone tempérée nordique, laquelle fait plus de 110 000 km² (voir la Figure en couleur au dos de la couverture). Il jouit d'un climat de type subpolaire, subhumide, continental. La température annuelle moyenne est de 2,5 °C, les précipitations annuelles moyennes de 1 100 mm et la longueur moyenne de la saison de croissance de 160-170 jours.

Largement répandue, l'érablière à bouleau jaune se retrouve dans les milieux typiques de cette région à des altitudes variables. Les bétulaies jaunes à sapin, les feuillus intolérants et le sapin occupent les bas de pente et les versants moins exposés tandis que les peuplements résineux, en majorité des sapinières et des pessières, colonisent les sites escarpés et mal drainés.

L'érablière à bouleau jaune croît sur les milieux de pente de drainage moyen et sur des podzols humo-ferriques ou ferro-humiques recouverts d'un humus de type moder.

À l'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.), nettement dominant, se joint une quantité variable de bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.). Des hêtres (*Fagus grandifolia* Ehrh.) et quelques conifères, notamment le sapin baumier (*Abies balsamea* [L.] Mill.), l'épinette rouge (*Picea rubens* [L.] Sarg.), l'épinette blanche (*Picea glauca* [Moench] Voss) et la pruche du Canada (*Tsuga canadensis* [L.] Carrière) apparaissent sporadiquement. L'érablière à bouleau jaune possède une structure généralement inéquienne, qui démontre la capacité de l'érable à sucre et du bouleau jaune à profiter des trouées pour se régénérer ou accélérer leur croissance (LEMIEUX, 1963; MAJGEN *et al.*, 1984). Enfin, signalons que le chablis joue un rôle prépondérant dans la dynamique de la forêt du domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune.

L'érable à sucre (*Acer saccharum*)

L'érable à sucre (Photo 1) se reconnaît à son fruit, la samare (Photo 2), à ses bourgeons brunâtres et à ses feuilles vertes à cinq lobes et aux bords lisses (Photo 3),

La feuille d'érable, emblème national du Canada, passe graduellement du jaune au rouge l'automne,

Arbre appalachien, il pousse surtout au sud de la province, dans les sols riches, humides et bien drainés, de préférence sur des terrains élevés,

Hauteur : 35 m, diamètre : 90 cm, âge : 200 ans.



Photo 1. Érable à sucre (photo MRNF).



Photo 2. Fruits (samare) de l'érable à sucre (photo MRNF).



Photo 3. Feuille de l'érable à sucre (photo MRNF).

La production acéricole

Alors que l'hiver commence, l'érable à sucre voit l'amidon qu'il a accumulé au courant de l'été se transformer en sucre. Au printemps, ce sucre viendra se mêler à l'eau absorbée par les racines de l'arbre, un heureux mélange nommé l'eau d'érable.

Aux premières manifestations du printemps, l'acériculteur entaille les érables à sucre, en perforant l'écorce de petits trous de quelque cinq centimètres de profondeur auxquels il rattache un système tubulaire (Photo 4). Ce dernier relie directement tous les arbres entaillés à la cabane à sucre. Les successions de gel et de dégel aidant, la pression dans l'érable est modifiée, provoquant la coulée de l'eau d'érable qui circulera dans ces tubes. Toutefois, le mécanisme qui déclenche cette dernière demeure jusqu'à présent méconnu.



Photo 4. Tubulure dans une érablière (photo MAPAQ [Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec]).

Vient ensuite le temps de la transformation à l'aide d'un évaporateur, processus durant lequel la saveur bien particulière d'érable se développe et qui permet la préparation des populaires produits de l'érable!

Portrait de l'érablière de M. Rondeau :

Localisation	Sainte-Émélie-de-L'Énergie, dans Lanaudière
Latitude	46° 24' 16" N
Longitude	73° 44' 32" O
Superficie	1,62 ha
Nombre d'arbres entaillés	700
Espèces présentes dans l'érablière	Érables à sucre (95 %) dont certains frôlent 100 ans, bouleaux jaunes et bouleaux blancs.
Principaux produits	Surtout du sirop d'érable, mais aussi de la tire et du sucre.
Méthode de travail	Système de tubulure en place. La préparation des produits de l'érable se fait toutefois de façon traditionnelle, avec un chauffage au bois.
Climat, sol et topographie	
Précipitation annuelle moyenne	900 à 1 100 mm
Température annuelle moyenne	2,5 °C
Longueur de la saison de croissance	160 à 170 jours
Altitude	440 m
Dépôt	Loam sableux (78 % sable – 13 % limon – 9 %)
pH	4,05

Exclusive au nord-est de l'Amérique du Nord, la production acéricole se fait bien présente au Canada, qui produit 86 % du sirop d'érable à l'échelle mondiale. Des provinces productrices, le Québec, arrive au premier rang.

Provenance de la production acéricole canadienne...

Québec : 93 %

Ontario : 5 %

Nouveau-Brunswick : 2 %

Une forte proportion de la production québécoise prend la route du marché des États-Unis. De 2000 à 2005, la part du marché du Québec a fait un bond remarquable de 17 %, elle a atteint 88 %.

Cela dit, plusieurs érablières comme celle de M. Clémentien Rondeau demeurent exploitées à des fins non commerciales. Ainsi, depuis près de 30 ans, M. Rondeau destine à ses proches les produits de son érablière. Son érablière familiale s'avère un passe-temps avant tout.

La façon d'antan

Si les méthodes de production se sont raffinées – surtout depuis les années 70 – certains acériculteurs choisissent de travailler à l'ancienne. Au système tubulaire, ces acériculteurs préfèrent ainsi l'insertion d'un bec en métal ou plastique (le chalumeau) (Photo 5) dans l'entaille qui dirige l'eau d'érable dans un sceau. Traditionnellement, la cueillette des sceaux se fait par la suite à l'aide d'un cheval attelé à un traîneau. Mais peu importe la méthode retenue en matière de production, le temps des sucres s'inscrit dans les coutumes québécoises, si bien qu'à chaque printemps, nombreux sont les groupes d'amis ou les familles se rencontrant à la cabane à sucre pour savourer les produits de l'érable!



Photo 5. Chalumeau de plastique (photo MAPAQ).

Références :

LEMIEUX, G.J., 1963. *Ecology and productivity of the northern Hardwood forests of Québec*. Thèse de doctorat, Université du Michigan, Ann-Arbor. 144 pages.

MAJGEN, Z., Y. RICHARD et M. MÉNARD, 1984. *Écologie et dendrométrie dans le sud-ouest du Québec, étude de douze secteurs forestiers*. Serv. Rech., Min. Res. Nat., Québec, Mémoire no 85. 334 pages.

Sources d'information :

GRONDIN, P. ET COLLABORATEURS, 1996. *Domaine de l'érablière à bouleau jaune*. Manuel de foresterie, Première partie – Le milieu forestier, Chapitre trois Écologie forestière, pp. 183-196. Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. Les Presses de l'Université Laval, Québec.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE, 2007. *Guide de reconnaissance des types écologiques*. Direction de l'environnement forestier et Direction des communications. 113 pages.

ROBITAILLE, A., J.-P. SAUCIER, 1998. *Paysages régionaux du Québec méridional*. Les Publications du Québec, Québec, 213 p.

Jour 1 – 17 septembre, Arrêt 2, Saint-Michel-des-Saints Peuplement naturel de *Larix laricina*

Par Gaston Lapointe et Martin Perron

Il y a trois espèces de mélèzes indigènes en Amérique du Nord. Deux d'entre elles, le mélèze subalpin (*Larix lyallii* Parl.) et le mélèze de l'ouest (*L. occidentalis* Nutt.) se retrouvent exclusivement dans le sud-ouest canadien et dans le nord-ouest américain. Le mélèze laricin (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch) est donc le seul représentant du genre dans l'est de l'Amérique du Nord. Son aire de distribution (Figure 1) est en effet parmi la plus étendue des espèces de conifères en Amérique du Nord. Elle s'étend de l'Alaska aux provinces Atlantiques, de même qu'au Nord-Est des États-Unis (e.g. : Vidakovic 1991).

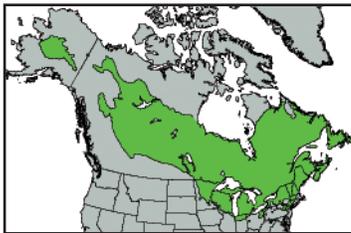


Figure 1. Aire de distribution du mélèze laricin.

Le mélèze laricin

Le mélèze laricin est un arbre d'envergure moyenne atteignant 25 m de hauteur, 40 cm de diamètre et il a une longévité de 150 ans (Farrar 1996). Au Québec, c'est le seul de nos conifères à se dépouiller de ses feuilles pendant l'hiver. Il parvient à maturité sexuelle à l'âge d'environ 10 ans et sa floraison atteint son optimum vers 75 ans (Farrar 1996). Il se distingue des mélèzes d'Europe et du Japon par ses aiguilles plus courtes et ses cônes plus petits (1 à 2 cm de longueur) (Photo 1).



Photo 1. Cônes femelles et faisceaux d'aiguilles (photo MRNF).

Le mélèze laricin se retrouve sous des conditions climatiques extrêmes. En effet, les températures minimales enregistrées s'échelonnent de -29 ° à -62 ° C et les températures maximales de 29 ° à 43 ° C (Johnston 1990). Les peuplements de mélèze se situent entre 500 et 1200 mètres d'altitude et les précipitations y varient de 180 à 1400 mm an⁻¹ (Tousignant & Stipanovic 2000). Le plus souvent, il croît dans des stations froides, moyennement ou mal drainées, en mélange surtout avec

le *Picea mariana* et le *Thuja occidentalis* (Farrar 1996). Il se rencontre toutefois dans des peuplements mixtes avec les espèces suivantes (Johnston 1990):

- 1- *Pinus banksiana*
- 2- *Abies balsamea*
- 3- *Picea glauca*
- 4- *Pinus resinosa*
- 5- *Pinus strobus*
- 6- *Populus balsamifera*

Malgré le fait qu'il colonise souvent des terrains humides, le mélèze laricin performe mieux sur des sols bien drainés. Plusieurs auteurs rapportent que les sites les plus productifs pour cette espèce sont les hautes terres bien drainées (In NIELSEN 1989). De plus, sa croissance est l'une des plus rapides parmi les essences de la forêt boréale (Mead 1978 dans Carter 1987). Il faut également noter que, comme les autres espèces du genre *Larix*, cette espèce ne supporte pas l'ombre. De ce fait, le contrôle de la compétition dans les jeunes plantations de mélèze est donc impératif si l'on désire assurer la réussite de ces dernières.

Selon le Frère Marie-Victorin (1964), vers 1874, la ténthède du mélèze (*Pristiphora erichsonii*) a fait presque complètement disparaître cette espèce. La réduction de la croissance et des cernes de bois final plus pâle montrent que d'autres attaques graves de la ténthède ont eu lieu au cours des années suivantes : 1895 à 1912, début des années 1920, 1937 à 1942, 1955 à 1962, à la fin des années 1970 et au début des années 1980 (Girardin et al. 2001).

Description du site

Localisation du peuplement	
Municipalité	Saint-Zénon
Province	Québec
Latitude	46° 35'
Longitude	73° 51'
Climat, sol, topographie	
Précipitation annuelle moyenne	1 000 à 1 100 mm
Température annuelle moyenne	2-3 °C
Altitude	400 m
Densité du peuplement	40 à 60 %
Dépôt	Sable et gravier
Pente	0 %
Texture du sol	Sable loameux
Sable	84 %
Limon	10 %
Argile	6 %
pH	4,31
Âge et hauteur du peuplement	
Hauteur moyenne	12 à 17 m
Âge du peuplement	70 ans

Sa domestication au Québec

Depuis environ 35 ans, près d'une cinquantaine de dispositifs expérimentaux de mélèze laricin ont été installés dans les domaines bioclimatiques 1 à 6 du Québec méridional (voir la carte couleur à l'endos de la couverture 1), dans le cadre du programme d'amélioration génétique de la Direction de la recherche forestière (MRNF) du Québec. Le matériel provenait en majeure partie de récoltes de semences des peuplements naturels du Québec, de l'Ontario et des Maritimes. De plus, des vergers à graines ont permis l'approvisionnement de semences améliorées de mélèze laricin pour les fins de reboisement dont, les besoins annuels s'élèvent à environ 750 000 plants.

Ses usages d'hier et d'aujourd'hui

Grâce à sa grande résistance à la pourriture, il fut utilisé entre autres pour la fabrication de bateaux, de granges, de ponts, de poteaux, de pieux et de traverses de chemin de fer. Les Amérindiens utilisaient ses racines pour couder les canots d'écorce et confectionner des raquettes pour la neige. Ils l'employaient aussi pour ses propriétés médicinales contre la grippe et le rhume, comme laxatif, contre l'anémie, les brûlures, pour désinfecter les plaies infectées et comme analgésique. Encore aujourd'hui, ses branches sont utilisées par les Cris de la Baie James pour fabriquer des appeaux pour appeler les canards sauvages et les outardes lors de la chasse.

Plus récemment, des tests effectués avec le mélèze laricin ont démontré son bon potentiel dans la fabrication de pâte à papier, de panneaux particules et de différents produits de sciage. Quelques entreprises d'ici l'utilisent d'ailleurs pour la fabrication de bardeaux, de planchers et de meubles extérieurs (vous référer à nos partenaires financiers du présent guide).

Sa croissance rapide, la qualité et la beauté de son bois font du mélèze laricin une espèce des plus intéressantes pour la foresterie québécoise et son utilisation devrait s'accroître au cours des prochaines années.

Personnes-ressources

Martin Perron, biologiste, *Ph. D.*
Chercheur, amélioration génétique des mélèzes
(Direction de la recherche forestière)
martin.perron@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6547

Gaston Lapointe, tech. f. sp.
Responsable des aspects techniques de l'amélioration
génétique des mélèzes
gaston.lapointe@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6552

Références :

CARTER, K. K. 1987. *Larch plantation management in the Northeast*. Northern Journal of Applied Forestry. 4 (1) : 18-20.

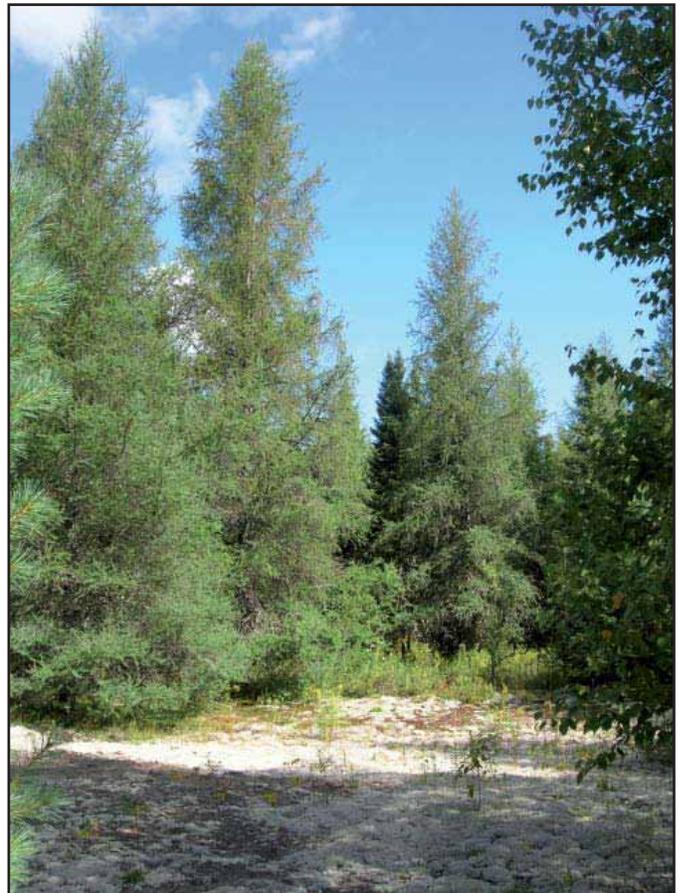


Figure 1. Peuplement naturel de mélèze laricin à Saint-Zénon, Québec (Photo Gaston Lapointe).

FARRAR, J. L. 1995. *Les arbres du Canada*. Fides, Saint-Laurent et le Service canadien des forêts, Ottawa. 502 pages.

FRÈRE MARIE-VICTORIN. 1964. *Flore Laurentienne. 2^e édition entièrement revue et mise à jour par Rouleau, E.* Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal. 925 pages.

GIRARDIN, M.-P., J. TARDIF, et Y. BERGERON. 2001. *Radial growth analysis of Larix laricina from the Duparquet area, Québec, in relation to climate and larch sawfly outbreaks*. Écoscience. 8 (1) : 127-138.

JOHNSTON, W. F. 1990. *Larix laricina (Du Roi) K. Koch. Tamarack*. Dans : *Sylvics of North America Volume 1, Conifères* (eds. Burns R. M., Honkala B.H.), pp. 260-280.

NIELSEN, C. 1989. *A literature review of the soil-site requirements of eastern white pine, Norway spruce and larch*. Ministry of Natural Resources, Fast Growing Forests Group. Brockville. 6 pages.

TOUSIGNANT, D., A. STIPANICIC 2000. *Larix laricina – Full data sheet*. Dans : *Forestry Compendium Global Module* (Encyclopédie multimédia sur CD-ROM). CABI Publishing. ISBN 0-85199-483-0.

VIDAKOVIĆ, M, 1991, *Conifères morphology and variation*. Grafički Zavod Hrvatske, Zagreb. 755 pages.

Jour 1 – 17 septembre, Arrêt 3, Saint-Michel-des-Saints

Plantation opérationnelle de Louisiana-Pacifique Ltée, secteur Lac au Piège

Par Annie Fortin

Description

Objectif principal	Production d'essences à croissance rapide dans le but d'augmenter la possibilité forestière coniférienne en Matawinie
Localisation	
Municipalité	Saint-Michel-des-Saints
Province	Québec
Latitude	46° 43' 01" N
Longitude	73° 50' 10" W
Superficie	9,06 ha
Propriétaire actuel	Gouvernement du Québec
Gestionnaire	Louisiana-Pacifique Ltée de par son mandat de gestion de l'aire commune 06202
Climat, sol, topographie	
Précipitation annuelle moyenne	1 000 à 1 100 mm
Température annuelle moyenne	4 à 5 °C
Longueur de la saison de croissance	170 à 180 jours
Pente	3 à 8 %
Dépôt	Organique (+ 50 g/kg de carbone)
pH	4,37
Objectif secondaire	Parfaire notre aménagement forestier. Améliorer la productivité de nos plantations (rendement, distance matière première/usine).
Premiers collaborateurs	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (Direction de la recherche forestière et Unité de gestion Assomption-Matawin).
Matériel	Environ 6 000 plants dont 97 % sont des mélèzes européens de type « Plants de fortes dimensions » (PDF) livrés en bacs alors que 3 % étaient des mélèzes hybrides à racines nues livrés en sacs.
Dispositif expérimental	Selon le Manuel d'Aménagement Forestier (3 ^e édition), une plantation doit contenir entre 1 500 et 2 000 plants ha ⁻¹ . Pour la plantation dont il est question, 1 895 plants ont été mis en terre.

CHRONOLOGIE DES PRINCIPALES ACTIVITÉS		
Établissement du dispositif	Mai 2000	
	1995	Coupe avec protection de la régénération et des sols faite à l'aide d'une abatteuse- groupeuse.
	Mai 2000	Préparation de terrain de type déblaiement; mélange du sol organique et minéral et mise en andains des déchets de coupe afin de faciliter le reboisement.
	Mai 2000	Mise en terre des 6000 plants de mélèzes européens et hybrides dans le dispositif.
	Juillet 2001	Dégagement manuel de la plantation faite à la débroussailleuse. Perte de quelques individus lors du dégagement mécanique en plus de ceux perdus en raison de : qualité du reboisement, qualité des plants reboisés, conditions climatiques, etc.
	Juillet 2006	Lors d'une visite de la plantation, plusieurs sujets présentaient une hauteur de plus de 6 mètres. Devrait subir un élagage d'ici 2-3 ans quand les plants auront atteint une hauteur moyenne de 7 mètres.

Les plantations de mélèzes ont été mises en place par Louisiana-Pacifique Ltée afin d'assurer l'approvisionnement de l'usine de sciage de Saint-Michel-des-Saints. Des tests de sciage (compression, flexion et séchage) ont été effectués à partir d'échantillons provenant d'une éclaircie commerciale faite à l'arboretum de La Patrie (MRNF) en 1998. La hauteur moyenne des arbres était de 18 mètres et le diamètre moyen de 30 cm. Les tests ont été concluants et ont permis à l'équipe responsable de l'aménagement forestier de Louisiana-Pacifique Ltée d'instaurer près de 2000 ha de ce type de plantation en 7 ans sur le territoire de la Matawinie. De plus, l'objectif d'implanter du mélèze hybride pourra se poursuivre durant le prochain programme quinquennal de 2008-2013. Il sera aussi possible de prendre de l'expansion vers le sud du territoire de la Matawinie. L'aménagement de cette essence à croissance rapide pourrait se poursuivre à l'avenir afin d'approvisionner l'usine de panneaux de Louisiana-Pacifique Ltée à Saint-Michel-des-Saints. Le mélèze pourrait ainsi remplacer le peuplier faux-tremble, une essence très convoitée par ce genre d'usine. Toutefois, avant de déployer davantage le mélèze hybride il faudra s'assurer de la disponibilité de sites de reboisement propices à ce dernier.

Personnes-ressources

Annie Fortin, ing. f.
Responsable de la planification forestière
(Louisiana-Pacifique Ltée. Division St-Michel Scierie & OSB)
annie.fortin@fpcorp.com
450 833-1301 poste 200

Gaston Lapointe, tech. f. sp.
Responsable des aspects techniques de l'amélioration génétique des mélèzes
gaston.lapointe@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6552

Martin Perron, biologiste, *Ph. D.*
Chercheur, amélioration génétique des mélèzes
(Direction de la recherche forestière)
martin.perron@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6547

Laurence Narinx, ing. f.
Responsable des opérations de déblaiement, reboisement et dégagement chez Bernard de Valicourt Inc.
bernard.devalicourt@bellnet.ca

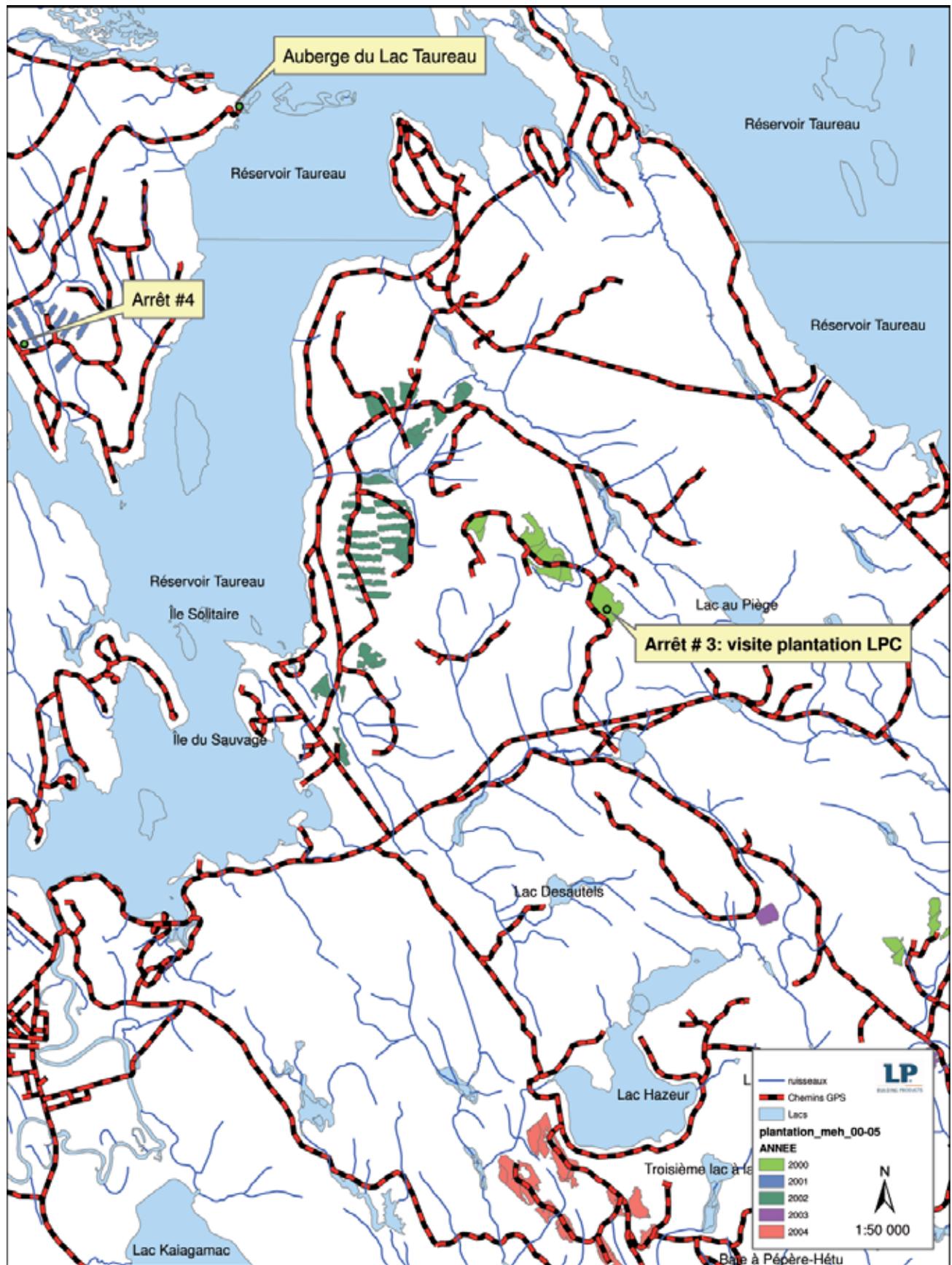


Figure 1. Localisation des plantations opérationnelles, 2000 à 2005, de Louisiana-Pacifique Ltée, secteur Lac au Piège (carte Annie Fortin).

Jour 1 – 17 septembre, Arrêt 4, Saint-Michel-des-Saints

Test de descendance uniparentales de mélèze d'Europe et de mélèze hybride du canton Brassard (BRA42801)

Par Martin Perron

Organismes collaborateurs : Unité de gestion de Manicouagan-Outardes (MRNF) et Louisiana Pacific Canada Ltd.–Division St-Michel

Problématique

Les mélèzes hybrides (*L. × marschlinsii* Coaz; MEH) les plus performants actuellement au Québec proviennent de croisements interspécifiques entre les mélèzes d'Europe (*Larix decidua* Mill.; MEE) et du Japon (*Larix kaempferi* [Lamb.] Carrière; MEJ) (STIPANICIC 1999). Cependant, les mélèzes sont vulnérables au gel et peu de tests ont été implantés dans la sapinière à bouleau blanc du Québec (*Abies balsamea* (L.) Mill., *Betula papyrifera* Marsh.). De plus, peu de sources ont été évaluées dans ce domaine bioclimatique. Une augmentation du nombre de familles de MEE et de MEH testées au nord du 48° N est donc nécessaire, en raison de leurs bons taux de survie dans des tests antérieurs. Cette expérience est intégrée à l'évaluation des parents (aptitude générale à la combinaison) de MEE ayant servi pour la mise au point de nos vergers à graines sous abri. Nous en discuterons au Centre de semences forestières de Berthier. L'évaluation des parents de MEE représente l'une des dernières activités de la première génération du programme d'amélioration génétique des mélèzes.

Objectif principal et objectifs secondaires

Comparer le rendement des MEH et MEE dans les forêts décidue et boréale.

- 1) Déterminer de façon plus précise le potentiel du MEH et du MEE pour la sapinière à bouleau blanc.
- 2) Identifier les familles les plus performantes et les plus rustiques.
- 3) Estimer l'héritabilité de caractères d'intérêt économique.

Hypothèses de départ

Pourvues d'une meilleure rusticité, les familles de MEE seront plus performantes comparativement aux mélèzes hybrides du test plus nordique. Les MEH donneront le plus fort pourcentage de familles les plus performantes par rapport à la croissance (hauteur et volume) dans les deux sites plus méridionaux, soit dans les domaines de l'érablière à tilleul (*Acer saccharum* Marsh., *Tilia americana* L.) et de la sapinière à bouleau jaune (*Abies balsamea* (L.) Mill., *Betula alleghaniensis* Britt.).

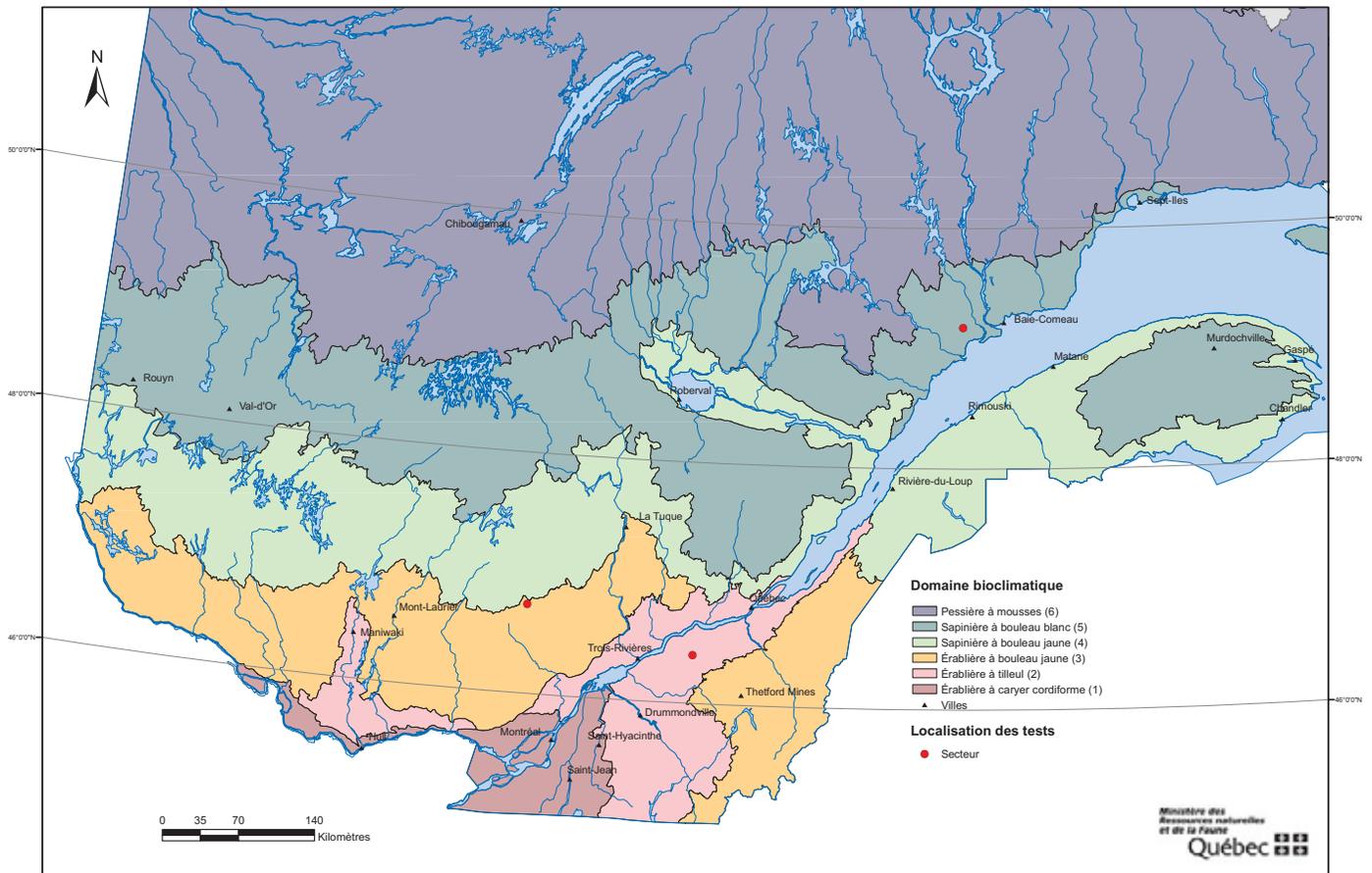


Figure 1. Localisation des plantations et domaines bioclimatiques (carte : Gaétan Numainville).

Matériel et méthodes

En 1998, 23 familles uniparentales de MEE ont été produites par pollinisation libre dans nos vergers expérimentaux sous abri. Les 16 familles uniparentales de MEH proviennent d'une récolte de semences effectuée également en 1998 dans un verger du Maine ("Unity Seed Orchard 50"). De plus, la variété hybride 10373 (verger allemand; F. VON LOCHOW-PETKUS) a été utilisée à titre de témoin positif puisqu'elle est parmi les plus performantes dans plusieurs de nos dispositifs (11 dispositifs et 4 domaines bioclimatiques). L'ensemencement et la production des plants ont été effectués à la pépinière de St-Modeste, en 1999 et 2000. Les dispositifs étaient composés de 8 blocs et les parcelles linéaires (familles) étaient constituées de 4 plants espacés de 2,0 m. L'espacement entre les lignes était de 3,0 m, au moment de la mise en terre. Cette expérience est répartie dans trois sites et autant de domaines bioclimatiques (Figure 1), soit le site du canton de Brassard dans la sapinière à bouleau jaune (4c-T, BRA42601), le site du canton de la Rivière-aux-Rosiers (5g-T, RRO42901) et le site du canton de Villeroy (2b-T, VRO42801).



Photo 1. BRA42601 après la mise en terre (photo Gaston Lapointe).

Description du dispositif du canton de Brassard (BRA42801) :

Localisation		
Municipalité	Saint-Michel-des-Saints	
Province	Québec	
Latitude	46° 44' 28"N	
Longitude	73° 55' 10"W	
Superficie	1 ha	
Climat, sol, topographie		
Précipitation annuelle moyenne	900 à 1 100 mm	
Température annuelle moyenne	2,5 ° C	
Longueur de la saison de croissance	160 à 170 jours	
Altitude	386 m	
Pente	3-7 %	
Dépôt sur le button	Sable (91 % sable – 6 % limon – argile 3 %)	
pH	4,47	
CHRONOLOGIE DES PRINCIPALES ACTIVITÉS		
	2000	Coupe avec protection de la régénération et des sols faite à l'aide d'une abatteuse-groupeuse.
	Mai 2001	Préparation de terrain de type déblaiement; mélange du sol organique et minéral et mise en andains des déchets de coupe afin de faciliter le reboisement.
Établissement du dispositif	Mai 2001	
Gestion de la végétation concurrente		Dégagement manuel : 2002, 2003 et 2007
Mesurages	Octobre 2001	Survie
	Octobre 2005	Survie, hauteur total, accroissement en 2005, fourches, tiges multiples

Résultats 5 ans après la mise en terre

BRA42601 (4c-T) : taux de survie de 90 %

Source et rang total	Nb	TS	HTM ₀₅ en cm	CV en %	HTMin. en cm	HTMax. en cm
20975 (1 ^{er} rang; JxE)	26	0,87	355a	17	240	469
20984 (4 ^e rang; ExJ)	24	0,81	336ab	20	183	448
20953 (10 ^e rang; MEE)	28	0,90	310b	17	226	446
10373 (14 ^e rang)	53	0,90	308b	25	160	485
MEE (23 fam.)	516	0,93	256a	23	106	446
MEH (6 fam. JxE)	166	0,88	334b	19	184	511
MEH (10 fam. ExJ)	268	0,86	304c	23	106	462
Test	1003	0,90	284	25	106	511

Autres sites :

VRO42801 (2b-T) : taux de survie de 92 %

Source et rang total	Nb	TS	HTM ₀₅ en cm	CV en %	HTMin. en cm	HTMax. en cm
20974 (1 ^{er} rang; JxE)	30	0,94	329a	19	220	437
20986 (4 ^e rang; ExJ)	31	0,97	294ab	26	113	406
20953 (13 ^e rang; MEE)	28	0,87	262bc	21	173	380
10373 (17 ^e rang)	62	0,97	249c	24	100	365
MEE (23 fam.)	629	0,89	218a	29	39	391
MEH (6 fam. JxE)	181	0,94	294b	26	51	477
MEH (10 fam. ExJ)	307	0,96	265c	28	33	429
Test	1179	0,92	244	31	33	477

RRO42901 (5g-T) : taux de survie de 63 %

Source et rang total	Nb	TS	HTM ₀₅ en cm	CV en %	HTMin. en cm	HTMax. en cm
20979 (1 ^{er} rang; JxE)	04	0,16	212a	34	103	250
20989 (5 ^e rang; ExJ)	24	0,78	189a	20	111	266
20966 (2 ^e rang; MEE)	24	0,81	197a	23	58	271
10373 (39 ^e rang)	12	0,20	137b	33	82	244
MEE (23 fam.)	495	0,76	168a	28	58	285
MEH (6 fam. JxE)	46	0,24	177a	27	84	250
MEH (10 fam. ExJ)	196	0,64	172a	25	62	266
Test	749	0,63	169	27	58	285



Photo 2. Mesurage 5 ans après la plantation. BRA42601 (photo Annie Fortin).



Photo 3. Mesurage 5 ans après la plantation. RRO42901 (photo Gaston Lapointe).

Personnes-ressources

Martin Perron, biologiste, *Ph. D.*
Chercheur, amélioration génétique des mélèzes
(Direction de la recherche forestière)
martin.perron@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6547

Gaston Lapointe, tech. f. sp.
Responsable des aspects techniques de l'amélioration
génétique des mélèzes
gaston.lapointe@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6552

Référence :

STIPANICIC, A. 1999. *Les mélèzes laricin et hybrides*. Dans:
L'amélioration génétique en foresterie : où en sommes-
nous ?, Rivière-du-Loup. pp. 77-85.

Jour 2 – 18 septembre, Arrêt 1, Berthier

Région administrative de Lanaudière

(Voir le portrait et la carte de la région de Lanaudière – jour 1. (Voir p.17)

Arrêt 2, Batiscan

Région administrative de la Mauricie

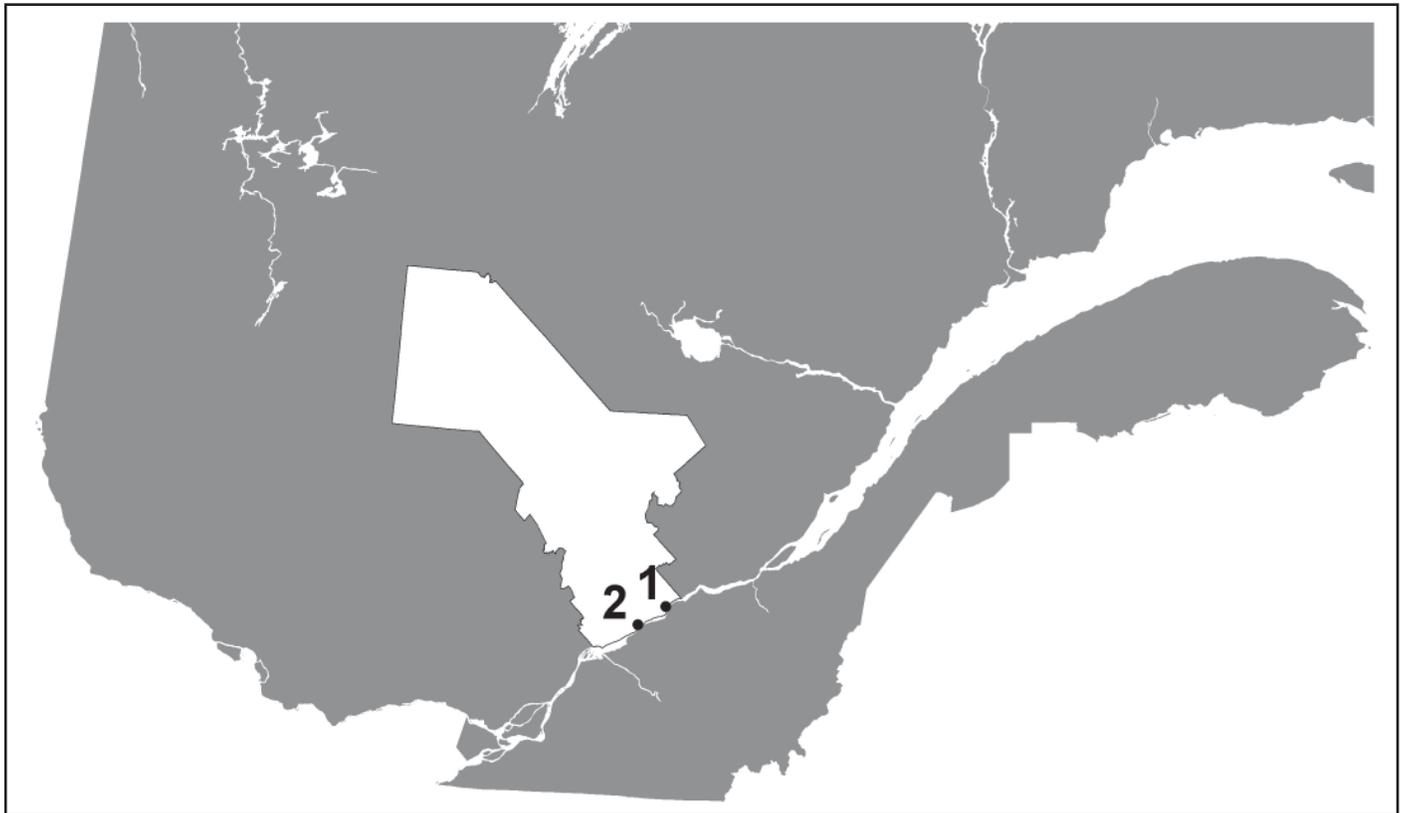
Portrait de la région administrative de la Mauricie

La municipalité de Batiscan (numéro 1 sur la carte) appartient à la région administrative de la Mauricie. La superficie de cette région totalise 39 778 km². Les terrains forestiers y couvrent une superficie de 33 916 km² dont 83 p. 100 sont du domaine public et 17 p. 100 du domaine privé. Les terrains forestiers productifs accessibles des forêts publiques totalisent 26 088 km² et contiennent un volume marchand brut de 274,0 Mm³. L'eau et les terrains non forestiers constituent, respectivement, 11 p. 100 et 4 p. 100 de ce territoire. La superficie des aires protégées, soit les parcs et les réserves écologiques, totalise 580 km².

Les forêts publiques de la Mauricie renferment 88 p. 100 du volume marchand brut disponible de la région. Les couverts de type coniférien et mixte y sont dominants. Le volume de bois moyen, toutes essences confondues, est de 105 m³/ha. Selon le type de couvert, la superficie des terrains forestiers productifs accessibles des forêts publiques se répartit ainsi : feuillu 17 p. 100, mixte 37 p. 100, conifères 40 p. 100 et sans couvert 6 p. 100. Par rapport au volume, toujours selon le type de couvert, cette répartition s'établit comme suit : feuillu 21 p. 100, mixte 40 p. 100 et conifères 39 p. 100. La plupart des peuplements sont relativement jeunes, car ceux de moins de 60 ans occupent 60 p. 100 de la superficie. Le volume marchand brut est constitué de 57 p. 100 de conifères et de 43 p. 100 de feuillus. Les conifères appartiennent surtout au groupe «sapin (*Abies balsamea* (L.) Mill.), épinettes (*Picea* spp.), pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) et mélèze (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch)». Le sapin et les épinettes sont dominants quoique la proportion de pin gris y soit importante. Les feuillus regroupent 31 p. 100 des feuillus durs et 12 p. 100 de peupliers.

Source d'informations :

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. 2002. *Rapport sur l'état des forêts québécoises, 1995-1999*. 272 p.



Légende de la carte :

Région administrative de la Mauricie.

Jour 2 – 18 septembre, Batiscan (n° 1 sur la carte) et Trois-Rivières (n° 2)

Jour 2 – 18 septembre, Arrêt 1, Berthier Station Berthier

Par Fabienne Colas et Michèle Bettez

Le présent texte est le condensé d'un manuscrit qui a été soumis au Forestry Chronicle sous la référence suivante : Colas F., M. Perron, D. Tousignant, C. Parent, M. Pelletier and P. Lemay. *A novel approach for the operational production of HL seeds under northern climatic conditions.*

Pépinière forestière de Berthier

Voir le dépliant Pépinière forestière de Berthier pour une présentation détaillée.

- première pépinière forestière au Québec, existe depuis 1908.
- Seule pépinière publique qui produit des plants de feuillus durs (récipients et racines nues)
- Ensemencement moyen annuel en récipients : 3 millions de plants de conifères et 1 million de plants de feuillus. À racines nues : 0,4 million de plants de feuillus.
- Productions particulières : peuplier, bouturage d'épinette blanche.

Centre de semences forestières de Berthier (CSFB)

Voir le dépliant Centre de semences forestières de Berthier pour une présentation détaillée.

- Unique Centre de semences du Québec. Fournit toutes les semences forestières nécessaires à la production de plants au Québec.
- Premier Centre en opération depuis 1908, une nouvelle usine a été inaugurée en 1987.
- Moyenne de traitement annuel de cônes de conifères et de feuillus depuis 10 ans : 2000 hl (hectolitres)
- 15 espèces d'arbres conifériens et une vingtaine de feuillus sont traitées au CSFB. Les graines sont entreposées dans la banque de semences du MRNF à Berthier.

Besoins en plants pour le programme de reboisement

Les besoins en plants de mélèze hybride (MEH) seront de plus de 550 000 en 2008, et se stabiliseront au-delà

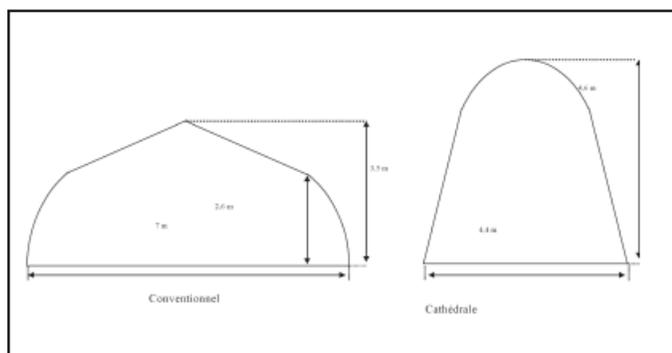


Figure 1. Dimensions d'un tunnel conventionnel et d'un tunnel « cathédrale ».

de 800 000 jusqu'en 2012. Tous les plants de MEH sont produits par bouturage de masse à la pépinière de Saint-Modeste (Bas-Saint-Laurent). L'objectif annuel de production de MEH par bouturage a été fixé à 500 000 plants par la DPSP (Direction générale des pépinières et des stations piscicoles, ministère des Ressources naturelles et de la Faune). Pour atteindre ces objectifs de production de plants, on considère qu'une graine permet de produire 15 plants livrables. Les besoins en semences sont donc établis à près de 32 000 par année.

Avant d'être expédiés pour le reboisement, les plants doivent satisfaire à des normes de qualité très rigoureuses en matière de développement du système racinaire, de rectitude de la tige, etc.

Verger à graines sous abri

Jusqu'en 2003, la production de graines de MEH était effectuée par croisement dirigé entre parents sélectionnés de MEJ et MEE. Depuis 2003, les graines sont produites par des pollinisations dirigées de masse dans des vergers à graines sous abri.

Infrastructure

Les tunnels sont des structures conventionnelles (Harnois, Ovaltech®, largeur 7 m, arches tous les 1,5 m) dont les arches ont été inversées afin d'augmenter la hauteur du tunnel (4,6 m au lieu de 3,5 m au centre et 2,6 m sur les côtés), ce qui a pour conséquence d'en réduire la largeur, qui passe de 7 m à 4,4 m (Figure 1). Une toile de polyéthylène de 6 mil est installée l'automne pour recouvrir les structures et éviter l'accumulation de neige dans le tunnel (Photo 1).

La toile permet de protéger les arbres contre les intempéries (pluie, gel). De plus, l'accumulation de chaleur assure un développement précoce des fleurs. Une fois que les fleurs pollinisées sont refermées, la toile est relevée, ce qui procure ainsi un accès optimal à la lumière pour le développement des cônes, la croissance des arbres et l'initiation de la floraison.

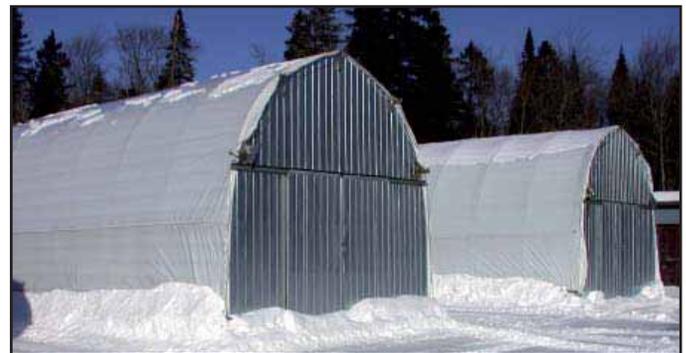


Photo 1. Vue de deux tunnels « cathédrales » durant l'hiver. Les toiles sont abaissées. La forte inclinaison des parois limite l'accumulation de neige sur la structure (photo Fabienne Colas).

Effet de la température au printemps

La présence de la toile fermée permet une augmentation de la température à l'intérieur des tunnels par rapport à la température extérieure. Cet « effet de serre » accélère le développement des fleurs et permet de devancer la réceptivité des fleurs femelles et la dissémination du pollen par rapport aux arbres situés à l'extérieur. Ce décalage phénologique permet d'éliminer les risques de contamination pollinique avec les arbres extérieurs.

Matériel

Le verger à graines sous abri de mélèze d'Europe est composé de 27 clones dont le nombre de copies varie de 1 à 28. Le verger de mélèze du Japon est composé de 19 clones dont le nombre de copies varie de 1 à 36.

Les greffes sont cultivées dans des pots de 104 litres, dans un système « pot en pot » inséré dans le sol. La paroi du pot intérieur a été percée afin de provoquer un cernage aérien des racines (Photo 2).

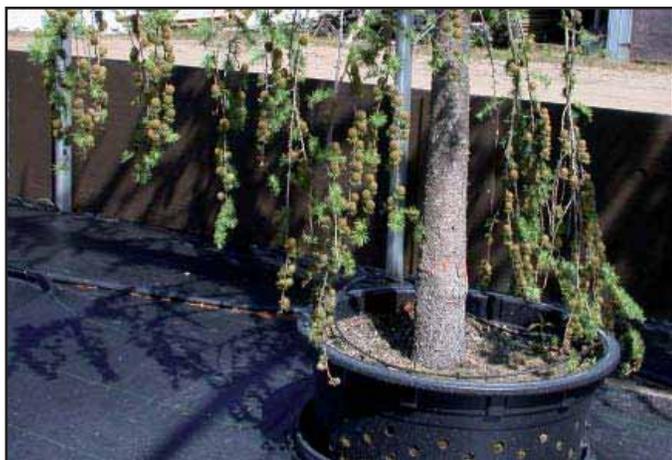


Photo 2. Les greffes sont cultivées avec un système « pot en pot ». Le pot supérieur est percé ce qui permet un cernage aérien des racines. Le pot inférieur contient 2 cm de pierres concassées pour faciliter le drainage (photo Jean-Philippe Mottard).



Photo 3. Vue d'un tunnel cathédrale de *Larix kaempferi* durant l'été. Les pots sont placés en quinconce pour faciliter les opérations au printemps (photo Jean-Philippe Mottard).

Une couche de pierre concassée d'environ 2 cm est placée au fond du pot extérieur pour faciliter le drainage. L'insertion des pots dans le sol permet de gagner 50 cm de hauteur, les arbres sont également plus stables et leur manutention facilitée. Les arbres sont placés en quinconce afin d'optimiser l'espace disponible et de favoriser l'accès à la lumière (Photo 3). L'irrigation et la fertilisation sont assurées par un système de goutte à goutte.

Sélection des greffes pour la récolte de pollen et les pollinisations

Après la récolte de cônes à l'automne, les arbres porteurs de bourgeons floraux sont identifiés puis regroupés dans les tunnels cathédrales. Au printemps suivant, lorsqu'il est facile de distinguer les fleurs mâles et femelles, les arbres sont sélectionnés soit pour la récolte de pollen (minimum de 300 fleurs mâles), soit pour la pollinisation (minimum de 50 fleurs femelles).

Récolte de pollen

Les arbres portant assez de fleurs mâles sont ficelés puis ensachés dans un sac de papier Kraft (DD60) qui sera attaché au tronc (Photos 4 et 5).



Photo 4. Greffes dont les branches sont ficelées afin de simplifier l'ensachage pour la récolte de pollen (photo Michèle Bettez).



Photo 5. Greffe de *Larix kaempferi* ensachée au printemps pour la récolte de pollen, l'arbre est incliné pour faciliter le dépôt du pollen. Le sac est fermé à l'aide de pinces pour faciliter l'ouverture et la récolte du pollen (voir flèches) (photo Patrick Lemay).

Le pollen se dépose naturellement dans le fond du sac. Il est récolté avec un aspirateur de type «Shop Vac» (Photos 6 et 7).



Photo 6. Lors de sa dissémination, le pollen se dépose dans le fond du sac et il est récolté avec un aspirateur (photo Fabienne Colas).

Photo 7. Aspirateur et embout utilisés pour la récolte de pollen. Le pollen s'accumule dans la bouteille qui est vidée et nettoyée entre chaque clone (photo Fabienne Colas).

Le pollen est ensuite tamisé (VWR, 120 mesh, 20 cm diamètre, 5 cm haut) pour éliminer les débris (écailles de cônes, morceaux d'écorce et de rameaux). Il est prêt à être utilisé ou conservé.

Pollinisation

Sur les arbres portant assez de fleurs femelles, toutes les fleurs mâles seront éliminées manuellement (émasculation) pour s'assurer que les graines seront produites grâce au pollen appliqué. Le pollen choisi est appliqué à l'aide d'un pistolet électrostatique portatif (modèle Gema Voltstatic 11024, ITW Gema, Indianapolis, États-Unis) adapté du modèle développé par le Cemagref (Philippe and Baldet 1997). Le pistolet et l'équipement qui l'accompagne sont fixés sur un chariot conçu à la DRF permettant un déplacement rapide dans le tunnel (Photo 8). Chaque greffe est pollinisée deux fois, à deux jours d'intervalle, lors de la réceptivité maximale des fleurs femelles (Photo 9).



Photo 8. Chariot conçu pour le déplacement du pistolet électrostatique et du matériel qui l'accompagne (bouteille d'air comprimé, alimentation électrique, redresseur de courant et filtre à air) (photo Fabienne Colas).



Photo 9. Opération de pollinisation à l'aide du pistolet électrostatique portatif (photo Patrick Lemay).

Récolte et extraction des cônes

La récolte des cônes s'effectue durant les mois de septembre et octobre. Les cônes sont disposés dans des casiers à cônes pour une période d'au moins 8 semaines pour la post-maturation.

L'extraction des graines des cônes ainsi que les tests de qualité sur les semences se font au CSFB. Les semences extraites sont mises en banque pour la production de plants de mélèze hybride.

Référence :

PHILIPPE, G., P. BALDET, P. 1997. *Electrostatic dusting: an efficient technique of pollination in larch*. Ann. Sci. Forest. 54: 301-310.

Personnes-ressources

Michèle Bettez, agr.
Équipe de développement,
Centre de semences forestières de Berthier
michele.bettez@mrnf.gouv.qc.ca
418 836-3787 poste 245

Fabienne Colas, biologiste, DESS
Chercheuse, production de semences et de plants (Direction de la recherche forestière)
fabienne.colas@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6526

Jour 2 – 18 septembre 2007, Arrêt 2, Batiscan
Partie 1. Verger à graines de mélèze du Japon

Par André Dion

Description

Objectif principal	Production de graines de mélèzes japonais (<i>Larix kaempferi</i> , [Lamb.] Carrière) adaptées au climat de la vallée du fleuve Saint-Laurent, province de Québec, Canada
Localisation	
Municipalité	Batiscan
Province	Québec
Latitude	46° 31' 05" N
Longitude	72° 15' 03" W
Superficie	1,8 ha
Propriétaire actuel	Gouvernement du Québec (depuis 1992)
Propriétaire lors de l'établissement	Compagnie Internationale de papier du Canada (CIP)
Gestionnaire	Direction générale des pépinières et des stations piscicoles (DPSP) du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF)
Climat, sol, topographie	
Précipitation annuelle moyenne	1 000 à 1 100 mm
Température annuelle moyenne	4 à 5 °C
Longueur de la saison de croissance	170 à 180 jours
Altitude	5,5 m
Pente	0 %
Dépôt	Loam 45 % sable – 34 % limon – 21 % argile
pH	5,09
Objectif initial	Établir un verger à graines de mélèzes japonais par la rétention des 800 meilleurs individus sélectionnés dans un test de provenances de 8 000 arbres, pour : <ol style="list-style-type: none"> 1. la rusticité et l'absence de ravageurs 2. la croissance 3. la forme de la tige et de la cime
Objectif modifié	Établir un verger à graines de mélèzes japonais d'environ 500 arbres, constitué des 20 meilleures provenances sélectionnées en fonction des mêmes critères que ceux mentionnés dans l'objectif initial.
Premiers collaborateurs	Service Canadien des Forêts (Institut forestier national de Petawawa) Ministère des forêts du Québec (Service de la Recherche forestière)
Matériel	8 000 plants à racines nues de mélèzes japonais, produits à partir de 79 provenances dont 42 de l'île d'Hokkaido (Japon). Les 37 autres provenances se répartissent entre les endroits suivants : l'île Honshu (Japon), la Finlande, le Danemark, l'Allemagne, l'Écosse et le Québec (Canada).
Dispositif expérimental	Dispositif initial constitué de 10 blocs (répétitions) de 20 parcelles. Une parcelle contenait 4 rangées (2 m entre les rangs) de 10 plants (1 m entre les plants sur la ligne) pour un total de 8 000 plants (10 blocs x 20 parcelles x 4 rangées x 10 plants) (Figure 1). Les 79 provenances (+ 1 répétée) se retrouvaient tous dans chacun des blocs selon un hasard partiellement contrôlé (à cause des 42 provenances d'Hokkaido).

CHRONOLOGIE DES PRINCIPALES ACTIVITÉS		
Établissement du dispositif	Mai 1980	
	Octobre 1980	Mise en terre des 8 000 plants de mélèzes japonais dans le dispositif.
	Octobre 1981	Mesure de la hauteur sur 800 plants (1 plant / provenance / bloc). Hauteur moyenne des plants : 63,4 cm .
	Octobre 1983	Mesure de la hauteur totale de tous les plants après 2 ans de plantation; Hauteur totale moyenne : 1,12 m Accroissement annuel moyen : 56 cm Taux de survie : 93,7 % (7 497 plants) Gel de la pousse terminale : 35 % des plants sont touchés
	Novembre 1986	Mesure de la hauteur totale de tous les arbres après 4 ans de plantation; Hauteur totale moyenne : 2,5 m
	Mai 1989	Mesure de la hauteur totale et du diamètre à hauteur de poitrine (Dhp) sur 593 arbres répartis uniformément après 7 ans de plantation; Hauteur moyenne : 5,5 m (variation de 2,6 à 8,1 m) DHP moyen : 7,6 cm (variation de 1,4 à 12,6 cm) Gel des pousses terminales observé sur 15 % des arbres mesurés.
	Septembre 2003	Mesure de la hauteur totale et du DHP de tous les arbres restants du dispositif (3 500) après 9 ans de plantation. Évaluation de la forme des arbres, de l'angle des branches, de l'état de santé et des dommages.
		Hauteur moyenne : 7,63 m (variation de 3,50 à 10,25m) DHP moyen : 10,4 cm (variation de 3,0 à 17,4 cm)
Mesure de la hauteur totale et du Dhp de 209 arbres représentant les familles retenues pour la 2e génération après 24 ans de plantation. Évaluation de la forme des arbres, de l'angle des branches, de l'état de santé et des dommages. Hauteur moyenne :17,8 m (variation de 12,10 à 20,80 m). Dhp moyen :25,8 cm (variation de 17,8 à 37,2 cm)		
Coupes d'éclaircie	Octobre 1983	
	Octobre 1985	Bien réparties sur l'ensemble du dispositif, coupe d'environ 3 000 arbres (37 %) parmi les moins performants après 4 ans de plantation.
	Décembre 1990	Coupe des 1 480 arbres morts ou très endommagés par des rongeurs (mulots). Restent 3 520 arbres dans le dispositif (44 %) après 6 ans de plantation.
	Décembre 1992	Coupe de 863 arbres parmi les moins performants après 11 ans de plantation. Restent 2 657 arbres (33 %).
	Automne 1995	Coupe de 861 arbres pour éliminer une partie des provenances les moins intéressantes. Début de la conversion du dispositif expérimental en verger à graines. Restent 1 796 arbres (22 %).
	Automne 2006	Coupe de 1 336 arbres après 16 ans de plantation. Reste 460 arbres (5,7 % du nombre initial). Conversion du dispositif en verger à graines avec les 20 meilleures provenances.
		Reste 440 arbres dans le verger à la suite des pertes reliées à du chablis.
Récolte de cônes <i>(pour créer une réserve de semences et non en fonction du potentiel du verger lequel est beaucoup plus élevé.</i>	Automne 1994	
	Automne 2002	5,1 hectolitres
	Automne 2005	0,5 hectolitre
	Automne 2006	3,0 hectolitres

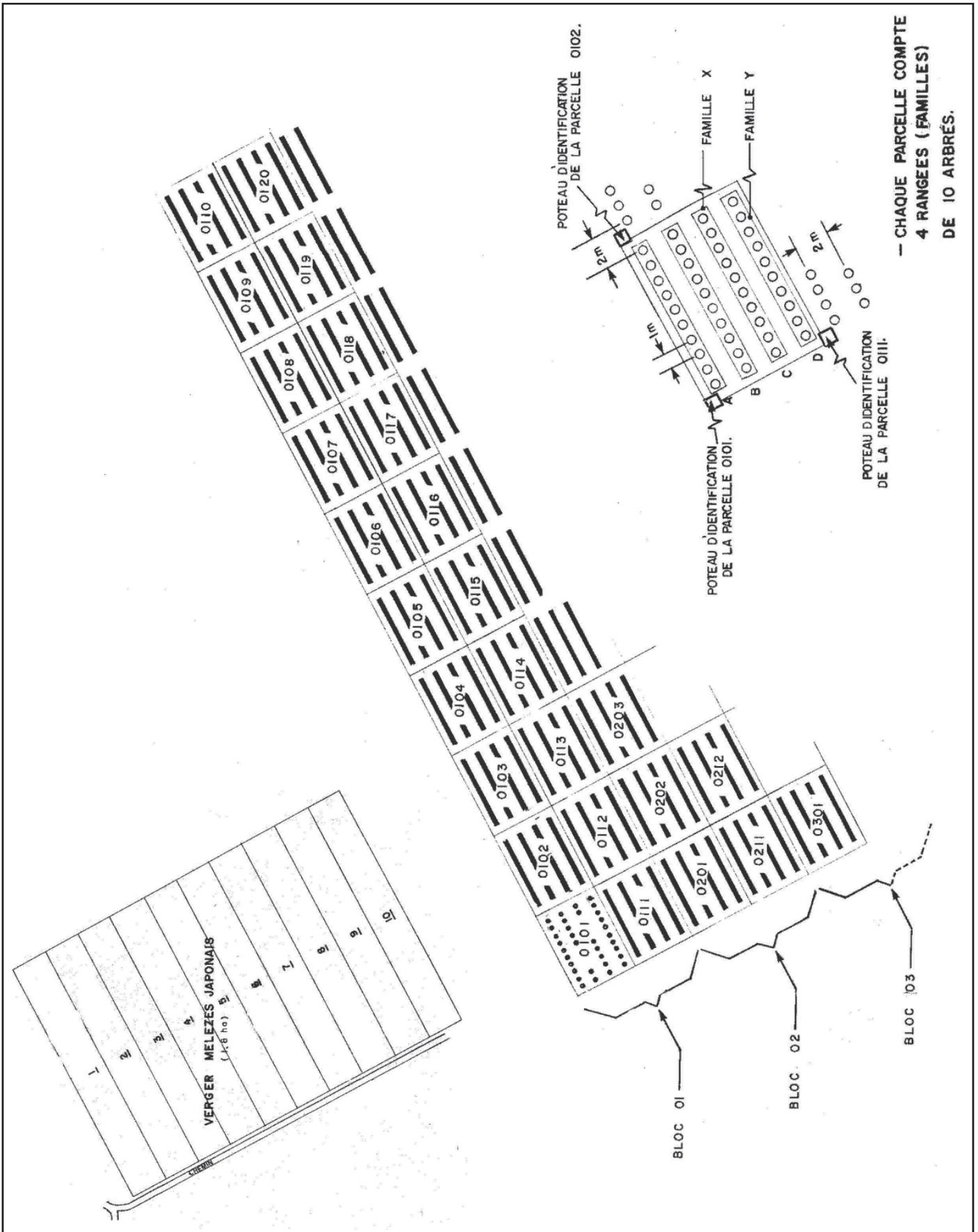


Figure 1. Plan du verger.

Jour 2 – 18 septembre 2007, Arrêt 2, Batiscan

Partie 2. Récolte de pollen par ensachage en milieu extérieur

Par Gaston Lapointe et Martin Perron

Parmi toutes les opérations nécessaires à l'exécution de croisements dirigés de mélèze, la récolte du pollen s'avère la plus ardue et la plus coûteuse à réaliser (PHILIPPE *et al.* 2001).

La technique traditionnelle consiste 1) à récolter à la main, les fleurs mâles une à une et ce idéalement quelques heures avant la dissémination naturelle du pollen et 2) à extraire par la suite le pollen en laboratoire.

Cette technique présente cependant plusieurs difficultés :

- courte période de récolte;
- beaucoup de ressources nécessaires;
- contraintes climatiques;
- délai de plusieurs jours (ex. : extraction en laboratoire);
- risque de contamination des lots lorsque la dissémination n'est pas synchrone.

Afin de surmonter ces difficultés et de récolter du pollen de qualité, tout en diminuant les coûts et le temps nécessaire à l'opération, la Direction de la Recherche Forestière a mis au point une nouvelle technique de récolte du pollen ayant rapidement fait ses preuves.

Il ne faut pas forcer la nature !

Tout comme pour la récolte de pollen sous tunnel, cette nouvelle technique est basée sur la libération naturelle du pollen. Il faut préciser que le premier essai, basé sur ce principe, a été fait ici même dans le verger de Batiscan (photo 1), en 1999. Cette technique permet d'obtenir un pollen d'excellente qualité, disponible immédiatement ou d'entreposage facile à plus long terme.

Comment procéder ?

La récolte du pollen libéré naturellement se fait par ensachage de branches porteuses de fleurs mâles quelques jours avant la dissémination. Cela permet d'obtenir ce précieux matériel biologique essentiel au succès des programmes d'amélioration génétique avancée (2^e génération et plus), puisque les individus supérieurs, de ces générations avancées, doivent être obtenus par croisements dirigés. Le sac de récolte de pollen que nous avons conçu pour l'extérieur (photo 2) permet de prélever facilement les quantités de pollen disponibles au fur et à mesure de la période de dissémination naturelle, qui dure habituellement quelques jours. En effet, le sac est muni d'un bouchon et d'un grillage à l'une de ses extrémités (photos 2 et 3), afin de faciliter la récolte du pollen directement dans des bouteilles (photos 4 et 5), et ce dès le début de sa libération. Ainsi, nous évitons la détérioration occasionnée par des facteurs climatiques défavorables.



Photo 1. Premier essai de récolte de pollen par ensachage en milieu extérieur.



Photo 2. Sac de récolte de pollen.



Photo 3. Grillage couvrant le bouchon et permettant un tamisage grossier du pollen (élimination de rameaux,...).



Photos 4 et 5. Récupération du pollen dans une bouteille.

Le sac de récolte du pollen pour l'usage extérieur a été conçu à partir d'un sac utilisé pour isoler les fleurs femelles lors de croisements dirigés. Il est donc muni d'une fenêtre qui permet d'évaluer l'évolution des fleurs et de déterminer le moment d'intervention le plus

propice. Selon l'abondance de la floraison, il est possible de récolter environ 1 à 30 ml de pollen pour chacun des sacs installés, tant pour le mélèze d'Europe que pour le mélèze du Japon.

L'installation d'un sac de récolte de pollen ne prend que quelques minutes. Il est possible de regrouper plusieurs branches dans le même sac à condition de pouvoir sécuriser ce dernier contre toute contamination, à l'aide de mousse de polystyrène.

Dans des plantations d'environ 20 ans, soit des arbres de 10 à 15 mètres de hauteur, nous utilisons une nacelle à quatre roues motrices d'une hauteur de 20 m (photo 6). La versatilité de cet équipement permet de cibler et d'atteindre facilement les branches porteuses de fleurs mâles et de procéder à leur ensachage.



Photo 6. Nacelle utilisée pour ensachage des fleurs mâles.

De plus, un sac de protection a été mis au point afin d'assurer une récolte de pollen de qualité malgré les intempéries. Effectivement, il s'agit d'un système de récolte qui doit être utilisé à l'extérieur et ce, même dans des conditions climatiques défavorables. Nous savons que le pollen de mélèze est très vulnérable à l'humidité et qu'il faut absolument le protéger contre toute détérioration de cette nature susceptible de diminuer de beaucoup sa viabilité.

Le sac de protection est utilisé uniquement au besoin, c'est-à-dire lorsqu'il y a risque de précipitations ou de gel au cours des deux ou trois jours suivant l'ensachage (photo 7). Ce sac est installé par-dessus le sac de récolte de pollen. Il doit demeurer ouvert en tout temps afin d'éviter toute condensation qui pourrait diminuer la viabilité du pollen et même le rendre inutilisable. Le sac de protection est muni de cordes ou de rubans pour le fixer adéquatement sur des branches choisies selon leurs positions, tout en assurant la libre circulation de l'air dans le sac. Nous avons observé que des sacs de protection noirs permettaient d'obtenir un pollen de meilleur qualité comparativement à l'utilisation de sacs transparents. En effet, la condensation semblait moindre dans le sac de récolte et la viabilité du pollen était plus élevée. Aucun test statistique n'a été effectué, en raison



Photo 7. Sacs de protection contre les intempéries.

du petit nombre d'essais avec des sacs transparents. Le sac de protection est également utile pour protéger du gel les fleurs ensachées, puisque la couche d'air entre le sac de récolte et le sac de protection sert d'isolant.

Tout compte fait, cette nouvelle technique de récolte semble très prometteuse et tout à fait adaptée au mélèze puisque les fleurs se retrouvent un peu partout sur l'arbre et plus particulièrement aux extrémités des branches, ce qui facilite leur ensachage. Parmi les autres avantages de cette technique de récolte, il y a la réduction au minimum des coûts reliés au traitement en laboratoire puisque le pollen n'a pas besoin d'être extrait, et la possibilité d'utiliser le pollen le jour même de la récolte, s'il y a lieu.

Bien que cette technique soit perfectible, elle offre d'excellents résultats pour la récolte du pollen en milieu extérieur.

Référence :

PHILIPPE, G., P. BALDET, B. HEOIS. 2001. *Mélèze hybride : les premiers fruits d'un mariage heureux*. Dans : Les guides du sylviculteur. Le mélèze. (ed. Riou-Nivert, P.), pp. 28-33. Institut pour le développement forestier, Paris.

Personnes-ressources

André Dion, ing.f.
Équipe des Ressources forestière, La Tuque. Emballages
Smurfit-Stone Canada Inc.
adion@smurfit.com
819 676-8100 poste 2849

Gaston Lapointe, tech. f. sp.
Responsable des aspects techniques de l'amélioration
génétique des mélèzes
gaston.lapointe@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6552

Donatien Lévesque, ing.f.
Responsable des mélèzes à la Division de la production
des semences forestières, Direction générale des pépinières
et des stations piscicoles
donatien.levesque@mrnf.gouv.qc.ca
418 627-8660 4553

Martin Perron, biologiste, *Ph. D.*
Chercheur, amélioration génétique des mélèzes
(Direction de la recherche forestière)
martin.perron@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6547

Jour 5 – 21 septembre, Arrêts 1, 2, 3, 4, Duchesnay

Choix 1 – Centre d'expérimentation et de greffage de Duchesnay

Région administrative de la Capitale Nationale

Portrait de la région administrative de la Capitale Nationale

La station touristique de Duchesnay (numéro 1 sur la carte) est située en bordure du Lac Saint-Joseph à 30 minutes au nord-ouest de la ville de Québec (numéro 2 sur la carte). Son territoire forestier couvre une étendue de 89 km², constituée essentiellement de peuplements d'érables. La station fait partie de la région administrative de la Capitale-Nationale. La superficie de cette région administrative totalise 19 601 km². Les terrains forestiers y couvrent une superficie de 17 129 km² dont 70 p. 100 sont du domaine public et 30 p. 100 du domaine privé. Les terrains forestiers productifs accessibles des forêts publiques totalisent 10 631 km² et contiennent un volume marchand brut de 79,8 Mm³. L'eau et les terrains non forestiers constituent, respectivement, 5 p. 100 et 8 p. 100 de ce territoire. La superficie des aires protégées, soit les parcs et les réserves écologiques, totalise 1 237 km².

Les forêts publiques de la Capitale-Nationale renferment 66 p. 100 du volume marchand brut disponible de la région. Le couvert de type coniférien y est dominant. Le volume de bois moyen, toutes essences confondues, est de 75 m³/ha. Selon le type de couvert, la superficie des terrains forestiers productifs accessibles des forêts publiques se répartit ainsi : feuillu 17 p. 100, mixte 29 p. 100, conifères 43 p. 100 et sans couvert 10 p. 100. Par rapport au volume, toujours selon le type de couvert, cette répartition s'établit comme suit : feuillu 23 p. 100, mixte 33 p. 100 et conifères 44 p. 100. La plupart des peuplements sont relativement jeunes, car ceux de moins de 60 ans occupent 69 p. 100 de la superficie. Le volume marchand brut est constitué de 64 p. 100 de conifères et de 36 p. 100 de feuillus dont 5 p. 100 de peupliers. Les conifères appartiennent surtout au groupe « sapin (*Abies balsamea* (L.) Mill.), épinettes (*Picea* spp (Mill.) B.S.P.), pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) et mélèze (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch) ». Le sapin baumier et l'épinette noire y sont nettement dominants.

Source d'informations :

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. 2002. *Rapport sur l'état des forêts québécoises, 1995-1999*. 272 p.



Légende de la carte :

Région administrative de la Capitale Nationale.

Jour 5 – 21 septembre. Choix 1. Duchesnay (n° 1 sur la carte) et Québec (n° 2)

Programmes d'amélioration génétique de l'épinette noire et du pin gris au Québec

Par Mireille Desponts

L'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) BSP) et le pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) constituent la majeure partie de la forêt boréale du Québec. Ce sont les essences les plus exploitées actuellement dans le nord du territoire et plus des trois-quarts des plants de reboisement, soit 120 millions de plants en 2006, soit de l'une ou l'autre de ces espèces. Compte tenu de leur importance économique, des efforts considérables ont été consentis depuis 35 ans dans des programmes d'amélioration génétique, dans le but d'augmenter le rendement des plantations dans l'ensemble du territoire.

De 1972 à 1984, plusieurs tests comparatifs de provenances (lots de semences d'un secteur donné) ont été établis dans 17 arboretums répartis dans tous les domaines bioclimatiques de la forêt commerciale du Québec, afin d'étudier les caractéristiques génécologiques des espèces et obtenir des informations quantitatives sur la variabilité phénotypique en fonction de diverses conditions pédoclimatiques. Les résultats ont été mis à profit, notamment, pour délimiter les zones d'amélioration génétique constituant la base territoriale du développement de variétés adaptées aux différents domaines bioclimatiques du Québec. On compte cinq zones d'amélioration pour chacune des espèces. Au cours des années 1980-90, des réseaux de tests de descendances uniparentales d'arbres-plus sélectionnés en forêt, et de vergers à graines ont été implantés dans l'ensemble du territoire (Figures 1 et 2). Ces derniers sont pour la plupart éclaircis actuellement, c'est-à-dire que les familles les moins performantes, dans une proportion de 30 à 50 %, ont été éliminées des vergers qui produisent maintenant des arbres génétiquement améliorés de première génération. Ces vergers satisfont nos besoins en plants de reboisement dans une proportion de 80 à 85 %.

Depuis 1996, nous avons entrepris les activités de la 2^e génération d'amélioration de ces deux espèces, en sélectionnant des arbres supérieurs (comme parents de la 2^e génération) parmi les tests de descendances sur tout le territoire des zones d'amélioration les plus importantes de ces deux espèces (deux zones pour les gris et trois zones pour l'épinette noire). L'intensité de sélection est grande puisque nous avons retenu 300 arbres par zone d'amélioration parmi des populations variant de 44 000 à 127 000 individus, représentant plus de 1000 demi-fratries. Ces arbres ont été reproduits par bouturage (épinette noire) ou greffage (pin gris) pour constituer de nouveaux vergers à graines clonaux et des parcs à clones au Centre d'expérimentation et de greffage de Duchesnay. Ces derniers serviront à la réalisation de croisements dirigés. Nous avons adopté la stratégie d'amélioration basée sur un noyau d'arbres très performants (nucleus breeding). Des croisements seront réalisés de manière intensive parmi les 100 meilleurs individus constituant la population d'amélioration à proprement parlé, alors qu'un nombre plus restreint de croisements seront réalisés avec les 200 arbres de la population de support. Ainsi, cinq à six croisements biparentaux seront réalisés avec les meilleurs individus de la population d'amélioration, alors qu'un maximum de deux croisements biparentaux le seront avec les arbres de la population de support. Nous visons à produire de 200 à 300 descendances biparentales par zone d'amélioration, qui seront ensuite évaluées dans deux ou trois plantations expérimentales en forêt, dans leur territoire d'origine. Un polymix sera aussi utilisé sur l'ensemble des clones afin d'évaluer leur aptitude générale à la combinaison dans trois à cinq plantations expérimentales dans chaque zone d'amélioration. Le gain génétique en rendement estimé pour cette nouvelle génération est de 13 à 15 m³ ha⁻¹ à 35 ans pour l'épinette noire et de 9 à 14 m³ ha⁻¹ à 40 ans pour le pin gris.

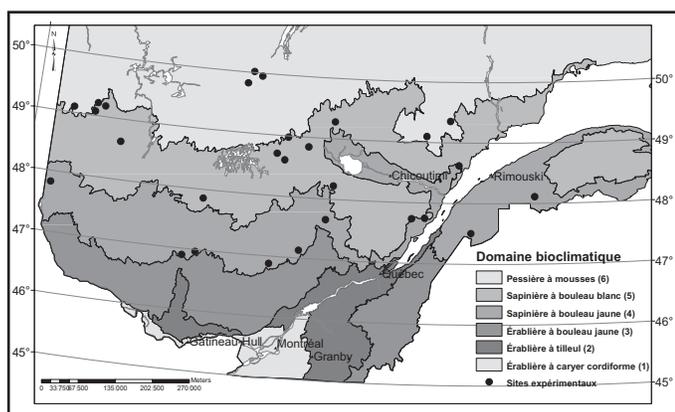


Figure 1. Localisation des sites d'expérimentation du programme d'amélioration génétique du pin gris (carte : Olivier Noël).

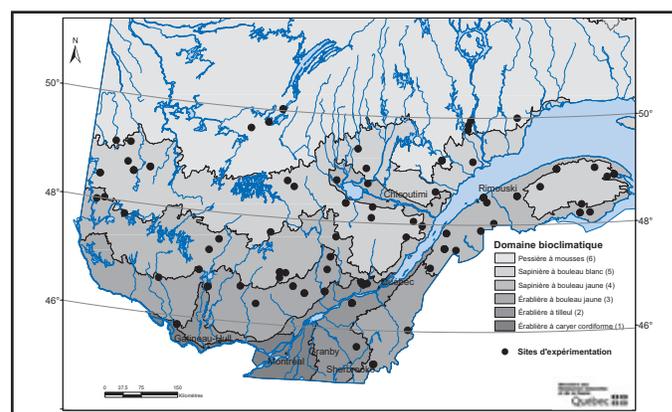


Figure 2. Localisation des sites d'expérimentation du programme d'amélioration génétique de l'épinette noire (carte Gaétan Numainville).



Photo 1. Croisements dirigés entre arbres sélectionnés dans le parc à clones d'épinettes noires de Duchesnay (photo Mireille Despots).



Photo 2. Parc à clones de pins gris de Duchesnay, sélectionnés pour la deuxième génération (photo Fernand Gosselin).

Jour 5 – 21 septembre, Arrêts 1-4, Duchesnay

L'épinette de Norvège au Québec

Par Marie-Josée Mottet

Au Québec, les premières plantations forestières d'épinettes de Norvège (*Picea abies* (L.) Karst.) ont été établies au début du XX^e siècle, soit vers 1915 dans la région du Saint-Maurice. De 1964 à aujourd'hui, près de 200 millions de plants ont été mis en terre et un maximum annuel de plus de 18 millions de plants a été atteint en 1988. L'espèce a connu cette popularité compte tenu de sa forte production en plantation qui dépasse généralement les performances des épinettes indigènes. Sur les meilleures stations du Québec méridional, son accroissement annuel moyen peut atteindre près de 10 m³ ha⁻¹ an⁻¹ à 35 ans. Son haut rendement permet lors des éclaircies d'obtenir des récoltes intermédiaires significatives.

Charançon du pin blanc

L'espèce est très susceptible au charançon du pin blanc (*Pissodes strobi* Peck) qui lui occasionne certains retards de croissance et des malformations. Cette problématique entraîne une diminution du niveau de reboisement au moyen de cette espèce dans les années '90. Le reboisement en épinette de Norvège oscille présentement entre 2 et 3 millions par année, et ce principalement dans les régions du Bas Saint-Laurent et de la Gaspésie. Récemment, les résultats d'une étude effectuée en collaboration avec le Service canadien des forêts ont démontré qu'à moyen et long terme, le rendement en sciages de l'épinette de Norvège en plantation et les caractéristiques de son bois peuvent être très avantageux, et cela, malgré la présence de dégâts apparents de charançon du pin blanc. De plus, en comparant deux plantations similaires, la productivité en sciages de l'épinette de Norvège et la qualité de ceux-ci s'avèrent supérieures à celles de l'épinette blanche non affectée par l'insecte.

D'autre part, des travaux entrepris ces dernières années ont permis de sélectionner des arbres démontrant une meilleure résistance au charançon. La résistance de ces clones devra être validée par des tests à plus long terme. Présentement, les semences issues de croisements entre certains de ces individus servent à approvisionner le Centre de bouturage de Saint-Modeste où 50 000 plants sont produits annuellement. De plus, les variations observées entre les familles dans les tests plus récents ouvrent des opportunités pour le développement à plus long terme de familles présentant un bon niveau de résistance ou de tolérance au charançon du pin blanc.

Travaux d'amélioration génétique

Grâce aux résultats des premiers tests de provenances établis en 1969, les meilleures sources pour le reboisement ont été identifiées et les arbres-plus ont été sélectionnés pour la réalisation des vergers à graines de première génération. On estime que les vergers à eux seuls peuvent offrir à maturité une capacité annuelle de production de 5,7 M de plants livrables. Pour chacune des trois zones

d'amélioration, une douzaine de provenances supérieures ont été recommandées. L'information tirée des tests a permis de formuler des recommandations concernant les règles de déplacement des semences.

Par la suite, les résultats récents des tests de descendances établis dans les années '90 dans chaque zone ont permis de réviser les recommandations des meilleures sources de semences. Actuellement, les semences sont récoltées sur les arbres appartenant aux meilleures provenances dans les tests de provenances situées à Lac Saint-Ignace et Valcartier, dans les plantations commerciales reconnues pour leur supériorité génétique, dans la banque d'arbres-plus établis en parc d'hybridation ainsi que dans les vergers à graines en place. Parmi les meilleures sources, nous retrouvons des provenances de Russie, Latvie et Pologne ainsi que certaines plantations commerciales comme par exemple Proulx de Grandes Piles, Proulx « Semis + » de Duchesnay, Gould en Estrie et Hudson's Place de Petawawa.

En 2006, la sélection et le greffage de quelque 150 arbres-plus ont été complétés afin d'amorcer la préparation d'une nouvelle population d'amélioration pour la zone du Bas-Saint-Laurent – Gaspésie. Cette population constitue une source unique conjuguant des gains de croissance en hauteur et de tolérance au charançon du pin blanc. De plus, le critère de la densité du bois est actuellement à l'étude et sera considéré lors d'une sélection plus raffinée. Une partie de ces arbres pourra être utilisée pour l'établissement d'un nouveau verger dans cette zone. Le gain génétique potentiel en croissance attendu de ce verger, constitué de 50 clones, est estimé à environ 13 % par rapport à la provenance Proulx (M.P.) de Grandes Piles.



Photo 1. Test de provenances à l'arboretum de Lac Saint-Ignace, Gaspésie (Photo Marie-Josée Mottet).



Photo 2. Test de descendance à Biencourt, Bas Saint-Laurent (Photo Jean-Sébastien Joannette).



Photo 3. Plantation Proulx à Grandes-Piles (environ 80 ans) (Photo Johanne Claveau).

Sources d'informations :

- DAOUST, G., M.-J. MOTTET. 2006. *Impact du charançon du pin blanc (Pissodes strobi Peck) dans les plantations d'épinettes de Norvège (Picea abies (L.) Karst.) - Partie 1 : Productivité et qualité des sciages.* For. Chron. 82(4) : 538-549.
- DAOUST, G., M.-J. MOTTET. 2006. *Impact of the white pine weevil (Pissodes strobi Peck) on Norway spruce plantations (Picea abies [L.] Karst.). Part 1 : Productivity and lumber quality.* For. Chron. 82(5) : 745-756.
- MOTTET, M.-J., G. DAOUST, S. Y. ZHANG. 2006. *Impact du charançon du pin blanc (Pissodes strobi Peck) dans les plantations d'épinette de Norvège (Picea abies (L.) Karst.). Partie 2 : Propriétés du bois des sciages.* For. Chron. 82(5) : 712-722.
- MOTTET, M.-J., G. DAOUST, S. Y. ZHANG. 2006. *Impact of the white pine weevil (Pissodes strobi [Peck]) on Norway spruce (Picea abies [L.] Karst.) plantations. Part 2: Lumber properties.* For. Chron. 82(6) : 834-843.

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

Par André Rainville

Les premiers efforts visant à acquérir des connaissances sur la génétique de l'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss.) remontent à la fin des années 1950; le Service canadien des forêts (SCF) établissait alors une dizaine de tests dans plusieurs régions au Québec, comprenant chacun des provenances de l'Ontario, du Québec et des provinces maritimes. Ces tests furent complétés dans les années 1970 et 1980 par l'ajout de huit nouveaux tests comprenant plusieurs centaines de familles, principalement d'origine québécoise. Les informations obtenues de ces deux séries de tests ont permis, entre autres, d'identifier des provenances supérieures, soit celles de la région des Grands-Lacs, qui affichaient un gain en volume de 19 à 53 % par rapport aux sources québécoises. Elles ont aussi mené à la délimitation de deux zones de transfert des sources de semences pour l'épinette blanche au Québec (Figure 1), ainsi qu'à l'acquisition de connaissances sur la densité du bois de plantations et sur son comportement au séchage (gauchissement, fléchissement, retrait), avec la collaboration de l'Université Laval et de Forintek Canada Corp. (BEAULIEU *et al.* 2002; BEAULIEU *et al.* 2006).

De son côté le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF) lançait, au début des années 1980, un ambitieux programme de reboisement au Québec. Afin de produire les semences améliorées nécessaires à l'approvisionnement de ce programme, il mettait en place, entre 1983 et 1991, un réseau de 17 vergers à graines d'épinette blanche de première génération. Comme les travaux d'amélioration génétique effectués par le SCF n'étaient pas très avancés et les connaissances encore fragmentaires, les arbres devant servir à constituer ces vergers à graines étaient sélectionnés principalement sur une base régionale, en forêt naturelle. À la même époque, le MRNF travaillait à mettre au point une technique de reproduction végétative, le bouturage, et finançait le développement de l'embryogenèse somatique par une équipe de chercheurs de l'Université Laval.

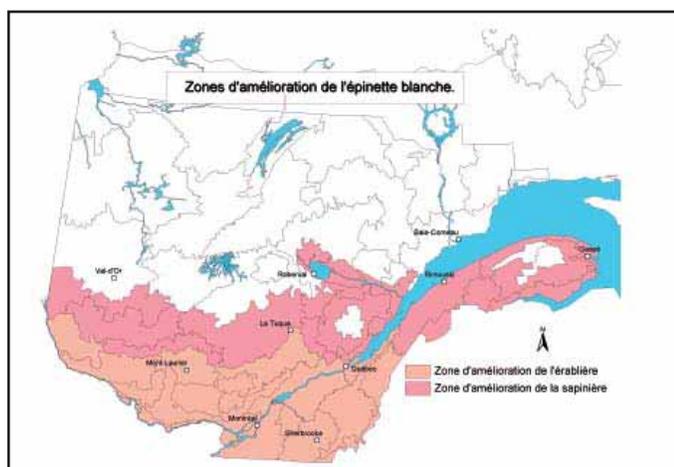


Figure 1. Zones d'amélioration de l'épinette blanche (carte Guildo Gagnon).

En 1996, la mission du SCF prit une orientation différente, étant dorénavant axée sur la recherche fondamentale en génétique de pointe et en génie génétique. Pour l'épinette blanche, cette réorientation signifiait que le MRNF devenait l'unique responsable du programme d'amélioration génétique au Québec. Il mit les bouchées double et établit, avec le matériel légué par le SCF, plusieurs plantations expérimentales issues de croisements dirigés entre arbres sélectionnés (AS), puis deux vergers à graines clonales de deuxième génération. La DRF entreprit aussi de déterminer la valeur génétique des clones composant les vergers de première génération; sur une période de cinq ans, les clones de chaque verger étaient évalués dans trois tests de descendance, soit deux tests de terrain et **un test précoce, comme celui situé dans le bloc 12 du Centre d'expérimentation et de greffage de Duchesnay (CEGD)**. En 2002 et 2003, la DRF réalisa aussi plusieurs centaines de croisements dirigés d'une nouvelle population d'AS. Tous les arbres qui sont ainsi sélectionnés dans les dispositifs expérimentaux d'amélioration génétique localisés à la grandeur de la province sont reproduits par greffage et regroupés au CEGD pour poursuivre les travaux d'amélioration génétique. La population d'amélioration de 2^e génération d'épinette blanche du Québec compte donc 240 AS. Dans les générations à venir, lorsqu'on réalisera les croisements dirigés afin de déterminer la valeur génétique de ces arbres, on utilisera un polymix (mélange équilibré de pollens) composé de 20 arbres dont la valeur en croisement est dite nulle, c'est-à-dire qu'il nous donnera une évaluation plus juste des arbres sélectionnés. **Ce pollen sera récolté dans le bloc 11 du CEGD.**

Comment se concrétisent justement tous ces efforts, aussi bien par rapport à la proportion de plants améliorés que du rendement des plantations? Tout d'abord, l'épinette blanche est la troisième espèce en importance



Photo 1. Verger à graines d'épinette blanche de deuxième génération, pépinière de Berthier (photo Régis April).

relativement à la quantité de plants mis en terre au Québec (Figure 2). Une forte proportion (87 %) de ces plants proviennent de sources améliorées, principalement des vergers à graines de première génération, mais la seconde génération de vergers, établie en 1999, a déjà commencé à produire des semences. Les rendements attendus des plantations réalisées avec des épinettes blanches améliorées sont présentés à la figure 3. À un niveau d'amélioration plus élevé, si l'on choisit de croiser entre eux les arbres sélectionnés plutôt que de les laisser se reproduire dans un verger à graines par la pollinisation libre, le rendement attendu des plantations issues de ce matériel est en moyenne de 5,6 m³ ha⁻¹ an⁻¹ dans le domaine de la sapinière, soit de 25 % supérieur à celui des plantations établies à l'aide de semences de peuplements naturels, et de 6,9 m³ ha⁻¹ an⁻¹ dans le domaine de l'érablière. À partir de 2007, la DRF s'engage résolument dans la foresterie multi-clonale. En effet, la volonté de capitaliser sur la différence de croissance qui existe entre les semences issues d'un même croisement dirigé a conduit à la plantation des premiers tests clonaux. Un grand nombre de clones seront ainsi évalués de manière continue, soit environ 200 clones par année.

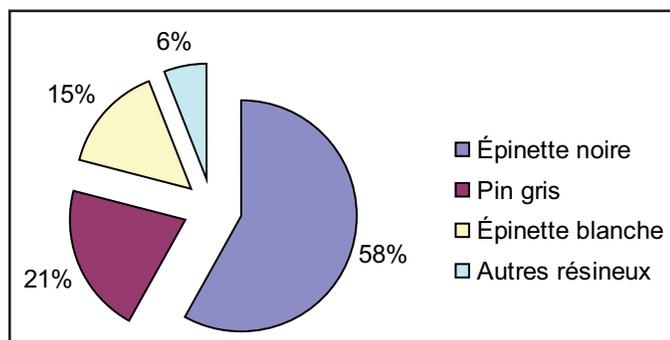


Figure 2. Production de plants en 2007 par espèce.

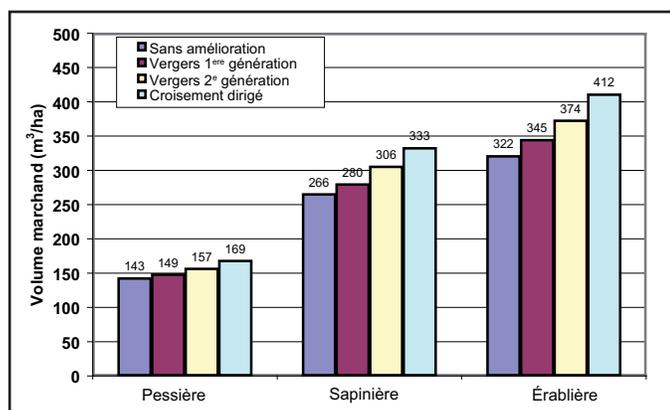


Figure 3. Volume marchand estimé à 60 ans d'âge total pour les plantations d'épinette blanche selon les domaines écologiques et le degré d'amélioration génétique (sans sélection des meilleures stations; rang centile 75).

Les programmes de génétique et d'amélioration de l'épinette blanche sont aujourd'hui à la base de nouveaux projets de collaboration. Par exemple, de nouveaux outils puissants sont actuellement en développement, entre autres ceux de la génomique, afin de permettre de sélectionner des arbres qui auront un meilleur rendement et qui produiront plus de bois de meilleure qualité, tout en diminuant le temps de sélection (outil d'aide à la sélection). Avec une sylviculture adéquate, le Québec est en mesure d'augmenter sa productivité forestière tout en posant les jalons qui permettront de hausser les superficies consacrées à la conservation des ressources génétiques.

Références :

- BEAULIEU, J., S. Y. ZHANG, Q. YU, A. RAINVILLE. 2006. Comparison between genetic and environmental influences on lumber bending properties in young white spruce. *Wood and Fibre Science*, 38 (3) : 553-564.
- BEAULIEU, J., B. GIRARD, Y. FORTIN. 2002. Effect of drying treatments on warping of 36-year-old white spruce seed sources tested in a provenance trial. *Ann. For. Sci.* 59 : 503-509.

Jour 5 – 21 septembre, Arrêts 1-4, Duchesnay

Aménagement des vergers à graines de 2^e génération et intégration de l'embryogenèse somatique dans l'aménagement des vergers

Par Fabienne Colas, Mohammed S. Lamhamedi et Mireille Desponts

Partie 1. Aménagement des vergers à graines de 2^e génération

Essai de greffage en tête (topworking ou top-grafting) d'épinette noire (Picea mariana (Mill.) BSP) (collaboration de M. Desponts)

Objectif principal

Mettre au point une méthode de greffage en conditions naturelles de plantation pour l'épinette noire afin d'effectuer des regarnis, à moindre coût, dans les vergers à graines de 2^e génération.

Matériel

- Porte-greffes : boutures d'épinette noire plantées en 2001.
- Greffons : échantillonnés sur 8 arbres sélectionnés et récoltés dans 4 tests dans la zone Côte Nord d'amélioration de l'épinette noire. Selon le clone, le nombre de copies greffées est compris entre 7 et 21.

Méthode

- Le greffage est réalisé en mai 2005, avant le débourrement du porte-greffe, au Centre d'expérimentation et de greffage de Duchesnay. Dans la mesure du possible, le choix du porte-greffe doit permettre une bonne compatibilité des diamètres entre la pousse terminale et le greffon.
- La méthode utilisée est celle du greffage classique par placage. La zone de greffage est protégée par un sac plastique blanc durant une à deux semaines.
- Les porte-greffes sont régulièrement taillés pour assurer la reprise du greffon.

Résultats

N° arbre	Nombre de greffes réalisées	Nb de greffes vivantes mai 07	Succès (%)	Nb de greffes ayant fleuri en 2007
1419	22	7	31,8	2
1421	19	7	36,8	0
1435	7	1	14,3	0
1440	21	5	23,8	1
1467	16	5	31,3	0
1476	17	5	29,4	1
1484	17	8	47,1	0
1490	17	5	29,4	1

Le fort taux d'échec est, notamment, attribuable à la faible compatibilité entre les diamètres des greffons et des porte-greffes. Cependant, les premières floraisons ont été observées en mai 2007, soit deux années après greffage.



Photo 1. a : Plant d'épinette noire ayant été greffé en plantation. La greffe, réalisée en mai 2005, a fleuri en 2007. b : greffon d'épinette noire portant des fleurs femelles (voir flèches) deux ans après le greffage. (Photos Fabienne Colas).

Partie 2. intégration de l'embryogenèse somatique dans l'aménagement des vergers

Plantation d'épinette noire (Picea mariana (Mill.) BSP). Plants produits à partir de graines issues de clones produits par embryogenèse somatique (collaboration de M.S. Lamhamedi)

Depuis 2001, nous avons observé une floraison femelle dans un test clonal d'épinette noire produit par embryogenèse somatique implanté en 1997. Cette plantation fait partie des premiers tests clonaux (de clones) de démonstration installés au Québec.

En 2003 et 2004, 8 clones ont été pollinisés avec un mélange de pollen récolté, entre 1999 et 2002, dans un verger à graines de 1^{ère} génération d'épinette noire. Le pollen a été conservé dans la banque de pollen du ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Au

total, pour les deux années de pollinisation, nous avons produit 16 lots de graines dont l'arbre mère était un clone issu d'embryogenèse somatique. Les graines ont été extraites puis qualifiées selon les normes internationales de l'ISTA (1999).

Les plants ont été produits à la pépinière forestière de Saint-Modeste (Bas-Saint-Laurent, Québec), selon les régies standards de production, dans des récipients IPL 25-350 à parois ajourées. Les plants témoins ont été produits à partir de graines provenant de 3 vergers à graines de 1^{ère} génération couramment utilisés pour la production de plants au Québec.

Au cours des deux années de culture en pépinière, nous avons évalué plusieurs variables morpho-physiologiques des plants (croissance, nutrition minérale, etc.). Les plants âgés de 2 ans ont été mis en terre en mai 2007 dans une parcelle du Centre d'expérimentation et de greffage de Duchesnay. L'espacement entre les arbres est de 3,5 m x 2 m. La parcelle est divisée en 6 blocs aléatoires complets. Dans chaque bloc, nous avons mis en terre de façon successive 4 plants/lot de semences. Ces derniers ont été distribués de façon aléatoire à l'intérieur de chaque bloc.



Photo 2. Plantation de plants d'épinette noire (*Picea mariana* (Mill) BSP) en juin 2007. Les plants sont issus de graines produites par des arbres issus d'embryogenèse somatique (Fabienne Colas).

Nos résultats préliminaires indiquent que la croissance, la qualité morpho-physiologique et le développement des plants issus de lots de semences produits par des clones sont comparables à ceux issus de semences produites dans des vergers à graines. Les résultats préliminaires de ce projet ont été présentés au congrès IUFRO Tree Seed Symposium lors de la séance d'affichage. L'affiche et le résumé sont présentés sur le CD du Symposium.

Référence :

ISTA. 1999. *Règles internationales pour les Essais de Semences 1999*. Seed Sci. & Technol. 27 (Supplément 1): 1-362

Source d'informations complémentaires :

COLAS F., M. S. LAMHAMEDI, 2006. *Quality of seeds produced from different black spruce (*Picea mariana*) somatic clones*. Affiche et résumé présentés au IUFRO Tree Seed Symposium, Fredericton (Nouveau-Brunswick), 18-21 juillet 2006.

Personnes-ressources

Fabienne Colas, biologiste, DESS
Chercheuse, production de semences et de plants
(Direction de la recherche forestière)
fabienne.colas@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6526

Mireille Despots, biologiste, Ph. D.
Chercheuse, amélioration génétique de l'épinette noire et du pin gris (Direction de la recherche forestière)
mireille.despots@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6567

Mohammed S. Lamhamedi, agr., ing.f., M. Sc., Ph. D.
Chercheur, écophysiologie et production de plants
(Direction de la recherche forestière)
mohammed.lamhamedi@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6553

Marie-Josée Mottet, ing. f., M. Sc.
Chercheuse, amélioration génétique de l'épinette de Norvège et sélection de peupliers hybrides résistants aux chancres
(Direction de la recherche forestière)
marie-josée.mottet@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6549

André Rainville, ing. f., M. Sc.
Chercheur, amélioration génétique de l'épinette blanche
(Direction de la recherche forestière)
andre.rainville@mrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6548

Jour 5 – 21 septembre, Arrêts 1, 2, 3, 4, Saint-Modeste
Choix 2 – Pépinière de Saint-Modeste
Région administrative du Bas-Saint-Laurent

Portrait de la région administrative du Bas-Saint-Laurent

La pépinière de Saint-Modeste est située dans la municipalité de Saint-Modeste (numéro 1 sur la carte), à environ une vingtaine de kilomètres au sud-est de la ville de Rivière-du-Loup (numéro 2 sur la carte). Cette municipalité fait aussi partie de la municipalité régionale de comté de Rivière-du-Loup au Québec et de la région administrative du Bas-Saint-Laurent. La superficie de cette région administrative totalise 22 637 km². Les terrains forestiers y couvrent une superficie de 19 320 km² dont 70 p. 100 sont du domaine public et 30 p. 100 du domaine privé. Les terrains forestiers productifs accessibles des forêts publiques totalisent 10 833 km² et contiennent un volume marchand brut de 99,9 Mm³. L'eau et les terrains non forestiers constituent, respectivement, 2 p. 100 et 13 p. 100 de ce territoire. La superficie des aires protégées, soit les parcs et les réserves écologiques, totalise 160 km².

Les forêts publiques de la région administrative du Bas-Saint-Laurent renferment 61 p. 100 du volume marchand brut disponible de la région. Les couverts de type coniférien et mixte y sont dominants. Le volume de bois moyen, toutes essences confondues, est de 92 m³/ha. Selon le type de couvert, la superficie des terrains forestiers productifs accessibles des forêts publiques se répartit ainsi : feuillu 16 p. 100, mixte 31 p. 100, conifères 45 p. 100 et sans couvert 8 p. 100. Par rapport au volume, toujours selon le type de couvert, cette répartition s'établit comme suit : feuillu 19 p. 100, mixte 33 p. 100 et conifères 48 p. 100. Les peuplements de 60 ans occupent 62 p. 100 de la superficie. Le volume marchand brut est constitué de 65 p. 100 de conifères et de 35 p. 100 de feuillus dont 9 p. 100 de peupliers. Les conifères appartiennent surtout au groupe « sapin (*Abies balsamea* (L.) Mill.), épinettes (*Picea* spp.), pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) et mélèze (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch) ». Le sapin occupe une place prépondérante.



Légende de la carte :

Région administrative du Bas-Saint-Laurent.
Jour 5 – 21 septembre. Choix 2. Saint-Modeste (n° 1 sur la carte) et Rivière-du-Loup (n° 2)

Source d'informations :

Ministère des Ressources Naturelles. 2002. Rapport sur l'état des forêts québécoises, 1995-1999. 272 p.

Jour 5 – 21 septembre, Arrêts 1-4, Saint-Modeste Pépinière de Saint-Modeste

Par Denise Tousignant, Laurence Tremblay, Michel Rioux, Jean-Yves Guay, Alain Bonneau et Corine Rioux

Présentation générale

Forte de sa mission et fière de ses employés, la pépinière de Saint-Modeste (Photos 1-2) est heureuse de vous accueillir. L'entreprise est un actif important dans l'économie régionale du Bas-Saint-Laurent. Ses quelque 400 employés (7 permanents, 125 saisonniers et environ 270 occasionnels en période de pointe) se partagent une masse salariale de près de 3,7M\$, qui s'ajoute à des dépenses d'acquisition de biens et services de l'ordre de 1,5M\$, dont la moitié auprès d'entreprises régionales.

Notre mission

Pour répondre aux attentes de notre clientèle :

- mettre en marché, à des coûts concurrentiels, des plants qui répondent aux plus hauts standards de qualité;
- contribuer activement aux programmes d'amélioration génétique des semences et des plants;
- développer et utiliser des techniques de production d'avant-garde.

Nos valeurs

Pour accomplir notre mission, susciter l'engagement de tout le personnel en maintenant un milieu de travail où le partage, l'entraide, la confiance et le respect prévaudront.



Photos 1-2. Vues aériennes de la Pépinière de Saint-Modeste (Photos de Jocelyn Landry).

Depuis sa fondation en 1961, les niveaux de production de la pépinière de Saint-Modeste se sont ajustés aux grandes tendances du reboisement au Québec (Tableau 1). De 1985 à 1992, l'augmentation considérable de la demande de plants, conjuguée au début de la production de plants en récipients, engendre une expansion des superficies de culture (de 50 ha à 90 ha). Un sommet historique de 32 millions de plants produits est atteint en 1987. Depuis 1993, la production annuelle s'est stabilisée à environ 10 millions de plants livrables, afin de s'ajuster à deux changements majeurs de la stratégie de reboisement au Québec : l'intérêt grandissant pour la régénération naturelle et l'avènement des plants de fortes dimensions (PFD). C'est aussi durant cette période qu'ont été livrés les premiers plants issus de boutures, résultat de plusieurs années d'efforts de recherche en multiplication végétative et reproduction des variétés améliorées menés par le Ministère. Le système « Bouturathèque » (1989) et celui des doubles enceintes extérieures (1998), tous deux conçus au MRNF, offrent deux approches uniques et complémentaires pour le bouturage des épinettes noire (*Picea mariana*), blanche (*P. glauca*) et de Norvège (*P. abies*), ainsi que du mélèze hybride (*Larix x marschlinsii*). En 2001, une unité de production de plants issus d'embryogenèse somatique a été implantée. Cette technique permettra de multiplier en très grande quantité et d'accélérer l'utilisation de clones hautement performants.

Tableau 1. Évolution des objectifs de production et des produits de la Pépinière de Saint-Modeste.

Période	Moyenne annuelle de production (plants livrables)
1961 – 1984	6 M de plants à racines nues
1985 – 1992	12 M de plants à racines nues et 13 M de plants en récipients
1993 – 2007	Environ 10 M de plants au total. En 2007 : <ul style="list-style-type: none">• 3,5 M de plants à racines nues (dont 2,0 M de plants issus de boutures);• 4,5 M de plants en récipients PFD (dont 2,0 M de plants issus de boutures);• 2,1 M de plants de plus petite dimension

Bouturage du mélèze hybride

- Depuis 1998, le programme de bouturage du Mélèze hybride (MEH) à Saint-Modeste permet de multiplier les semences génétiquement améliorées. Celles-ci sont maintenant produites dans le verger d'hybridation sous abri de la Pépinière de Berthier.

L'objectif de production annuel du mélèze hybride est de 500 000 plants livrables, ce qui nécessite le prélèvement d'environ 850 000 boutures. La Pépinière de Saint-Modeste produit également par bouturage 3,5 millions de plants livrables d'épinette blanche, d'épinette noire et d'épinette de Norvège.

- Le scénario actuel de bouturage du MEH est basé sur trois récoltes rapprochées de boutures dans une population de pieds-mères âgés d'un an, et cultivés en pots de 4 litres (Tableau 2). De cette manière, nous récoltons jusqu'à 100 boutures de première qualité par pied-mère. Les pieds-mères sont disponibles pour le reboisement le printemps suivant.
- La culture des pieds-mères en pots de 4 litres s'est effectuée pour la première fois en 2006. Avec une seule année de récolte, elle permet d'atteindre un facteur de multiplication de l'ordre de 60 plants livrables par pied-mère. Ce scénario permet de ne récolter que des boutures sur des pieds-mères âgés d'un an, les plus aptes à l'enracinement. Du même coup, les problèmes de plagiotropisme et de courbures des tiges, qui réduisent l'atteinte des normes lorsque des boutures de MEH sont récoltées sur les pieds-mères plus âgés, sont éliminés.
- Lorsque des pieds-mères sont conservés pour une seconde année de récolte, une réduction du pourcentage d'enracinement (pieds-mères d'un an : 85 à 90 % d'enracinement; pieds-mères de 2 et 3 ans : 60 à 65 %) et une baisse de qualité des boutures après le repiquage sont observées, ce qui se traduit par une plus forte proportion (jusqu'à 50 %) de plants déclassés (sinuosité des tiges reliées au plagiotropisme).
- Les boutures sont prélevées en phase de croissance active. L'opération se fait manuellement, à l'aide de ciseaux (Photo 3a), ce qui permet de ne sélectionner que les boutures ayant atteint la longueur optimale de 7 à 10 cm (Photo 3b). Les pousses trop courtes sont laissées sur les pieds-mères pour continuer leur croissance.

Tableau 2. Calendrier de culture des pieds-mères de MEH à la Pépinière de Saint-Modeste.

Année	Mois	Étape de culture
1	Fin Avril	Ensemencement en récipients de type 15-700 (15 cavités de 700 cm ³)
	Mai – Octobre	Culture sous tunnel, se termine par une période d'endurcissement en serre
	Novembre	Entreposage en chambre froide à -4°C
2	Fin février – Mai	Transfert en serre. Repiquage en pots de 4 litres. Culture forcée en serre
	Début mai	1 ^{ère} récolte
	Mi juin	2 ^e récolte
	Mi juillet	3 ^e récolte

- Les boutures sont placées dans un récipient de type 45-110 (45 cavités de 110cc) contenant un substrat de tourbe et perlite (40% : 60% v : v) (Photos 3e, f). Au préalable, chaque récipient est humidifié (Photo 3c), et des trous sont préformés dans les cavités (Photo 3d). Lors de l'opération de bouturage, la productivité est d'environ 3 300 boutures par personne par jours (bpj) (récolte, bouturage et manutention). Par comparaison, les rendements sont de ± 4 300 bpj pour l'épinette noire (EPN) et jusqu'à 6 000 bpj pour l'épinette blanche (EPB).
- Les boutures sont ensuite placées dans des enceintes doubles (sous tunnel), fermées hermétiquement (Photos 3g, h). Les apports d'eau, assurés par un robot pulvérisateur et une ligne de brumisation, sont contrôlés en fonction de la température et de l'humidité relative enregistrées dans chaque enceinte, de manière à maintenir à la fois le feuillage humidifié et le déficit de pression de vapeur en deçà de 1,0 à 1,5 kPa.
- Après 12 semaines, 85% des boutures montrent des racines. Après une période d'acclimatation, les boutures racinées sont conservées au sol et passent l'hiver à l'extérieur. Le repiquage à racines nues ou en récipients de fortes dimensions ont lieu le printemps suivant. Les boutures sont livrées au reboisement deux ans plus tard, comme plants de fortes dimensions.
- Des essais de bouturage avec des boutures récoltées au stade dormant dans des récipients de faible volume (Jiffy® 18 mm) sont en cours, et pourraient mener à des ajustements aux scénarios actuels, en ouvrant notamment la voie à un repiquage mécanisé.

Production de plants par embryogenèse somatique

Le MRNF travaille à l'implantation opérationnelle de la technique d'embryogenèse somatique (ES) appliquée depuis 2001 à Saint-Modeste. L'épinette blanche fera l'objet de la première phase de cette implantation et les mélèzes hybrides de la seconde. Comparée aux méthodes traditionnelles, l'ES permettra de multiplier en très grande quantité les sujets améliorés ou sélectionnés et d'accélérer leur utilisation, et ce, en complémentarité avec le bouturage. Le principal avantage de cette technique est de permettre la conservation dans l'azote liquide (cryoconservation), du matériel (tissu embryogène) faisant l'objet d'une évaluation en plantation. Les plants produits par ES sont évalués en pépinière et dans des tests clonaux où les meilleurs sont sélectionnés selon des critères prédéfinis. Ces clones sélectionnés seront multipliés pour produire des plants destinés au reboisement. Ils pourront également être intégrés aux programmes d'amélioration génétique et aux plans de croisements pour la sélection de la prochaine génération d'amélioration.

L'ES permet d'obtenir un nombre illimité d'embryons somatiques à partir d'une seule graine (= clone). Ces embryons somatiques deviendront des plants dont le génotype sera identique à celui de la graine d'origine. Un



Photos 3a-h. Les étapes de bouturage du mélèze hybride dans les doubles enceintes de la Pépinière de Saint-Modeste : a) Premier prélèvement des boutures sur les pieds-mères forcés en serre, au mois de mai; b) Boutures prélevées en croissance, à une longueur d'environ 7 cm; c) Vaporisation d'eau pour uniformiser la teneur en eau des récipients d'enracinement; d) perforation du substrat d'enracinement et installation des récipients sur un convoyeur; e) Opération d'insertion des boutures; f) Vue détaillée de l'insertion des boutures; g) Vue extérieure d'une double enceinte d'enracinement; h) Vue intérieure d'une double enceinte d'enracinement. (Photos P. Lemay, N. Robert et D. Tousignant)

exemple des étapes de production de plants d'épinette

du poids à saturation. Le substrat est ensuite arrosé jusqu'à saturation.

Tableau 3. Description des principales étapes d'obtention de plants par ES.

Étapes	Descriptions
Induction	Production de tissu embryogène à partir de l'embryon zygotique extrait de la graine.
Maintenance	Multiplication du tissu embryogène qui restera à un stade très peu différencié. Ce tissu est mis en cryoconservation (conservation dans l'azote liquide).
Maturation	Développement des embryons somatiques au stade cotylédonnaire.
Germination	Développement des embryons somatiques en plantules. Ceci est comparable à la germination de la graine (croissance du système racinaire et caulinaire fonctionnel).
Acclimatation	Étape indispensable à la survie et à la croissance des plantules.
Transfert en sol	Transfert en sol des plantules acclimatées pour une croissance en serre.

blanche par ES est présenté au Tableau 3 et à la Figure 1. Les Figures 2 et 3 illustrent l'intégration de l'ES dans la filière de production de plants au MRNF.

La production de plants issus d'ES permettra l'établissement de tests clonaux, la production de pieds-mères à des fins de bouturage et l'étude de la variabilité clonale. Le laboratoire d'ES à Saint-Modeste a produit jusqu'à maintenant : 13 000 plants d'un clone avant 2004 et 3 860 plants issus de 80 clones en 2004. Parmi ces clones, 52 seront plantés dans deux tests clonaux dans des sites de reboisement en 2007. Plus de 9 000 plants issus de 163 nouveaux clones en 2005 sont en croissance en vue de l'établissement d'une deuxième série de tests clonaux. En 2006, 300 nouveaux clones ont été sélectionnés pour une troisième série. De plus, tous les clones produits ont été congelés dans l'azote liquide à -196°C (cryoconservation).

Production en récipient de plants de conifères issus de boutures

Après avoir hiverné à l'extérieur (Photos 4a, b), les boutures sont repiquées en vue d'atteindre les gabarits des plants de fortes dimensions (PFD) (hauteur de 35 cm et plus avec un ratio hauteur/diamètre équilibré). Pour ce faire, les boutures sont repiquées soit à racines nues, soit en récipients 15-320cc ou 25-310cc, et cultivées pendant 2 ans en pépinière. Les objectifs de production de plants issus de boutures repiquées en récipients sont de l'ordre de 400 000 MEH, 700 000 EPN et 700 000 EPB.

L'opération de repiquage dure du 10 mai au 10 juin environ. L'épinette blanche, l'espèce la plus sensible au stress de repiquage, est repiquée la première, en dormance. Elle est suivie du mélèze hybride, pour lequel on attend le débourrement afin de pouvoir distinguer les boutures vivantes de celles qui ne se sont pas enracinées.

Entretien des boutures racinées avant le repiquage

Une à deux fertilisations (3 à 4 mg N / plant / application) sont effectuées avant le début de l'opération du repiquage.

L'irrigation est gérée de manière à maintenir une teneur en eau minimale dans le substrat d'environ 40% à 50 %

Préparation des boutures

Les boutures sont extraites de leur récipient, secouées pour enlever le substrat (Photos 4c, d), puis placées dans des bacs doublés de jute mouillée, dont une portion servira à recouvrir les racines. Lors de l'extraction, les récipients sont toujours couchés sur le côté, afin d'éviter que des racines dépassant sous le récipient ne soient arrachées de la tige. Cette simple précaution évite d'importantes pertes, car les boutures de MEH sont particulièrement fragiles au point d'attache des nouvelles racines sur la tige.

Comme les boutures viennent de débourrer, elles doivent séjourner le moins longtemps possible en bac (maximum d'une nuit), car le jeune feuillage moisira très rapidement.

Sélection et repiquage des boutures

Au moment du repiquage, les boutures sont sélectionnées en fonction de leur vigueur (présence de nouveau feuillage) et de la présence d'au moins une racine mesurant 1 cm ou plus. Afin de faciliter l'insertion dans la nouvelle cavité, les racines trop longues sont taillées à une longueur de 7 à 10 cm, soit la largeur d'une main. Chaque bouture est ensuite repiquée avec une fourchette, directement au travers de la silice (Photo 4f). L'opération est exécutée au champ, avec des tables roulantes qui avancent sur l'aire de culture (Photo 4e).

Les récipients 25-310 ou 15-320 contiennent un mélange de tourbe et de vermiculite (80 % :20 %, v :v), avec une couche de silice en surface. La densité d'empotage est de 0,10 g / cm³, avec un taux d'humidité de 75 %. Avant le repiquage, le dessus des récipients est humecté. Si le temps est ensoleillé, les boutures fraîchement repiquées reçoivent une irrigation de 15 minutes le midi et en fin de journée.

Culture des plants après repiquage

Les boutures repiquées sont cultivées 2 ans puis livrées au reboisement au printemps de la troisième année (Photos 4g, h), comme plants de fortes dimensions. Pour qu'un lot puisse être livré, il doit respecter les normes de qualité du MRNF pour ce type de plant, soit une hauteur

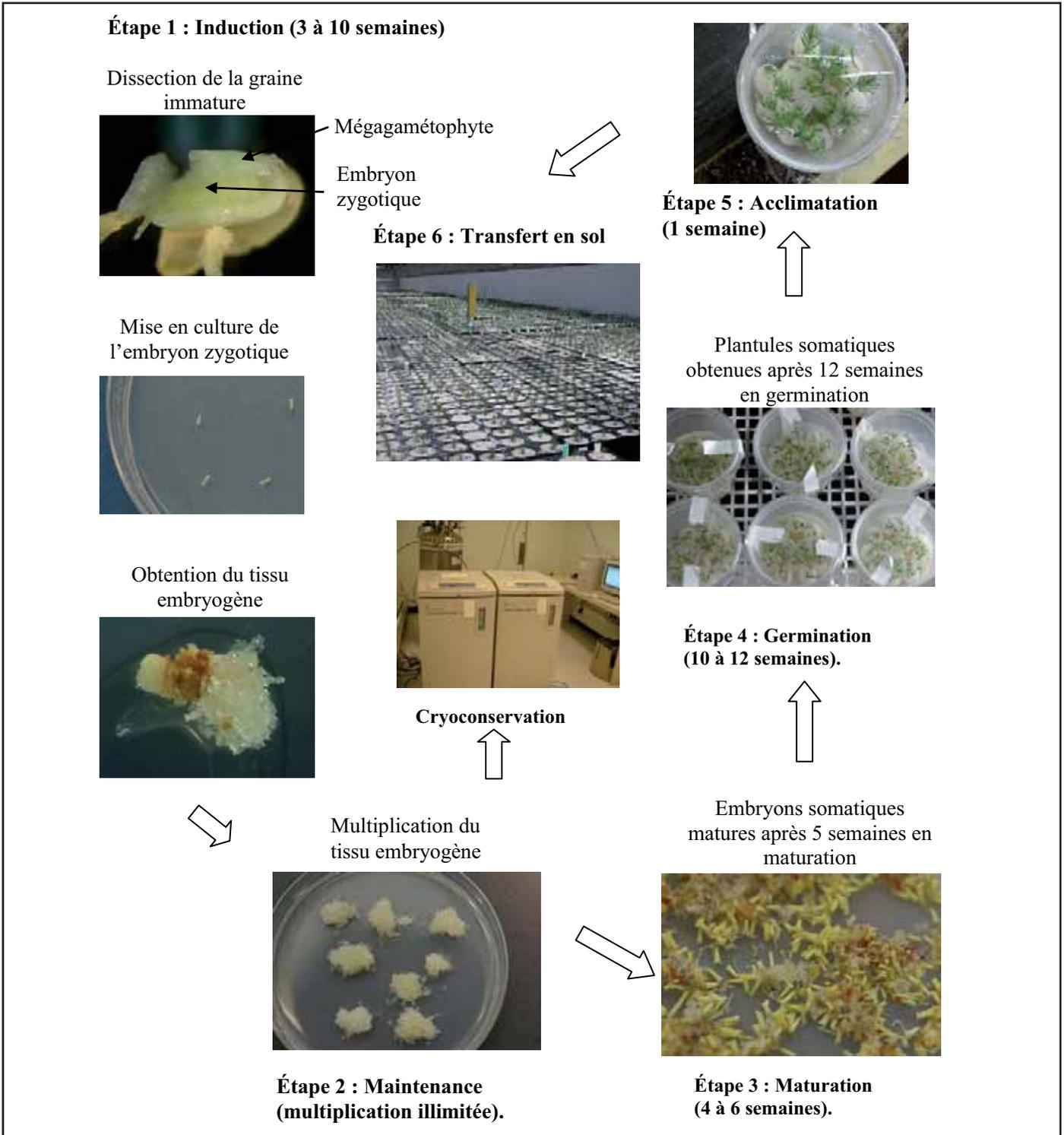


Figure 1. Exemple des étapes de production de plants d'épinette blanche par embryogenèse somatique (photos Laurence Tremblay).

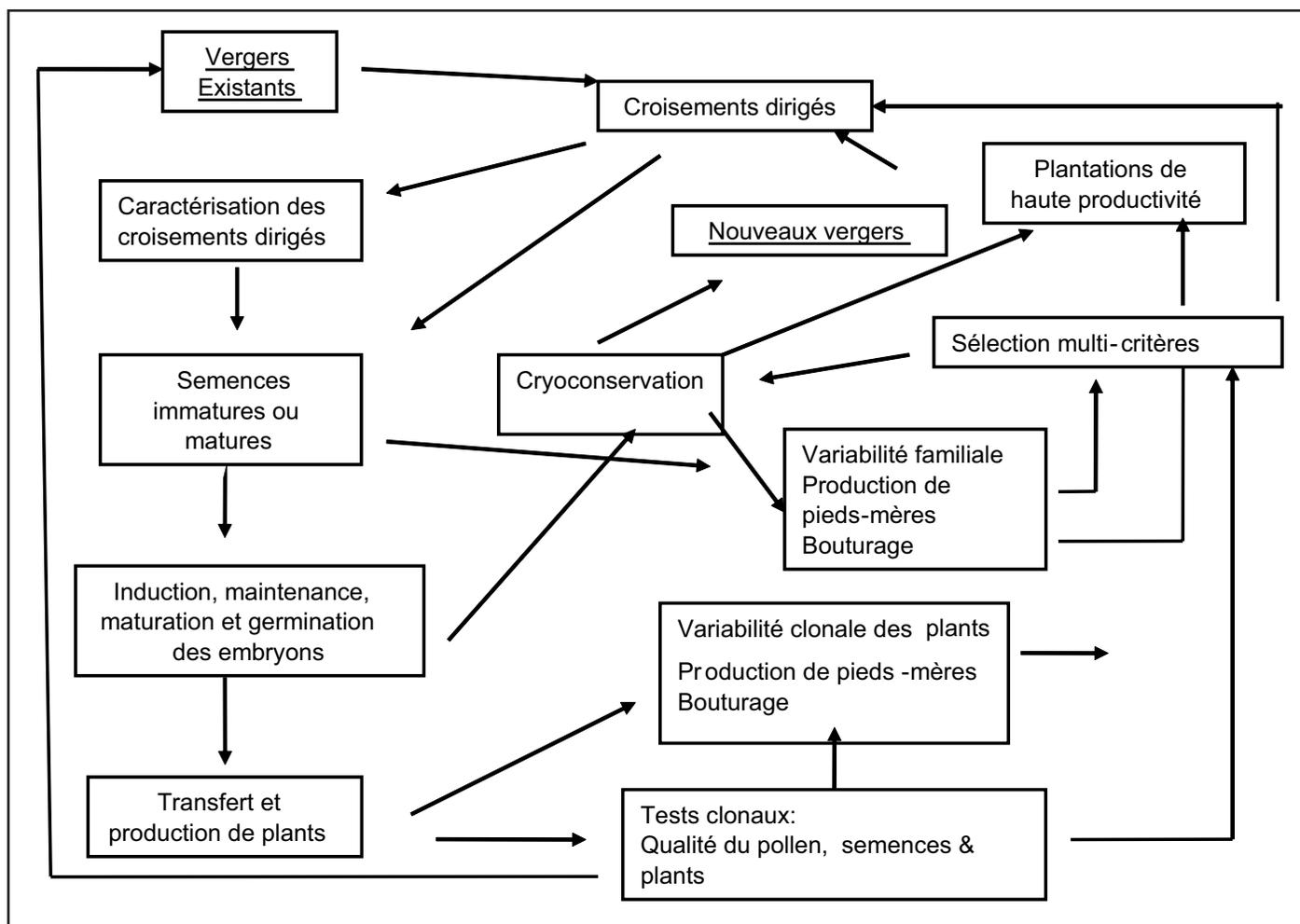
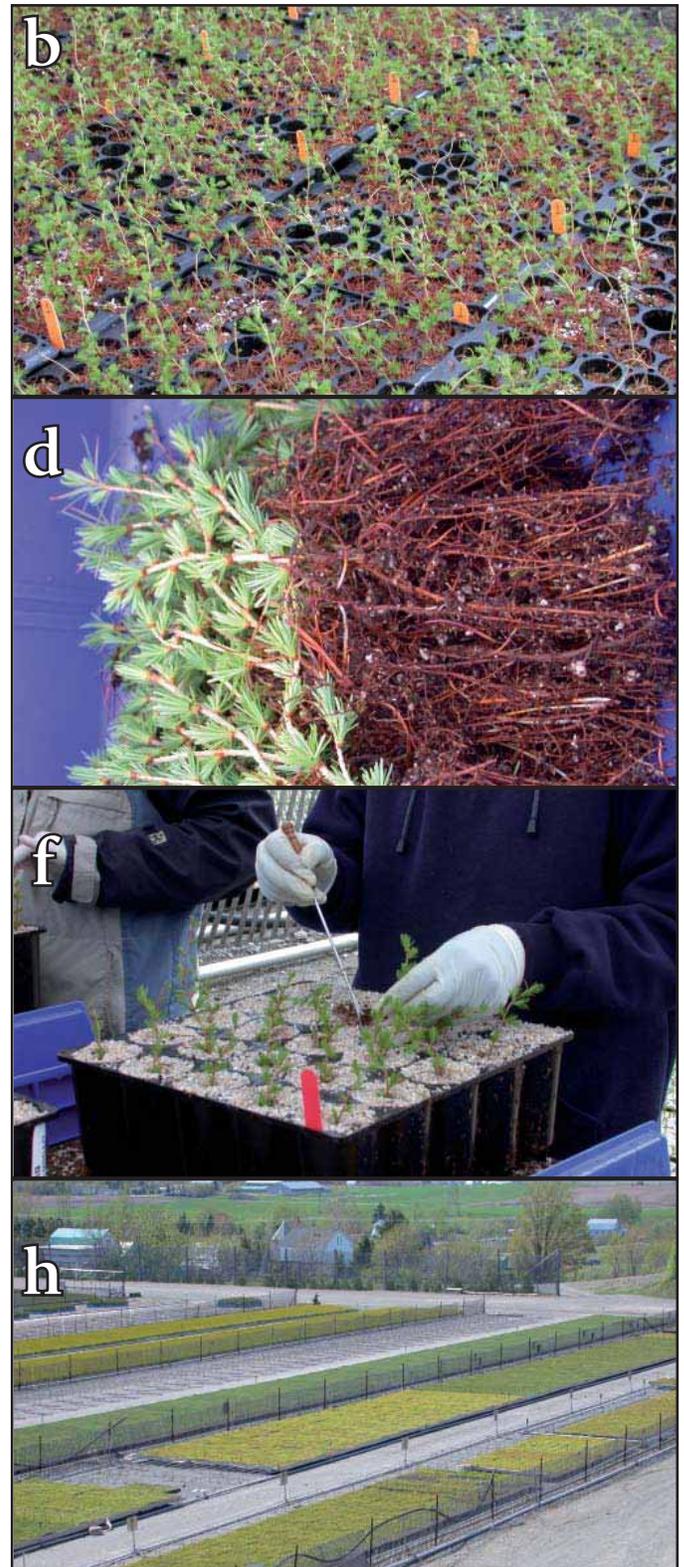


Figure 2. L'intégration de l'ES dans la filière de production de plants au MRNF (Lamhamedi *et al.* 2006, 4^e Atelier technique sur la production de plants forestiers au Québec, Québec, Canada).



Figure 3. Exemple de plants issus d'ES montrant la variabilité clonale. Une caractérisation de variables morpho-physiologiques et l'aptitude au bouturage seront entreprises. (M. Lamhamedi).



Photos 4a-h. Les étapes de culture en récipient des plants de mélèze hybride issus de boutures, à la Pépinière de Saint-Modeste : a) Boutures enracinées l'année précédente et prêtes à être repiquées en début de saison; b) Vue détaillée de boutures de mélèze hybride prêtes à être repiquées; c) Secouage des boutures pour les extraire du récipient d'enracinement; d) vue détaillée de boutures après le secouage; e) opération de repiquage des boutures en récipients 15-320; f) vue détaillée du repiquage manuel des boutures; g) vue générale d'un secteur de boutures repiquées, après une saison de croissance; h) vue générale des secteurs de culture en récipient de boutures repiquées de diverses essences. (Photos Patrick Lemay, Nicole Robert et Denise Tousignant).

minimale de 35 cm, un rapport hauteur/diamètre maximal de 7,5, et une incidence de défauts inférieure à 15 %.

Tableau 4. Critères dendrométriques et teneur en azote visés à la livraison selon les catégories de plants produits en récipients (qualité A1).

Plants	Densité de culture (plants / m ²)	Volume de la cavité (cm ³)	Hauteur moyenne individuelle (cm)	Rapport Hauteur/ Diamètre (cm/ mm)	Concentration minimale des tissus en N
Fortes dimensions	200	310	≥ 35	≤ 6.5	1,7 %
Moyennes dimensions	300	200	≥ 27	≤ 6.5	1,7 %
Petites dimensions	570	110	≥ 18	≤ 6.5	1,7 %

Les plants MEH issus de boutures, surtout s'ils proviennent de pieds-mères âgés de deux ans ou plus, peuvent présenter du plagiotropisme (de 10 et 50 % des plants), des fourches ou plusieurs têtes. Une taille de correction est pratiquée, soit le premier automne suivant le repiquage, soit le printemps suivant. Un triage est effectué avant la livraison pour enlever les plants présentant des défauts.

Les récipients sont surélevés de 10cm sur des treillis métalliques, afin d'éviter l'ancrage des racines au sol. À l'automne, ils sont déposés au sol pour la protection hivernale.

La régie de cultures est semblable à celle des plants issus de semences, soit :

- **irrigation** : arrosage jusqu'à saturation lorsque le substrat atteint 40 % d'humidité.
- **contrôle des mauvaises herbes** : la première année, une application de Devrinol (8kg/ha) est faite après le repiquage, suivie de deux à trois sarclages manuels jusqu'à l'automne. Au début mai de la deuxième année, un herbicide (Princep 9T : 1,3 kg/ha) est appliqué, puis un sarclage manuel est exécuté au cours de la saison.
- **contrôle des insectes** : si nécessaire, un traitement est appliqué pour réprimer la punaise terne, au début juillet.
- **contrôle des maladies** : chaque automne, un fongicide (Senator) est appliqué sur le feuillage, pour prévenir les moisissures hivernales.
- **fertilisation – première année** : à la suite du repiquage, seule une fertilisation minimale est appliquée, car la croissance très rapide du MEH doit être contrôlée pour éviter que celle-ci n'atteigne une hauteur excessive l'année suivante. À la mi-août, la fertilisation cesse pour permettre l'aoûtement. De la fin septembre à la fin octobre, la fertilisation est reprise afin d'augmenter le contenu tissulaire des plants jusqu'à environ 2,2 à 2,3 % d'azote. La hauteur moyenne des plants avoisine alors les 15 à 18 cm, avec une masse totale moyenne de 2400 mg.
- **Fertilisation – deuxième année** : du début mai à

la mi-juin, une faible dose d'engrais hebdomadaire est appliquée. Par la suite, les fertilisations sont suspendues jusqu'à l'aoûtement, et reprennent

jusqu'à la fin de la saison jusqu'à ce que le pourcentage d'azote dans les tissus atteigne 2,2 à 2,3 %. La hauteur atteinte est de 35 à 40 cm en moyenne, avec une masse totale moyenne de 8400 mg.

Production en récipients de plants de conifères issus de semences

- La superficie utilisable de production est de 26 000 m² de serres tunnels, soit l'équivalent de 4,5 M de plants de fortes dimensions (PFD) (Tableau 4). Les différentes essences produites sont, par ordre d'importance : épinette blanche, épinette noire, les mélèzes, sapin baumier, épinette de Norvège, épinette rouge et pin rouge. La grande majorité des plants est produite en PFD. L'épinette blanche PFD est l'une des essences les plus difficiles à produire, elle nécessite une régie de culture finement ajustée (Tableau 5).

L'approche de culture comprend les activités suivantes, tout au long des deux années de production :

- **inspection régulière des cultures** (présence de pathogènes, d'insectes et de mauvaises herbes).
- **suivi périodique de la teneur en eau du substrat**. Une irrigation trop abondante ou trop légère nuit au développement normal du système racinaire et, par conséquent, au développement du plant. On vise à maintenir une teneur en eau de 25 % (v : v).
- **établissement de standards de culture** pour chaque essence et type de plants. Ce sont des courbes évolutives, selon la période de la saison, pour la hauteur, le diamètre, la biomasse, et la concentration du substrat et des tissus en éléments minéraux. Ces standards servent de base au **calendrier de fertilisation**.
- **suivi de culture aux deux semaines** (teneur en éléments minéraux du substrat et des tissus, biomasse des tiges et des racines, hauteur et diamètre), permet de réviser périodiquement le calendrier de fertilisation.
- Lors de la livraison au printemps, tous les plants

doivent être qualifiés avant leur départ de la pépinière, selon des critères morphologiques, dendrométriques et qualitatifs. Habituellement, un classement des plants est effectué avant leur livraison puisqu'un minimum de 85 % des plants livrés doit être conforme aux normes. Du point de vue qualitatif, il y a 20 critères possibles de rejet, dont un nommé « Insuffisance racinaire » (pour que le plant soit accepté, la carotte de substrat doit être

entière et en mesure de résister aux manipulations normales).

- la saison de culture s'étend de la fin avril à la fin octobre. On accumule entre 2 200 et 2 500 degrés-jours de croissance, sur la base de 1°C. La première année, les plants sont cultivés en serres tunnels non chauffés, alors qu'à la deuxième et dernière année de production, ils sont cultivés en aires extérieures.

Tableau 5. Calendrier des principales étapes de production des plants d'épinette blanche de fortes dimensions cultivés en récipient.

Mois	Première année (1+0)	Deuxième année (2+0)
Fin de l'hiver	<ul style="list-style-type: none"> • Stratification des semences. • Utilisation des semences de calibre 1–2–3 (exclusion des petites semences (calibre 4)). 	<ul style="list-style-type: none"> • Enlèvement des toiles hivernales dès la fonte de la neige. • Déplacement des récipients vers les aires extérieures.
Avril	<ul style="list-style-type: none"> • Ensemencement très tôt en saison (fin avril) (2,5 semences viables / cavité). • Substrat de culture composé de 80% de tourbe fibreuse et 20% de vermiculite (v : v). Densité volumétrique du substrat : 0,10 g / cm³. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place sur des supports surélevés à au moins 10 cm du sol, pour favoriser l'aération et le drainage de la cavité. Ainsi, le système racinaire se développe uniquement à l'intérieur de la cavité et les conditions de croissance sont optimisées. • Les fertilisations débutent dès que le substrat est dégelé.
Mai	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place dans les serres tunnels (recouvrement en polyéthylène laiteux) sur des supports surélevés à 10 cm du sol; • Irrigation journalière en surface, durant la phase de germination. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pendant toute la période de croissance active, les apports nutritifs sont fractionnés (2 applications par semaine) afin de réduire les risques de lessivage des éléments minéraux. • Le calendrier de fertilisation tient compte des exigences contractuelles en matière de concentration minimale d'azote des plants au moment de la livraison.
Juin	<ul style="list-style-type: none"> • Éclaircie manuelle à un plant par cavité (le plus vigoureux et le plus centré). • Gestion de la température des aires abritées (ouverture des panneaux latéraux dès que la température est supérieure à 30 °C). 	
Juillet	<ul style="list-style-type: none"> • Éclairage d'appoint de faible intensité dès la mise en culture pour stimuler l'élongation de la tige (18 heures de photopériode). 	
Août	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de l'éclairage d'appoint pour donner un signal d'aoûtement. 	
Sept.	<ul style="list-style-type: none"> • Fermeture des panneaux d'aération des serres tunnels pour maintenir une température élevée, stimuler le développement racinaire et l'endurcissement du plant. 	
Octobre	<ul style="list-style-type: none"> • Enlèvement des polyéthylènes des serres tunnels. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descente au sol des récipients;
Nov.	<ul style="list-style-type: none"> • Installation d'une toile hivernale pour minimiser les risques de gel racinaire (Si les plants ont une hauteur de 10 cm ou plus, le risque de bris de tiges devient élevé). • Cibles 1+0 : biomasse de 1 200 mg, hauteur de 9 cm, rapport Tige/Racine de 3,0 et concentration tissulaire en N de près de 3 %. 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation de clôtures à neige pour une protection hivernale du système racinaire et de la tige.

Sources d'informations complémentaires :

LAMHAMEDI, M. S., F. COLAS, D. TOUSIGNANT, L. TREMBLAY, A. RAINVILLE, J. Y. GUAY, C. OUELLETTE, M. RIOUX. 2006. *Intégration de l'embryogenèse somatique dans la filière de production de plants forestiers du Québec*. Affiche présentée dans le cadre du 4^e Atelier technique sur la production de plants forestiers au Québec, Québec. ISBN 2-550-46934-8.

TOUSIGNANT, D., P. PÉRINET et M. RIOUX. 1996. *Le bouturage de l'épinette noire à la pépinière de Saint-Modeste*. Ministère des Ressources naturelles du Québec. Pépinière de Saint-Modeste et Direction de la recherche forestière. 33 pages.

TOUSIGNANT, D. et M. RIOUX. 2002. *Le bouturage des résineux à la pépinière de Saint-Modeste (Québec, Canada) : 10 ans de recherche, de développement et d'innovations*. Dans : Verger, M. (éd.). Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux. Actes [CD-ROM]. Montpellier, France : CIRAD-INRA, p. 65-86. Troisième rencontre du groupe de la Sainte-Catherine, 22-24/11/2000, Orléans, France.

TREMBLAY L. et M. S. LAMHAMEDI, 2006. *Embryogenèse somatique au ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec : du laboratoire au site de plantation*. Des plants et des Hommes 9 (3): 6-11.

TREMBLAY, L., J.-Y. GUAY, C. OUELLETTE et M. S. LAMHAMEDI. 2006. *L'embryogenèse somatique au Québec : une technologie très prometteuse pour la foresterie multiclonale de haute productivité*. Affiche présentée dans le cadre du 4^e Atelier technique sur la production de plants forestiers au Québec, Québec. ISBN 2-550-46934-8.

TREMBLAY L., M. S. LAMHAMEDI, F. COLAS, D. TOUSIGNANT, A. RAINVILLE, G. PRÉSENT, J.-Y. GUAY, M. RIOUX, et J. BEAULIEU, 2006. *White spruce in Québec: a multidisciplinary approach for enhancing forest productivity*. Dans 30^e rencontre de l'Association canadienne des améliorateurs d'arbres (ACAA) / Canadian Tree Improvement Association (CTIA), Tree Seed Working Group, Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard), 24 juillet 2006, p. 7 Section 6.

Personnes-ressources

Alain Bonneau, ing. f.
Directeur de pépinière
(Pépinière de Saint-Modeste)
alain.bonneau@mrrnf.gouv.qc.ca
418 862-5511 poste 224

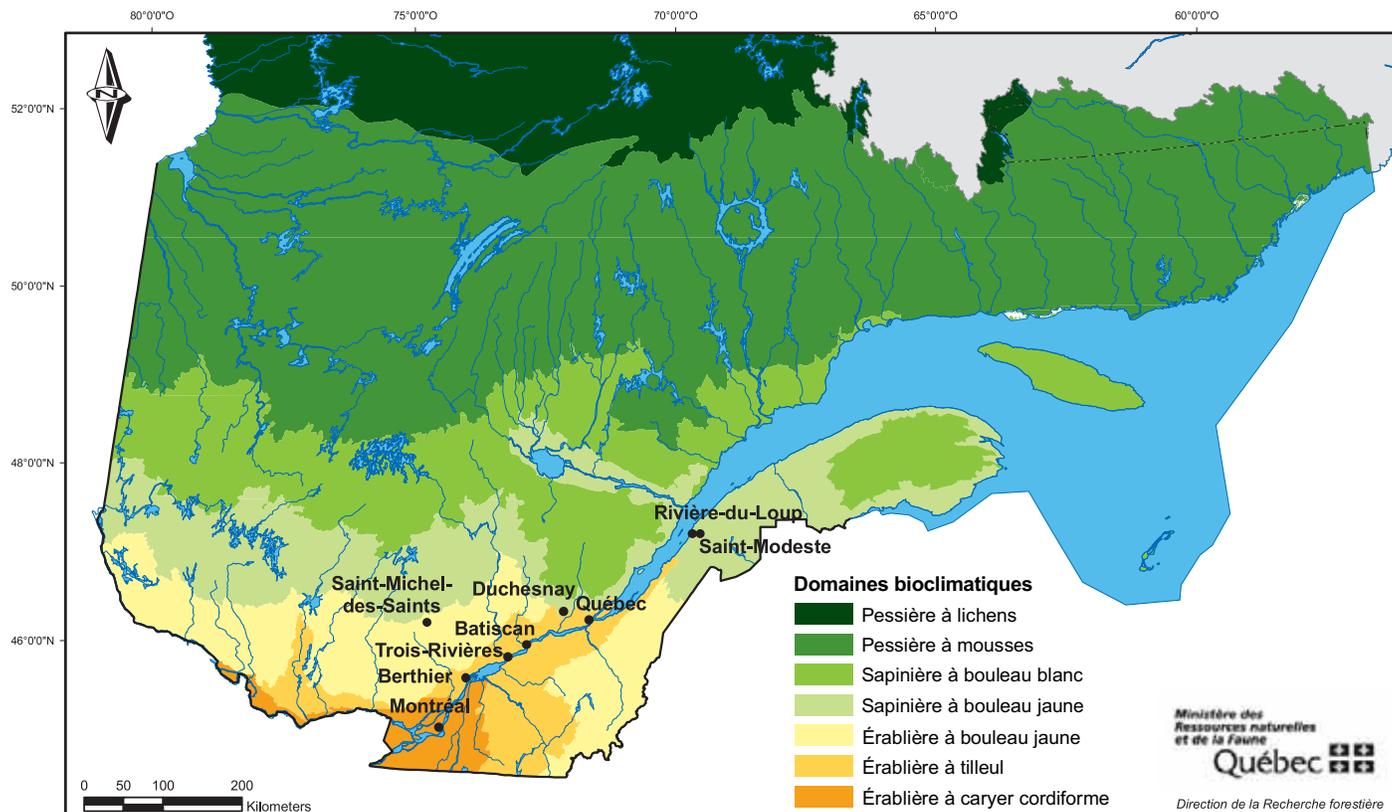
Jean-Yves Guay, tech. f. sp.
Responsable de l'équipe technique
(Pépinière de Saint-Modeste)
jean-yves.guay@mrrnf.gouv.qc.ca
418 862-5511 poste 237

Corine Rioux, tech. f. sp,
Responsable technique des productions en récipients
(Pépinière de Saint-Modeste)
corine.rioux@mrrnf.gouv.qc.ca
418 862-5511 poste 229

Michel Rioux, tech. f. sp, B.Sc.
Responsable des opérations de bouturage
(Pépinière de Saint-Modeste)
michel.rioux@mrrnf.gouv.qc.ca
418 862-5511 poste 223

Denise Tousignant, biologiste, M.Sc.
Chercheuse, bouturage et reproduction des arbres (Direction de la recherche forestière)
denise.tousignant@mrrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6527

Laurence Tremblay, biologiste, M.Sc.
Chercheuse, embryogenèse somatique des conifères
(Direction générale des pépinières et des stations piscicoles et Direction de la recherche forestière)
laurence.tremblay@mrrnf.gouv.qc.ca
418 643-7994 poste 6704



Merci à nos partenaires financiers!

Les organisateurs du Symposium Larix 2007 tiennent à remercier chaleureusement tous les partenaires financiers de l'événement pour leur précieuse collaboration.

Catégorie Or

**Ressources naturelles
et Faune**

Québec 

Avec la participation de :
Direction générale des pépinières et des stations piscicoles

Ancestral^{MD}
LE VÉRITABLE
PLANCHER PRÉ-HUILÉ

Catégorie Bronze



Chaire de recherche du Canada
en génomique forestière
et environnementale



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

**Ressources naturelles
et Faune**

Québec 