



Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

# Visite de la pépinière forestière de Grandes-Piles et de plantations expérimentales

23 août 2019

*Conférence de l'Association canadienne de génétique forestière 2019  
19 au 23 août 2019, Lac-Delage, Québec*

### Comité organisateur

**Fabienne Colas**, MFFP – Pépinière et centre de semences forestières de Berthierville

**Claude Gagné**, MFFP – Direction de l'expertise et de la coordination, Direction générale de la production de semences et de plants forestiers

**Martine Isabelle**, MFFP – Direction de l'expertise et de la coordination, Direction générale de la production de semences et de plants forestiers

**Marie-Josée Mottet**, MFFP – Direction de la recherche forestière

**Martin Perron**, MFFP – Direction de la recherche forestière

**Laurence Tremblay**, MFFP – Direction de l'expertise et de la coordination, Direction générale de la production de semences et de plants forestiers

### Cartographie

**Chantal Pelletier**, MFFP – Pépinière de Grandes-Piles

### Édition

**Marie-Eve Roy**, MFFP – Direction de la recherche forestière

**Claude-Andrée Berthiaume**, MFFP – Direction de la recherche forestière

**Charlotte Grenier**, MFFP – Direction des communications

### Révision linguistique

**Denise Tousignant**, MFFP – Direction de la recherche forestière

Le comité organisateur remercie tout le personnel de la pépinière de Grandes-Piles, en particulier M. Luc Lavergne ainsi que M<sup>mes</sup> Sylvie Goulet et Danielle Marchand, la directrice, pour leur contribution à la préparation et à la réalisation de la visite sur le terrain. Il sait gré aussi à MM. Jean-Sébastien Joannette et à Alain Fauchon de la Direction de la recherche forestière. Enfin, il tient à exprimer sa gratitude à M<sup>me</sup> Sylvie Carles pour la révision du document ainsi qu'à MM. Michel Jacques et Philippe Dupéré pour leur aide à la préparation de la visite terrain de la Direction de l'expertise et de la coordination, Direction générale de la production de semences et de plants forestiers.

### Photographie de la couverture

Vue aérienne de la pépinière de Grandes-Piles, à 20 km au nord de Shawinigan.  
Photo : MFFP

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2019

ISBN (version imprimée) : 978-2-550-84489-1

ISBN (PDF) : 978-2-550-84490-7

## Table des matières

<b>Emplacement de la pépinière de Grandes-Piles et des cinq autres pépinières publiques . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>Mot des organisateurs . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>Horaire de la journée. . . . .</b>	<b>6</b>
<b>Carte des arrêts. . . . .</b>	<b>7</b>
<b>Arrêt n° 1 : Installations et cultures en cours à la pépinière de Grandes-Piles . . . . .</b>	<b>8</b>
<b>Arrêt n° 2 : Pin gris – Verger à graines de 2<sup>e</sup> génération . . . . .</b>	<b>10</b>
<b>Arrêt n° 3 : Épinette noire – Tests de clones (bouturage) établis en 2004 et 2005 . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>Arrêt n° 4 : Peupliers hybrides – Tests de descendances établis en 2015 . . . . .</b>	<b>18</b>
<b>Arrêt n° 5 : Épinette blanche – Tests de clones établis de 2007 à 2016 (embryogénèse somatique) . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>Arrêt n° 6 : Épinette de Norvège – Test de descendances biparentales établi en 2000. . . . .</b>	<b>26</b>
<b>Conclusion . . . . .</b>	<b>29</b>

## Emplacement de la pépinière de Grandes-Piles et des cinq autres pépinières publiques

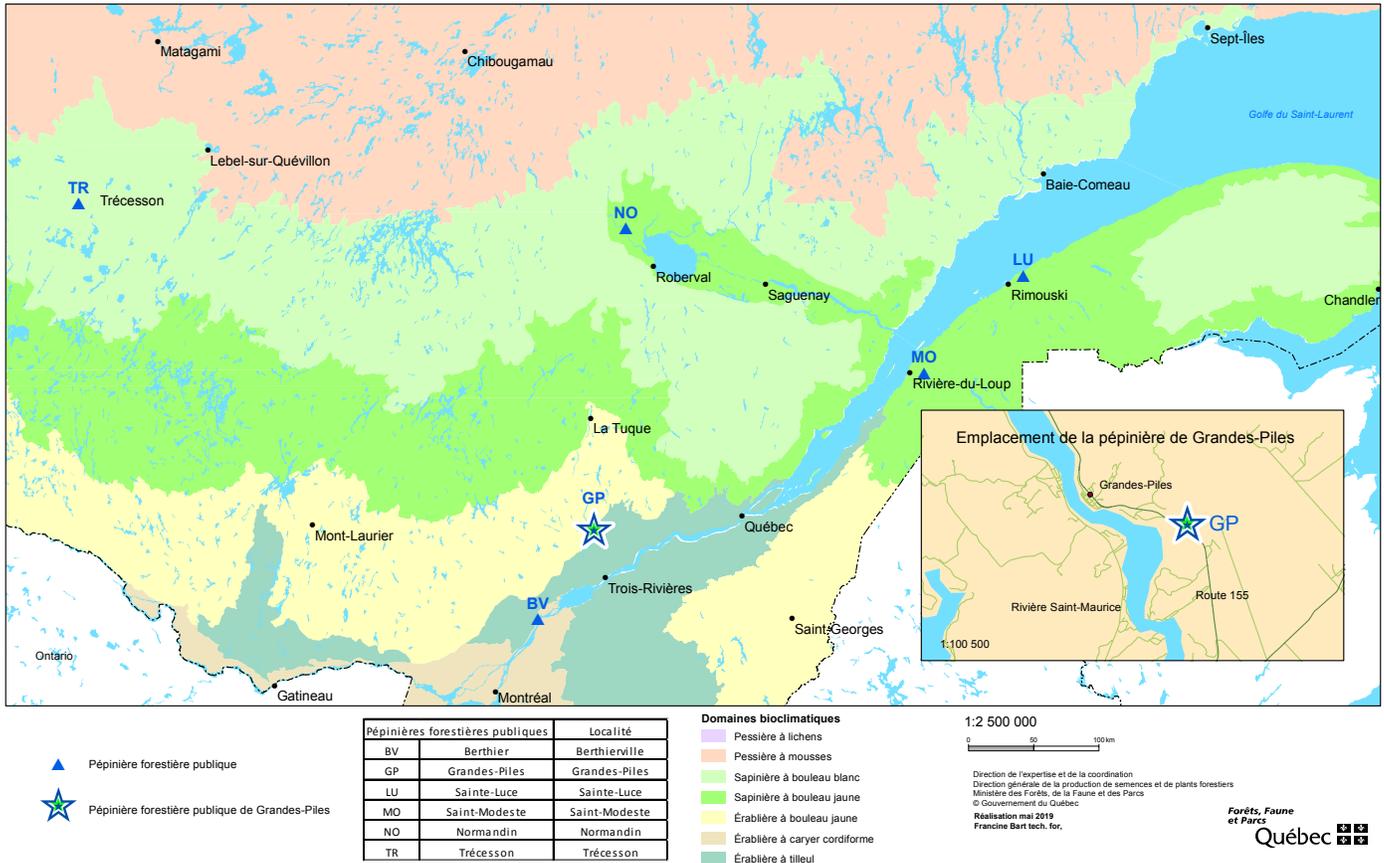


Figure 1. Carte des pépinières forestières publiques

## Mot des organisateurs

Bienvenue à la visite sur le terrain, organisée par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), dans le cadre du congrès de l'Association canadienne de génétique forestière 2019. Nous avons le plaisir de vous accueillir à la pépinière forestière de Grandes-Piles. Située à 20 kilomètres au nord de Shawinigan, elle est l'une des 6 pépinières publiques du Québec, qui relèvent toutes de la Direction générale de la production de semences et de plants forestiers (DGPSPF). Au sein de cette direction générale, la Direction de l'expertise et de la coordination (DEC) coordonne la production de semences forestières (mise en place et entretien des sources de semences, récolte de semences, pollinisation contrôlée, embryogenèse somatique, distribution de semences). La DEC est également chargée de collecter les demandes en plants et de programmer les ensemencements afin de faire produire annuellement 150 millions de plants par les 19 pépinières forestières du Québec (6 pépinières publiques et 13 pépinières privées). En outre, la DEC apporte un soutien scientifique et technique aux différentes pépinières et régions.

La visite guidée des lieux vous fera découvrir la pépinière de Grandes-Piles d'une superficie de 337 hectares, dont 45 sont réservés à la production de plants en récipients avec, notamment, 25 serres-tunnels mobiles et 93 hectares de vergers à graines de 1<sup>re</sup> et de 2<sup>e</sup> génération.

En plus des installations de la pépinière et des vergers à graines, nous visiterons des tests de descendances et des tests de clones de la Direction de la recherche forestière (DRF) reliés aux programmes d'amélioration génétique de l'épinette blanche (projet *FastTRAC*), de l'épinette noire, de l'épinette de Norvège (projet *FastTRAC*) et du pin gris, ainsi qu'un test de peupliers hybrides. La DRF a pour mandat de participer activement à l'orientation de la recherche et à l'amélioration de la pratique forestière au Québec dans un contexte d'aménagement forestier durable en réalisant des travaux de recherche scientifique appliquée. Elle développe de nouvelles connaissances, du savoir-faire et du matériel biologique et contribue à leur diffusion ou à leur intégration au domaine de la pratique. Elle subventionne aussi des recherches en milieu universitaire, le plus souvent dans des créneaux complémentaires à ses propres travaux. L'amélioration génétique des arbres et la production de semences et de plants figurent parmi les créneaux de la DRF.

Bonne visite!

## Horaire de la journée

Heure	Programme								
<b>8 h</b>	Départ en autocar du lac Delage vers la pépinière de Grandes-Piles (environ 2 heures de route)								
<b>Avant midi</b>	<b>Arrêt n° 1</b> : Installations et cultures en cours à la pépinière de Grandes-Piles								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Groupe A</th> <th>Groupe B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Arrêt n° 2</b> : Pin gris – Verger à graines de 2<sup>e</sup> génération</td> <td><b>Arrêt n° 4</b> : Peupliers hybrides – Tests de descendances établis en 2015</td> </tr> <tr> <td><b>Arrêt n° 3</b> : Épinette noire – Tests de clones (bouturage) établis en 2004 et 2005</td> <td><b>Arrêt n° 5</b> : Épinette blanche – Tests de clones établis de 2007 à 2016 (embryogenèse somatique)</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>Arrêt n° 6</b> : Épinette de Norvège – Test de descendances biparentales établi en 2000</td> </tr> </tbody> </table>	Groupe A	Groupe B	<b>Arrêt n° 2</b> : Pin gris – Verger à graines de 2 <sup>e</sup> génération	<b>Arrêt n° 4</b> : Peupliers hybrides – Tests de descendances établis en 2015	<b>Arrêt n° 3</b> : Épinette noire – Tests de clones (bouturage) établis en 2004 et 2005	<b>Arrêt n° 5</b> : Épinette blanche – Tests de clones établis de 2007 à 2016 (embryogenèse somatique)		<b>Arrêt n° 6</b> : Épinette de Norvège – Test de descendances biparentales établi en 2000
	Groupe A	Groupe B							
	<b>Arrêt n° 2</b> : Pin gris – Verger à graines de 2 <sup>e</sup> génération	<b>Arrêt n° 4</b> : Peupliers hybrides – Tests de descendances établis en 2015							
<b>Arrêt n° 3</b> : Épinette noire – Tests de clones (bouturage) établis en 2004 et 2005	<b>Arrêt n° 5</b> : Épinette blanche – Tests de clones établis de 2007 à 2016 (embryogenèse somatique)								
	<b>Arrêt n° 6</b> : Épinette de Norvège – Test de descendances biparentales établi en 2000								
<b>Midi</b>	Diner								
<b>Après-midi</b>	<b>Arrêt n° 4</b> : Peupliers hybrides – Tests de descendances établis en 2015								
	<b>Arrêt n° 5</b> : Épinette blanche – Tests de clones établis de 2007 à 2016 (embryogenèse somatique)								
	<b>Arrêt n° 6</b> : Épinette de Norvège – Test de descendances biparentales établi en 2000								
<b>Vers 15 h</b>	Retour en autocar de la pépinière de Grandes-Piles vers le lac Delage								
<b>Vers 17 h 30 – 18 h</b>	Arrivée au lac Delage								

## Carte des arrêts

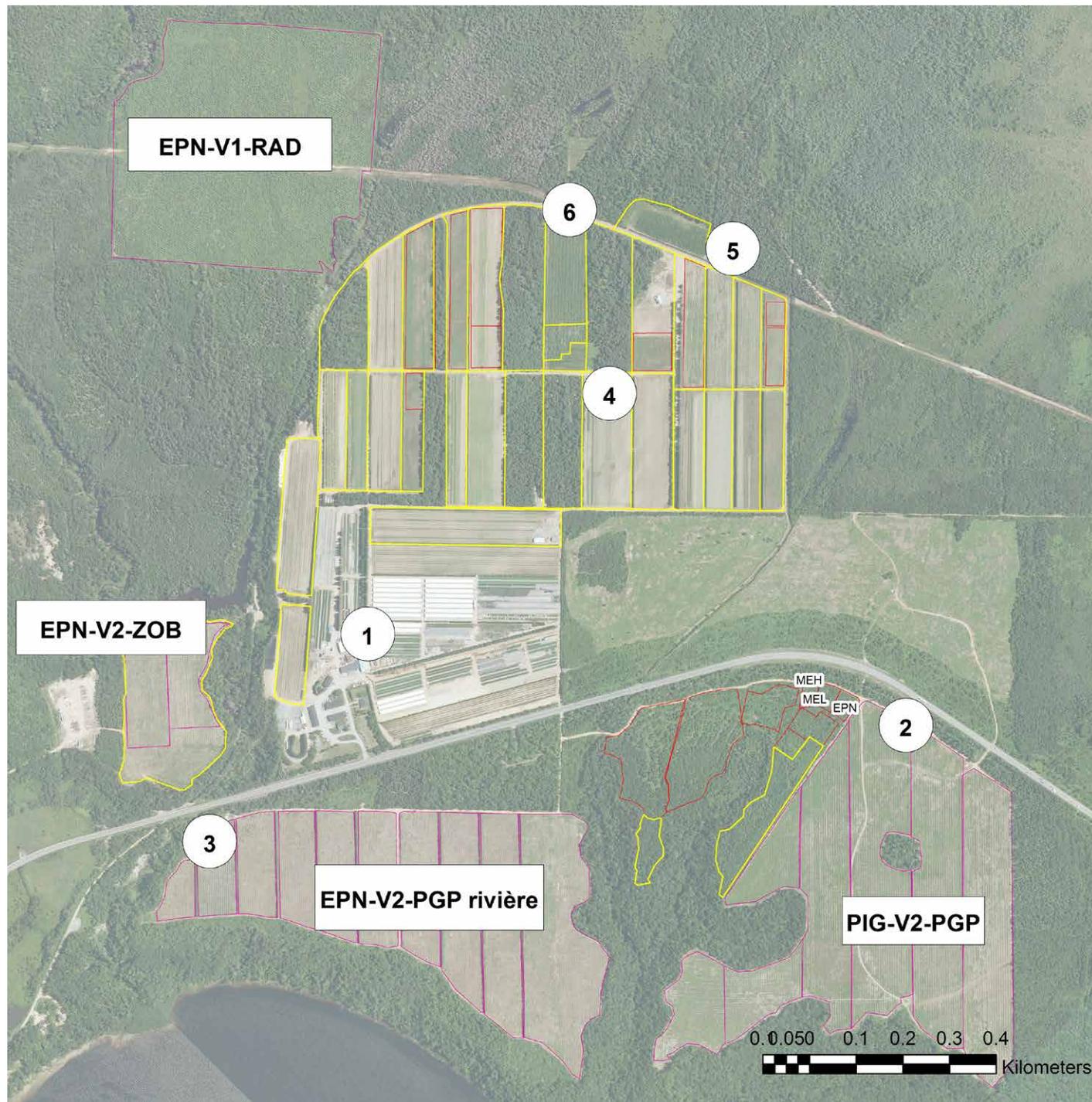


Figure 2. Vue aérienne de la pépinière de Grandes-Piles. (V1 : verger de première génération; V2 : verger de deuxième génération; RAD : Radnord; EPN : épinette noire; FIG : pin gris; MEL : mélèze laricin; MEH : mélèze hybride; ZOB : zone d'amélioration B; PGP : pépinière de Grandes-Piles)

## Arrêt n° 1 : Installations et cultures en cours à la pépinière de Grandes-Piles

Par Josée Houde, Pépinière forestière de Grandes-Piles et Martine Isabelle, DEC-DGSPF

La pépinière de Grandes-Piles est en activité du 1<sup>er</sup> mai au 25 novembre et embauche 75 personnes à son pic d'emploi. L'hiver, la pépinière fait travailler de 4 à 8 personnes pour préparer la prochaine saison. Ses 16 000 m<sup>2</sup> d'ensemencement moyen annuels représentent 3,5 millions de plants de fortes dimensions (PFD).

Elle a pour mission de contribuer à l'augmentation du rendement des forêts en assurant avec efficacité la production de semences et de plants forestiers améliorés.

La visite des installations de la pépinière comprendra cinq stations.

- 1<sup>re</sup> station :
  - a) Présentation des premières étapes de la production de plants en récipients que sont l'empotage et l'ensemencement. La pépinière ensemence environ 6,5 millions de plants par année et utilise une chaîne de production conventionnelle pour l'empotage.
  - b) Visite de la chambre froide où sont entreposés les casiers de récolte de cônes.
- 2<sup>e</sup> station :
  - a) Présentation de PFD de pin blanc (*Pinus strobus*) et de pin rouge (*Pinus resinosa*) cultivés dans des récipients de type 15-320 (soit 15 cavités de 320 cm<sup>3</sup> chacune). Les plants sont dans leur 2<sup>e</sup> année de croissance (2-0).
  - b) Présentation d'un essai de remplacement de la silice, le matériel de recouvrement habituellement utilisé à la surface des cavités, par du gravier, pour des récipients de type 45-110.
  - c) Description des tunnels mobiles mis au point à la pépinière de Grandes-Piles pour réduire au minimum le déplacement des récipients entre la première (1-0) et la deuxième saison (2-0) de croissance en pépinière.
- 3<sup>e</sup> station : Présentation de PFD d'épinette blanche (*Picea glauca*) cultivés dans des récipients de type 25-310 et de pin rouge (*Pinus resinosa*) dans des récipients de type 15-320. Ces plants sont dans leur 1<sup>re</sup> année de croissance (1-0).
- 4<sup>e</sup> station : Illustration de la façon dont la date de prise en charge par les demandeurs, l'année de livraison des plants, est considérée pour les régies de culture de PFD d'épinette noire (*Picea mariana*) cultivés dans des récipients de type 45-110.
- 5<sup>e</sup> station : Présentation de blocs de culture à racines nues de clones de peuplier hybride. Nous y verrons un bloc en production, livrable au printemps 2020 ainsi qu'un bloc comportant des quartiers de pieds-mères et des plants multiplicateurs servant à la production de boutures.

### PERSONNE-RESSOURCE

Sylvie Goulet, technicienne forestière sp.  
Pépinière forestière de Grandes-Piles, MFFP  
[sylvie.goulet@mffp.gouv.qc.ca](mailto:sylvie.goulet@mffp.gouv.qc.ca)  
819 538-8691, poste 234



## Arrêt n° 2 : Pin gris – Verger à graines de 2<sup>e</sup> génération

Par Claude Gagné, DEC-DGSPSPF

### DESCRIPTION

Région administrative : Mauricie

Coordonnées – Altitude : 40°40'26" N; 72°40'52" O — 152 m

Sol : Loam sableux bien drainé

Plants : Greffes mises en terre en 2005

Dispositif : 7 blocs aléatoires, 179 clones, 11 027 semenciers

Espacement : 5 m × 5 m

Superficie totale : 35,6 ha

Territoire d'utilisation : Domaines bioclimatiques de l'érablière à bouleau jaune et de la sapinière à bouleau jaune (zone d'amélioration A)

Gain génétique anticipé : 12,6 % en hauteur

Semences viables/hectolitre de cônes : 65 300

Volumes de récolte : De 118 à 175 hectolitres de cônes, soit de 7,7 à 11,5 millions de semences viables.

Besoins annuels : Environ 7 millions de semences viables

### OBJECTIF

Fournir un approvisionnement régulier en semences améliorées pour les objectifs de reboisement des territoires d'utilisation associés à la source.

### INTERVENTIONS

Désherbage, débroussaillage, tuteurage, taille, élimination des arbres morts.

Un tiers du verger été en 2015.

Présence de la rouille-tumeur autonome (*Endocronartium harknessii* [J.P. Moore] Y. Hiratsuka) et du nodulier du pin gris (*Petrova albicapitana* [Busck]). Élimination des branches atteintes.

### INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES

La population de deuxième génération est formée des meilleurs arbres sélectionnés dans les tests de descendance de la première génération. Ces arbres ont été reproduits soit par greffage (4 vergers), soit par semis (2 vergers) pour constituer 6 vergers à graines répartis dans les 5 zones d'amélioration du pin gris au Québec. Les sélections effectuées permettent d'anticiper un gain génétique en hauteur à 10 ans de 10 à 15 % par rapport à des semences issues d'un peuplement naturel, ce qui représente un rendement supplémentaire de 13 à 20 m<sup>3</sup>/ha en volume marchand à 40 ans.

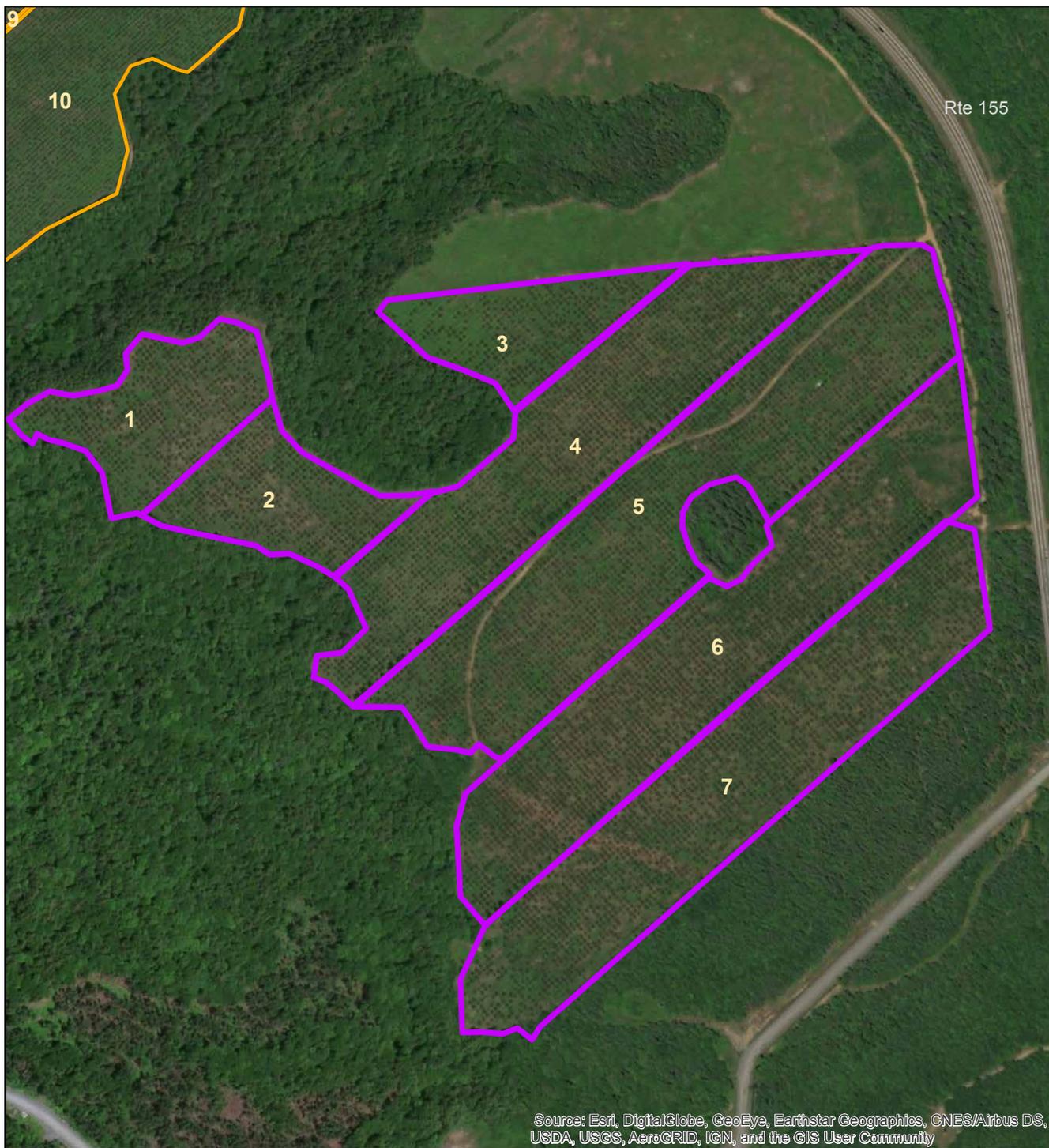
### PERSONNE-RESSOURCE

Claude Gagné, ing.f., M. Sc.

Direction de l'expertise et de la coordination, Direction générale de la production de semences et de plants forestiers, MFFP

[claude.gagne@mffp.gouv.qc.ca](mailto:claude.gagne@mffp.gouv.qc.ca)

418 627-8660, poste 4663



**Vergers**

-  EPN-V2-PGP-1
-  PIG-V2-PGP-1

1:5 000



**Réalisation**

Direction de l'expertise et de la coordination  
Direction générale de la production des semences et des plants forestiers  
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs  
© Gouvernement du Québec, 2019

Note : Le présent document n'a aucune portée légale.  
Réalisé par Francine Bart, Tech.f.



Figure 3. Vue aérienne des blocs du verger de pin gris.



Figure 4. Verger à graines de 2<sup>e</sup> génération de pin gris en juillet 2015. Photo : MFFP.

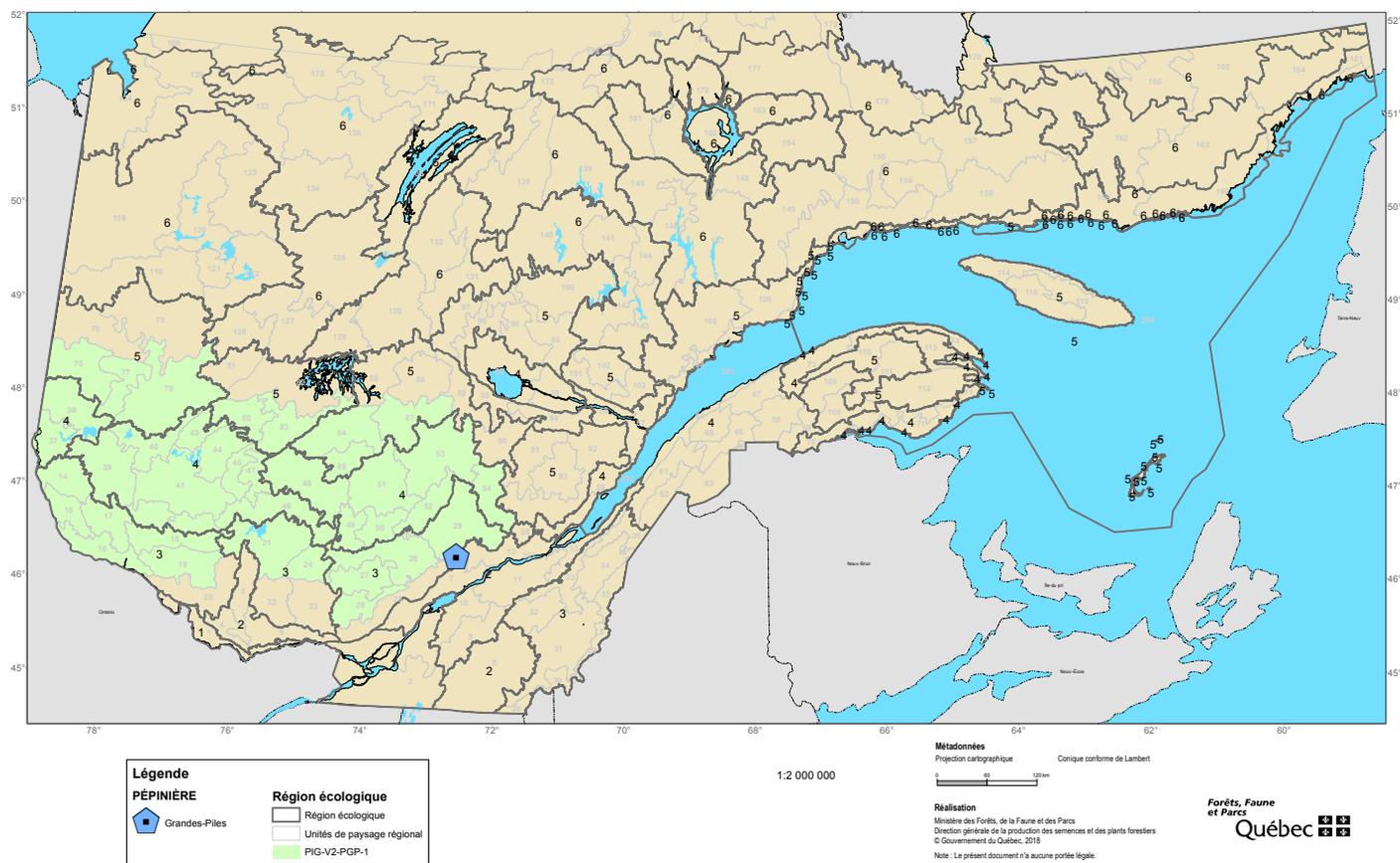


Figure 5. Territoire d'utilisation (zone verte) des semences récoltées dans le verger à graines de 2<sup>e</sup> génération de pin gris de Grandes-Piles.



## Arrêt n° 3 : Épinette noire – Tests de clones (bouturage) établis en 2004 et 2005

Par Mireille Desponts, DRF

### DESCRIPTION

Sol : Loam sableux, bien drainé

Plants : Boutures d'arbres sélectionnés dans les tests de descendance

Dispositif : 10 blocs aléatoires complets avec parcelles monoarbres. Tests de 110 et de 74 clones.

Espacement : 1,5 m × 4 m

Nombre total : 1 079 et 715 arbres

### OBJECTIF

Tests précoces associés à 2 tests de clones de composition semblable situés en milieu forestier. Les tests ont pour but de comparer dans un même site des arbres sélectionnés dans 11 tests de descendance répartis dans les sous-domaines de la sapinière à bouleau blanc et la sapinière à bouleau jaune de l'Ouest.

### INTERVENTIONS

Prélèvement d'arbres : Environ 18 % des arbres ont été prélevés en 2006 afin de reconstituer le parc d'hybridation de Duchesnay à la suite d'une mortalité massive.

Récolte de pollen : Récolte en 2013 pour les croisements dirigés au parc d'hybridation de Duchesnay.

Aménagement en verger : Étêtage des arbres à l'automne 2013.

### MESURES DANS LES TESTS DE CLONES COMPARATIFS EN FORÊT (5, 8, 10, ET 15 ANS)

Moyennes à 15 ans, tests de 2004 : Hauteur : 563 cm; DHP (diamètre à hauteur de poitrine) : 75 mm; densité (Pilodyn) : 19,8 mm; vitesse (Director ST-300) : 3,0 km/s; MoE (Director +Pilodyn) : 4,5 GPa

Résultats : Une sélection multicaractère de 10 % de l'effectif permet un gain de 4,2 % pour la hauteur et de 21,1 % pour le MoE et le maintien du DHP et de la densité par rapport à l'ensemble des clones. Avec le tiers supérieur, les gains sont plus modestes (2,4 % et 11,4 %) et les valeurs du DHP et de la densité sont maintenues.

### PUBLICATION

Desponts, M., M. Perron et J. DeBlois (2017). *Rapid assessment of wood traits for large-scale breeding selection in Picea mariana [Mill.] B.S.P.* Annals of Forest Science. <https://doi.org/10.1007/s13595-017-0646-X>

### COLLABORATION

MFFP – DGSPF

### PERSONNE-RESSOURCE

Mireille Desponts, biologiste, Ph. D.

Direction de la recherche forestière, MFFP

[mireille.desponts@mffp.gouv.qc.ca](mailto:mireille.desponts@mffp.gouv.qc.ca)

418 643-7994, poste 6567

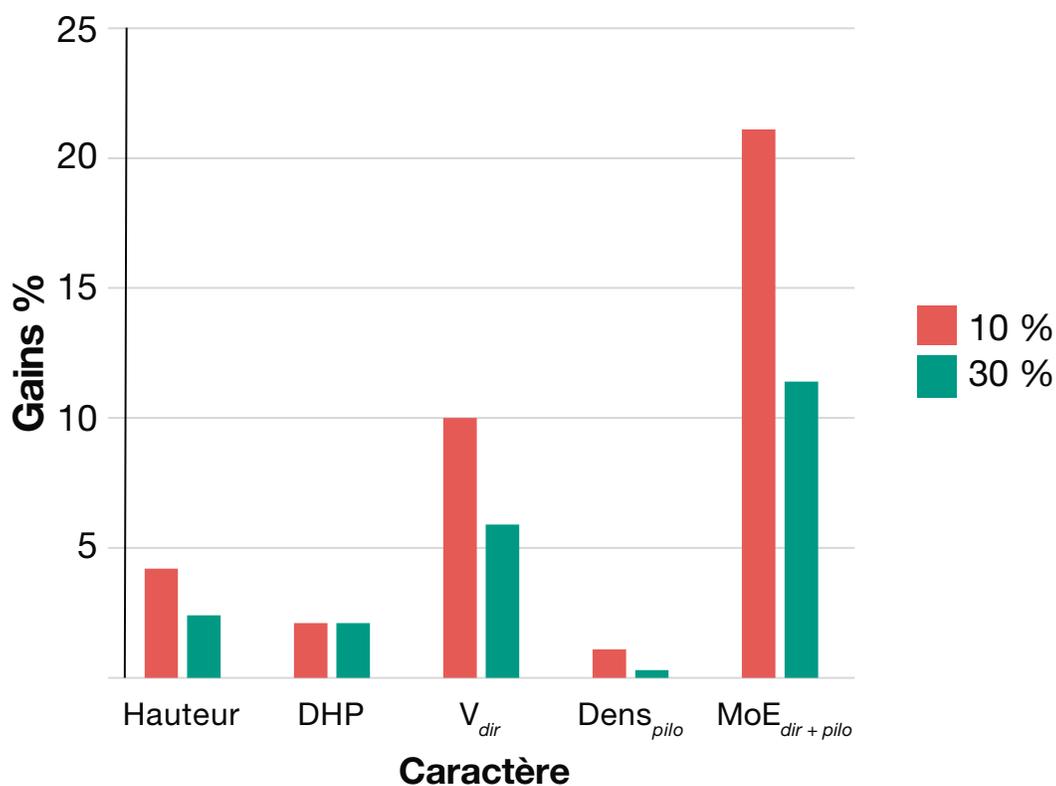


Figure 6. Écart de sélection (en pourcentage par rapport à la moyenne de la population) des caractères mesurés pour 10 % et 35 % des clones supérieurs classés selon un indice optimal basé sur la hauteur et la  $V_{dir}$  (DHP : diamètre à hauteur de poitrine;  $V_{dir}$  : vitesse de propagation acoustique évaluée avec l'appareil Director ST-300;  $Dens_{pilo}$  : densité du bois évaluée avec le Pilodyn;  $MoE_{dir+pilo}$  : module d'élasticité évalué à partir de la vitesse de propagation acoustique et de la densité du bois).



Figure 7. Test précoce d'épinette noire implanté en 2004 à la pépinière de Grandes-Piles. Photo : Mireille Despots, MFFP-DRF, 2005.



## Arrêt n° 4 : Peupliers hybrides – Tests de descendance établis en 2015

Par Martin Perron et Josianne DeBlois, DRF

### DESCRIPTION

Identification : GPI67915 (sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'Est)  
Identification d'un test relié : NOR68115 (sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'Est)  
Sol : Sable loameux, bien drainé.  
Matériel végétal : Boutures de 25 cm mises en terre en mai.  
Dispositif expérimental : 20 blocs aléatoires complets avec des parcelles monoarbres par famille.  
Espacement : 2 m × 3,25 m  
Surface totale : 1,1 ha

### OBJECTIF

Évaluation des parents de *Populus maximowiczii* (M) et de *Populus trichocarpa* (T) de l'hybridation réalisée en 2012 et estimation des paramètres génétiques. 34 familles (25 M × T et 10 T × M à l'aide de polymix).

### ENTRETIEN

Herbicide : Été 2015, 2016  
Pièges à mulots : Automne 2015, 2016  
Éclaircie : Juillet 2018 (1 arbre sur 2)  
Élagage : Prévu pour 2020

### MESURAGE (2015 ET 2017)

Automne 2015 : taux de survie : 97 %; hauteur : 177 ± 61 cm;  
Automne 2017 : taux de survie : 96 %; hauteur : 777 ± 132 cm; DHP : 76 ± 20 mm; tiges multiples : 12,3 %; tiges basales : 7,2 %; tiges multiples et basales : 1,8 %; descente de cime : 14,8 %; branches adventives : 7,3 % et les dégâts.  
Résultats : À venir

### PUBLICATION

L'estimation des paramètres génétiques non biaisés (analyse simultanée des deux sites), à 3 ans, indique que les caractères de croissance et de résistance au gel sont sous fort contrôle génétique et qu'il n'y a pas d'interaction génotype par environnement (G × E) (tableau 1). Par contre, les caractères de qualité (tiges multiples, branches adventives, tiges basales) sont sous contrôle génétique faible à modéré et l'interaction G × E varie de faible à forte.

### COLLABORATION

Pierre Périnet (retraité, responsable du programme d'amélioration génétique des peupliers hybrides jusqu'en février 2019) participa à l'élaboration du plan de croisements et à la supervision des opérations de cette série de plantations.

### PERSONNES-RESSOURCES

Martin Perron, biologiste, Ph. D.  
Direction de la recherche forestière, MFFP  
[martin.perron@mffp.gouv.qc.ca](mailto:martin.perron@mffp.gouv.qc.ca)  
418 643-7994, poste 6547

Alain Fauchon, technicien forestier  
Direction de la recherche forestière, MFFP  
[alain.fauchon@mffp.gouv.qc.ca](mailto:alain.fauchon@mffp.gouv.qc.ca)  
418 643-7994, poste 6565



Figure 8. Vue d'ensemble du test de descendance en octobre 2018. Photo : Alain Fauchon, MFFP-DRF.



Figure 9. Test après l'éclaircie en 2018. Photo : Alain Fauchon, MFFP-DRF.



Figure 10. Beau spécimen de peuplier hybride de ce test en septembre 2018. Photo : Alain Fauchon, MFFP-DRF.

Tableau 1. Paramètres génétiques multisites à trois ans pour les tests de Grandes-Piles et de Normandin

Variable	$h_{ind}^2$	$SE_{h_{ind}^2}$	$h_{fam}^2$	$SE_{h_{fam}^2}$	$r_B$	$SE_{r_B}$
HT17	0,6917	0,1587	0,9189	0,0277	0,9725	0,0399
DHP17	0,5426	0,1365	0,8848	0,0397	0,9402	0,0580
Pres_abs_TM17	0,2219	0,1476	0,5343	0,2321	0,4443	0,2603
Pres_abs_BA17	0,0455	0,1343	0,2748	0,6969	0,2744	0,8165
Pres_abs_TB17	0,1237	0,1275	0,6024	0,4127	0,7394	0,7889
Pres_abs_DC17	0,5919	0,2151	0,8379	0,0972	0,8238	0,1550

Abréviations :  $h_{ind}^2$  = héritabilité individuelle; **SE** = écart-type;  $h_{fam}^2$  = héritabilité familiale;  $r_B$  = corrélation génétique de type B (G × E); HT17 = hauteur en 2017; DHP = diamètre à hauteur de poitrine; Pres\_abs = présence – absence; TM = tiges multiples; BA = branches adventives; TB = tige basale; DC = descente de cime (résistance au gel).



## Arrêt n° 5 : Épinette blanche – Tests de clones établis de 2007 à 2016 (embryogenèse somatique)

Par Martin Perron, DRF et Laurence Tremblay, DEC-DGSPSPF

### DESCRIPTION

Identification : GPI59107; GPI59708; GPI60209; GPI62110; GPI62611; GPI64312; GPI65113; GPI66014; GPI67415 et GPI69716 (sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'Est)

Identification des tests reliés : STM59007; STM60008; STM60309; STM62010; STM62511; STM64212; STM65013; STM65914; STM67315; STM69616 (sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'Est)

Sol : Sable loameux, bien drainé.

Matériel végétal : Plantules d'origine somatique (embryogenèse somatique) et témoins issus de semis de croisements dirigés recommandés. PFD (hauteur de 30-40 cm) mis en terre en mai.

Dispositif expérimental : 8 blocs aléatoires complets avec des parcelles linéaires de 2 arbres par clone.

Espacement : 2,5 × 2,5 m (2017); 1,5 × 3 m (autres années)

Surface totale : 11,2 ha

### OBJECTIF

Évaluation de 1 517 clones issus des 71 meilleures familles biparentales dans deux sites et deux domaines bioclimatiques pour la sélection des 30 meilleurs clones en vue de la propagation par embryogenèse somatique.

Évaluation des paramètres génétiques et quantification du gain génétique clonal en comparaison avec des familles biparentales et des vergers.

### ENTRETIEN

Dégagement : Saisons 2 et 3

Éclaircie : Éclaircie génétique (1 ramet/parcelle) prévue entre les âges de 6 et de 8 ans.

### MESURAGE (GPI59708)

Évaluation de 131 clones 10 ans après la mise en terre (2017) : taux de suivie : 98%; hauteur : 479 ± 79 cm; DHP : 75 ± 19 mm

Résultats globaux : Recommandation annuelle des 30 meilleurs clones pour le déploiement, à partir des données de croissance à 5 ans de l'ensemble des clones.

### PROJET FastTRAC

Année 2018 : Sélection à l'aide de la sélection génomique parmi l'ensemble de la banque de clones.

Génotypage : 3 171 clones ont été génotypés, y compris les 1 517 clones déjà en tests.

Mesurage à 15 ans dans deux tests de descendance incluant les mêmes parents (ASS35799 et SCA36099) : Construction de modèles et application de la sélection génomique pour les caractères suivants : rigidité du bois (mesure indirecte avec le Director ST-300); densité du bois, angle des microfibrilles, hauteur, DHP, volume total sans écorce.

Méthodes et résultats : Le classement des clones a été fait à l'aide d'un indice basé sur les prédictions génomiques des valeurs génétiques (GBLUP) du volume total sans écorce et de la vitesse acoustique à 15 ans en accordant 50 % du poids à chacun des caractères. De plus, nous avons retenu seulement les clones ayant une prédiction GBLUP positive pour la densité du bois. Il s'agit de notre première recommandation opérationnelle résultant de la sélection génomique. (Voir le tableau 2 pour les détails)

### RÉFÉRENCE

Perron et coll. (2018). *Sélection de lignées clonales d'épinette blanche à l'aide des prédictions génomiques*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis technique n° SGRÉ-17. 8 p. <https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/AT-SGRE-17.pdf>.

## COLLABORATION

Le *projet FastTRAC* et la pépinière de Saint-Modeste (les plantules somatiques ont été produites au laboratoire d'embryogenèse somatique)

## PERSONNES-RESSOURCES

Martin Perron, biologiste, Ph. D.  
 Direction de la recherche forestière, MFFP  
[martin.perron@mffp.gouv.qc.ca](mailto:martin.perron@mffp.gouv.qc.ca)  
 418 643-7994, poste 6547

Laurence Tremblay, biologiste, M. Sc.  
 Direction de l'expertise et de la coordination, Direction générale de la production de semences et de plants forestiers, MFFP  
[laurence.tremblay@mffp.gouv.qc.ca](mailto:laurence.tremblay@mffp.gouv.qc.ca)  
 418 627-8660, poste 4669

Tableau 2. Gain génétique à 15 ans (valeurs relatives entre parenthèses) pour divers scénarios de sélection de 30 clones d'épinette blanche à l'aide des valeurs génétiques prédites par la génomique (GBLUP) par rapport aux descendants mesurés dans les tests ASS35799 et SCA36099.

Scénario	ST300 ( $\text{km}\cdot\text{s}^{-1} \times 102$ )	Densité du bois ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Angle des microfibrilles (Degrés)	Hauteur <sup>‡</sup> (cm)	DHP (mm)	VOL ( $\text{dm}^3$ )	Nombre de familles
Moyenne*	2,97	376,7	26,31	759,1	111,3	33,52	
Sélection directe	0,33 (11,0)	29,8 (7,9)	-3,52 (13,4)	89,6 (11,8)	13,9 (12,5)	12,8 (38,1)	3-6
Indice de sélection	0,17 (5,7)	4,8 (1,3)	-1,06 (4,0)	85,0 (11,2)	12,0 (10,6)	11,4 (34,0)	3
Choix 2017 du labo- ratoire	-0,008 (-0,3)	-1,4 (-0,4)	0,31 (-1,2)	20,1 (2,6)	2,9 (2,6)	2,9 (8,5)	13
Scénario 1**	0,21 (7,0)	8,5 (2,3)	-2,11 (8,0)	55,4 (7,3)	8,7 (7,8)	7,8 (23,2)	10
Scénario 2 <sup>§</sup>	0,21 (7,0)	8,2 (2,2)	-2,05 (7,8)	55,7 (7,3)	8,5 (7,7)	7,7 (22,9)	11
<b>Sélection finale<sup>†</sup></b>	<b>0,20 (6,8)</b>	<b>8,3 (2,2)</b>	<b>-1,80 (6,8)</b>	<b>55,5 (7,3)</b>	<b>7,8 (7,0)</b>	<b>7,1 (21,2)</b>	<b>15</b>

Abréviations : ST300 = mesure de la vitesse acoustique dans le bois (rigidité); DHP = diamètre à hauteur de poitrine; VOL = volume total sans écorce.

‡ Le gain en hauteur exclut le gain de 15 % par rapport à une population non améliorée.

\* Moyenne des arbres mesurés à 15 ans dans les tests de descendance ASS35799 et SCA36099.

\*\* Valeur génétique positive pour la densité du bois et maximum de 4 clones par famille.

§ Valeur génétique positive pour la densité du bois et maximum de 3 clones par famille, sauf une famille avec 4 clones.

† Valeur génétique positive pour la densité du bois, une famille avec 3 clones et 14 familles avec 1 ou 2 clones.

Source : Perron et coll. (2018)



Figure 11. Germination d'épinettes blanches produites par embryogenèse somatique après cinq semaines en culture. Photo : Julie Gingras, pépinière de Saint-Modeste, MFFP.



Figure 12. Test de clones d'épinette blanche établi en 2008 à Saint-Antonin (10 ans – STM60008). Photo : Patrick Lemay, DEC - DGSPF, MFFP.



## Arrêt n° 6 : Épinette de Norvège – Test de descendance biparentales établi en 2000

Par Marie-Josée Mottet, DRF

### DESCRIPTION

Sol : Loam sableux, bien drainé

Plants : Semis à racines nues de 3 ans, mis en terre en mai 2000

Dispositif : 5 blocs aléatoires complets, parcelles linéaires de 3 arbres par famille.

Espacement : 2 m × 2,5 m

Superficie totale : 1,5 ha

### OBJECTIF

Sélection principalement pour la croissance et la résistance au charançon du pin blanc (*Pissodes strobi*).

193 familles biparentales obtenues de croisements faits entre 112 parents de la population d'amélioration du Québec.

Témoins : La plantation Proulx M.P. est un des 9 témoins inclus dans le test (voir à l'arrêt au verger de pin gris).

### INTERVENTIONS

Éclaircie : 2010 (1 arbre sur 3), 2018 (les 70 familles les moins bonnes ont été enlevées), 2020 (à venir)

Élagage : 2010

### MESURES

Années de mesurage : 2004, 2009, 2014, 2019 (à venir)

Moyennes à 15 ans : Hauteur : 858 cm, DHP : 142 cm, taux d'attaque annuel en 2015 : 35 %. Plus de 70 % des arbres ont eu au moins 1 attaque entre les âges de 5 et de 15 ans.

Résultats : Les valeurs estimées d'héritabilité familiale et individuelle pour le taux cumulatif d'attaque au charançon du pin blanc étaient élevées à modérées. Des corrélations génétiques positives ont été détectées entre les taux d'attaque et le DHP, mais la sélection pour la résistance est possible sans trop d'impact sur la croissance en diamètre.

### PROJET *FastTRAC* – SÉLECTION GÉNOMIQUE

Par Patrick Lenz, Ressources Naturelles Canada (RNCAN)

Sous-échantillons : Échantillonnage de 40 familles (35 parents). 20 plus résistantes au charançon, 20 sensibles, sur la base des mesures prises à 10 et à 15 ans. Les arbres ont aussi été échantillonnés à Saint-Modeste dans un test similaire.

Mesures à 15 ans : Hauteur, DHP, attaques par le charançon, vitesse de propagation acoustique (Director ST-300), densité du bois, angle des microfibrilles.

Résultats : Les prédictions estimées pour la résistance aux attaques du charançon, la hauteur, le rapport hauteur/DHP et la qualité du bois permettent une sélection précise et rapide de génotypes supérieurs sur la base des profils génomiques.

### COLLABORATION

RNCAN et Université Laval

### PUBLICATIONS

Mottet, M.-J. et coll. (2015). *High genetic variation and moderate to high values for genetic parameters of Picea abies resistance to Pissodes strobi*. Tree Genetics and Genomes: 11:58. <https://doi.org/10.1007/s11295-015-0878-6>

Lenz, P. et coll. (2019). *Multi-trait genomic selection for weevil resistance, growth, and wood quality in Norway spruce (Picea abies)*. Evolutionary Applications. <https://doi.org/10.1111/eva.12823>

### PERSONNE-RESSOURCE

Marie-Josée Mottet, ing.f., M. Sc.

Direction de la recherche forestière, MFFP

[marie-josée.mottet@mffp.gouv.qc.ca](mailto:marie-josée.mottet@mffp.gouv.qc.ca)

418 643-7994, poste 6549

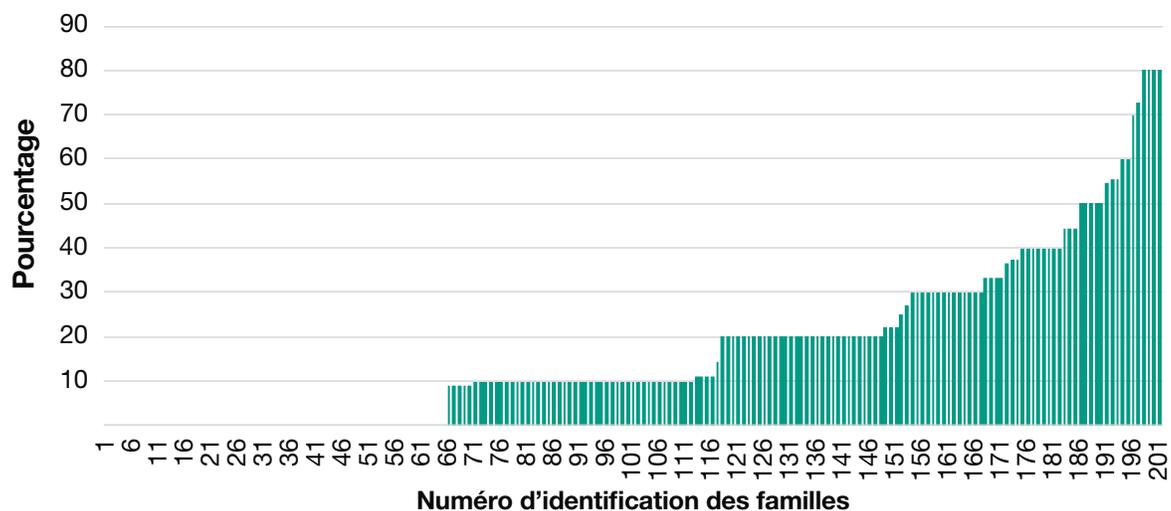


Figure 13. Pourcentage d'arbres sans attaque de charançon du pin blanc pour chaque famille de 5 à 15 ans.



Figure 14. Arbres démontrant une croissance supérieure et résistants aux attaques du charançon du pin blanc. Test de descendance de 19 ans. Photos : Jean-Sébastien Joannette, MFFP-DRF.



## Conclusion

La Direction de l'expertise et de la coordination de la Direction générale de la production de semences et de plants forestiers et la Direction de la recherche forestière du MFFP poursuivront leurs étroites collaborations pour le déploiement d'arbres améliorés. Dans le contexte des changements climatiques, le déploiement d'arbres adaptés et résilients bénéficiera de ce lien étroit entre la recherche et la production. Cela permettra de maximiser les retombées des investissements sylvicoles de plus de 200 millions de dollars par année au Québec. Les avancées de la recherche, des techniques de production et la flexibilité des populations d'amélioration et de production seront capitales pour le maintien d'une productivité maximale de bois de qualité issu des superficies reboisées. Nous remercions l'ensemble du personnel du MFFP qui contribue chaque année au succès des activités liées au reboisement.

Nous vous souhaitons un bon retour et espérons vous avoir inspirés!

L'équipe de la visite terrain

**Forêts, Faune  
et Parcs**

**Québec** 