

Titre :	Recommandations de sources de semences de pin blanc pour la région du Lac-Saint-Jean dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'Ouest
Responsables :	Marie-Josée Mottet
Collaborateur :	Gaëtan Daoust, retraité, Service canadien des forêts
Date :	Avril 2018

1. Contexte

Au Québec, la demande de pins blancs pour le reboisement représente un peu plus de 1 M de plants par an. Depuis quelques années seulement, la région du Lac-Saint-Jean utilise cette essence sur certaines parties de son territoire dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'Ouest (domaine 5). La demande annuelle y est d'environ 80 000 plants. Or, actuellement, les territoires d'utilisation des sources de semences améliorées de pin blanc couvrent uniquement les domaines bioclimatiques 1 à 4, car les populations d'amélioration génétique de cette essence proviennent de la partie méridionale du Québec.

De 1976 à 2009, le programme d'amélioration génétique du pin blanc était sous la responsabilité du Service canadien des forêts (SCF). Durant cette période, le SCF a bâti deux principales populations d'amélioration : 1) les sélections faites en forêt naturelle, dont les copies sont au parc de croisements de Cap-Tourmente et 2) les sélections de la série de tests génétiques E600-II, présentes dans le verger de deuxième génération (V2) de Berthier.

Le parc de Cap-Tourmente, établi en 1981, est constitué de 143 arbres sélectionnés en forêt naturelle principalement dans les domaines bioclimatiques 1, 2 et 3 du Québec. De 1984 à 1991, le ministère des Forêts du Québec a établi 6 vergers à graines de première génération, constitués de cette population, de sélections locales, ou des deux. Leur territoire d'utilisation couvre les domaines 1 à 4.

Un verger de deuxième génération (V2) a été établi en 2008 et 2009 à la pépinière de Berthier. Il contient les sélections faites en 1997 et 2006 principalement dans deux tests (Notre-Dame-du-Laus et Grand-Mère) de la série E600-II. Certaines de ces sélections sont également présentes dans le parc d'hybridation à Valcartier. Les semences du V2 étaient destinées aux domaines bioclimatiques 1, 2 et 3 mais pourraient être utilisées aussi pour le domaine bioclimatique 4 (G. Daoust, comm. pers.).

On peut citer tout ou partie de ce texte en indiquant la référence
© Gouvernement du Québec

L'objectif de cet avis est de vérifier la pertinence d'utiliser certaines sources améliorées existantes de pin blanc pour le reboisement dans la région du Lac-Saint-Jean, plus spécifiquement dans le domaine bioclimatique 5. Pour ce faire, nous interprétons d'abord les résultats obtenus du SCF (Daoust *et al.* 2014 et autres données non publiées) dans les tests de provenances-descendances de la série E600-II, plus particulièrement celui de Notre-Dame-du-Rosaire situé dans le sous-domaine bioclimatique 5 de l'Ouest, et ensuite, ceux obtenus dans les tests de descendances associés à la population de Cap-Tourmente.

2. Test de Notre-Dame-du-Rosaire dans la région du Lac-Saint-Jean (série E600-II)

2.1. Description du test et méthodes

Le test de provenances-descendances établi près de Notre-Dame-du-Rosaire en 1988, dans la sous-région écologique 5d-T, est le seul test génétique de pin blanc du SCF situé dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'Ouest, dans la région du Lac-Saint-Jean. Il fait partie de la série E600-II, constituée de 3 principaux tests génétiques, les 2 autres étant Notre-Dame-du-Laus et Grand-Mère. Les résultats ont été obtenus du SCF à partir des mesures prises en 1999 à 12 ans. Les analyses et les sélections ont été faites parmi les 265 descendances ou familles du test représentant 65 provenances, dont 25 sont d'origine américaine. Les familles ont été classées selon leur gain génétique en croissance calculé en utilisant la méthode statistique BLUP (*Best linear unbiased predictions*; rapport interne, SCF).

2.2. Résultats

Le test de Notre-Dame-du-Rosaire comprend des arbres provenant de latitudes variant de 34° 47' N. à 48° 52' N. En plus des familles, il contient aussi une soixantaine de provenances (non subdivisées en familles). En 1999, 12 ans après la mise en terre, le matériel provenant des États-Unis représentait environ 25 % des arbres vivants dans le test. Le taux de survie y était de 60,1 %, et 40 % des arbres étaient affectés par la rouille vésiculeuse du pin blanc (*Cronartium ribicola*) — la proportion la plus forte parmi les 3 tests de la même série. Les arbres du test avaient, en moyenne, une hauteur de 327 cm. La croissance en hauteur des arbres variait beaucoup d'une famille à l'autre. À titre indicatif, le quart inférieur des familles (66 sur 265) présentait des croissances en hauteur 15 % plus faibles que la moyenne du test (résultats non présentés). Parmi les 30 meilleures familles, la majorité provient du Québec : 22 viennent des domaines bioclimatiques 2 à 4 au Québec, 3 de l'Ontario, et les autres du nord des États-Unis (tableau 1). Ces 30 familles présentent un gain moyen en hauteur de 21,4 % par rapport à la moyenne du test.

Tableau 1. Gain génétique en hauteur et taux de survie à 12 ans dans les tests de la série E600-II pour les 30 meilleures familles dans le test de Notre-Dame-du-Rosaire (NDDR, valeurs en gras) et les 30 familles présentes dans le verger de 2^e génération (V2; chiffre 1 dans l'une des 2 colonnes de droite). NDDL : Notre-Dame-du-Laus; GM : Grand-Mère.

Origine du matériel						Gains en hauteur à 12 ans (%)		Taux de survie (%)			Présence dans le V2	
Prove-nance	Famille	Appellation	Province ou État	Latitude (° ')	Longitude (° ')	NDDR	NDDL et GM (moyenne)	NDDR	NDDL	GM	Sélections 1997	Sélections 2006
158	705	LAC WARD	QC	46 23	76 38	43,6	3,1	25,0	54,2	57,1		
209	752	VILLE MARIE	QC	47 20	79 26	33,6	6,2	54,2	70,8	78,6		
153	636	RIVIERE A L'AIGLE 1	QC	46 21	76 10	31,6	0,9	50,0	50,0	75,0		
84	152	LACHUTE	QC	45 43	74 17	29,6	-0,2	70,0	75,0	62,5		
185	217	LAC EMERY	QC	46 53	73 14	26,3	10,8	75,0	89,3	78,6	1	
146	732	LAC BALSAM	QC	46 15	76 54	25,6	-0,6	62,5	75,0	54,2		
174	760	KIPAWA	QC	46 46	79 01	24,6	-0,4	66,7	92,9	67,9		
231	648	BAIE GASPE SUD	QC	48 52	64 41	23,6	0,3	50,0	57,1	75,0		
82	242	MONTEBELLO	QC	45 40	74 58	22,1	14,5	50,0	71,4	64,3	1	
207	226	RIVIERE AUX RATS	QC	47 16	72 58	21,0	-0,5	70,0	85,7	60,7		
51	409	LITTLE RIVER S.O. W-13-1	VT	44 29	73 06	20,8	-12,8	45,8	89,3	89,3		
198	663	LAC KIPAWA 1	QC	47 03	78 57	20,4	5,0	40,0	71,4	57,1		
187	164	LAC PISCOTOSIN	QC	46 53	75 38	20,2	-2,9	60,0	75,0	71,4		
108	288	PETAWAWA C.F.B.	ON	45 59	77 23	20,1	0,7	45,8	67,9	67,9		
168	767	ELDEE	ON	46 37	79 05	20,0	15,0	58,3	85,7	92,9	1	
152	447	ISHPENING	MI	46 20	87 41	19,1	1,8	35,0	65,0	85,7		
167	134	PARC DE LA MAURICIE	QC	46 36	72 54	18,7	7,0	54,2	85,7	78,6		

Origine du matériel						Gains en hauteur à 12 ans (%)		Taux de survie (%)			Présence dans le V2	
Prove-nance	Famille	Appellation	Province ou État	Latitude (° ')	Longitude (° ')	NDDR	NDDL et GM (moyenne)	NDDR	NDDL	GM	Sélections 1997	Sélections 2006
123	718	BAIE DOWNEY 2	QC	46 03	77 15	18,4	-9,7	41,7	57,1	50,0		
51	423	LITTLE RIVER S.O. W-9-1	VT	44 29	73 06	18,0	-0,7	62,5	50,0	67,9		
185	183	LAC EMERY	QC	46 53	73 14	17,7	-8,2	66,7	78,6	78,6		
156	730	RIVIERE POUSSIÈRE	QC	46 22	77 40	17,6	-0,3	58,3	75,0	71,4		
167	135	PARC DE LA MAURICIE	QC	46 36	72 54	17,5	12,2	45,0	64,3	71,4		1
51	425	LITTLE RIVER S.O. W-11-1	VT	44 29	73 06	17,2	1,9	62,5	67,9	70,8		
65	96	SHERBROOKE	QC	45 21	71 53	17,2	2,6	58,3	83,3	66,7		
147	349	ESPANOLA	ON	46 15	81 46	17,2	6,2	45,8	70,8	62,5		
198	661	LAC KIPAWA 1	QC	47 03	78 57	16,9	20,7	45,0	60,7	60,7	1	
2	399	NEW-HAMPSHIRE ONDR-1	NH	42 55	71 20	16,3	-4,4	45,0	53,6	85,7		
230	653	RIVIERE YORK (GASPE)	QC	48 50	64 42	15,9	12,7	50,0	87,5	78,6		1
158	704	LAC WARD	QC	46 23	76 38	15,8	-5,3	55,0	87,5	60,7		
160	699	LAC BRYSON	QC	46 24	76 58	15,7	0,9	50,0	82,1	71,4		
174	758	KIPAWA	QC	46 46	79 01	15,5	12,0	40,0	82,1	82,1		1
146	735	LAC BALSAM	QC	46 15	76 54	14,9	13,5	55,0	75,0	60,7	1	
38	354	NIAGARA	ON	43 10	79 20	14,7	15,6	75,0	60,7	85,7	1	
190	207	LAC DU CASTOR NOIR	QC	46 55	73 02	14,1	12,7	37,5	50,0	50,0		1
117	596	CHEQUAMEGAN N.FOR TREE CH-122	WI	46 01	91 28	11,5	15,3	50,0	78,6	75,0		1
208	583	WHITE EARTH S.FOR TREE MI-010	MI	47 19	95 57	10,4	16,7	65,0	67,9	78,6		1

Origine du matériel						Gains en hauteur à 12 ans (%)		Taux de survie (%)			Présence dans le V2	
Prove-nance	Famille	Appellation	Province ou État	Latitude (° ')	Longitude (° ')	NDDR	NDDL et GM (moyenne)	NDDR	NDDL	GM	Sélections 1997	Sélections 2006
84	154	LACHUTE	QC	45 43	74 17	9,8	14,6	80,0	50,0	82,1	1	
38	353	NIAGARA	ON	43 10	79 20	8,6	13,8	62,5	78,6	78,6	1	
193	764	TABARET	QC	46 56	79 15	7,1	14,1	62,5	67,9	58,3	1	
158	707	LAC WARD	QC	46 23	76 38	6,4	12,7	50,0	53,6	60,7	1	
41	467	NEWAYGO	MI	43 25	85 48	1,6	12,7	60,0	71,4	71,4	1	
46	392	WALDOBOROUGH-TOTMAN, CL. 28	ME	44 05	69 22	1,6	12,0	41,7	64,3	85,7		1
146	736	LAC BALSAM	QC	46 15	76 54	1,3	13,5	41,7	67,9	78,6	1	
39	485	HOWARD CITY	MI	43 15	85 30	-3,9	18,4	35,0	71,4	71,4	1	
4	401	PA CLONE 1	PA	40 00	75 00	-4,6	14,9	41,7	66,7	75,0	1	
7	393	WELLS-GOODWIN I, CL. 32	ME	43 10	70 50	-4,6	16,1	62,5	85,7	62,5		1
51	408	LITTLE RIVER S.O. W-3-1	VT	44 29	73 06	-5,2	15,9	66,7	82,1	75,0	1	
64	589	NICOLET NATIONAL FOREST	WI	45 08	89 06	-6,6	16,2	66,7	60,7	78,6		1
95	458	THREE LAKES	WI	45 52	89 05	-6,8	15,3	50,0	71,4	64,3	1	
141	722	RIVIERE SCHYAN	QC	46 13	77 12	-7,5	12,1	66,7	67,9	57,1		1
208	580	WHITE EARTH S.FOR TREE MI-95	MI	47 19	95 57	-11,3	12,3	58,3	71,4	75,0		1
51	422	LITTLE RIVER S.O. W-8-1	VT	44 29	73 06	-13,9	14,8	50,0	71,4	96,4	1	
72	264	LAC STOKE	QC	45 32	71 48	-14,5	11,6	40,0	78,6	64,3	1	
4	402	PA CLONE 3	PA	40 00	75 00	-15,1	12,4	45,8	67,9	82,1		1

2.3. Comparaison avec les deux tests de la série E600-II du domaine bioclimatique 3

Le classement des familles est très différent à Notre-Dame-du-Rosaire par rapport aux 2 autres tests du domaine bioclimatique 3 (Notre-Dame-du-Laus et Grand-Mère). Seulement 6 des 30 familles supérieures en hauteur à Notre-Dame-du-Rosaire font partie de celles formant le V2 (tableau 1). Cela s'explique par le fait que les familles du V2 ont été sélectionnées uniquement sur la base de la compilation des gains moyens en hauteur dans les 2 tests du domaine bioclimatique 3, puisque la demande de pins blancs, à l'époque, provenait principalement du sud du Québec. Il n'est donc pas surprenant de constater que parmi les 30 familles composant le V2, 11 familles (dont 9 provenant des États-Unis) montrent des gains négatifs à Notre-Dame-du-Rosaire, dans le domaine bioclimatique 5.

3. Tests de descendance liés à la population du parc d'hybridation de Cap-Tourmente

Nous résumons ici le rapport du Service canadien des forêts déjà remis à la DGSPF en 2014 (Daoust *et al.* 2014 et son annexe).

Les arbres de Cap-Tourmente proviennent de 5 populations du Québec couvrant principalement les domaines bioclimatiques 1 à 3 (latitudes de 45° 28' N. à 47° 14' N.). Leurs descendants ont été testés (série E601) dans les domaines bioclimatiques 2, 3 et 4 (de 3 à 6 tests selon l'arbre). Les résultats à 10 ans confirment l'excellente qualité des semences récoltées dans l'ensemble du parc d'hybridation et permettent de constituer des classes de récolte selon les gains de croissance en hauteur et la forme des arbres. Cette source de semences est recommandée pour les domaines bioclimatiques 1 à 4. Dans le rapport, on suggère même de l'utiliser dans certaines régions du domaine 5. En effet, en raison des changements climatiques, on anticipe que les habitats favorables au pin blanc se retrouveront de plus en plus au nord (Joyce et Rehfeldt 2013). Les résultats du test de Notre-Dame-du-Rosaire confirment d'ailleurs que les provenances québécoises des domaines bioclimatiques 1 à 4 ne montrent pas de problème d'adaptation dans la sous-région 5d-T.

3.1. Résistance au charançon du pin blanc

La résistance au charançon du pin blanc s'évalue en notant la fréquence des dommages et des déformations. Parmi les individus de Cap-Tourmente constituant les deux meilleures classes de récolte de semences, la résistance n'a été observée que sur un nombre très restreint de familles, ce qui est insuffisant pour constituer un groupe de récolte de semences avec une meilleure résistance à cet insecte (Daoust *et al.* 2014; tableau 5 en annexe).

4. Recommandations

4.1. Parc d'hybridation de Cap-Tourmente et vergers de première génération

Les arbres du parc d'hybridation de Cap-Tourmente et les vergers de première génération contenant ces mêmes arbres demeurent les sources de semences les plus appropriées pour le reboisement avec du pin blanc dans la partie du domaine bioclimatique 5 qui se trouve dans la région du Lac-Saint-Jean. Les tests de descendance ont permis d'évaluer ces arbres et de constituer des classes de récolte de semences. Nous proposons d'utiliser en priorité les 38 individus des classes de récolte 1 et 2 (classement 2014), dont les descendants montrent une très bonne plasticité, c'est-à-dire qu'ils performant bien sur l'ensemble des sites (Daoust *et al.* 2014). Ces 2 classes offrent un gain moyen de croissance en hauteur de près de 6 % par rapport à un verger de 1^{re} génération.

Si la classe de récolte 3 est ajoutée, nous suggérons d'éviter les arbres n^{os} 77122 et 84553 qui présentent des pertes de croissance importantes sur les 2 sites les plus nordiques (Nicolas-Rioux et Métis, domaine bioclimatique 4). Au total, les 3 premières classes de récolte comprennent donc 76 arbres. Cela représente une bonne diversité génétique car ce groupe comprend 4 des 5 populations de pin blanc testées, chacune représentée par au moins 9 individus.

4.2. Test de Notre-Dame-du-Rosaire

À la lumière des résultats obtenus, nous déconseillons la récolte de semences dans le test de Notre-Dame-du-Rosaire pour les besoins de pin blanc de la région du Lac-Saint-Jean. Même une récolte de semences ciblée sur les meilleurs arbres n'offrirait pas un rendement optimal, puisque les nombreuses familles peu performantes dans ce test peuvent polliniser les arbres sélectionnés.

4.3. Récolte dans le V2 actuel de Berthier

Environ le tiers des arbres présents dans le V2 de Berthier proviennent de familles (la plupart d'origine américaine) ayant démontré un rendement inférieur à la moyenne dans le test de Notre-Dame-du-Rosaire. Pour le moment, l'utilisation d'un lot de semences provenant uniquement de ce V2 dans le sous-domaine de la sapinière à bouleau blanc de l'Ouest dans la région du Lac-Saint-Jean représenterait donc un certain risque en ce qui a trait à l'adaptation et au rendement.

5. Conclusion

Les arbres du parc d'hybridation de Cap-Tourmente provenant principalement des domaines bioclimatiques 1, 2 et 3 représentent une source de semences de qualité pour le sous-domaine de la sapinière à bouleau blanc de l'Ouest (domaine bioclimatique 5).

Jusqu'à présent, les provenances méridionales du Québec dans le test de Notre-Dame-du-Rosaire (série E600-II), le seul situé dans le domaine bioclimatique 5, n'ont pas présenté de problème d'adaptation. Cependant, les semences ne devraient pas être récoltées directement dans ce test, car elles n'offriront pas un rendement optimal.

Dans un contexte de changements climatiques, le déplacement de provenances des domaines 1, 2 et 3 vers le domaine 5 représente un premier pas dans la migration assistée du pin blanc vers les régions plus nordiques du Québec. Déjà, ce matériel pourrait être mieux adapté aux conditions actuelles, puisque le climat a changé depuis l'évaluation des arbres en 1999. De plus, comme les conditions climatiques continueront d'évoluer, ce matériel devrait se montrer plus performant dans le futur.

Dans cette même optique de migration assistée, on pourrait envisager d'utiliser un mélange de semences contenant une certaine proportion provenant du V2 de Berthier pour certaines régions du domaine bioclimatique 5.

Afin d'estimer plus précisément la capacité d'adaptation des provenances de pin blanc aux différentes conditions climatiques présentes et futures du Québec, des modèles de transfert de sources de semences devront être conçus sur la base des mesures de croissance prises dans les différents tests de provenances-descendances de pin blanc.

6. Références

Daoust, G., E. Dussault et D. Plourde, 2014. *Évaluation des descendances uniparentales provenant des phénotypes supérieurs sélectionnés en forêt naturelle et constituant la première génération d'amélioration de pin blanc au Québec. Tests de descendances E601, Phases I et II*. Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada. Québec, QC. 9 p. Annexe (Tableaux 5-recommandation_de_récolte_prioritaire_PIB_2014_.xls)

Joyce, D.G. et G.E. Rehfeldt, 2013. *Climatic niche, ecological genetics, and impact of climate change on eastern white pine (Pinus strobus L.): Guidelines for land managers*. For. Ecol. Manage. 295: 173-192. [<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.024>]

Marie-Josée Mottet

Équipe amélioration des arbres
Service génétique, reproduction et écologie