

Note de recherche forestière n° 80

Fertilisation de trois plantations d'épinette blanche du sud du Québec : résultats de dix ans

Gilles SHEEDY *

F.D.C. 237(047.3)(714)
L.C. SD 401 W47

Résumé

Les résultats présentés dans ce rapport montrent que la fertilisation est un traitement efficace pour stimuler la croissance de l'épinette blanche en plantation. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec les traitements U10P10K10 (plantation Otter Lake), U7P7K7 (plantation Bigelow) et U15P7K7 (plantation Lochaber). Les arbres fertilisés avec ces traitements présentent, après dix ans, des accroissements en volume total supérieurs à ceux des arbres témoins de l'ordre de 24 (114 %), 29 (11%) et de 28 (34 %) m³/ha respectivement (plantation Otter Lake, Bigelow et Lochaber). Les résultats de cette étude montrent aussi que la fertilisation est souvent moins efficace sur les stations fertiles.

Mots-clés : fertilisation, épinette blanche, *Picea glauca*, croissance, plantation, accroissement en volume.

Summary

The results presented in this report show that fertilization is an effective treatment to stimulate white spruce plantation growth. The best results were obtained with treatments U10P10K10 (Otter Lake plantation), U7P7K7 (Bigelow plantation) and U15P7K7 (Lochaber plantation). Ten years after fertilization, trees fertilized with those treatments present total volume increments of more than 24 (114 %), 29 (11%) and 28 (34 %) m³/ha (Otter Lake, Bigelow and Lochaber plantations) superior to control trees. These results also show that fertilization is often less effective on fertile stations.

Key words : fertilization, white spruce, *Picea glauca*, growth, plantation, volume increment.

Introduction

Ce rapport présente les résultats décennaux de croissance de trois plantations d'épinette blanche qui étaient âgées de 15 à 18 ans respectivement au début de cette étude. Les dispositifs expérimentaux ont été réalisés dans le cadre du projet de fertilisation des plantations. Ce projet a permis l'établissement d'une centaine de dispositifs de fertilisation grâce à la précieuse collaboration du personnel de diverses régions administratives du MRN et de plusieurs compagnies forestières et propriétaires privés.

Matériel et méthode

Description des stations

Cette étude a été réalisée sur trois plantations d'épinette blanche établies sur des terres agricoles abandonnées. Les principales caractéristiques concernant ces plantations (localisation, conditions de sol et de climat, dendrométrie) sont présentées au tableau 1.

La première plantation est située à environ quatre km au nord-est de Otter Lake (circonscription électorale de Pontiac), dans le rang III du canton de Leslie. La deuxième plantation est située à environ sept km au sud-est de Notre-Dame-du-Laus (circonscription électorale de Labelle), dans le rang II du canton de Bigelow. La troisième plantation est située à environ 14 km au nord de Plaisance (circonscription électorale de Papineau), dans le rang VIII du canton de

* Ing.f., M.Sc., ancien chargé de recherches en fertilité et reboisement au Service de l'amélioration des arbres.

Tableau 1. Localisation et description des conditions de sol et de climat

Localisation	Otter Lake	Bigelow	Lochaber
Canton	Leslie	Bigelow	Lochaber
Rang	III	II	V111
Lots	—	34	—
Latitude nord	45° 51' 30"	46° 02' 56"	45° 41' 25"
Longitude ouest	76° 23' 35"	75° 35' 55"	75° 07' 58"
Âge (lors de l'établissement)	15 ans	18ans	15 ans
Hauteur (initiale)	2,7 m	5,7m	4,5 m
Diamètre (initial)	3,2 cm	10,0cm	7,0 cm
Qualité de station ¹	5 m à 25 ans	9 m à 25 ans	7 m à 25 ans
Type de sol ²	Podzol	Podzol	Podzol
Texture	sable	sable fin	loam sableux
Dépôt	fluvio-glaciaire	fluvio-glaciaire	till
Drainage	Bon	Bon	Bon
Température (annuelle moyenne) ³	5° C	5° C	6° C
Nombre de jours sans gel	140	120	140
Précipitations	100cm	100 cm	100 cm
Altitude	213 m	210m	198 m

¹ Tiré de BOLGHARI et BERTRAND (1984).

² Tiré de LAJOIE (1962, 1967).

³ Tiré de PROULX *et al.* 1987).

Tableau 2. Traitements de fertilisation

Plantation	Traitement n°	Quantité d'éléments (kg/ha)			Quantité d'engrais (kg) par placette ¹		
		N	P	K	Urée	tsp	KCl
Otter Lake	1 T	0	0	0	0	0	0
	2 U10	100	0	0	2,22	0	0
	3 U15	150	0	0	3,33	0	0
	4 U7P7K7	75	75	75	1,66	3,81	1,5
	5 U15P7K7	150	75	75	3,33	3,81	1,5
	6 U10P7K7	100	75	75	2,22	3,81	1,5
	7 U10P10K10	100	100	100	2,22	5,08	2,0
	8 U10P7	100	75	0	2,22	3,81	0
	9 U10K7	100	0	75	2,22	0	1,5
	10 U15P10K10	150	100	100	3,33	5,08	2,0
	11 U15K7	100	0	75	3,33	0	1,5
Bigelow	1 T	0	0	0	0	0	0
	2 U10	100	0	0	2,22	0	0
	3 U10P7K7	100	75	75	2,22	3,81	1,5
	4 U15P7K7	150	75	75	3,33	3,81	1,5
	5 U10P10K10	100	100	100	2,22	5,08	2,0
	6 U7P7K7	75	75	75	1,66	3,81	1,5
Lochaber	1 T	0	0	0	0	0	0
	2 U10	100	0	0	2,22	0	0
	3 U15	150	0	0	3,33	0	0
	4 U15P7K7	150	75	75	3,33	3,81	1,5
	5 U10P10K10	100	100	100	2,22	5,08	2,0
	6 U7P7K7	75	75	75	1,66	3,81	1,5

¹ Urée = 45 % N ; tsp (triple superphosphate) = 45 % P_2O_5 ; KCl (chlorure de potassium) = 60 % K_2O .

Lochaber. Elles font partie des régions écologiques 2a (domaine de l'érablière à tilleul et érablière à bouleau jaune), 3a et 3b (domaine de l'érablière à bouleau jaune) de THIBAULT (1985).

Dispositifs expérimentaux et traitements de fertilisation

Le dispositif expérimental établi à Otter Lake comprend 44 placettes, soit quatre répétitions (blocs) de 11 placettes. Ceux de Bigelow et de Lochaber sont constitués de quatre répétitions de six placettes (24 placettes). Les placettes de ces trois dispositifs ont une superficie de 100 m² (10 sur 10 m). Ce sont des dispositifs à blocs complets et le choix des traitements dans chacune des répétitions a été déterminé au hasard. Les traitements de fertilisation sont présentés au tableau 2. Les engrais ont été appliqués manuellement en juin 1986, à l'aide d'un épandeur portatif de marque Cyclone. La fertilisation couvre l'ensemble de la placette.

Mesurage et échantillonnage

Le sol de ces plantations a été échantillonné lors de l'établissement des dispositifs en 1985 (un échantillon par répétition). Par la suite, les aiguilles de six arbres par placette ont été échantillonnées à l'automne de l'année de l'établissement puis, un, trois et cinq ans après. Une partie de ces aiguilles a été utilisée pour former trois échantillons composites par placette. Les échantillons ont été préparés et analysés selon les méthodes usuelles du laboratoire du MRN (THOMAS *et al.* 1967, WALSH 1971, KALRA et MAYNARD 1992). Les résultats des analyses ont été validés à l'aide d'un matériel de référence du NIST : SMR 1575 (*pine needles*).

Les mesures dendrométriques portent sur neuf arbres numérotés par placette (les arbres du centre) dans les plantations Otter Lake et Lochaber et sur huit arbres dans celle de Bigelow. La hauteur totale et le diamètre à 1,35 m de hauteur de chacun de ces arbres ont été mesurés en septembre de l'année de l'établissement puis, un, trois, cinq et dix ans après. On note aussi, lors de ces mesurages, l'état de santé des arbres et la présence de défauts (tiges fourchues ou cassées) ou de blessures sur les tiges. Ces blessures peuvent être causées par la neige, le verglas, les insectes ou les autres animaux, etc.

Par la suite, les mesures sont compilées pour déterminer la hauteur, le diamètre, le volume total et l'accroissement en volume total moyen des arbres par traitement. Puis on procède aux analyses de la covariance pour des dispositifs à blocs complets en s'assurant que les hypothèses de base sont respectées. C'est le volume total initial qui a été utilisé comme covariable.

Résultats et discussion

Résultats des analyses du sol

Les résultats des analyses du sol pour l'horizon Ap (3-30 cm) sont présentés au tableau 3 par plantation. Ces résultats montrent que les teneurs en N du sol des plantations Otter Lake et Lochaber sont inférieures aux standards proposés alors que les teneurs en N de la plantation Bigelow ainsi que celles en P des trois plantations sont nettement plus élevées que les valeurs standards proposées. Par ailleurs, les concentrations en K, Mg et Ca (plantation Otter Lake et Lochaber) sont très faibles. Le tableau 3 montre aussi que les concentrations en éléments du sol de la plantation Bigelow sont légèrement meilleures que celles des autres plantations étudiées (Otter Lake et Lochaber). Ces plantations sont établies sur des sols qui font partie de la classe texturale des sables et loams sableux. La teneur en matière organique des sols des plantations Otter Lake et Lochaber est plus faible que celle proposée comme standard.

Ces résultats montrent que les concentrations en N (Otter Lake et Lochaber), K et Mg de ces sols sont faibles et peuvent affecter la croissance de l'épinette blanche.

Résultats des analyses chimiques des aiguilles

Le tableau 4 présente par dispositif, par année et par traitement, les concentrations en éléments des aiguilles. Il montre qu'il existe des variations dans les concentrations en éléments selon les plantations, les années d'échantillonnage et les traitements appliqués. Globalement, les concentrations en N, P (1985, 1986 et 1988), K (plantations Otter Lake et Lochaber) et Mg des aiguilles de ces plantations sont plus faibles que celles proposées par SWAN (1971).

Tableau 3. Résultats des analyses de sol (kg/ha)¹

Plantation	pH ²	M.O. (t/ha)	N	P _e ³	Pt ³	K _e	Mg _e	Ca _e
Otter Lake	4,9	48	1950	854	1850	24	12	272
Bigelow	4,9	120	5700	1920	3827	125	99	1948
Lochaber	4,6	64	1050	1156	2250	23	8	197
Standards ⁴	4,8-6,0	120-180	3600	300	—	240	225	900

¹ Moyenne pour quatre échantillons composites; horizons Ap. L'analyse granulométrique révèle que ces sols font partie de la classe texturale des sables et loam sableux. ² pH CaCl₂. ³ P (Bray 2) : échangeable et Pt : P total. ⁴ Standards proposés par WILDE 1966, MORRISON 1974.

Tableau 4. Résultats des analyses de tissus (éléments totaux)¹

Plantation	Traitement	N				P				K				Mg				Ca			
		1985	1986	1988	1990	1985	1986	1988	1990	1985	1986	1988	1990	1985	1986	1988	1990	1985	1986	1988	1990
Otter Lake	1 T	9,0	9,8	11,2	10,9	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	1,9	1,5	0,5	0,6	0,6	0,5	4,0	5,9	4,1	3,3
	2 U10	9,8	10,8	10,9	10,2	1,5	1,3	1,6	1,7	1,9	2,0	1,6	1,5	0,5	0,7	0,6	0,5	3,5	5,9	3,0	3,5
	3 U15	9,8	13,0	11,1	10,4	1,6	1,3	1,5	1,6	2,2	2,3	1,6	1,4	0,6	0,7	0,5	0,5	4,0	6,2	2,6	0,5
	4 U7P7K7	8,6	13,8	11,4	11,2	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	4,9	3,9	2,8	0,5	0,7	0,5	0,4	3,3	7,9	3,5	3,1
	5 U15P7K7	9,1	16,3	11,5	10,9	1,4	1,5	1,6	1,7	2,1	5,0	3,9	2,4	0,6	0,8	0,5	0,5	3,7	8,9	2,7	3,1
	6 U10P7K7	8,6	13,3	10,8	11,0	1,4	1,4	1,6	1,8	2,2	4,9	3,8	2,7	0,6	1,0	0,5	0,5	3,9	8,7	3,4	3,0
	7 U10P10K10	8,9	14,1	12,6	11,1	1,6	1,4	1,8	1,9	2,3	5,3	4,5	2,8	0,6	0,9	0,5	0,4	3,3	9,0	3,1	2,5
	8 U10P7	9,1	11,9	10,8	10,3	1,3	1,5	1,9	1,9	2,3	2,5	1,9	1,6	0,6	0,7	0,6	0,5	3,7	6,0	3,2	3,0
	9 U10K7	9,2	13,7	12,2	10,8	1,4	1,3	1,7	1,7	2,2	5,1	4,3	2,5	0,6	0,8	0,5	0,4	3,7	8,2	3,1	2,7
	10 U15P10K10	8,7	15,4	11,8	10,9	1,5	1,4	1,7	1,9	1,8	4,8	3,9	2,4	0,5	0,8	0,5	0,4	3,8	8,9	3,1	2,8
	11 U15K7	8,9	14,2	12,4	10,5	1,4	1,3	1,5	1,6	2,0	4,6	4,1	2,5	0,6	0,7	0,5	0,4	4,4	8,4	3,1	2,5
Bigelow	1 T	13,9	12,6	13,8	12,5	1,6	1,4	1,5	1,7	6,2	6,2	4,7	4,8	0,9	1,0	0,7	0,9	6,9	7,6	7,0	8,7
	2 U10	14,0	13,7	13,1	12,8	1,6	1,5	1,5	1,7	6,2	6,3	4,7	4,6	0,9	0,8	0,7	0,9	6,4	6,1	6,0	8,3
	3 U10P7K7	13,7	14,5	12,8	12,6	1,6	1,7	1,9	2,0	5,8	6,2	4,7	4,1	1,0	1,0	0,7	1,0	7,2	7,6	5,7	8,1
	4 U15P7K7	13,1	15,3	13,3	12,4	1,7	1,8	1,8	2,0	5,7	5,5	4,8	4,3	0,8	1,1	0,7	0,9	6,8	7,6	6,8	8,8
	5 U10P10K10	14,4	14,4	12,8	13,2	1,5	1,7	1,9	2,0	6,2	6,3	5,2	4,5	0,8	1,0	0,7	0,9	6,6	7,6	6,4	8,9
	6 U7P7K7	15,4	14,3	13,6	12,9	1,8	1,8	1,9	2,2	6,0	6,2	5,2	4,7	0,8	1,1	0,7	0,9	7,2	7,5	6,3	8,3
Lochaber	1 T	10,4	9,5	11,4	11,6	1,8	1,7	1,7	1,9	2,3	2,2	1,8	1,8	0,8	0,9	0,7	0,6	4,3	5,0	4,2	4,7
	2 U10	11,4	10,7	11,4	11,6	1,8	1,5	1,6	1,9	2,6	2,8	2,1	2,5	0,8	0,9	0,6	0,7	4,9	4,6	3,8	4,8
	3 U15	10,1	11,6	10,8	11,5	1,6	1,5	1,6	1,9	2,4	2,4	1,7	1,9	0,8	0,8	0,6	0,7	5,0	4,4	3,6	4,7
	4 U15P7K7	9,7	14,7	11,4	10,9	1,5	1,4	1,5	1,8	2,6	4,6	3,1	2,2	0,7	0,7	0,5	0,6	3,9	4,8	3,1	3,6
	5 U10P10K10	10,1	12,7	12,0	11,9	1,6	1,6	1,6	2,0	2,6	5,1	3,6	3,1	0,7	0,9	0,6	0,7	3,8	5,9	4,0	4,7
	6 U7P7K7	10,2	12,0	11,8	11,9	1,6	1,6	1,7	2,2	2,2	5,1	3,3	2,6	0,7	0,9	0,6	0,7	3,8	5,6	3,9	4,3
Standard ²		15,0				1,8				4,5				1,0				1,5			
Moyenne ³		11,4				1,7				5,3				0,8				4,6			

¹ Concentration moyenne en éléments (g/kg) pour 12 échantillons composites par traitement. ² Standards proposés pour cette essence (SWAN 1971, MORRISON 1974).

³ Moyennes observées pour l'ensemble des plantations d'épinette blanche ; classe d'âge 15 ans (tiré de SHEEDY et THOMASSIN 1994).

Comme pour les résultats de l'analyse du sol, les concentrations en éléments de la plantation Bigelow sont pour la plupart supérieures à celles des deux autres plantations.

Par ailleurs, on note que les teneurs en K, Mg (plantations Otter Lake et Lochaber) et Ca des aiguilles sont plus faibles que celles observées, en moyenne, pour l'ensemble des plantations d'épinette blanche (classe d'âge de 10 et de 15 ans, SHEEDY et THOMASSIN 1994).

Les résultats du tableau 4 montrent que la fertilisation a eu des effets positifs principalement sur les concentrations en N (1986) et en K (1986, 1988 et 1990, plantations Otter Lake et Lochaber) des aiguilles. Les effets des engrais concernant les teneurs en K des plantations Otter Lake et Lochaber semblent plus durables que ceux qui concernent l'azote.

Les résultats montrent que les plus fortes augmentations de concentrations en N des aiguilles sont obtenues avec les traitements les plus riches en azote (U15) et les traitements complets.

Ces résultats nous laissent croire que la fertilisation devrait avoir des effets positifs sur la croissance de ces plantations. Ils montrent que c'est surtout les concentrations en azote et en potassium des aiguilles qui ont été affectées par la fertilisation. D'ailleurs, les résultats de l'analyse du sol montraient que les teneurs en N, en K et en Mg de ces sols étaient faibles.

Résultats des mesures dendrométriques

Les résultats sont présentés aux tableaux 5, 6 et 7 et aux figures 1, 2 et 3. Ils montrent qu'il existe des variations importantes entre les résultats par traitement. En moyenne, les arbres de la plantation Otter Lake présentent des accroissements décennaux de l'ordre de 2,8 m en hauteur, de 4,3 cm en diamètre et de 32 m³/ha en volume total. Dans le cas de la plantation Bigelow (plantation beaucoup plus fertile), les accroissements décennaux sont respectivement de 5,8 m (hauteur), de 8,6 cm (diamètre) et de 258 m³/ha (volume total). Pour ce qui est de la plantation Lochaber, les accroissements décennaux sont respectivement de 3,4 m (hauteur), de 4,8 cm (diamètre) et de 98 m³/ha (volume total).

La fertilisation a stimulé la croissance des arbres (hauteur, diamètre et volume total) particulièrement dans les plantations Otter Lake et Lochaber. Ainsi, les arbres de la plantation Otter Lake fertilisés avec le meilleur traitement (U10P10K10) présentent en moyenne, après dix ans, un accroissement en volume total supérieur à celui des arbres témoins de plus de 24 m³/ha (114 %). Dans le cas de la plantation Lochaber, les arbres fertilisés avec le meilleur traitement (U15P7K7) présentent après dix ans un accroissement en volume total supérieur à celui des arbres témoins de l'ordre de 28 m³/ha (34 %). Pour ce qui est de la plantation Bigelow, les arbres fertilisés avec le meilleur traitement (U7P7K7) présentent après dix ans un accroissement en volume total supérieur à celui des arbres témoins de l'ordre de 29 m³/ha (11 %).

Seuls les résultats de croissance obtenus pour le dispositif Otter Lake présentent des différences significatives par rapport à ceux du témoin.

Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus en moyenne au Québec pour l'ensemble des plantations d'épinette blanche du même âge. Ainsi, en moyenne, les arbres fertilisés avec les meilleurs traitements présentent des gains de production de l'ordre de 17 m³/ha en dix ans (SHEEDY 1997). De plus, les résultats actuels se comparent bien à ceux obtenus en Suède pour l'épinette de Norvège où la fertilisation permet des gains de production de l'ordre de 15 à 20 m³/ha sur une période de huit ans (MALM 1992).

Plantation Otter Lake

Les résultats du tableau 5 montrent bien qu'il existe beaucoup de variations entre les accroissements en volume total des arbres selon les traitements. On observe même un résultat négatif pour le traitement U10 (2) alors que les neuf autres traitements de fertilisation ont causé des augmentations de croissance sur les arbres. Le tableau 5 montre également que ce sont les traitements 7, 6, 9, 5 et 4 qui ont eu le plus d'impacts sur la croissance des arbres de cette plantation. Ainsi, ce sont les arbres fertilisés avec le traitement 7 (U10P10K10) qui présentent les meilleurs résultats de croissance. Les arbres fertilisés avec ce traitement présentent, en moyenne, un accroissement en VT de 45 m³/ha soit 24 m³/ha de plus que celui des arbres témoins (figure 1).

Les résultats de l'analyse de variance montrent qu'il y a une différence significative entre les résultats de croissance obtenus pour les arbres qui ont reçu le meilleur traitement (U10P10K10) et ceux qui ont reçu les traitements 2, 1, 3, 8, 11 et 10. Toutefois, les résultats pour le traitement U10P10K10 ne sont pas différents de ceux obtenus avec les traitements 6, 9, 5 et 4. Les résultats identifiés avec la même lettre ne présentent pas de différence significative entre eux.

On constate aussi à l'examen de ces résultats que près de 11 % des arbres de cette plantation sont morts en dix ans. La mortalité est très variable selon les traitements (0 à 28 %) et montre bien que ce site ne convient pas aux exigences de l'épinette. De plus, les arbres ont été affectés par des dommages sur la pousse annuelle (tête cassée, *leader*, tête morte, plusieurs têtes, etc.). Ces dommages peuvent être causés par les insectes, les animaux, la neige, le gel ou le verglas. En moyenne, ces dommages concernent plus de 18 % des arbres mais dans le cas des placettes fertilisées avec le traitement U10K7 (9), c'est plus de 33 % des arbres qui présentent de tels dommages. En 1986, à la suite d'un gel tardif, plus de 32 % des arbres présentaient des dommages sur la pousse annuelle. On observe aussi que c'est souvent les arbres fertilisés qui présentent les dommages les plus importants. Le tableau 5 montre également qu'en moyenne la tordeuse des bourgeons de l'épinette a causé des dommages sur le feuillage de 9 % des arbres de cette plantation.

Tableau 5. Résultats des mesures dendrométriques : plantation Otter Lake

Traitement n°	Hauteur 1995 (m)	Diamètre 1995 (cm)	Accroissement hauteur diamètre (m) (cm)		VT ¹ 1995 (m³/ha)	Accroissement en VT ² (m³/ha) (%)		État de santé ³ (%)				
								M	S95	P95	I95	P86
1 T	5,1	6,9	2,3	3,6	26	21ab	—	22	44	20	15	17
2 U10	4,7	6,2	2,0	3,0	21	17a	-19	19	36	14	19	39
3 U15	5,3	7,5	2,4	3,6	27	22ab	5	28	47	3	21	36
4 U7P7K7	5,3	7,1	2,9	4,5	40	36def	71	6	69	25	0	36
5 U15P7K7	6,1	8,6	3,3	5,1	44	40def	90	3	83	11	0	44
6 U10P7K7	5,9	8,3	3,2	5,2	48	43f	104	3	61	20	9	33
7 U10P10K10	6,3	8,8	3,5	5,4	50	45f	114	6	75	14	3	19
8 U10P7	5,2	7,1	2,6	4,0	31	26bc	24	17	56	19	3	8
9 U10K7	5,7	8,0	3,1	4,9	45	41ef	95	6	56	33	3	36
10 U15P10K10	5,8	7,7	3,1	4,5	38	33cde	57	0	67	19	12	36
11 U15K7	5,4	7,3	2,8	4,1	35	30cd	43	8	53	25	11	44

¹ VT : volume total ajusté par covariance pour une plantation de 3191 arbres par hectare, volume total d'une tige en dm³ = $[3.1416 \times (D/10)^2 \times (2,6 + H) 10]/12$.

² Accroissements en VT ajustés par covariance. Les résultats identifiés avec la même lettre ne présentent pas de différence significative entre eux. Le résultat en pourcentage est calculé par rapport à celui du traitement témoin.

³ Le taux de survie des plants est de 89 % ; M = mortalité, S95 = proportion d'arbres sains en 1995, P95 = dommages sur la pousse annuelle en 1995, I95 = dommages causés par la tordeuse en 1995, P86 = arbres affectés par le gel en 1986,

Tableau 6. Résultats des mesures dendrométriques : plantation Bigelow

Traitement n°	Hauteur 1995 (m)	Diamètre 1995 (cm)	Accroissement hauteur diamètre (m) (cm)		Vt ¹ 1995 (m³/ha)	Accroissement en Vt ² (m³/ha) (%)		État de santé ³ (%)		
								S95	P95	P86
1 T	11,7	19,0	5,9	8,7	309	257	—	65	35	34
2 U10	11,3	18,7	5,7	8,8	314	262	2	53	47	47
3 U10P7K7	11,3	17,9	5,7	8,2	308	256	-1	59	41	37
4 U15P7K7	11,6	19,0	5,9	8,4	282	230	-10	72	25	37
5 U10P10K10	11,2	18,2	5,7	8,4	310	258	1	65	35	38
6 U7P7K7	11,7	19,3	6,1	9,3	338	286	11	63	37	53

¹ VT : volume total ajusté par covariance pour une plantation de 2175 arbres par hectare, volume total d'une tige en dm³ = $[3.1416 \times (D/10)^2 \times (2,6 + H) 10]/12$.

² Accroissements en VT ajustés par covariance. Le résultat en pourcentage est calculé par rapport à celui du traitement témoin.

³ Le taux de survie des plants est près de 100 %, la mortalité se retrouve dans les placettes fertilisées avec le traitement 4 et affecte 3 % des arbres ; S95 = proportion d'arbres sains en 1995 ; P95 = dommages sur la pousse annuelle en 1995, P86 = arbres affectés par le gel en 1986.

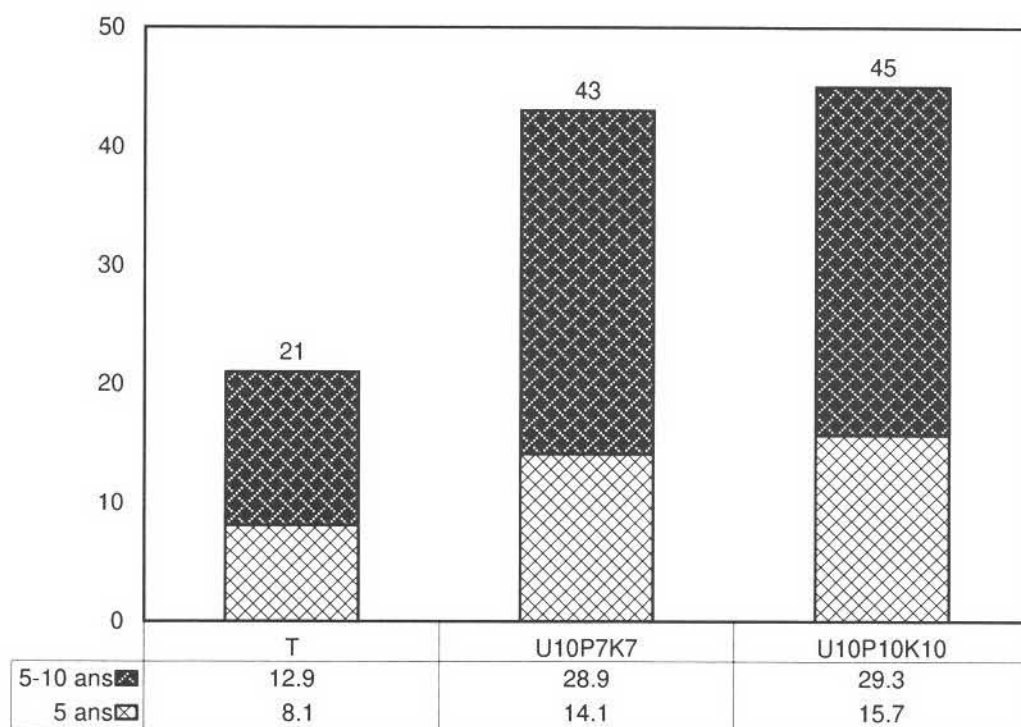


Figure 1. Accroissement en volume total (m³/ha), Otter Lake.

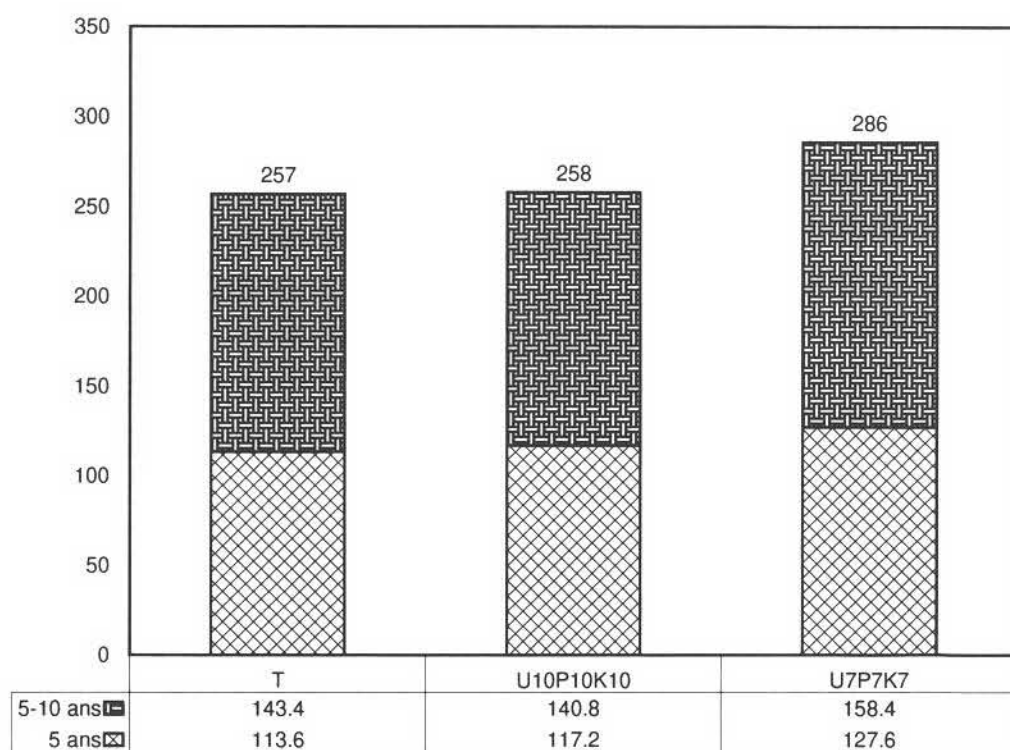


Figure 2. Accroissement en volume total (m³/ha), Bigelow.

Tableau 7. Résultats des mesures dendrométriques : plantation Lochaber

Traitement n°	Hauteur 1995 (m)	Diamètre 1995 (cm)	Accroissement hauteur (m)	Accroissement diamètre (cm)	VT ¹ 1995 (m³/ha)	Accroissement en VT ²		État de santé ³ (%)		
						(m³/ha)	(%)	S95	P95	P86
1 T	7,6	11,2	3,1	4,2	115	83	—	58	36	42
2 U10	8,4	12,5	3,7	5,0	133	100	20	62	39	33
3 U15	7,5	11,2	3,1	4,5	122	89	7	62	36	50
4 U15P7K7	7,6	11,5	3,5	5,1	141	111	34	53	48	61
5 U10P10K10	8,6	12,8	3,7	5,2	134	102	23	59	41	42
6 U7P7K7	7,7	11,7	3,2	5,0	136	104	25	67	33	53

¹ VT : volume total ajusté par covariance pour une plantation de 3479 arbres par hectare, volume total d'une tige en dm³ = $[3.1416 \times (D/10)^2 \times (2,6 + H) 10]/12$.

² Accroissements en VT. Le résultat en pourcentage est calculé par rapport à celui du traitement témoin.

³ Le taux de survie des plants est de 99 %, la mortalité se retrouve dans les placettes témoins (6 %) et les placettes fertilisées avec le traitement U15 (3 %) ; S95 = proportion d'arbres sains en 1995 ; P95 = dommages sur la pousse annuelle en 1995 ; P86 = dommages par le gel sur la pousse annuelle en 1986.

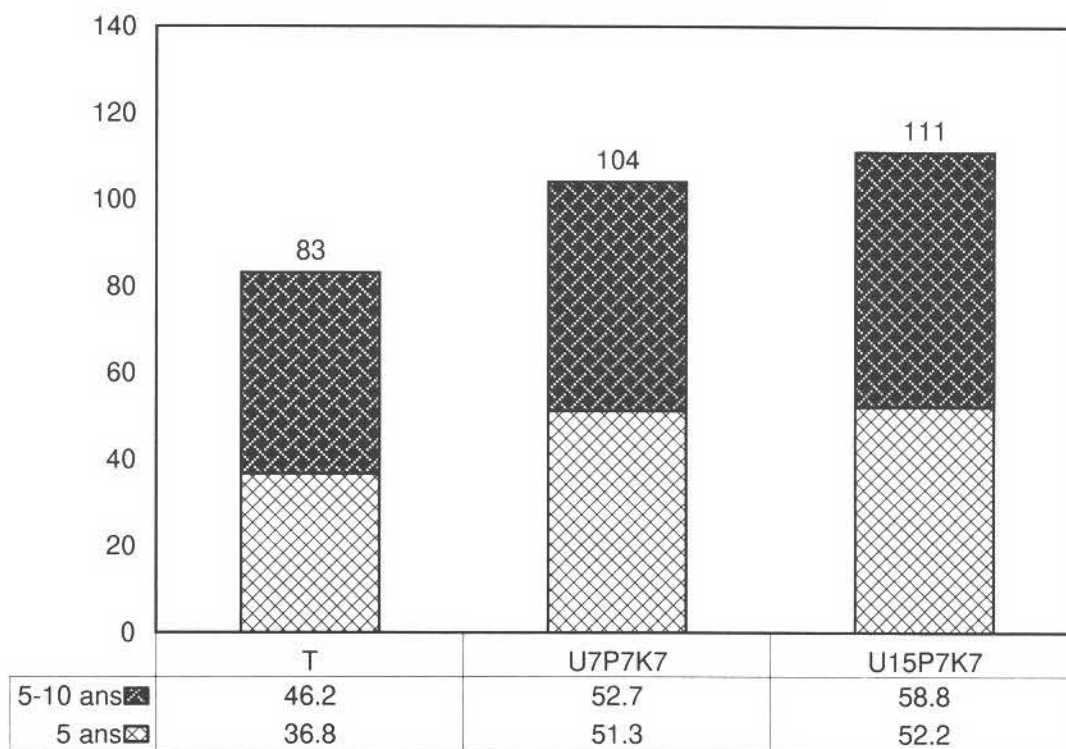


Figure 3. Accroissement en volume total (m³/ha), Lochaber.

Ces dommages ont affecté la croissance des arbres et atténué les effets des engrais. Ils peuvent expliquer, en partie, les fortes variations observées dans les résultats de croissance par traitement.

Plantation Bigelow

Les résultats de croissance de cette plantation sont nettement supérieurs à ceux de Otter Lake. Ainsi, l'accroissement moyen en volume total des arbres de la plantation Bigelow est de l'ordre de 258 m³/ha comparé à 32 m³/ha pour la plantation Otter Lake. Comme nous l'avons mentionné précédemment, la plantation Otter Lake est établie sur un site particulièrement pauvre alors que le site de Bigelow est beaucoup plus fertile. Il y a, ici aussi, des variations dans les résultats de croissance selon les traitements bien que ces variations soient plus faibles que celles observées dans la plantation Otter Lake. Le tableau 6 montre aussi que les arbres qui ont reçu les traitements 3 et 4 présentent des résultats de croissance plus faibles que les arbres témoins. Le seul traitement à avoir causé des augmentations notables de croissance est U7P7K7. Les arbres fertilisés avec ce traitement présentent, après dix ans, un accroissement décennal en volume total de 286 m³/ha, soit 29 m³/ha (11 %) de plus que celui des arbres témoins (figure 2). Il n'y a pas de différence significative entre les résultats de croissance des arbres fertilisés et ceux des arbres témoins.

La fertilisation de cette plantation établie sur un site déjà fertile semble peu efficace.

Dans l'ensemble, l'état de santé des arbres (en 1995) de cette plantation est bon puisqu'en moyenne 63 % des arbres vivants sont sains (ne présentent pas de dommage apparent) et que le taux de mortalité est inférieur à 1 %. Les arbres morts se retrouvent tous dans les placettes fertilisées avec le traitement U15P7K7. Toutefois, une proportion importante d'arbres (37 % en moyenne) a subi des dommages sur la pousse annuelle (*leader*, pousse cassée, tête morte, plusieurs têtes, etc.). L'importance et la fréquence de ces dommages varient selon les traitements de 25 à 47 % (traitement 4 et 2 respectivement). En 1986, une partie des arbres a été affectée par le gel de sorte que plus de 41 % des arbres présentaient des dommages sur la pousse annuelle. Les dommages étaient souvent plus importants dans les placettes fertilisées. Ces dommages sur la pousse annuelle peuvent causer des variations dans les résultats de croissance et atténuer les impacts de la fertilisation.

Plantation Lochaber

Les résultats de croissance pour cette plantation (tableau 7) sont intermédiaires entre ceux obtenus à Otter Lake et ceux de la plantation Bigelow. Ainsi, l'accroissement moyen en volume total des arbres est de l'ordre de 98 m³/ha comparé à 32 et 258 m³/ha, plantation Otter Lake et Bigelow respectivement. Il y a, ici aussi, des variations dans les résultats de croissance selon les traitements. Toutefois, la croissance en volume total des arbres fertilisés est meilleure

que celle des arbres témoins. Ainsi, les arbres fertilisés avec le meilleur traitement (U15P7K7) présentent, après dix ans, un accroissement décennal en volume total de 111 m³/ha, soit 28 m³/ha (34 %) de plus que celui des arbres témoins (figure 3). Cependant, il n'y a pas de différence significative entre les résultats de croissance des arbres fertilisés et ceux des arbres témoins.

Dans l'ensemble l'état de santé des arbres (en 1995) de cette plantation est bon puisqu'en moyenne 60 % des arbres vivants sont sains (ne présentent pas de dommage apparent) et que le taux de mortalité est inférieur à 1 %. Les arbres morts se retrouvent dans les placettes témoins (6 %) et fertilisées avec le traitement U15 (3 %). Toutefois, une proportion importante d'arbres (39 % en moyenne) a subi des dommages sur la pousse annuelle (*leader*, pousse cassée, tête morte, plusieurs têtes, etc.). L'importance et la fréquence de ces dommages varient selon les traitements de 33 à 48 % (traitement 6 et 4 respectivement). En 1986, une partie des arbres a été affectée par le gel de sorte que près de 47 % des arbres présentaient des dommages sur la pousse annuelle. Ces dommages étaient souvent plus importants dans les placettes fertilisées et peuvent causer des variations dans les résultats de croissance et atténuer les impacts de la fertilisation.

Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que la fertilisation a stimulé la croissance de ces plantations d'épinette blanche. Les meilleurs résultats de croissance ont été obtenus avec les traitements U10P10K10 (plantation Otter Lake), U7P7K7 (plantation Bigelow) et U15P7K7 (plantation Lochaber). Ils montrent aussi qu'au départ, la croissance des arbres de la plantation Otter Lake était particulièrement faible.

Les arbres fertilisés avec les meilleurs traitements présentent après dix ans un volume total de 50 m³/ha (plantation Otter Lake), de 338 m³/ha (plantation Bigelow) et de 111 m³/ha (plantation Lochaber). Ces arbres présentent, en moyenne, un accroissement décennal en volume total supérieur à celui des arbres témoins de plus de 24, 29 et 28 m³/ha respectivement (plantations Otter Lake, Bigelow et Lochaber).

Seuls les résultats de la plantation Otter Lake présentent des différences significatives entre les accroissements en volume total des arbres fertilisés avec les meilleurs traitements et ceux des arbres témoins.

Les résultats de cette étude montrent que les arbres fertilisés sont souvent plus susceptibles d'être endommagés par le verglas, les oiseaux ou toute autre cause de bris de la pousse terminale. Ces dommages expliquent en partie les variations observées dans les résultats de croissance obtenus pour ces traitements.

Remerciements

L'auteur tient à souligner la précieuse collaboration de M. Conrad Thomassin, techn.f., responsable des travaux de terrain (établissement, fertilisation, mesurage et échantillonnage). Il remercie aussi la Division de la biométrie pour son aide judicieuse dans les analyses statistiques des données, ainsi que le personnel du laboratoire des sols et des tissus qui a procédé aux analyses des échantillons prélevés pour cette étude. Il remercie aussi tous ceux qui ont contribué à la dactylographie, à la correction et à la réalisation de ce rapport.

Ce texte est un rapport partiel du projet de recherche n° 0899-3040 : « Recherche sur la fertilisation de plantations résineuses établies ».

Références

- BOLGHARI, H.A. et V. BERTRAND, 1984. *Tables préliminaires de production des principales essences résineuses plantées dans la partie centrale du sud du Québec*. Québec, M.E.R., Serv. de la recherche forestière. Mémoire n° 79. 392 p.
- KALRA, Y.P. et D.G. MAYNARD, 1992. *Méthodes d'analyses des sols forestiers et des tissus végétaux*. Forêt Canada, Edmonton (Alberta). Rapport inf. NOR-X-319F. 129 p.
- MALM, D., 1992. *Forest fertilization in Sweden*. Skogens Gödslings AB [Köping]. 4 p.
- MORRISON, I.K., 1974. *Mineral nutrition of conifers with special reference to nutrient status interpretation : A review of literature*. Environment Canada, Forestry Service. Pub. No. 1343. 73 p.
- LAJOIE, P.G., 1962. *Étude pédologique des comtés de Gati-neau et de Pontiac, Québec*. Serv. de recherche, Min. de l'Agriculture du Canada, Min. de l'Agriculture de Québec et Collège Macdonald, Université McGill. 103 p. + cartes.
- LAJOIE, P.G., 1967. *Étude pédologique des comtés de Hull, Labelle et Papineau (Québec)*. Dir. de la recherche, Min. de l'Agriculture du Canada, Min. de l'Agriculture et de la colonisation de la province de Québec et Collège Macdonald, Université McGill. 105 p. + cartes.
- PROULX, H., G. JACQUES, A.M. LAMOTHE et J. LITYNSKI, 1987. *Climatologie du Québec méridional*. Min. de l'Env. du Québec, Dir. de la météorologie. M.P. 65. 198 p.
- SHEEDY, G., 1997. *La fertilisation des plantations. Résultats de dix ans pour 63 plantations*. Québec, M.R.N., Dir. de la rech. for. Note de recherche forestière (à paraître).
- SHEEDY, G. et C. THOMASSIN, 1994. *Concentrations moyennes en éléments dans les aiguilles des plantations résineuses du Québec*. Québec, M.R.N., Dir. de la rech. for. Rapport interne n° 386. 16 p.
- SWAN, H.S.D., 1971. *Relationships between nutrient supply, growth and nutrient concentrations in the foliage of white and red spruce*. P.P.R.I.C., Woodlands Report 34. 27 p.
- THIBAUT, M., 1985. *Les régions écologiques du Québec méridional. Deuxième approximation*. Québec, Min. de l'Énergie et des Ress., Serv. de la rech. et Serv. de la carto. Carte au 1 : 1 250 000.
- THOMAS, R.L., R.W. SHEARD et J.R. MOYER, 1967. *Comparison of conventional and automated procedures for nitrogen, phosphorus and potassium analysis of plant material using a single digestion*. Agron. J. 59 : 240-243.
- WALSH, L.M., 1971. *Instrumental methods for analysis of soils and plant tissue*. Soil Sci. Soc. of America, Madison, Wisconsin, U.S.A. 222 p.
- WILDE, S.A., 1966. *Soil standards for planting Wisconsin conifers*. J. For. 64 : 389-391.

RN97-3097

ISBN 2-550-32377-7

ISSN 0834-4833

Dépot légal 1997

Bibliothèque nationale du Québec

Bibliothèque nationale du Canada

© 1997 Gouvernement du Québec



Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources
naturelles