

Note de recherche forestière n° 85

Fertilisation de trois plantations de pin gris du centre du Québec : résultats de dix ans

G. SHEEDY *

F.D.C. 237.4(047.3)(714)
L.C. SD 401 .P575

Résumé

Les résultats présentés ici montrent que la fertilisation est un traitement efficace pour stimuler la croissance du pin gris en plantation. Les meilleurs résultats ont été obtenus à la suite des traitements U10K7 (plantation Albabel), U15P7K7 (plantation Lac Éleine) et U7P5K5 (plantation Belle-Plage). Les arbres fertilisés par ces traitements présentent, après dix ans, des accroissements en volume total supérieurs à ceux des arbres témoins de l'ordre de 15 (32 %), 9 (56 %) et 8 (53%) m³/ha respectivement (plantations Albabel, Lac Éleine et Belle-Plage).

Mots-clés : fertilisation, plantation, pin gris, *Pinus banksiana*, croissance, accroissement en volume total.

*

Summary

Results presented here show that fertilization is an effective treatment to stimulate jack pine plantation growth. The best results were obtained with the treatments U10K7 (Albabel plantation), U15P7K7 (Lac Éleine plantation) and U7P5K5 (Belle-Plage plantation). Ten years after fertilization, the trees fertilized with those treatments present total volume increments of more than 15 (32 %), 9 (56 %) and 8 (53%) m³/ha (Albabel, Lac Éleine and Belle-Plage plantations) superior to control.

Key words : fertilization, plantation, jack pine, *Pinus banksiana*, growth, total volume increment.

Introduction

Ce rapport présente les résultats décennaux de croissance de trois plantations de pin gris qui étaient âgées de 5 et 6 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 de pin gris établies sur des terrains forestiers. Avant la plantation, ces sites étaient occupés par des peuplements de pin gris qui ont été exploités. Les déchets de coupe ont ensuite brûlé. Les principales caractéristiques concernant ces plantations (localisation, conditions de sol et de climat, dendrométrie) sont présentées au tableau 1.

La première plantation (Albabel) est située à environ 15 km au sud-ouest d'Albabel (circonscription électorale de Roberval), dans le rang I du canton d'Albabel. La deuxième (Lac Éleine) est située à environ 113 km à l'ouest de Roberval (circonscription électorale de Roberval). La troisième (Belle-Plage) est située à huit km du camp Belle-Plage et à environ 110 km à l'ouest de La Doré. Elles font

* 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	Albanel	Lac Élane	Belle-Plage
Canton	Albanel	non subdivisé	Berlinguet
Rang	I	—	—
Lots	partie 44, 45 et 46	—	—
Latitude nord	48° 57' 38"	48° 27' 45"	48° 44' 30"
Longitude ouest	72° 22' 12"	73° 09' 35"	74° 04' 15"
Âge (lors de l'établissement)	6 ans	6 ans	5 ans
Hauteur (initiale)	2,2 m	1,1m	0,8 m
Diamètre (initial)	1,4 cm	0,9cm	1,1cm
Qualité de station ¹	6 m à 25 ans	4 m à 25 ans	4 m à 25 ans
Type de sol ²	Podzol	Podzol	Podzol
Texture	sable	sable	sable
Dépôt	fluvio-marins	fluvio-glaciaire	fluvio-glaciaire
Drainage	bon	bon	bon
Température (annuelle moyenne) ³	0 °C	1 °C	0 °C
Nombre de jours sans gel	100	80	80
Précipitations	110 cm	100 cm	100 cm
Altitude	152 m	470 m	475 m

¹ Tiré de BOLGHARI et BERTRAND (1984).

² Tiré de ENVIRONNEMENT CANADA (1976)

³ Tiré de PROULX *et al.* (1987).

respectivement partie des régions écologiques 6a (domaine de la sapinière à bouleau blanc), 8i (domaine de la sapinière à bouleau blanc) et 12b (domaine de la pessière noire à mousses) de THIBAUT (1985).

Dispositifs expérimentaux et traitements de fertilisation

Le dispositif expérimental établi à Albanel comprend 36 placettes, soit trois répétitions (blocs) de douze placettes mesurant 100 m² (10 m sur 10). Celui de Lac Élane est constitué de quatre répétitions de douze placettes (48 placettes) qui mesurent 150 m² (10 m sur 15). Le dispositif de Belle-Plage comprend pour sa part six répétitions de sept placettes (42 placettes) de 10 m sur 10.

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 1980, 1983 et 1985. La fertilisation des dispositifs Albanel et Lac Élane couvre l'ensemble de la placette (fertilisation en plein) et les engrais ont été appliqués à l'aide d'un épandeur portatif de marque *Cyclone*. Dans le dispositif Belle-Plage, la fertilisation a été faite par pied d'arbre sur un rayon de 0,85 m autour des plants.

Mesurage et échantillonnage

Le sol de ces plantations a été échantillonné lors de l'établissement des dispositifs en 1980, 1982 et 1984 (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 courantes 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 six arbres numérotés par placette (les arbres du centre) dans les plantations Albanel et Lac Élane et sur neuf arbres dans la plantation Belle-Plage. 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, les verglas, les insectes ou 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.

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
Albanel	1 T	0	0	0	0,0	0,00	0,00
	2 U7	75	0	0	1,66	0,00	0,00
	3 P7	0	75	0	0,00	3,81	0,00
	4 K7	0	0	75	0,00	0,00	1,50
	5 U7P7K7	75	75	75	1,66	3,81	1,50
	6 U10P7K7	100	75	75	2,22	3,81	1,50
	7 U15P7K7	150	75	75	3,33	3,81	1,50
	8 U10P7	100	75	0	2,22	3,81	0,00
	9 U10K7	100	0	75	2,22	0,00	1,50
	10 U10P5K5	100	50	50	2,22	2,54	1,00
	11 U10	100	0	0	2,22	0,00	0,00
	12 U7P5K5	75	50	50	1,66	2,54	1,00
Lac Éline	1 T	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	2 U7	75	0	0	2,49	0,00	0,00
	3 P7	0	75	0	0,00	5,72	0,00
	4 K7	0	0	75	0,00	0,00	2,21
	5 U7P7K7	75	75	75	2,49	5,72	2,21
	6 U10P7K7	100	75	75	3,33	5,72	2,21
	7 U15P7K7	150	75	75	5,00	5,72	2,21
	8 U10P7	100	75	0	3,33	5,72	0,00
	9 U10K7	100	0	75	3,33	0,00	2,21
	10 U10P5K5	100	50	50	3,33	3,81	1,50
	11 U10	100	0	0	3,33	0,00	0,00
	12 U7P5K5	75	50	50	2,49	3,81	1,50
Belle- Plage ²	1 T	0	0	0	(g/p) 0	(g/p) 0	(g/p) 0
	2 U5P5K5	50	50	50	25	57	22
	3 U7P5K5	75	50	50	37	57	22
	4 U7P5KS5	75	50	50	37	57	61 ^{Ks}
	5 N7P5KS5	75	50	50	49 ^{Na}	57	61 ^{Ks}
	6 U10P5K5	100	50	50	50	57	22
	7 U10P7K7	100	75	75	50	85	33

¹ Urée = 45 % N ; Na = nitrate d'ammonium (34 % de N) ; tsp (triple superphosphate) = 45 % P₂O₅ ;
KCl (chlorure de potassium) = 60 % K₂O ; Ks = sulfate de potassium et de magnésium (22% K₂O et 18 % de MgO).

² Fertilisation sur un rayon de 0,85 m autour du plant ; pour ce dispositif, les quantités d'engrais sont indiquées en g/plant.

Résultats et discussion

Résultats des analyses du sol

Les résultats des analyses du sol pour l'horizon B (20-40 cm) sont présentés au tableau 3, par plantation. Ces résultats montrent que les teneurs en N des sols de ces plantations sont faibles. De plus, les teneurs en K, Mg et Ca sont particulièrement faibles ainsi que la teneur en P (plantations Albanel et Belle-Plage). La teneur en matière organique des sols des plantations Albanel et Lac élaine sont aussi plus faibles que les standards proposés. Ces plantations sont établies sur des sols qui font partie de la classe texturale des sables. Ce sont des sols filtrants qui présentent une faible capacité de rétention en éléments minéraux.

Ces résultats montrent que les concentrations en N, K, Mg, Ca et, dans une moindre mesure, P de ces sols sont faibles et peuvent affecter la croissance du pin gris.

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. Dans l'ensemble, les concentrations en éléments des aiguilles de ces trois plantations sont souvent plus faibles que les standards recommandés pour cette essence. Elles sont aussi soit semblables, soit inférieures à celles de la moyenne observée pour l'ensemble des plantations de pin gris du Québec (classe d'âge de 10 ans) (SHEEDY et THOMASSIN 1994).

Ainsi, on constate que les concentrations en N, en P et en Mg de ces trois plantations sont souvent inférieures au standard proposé. De plus, les concentrations en K et en Ca (plantation Lac Élaine surtout) de ces aiguilles sont inférieures à la moyenne observée pour cette essence.

La fertilisation a eu des effets sur les concentrations en éléments de ces aiguilles. Ainsi, dans le cas de la plantation Albanel, on note que les aiguilles échantillonnées sur les arbres fertilisés présentent des teneurs en N (1981), en P (1981) et en K (1981 et 1983) légèrement plus élevées que celles des arbres témoins.

Les résultats de la plantation Lac Élaine montrent aussi que les concentrations en N (1983), en P (1983 et 1985) et en K (1983, 1985 et 1987) des aiguilles provenant des arbres fertilisés avec ces éléments sont légèrement plus élevées que celles des arbres témoins. On observe des résultats semblables pour la plantation Belle-Plage. Ainsi, les concentrations en N (1985), en P (1985 et 1987) et en K (1985, 1987 et 1989) des aiguilles des arbres fertilisés sont plus élevées que celles des arbres témoins.

Les résultats du tableau 4 montrent que la fertilisation a eu des effets positifs principalement sur les concentrations en N, en P et en K des aiguilles surtout l'année de l'application des engrais. Les effets des engrais concernant les teneurs en K semblent plus durables que celles qui concernent l'azote. Ainsi, après cinq saisons de croissance, les aiguilles prélevées sur les arbres fertilisés avec du K présentent encore des concentrations en K plus élevées que celles des aiguilles des arbres témoins.

Les résultats montrent que les plus fortes augmentations de concentration en N des aiguilles sont obtenues avec les traitements les plus riches en azote 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 ce sont surtout les concentrations en azote, en phosphore 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 éléments de ces sols étaient faibles.

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

Plantation	pH ²	M.O. (t/ha)	N	P ³ échangeable	P total	K _e	Mg _e	Ca _e
Albanel	4,3	23	833	564	1313	9	9	< 10
Lac Élaine	4,9	50	1050	815	2014	10	3	41
Belle-Plage	4,1	131	2900	419	1128	45	24	< 10
Standards ⁴	4,8-6,0	120-180	3600	690	—	240	225	900

¹ Moyenne pour trois (plantation Albanel et plantation Belle-Plage) et quatre (plantation Lac Élaine) échantillons composites, horizons Ap. L'analyse granulométrique révèle que ces sols font partie de la classe texturale des sables.

² pH CaCl₂

³ Mesuré selon Bray2.

⁴ Standards proposés par WILDE 1966, MORRISON 1974.

Tableau 5. Résultats des mesures dendrométriques, plantation Albanel

Traitement n°	Hauteur 1990 (m)	Diamètre 1990 (cm)	Accroissement		VT ¹ 1990 (m ³ /ha)	Accroissement en VT ²		État de santé ³ (%)	
			hauteur (m)	diamètre (cm)		(m ³ /ha)	(%)	S90	P90
1 T	7,2	8,9	5,1	7,6	48	47	—	89	11
3 U7	7,4	9,5	5,1	7,7	55	54	15	94	6
2 P7	7,4	9,6	5,3	8,3	55	54	15	94	6
4 K7	7,2	9,4	5,0	7,8	52	52	11	83	11
5 U7P7K7	7,4	9,2	5,4	8,0	51	51	8	94	6
6 U1P7K7	7,3	9,0	5,1	7,6	51	50	6	100	0
7 U15P7K7	7,5	8,9	5,1	7,2	49	48	2	90	6
8 U1P7	6,8	8,6	4,6	7,2	46	46	-2	95	0
9 U10K7	7,5	9,7	5,3	8,4	63	62	32	100	0
10 U1P5K5	7,2	9,2	5,1	8,0	51	50	6	94	6
11 U1	6,5	8,6	4,4	7,4	42	41	-13	89	0
12 U7P5K5	7,3	9,6	5,2	8,3	56	55	17	100	0

¹ VT : volume total ajusté par covariance pour une plantation de 2248 tiges par hectare.

Volume total d'une tige en dm³ = [3.1416 X (D/10)² X (2,6 + H) 10]/12.

² Accroissements en VT ajustés par covariance. Dans ce dispositif, l'accroissement en volume est égal au volume car les arbres avaient moins de 1,30 m de hauteur au début de l'étude.

³ Le taux de survie des plants est près de 100 % ; S90 = proportion d'arbres sains en 1990 ; P90 = dommages sur la pousse annuelle en 1990

Tableau 6. Résultats des mesures dendrométriques, plantation Lac Élaïne

Traitement n°	Hauteur 1991 (m)	Diamètre 1991 (cm)	Accroissement		VT ¹ 1991 (m ³ /ha)	Accroissement en VT ²		État de santé ³ (%)		
			hauteur (m)	diamètre (cm)		(m ³ /ha)	(%)	S91	P91	P87
1 T	5,1	5,9	3,4	5,1	16	16 ^a	—	100	0	17
3 U7	5,0	5,8	3,4	5,0	17	17 ^{abc}	6	92	0	17
2 P7	5,3	6,1	3,8	5,7	18	18 ^{abc}	12	92	8	0
4 K7	5,1	6,1	3,6	6,0	17	17 ^{abc}	16	92	8	25
5 U7P7K7	5,3	6,2	3,8	6,0	20	20 ^{abc}	25	100	0	17
6 U1P7K7	5,1	6,4	3,6	5,9	20	20 ^c	25	92	8	42
7 U15P7K7	5,8	7,0	4,1	6,1	25	25 ^c	56	100	0	25
8 U1P7	4,9	6,0	3,4	5,3	20	20 ^{abc}	25	83	17	42
9 U10K7	5,4	6,6	3,8	6,1	23	23 ^c	44	83	17	25
10 U1P5K5	5,0	5,9	3,5	5,2	17	17 ^{abc}	6	82	17	33
11 U1	5,1	6,2	3,5	5,4	17	17 ^{abc}	6	100	0	25
12 U7P5K5	5,4	6,5	3,9	6,0	22	22 ^{bc}	38	92	8	33

¹ VT : volume total ajusté par covariance pour une plantation de 2248 arbres par hectare.

Volume total d'une tige en dm³ = [3.1416 X (D/10)² X (2,6 + H) 10]/12.

² Accroissements en VT ajustés par covariance. Dans ce dispositif, l'accroissement en volume est égal au volume car les arbres avaient moins de 1,30 m de hauteur au début de l'étude. Les résultats identifiés par la même lettre ne présentent pas de différence significative entre eux.

³ Le taux de survie des plants est près de 100 % ; S91 = proportion d'arbres sains en 1991 ; P91 = dommages sur la pousse annuelle en 1991 ; P87 = dommages sur la pousse annuelle en 1987. Noter qu'une partie des arbres a été affectée par le gel en 1986.

Résultats des mesures dendrométriques

Ces 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 Albanel présentent des accroissements décennaux de l'ordre de 5,1 m en hauteur, de 7,8 cm en diamètre et de 51 m³/ha en volume total. Dans le cas de la plantation Lac Éleine, les accroissements décennaux sont respectivement de 3,7 m (hauteur), de 5,7 cm (diamètre) et de 19 m³/ha (volume total). Par ailleurs, les accroissements décennaux mesurés dans la plantation Belle-Plage sont respectivement de 4,0 m (hauteur), de 5,6 cm (diamètre) et de 20 m³/ha (volume total).

La fertilisation a stimulé la croissance des arbres (hauteur, diamètre et volume total) de ces trois plantations. Ainsi, les arbres de la plantation Albanel fertilisés avec le meilleur traitement (U10K7) présentent en moyenne, après dix ans, des accroissements en volume total supérieurs à ceux des arbres témoins de plus de 15 m³/ha (32 %). Dans le cas de la plantation Lac Éleine, les meilleurs résultats ont été obtenus avec le traitement U15P7K7 et les arbres fertilisés avec ce traitement présentent après dix ans des accroissements en volume total supérieurs à ceux des arbres témoins de l'ordre de 9 m³/ha (56 %). Dans la plantation Belle-Plage, le meilleur traitement de fertilisation est U7P5K5 ; les arbres fertilisés avec ce traitement présentent après dix ans un volume total de 23 m³/ha, soit 8 m³/ha (53 %) de plus que les arbres témoins.

Dans les dispositifs Lac Éleine et Belle-Plage, les résultats de croissance obtenus pour les meilleurs traitements présentent des différences significatives par rapport à ceux du témoin.

Ces résultats se comparent bien aux résultats de fertilisation obtenus au Québec pour l'ensemble des plantations de pin gris du même âge. Ainsi, en moyenne, les arbres fertilisés avec les meilleurs traitements présentent des gains de production de l'ordre de 8,5 m³/ha en dix ans (SHEEDY 1997). Ces résultats sont toutefois inférieurs à ceux obtenus pour l'épinette tant au Québec qu'en Suède, 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 Albanel

Les résultats du tableau 5 montrent bien qu'il existe beaucoup de variations entre les accroissements en VT des arbres selon les traitements. On observe même des résultats légèrement négatifs pour deux traitements de fertilisation (8 et 11) alors que les neuf autres ont causé des augmentations de croissance des arbres. Le tableau 5 montre également que ce sont les traitements 9, 12, 2 et 3 qui ont eu le plus d'impact sur la croissance des arbres de cette plantation. Ainsi, ce sont les arbres fertilisés avec le traitement 9 (U10K7) qui présentent les meilleurs résultats de croissance. Les arbres fertilisés avec ce traitement présentent, en moyenne, un accroissement en VT de

62 m³/ha, soit 15 m³/ha de plus que celui des arbres témoins (figure 1). Cependant il n'y a pas de différence significative entre les résultats de croissance obtenus pour ce traitement et ceux mesurés sur les arbres témoins. Rappelons que dans ce dispositif, il n'y a que trois répétitions par traitement; un nombre plus élevé de répétitions aurait probablement permis de montrer des différences significatives entre les traitements.

On constate aussi à l'examen de ces résultats qu'une faible partie des arbres de cette plantation a été affectée par des dommages sur la pousse annuelle (tête cassée, *leader*, tête morte, plusieurs têtes, etc.). Ces dommages peuvent être causés par les insectes ou d'autres animaux, la neige ou le verglas. En moyenne, ces dommages concernent moins de 6 % des arbres mais pour les traitements K7 (4) et témoin (1), c'est plus de 11 % des arbres qui présentent de ces dommages, qui ont pu, dans certains cas, affecter la croissance des arbres et atténuer les effets des engrais. Ils peuvent expliquer, en partie, les fortes variations observées dans les résultats de croissance par traitement.

Plantation Lac Éleine

Les résultats pour cette plantation sont semblables à ceux d'Albanel sauf qu'en moyenne, les accroissements décennaux en hauteur et en diamètre sont plus faibles (tableau 6). Ainsi, l'accroissement moyen en volume total des arbres de la plantation Lac Éleine est de l'ordre de 19 m³/ha, à comparer à 51 m³/ha pour la plantation Albanel. On note, ici aussi, l'existence de fortes variations dans les résultats de croissance selon les traitements. Le tableau 6 montre que tous les traitements de fertilisation appliqués sur cette plantation ont eu des effets positifs sur l'accroissement en VT des arbres. C'est le traitement U15P7K7 qui a causé les plus fortes augmentations de croissance. Les arbres fertilisés avec ce traitement présentent un accroissement décennal en VT de 25 m³/ha, soit 9 m³/ha (56 %) de plus que celui des arbres témoins (figure 2). Les résultats pour les arbres qui ont reçu ce traitement sont significativement différents de ceux des arbres témoins mais ne présentent pas de différence significative par rapport aux autres traitements.

Bien que ce soit le traitement U15P7K7 qui donne les meilleurs résultats, il reste qu'en terme de rapport coût/bénéfice, c'est le traitement U10K7 qui a eu les meilleurs effets sur la croissance de cette plantation.

Dans l'ensemble l'état de santé des arbres (en 1991) de cette plantation est bon puisqu'en moyenne, 92 % des arbres vivants sont sains (ne présentent pas de dommage apparent) et que le taux de mortalité est inférieur à 1 %. Toutefois, en 1987, une proportion importante d'arbres (25 % en moyenne) présentaient 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 0 (traitement P7) à 42 % (traitements U1P7K7 et U1P7) respectivement. En 1986, une partie des arbres a été affectée par le gel.

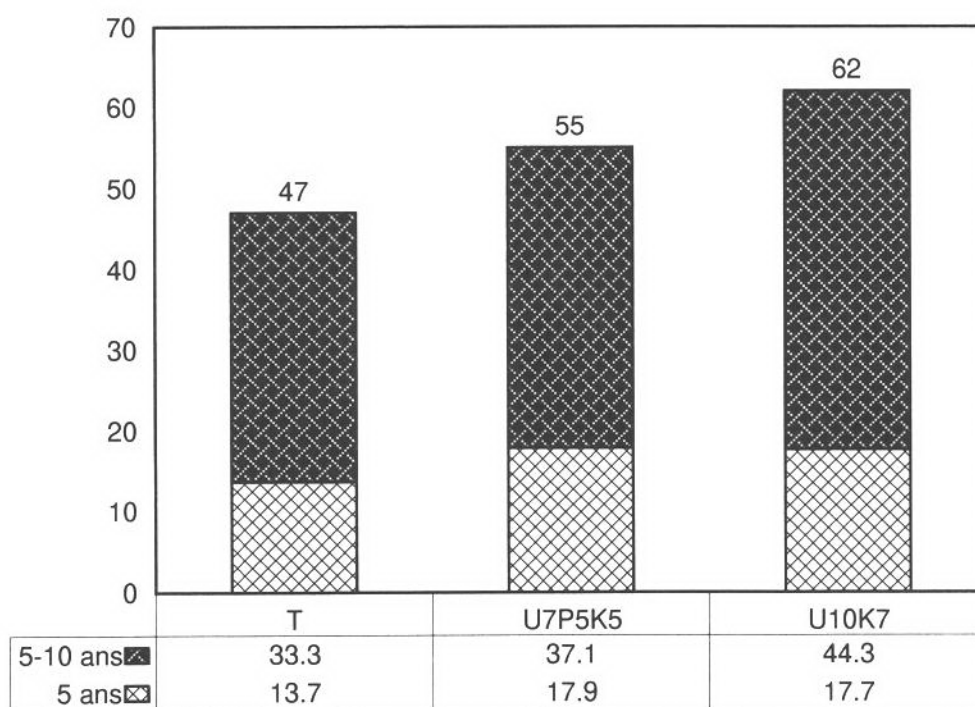


Figure 1. Accroissement en volume total (m³/ha), plantation Albanel.

Tableau 7. Résultats des mesures dendrométriques, plantation Belle-Plage

Traitement n°	Hauteur 1994 (m)	Diamètre 1994 (cm)	Accroissement		VT ¹ 1994 (m ³ /ha)	Accroissement en VT ²		État de santé ³ (%)		
			hauteur (m)	diamètre (cm)		(m ³ /ha)	(%)	S94	P94	P87
1 T	4.6	6.6	3.7	5.3	15	15	—	93	4	26
2 U5P5K5	4.9	6.8	4.1	5.6	20,5	20,5 ^{ab}	35	93	6	30
3 U7P5K5	4.9	6.9	4.2	5.7	23	23 ^b	41	84	11	22
4 U7P5KS5	4.7	6.6	3.9	5.6	20	20 ^a	23	87	6	26
5 N7P5KS5	4.7	6.6	4.0	5.5	20	20 ^{ab}	23	95	4	19
6 U10P5K5	4.9	6.8	4.1	5.6	21	21 ^{ab}	35	93	4	19
7 U10P7K7	4.9	7.0	4.1	5.7	22	22 ^{ab}	41	90	8	22

¹ VT : volume total ajusté par covariance pour une plantation de 2248 arbres par hectare.

Volume total d'une tige en dm³ = [3.1416 X (D/10)² X (2,6 + H) 10]/12.

² Accroissements en VT ajustés par covariance. Dans ce dispositif, l'accroissement en volume est égal au volume car les arbres avaient moins de 1,30 m de hauteur au début de l'étude. Les résultats identifiés par la même lettre ne présentent pas de différence significative entre eux.

³ Le taux de survie des plants est près de 100 % ; S94 = proportion d'arbres sains en 1994 ; P94 = dommages sur la pousse annuelle en 1994 ; P87 = dommages sur la pousse annuelle en 1987. Noter qu'une partie des arbres a été affectée par le gel en 1986.

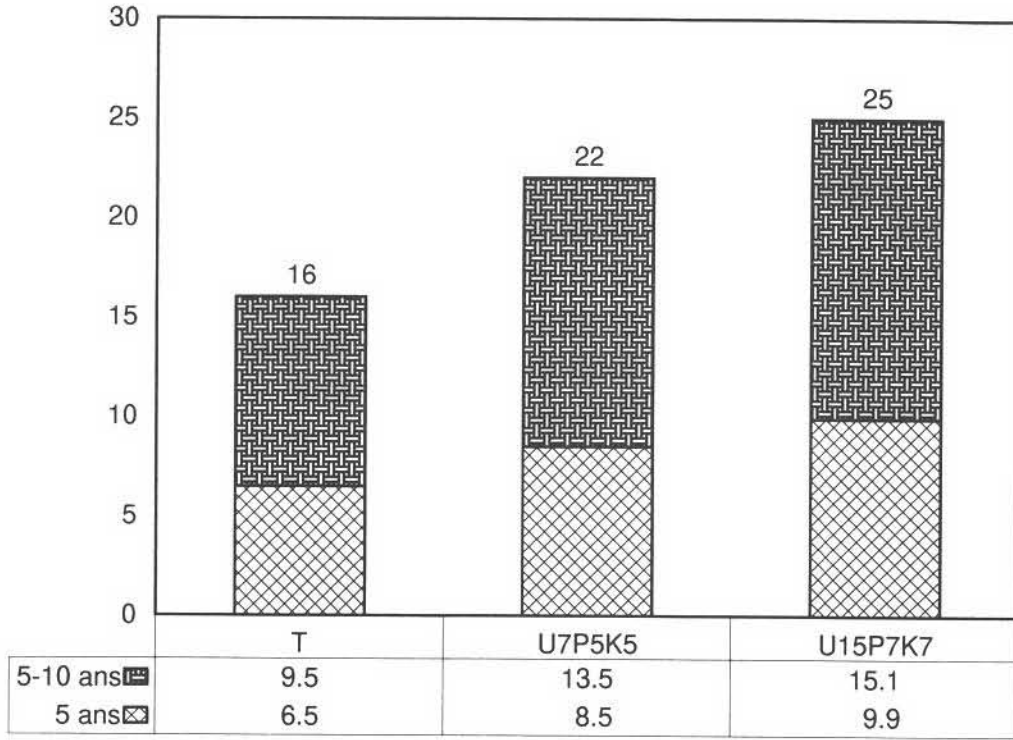


Figure 2. Accroissement en volume total (m³/ha), Plantation Lac Éleine.

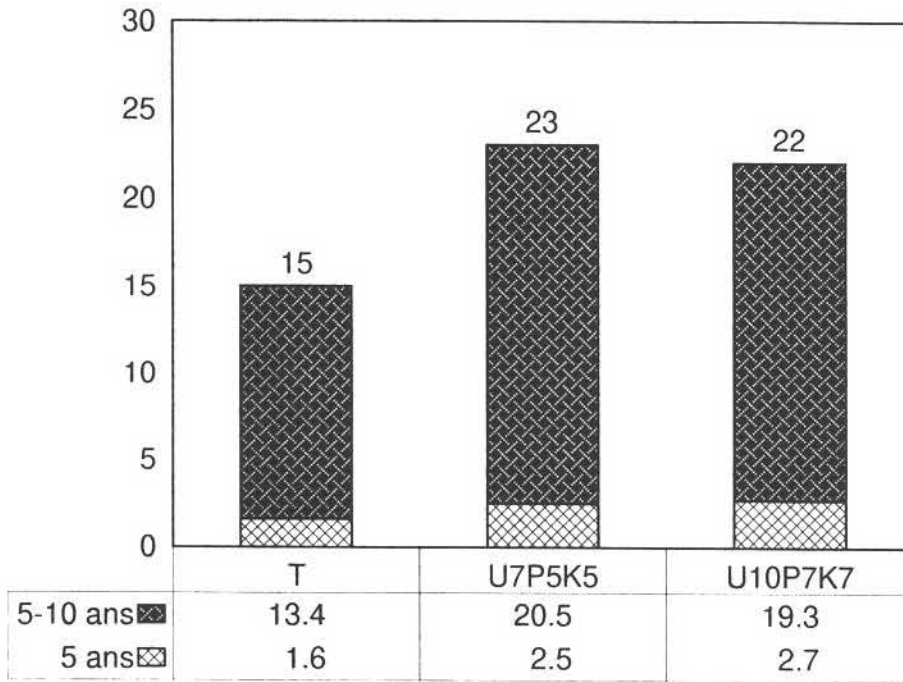


Figure 2. Accroissement en volume total (m³/ha), Plantation Belle Plage.

Les dommages étaient souvent plus importants dans les placettes fertilisées. Ces dommages peuvent causer des variations dans les résultats de croissance et atténuer les impacts de la fertilisation.

Plantation Belle-Plage

Les résultats concernant ce dispositif sont présentés au tableau 7 ; ils sont semblables à ceux de la plantation Lac Éleine. Tous les traitements de fertilisation qui ont été appliqués sur cette plantation ont eu des effets positifs et significatifs sur la croissance des arbres. Le meilleur traitement pour ce dispositif est U7P5K5. Les arbres fertilisés avec ce traitement présentent après dix ans un accroissement en volume total de 23 m³/ha, soit 8 m³/ha (53 %) de plus que celui des arbres témoins (figure 3). Les résultats pour les arbres qui ont reçu ce traitement sont significativement différents de ceux des arbres témoins mais ne présentent pas de différence significative par rapport aux autres traitements. L'utilisation de nitrate d'ammonium et de sulfate de potassium et de magnésium n'a pas eu d'impact différent de ceux de l'urée et du chlorure de potassium sur la croissance de cette plantation.

Dans l'ensemble, l'état de santé des arbres (en 1994) de cette plantation est bon puisqu'en moyenne, 91 % des arbres vivants sont sains (ne présentent pas de dommage apparent) et que le taux de mortalité est inférieur à 1 %. Toutefois, cette plantation a subi en 1986 un gel tardif affectant les pousses terminales de la plupart des arbres. Ainsi, en 1987, une proportion importante des arbres (23 % en moyenne) présentait 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 19 (traitements 5 et 6) à 30 % (traitements U5P5K5) respectivement.

Discussion et conclusion

Les résultats de cette étude montrent que la fertilisation est un moyen efficace pour stimuler la croissance des plantations de pin gris. Les meilleurs résultats de croissance ont été obtenus avec les traitements U10K7 (plantation Albanel), U15P7K7 (plantation Lac Éleine) et U7P5K5 (plantation Belle-Plage). Ils montrent aussi qu'au départ, la croissance des arbres de ces plantations était limitée par le faible niveau de fertilité des sols.

Les arbres fertilisés avec les meilleurs traitements (U10K7, U15P7K7 et U7P5K5) présentent après dix ans un volume total de 63 m³/ha (plantation Albanel), de 23 m³/ha (plantation Lac Éleine) et de 26 m³/ha (plantation Belle-Plage). Ces arbres présentent, en moyenne, un accroissement décennal en volume total supérieur à celui des arbres témoins de plus de 15, 9 et 8 m³/ha respectivement (plantations Albanel, Lac Éleine et Belle-Plage).

Ces résultats sont intéressants et dans le cas des plantations Lac Éleine et Belle-Plage, ils sont significativement différents de ceux des arbres témoins. Il reste que la fertilisation pourrait être plus économique et encore plus efficace si elle était appliquée sur des plantations aménagées et plus âgées.

Les résultats de cette étude montrent aussi que la pousse terminale d'une partie des arbres de ces plantations a été endommagée par le verglas, le gel, les oiseaux ou d'autres causes. Ces dommages expliquent en partie les variations observées dans les résultats de croissance.

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.

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.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 1976. *Possibilité des terres pour la forêt, cartes 32A et 32B*.
- KALRA, Y.P. et D.G. MAYNARD, 1992. *Méthodes d'analyses des sols forestiers et des tissus végétaux*. Forêts 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.
- PROULX, H., G. JACQUES, A.M. LAMOTHE et J. LITINSKY, 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 n° 86 (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., 1969. *Relationships between nutrient supply, growth and nutrient concentrations in the foliage of black spruce and jack pine*. P.P.R.I.C., Woodlands Report 19. 46 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.



Gouvernement du Québec
**Ministère des Ressources
naturelles**

RN97-3104

ISBN 2-550-32445-5

ISSN 0834-4833

Dépôt légal 1997

Bibliothèque nationale du Québec

Bibliothèque nationale du Canada

© 1997 Gouvernement du Québec