

Note de recherche forestière n° 88

Fertilisation de deux plantations d'épinette blanche du centre du Québec : résultats de dix ans

G. SHEEDY *

F.D.C. 237.4(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 U7P7K7 (plantation Bonsecours) et U10K10 (plantation Eastman). 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 34 (37 %) et 10 (8%) m³/ha respectivement (plantation Bonsecours et Eastman).

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

*

Summary

Results presented in this report show that fertilization is an effective treatment to stimulate white spruce plantation growth. The best results were obtained with the treatments U7P7K7 (Bonsecours plantation) and U10K10 (Eastman plantation). Ten years after fertilization, the trees fertilized with those treatments present a total volume increment of more than 34 (37 %) and 10 (8%) m³/ha (Bonsecours and Eastman plantation) superior to control.

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

Introduction

Ce rapport présente les résultats décennaux de croissance de deux plantations d'épinette blanche qui étaient âgées de 12 et 14 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 deux 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 près de la route 220, à cinq km au nord-est de Bonsecours (circonscription électorale de Shefford), dans le rang VIII du canton de Stukely. L'autre plantation est située à 2 km au sud-est d'Eastman (circonscription électorale de Brome-Missisquoi), dans le rang IX sud du canton de Bolton. Elles font partie des régions écologiques 2d (domaine de l'érablière à tilleul et érablière à bouleau jaune) et 3e (domaine de l'érablière à bouleau jaune) de THIBAUT (1985).

* 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 | Bonsecours | Eastman |
| Canton | Shefford | Brome |
| Rang | Stukely | Bolton |
| Lots | VIII | X sud |
| Latitude nord | 45° 24' 50" | 45° 17' 45" |
| Longitude ouest | 72° 15' 00" | 72° 19' 30" |
| Âge (lors de l'établissement) | 12 ans | 14 ans |
| Hauteur (initiale) | 2,6 m | 4,3 m |
| Diamètre (initial à 1,35 m) | 2,6 cm | 6,7cm |
| Qualité de station ¹ | 5 m à 25 ans | 8 m à 25 ans |
| Type de sol ² | Podzol humo-ferrique | Podzol humo-ferrique |
| Texture | loam | loam |
| Dépôt | till-sableux | till sableux |
| Drainage | Bon | Bon |
| Température (annuelle moyenne) ³ | 5 °C | 5 °C |
| Nombre de jours sans gel | 100 | 120 |
| Précipitations | 120 cm | 100 cm |
| Altitude | 350 m | 220 m |

¹ Tiré de BOLGHARI et BERTRAND (1984).

² Tiré de CANN, LAJOIE et STOBBE (1948).

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 |
| Bonsecours | 1 T | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 U10 | 100 | 0 | 0 | 2,22 | 0 | 0 |
| | 2 U7 | 75 | 0 | 0 | 1,66 | 0 | 0 |
| | 4 P7 | 0 | 75 | 0 | 0 | 3,81 | 0 |
| | 5 K7 | 0 | 75 | 75 | 0 | 0 | 1,5 |
| | 6 U10K7 | 100 | 0 | 75 | 2,22 | 0 | 1,5 |
| | 7 U10P7 | 100 | 75 | 0 | 2,22 | 3,81 | 0 |
| | 8 U10P7K7 | 100 | 75 | 75 | 2,22 | 3,81 | 1,5 |
| | 9 U7P7K7 | 75 | 75 | 75 | 1,66 | 3,81 | 1,5 |
| | 10 U20P7K7 | 200 | 75 | 75 | 4,44 | 3,81 | 1,5 |
| Eastman | 11 T | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 12 U10 | 100 | 0 | 0 | 4,44 | 0 | 0 |
| | 13 U20 | 200 | 0 | 0 | 8,88 | 0 | 0 |
| | 14 U10P10 | 100 | 100 | 0 | 4,44 | 10,2 | 0 |
| | 15 U10K10 | 100 | 0 | 100 | 4,44 | 0 | 4,00 |
| | 16 U10P10K10 | 100 | 100 | 100 | 4,44 | 10,2 | 4,00 |

¹ Urée = 45 % N ; tsp (triple superphosphate) = 45 % P₂O₅ ; KCl (chlorure de potassium) = 60 % K₂O.

Dispositifs expérimentaux et traitements de fertilisation

Le dispositif expérimental établi à Bonsecours comprend 30 placettes, soit trois répétitions (blocs) de dix placettes mesurant chacune 100 m² (10 m sur 10). Celui d'Eastman est constitué de quatre répétitions de six placettes (24 placettes) qui mesurent 200 m² (20 m sur 10). Ce sont des dispositifs à blocs aléatoires complets à un facteur (fertilisation) avec présence de sous-échantillonnage. Les traitements de fertilisation sont présentés au tableau 2. Les engrais ont été appliqués manuellement, sur l'ensemble de la placette, en juin 1983 et 1984, à l'aide d'un épandeur portatif de marque *Cyclone*.

Mesurage, échantillonnage et analyse des données statistiques

Le sol de ces plantations a été échantillonné lors de l'établissement des dispositifs en 1982 et 1983 (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 neuf arbres numérotés par placette (les arbres du centre) dans la plantation Bonsecours et sur sept arbres dans celle d'Eastman. 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 d'autres animaux, etc.

Par la suite, les mesures sont compilées pour déterminer la hauteur et le diamètre moyen des arbres. Pour ce qui est du volume total et de l'accroissement en volume total moyens, ceux-ci sont obtenus à la suite d'analyses de la covariance. Il s'agit donc de moyennes ajustées pour la covariable qui est, dans ce cas, le volume total initial. Ces analyses ont été réalisées selon le plan d'expérience en s'assurant que les hypothèses sous-jacentes à ce type d'analyse étaient respectées. Le seuil de signification considéré pour les tests est de 5 %.

Résultats et discussion

Analyses des sols

Les résultats des analyses du sol pour l'horizon Ap (3-20 cm) sont présentés au tableau 3, par plantation. Ces résultats montrent que les teneurs en N des sols de ces deux plantations sont suffisantes. Toutefois, les teneurs en P, K, Mg et Ca (plantation Eastman) sont plus faibles que celles proposées comme standards. Le tableau 3 montre aussi que les concentrations en éléments du sol de la plantation Eastman sont légèrement meilleures que celles de la plantation Bonsecours. Ces plantations sont établies sur des sols qui font partie de la classe texturale des loams. La teneur en matière organique de ces sols est légèrement plus faible que celle proposée comme standard.

Ces résultats montrent que les concentrations en P, K et Mg de ces sols sont faibles et peuvent affecter la croissance de l'épinette blanche.

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 P et K des aiguilles de la plantation Bonsecours sont plus faibles que celles de la moyenne

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

| Plantation | pH ² | M.O. (t/ha) | N | P échangeable (Bray 2) | P total | K échangeable | Mg échangeable | Ca échangeable |
|------------------------|-----------------|----------------|------|------------------------------|------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Bonsecours | 4,7 | 117 | 4650 | 132 | 1834 | 83 | 160 | 1160 |
| Eastman | 4,5 | 122 | 6150 | 270 | 1773 | 130 | 209 | 779 |
| Standards ³ | 4,8-6,0 | 120-180 | 3600 | 300 | — | 240 | 225 | 900 |

¹ Moyenne pour trois (plantation Bonsecours) et quatre (plantation Eastman) échantillons composites de l'horizon Ap. L'analyse granulométrique révèle que ces sols font partie de la classe texturale des loams.

² pH CaCl₂

³ Standards proposés par WILDE 1966, MORRISON 1974.

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

| Plantation | Traitement | N | | | | P | | | | K | | | | Mg | | | | Ca | | | |
|------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1982 | 1983 | 1985 | 1987 | 1982 | 1983 | 1985 | 1987 | 1982 | 1983 | 1985 | 1987 | 1982 | 1983 | 1985 | 1987 | 1982 | 1983 | 1985 | 1987 |
| Bonsecours | 1 T | 15,0 | 11,5 | 12,1 | 11,7 | 1,4 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 3,6 | 3,5 | 3,4 | 3,3 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 5,1 | 5,1 | 5,0 | 4,4 |
| | 3 U10 | 15,8 | 14,4 | 11,7 | 12,0 | 1,4 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 4,2 | 3,1 | 3,0 | 3,4 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 5,3 | 3,7 | 5,0 | 3,7 |
| | 2 U7 | 16,4 | 12,4 | 11,5 | 12,2 | 1,4 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 5,0 | 4,6 | 4,5 | 5,2 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 6,4 | 4,4 | 6,0 | 4,8 |
| | 4 P7 | 15,4 | 12,5 | 12,4 | 12,4 | 1,3 | 2,1 | 1,9 | 1,4 | 4,6 | 3,6 | 4,0 | 4,3 | 0,7 | 1,1 | 0,9 | 0,9 | 5,8 | 5,8 | 5,6 | 5,7 |
| | 5 K7 | 14,9 | 11,7 | 12,5 | 12,4 | 1,4 | 1,0 | 1,1 | 0,9 | 3,5 | 5,9 | 4,3 | 4,1 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 4,6 | 4,8 | 4,6 | 4,0 |
| | 6 U10K7 | 16,1 | 14,3 | 12,0 | 13,1 | 1,4 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 4,8 | 5,7 | 5,3 | 5,2 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 6,0 | 4,7 | 5,4 | 5,1 |
| | 7 U10P7 | 14,1 | 12,2 | 11,4 | 11,1 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 1,4 | 3,4 | 3,3 | 3,5 | 4,1 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 5,6 | 4,9 | 4,9 | 5,1 |
| | 8 U10P7K7 | 15,5 | 13,2 | 13,1 | 12,5 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 1,7 | 4,3 | 5,1 | 5,0 | 5,5 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 6,7 | 6,0 | 5,4 | 4,6 |
| | 9 U7P7K7 | 15,4 | 13,1 | 12,1 | 13,7 | 1,5 | 1,6 | 2,0 | 1,5 | 4,7 | 5,7 | 5,0 | 5,2 | 0,8 | 9,2 | 1,0 | 0,9 | 6,5 | 6,8 | 5,3 | 5,7 |
| | 10 U20P7K7 | 14,7 | 14,8 | 11,4 | 12,1 | 1,3 | 1,3 | 1,6 | 1,5 | 4,6 | 4,7 | 4,5 | 5,6 | 0,7 | 7,7 | 0,8 | 0,8 | 6,4 | 5,9 | 5,1 | 5,3 |
| Eastman | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11 T | 11,5 | 12,2 | 11,2 | 12,4 | 1,5 | 1,5 | 1,1 | 1,4 | 6,6 | 6,1 | 6,2 | 4,7 | 1,0 | 0,9 | 1,5 | 0,8 | 3,8 | 3,2 | 5,8 | 3,6 |
| | 12 U10 | 11,1 | 12,8 | 11,5 | 12,7 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 6,1 | 6,4 | 6,0 | 3,9 | 1,1 | 0,9 | 1,6 | 0,9 | 4,5 | 3,6 | 6,3 | 3,9 |
| | 13 U20 | 11,2 | 16,4 | 11,2 | 12,0 | 1,5 | 1,5 | 1,1 | 1,4 | 6,5 | 6,4 | 5,8 | 3,9 | 1,1 | 0,9 | 1,8 | 0,9 | 4,4 | 3,1 | 6,5 | 3,9 |
| | 14 U10P10 | 12,1 | 13,7 | 11,5 | 12,0 | 1,6 | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 6,5 | 6,5 | 6,4 | 4,0 | 1,1 | 0,9 | 1,9 | 0,8 | 4,8 | 4,2 | 7,3 | 3,5 |
| | 15 U10K10 | 11,0 | 14,9 | 11,0 | 12,8 | 1,4 | 2,0 | 1,8 | 1,5 | 6,2 | 6,7 | 5,7 | 4,2 | 0,9 | 0,9 | 1,6 | 1,0 | 4,0 | 4,0 | 6,1 | 4,6 |
| | 16 U10P10K10 | 11,2 | 14,9 | 10,7 | 12,5 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 6,7 | 7,6 | 6,4 | 4,3 | 1,0 | 0,9 | 1,3 | 1,0 | 4,8 | 4,5 | 6,1 | 5,0 |
| | Standard ² | 15,0 | | | | 1,8 | | | | 4,5 | | | | 1,0 | | | | 1,5 | | | |
| | Moyenne ³ | 11,9 | | | | 1,7 | | | | 5,3 | | | | 0,8 | | | | 4,4 | | | |

¹ Concentration moyenne en éléments (g/kg) pour neuf et 12 échantillons composites par traitement (plantations Bonsecours et Eastman).

² Standards proposés pour cette essence (SWAN 1971, MORRISON 1974).

³ Moyennes observées pour l'ensemble des plantations d'épinette blanche du Québec de la classe d'âge 10 et 15 ans (tiré de SHEEDY et THOMASSIN 1994).

observée pour l'ensemble des plantations d'épinette blanche (classes d'âge de 10 et de 15 ans) (SHEEDY et THOMASSIN 1994). Dans le cas de la plantation Eastman, on constate que les concentrations en N de 1983 et 1986, en P, en K de 1988 et en Ca de 1984 et 1988 sont plus faibles que la moyenne observée. Par ailleurs, comparées aux standards proposés par SWAN (1971), on note que les teneurs en N, en P, en K (résultats de 1982 et de 1985, plantation Bonsecours et résultats de 1988, plantation Eastman) et en Mg (plantation Bonsecours) des aiguilles sont souvent plus faibles que celles qui sont recommandées.

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 (1983 et 1984). Les effets des engrais concernant les teneurs en P et en K de la plantation Bonsecours semblent plus durables que ceux qui concernent l'azote. Ainsi, après cinq saisons de croissance, les aiguilles prélevées sur les arbres fertilisés en P et en K dans cette plantation présentent encore des concentrations en P et 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 (U20) et les traitements complets (U20P7K7, U10P10K10).

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 P, en K et en Mg de ces sols étaient faibles.

Mesures dendrométriques

Les résultats sont présentés aux tableaux 5 et 6 et aux figures 1 et 2. Ils montrent qu'il existe des variations importantes entre les résultats par traitement. En moyenne, les arbres de la plantation Bonsecours présentent des accroissements décennaux de l'ordre de 5,1 m en hauteur, de 10,9 cm en diamètre et de 107 m³/ha en volume total. Dans le cas de la plantation Eastman, les accroissements décennaux sont respectivement de 4,9 m (hauteur), de 9,5 cm (diamètre) et de 131 m³/ha (volume total).

La fertilisation a stimulé la croissance des arbres (hauteur, diamètre et volume total) de ces deux plantations. Ainsi, les épinettes de la plantation Bonsecours fertilisées avec les meilleurs traitements présentent en moyenne, après dix ans, des accroissements en volume total supérieurs à ceux des arbres témoins de plus de 32 m³/ha (35 %). Ces augmentations sont respectivement de 37 % pour le traitement U7P7K7 et de 34 % pour les traitements U10P7K7, P7 et U7. Dans le cas de la plantation Eastman, les arbres fertilisés avec les meilleurs traitements présentent après dix ans des accroissements en volume total supérieurs à ceux des arbres témoins de l'ordre de 10 m³/ha (8 %). Le meilleur traitement de fertilisation dans cette plantation est le U10K10.

Aucun des résultats de croissance obtenus pour ces dispositifs ne présente de différence significative par rapport à ceux du témoin.

Ces résultats se comparent bien aux résultats de fertilisation obtenus 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.

Tableau 5. Résultats des mesures dendrométriques : plantation Bonsecours

| Traitement n° | Hauteur 1992 (m) | Diamètre 1992 (cm) | Accroissement | | VT ¹ 1992 (m ³ /ha) | Accroissement en VT ² | | État de santé (%) | | | |
|------------------|------------------------|--------------------------|----------------|------------------|---|-------------------------------------|------|----------------------|-----|------|-----|
| | | | hauteur (m) | diamètre (cm) | | (m ³ /ha) | (%) | S92 | P92 | I 92 | P87 |
| 1 T | 7,3 | 12,9 | 4,7 | 10,1 | 95 | 92 | — | 70 | 26 | 4 | 30 |
| 2 U7 | 7,6 | 13,7 | 5,1 | 11,3 | 124 | 124 | 35 | 70 | 30 | 4 | 30 |
| 3 U10 | 6,9 | 11,9 | 4,3 | 9,3 | 80 | 78 | - 15 | 52 | 44 | 4 | 34 |
| 4 P7 | 7,6 | 13,8 | 5,1 | 11,4 | 128 | 124 | 35 | 33 | 63 | — | 26 |
| 5 K7 | 7,4 | 12,7 | 4,7 | 9,8 | 85 | 83 | - 10 | 67 | 33 | — | 19 |
| 6 U10K7 | 7,6 | 13,1 | 5,1 | 10,7 | 111,5 | 109 | 18 | 70 | 30 | — | 37 |
| 7 U10P7 | 7,5 | 13,8 | 4,9 | 10,8 | 99 | 97 | 5 | 59 | 33 | 7 | 33 |
| 8 U10P7K7 | 8,1 | 15,2 | 5,5 | 12,1 | 127 | 124 | 35 | 63 | 37 | — | 48 |
| 9 U7P7K7 | 8,5 | 15,1 | 5,7 | 12,1 | 129 | 126 | 37 | 85 | 15 | — | 30 |
| 10 U20P7K7 | 8,5 | 15,1 | 5,7 | 11,7 | 115 | 113 | 23 | 67 | 33 | — | 15 |

¹ VT : volume total ajusté par covariance pour une plantation de 2250 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.

³ Le taux de survie des plants est près de 100 % ; S92 = proportion d'arbres sains en 1992 ; P92 = dommages sur la pousse annuelle en 1992 ; I92 = dommages sur le feuillage ou sur le tronc causés par des insectes ; P87 = dommages sur la pousse annuelle en 1987.

Tableau 6. Résultats des mesures dendrométriques : plantation Eastman

| Traitement n° | Hauteur 1993 (m) | Diamètre 1993 (cm) | Accroissement | | VT ¹ 1992 (m ³ /ha) | Accroissement en VT ² | | État de santé ³ (%) | | | |
|------------------|------------------------|--------------------------|----------------|------------------|---|-------------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|------|-----|
| | | | hauteur (m) | diamètre (cm) | | (m ³ /ha) | (%) | S93 | P93 | I 93 | P86 |
| 11 T | 9,2 | 15,5 | 5,0 | 9,2 | 147 | 132 | — | 90 | 11 | — | 43 |
| 12 U10 | 8,7 | 15,5 | 4,7 | 9,1 | 140 | 125 | - 5 | 64 | 29 | 7 | 32 |
| 13 U20 | 9,2 | 16,9 | 4,7 | 9,7 | 140 | 125 | - 5 | 50 | 39 | 11 | 43 |
| 14 U10P10 | 9,7 | 17,5 | 5,1 | 10,3 | 151 | 135 | 2 | 79 | 18 | 3 | 43 |
| 15 U10K10 | 9,0 | 15,7 | 4,9 | 9,6 | 158 | 142 | 8 | 79 | 14 | 4 | 50 |
| 16 U10P10K10 | 9,3 | 16,1 | 5,1 | 9,3 | 142 | 128 | - 3 | 86 | 11 | 3 | 25 |

¹ VT : volume total ajusté par covariance pour une plantation de 1800 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.

³ Le taux de survie des plants est près de 100 % ; S93 = proportion d'arbres sains en 1993 ; P93 = dommages sur la pousse annuelle en 1993, I 93 = dommages sur le feuillage ou sur le tronc causés par des insectes, P86 = dommages sur la pousse annuelle en 1986 ; noter qu'une partie des arbres a été affectée par le gel en 1986.

(SHEEDY 1997). Les résultats de la plantation Eastman sont toutefois inférieurs à ceux obtenus en Suède dans le cas de 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 Bonsecours

Le tableau 5 montre qu'il existe des variations entre les accroissements en VT des arbres selon les traitements. On observe même des résultats légèrement négatifs pour deux traitements (3 et 5) alors que les sept autres ont causé des augmentations de croissance sur les arbres. Le tableau 5 montre également que ce sont les traitements 9, 8, 4 et 2 qui ont eu le plus d'impacts sur la croissance des arbres de cette plantation. Ainsi, les arbres fertilisés avec le traitement 9 (U7P7K7), le meilleur, présentent en moyenne un accroissement en VT de 126 m³/ha, soit 34 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 des arbres témoins.

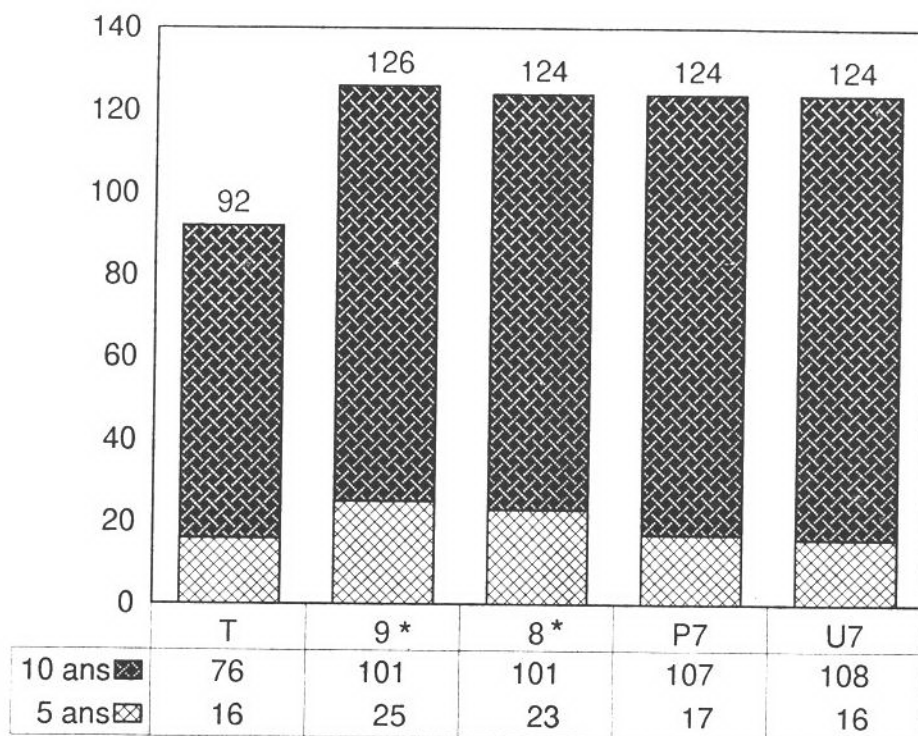
On constate aussi à l'examen de ces résultats qu'une partie importante des arbres de cette plantation a été affectée par des dommages sur la pousse annuelle (tête cassée, *leader*, tête morte, plusieurs têtes, etc.). Ces dommages peuvent être causés par les insectes, d'autres animaux, la neige ou le verglas. En moyenne, ces dommages concernent plus de 34 % des arbres mais pour le traitement P7 (4), c'est plus de 63 % des arbres qui présentent de ces dommages. En 1987, à la suite d'un gel tardif, plus de 30 % des arbres présentaient des dommages sur la pousse annuelle, qui affectent la croissance des arbres et atténuent les effets des engrais. Ils peuvent expliquer, en partie, les fortes variations observées dans les moyennes des résultats de croissance par traitement, d'autant plus que ce sont les arbres fertilisés qui présentent souvent les dommages les plus importants.

Plantation Eastman

Les résultats pour cette plantation sont semblables à ceux de Bonsecours sauf qu'en moyenne, les accroissements décennaux en hauteur et en diamètre sont plus faibles. Cependant, l'accroissement moyen en volume total des arbres de la plantation Eastman est de l'ordre de 131 m³/ha, à comparer à 107 m³/ha pour la plantation Bonsecours. On note, ici aussi, l'existence de fortes variations dans les résultats de croissance selon les traitements. Le tableau 6 montre, en effet, que trois des cinq traitements de fertilisation appliqués sur cette plantation ont eu des effets négatifs sur l'accroissement en VT des arbres. C'est le traitement U10K10 qui a causé les plus fortes augmentations de croissance. Les arbres fertilisés avec ce traitement présentent un accroissement décennal en VT de 142 m³/ha, soit 10 m³/ha (8 %) de plus que celui des arbres témoins (figure 2). Comme pour la plantation Bonsecours, il n'y a pas de différence significative entre les traitements.

L'ajout d'azote (seul) n'a pas eu d'effet positif sur la croissance des arbres de cette plantation. Par contre, l'ajout d'azote avec le potassium ou avec le phosphore a eu des effets positifs sur la croissance des épinettes. Toutefois, les arbres fertilisés avec le traitement complet U10P10K10 présentent des résultats de croissances semblables à ceux des arbres témoins.

Dans l'ensemble, l'état de santé des arbres (en 1993) de cette plantation est bon puisqu'en moyenne 75 % des arbres vivants sont sains (ne présentent pas de dommage apparent) et que le taux de mortalité est inférieur à 1 %. Toutefois, une proportion importante d'arbres (20 % 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 11 à 39 % (traitement témoin et U20 respectivement). En 1986, une partie des arbres a été



* 8 = U10P7K7; 9 = U7P7K7

Figure 1. Accroissement en volume total (m³/ha) : plantation Bonsecours.

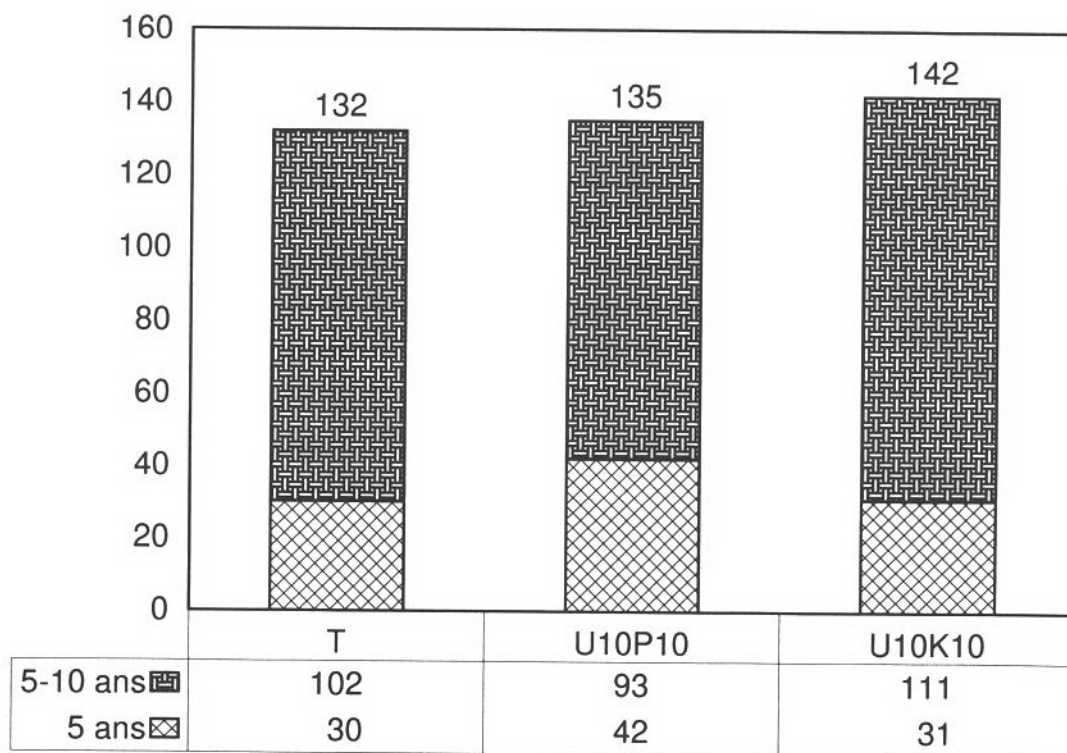


Figure 2. Accroissement en volume total (m³/ha) : plantation Eastman.

affectée par le gel de sorte que plus de 39 % 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. Ils expliquent, en partie, la présence de résultats négatifs pour certains traitements.

Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que la fertilisation est un moyen efficace pour stimuler la croissance des plantations d'épinette blanche. Les meilleurs résultats de croissance ont été obtenus avec les traitements U7P7K7 (plantation Bonsecours) et U10K10 (plantation Eastman). Ils montrent aussi qu'au départ, la croissance des arbres de ces plantations était bonne.

Les arbres fertilisés avec le meilleur traitement (U7P7K7) présentent après dix ans un volume total de 129 m³/ha (plantation Bonsecours) et de 142 m³/ha (plantation Eastman). Ces arbres présentent, en moyenne, un accroissement décennal en volume total supérieur à celui des arbres témoins de plus de 34 et 10 m³/ha respectivement (plantation Bonsecours et Eastman).

Ces résultats sont intéressants, même s'il n'y a pas de différence significative entre les mesures de croissance des arbres fertilisés avec les meilleurs traitements et celles des arbres témoins. Les résultats de cette étude nous laissent croire que la fertilisation pourrait être plus économique et encore plus efficace si les engrais étaient appliqués sur des plantations mieux aménagées (éclaircies, élaguées, dégagées de la concurrence herbacée et arbustive) et plus âgées.

À la lecture de ce rapport, on constate 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 moyennes des résultats de croissance obtenus pour ces traitements.

Remerciements

L'auteur tient à souligner la précieuse collaboration de M. Conrad Thomassin, tech.f., responsable des travaux de terrain (établissement, fertilisation, mesurage et échantillonnage). Il remercie aussi la Section de 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 numéro 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.
- CANN, D.B., P. LAJOIE et P.C. STOBBE, 1948. *Étude des sols des comtés de Shefford, Brome et Missisquoi*. Ottawa, min. de l'Agriculture, Service des fermes expérimentales. 94 p. + cartes.
- 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, Suède]. 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. LITINSKI, 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 de plantations de pin, d'épinette et de mélèze : résultats de dix ans*. Québec, M.R.N., Dir. de la rech. for. Note de recherche forestière n° 86. 20 p.
- 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.



Gouvernement du Québec
**Ministère des Ressources
naturelles**

RN97-3108

ISBN 2-550-32472-2

ISSN 0834-4833

Dépôt légal 1997

Bibliothèque nationale du Québec

Bibliothèque nationale du Canada

© 1997 Gouvernement du Québec