

## Note de recherche forestière n° 86

### La fertilisation de plantations de pin, d'épinette et de mélèze : résultats de dix ans

GILLES SHEEDY \*

F.D.C. 237(047.3)(714)  
L.C. SD 408.C7

#### Résumé

Les résultats de fertilisation présentés dans ce rapport concernent 63 plantations de pin, d'épinette et de mélèze. Ces résultats sont présentés en tenant compte de la classe d'âge, du groupe textural et de la région écologique. Ils montrent que la fertilisation est un traitement efficace pour stimuler la croissance des arbres. Après dix ans, les arbres fertilisés avec les meilleurs traitements présentent des gains d'accroissement en volume total de l'ordre de 24 % supérieurs à ceux des arbres témoins. Les meilleurs traitements sont souvent obtenus avec l'application de 75 à 100 kg/ha d'azote avec ou sans 50 à 75 kg/ha de phosphore et de potassium.

Mots-clés : fertilisation, plantation résineuse, accroissement, pin, épinette, mélèze.

#### Summary

*This report presents fertilization results for 63 plantations of pine, spruce and tamarack. These results are presented by age class, textural group and ecological region. They show that fertilization is an effective treatment to stimulate growth of trees. Ten years after fertilization, trees fertilized with the best treatments present a total volume increment superior to control by about 24 %. The best results are often obtained with the application of 75 to 100 kg/ha of nitrogen with or without 50 to 75 kg/ha of phosphorus and potassium.*

Key words : fertilization, coniferous plantation, increment, pine, spruce, larch.

#### Introduction

La fertilisation des plantations est un traitement sylvicole largement utilisé aux États-Unis et en Europe (PRITCHETT et SMITH 1968, BAULE et FRICKER 1969, KRAUSE 1973, CHAMPS *et al.* 1978). Ainsi, selon MALM (1992), plus de 2,5 millions d'hectares de forêts suédoises ont été fertilisés en vingt ans. Pour leur part, PRITCHETT et GOODING (1974) mentionnent qu'avant 1974, plus de 121 400 ha de forêts de pin (*Pinus elliotii* et *Pinus taeda* L.) ont été fertilisés dans la plaine côtière du sud-est des États-Unis. Ce traitement est reconnu comme un moyen efficace pour stimuler la croissance des arbres. Par exemple, MALM (1992) mentionne qu'en moyenne, la fertilisation permet des gains de production de l'ordre de 15 à 20 m<sup>3</sup>/ha sur une période de huit ans.

Le Service de l'amélioration des arbres du ministère des Ressources naturelles a entrepris, dès 1975, un programme de fertilisation des plantations. Cette étude a pour but de déterminer les doses optimales d'éléments à appliquer sur diverses plantations d'un âge, d'une essence et d'une classe de fertilité donnés afin de stimuler la croissance et la production des arbres.

Entre 1976 et 1991, 96 dispositifs expérimentaux de fertilisation ont été établis dans des plantations représentatives des régions du Québec (figure 1). Une partie des résultats de dix ans a déjà fait l'objet de publications (SHEEDY 1986, 1993, 1995). Ce rapport présente les résultats décennaux de croissance, pour 63 dispositifs de fertilisation, établis dans le cadre de ce projet.

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

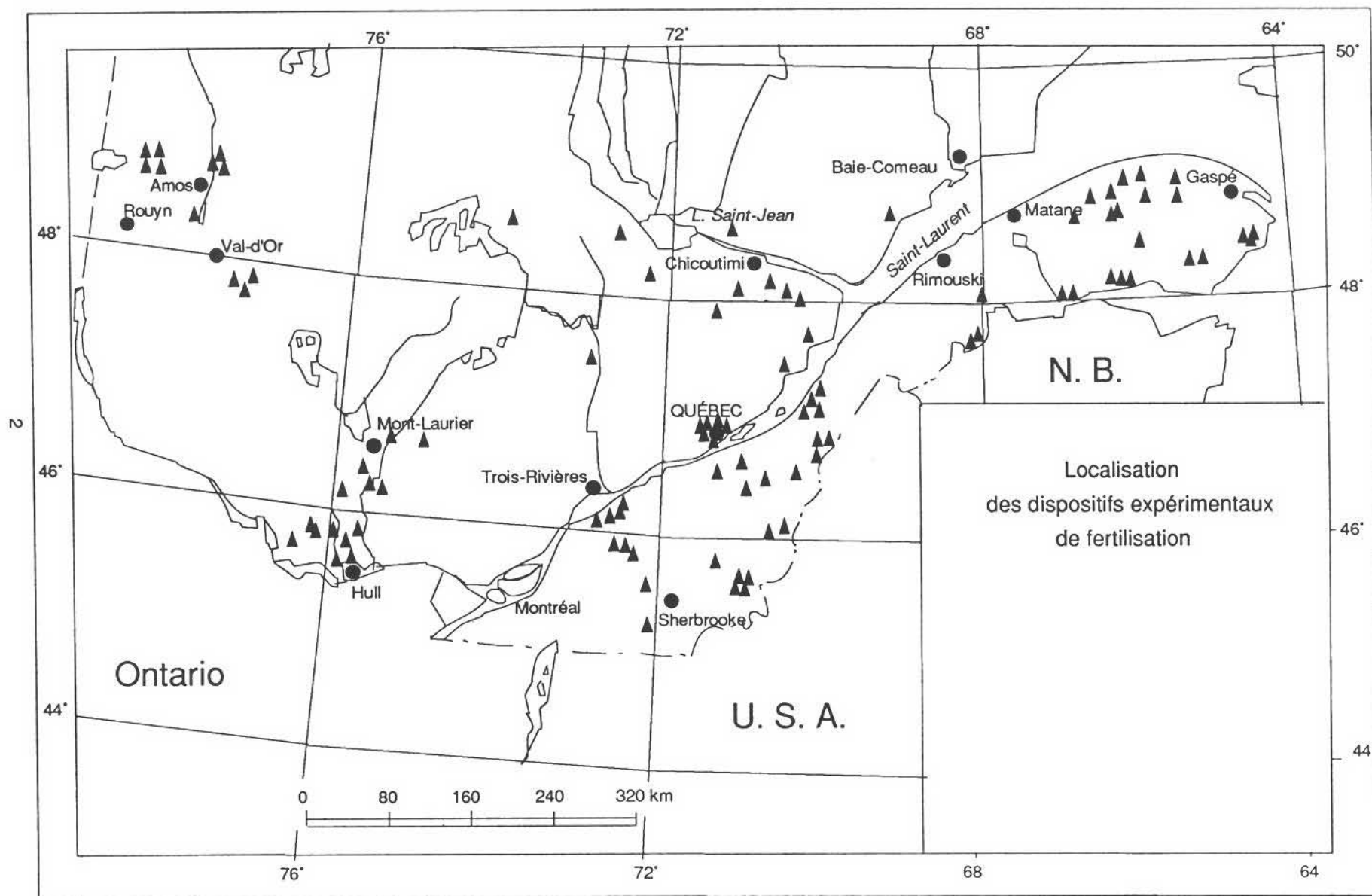


Figure 1. Localisation des dispositifs expérimentaux de fertilisation.

## Méthode de travail

La méthode de travail qui a été utilisée pour cette étude a été décrite dans divers rapports antérieurs portant sur ce projet (SHEEDY 1993). Rappelons que chacun des dispositifs expérimentaux comprend au moins trois répétitions de chacun des traitements appliqués et que le nombre de ces derniers varie selon le nombre de placettes qu'il est possible d'établir dans chacune des plantations. Ce sont des dispositifs à blocs complets dans lesquels le choix des traitements se fait au hasard. La superficie des placettes d'étude est d'au moins 100 m<sup>2</sup> (10 m sur 10) et seuls les arbres du centre des placettes (6 à 15 arbres selon la grandeur des placettes) sont mesurés et numérotés.

### Traitements

Les fertilisants qui ont été appliqués dans ces dispositifs sont des engrais minéraux standards comprenant principalement de l'azote avec ou sans phosphore et potassium. Dans la plupart des cas, l'établissement des dispositifs a été réalisé durant l'été et la fertilisation a été effectuée au printemps suivant. Les quantités appliquées varient entre 50 et 250 kg/ha d'élément selon les dispositifs. Les types d'engrais les plus souvent utilisés sont l'urée (45 % N), le triple superphosphate (45 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), le chlorure de potassium (60 % K<sub>2</sub>O) et le sulfate de potassium et de magnésium (22 % K<sub>2</sub>O, 11 % Mg). D'autres types d'engrais ont aussi été utilisés (voir en annexe la liste des traitements appliqués). Généralement, les engrais sont appliqués manuellement sur toute la placette à l'aide d'un épandeur de modèle *Cyclone*. Dans les plantations les plus jeunes, les engrais sont appliqués par pied d'arbre.

### Mesurages, échantillonnages et observations

Lors de l'établissement des dispositifs, le sol de chacun des horizons du profil est échantillonné (au moins un prélèvement par bloc). Le mesurage des arbres, l'échantillonnage des tissus foliaires et les observations sur l'état de santé des arbres sont réalisés une saison de croissance avant la fertilisation, puis un, trois, cinq et dix ans après. Les mesures portent sur la hauteur totale et le diamètre à 1,35 m de hauteur (DHP). Pour les plantations les plus jeunes, les arbres étaient souvent trop petits pour qu'on puisse mesurer leur DHP initial. Les résultats concernant le DHP de ces plantations peuvent donc porter sur une période plus courte que dix ans. Par la suite, ces mesures sont compilées par traitement pour déterminer la hauteur moyenne, le diamètre moyen, le volume total (VT) moyen et les accroissements décennaux en VT correspondants. Dans la plupart des cas et vu le jeune âge des arbres, on a déterminé le volume total des arbres à l'aide de la formule du tronc de cône  $[VT (dm^3) = 0,833\pi (D/10)^2 \times (2,6 + H)]$  et en considérant un nombre théorique d'arbres par hectare basé sur les tables de BOLGHARI et BERTRAND (1984). Les résultats obtenus peuvent donc être sous évalués ou sur évalués mais l'erreur est la même peu importe le traitement. Les mesures portent, en moyenne, sur plus de 250 tiges par dispositif.

Les résultats des analyses de tissus concernent un échantillon composite par placette (3 à 6 arbres) prélevé dans le tiers supérieur des arbres, sur les pousses de l'année. Ces résultats ont fait l'objet d'un rapport (SHEEDY et THOMASSIN) en 1994.

Lors des mesurages, on prend note des dommages causés aux tiges et au feuillage par les insectes, d'autres animaux, les maladies, le gel, le verglas, etc. On note aussi la présence de cônes et les défauts de la tige.

### Analyses statistiques

Le plan d'expérience considéré est un plan à blocs aléatoires complets (tous les traitements sont présents dans chacun des blocs) et équilibrés (il y a le même nombre de traitements dans chacun des blocs).

Les analyses statistiques ont été effectuées au moyen de la procédure GLM du logiciel SAS, version 6.11. Ce sont des analyses de covariance effectuées sur le volume total et l'accroissement en volume total, avec le volume total initial comme covariable. Dans le cas où il y avait des réactions significatives, ces analyses ont été complétées par le test de comparaisons multiples LSD protégé de Fisher. Les hypothèses sous-jacentes à l'analyse de la covariance ont été vérifiées par une validation graphique des résidus et sont respectées. Le seuil de signification considéré est  $\alpha = 0,05$ .

## Résultats

### Résultats globaux

Les résultats de cette étude concernent 26 plantations de pin, 36 plantations d'épinette et une plantation de mélèze laricin. Le tableau 1 présente la liste des plantations par essence et indique la région administrative, la région écologique de THIBAUT (1985), la classe d'âge et l'âge au moment de l'établissement du dispositif, la tenure (terrain agricole privé, terre publique ou appartenant à une compagnie forestière), l'origine de la plantation (terre en friche, bûcher ou brûlé) ainsi que le groupe textural du sol (sols argileux, loameux ou sablonneux).

Ce tableau et les figures 2 et 3 montrent que dans la majorité des cas ces dispositifs concernent de jeunes plantations d'épinette blanche et de pin gris faisant partie principalement des régions administratives 11 (Caplan), 3 (Québec) et 7 (Hull) et des régions écologiques 2, 3, 5 et 8. La figure 2 montre que 66 % des dispositifs ont été établis dans des plantations d'épinette blanche et de pin gris alors que la figure 3 fait ressortir que la majorité des plantations (68 %) font partie des classes d'âges de 15 et 20 ans au moment de l'observation des effets des traitements après dix ans. La figure 4 montre que la grande majorité des plantations étudiées est établie sur des sols loameux ou limoneux (71%) alors que les autres sont établies sur des sols sablonneux (21%) ou argileux (8%). Plus de la moitié (53%) des dispositifs sont établis sur d'anciennes terres agricoles privées (tableau 1).

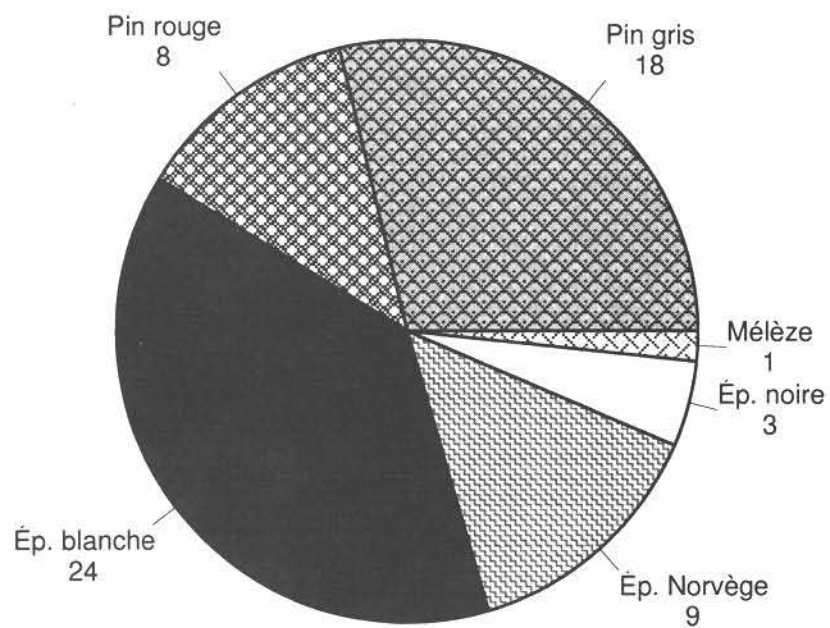


Figure 2. Nombre de dispositifs de fertilisation par essence.

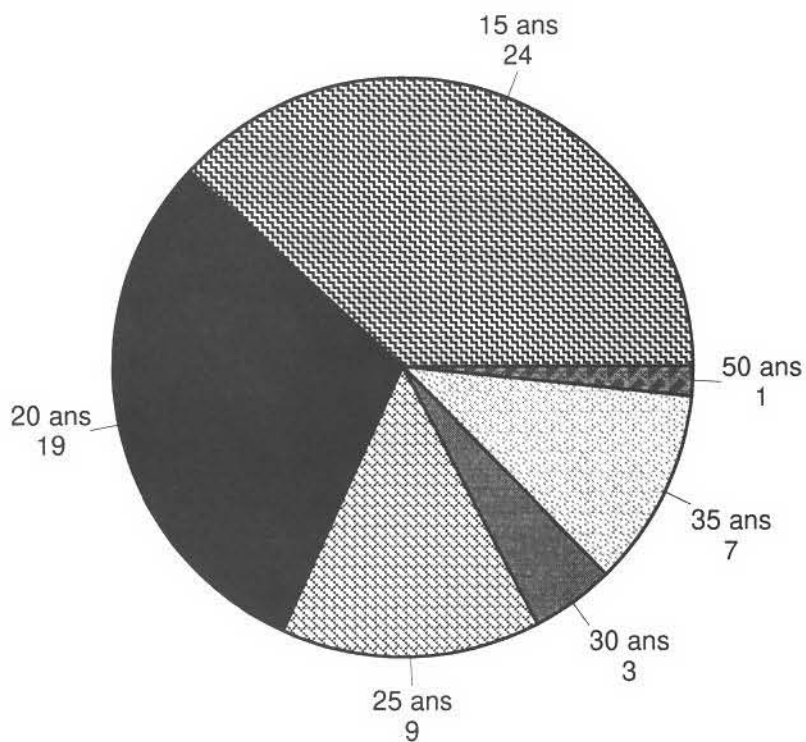


Figure 3. Nombre de dispositifs par classe d'âge dix ans après la fertilisation.

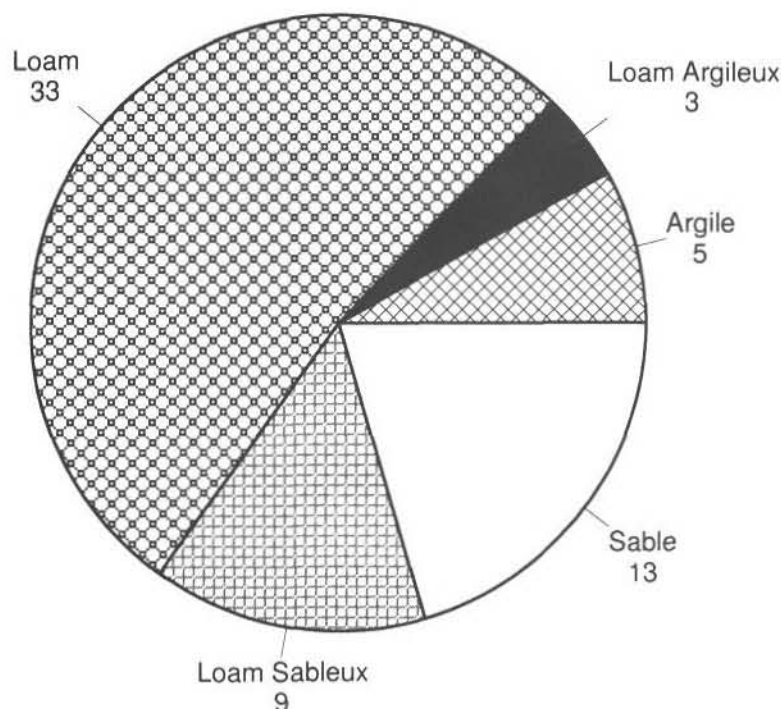


Figure 4. Nombre de dispositifs selon le groupe textural.

Les résultats des mesures dendrométriques sont regroupés par essence et par classe d'âge aux tableaux 2 et 3 et aux figures 5 à 11.

Le tableau 2 présente les mesures (moyennes par arbre pour l'ensemble des traitements) de hauteur, de diamètre, de volume total par tige ainsi que les accroissements décennaux en hauteur, en diamètre et en volume total pour chacune des plantations. Ce tableau montre qu'au même âge, les plantations de pin rouge sont plus productives que celles de pin gris. Il montre aussi qu'il existe beaucoup de variations entre les résultats par dispositif.

Les résultats de croissance pour le meilleur traitement et pour le témoin sont présentés au tableau 3, par essence et par dispositif. Ce tableau indique l'âge total de la plantation (10 ans après le traitement), l'indice de qualité de station, le groupe textural, le nombre de tiges/ha, le VT moyen des arbres témoins et celui des arbres qui ont reçu le traitement qui s'est avéré le meilleur, et l'accroissement en VT par rapport au témoin. Il identifie le ou les meilleurs traitements, indique la proportion des traitements pour lesquels on a obtenu des gains par rapport au témoin, l'état de santé des arbres, le taux de mortalité après 10 ans et présente quelques remarques concernant la présence d'insectes, d'autres animaux, de maladies, etc. Une partie des résultats de cette étude sont présentés en pourcentage à cause des différences importantes qui existent entre les dispositifs (âges différents, stations différentes, essences différentes, etc.).

Les gains en volume total par essence et pour l'ensemble des plantations sont présentés à la figure 5. Ils montrent que les meilleurs traitements de fertilisation ont causé des gains moyens en volume total de quelque 24 % (moyenne pondérée par le nombre de dispositifs) par rapport aux arbres témoins ; ces gains varient entre 16 % pour le pin rouge (moyenne pour huit dispositifs) et 33 % pour le mélèze (résultat pour un seul dispositif).

Dans la plupart des cas, les meilleurs traitements consistent à appliquer entre 75 et 100 kg/ha d'azote avec ou sans 75 kg de phosphore et de potassium (tableau 3).

En moyenne et par rapport aux arbres témoins, 63 % des traitements appliqués dans ces plantations (près des deux tiers) ont causé des augmentations du VT (figure 6). Moins de 3 % des plantations traitées ne présentent aucune augmentation de croissance à la suite de la fertilisation (tableau 3). Les résultats de la figure 7 montrent cependant qu'à peine 19 % des dispositifs présentent des différences significatives entre les traitements. C'est dans les plantations de pin (gris et rouge) qu'on observe le plus de différences significatives entre les traitements. Ainsi, plus de 34 % de ces dispositifs présentent des différences significatives entre les traitements.

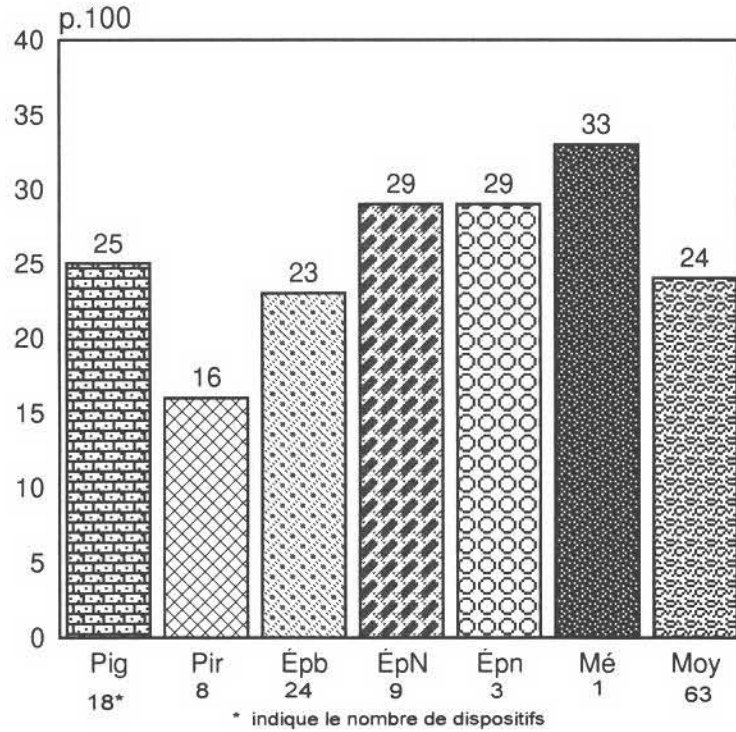


Figure 5. Gains en volume total pour les meilleurs traitements de fertilisation (le traitement qui s'est avéré le meilleur pour chacun des dispositifs) par rapport au témoin.

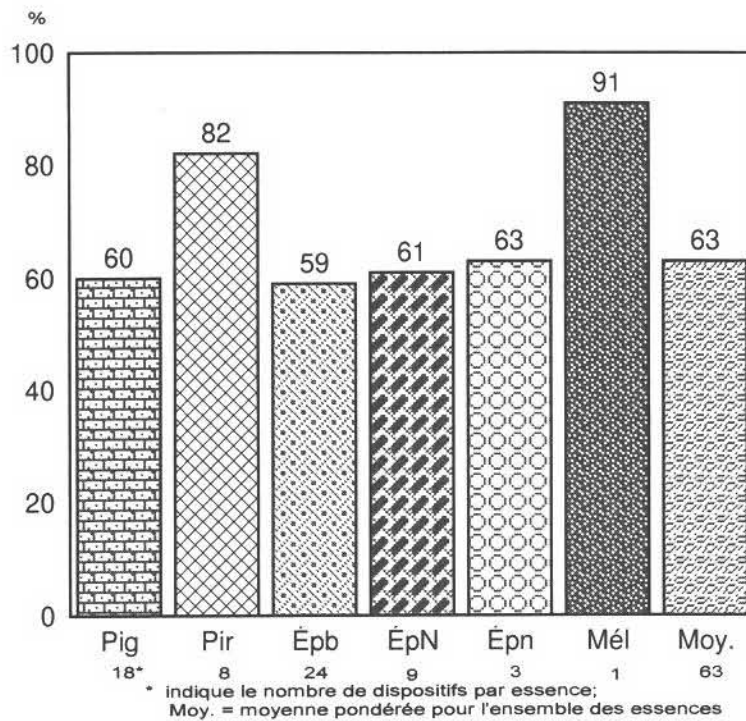


Figure 6. Proportion des traitements de fertilisation dont les arbres présentent un volume total moyen supérieur à celui des arbres témoins.

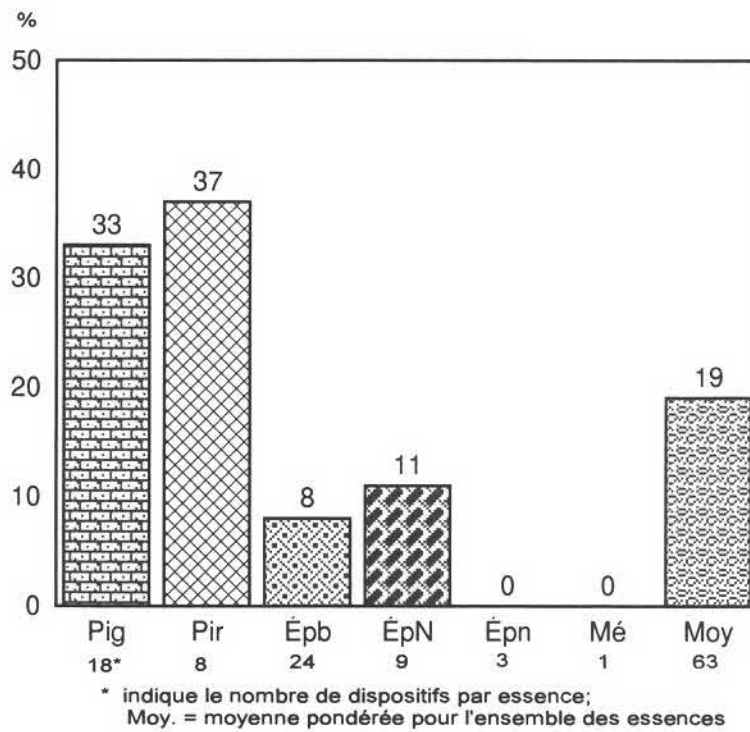


Figure 7. Proportion des dispositifs qui présentent des différences significatives entre les traitements.

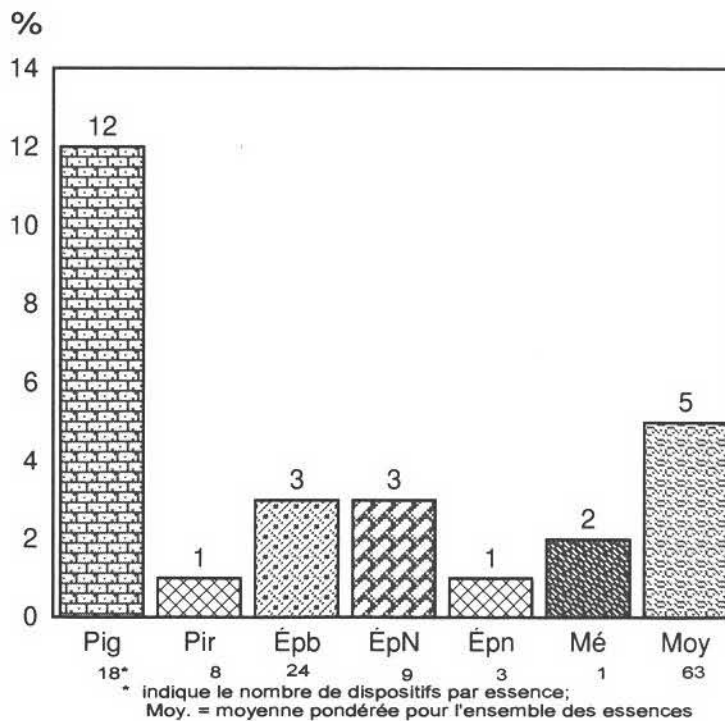


Figure 8. Taux moyen de mortalité enregistré dix ans après la fertilisation, par essence et pour l'ensemble des essences.

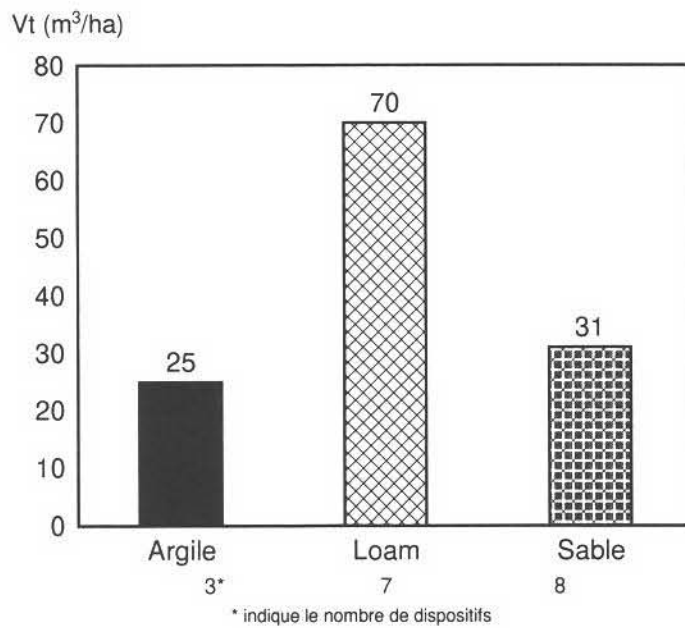


Figure 9. Résultats pour le pin gris selon le groupe textural : volume total.

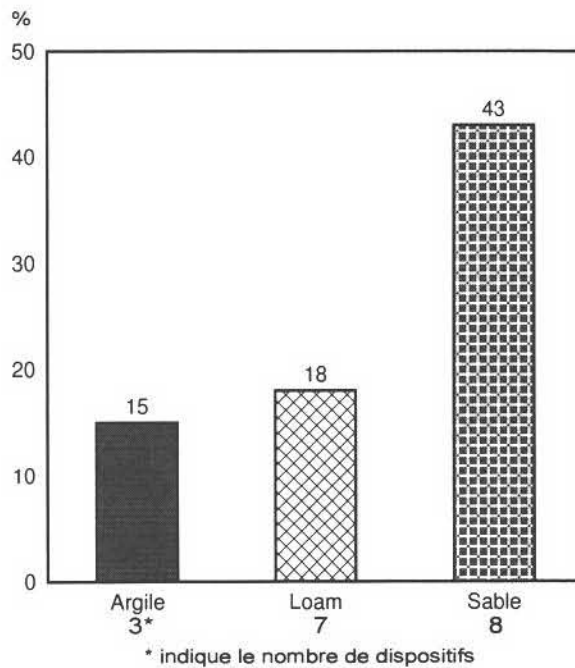


Figure 10. Résultats pour le pin gris selon le groupe textural : accroissement en volume total (%).

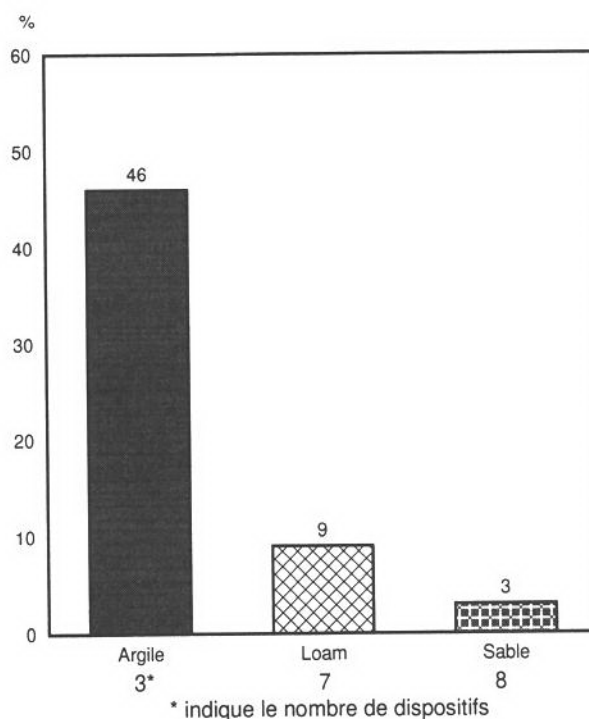


Figure 11. Résultats pour le pin gris selon le groupe textural : mortalité (%).

La figure 8 présente le taux de mortalité des arbres après 10 ans. En moyenne, ce taux est de 5 % et il varie de 1 à 12 % selon les essences. Certaines plantations présentent un taux de mortalité très élevé (pin gris : 76-05, 76-06, 79-14c, et 78-09 ; épinette blanche : 79-14a, 85-42 et 84-40-écl). Les arbres de ces plantations ont été affectés par l'application d'herbicides ou par des facteurs naturels (la neige, le verglas, le gel, les insectes et les maladies). Toutefois, dans la plupart des plantations, le taux de mortalité est de l'ordre de 1 à 3 % (tableau 3).

Dans l'ensemble, l'état de santé des arbres (vivants) de ces plantations est bon (tableau 3), avec une moyenne de près de 76 % d'arbres sains. Les principaux dommages observés consistent en des pousses terminales cassées, des têtes multiples, des colorations sur les aiguilles, des défoliations causées par des insectes ou par le porc-épic. Une partie des dommages a aussi été causée par les oiseaux, le verglas, la neige, le gel et les herbicides.

#### Le pin gris

Ces résultats sont présentés aux tableaux 2 et 3. Ils concernent 18 plantations dont la plupart (13) ont moins de 20 ans. Elles faisaient partie de la classe d'âge de 5 ans lors de l'établissement des dispositifs. Elles sont maintenant âgées en moyenne de 17 ans. Les autres plantations sont un peu plus vieilles (20 à 28 ans).

Les résultats pour la classe d'âge de 15 ans sont regroupés selon le groupe textural aux figures 9, 10 et 11 et aux tableaux 2 et 3. Ils montrent que ce sont les plantations sur sol loameux qui présentent les meilleurs résultats de croissance en VT.

Les meilleurs traitements ont permis aux arbres de ces plantations (78-4a, 78-4b, 78-09, 79-16 et 78-11) de présenter des accroissements en VT de l'ordre de 10,5 m<sup>3</sup>/ha supérieurs à ceux des arbres témoins, soit une augmentation moyenne de plus de 18 %. On note aussi que 69 % des traitements appliqués sur ces plantations ont causé des augmentations de croissance des pins gris.

Les résultats de croissance pour les trois plantations établies sur des sols argileux sont les plus faibles. Ces plantations ont été fortement affectées par les dommages causés par l'herbicide (*Roundup*), par la neige et le verglas. Elles présentent d'ailleurs des taux de mortalité anormalement élevés (30, 32 et 75 % respectivement). Les dispositifs établis sur des sols sablonneux ont produit aussi des résultats de croissance très variables. En moyenne, ces plantations présentent un VT nettement plus faible que les plantations établies sur sols limoneux (31 contre 70 m<sup>3</sup>/ha) mais en pourcentage, on constate que ce sont ces plantations qui ont réagi le plus à la fertilisation (43 % d'augmentation en AVT par rapport au traitement témoin).

Les sols sablonneux présentent généralement un niveau de fertilité plus faible que celui des sols loameux et argileux de sorte que la plupart des traitements de fertilisation (87%) appliqués sur ces sols ont eu des impacts positifs sur la croissance des pins gris.

On note que sauf pour quelques dispositifs où l'azote seul ou le potassium seul sont les meilleurs traitements de fertilisation, dans la plupart des cas c'est un traitement complet (N-P-K) au taux de 75 à 100 kg/ha d'azote et de 50 à 100 kg de phosphore et de potassium qui a donné les meilleurs résultats de croissance. Par ailleurs, six dispositifs sur 18 présentent des différences significatives entre les traitements après dix ans.

L'état de santé des pin gris est bon et le taux de mortalité des arbres, dans ces plantations, est de l'ordre de 4 % en dix ans (sauf pour quatre plantations : 76-05, 76-06, 79-14c et 78-09 où la mortalité est plus importante).

#### Le pin rouge

Les résultats pour le pin rouge concernent seulement huit plantations dont la moitié fait partie de la classe d'âge de 20 ans. Ces plantations sont établies principalement sur des sols loameux ou sablonneux (tableaux 2 et 3). Le volume total moyen pour ces quatre plantations (de la classe d'âge de 20 ans) est de 138 m<sup>3</sup>/ha et la fertilisation (traitements qui se sont avérés les meilleurs) a causé des augmentations de croissance de l'ordre de 17 m<sup>3</sup>/ha, soit 13 % de plus que les arbres témoins. Pour ces plantations, ce sont les traitements complets qui ont donné les meilleurs résultats de croissance : N (100 kg/ha) ; P et K (50 à 100 kg/ha).

Les plantations plus âgées (classe d'âge de 35 ans) sont établies sur des sols très variés et présentent un VT moyen de 170 m<sup>3</sup>/ha. Les arbres de ces plantations fertilisés avec les meilleurs traitements ont produit en moyenne 27 m<sup>3</sup>/ha (20 %) de plus que les arbres témoins. Les meilleurs traitements pour ces plantations concernent particulièrement le potassium au taux de 75 à 100 kg/ha avec ou sans azote et phosphore.

Près de 83 % des traitements appliqués sur les plantations de pin rouge ont eu des effets positifs sur la croissance des arbres (accroissement en VT supérieur à celui des arbres témoins). Par ailleurs, on a obtenu des différences significatives entre les traitements pour trois des huit dispositifs de pin rouge (37 %).

En moyenne, l'état de santé de ces plantations est très bon (81 % des arbres vivants sont sains) et leur taux de mortalité est faible (1 % en moyenne pour les dix dernières années).

On note également, tout comme dans le cas du pin gris, que les plantations établies sur des sols loameux semblent plus productives que celles établies sur des sols sablonneux (145 contre 115 m<sup>3</sup>/ha ; groupe d'âge de 20 ans).

#### L'épinette blanche

Les résultats pour l'épinette blanche sont présentés aux tableaux 2 et 3. Ils portent sur 24 dispositifs et concernent principalement des plantations faisant partie des classes d'âge de 20, 25 et 30 ans établies sur des sols loameux. Près de 60 % des traitements appliqués sur ces arbres ont causé des augmentations de croissance mais seulement 8 % (2/24) des dispositifs présentent des différences significatives entre les traitements. Sauf pour un dispositif (85-51a-écl) où l'on n'observe pas d'effet de la fertilisation sur la croissance des arbres, on constate que les engrais ont eu des effets positifs sur la grande majorité des plantations d'épinette blanche traitées. En moyenne, les arbres fertilisés avec les meilleurs traitements présentent des gains en volume total de plus de 23 % (17 m<sup>3</sup>/ha en moyenne pour les dispositifs non éclaircis) supérieurs à ceux des arbres témoins. Comme on l'a mentionné précédemment, il existe de fortes variations entre les résultats de croissance selon les traitements, les placettes et les dispositifs. Dans la plupart des cas, le meilleur traitement comprend de l'azote au taux de 75 à 100 kg/ha avec du phosphore et du potassium au taux de 50 à 100 kg/ha.

Sauf pour trois dispositifs dont les arbres ont subi des dommages causés par un herbicide, les insectes ou le verglas, le taux de mortalité est en moyenne de l'ordre de 1 %. Par ailleurs, dans la plupart des dispositifs, les arbres sont en bonne santé (74 % des arbres mesurés sont classés sains après dix ans) même si on note la présence d'insectes, de gel, de verglas et de colorations dans plusieurs dispositifs.

Les tableaux 2 et 3 présentent aussi les résultats pour trois plantations d'épinette blanche qui ont bénéficié d'une éclaircie en ligne (où une rangée sur trois ou deux sur cinq ont été enlevées). La fertilisation semble avoir eu peu d'effet sur la croissance des épinettes de deux de ces plantations alors que la troisième a bien réagi à ce traitement.

#### L'épinette de Norvège

Ces résultats concernent neuf plantations toutes établies sur des sols loameux ou limoneux. Quatre de ces plantations font partie de la classe d'âge 15 ans alors que les autres sont âgées de 25 à 37 ans (tableaux 2 et 3). Les résultats sont très variables d'un dispositif à l'autre. Ainsi, dans trois dispositifs (33 %), la fertilisation n'a eu aucun impact positif sur la croissance des arbres alors que dans trois autres plantations, les augmentations en VT des arbres fertilisés avec les meilleurs traitements sont supérieures à celles des arbres témoins de plus de 70 % (41 m<sup>3</sup>/ha en moyenne). Les résultats des trois autres plantations (85-50, 84-41 et 78-8a) montrent que les gains en VT pour les meilleurs traitements de fertilisation sont plus modestes ; ils varient entre 3 et 17% (3,7 à 12,2 m<sup>3</sup>/ha). Les meilleurs traitements comprennent des applications d'azote au taux de 100 à 200 kg/ha avec ou sans phosphore et potassium au taux de 75 à 100 kg/ha.

On a obtenu des différences statistiques significatives pour un seul dispositif (82-28).

Le taux de mortalité de ces plantations pour la période de dix ans est légèrement plus élevé que dans le cas de l'épinette blanche, surtout à cause de la présence du porcépic qui a causé des dommages dans trois plantations. Dans l'ensemble, l'état de santé des arbres est assez bon puisque plus de 60 % des arbres vivants sont classés sains.

#### L'épinette noire

Les résultats pour l'épinette noire sont présentés aux tableaux 2 et 3 et concernent trois plantations âgées de 17 à 22 ans. Ces plantations sont établies sur des sols limoneux. Les meilleurs gains de croissance ont été observés dans les plantations 82-29 et 78-12. Ainsi les arbres de ces plantations fertilisés avec les meilleurs traitements (N au taux de 50 à 100 kg/ha avec ou sans P et K au taux de 75 kg/ha) présentent des accroissements en VT de 5,5 et de 10,7 m<sup>3</sup>/ha (28 et 59 %) de plus que ceux des arbres témoins. Les résultats du dispositif 79-19 sont par contre beaucoup plus faibles ; cette plantation semble plus productive que les deux autres mais la fertilisation y a eu peu d'impact sur la croissance des arbres.

L'état de santé des arbres de ces plantations est bon puisque 73 % des arbres vivants sont classés sains et que le taux de mortalité y est faible (1%).

#### Le mélèze

Ces résultats ne concernent qu'une seule plantation située en Gaspésie et établie sur un sol limoneux. La fertilisation de cette plantation a eu des effets marqués sur la croissance 91 % des traitements appliqués ont causé des augmentations de croissance des arbres. Les meilleurs traitements (P au taux de 50 à 75 kg/ha avec ou sans N [75 kg/ha] et K [50 kg/ha]) ont permis des gains de croissance en VT de 20 m<sup>3</sup>/ha, soit 33 % de plus que les arbres témoins. C'est une très belle plantation qui présente une belle croissance, un bon état de santé (85 % des arbres sont classés sains) et peu de mortalité (2 % des arbres sont morts en dix ans).

#### Discussion et conclusion

Comme on l'a mentionné à plusieurs reprises, les résultats de cette étude sont très variables. Ils concernent des plantations de densité et d'âge très variables et établies sur des sites très variés. De plus, les placettes d'étude ont été établies dans les parties les plus homogènes des plantations de sorte que ces résultats ne tiennent pas compte des trouées et des parties non productives.

Les résultats de cette étude confirment ceux obtenus ailleurs (ATKINSON et MORRISON 1975, BAULE et FRICKER 1969, CHAPERON 1989, KRAUSE 1973, SAFFORD 1973, MALM 1992) et montrent que la fertilisation est un traitement efficace pour stimuler la croissance et la production des arbres. Ainsi, en moyenne, près de 64 % des traitements appliqués ont eu des effets positifs sur la croissance des arbres et à peine 3 % des plantations étudiées ne présentent aucune réaction positive à la fertilisation.

En moyenne, les meilleurs traitements de fertilisation ont causé des gains d'accroissement en volume total des arbres de plus de 24 % (moyenne pondérée par le nombre de dispositifs) par rapport aux arbres témoins. Le plus souvent, ces traitements comprennent des applications d'azote (75 à 100 kg/ha) avec 50 à 75 kg/ha de phosphore et de potassium.

Toutes les essences ont réagi positivement à la fertilisation. Cependant, sur le plan statistique, on observe peu de différences significatives et c'est le pin gris et le pin rouge qui présentent le plus de réactions significatives.

Il est fort probable que la fertilisation aurait été encore plus efficace si ce traitement avait été appliqué sur des plantations aménagées plus intensivement (éclaircies, élaguées, dégagées de la compétition herbacée et arbustive) ; de cette façon, les effets des engrais seraient concentrés sur les tiges d'avenir.

Les résultats actuels sont incomplets car il reste encore plusieurs dispositifs de fertilisation à remesurer dans le cadre de ce projet. Il est donc trop tôt pour faire des recommandations concernant la pertinence de fertiliser ou non les plantations, de déterminer quand le faire et d'en prédire les résultats dendrométriques et la rentabilité économique. Pour le moment, on constate que ce traitement est efficace dans la plupart des cas et qu'on peut s'attendre à obtenir de bons résultats de croissance pour les plantations établies sur des sites dont le niveau de fertilité est moyen et sur des sols loameux ou sablonneux. Il serait probablement plus rentable de fertiliser les plantations âgées de 15 à 20 ans que de fertiliser les très jeunes plantations.

\*

#### Remerciements

L'auteur tient à souligner la précieuse collaboration de M. Conrad Thomassin, techn.f., responsable des travaux de terrain. Il remercie le personnel des diverses Unités de gestion du MRN, de même que les compagnies forestières et les propriétaires privés qui ont participé à ce projet. Il remercie également Mme Lise Charette, de 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 ce projet. Il remercie aussi tous ceux qui ont contribué à la dactylographie, à la correction et à l'édition de ce rapport.

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

**Tableau 1. Description des plantations de pin gris (Pig), de pin rouge (Pir), d'épinette blanche (epb), d'épinette de Norvège (epØ), d'épinette noire (epn) et de mélèze (mel)**

Dispositif n° et essence	Région adm.	Région écolo. <sup>1</sup>	Classe d'âge	Âge <sup>2</sup>	Tenure	Origine du sol	Groupe textural
76-05 Pig	8	8c1	5	3	publique	terre en friche	argile
76-06 Pig	8	8c1	5	3	publique	terre en friche	argile
79-14c Pig	3	2c	5	6	agricole	terre en friche	argile
78-4a Pig	1	4a	5	3	publique	bûcher	loam
78-4b Pig #	1	4a	5	3	publique	bûcher	loam
78-09 Pig #	11	5c	5	3	publique	terre en friche	loam
79-16 Pig	11	5c	5	6	agricole	terre en friche	loam
78-11 Pig #	11	8b	5	5	publique	brûlé	loam
80-20 Pig	2	6a	5	6	agricole	brûlé	sable
82-26 Pig	2	8i	5	6	Cie forest.	brûlé	sable
84-36 Pig #	4	7a2	5	2	publique	bûcher	sable
84-37 Pig #	2	12b	5	5	Cie forest.	bûcher	sable
75-02-03 Pig	8	8c1	5	6	publique	bûcher	sable
78-05 Pig	11	8b	10	10	publique	brûlé	loam
78-10 Pig #	11	8a	10	8	agricole	terre en friche	loam
77-03b Pig	4	2b	10	10	agricole	terre en friche	sable
78-13b Pig	7	2a	10	8	Cie forest.	bûcher-brûlé	sable
77-01 Pig	3	3f	15	16	agricole	terre en friche	sable
78-06 Pir #	11	8b	5	7	agricole	brûlé	loam
78-5a Pir	11	8b	10	10	agricole	brûlé	loam
77-03a Pir	4	2b	10	10	agricole	terre en friche	sable
78-13a Pir	7	2a	10	8	Cie forest.	bûcher-brûlé	sable
77-02 Pir	3	3f	15	17	agricole	terre en friche	loam sableux
81-25 Pir	6	2b	25	23	agricole	terre en friche	loam
78-8b Pir	11	5c	25	25	publique	brûlé	loam (till mince)
S83-03 Pir	9	6c	25	25	publique	terre en friche	sable

**Tableau 1 (fin). Description des plantations de pin gris (pig), de pin rouge (pir), d'épinette blanche (epb), d'épinette de Norvège (epØ), d'épinette noire (epn) et de mélèze (mel)**

Dispositif n° et essence	Région adm.	Région écolo. <sup>1</sup>	Classe d'âge	Âge <sup>2</sup>	Tenure	Origine	Groupe textural du sol
79-14a epb	3	2c	5	7	agricole	terre en friche	loam
79-14b epb	3	2c	5	7	agricole	terre en friche	loam
85-47 epb #	3	3e	5	5	agricole	terre en friche	sable loameux
78-07 epb ©	11	5c	10	10	publique	brûlé	loam
79-17 epb	11	5c	10	10	agricole	terre en friche	loam
79-18 epb	11	9b	10	8	publique	brûlé	loam
80-21 epb	11	8b	10	12	publique	brûlé	loam
81-22 epb #	11	8b	10	8	publique	brûlé	loam
81-24 epb	3	5a	10	12	agricole	terre en friche	loam
82-32 epb	6	2d	10	12	agricole	terre en friche	loam
84-35 epb	3	3e	10	8	agricole	terre en friche	loam
85-43 epb	3	3e	10	12	agricole	terre en friche	loam
83-33 epb	5	2d	10	12	agricole	terre en friche	loam sableux
85-45 epb	7	3b	15	14	agricole	terre en friche	argile
84-38 epb	3	2c	15	15	agricole	terre en friche	loam sableux
85-46 epb	7	3b	15	15	agricole	terre en friche	loam sableux
85-48 epb	7	2a	15	15	agricole	terre en friche	sable loameux
85-42 epb	7	3a	15	15	agricole	terre en friche	sable
85-49 epb	3	3e	20	20	publique	terre en friche	argile
81-23 epb	3	5a	20	21	agricole	terre en friche	loam
82-31 epb	3	4a	20	22	agricole	terre en friche	loam
85-51a epb ecl &	4	2b	25	24	Cie forest.	Terre en friche	loam argileux
84-39 epb ecl &	7	3b	25	23	Cie forest.	bûcher	loam sableux
84-40 epb ecl &	7	3b	40	40	Cie forest.	bûcher	sable loameux
82-27 epØ #	3	5a	5	3	agricole	terre en friche	loam
82-28 epØ	11	5c	5	5	agricole	terre en friche	loam
82-30 epØ	11	8b	5	5	publique	terre en friche et brûlé	loam
85-44 epØ	7	2a	5	6	agricole	terre en friche	loam
85-50 epØ	3	3e	10	13	agricole	terre en friche	loam argileux
83-34 epØ	3	6c	15	17	Cie forest.	Terre en friche	loam
84-41 epØ	3	3e	15	14	agricole	terre en friche	loam sableux
85-51b epØ ecl &	4	2b	25	25	Cie forest.	Terre en friche	loam argileux
78-8a epØ	11	5c	25	25	publique	brûlé	loam
82-29 epn	11	5c	5	5	publique	brûlé	loam
78-12 epn #	11	8b	5	5	publique	brûlé	loam
79-19 epn	11	5c	10	10	agricole	bûcher	sable
79-15 mel	11	5c	5	7	agricole	terre en friche	loam

<sup>1</sup> Région écologique de THIBAUT (1985).

<sup>2</sup> Âge de la plantation au moment de l'établissement du dispositif. # = fertilisation par pied-d'arbre. © = ép b + ép n + ép Ø. & = plantations éclaircies avant l'établissement du dispositif.

**Tableau 2. Résultats par dispositif et par essence**

Dispositif n° et essence	Âge total <sup>1</sup>	IQS <sup>2</sup>	GT <sup>3</sup>	Hauteur <sup>4</sup> (m)	Ach10 <sup>5</sup> (m)	Diamètre <sup>4</sup> (cm)	AcD10 <sup>5</sup> (cm)	VT <sup>6</sup> (dm <sup>3</sup> /arbre)	Acc. VT <sup>7</sup> (dm <sup>3</sup> /arbre)
76-05 Pig *	15	5	A	4,2	3,8	6,2	6,0	7,9	7,9
76-06 Pig *	15	5	A	4,1	3,4	5,2	5,0	7,0	7,0
79-14c Pig *	18	5	A	3,2	1,4	6,9	3,6 <sup>9</sup>	15,6	15,0
moyenne *	16	5	-	3,8	2,9	6,1	5,0	10,2	10,0
78-4a Pig	15	6	L	6,0	4,8	9,2	6,2	22,4	20,8
78-4b Pig #	15	6	L	6,2	5,0	9,6	8,6 <sup>9</sup>	24,5	24,3
78-09 Pig # *	15	5	L	4,4	3,5	7,2	6,9 <sup>9</sup>	15,7	15,6
79-16 Pig	18	6	L	7,3	4,6	11,6	8,6	41,3	39,8
78-11 Pig #	17	6	L	6,8	4,7	11,8	10,1	36,1	35,7
moyenne	16	6	-	6,1	4,5	9,9	8,1	28,0	27,2
80-20 Pig	18	6	S	7,2	5,1	9,2	7,8	22,4	22,1
82-26 Pig	18	4	S	5,1	4,0	6,2	5,6 <sup>9</sup>	8,5	8,4
84-36 Pig #	14	5	S	6,0	5,7	7,5	6,8 <sup>8</sup>	13,0	13,0
84-37 Pig #	17	4	S	4,8	4,0	6,7	5,6 <sup>8</sup>	9,0	8,8
75-02-3 Pig	18	7	S	5,1	3,9	6,4	6,0	10,2	10,2
moyenne	17	5	-	5,6	4,5	7,2	6,4	12,6	12,5
78-05 Pig	22	7	L	9,5	4,2	13,1	4,7	58,9	44,0
78-10 Pig#	20	5	L	6,0	3,3	11,2	8,2	35,1	33,5
77-03b Pig	22	5	S	7,6	4,2	9,5	5,3	25,1	22,0
78-13b Pig	20	6	S	9,2	5,3	11,1	6,4	40,0	35,9
moyenne	21	6	-	8,1	4,2	11,2	6,1	39,8	33,8
77-01 Pig	28	5	S	10,1	4,4	12,5	3,3	53,1	33,9
78-06 Pir #	19	5	L	7,1	4,3	15,4	12,0	63,0	61,2
78-5a Pir	22	5	L	9,4	5,0	14,9	7,9	72,6	63,2
77-03a Pir	22	5	S	9,0	5,0	14,4	7,7	66,7	58,4
78-13a Pir	20	4	S	9,2	7,2	11,2	9,1	40,2	39,3
moyenne	21	5	-	8,7	5,4	14,0	9,2	60,6	55,5
77-02 Pir	29	3	L-S	10,6	5,4	16,2	6,3	94,8	73,5
81-25 Pir	35	6	L	16,3	4,8	18,5	2,9	177,0	83,0
78-8b Pir	37	5	L (tm)	8,3	3,1	12,3	3,7	46,0	30,4
S83-03 Pir	37	7	S	10,7	5,1	17,8	6,5	125,3	92,7
moyenne	35	5	-	11,5	4,6	16,2	4,8	110,8	69,9

**Tableau 2 (suite). Résultats par dispositif et par essence**

Dispositif n° et essence	Âge total <sup>1</sup>	IQS <sup>2</sup>	GT <sup>3</sup>	Hauteur <sup>4</sup> (m)	AcH10 <sup>5</sup> (m)	Diamètre <sup>4</sup> (cm)	AcD10 <sup>5</sup> (cm)	VT <sup>6</sup> (dm <sup>3</sup> /arbre)	Acc. VT <sup>7</sup> (dm <sup>3</sup> /arbre)
79-14a epb *	19	5	L	5,7	4,8	8,5	8,2 <sup>8</sup>	18,4	18,3
79-14b epb	19	5	L	6,3	5,3	9,4	9,0 <sup>8</sup>	22,7	22,5
85-47 epb #	17	8	S-L	6,3	5,1	9,9	9,0	24,4	24,3
78-07 epb @	22	10	L	8,6	4,4	13,7	7,5	57,1	49,7
79-17 epb	22	6	L	5,6	3,4	10,1	8,0	23,9	23,1
79-18 epb	20	6	L	4,9	3,1	9,2	8,0	20,8	20,3
80-21 epb	24	6	L	8,1	5,0	12,1	8,1	43,0	40,9
81-22 epb #	20	5	L	5,4	3,7	9,0	7,8 <sup>9</sup>	17,7	17,3
81-24 epb	24	6	L	7,4	4,3	13,6	8,2	50,4	45,8
82-32 epb	24	5	L	7,7	5,1	13,7	10,9	55,0	54,0
84-35 epb	20	6	L	7,3	5,2	12,9	11,2	44,5	44,1
85-43 epb	24	6	L	7,4	4,7	12,2	8,5	41,8	39,2
83-33 epb	24	8	L-S	9,2	4,9	16,2	9,5	86,0	77,0
moyenne	21	6	-	6,9	4,5	11,6	8,8	38,9	36,6
85-45 epb	26	6	A	8,5	4,9	13,2	8,2	53,2	48,8
84-38 epb	27	8	L-S	9,5	4,7	15,8	7,7	84,0	70,0
85-46 epb	27	9	L-S	11,5	5,8	18,7	8,6	142,3	118,5
85-48 epb	27	7	S-L	7,9	3,4	11,8	4,8	41,3	31,5
85-42 epb *	27	5	S	5,3	2,9	7,1	4,4	14,4	12,7
moyenne	27	7	-	8,5	4,3	13,3	6,7	67,0	56,3
85-49 epb	32	7	A	10,2	3,8	15,6	4,6	86,3	56,6
81-23 epb	33	7	L	10,7	4,3	14,6	3,8	79,7	50,1
82-31 epb	34	6	L	10,5	4,7	14,7	3,6	81,1	52,0
moyenne	33	7	-	10,5	4,3	15,0	4,0	82,4	52,9
85-51a epb ecl &	36	7	L-A	12,8	3,8	18,5	3,4	149,2	75,0
84-39 epb ecl &	35	9	L-S	12,9	4,0	18,7	5,5	158,0	101,0
84-40 epb ecl & *	52	8	S-L	15,4	2,4	18,0	2,4	175,8	63,6

**Tableau 2 (fin). Résultats par dispositif et par essence**

Dispositif n° et essence	Âge total <sup>1</sup>	IQS <sup>2</sup>	GT <sup>3</sup>	Hauteur <sup>4</sup> (m)	AcH10 <sup>5</sup> (m)	Diamètre <sup>4</sup> (cm)	AcD10 <sup>5</sup> (cm)	VT <sup>6</sup> (dm <sup>3</sup> /arbre)	Acc. VT <sup>7</sup> (dm <sup>3</sup> /arbre)
82-27 epØ #	15	11	L	7,1	6,2	10,0	6,2 <sup>10</sup>	26,8	26,4
82-28 epØ	17	7	L	4,4	3,7	5,6	4,9 <sup>11</sup>	8,0	7,8
82-30 epØ	17	8	L	5,6	4,3	7,8	6,9	15,4	15,2
85-44 epØ	18	9	L	7,6	5,3	15,0	13,1	62,7	62,2
moyenne	17	9	-	6,2	4,9	9,6	8,1	28,2	27,9
85-50 epØ	25	9	L-A	9,6	6,1	16,8	12,2	92,2	88,6
83-34 epØ	29	7	L	8,9	3,8	11,1	4,5	39,7	30,1
84-41 epØ	26	11	L-S	12,2	5,1	16,4	6,0	111,8	83,0
85-51b epØ ecl & 36	12	12	L-A	17,1	4,6	21,5	3,5	255,3	120,0
78-8a epØ	37	5	L	7,4	2,8	8,4	3,2	21,8	16,2
82-29 epn	17	7	L	4,6	3,7	6,8	6,5	9,7	9,7
78-12 epn #	17	7	L	4,1	2,6	6,8	4,2 <sup>9</sup>	9,0	8,0
79-19 epn	22	9	L	6,5	3,5	11,5	8,1	36,8	34,8
moyenne	19	8	-	5,1	3,3	8,4	6,3	18,5	17,5
79-15 mel	19	12	L	8,5	5,6	10,8	8,5	36,6	35,7

<sup>1</sup> Âge total 10 ans après le traitement.

<sup>2</sup> Indice de qualité de station en m à 15 ans pour les pins et en m à 25 ans pour les épinettes et le mélèze.

<sup>3</sup> Groupe textural : A = argile, L = loam, S = sable.

<sup>4</sup> Résultats du dernier mesurage (dix ans) ; moyenne pour l'ensemble des traitements (les mesures portent sur plus de 225 arbres par dispositif).

<sup>5</sup> Accroissement décennal moyen en hauteur et en diamètre.

<sup>6</sup> Volume total moyen d'une tige, 10 ans après le traitement,  $VT(dm^3) = 0,833\pi (D/10)^2 \times (2,6 + H)$ .

<sup>7</sup> Accroissement décennal moyen en volume total.

<sup>8</sup> Résultats de sept ans ; les arbres étaient trop petits pour qu'on puisse mesurer leur DHP initial.

<sup>9</sup> Résultats de neuf ans ; les arbres étaient trop petits pour qu'on puisse mesurer leur DHP initial.

<sup>10</sup> Résultats de cinq ans ; les arbres étaient trop petits pour qu'on puisse mesurer leur DHP initial.

<sup>11</sup> Résultats de huit ans ; les arbres étaient trop petits pour qu'on puisse mesurer leur DHP initial.

\* Le taux de mortalité élevé peut avoir affecté les résultats de croissance de ce dispositif. # = fertilisation par pied-d'arbre ; @ = épinette blanche + épinette noire et de Norvège ; & = éclaircie systématique (1/3, 2/3 ou 2/5 rangées enlevées).

**Tableau 3. Résultats en volume total pour le témoin et le meilleur traitement de fertilisation, par dispositif et par essence**

<b>Pin gris</b>													
Dispositif n°	Âge total <sup>1</sup>	IQS <sup>2</sup>	GT <sup>3</sup>	Nombre <sup>4</sup> tiges/ha	VT-T <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	VT-F <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	AVT/T <sup>6</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	AVT/T <sup>6</sup> %	Meilleurs traitements	Tr > T <sup>7</sup> %	É <sup>8</sup> %	M <sup>9</sup> %	Remarques
76-05	15	5	A	2450	19,8	22,3	2,5	13	U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub>	36	84	32	herbicide + nodulier
76-06	15	5	A	2450	17,6	23,0	5,4	31	U <sub>7</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>5</sub>	79	75	30	herbicide + nodulier
79-14c	18	5	A	2250	56,0	54,1	0,0	0	T	0	64	75	neige + herb. + nodulier
78-4a	15	6	L	2450	58,6	62,3	3,7	6	U <sub>10</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	55	73	6	
78-4b #	15	6	L	2450	63,6	72,1	8,5	13	K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub>	58	81	6	gel
78-09 #	15	5	L	2450	43,2	60,6	17,4	40	U <sub>10</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>5</sub>	89*	71	23	neige + défoliation
79-16	18	6	L	2248	72,6	88,6	16,0	22	U <sub>7</sub> P <sub>5</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub>	89*	83	7	
78-11 #	17	6	L	2315	85,4	92,1	6,7	8	K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	55	75	1	
80-20	18	6	S	2248	47,7	62,9	15,2	32	U <sub>10</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; P <sub>7</sub>	82	93	1	
82-26	18	4	S	2248	16,1	24,8	8,7	55	U <sub>15</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub>	100*	93	1	
84-36 #	14	5	S	2490	31,6	33,8	2,2	7	U <sub>5</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>20</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>5</sub>	60	69	5	charançon
84-37 #	17	4	S	2490	17,1	25,6	8,5	50	U <sub>7</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub>	100*	79	3	colorations
75-02-3	18	7	S	2248	18,8	32,5	13,7	73	U <sub>15</sub> ; U <sub>2</sub> ; U <sub>5</sub>	94	82	6	
moyenne	17	-	-	2370	42	50	8,5	20	UPK ; UK	73	72	15	
<b>Pin rouge</b>													
Dispositif n°	Âge total <sup>1</sup>	IQS <sup>2</sup>	GT <sup>3</sup>	Nombre <sup>4</sup> tiges/ha	VT-T <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	VT-F <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	AVT/T <sup>6</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	AVT/T <sup>6</sup> %	Meilleurs traitements	Tr > t <sup>7</sup> %	É <sup>8</sup> %	M <sup>9</sup> %	Remarques
78-05	22	7	L	1990	129,6	121,4	0,0	0	T	0	89	3	
78-10 #	20	5	L	2120	82,6	90,8	8,2	10	U <sub>5</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>7</sub>	44	88	9	
77-03b	22	5	S	1990	49,2	47,8	0,0	0	T	0	50	2	charançon + nodulier
78-13b	20	6	S	2120	79,2	98,4	19,2	24	U <sub>10</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub>	44*	87	1	
moyenne	21	-	-	2050	85,0	90,0	5,0	6	U ; UK	-	64	4	
77-01	28	5	S	1650	117,1	168,3	47,8	41	U <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; K <sub>10</sub>	100*	84	5	
78-06 #	19	5	L	2342	147,4	157,7	10,3	7	U <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub>	78	78	1	
78-5a	22	5	L	2180	141,6	181,2	39,6	28	U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; P <sub>10</sub> ; K <sub>10</sub>	88*	75	<1	
77-03a	22	5	S	2180	137,9	147,1	9,2	7	U <sub>10</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; K <sub>7</sub>	67*	70	<1	
78-13a	20	4	S	2302	92,0	100,0	8,0	9	U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> K <sub>7</sub> ; P <sub>7</sub>	67	89	1	
moyenne	21	-	-	2250	130	147,0	17,0	13	UPK	72	78	1	
77-02	29	3	L-S	1799	156,1	192,9	36,8	24	K <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub>	80	64	7	
81-25	35	6	L	1552	240,5	286,4	45,9	19	K <sub>7</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	100	97	<1	
78-8b	37	5	L (tm)	1490	68,6	74,2	5,6	8	K <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; P <sub>10</sub>	80	90	0	sol mince + roches
S83-03	37	7	S	1550	131,7	151,9	20,2	15	U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	100*	85	<1	
moyenne	35	-	-	1600	149	190,0	41,0	27	K ; UPK	87	84	2	

**Tableau 3 (suite). Résultats en volume total pour le témoin et le meilleur traitement de fertilisation, par dispositif et par essence**

Épinette blanche													
Dispositif n°	Âge total <sup>1</sup>	IQS <sup>2</sup>	GT <sup>3</sup>	Nombre <sup>4</sup> tiges/ha	VT-T <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	VT-F <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	AVT/T <sup>6</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	AVT/T <sup>6</sup> %	Meilleurs traitements	Tr > T <sup>7</sup> %	É <sup>8</sup> %	M <sup>9</sup> %	Remarques
79-14a	19	5	L	2450	33,1	38,5	5,4	16	U <sub>10</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	67	75	15	herbicide + neige
79-14b	19	5	L	2450	32,6	45,8	13,2	40	U <sub>7</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>5</sub> K <sub>2</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub>	100	88	3	gel
85-47 #	17	8	S-L	2685	63,9	74,2	10,3	16	U <sub>10</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	67	86	0	charançon
78-07 @	22	10	L	2300	118,7	144,4	25,7	22	U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; K <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>10</sub>	100	82	<1	colorations
79-17	22	6	L	2300	41,7	68,2	26,5	64	P <sub>7</sub> ; U <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub>	100	86	2	tordeuses
79-18	20	6	L	2400	42,0	46,0	4,0	9	U <sub>7</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>10</sub>	27	64	<1	tordeuses
80-21	24	6	L	2250	90,1	117,7	27,6	31	U <sub>10</sub> ; K <sub>7</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	73	92	<1	
81-22 #	20	5	L	2400	45,5	49,5	4,0	9	37-0-0 ; 37-85-33	18	79	2	
81-24	24	6	L	2250	114,2	141,0	26,8	23	U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	45	66	<1	tordeuses
82-32	24	5	L	2250	95,1	128,7	33,6	35	U <sub>7</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; P <sub>7</sub>	78	64	0	
84-35	20	6	L	2400	103,6	122,1	18,5	18	U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; U <sub>15</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	25	72	0	
85-43	24	6	L	1994	70,1	87,4	17,3	25	U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; U <sub>15</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; U <sub>15</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	67*	88	0	verglas
83-33	24	8	L-S	1800	147,1	157,8	10,7	7	U <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>10</sub>	40	77	0	pucerons
moyenne	22	-	-	2300	77	94	17	22	UPK	57	-	-	
85-45	26	6	A	2200	112,9	124,4	11,5	10	U <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub>	71	90	0	verglas
84-38	27	8	L-S	1965	164,9	170,7	5,8	4	U <sub>20</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	20	79	1	
85-46	27	9	L-S	2175	308,8	338,1	29,3	9	U <sub>7</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	60	67	1	verglas
85-48	27	7	S-L	3479	115,5	141,3	25,7	22	U <sub>15</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	100	63	1	verglas
85-42	27	5	S	3191	25,9	49,7	23,8	92	U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> K <sub>7</sub>	90*	69	11	site très pauvre <sup>10</sup>
moyenne	27	-	-	2600	146	165	19	13	UPK	72	-	-	
85-49	32	7	A	2050	171,8	187,4	15,6	9	U <sub>15</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>15</sub>	80	75	0	verglas
81-23	33	7	L	2050	169,1	186,8	17,7	10	U <sub>7</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>7</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	73	66	2	
82-31	34	6	L	2092	183,7	188,0	4,3	2	K <sub>10</sub>	12	74	3	
moyenne	33	-	-	2060	175	187	12	7	UPK	54	-	-	
85-51a-écl &	36	7	L-A	1250	233,1	228,1	0	0	T	0	49	3	verglas
84-39-écl &	35	9	L-S	1350	268,1	268,8	1	<1	U <sub>15</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	14	69	2	charançon
84-40-écl &	52	8	S-L	1465	258,1	285,2	27,1	10	U <sub>15</sub> P <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> ; U <sub>15</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	100	57	14	colorations + éclaircie

**Tableau 3 (fin). Résultats en volume total pour le témoin et le meilleur traitement de fertilisation, par dispositif et par essence**

<b>Épinette de Norvège</b>													
Dispositif n°	Âge	IQS <sup>2</sup> total <sup>1</sup>	GT <sup>3</sup>	Nombre <sup>4</sup> tiges/ha	VT-T <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	VT-F <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	AVT/T <sup>6</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	AVT/T <sup>6</sup> %	Meilleurs traitements	Tr > T <sup>7</sup> %	É <sup>8</sup> %	M <sup>9</sup> %	Remarques
82-27 #	15	11	L	2480	71,0	70,0	0	0	T	0	67	<1	charançons + pucerons
82-28	17	7	L	2450	9,2	24,9	15,7	>100	F78+ U <sub>15</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>15</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>15</sub>	100*	76	5	porc-épic
82-30	17	8	L	2480	64,6	111,3	46,7	72	U <sub>15</sub> ;F78 ; F78+ U <sub>15</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	100	64	8	porc-épic
85-44	18	9	L	1248	80,7	78,7	0	0	T	0	19	2	charançons + colorations
moyenne	17	-	-	2165	56	71	15	27	UPK	47	57	4	
85-50	25	9	L-A	1200	109,4	113,1	3,7	3	U <sub>15</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	67	15	0	charançons
83-34	29	7	L	2600	81,2	141,7	60,5	74	U <sub>20</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	100	74	0	colorations
84-41	26	11	L-S	1800	204,4	216,6	12,2	6	U <sub>15</sub> ; U <sub>15</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> ; U <sub>15</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub>	80	54	1	
85-51b-écl &	36	12	L-A	930	287,1	250,0	0	0	T	0	47	5	charançons
78-8a	37	5	L	1275	26,8	31,3	4,5	17	P <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> ; U <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	100	85	5	porc-épic
<b>Épinette noire</b>													
82-29	17	7	L	2335	18,3	29,0	10,7	59	U <sub>10</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>10</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub>	92	76	1	pucerons
78-12 #	17	7	L	2335	19,8	25,3	5,5	28	U <sub>5</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>7</sub> K <sub>7</sub> ; U <sub>7</sub>	78	68	<1	colorations
79-19	22	9	L	2450	99,9	100,0	<1	<1	U <sub>10</sub>	20	75	2	sol très rocheux
moyenne	19	-	-	2375	46	51	5	11	UPK ; U	74	73	1	
<b>Mélèze</b>													
79-15	19	12	L	1870	61,1	81,2	20,1	33	P <sub>7</sub> ; U <sub>7</sub> P <sub>5</sub> K <sub>5</sub> ; U <sub>7</sub> K <sub>5</sub>	91	85	2	

<sup>1</sup> Âge total 10 ans après le traitement.

<sup>2</sup> Indice de qualité de station en m à 15 ans pour les pins et en m à 25 ans pour l'épinette et le mélèze.

<sup>3</sup> Groupe textural : A = argile, L = loam, S = sable.

<sup>4</sup> Nombre de tiges/ha basé sur les tables de BOLGHARI et BERTRAND (1984).

<sup>5</sup> Volume total pour le traitement témoin et pour le meilleur traitement de fertilisation (le premier indiqué dans la colonne « meilleurs traitements »), 10 ans après le traitement ;  
VT(dm<sup>3</sup>) = 0,833π (D/10)<sup>2</sup> X (2,6 + H).

<sup>6</sup> Accroissement décennal en volume total (ajusté par covariance) par rapport au témoin.

<sup>7</sup> Nombre de traitements supérieurs au témoin en % ; \* indique la présence de différences significatives entre les traitements au seuil de 0,05.

<sup>8</sup> État de santé des arbres vivants, pourcentage d'arbres sains.

<sup>9</sup> Taux de mortalité après dix ans.

<sup>10</sup> Verglas + gel en 1985, colorations sur 17 % des tiges et défoliations (présence de rouilles et d'insectes) ; # = fertilisation par pied-d'arbre ;  
@ = épinette blanche + épinette noire et de Norvège ; & = éclaircie systématique (1/3, 2/3 ou 2/5 rangées enlevées).

## Références

- ATKINSON, W.A. et I.G. MORRISON, 1975. *The Pacific Northwest Regional Fertilization Project, an integrated approach to forest nutrition research*. Dans : B. Bernier et C.H. Winget, éd. *Forest soils and forest land management*. Les presses de l'Université Laval, Québec : 477-488.
- BAULE, H. et C. FRICKER, 1969. *La fertilisation des arbres forestiers*. BLV Verlagsgesellschaft MbH, Munich. 256 p.
- 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, MER, Serv. de la recherche forestière. Mémoire n° 79. 392 p.
- CHAMPS, J. DE, G. TOUZET et J.-Cl. HEINRICH, 1978. *La culture du sapin douglas*. AFOCEL. 198 p.
- CHAPERON, H., 1989. *De l'intensification de la culture du pin maritime*. Dans : *Annales de recherches sylvicoles*, AFOCEL, 1988 : 286-326.
- KRAUSE, H.H., 1973. *Forest fertilization in eastern Canada, with emphasis on New Brunswick studies*. Dans : *Forest Fertilization Symposium Proceedings*. USDA, Forest Serv. Tech. Report NE-3 : 188-206.
- MALM, D., 1992. *Forest fertilization in Sweden*. Skogens Gödslings AB [Köping, Suède]. 4 p.
- PRITCHETT, W.L. et J.W. GOODING, 1974. *Fertilizer recommendations for pines in the southeastern coastal plain of the United States*. CRIFF Annual Report. 23 p.
- PRITCHETT, W.L. et W.H. SMITH, 1968. *Fertilizing slash pine on sandy soils of the lower coastal plain*. Dans : C.T. Youngberg et C.B. Davey, éd. *Tree growth and forest soils*. Proceedings of the Third North American Forest Soils Conference. Oregon State University Press : 19-43.
- SAFFORD, L.O., 1973. *Forest fertilization in the Eastern United states : Conifers*. Dans : *Forest Fertilization Symposium Proceedings*. USDA Forest Serv. Tech. Report NE-3 : 206-211.
- SHEEDY, G., 1986. *Quelques résultats de fertilisation dans deux plantations de pin gris du centre du Québec*. Québec, MER, Dir. de la rech. et du développement. Note de recherche forestière n° 29. 17 p.
- SHEEDY, G., 1993. *La fertilisation des plantations. Résultats de dix ans pour 34 plantations résineuses*. Québec, min. des Forêts, Dir. de la recherche. Note de recherche forestière n° 52. 18 p.
- SHEEDY, G. et C. THOMASSIN, 1994. *Concentrations moyennes en éléments dans les aiguilles des plantations résineuses du Québec*. Québec, MRN, Dir. de la recherche forestière. Rapport interne n° 386. 16 p.
- SHEEDY, G., 1995. *Fertilisation d'une plantation de pin gris du centre du Québec : résultats de dix ans*. Québec, MRN, Dir. de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 65. 10 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.

**Annexe. Liste des principaux traitements de fertilisation appliqués dans un ou plusieurs dispositifs<sup>1</sup>**

Traitement n°	Élément (kg/ha) N-P-K	Quantité d'engrais par placette de 100 m <sup>2</sup> (kg) <sup>2</sup>					Quantité d'engrais par plant (g) <sup>3</sup> (rayon de 0,85 m)					
		U	NA	TSP	KCl	SKMg	U	NA	TSP	KCl	SKMg	
1 Témoin												
2 N5	N50	1,11	1,47				25	33				
3 N7	N75	1,66	2,20				37	49				
4 N10	N100	2,22	2,94				50	66				
5 N15	N150	3,33	4,41				75	99				
6 N25	N250	5,55	7,35				125	165				
7 P5	P50			2,54					57			
8 P7	P75			3,81					85			
9 P10	P100			5,08					114			
10 P15	P150			7,62					170			
11 P20	P200			10,2					228			
12 K2	K25				0,50	1,36					11	30
13 K5	K50				1,00	2,73					22	61
14 K7	K75				1,50	4,09					33	91
15 K10	K100				2,00	5,46					44	122
16 N5P5K5	N50-P50-K50	1,11	1,47	2,54	1,00	2,73	25	33	57	22	61	
17 N7P5	N75-P50	1,66	2,20	2,54			37	49	57			
18 N7K5	N75-K50	1,66	2,20		1,00	2,73	37	49	22	61		
19 N7P5K2	N75-P50-K25	1,66	2,20	2,54	0,50	1,36	37	49	57	11	30	
20 N7P5K5	N75-P50-K50	1,66	2,20	2,54	1,00	1,36	37	49	57	22	61	
21 N7P7	N75-P75	1,66	2,20	3,81			37	49	85			
22 N7K7	N75-K75	1,66	2,20		1,50	4,09	37	49	33	91		
23 N7P7K2	N75-P75-K25	1,66	2,20	3,81	0,50	1,36	37	49	85	11	30	
24 N7P7K7	N75-P75-K75	1,66	2,20	3,81	1,50	4,09	37	49	85	33	91	
25 N7P15K2	N75-P150-K25	1,66	2,20	7,62	0,50	1,36	37	49	170	11	30	
26 N10P5K5	N100-P50-K50	2,22	2,94	2,54	1,00	1,36	50	66	57	22	61	
27 N10P5	N100-P50	2,22	2,94	2,54			50	66	57			
28 N10K5	N100-K50	2,22	2,94		1,00	1,36	50	66		22	61	
29 N10P7K7	N100-P75-K75	2,22	2,94	3,81	1,50	4,09	50	66	85	33	91	
30 N10K10	N100-K100	2,22	2,94		2,00	5,46	50	66		44	122	
31 N10P10	N100-P100	2,22	2,94	5,08			50	66	114			
32 N10P10K10	N100-P100-K100	2,22	2,94	5,08	2,00	5,46	50	66	114	44	122	
33 N15P7K2	N150-P75-K25	3,33	4,41	3,81	0,50	1,36	75	99	85	11	30	
34 N15P15K15	N150P150-K150	3,33	4,41	7,62	3,00	8,19	75	99	170	66	183	

<sup>1</sup> Certains traitements consistent à appliquer un engrais complet (37-85-33) ou à répartir les fertilisants sur deux ou trois applications ; F78 = une application de 180 g/arbre de 10-10-10 en 1978.

<sup>2</sup> Type d'engrais : U = urée, 45 % N ; NA = nitrate d'ammonium, 34 % N ; TSP = superphosphate triple, 45 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ; KCl = chlorure de potassium, 60 % K<sub>2</sub>O ; SKMg = sulfate de potassium et de magnésium, 22 % K<sub>2</sub>O, 18 % MgO.

<sup>3</sup> Les nombres ont été arrondis à l'unité près.



Gouvernement du Québec  
Ministère des Ressources  
naturelles

**RN97-3106**

ISBN 2-550-32470-6

ISSN 0834-4833

Dépôt légal 1997

Bibliothèque nationale du Québec

Bibliothèque nationale du Canada

© 1997 Gouvernement du Québec