



Note de recherche forestière n° 76

Performance de 42 provenances d'Épinette du Colorado et de deux provenances d'Épinette d'Engelmann en plantation sur un site au Québec

Roger BEAUDOIN¹

F.D.C. 232.1 (047.3)(714)
L.C. SD 399.5

Résumé

Ce rapport présente les résultats d'un test de 42 provenances d'Épinette du Colorado et de deux provenances d'Épinette d'Engelmann après 20 ans de croissance en plantation. Le taux de mortalité de 48 % à 20 ans est principalement attribuable à un défaut d'adaptation des arbres. L'accroissement en hauteur est relativement lent en pépinière et durant les premières années de plantation. À 20 ans, les 15 meilleures provenances (Épinette du Colorado) ont une hauteur moyenne inférieure de 34 % à celle de la provenance témoin d'Épinette noire. L'Épinette du Colorado semble surtout intéressante pour la production d'arbres d'ornementation et les provenances n°s 27, 53 et 28 situées à la frontière du Colorado et du Nouveau-Mexique et la provenance n° 64 située dans la partie nord de l'Arizona ont à la fois, un nombre plus élevé d'arbres dont les aiguilles ont une coloration bleue recherchée, la meilleure croissance en hauteur et une bonne rusticité.

Mots-clés : épinette du Colorado, *Picea pungens*, épinette d'Engelmann, *Picea engelmannii*, test de provenances, survie, hauteur, coloration des aiguilles.

Abstract

Performance of 42 provenances of blue spruce and two provenances of Engelmann spruce planted on one Québec site. Field testing of 42 provenances of blue spruce and two provenances of Engelmann spruce were conducted in one location and evaluated 20 years after planting. Twenty years after planting mortality was 48 %, mainly the result of ill adapted trees. Height increment in the nursery and the first few years after planting was relatively slow. Mean height at 20 years of the 15 best provenances (blue spruce) was 34 % smaller than the mean height of the control provenance of black spruce. Blue spruce is especially valued for its appearance, and provenances No. 27, 53 and 28 located in the Colorado and New Mexico border area and provenance No. 64 located in northern Arizona were the best for blue color of needles, height growth and hardiness.

Key words : blue spruce, *Picea pungens*, Engelmann spruce, *Picea engelmannii*, provenance test, survival, height, foliage color.

¹ Ing.f., chargé de recherches en amélioration génétique des pins et responsable du réseau d'arboretums et des secteurs spéciaux de R-D en amélioration génétique.

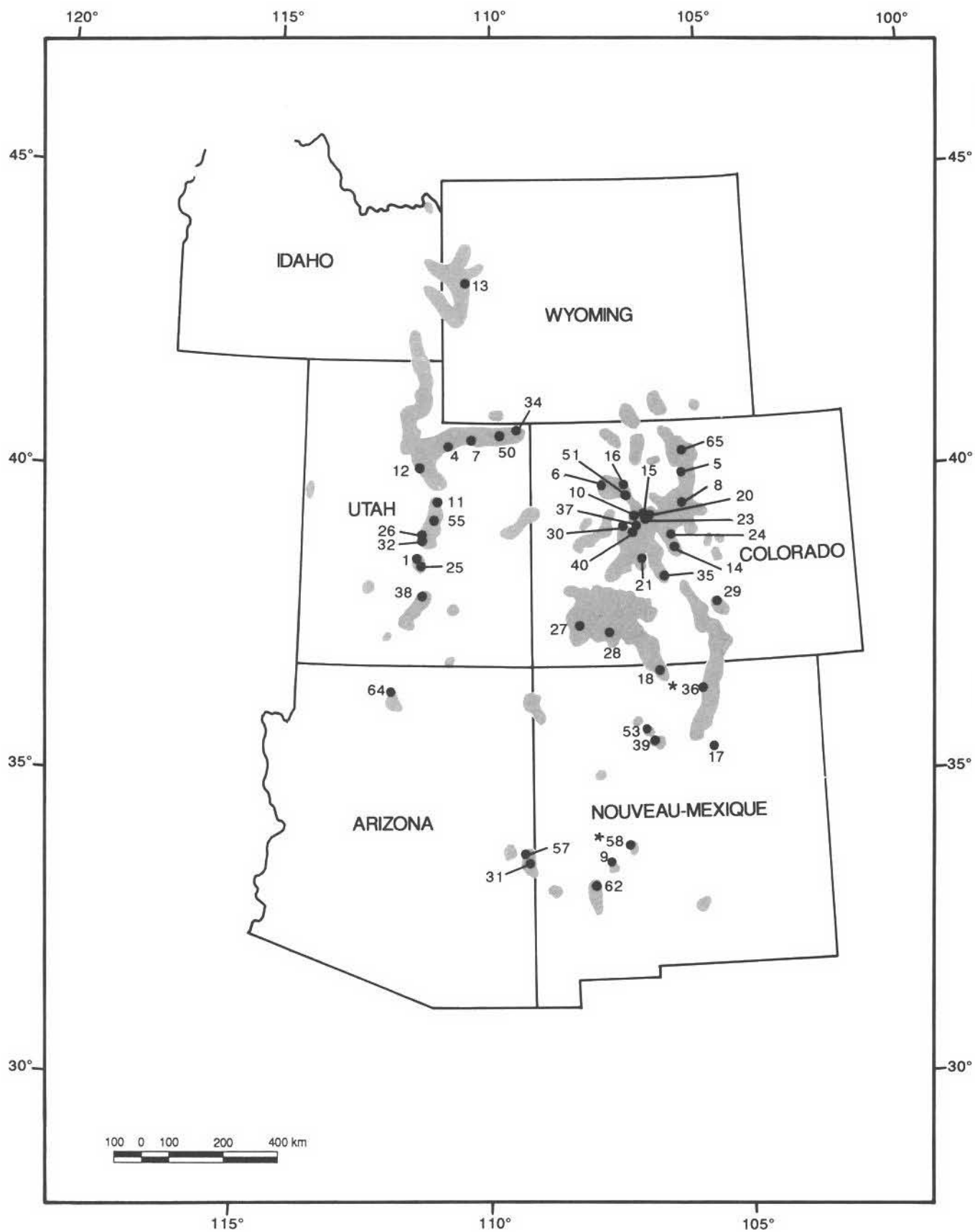


Figure 1. Localisation des provenances d'Épinette du Colorado dans l'aire de distribution de l'espèce.
 * 36 et 58 : provenances d'Épinette d'Engelmann. (D'après Little 1971 et Hanover 1970).

Introduction

L'Épinette du Colorado (*Picea pungens* Engelm.) est une espèce de haute altitude qui pousse naturellement dans les États du Colorado, Nouveau-Mexique, Arizona, Utah, Wyoming et Idaho. Cette espèce fait maintenant partie de notre paysage puisqu'elle est plantée comme arbre d'ornementation, depuis de nombreuses années, dans plusieurs villes et villages du Québec. Cet arbre est très apprécié pour la coloration bleue de ses aiguilles, sa branchaison dense et sa forme pyramidale.

La coloration des aiguilles peut varier, d'un arbre à l'autre, de verdâtre à bleue et ce caractère, dont le mécanisme d'héritabilité n'est pas entièrement connu, serait d'origine génétique (CRAM 1984). Il semble que la variation génétique entre les populations naturelles d'Épinette du Colorado, pour ce caractère, ne soit pas clonale mais plutôt écotypique (FECHNER 1990 dans BURNS et HONKALA 1990). Quant au taux de survie et à l'accroissement en hauteur, DAWSON et RUDOLF (1966) et HANOVER (1975) ont montré qu'ils pouvaient varier de façon significative entre les provenances.

L'objectif de l'étude est d'évaluer la performance des provenances de ces deux espèces et de choisir les sources de graines qui donnent le pourcentage le plus élevé d'arbres avec la coloration recherchée des aiguilles, la meilleure croissance et une bonne rusticité. À Lotbinière, la sélection et le greffage des arbres les plus intéressants parmi les meilleures provenances pourraient permettre de créer une variété polyclonale adaptée à une région géographique plus élargie.

Matériel et méthodes

Des semis (2+0) de 42 provenances d'Épinette du Colorado et de deux provenances d'Épinette d'Engelmann (*Picea engelmannii* Parry), cultivée à la pépinière d'East Lansing au Michigan, ont été obtenus en 1973 par l'intermédiaire de M. J. Hanover, de l'Université du Michigan. Les semis ont été repiqués en 1973 à la pépinière de Berthier et en 1974 à la pépinière de Duchesnay. Les lots de graines de ces provenances avaient été récoltés en forêt naturelle dans l'aire de distribution de l'Épinette du Colorado (figure 1). Chaque lot est formé des graines provenant d'un nombre d'arbres qui varie de 1 à 21, la moyenne étant de 7 (HANOVER 1970).

Les provenances situées au Colorado et celle du Wyoming font partie d'un climat tempéré continental alors que les autres provenances font partie d'un climat sec à tendance continentale ; la température moyenne du mois le plus chaud y est supérieure à 20 °C alors que la température moyenne du mois le plus froid y est inférieure à 0 °C ; les précipitations peu abondantes se produisent surtout en saison chaude (GOUROU *et al.* 1967).

Le site d'expérience est situé dans le domaine climacique de l'érablière à tilleul et de l'érablière à bouleau jaune (THIBAUT 1985). Le climat y est relativement chaud et humide. Le nombre moyen de jours sans gel est de 110 à

120 et le nombre de degrés-jours au-dessus de 5 °C (1951-1980) est de 1 650. Les précipitations totales annuelles sont de 1 230 mm (SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHÉRIQUE 1982a, 1982b, 1982c). Plusieurs plantations ont été réalisées avec ces provenances dans plusieurs États américains (BONGARTEN et HANOVER 1986) et une seule au Québec, à l'arboretum de Lotbinière (46° 30' N et 71° 55' O), en 1975.

Le dispositif de Lotbinière comprend six blocs incomplets non équilibrés. Les blocs sont constitués de parcelles linéaires auxquelles quatre plants d'une provenance donnée ont aléatoirement été attribués. L'espacement entre les plants est de 2,0 x 2,0 m. Une provenance témoin d'Épinette noire (n° 149, Parke) a été utilisée comme base de comparaison pour la croissance en hauteur et en diamètre. La hauteur moyenne des provenances d'Épinettes du Colorado et d'Engelmann variait de 9 à 26 cm au moment de la plantation (semis 2+1+1), la moyenne étant de 16,4 cm. La hauteur moyenne de la provenance d'Épinette noire (semis 2+0) était de 14 cm.

La hauteur des arbres a été mesurée après 1, 3, 5, 10, 15 et 20 ans de croissance en plantation ; la pousse annuelle après 1, 3, 5, 10 et 15 ans ; le DHP après 10, 15 et 20 ans. D'autres données (hauteur, DHP, pousse annuelle) ont été prises sur l'Épinette noire installée la même année, sur un sol semblable (loam sableux) dans un autre test situé à quelques dizaines de mètres du test étudié, afin de préciser davantage l'accroissement de la provenance témoin d'Épinette noire qui présentait un nombre réduit d'arbres.

Une analyse de groupement des provenances a été faite en considérant les variables hauteur moyenne et coefficient de variation de la hauteur à 1 an et 20 ans et le taux de survie à 20 ans.

La coloration des aiguilles de l'année a été évaluée à l'automne après 3, 15, 20 et 21 ans de croissance en plantation. L'évaluation a été faite sur chaque arbre vivant. L'échelle de coloration utilisée était graduée de 1 à 4. Le chiffre 1 désigne des arbres dont la coloration des aiguilles est verdâtre, 2 bleutée, 3 bleuâtre et 4 bleue.

Des données sur les caractères morphologiques des arbres comme le nombre de tiges, de fourches et de branches adventives ont été prises à 20 ans de croissance.

Résultats et discussion

Le taux de mortalité observé à l'automne de l'année de la plantation sur les Épinettes du Colorado et d'Engelmann, attribuable au choc de plantation, est de 4 %, tandis que le nombre d'arbres de la provenance d'Épinette noire a été réduit de 24 à 13 par une coupe accidentelle des arbres lors d'un entretien de la plantation en 1975. La mortalité des Épinettes du Colorado et d'Engelmann est semblable et elle a augmenté de façon presque linéaire jusqu'à l'âge de 10 ans pour atteindre à cet âge un taux de 39 % (figure 2). La mortalité s'est accrue moins rapidement par la suite pour atteindre un taux de 48 % à l'âge de 20 ans. Cette mortalité au fil des ans met en cause des mécanismes d'adaptation

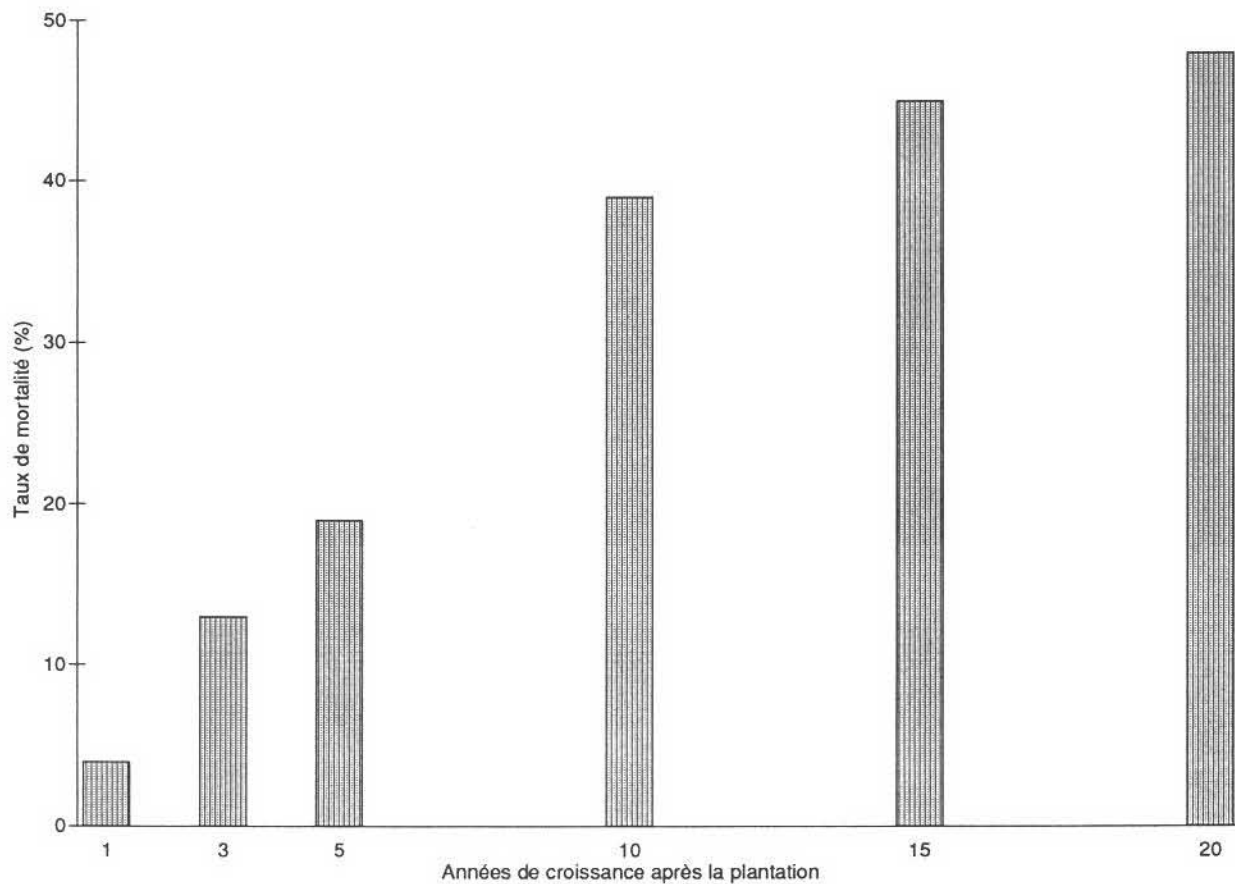


Figure 2. Taux de mortalité des Épinettes du Colorado et d'Engelmann.

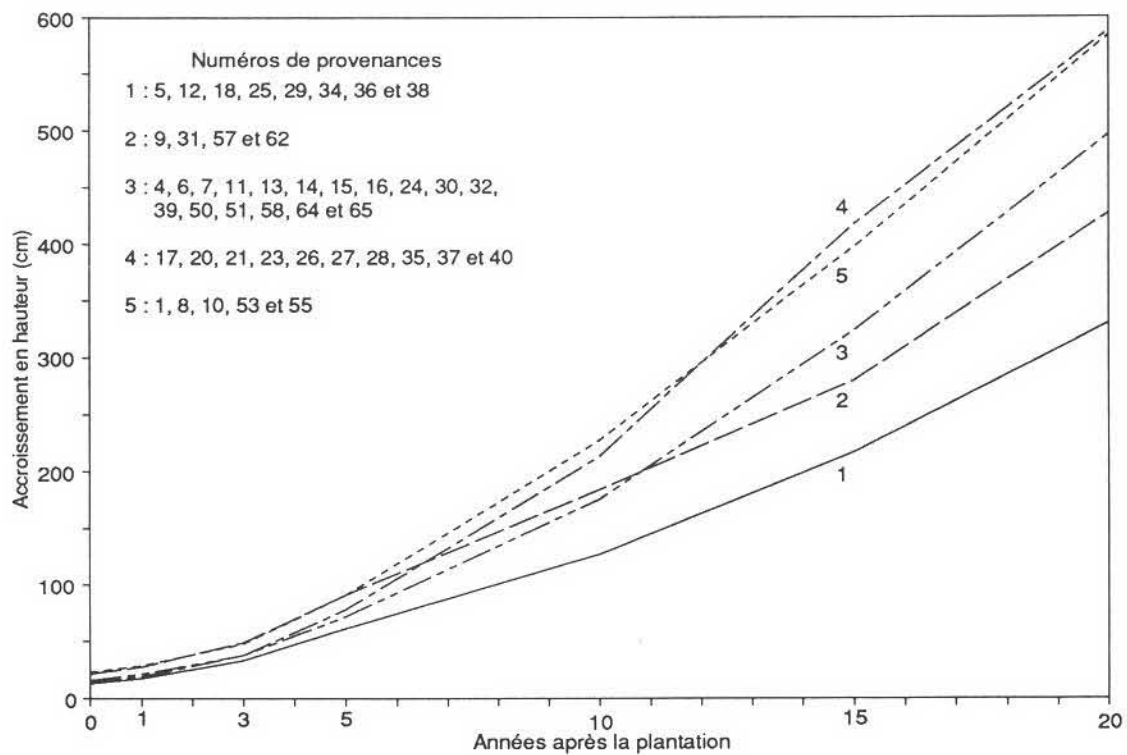


Figure 3. Accroissement en hauteur de groupes de provenances d'Épinettes du Colorado et d'Engelmann.

de ces deux espèces à une variation imprévisible de leur environnement, variation causée par le déplacement géographique important de ces provenances. D'après DEMARLY (1984), il existe une diversité génétique au sein des populations d'une espèce et la sélection naturelle agit donc essentiellement au niveau des individus, éliminant ou affaiblissant les uns, privilégiant les autres. La sélection a donc été sévère au cours des premières années après la plantation et la grande majorité des individus restant, après 20 ans, sont bien adaptés aux conditions de croissance à Lotbinière. L'altitude élevée de ces provenances (1848 à 2879 m) (HANOVER 1970) vient contrebalancer en partie l'effet négatif, sur le taux de mortalité, de la latitude du lieu d'origine des provenances par rapport à celle du lieu de plantation.

Le taux de mortalité varie de 13 à 75 % entre les provenances. Les provenances de l'Utah, celle du Wyoming et les provenances situées dans la partie nord du Colorado ont, en général, un taux de mortalité, à l'âge de 20 ans, plus élevé (moyenne 60 %) que celui (moyenne 40 %) des provenances de l'Arizona, du Nouveau-Mexique et de la partie sud et centrale du Colorado.

La hauteur moyenne varie de façon importante selon les provenances. La provenance qui semble la moins bien adaptée aux conditions de croissance à Lotbinière (provenance n° 34 Utah) a une hauteur moyenne de 164 cm seulement, à 20 ans. En se basant en partie sur les résultats des analyses de groupement et sur l'accroissement en hauteur des provenances depuis la pépinière jusqu'à 20 ans, les provenances d'Épinettes du Colorado et d'Engelmann ont été subjectivement réparties en cinq groupes de provenances (figure 3) :

- Un premier, formé des provenances ayant une croissance lente en pépinière (hauteur moyenne de 12,9 cm) et une faible croissance en plantation pour atteindre une hauteur moyenne de 330 cm à 20 ans. La provenance n° 34 fait partie de ce groupe même si par l'analyse de groupement on la considère différente des autres provenances.
- Un second, formé des provenances ayant une bonne croissance en pépinière et une croissance plus lente à partir d'entre 5 et 10 ans, c'est-à-dire lorsque les arbres dépassent l'épaisseur de la couche de neige au sol, pour atteindre une hauteur moyenne de 427 cm à l'âge de 20 ans. Dans l'étude de BONGARTEN et HANOVER (1986), l'ensemble des provenances a été réparti, selon différents critères, en cinq régions géographiques et le second groupe de provenances de notre étude correspond à l'une des régions identifiées, soit celle du sud.
- Un troisième groupe, formé des provenances dont l'accroissement moyen se rapproche sensiblement de celui de l'ensemble des provenances d'Épinette du Colorado et d'Engelmann, depuis les premières années de plantation jusqu'à 20 ans.
- Les quatrième et cinquième groupes ont une hauteur semblable à 20 ans (587 cm) excepté que la croissance en pépinière des provenances du groupe quatre

(14,5 cm) est plus lente que celle des provenances du groupe cinq (23 cm) ; cet écart sur la hauteur initiale s'est maintenu pendant plusieurs années après la plantation.

Les meilleures provenances pour la croissance en hauteur sont celles des groupes quatre et cinq ; ce sont toutes des provenances d'Épinette du Colorado et elles sont situées entre 35° et 40° de latitude nord, dans les États du Colorado, du Nouveau-Mexique et de l'Utah. L'altitude de ces provenances varie de 1970 à 2788 m, la moyenne est de 2450 m.

À 20 ans de croissance en plantation, la hauteur moyenne (796 cm) de la provenance d'Épinette noire est supérieure de 34 % à la hauteur moyenne (594 cm) des 15 meilleures provenances d'Épinette du Colorado (groupes quatre et cinq) et de 18 % à la hauteur moyenne (676 cm) de la meilleure provenance d'Épinette du Colorado (n° 28). Seuls les arbres restants après 20 ans de croissance ont été comparés à 1, 3, 5, 10, 15 et 20 ans (figure 4). De façon générale, la croissance en hauteur de l'Épinette noire est beaucoup plus rapide, au cours des 10 premières années de plantation, que celle des Épinettes du Colorado. La croissance lente en pépinière (HANOVER 1975) et durant les premières années de plantation (DAWSON et RUDOLF 1966, JONES 1975) a d'ailleurs été confirmée. L'Épinette noire a doublé sa hauteur dès la première année de croissance en plantation et sa supériorité de hauteur à 10 ans, sur les meilleures provenances d'Épinette du Colorado, était de 55 % (348 cm comparée à 224 cm). À partir de 10 ans jusqu'à 20 ans, la pousse annuelle de la provenance n° 28 est semblable à celle de la provenance d'Épinette noire (45 cm par année) tandis que durant la même période, l'accroissement moyen en hauteur des 15 meilleures provenances d'Épinette du Colorado est plus lent que celui de la provenance n° 28. Les accroissements de la provenance n° 28 et des 15 meilleures provenances d'Épinettes du Colorado sont semblables à 1, 3, 5 et 10 ans de croissance.

L'Épinette noire a tendance à faire moins de diamètre, au fil des ans, que les meilleures provenances d'Épinettes du Colorado. Le diamètre à hauteur de poitrine de la provenance n° 28 rejoint celui de la provenance d'Épinette noire vers l'âge de 16 ans après la plantation et devient supérieur de 12 % (142 mm comparé à 127 mm) à celui de la provenance d'Épinette noire à 20 ans ce qui veut dire une production probablement supérieure en volume de cette provenance d'Épinette du Colorado sur l'Épinette noire à partir de 20 ans, si la tendance se maintient. Le croisement de ces deux espèces, en vue d'obtenir un hybride plus performant en diamètre que l'une des espèces parentales (l'Épinette noire), est très difficile (GORDON 1996).

La coloration des aiguilles varie de façon significative entre les provenances. Les provenances n° 27, 53 et 9 sont celles dont le pourcentage d'arbres, qui ont les aiguilles de coloration bleue, le plus élevé (28 à 59 %) (figure 5). D'autres provenances (n° 28, 29, 5 et 64) ont un pourcentage (36 à 78 %) assez élevé d'arbres dont les aiguilles ont une coloration bleuâtre ; les provenances n° 5 et 29 ont un accroissement en hauteur plus faible. La majorité des provenances qui ont le pourcentage le plus élevé d'arbres dont les aiguilles ont une coloration bleue et bleuâtre sont localisées

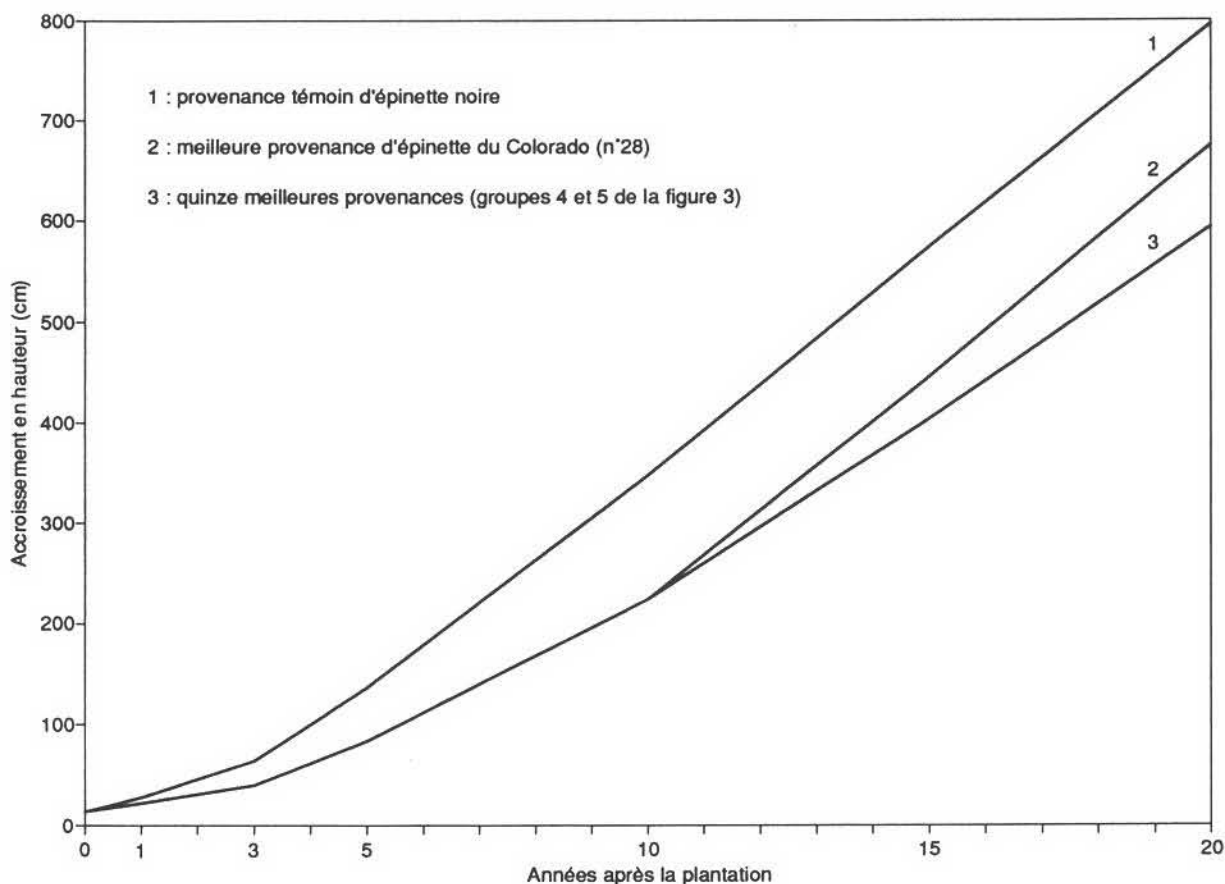


Figure 5. Accroissement en hauteur des meilleures provenances d'Épinette du Colorado comparé avec celui de la provenance témoin d'Épinette noire.

dans une zone près de la frontière entre le Colorado et le Nouveau-Mexique. Les provenances situées dans la partie nord de l'Utah (n°s 12, 4, 7, 50 et 34) et celle du Wyoming (n° 13) forment une zone où le pourcentage d'arbres qui ont une coloration bleuâtre et bleutée des aiguilles est égal à zéro. La provenance n° 62 est celle dont le pourcentage d'arbres ayant une coloration verdâtre des aiguilles est le plus élevé (75 %).

Les provenances situées dans la partie sud du Nouveau-Mexique (n°s 57, 31, 9, 62 et 58) et la provenance n° 39 sont plus affectées par la formation de tiges multiples, de fourches et de branches adventives que les autres provenances d'Épinettes du Colorado et d'Engelmann. En moyenne, 45 % des arbres de ces provenances ont au moins une fourche et 29 % ont une tige multiple alors que ces pourcentages sont respectivement de 11 et 10 % pour les autres provenances d'Épinette du Colorado et d'Engelmann. Ces provenances semblent plus sensibles au gel hâtif des bourgeons et les dégâts se manifestent surtout dans les deux premiers mètres au-dessus du sol.

Conclusion

La sélection naturelle des sujets les mieux adaptés génétiquement à un lieu de plantation, où les conditions de croissance sont différentes de celles du lieu d'origine des provenances, se fait après un certain nombre d'années de croissance en plantation. À 5 ans de croissance en plantation, les provenances n°s 9, 31, 57 et 62 (groupe deux à la figure 3) étaient parmi les meilleures pour la croissance en hauteur et cependant, elles se sont classées inférieures de 18 % à la hauteur moyenne de l'ensemble des provenances d'Épinettes du Colorado et d'Engelmann, à l'âge de 20 ans.

La hauteur moyenne des meilleures provenances d'Épinette du Colorado est inférieure, à 20 ans de croissance en plantation, à la hauteur moyenne de la provenance témoin d'Épinette noire. Une provenance d'Épinette du Colorado (n° 28) a une production en volume supérieure à celle de l'Épinette noire à partir de 20 ans à cause d'un meilleur accroissement en diamètre. L'Épinette du Colorado est toutefois désavantagée par sa croissance lente en pépinière et au cours des premières années après la plantation et risque d'être beaucoup plus affectée par la végétation compétitrice.

L'intérêt le plus évident de l'utilisation de l'Épinette du Colorado est sans doute dans la production d'arbres pour l'ornementation (coloration bleue des aiguilles) et comme brise-vent sur les abords des routes et autoroutes (plus grande tolérance aux embruns salins que d'autres espèces de conifères, BEAUDOIN 1992). Les provenances n^{os} 27, 53, 28 et 64 sont les plus intéressantes à cause du pourcentage élevé d'arbres dont les aiguilles ont une coloration bleue, leur bonne croissance et leur rusticité.

Remerciements

L'auteur désire remercier sincèrement M. J.W. Hanover, professeur au département de foresterie de l'Université du Michigan, et ses collaborateurs qui ont offert les plants aux responsables de la pépinière de Berthier de l'époque, MM. Jean-Paul Campagna et Yves Lamontagne qui, après avoir cultivé les plants pendant un certain temps, nous ont légué ce matériel ; M. Gilles Vallée qui a fait la planification du dispositif ; les techniciens forestiers du Service de l'amélioration des arbres, MM. Serge Morin et François Caron qui ont procédé à l'implantation du test de provenances et à la prise des données ; le technicien en arts graphiques M. Lévis Beaulieu, pour la préparation des figures ; Mmes Carmelle Beaulieu et Josianne Deblois, statisticiennes de la Direction de la recherche forestière du ministère des Ressources naturelles, qui ont effectué le traitement des données et participé à l'interprétation des résultats ; MM. Fabien Caron, Gilles Vallée, Stéphan Mercier et madame Marie-Josée Mottet, de la Direction de la recherche forestière, et M. Gaétan d'Aoust, du Service canadien des forêts, qui ont réalisé la révision du texte (M. Caron a aussi réalisé l'édition et la publication de cette note de recherche) ; M. Denis Ferland, auxiliaire en informatique, qui nous a assisté dans l'établissement des statistiques descriptives et Mme Mariette Fournier pour la dactylographie.

Références

- BEAUDOIN, R., 1992. *Observations sur la tolérance aux embruns salins d'espèces ligneuses en plantation aux abords des autoroutes*. For. Chron. 68(4) : 496-502.
- BONGARTEN, B.C. et J.W. HANOVER, 1986. *Provenance variation in blue spruce (picea pungens) at eight locations in the northern United States and Canada*. Silvae Genet. 35(2-3) : 67-74.
- BURNS, R.M. et B.H. HONKALA, 1990. *Silvics of North America. Volume 1, Conifers*. U.S.D.A. For. Serv., Washington, Agric. Hand. No 654. 675 p.
- CRAM, W.H., 1984. *Needle color and vigor of inbred progenies of Picea pungens*. HortSci. 19(1) : 125-126.
- DAWSON, D.H. et P.O. RUDOLF, 1966. *Performance of seven seed sources of blue spruce in central North Dakota*. U.S.D.A. For. Serv., Res. Note NC-5. North Central Forest Experiment Station, St. Paul, MN. 4 p.
- DEMARLY, Y., 1984. *Mécanismes génétiques de l'adaptation chez les végétaux*. Bull. Soc. bot. Fr. 131 (Actual. bot. 1) : 125-137.
- GORDON, A.G., 1996. *The sweep of a boreal in time and space, from forest formations to genes, and implications for management*. For. Chron. 72(1) : 19-30.
- GOUROU, P., F. GRENIER et L.-E. HAMELIN, 1967. *Atlas du monde contemporain*. Montréal, Éditions du Renouveau pédagogique. 107 p.
- HANOVER, J. W., 1970. *Compilation of seed source information of blue spruce* : 451-489.
- HANOVER, J.W., 1975. *Genetics of blue spruce*. U.S.D.A. For. Serv., Res. Paper WO-28. Wash., DC. 12 p.
- JONES, J.R., 1975. *A southwestern mixed conifer plantation. Case history and observations*. U.S.D.A. For. Serv. Res. Note RM-148. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, CO. 8 p.
- LITTLE, E.L., 1971. *Atlas of United States trees. Volume 1. Conifers and important hardwoods*. U.S.D.A. For. Serv. Misc. Pub. 1146.
- SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHÉRIQUE, 1982a. *Normales climatiques au Canada. Vol. 6 : gel 1951-1980*. Environnement Canada, Ottawa. 276 p.
- SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHÉRIQUE, 1982b. *Normales climatiques au Canada. Vol. 4 : degrés-jours 1951-1980*. Environnement Canada, Ottawa. 280 p.
- SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHÉRIQUE, 1982c. *Normales climatiques au Canada : températures et précipitations 1951-1980*. Environnement Canada, Ottawa. 216 p.
- THIBAUT, M., 1985. *Les régions écologiques du Québec méridional. Deuxième approximation*. Gouv. du Québec, min. de l'Énergie et des Ressources, Serv. de la rech. et Serv. de la carto. Carte au 1 : 1 250 000.

RN96-3090

ISBN 2-550-30652-X

ISSN 0834-4833

Dépôt légal 1996

Bibliothèque nationale du Québec

Bibliothèque nationale du Canada

© 1996 Gouvernement du Québec



Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources
naturelles