O.D.C. 242 — — 01 (047.3) (714) 174.7 L. C. SD 396.5 B

GOUVERNEMENT
DU QUÉBEC

MINISTÈRE DES TERRES
ET FORÊTS

SERVICE DE LA RECHERCHE

MÉMOIRE NO 1
1970

L'EFFET D'UNE COUPE D'ÉCLAIRCIE DANS UN PEUPLEMENT DENSE D'ÉPINETTES ET DE SAPIN BAUMIER ÂGÉ DE 45 ANS AU SUD-EST DE QUÉBEC

par Valère Bertrand et Hassanali Bolghari

VALÈRE BERTRAND est à l'emploi du ministère des Terres et Forêts du Québec depuis onze ans. Après avoir obtenu son diplôme de bachelier en sciences appliquées (génie forestier) à l'université Laval en 1959, il a débuté sa carrière au district forestier de Rouyn-Témiscamingue où il était surtout chargé des travaux de restauration forestière et de renseignements forestiers. En 1964, le ministère l'autorisa pour une période de deux ans à se spécialiser en sylviculture à la même université. Maître en sciences forestières en 1966, il a été affecté au Service de la restauration forestière jusqu'au moment d'être muté au Service de la recherche lors de sa formation en 1967. Depuis cette date, il est chargé de recherche en sylviculture à ce service.

HASSANALI BOLGHARI est bachelier en sciences appliquées (agronomie et foresterie) de l'université de Téhéran (IRAN) et bachelier en sciences appliquées (génie forestier) de la faculté de Foresterie et de Géodésie de l'université Laval. En 1966, cette université lui décernait le diplôme de maîtrise en sciences forestières (sylviculture). Au ministère des Terres et Forêts du Québec depuis 1966, il a été affecté d'abord au Service de la restauration forestière, puis en 1967, il est passé au nouveau Service de la recherche à titre de chargé de recherche en sylviculture.

L'EFFET D'UNE COUPE D'ÉCLAIRCIE DANS UN PEUPLEMENT DENSE D'ÉPINETTES ET DE SAPIN BAUMIER ÂGÉ DE 45 ANS AU SUD-EST DE QUÉBEC

par

Valère BERTRAND et Hassanali BOLGHARI

Mémoire nº 1

SERVICE DE LA RECHERCHE
DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PLANIFICATION
MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS DU QUÉBEC

1970

RÉSUMÉ

Au cours de l'été 1959, le ministère des Terres et Forêts du Québec a entrepris une expérience d'éclaircie commerciale d'un peuplement de sapin et d'épinettes, âgé de 45 ans, dans la réserve forestière de Daaquam, comté de Bellechasse. L'étude avait pour buts de connaître l'effet des coupes d'éclaircie sur l'accroissement et sur la production du peuplement résiduel, et aussi d'obtenir des indications culturales pouvant être appliquées à l'aménagement sylvicole des forêts semblables de la région.

Même si l'éclaircie pratiquée a été de faible intensité et par le bas, l'analyse des résultats décennaux de cette expérience montre que la croissance en diamètre du sapin et de l'épinette a été stimulée d'une façon significative. Pendant cette période, l'accroissement net en surface terrière a quadruplé, alors que l'accroissement en volume total a doublé. De plus, on a obtenu une augmentation de 493 pieds cubes à l'acre (*34,5 m^3/ha*) en volume marchand et la mortalité naturelle a diminué sensiblement. Pour bénéficier à un plus haut degré de l'ensemble de ces avantages, il est recommandable de garder une surface terrière totale résiduelle variant entre 130 et 140 pieds carrés à l'acre (*30 et 32 m^2/ha*) après l'éclaircie des peuplements semblables de la région.

SUMMARY

During the summer of 1959, the Quebec Department of Lands and Forests undertook an experiment in commercial thinning of a 45-year-old fir and spruce stand, in the Daaquam forest reserve, Bellechasse County. The study was aimed at learning the effect of thinning on the growth and on the yield of the residual stand as well as to obtain silvicultural data which could be applied to the management of similar forests in the region.

Even if the treatment was a light low thinning, analysis of the decennial results of this experiment shows significant stimulation of the diameter growth of the fir and spruce. During this period, the net increment in basal area quadrupled while the net increment in total volume doubled. Moreover, an increase of 493 cubic feet per acre (*34,5 m^3/ha*) was obtained in the merchantable volume, and the natural mortality rate decreased noticeably. In order to receive the greatest benefit from all these advantages, it is advisable to keep a total residual basal area between 130 and 140 square feet per acre (*30 and 32 m^2/ha*) after thinning similar stands in the region.

REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin, ont gracieusement fourni leur aide ou leurs conseils pour la réalisation du présent travail. Mentionnons particulièrement le professeur Paul-Émile Vézina, Ing.F., D.Sc., directeur du département d'Aménagement et de Sylviculture à la faculté de Foresterie et de Géodésie de l'université Laval ; M. Jean Smith, Ing.F., qui était directeur de l'ancien Bureau de sylviculture et de botanique du ministère des Terres et Forêts ; M. Pierre Dorion, Ing.F., M.Sc.F., M.F., directeur de la recherche et M. Yvon Richard, Ing.F., Ph.D., chargé de recherche, tous deux du ministère des Terres et Forêts et, enfin, le personnel du Bureau des procédés et méthodes mécanographiques du même ministère.

TABLE DES MATIÈRES

page

RÉSUMÉ III

REMERCIEMENTS V

TABLE DES MATIÈRES VII

LISTE DES TABLEAUX IX

LISTE DES FIGURES IX

INTRODUCTION 1

DESCRIPTION DU MILIEU 3

MÉTHODES 7

RÉSULTATS 11

- Accroissement en diamètre 11
- Accroissement en surface terrière 13
- Accroissement en volume total 13
- Accroissement en volume marchand 13
- Mortalité 14

DISCUSSION 17

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS 19

RÉFÉRENCES 20

APPENDICE Coefficients utilisés pour convertir les mesures canadiennes en mesures métriques (Rennie, 1967) 21

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU I Caractéristiques du peuplement immédiatement après l'éclaircie en 1959 et 10 ans plus tard 9

TABLEAU II Test de signification des différences entre les moyennes de l'accroissement décennal en diamètre par rapport aux classes de diamètre en 1959 du sapin et de l'épinette traités et non traités (témoins) 12

TABLEAU III Accroissement décennal brut et net en volume total, en volume marchand et en surface terrière dans les places traitées et témoins 13

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 Localisation de la réserve forestière de Daaquam du comté de Bellechasse 4

FIGURE 2 Localisation des places d'étude dans la réserve forestière de Daaquam du comté de Bellechasse 5

FIGURE 3 Accroissement décennal en diamètre du sapin et de l'épinette par rapport aux classes de diamètre en 1959 11

FIGURE 4 Accroissement décennal en diamètre du sapin et de l'épinette de 3.6 pouces (*9,1 cm*) et plus à hauteur de poitrine par rapport à la surface terrière résiduelle en 1959 12

FIGURE 5 Courbes de fréquence cumulative montrant la distribution des diamètres du sapin et de l'épinette en 1959 et en 1969 pour les places d'étude traitées et témoins 15

FIGURE 6 Accroissement décennal net et brut en surface terrière par rapport à la surface terrière résiduelle en 1959 16

FIGURE 7 Accroissement décennal net et brut en volume total par rapport à la surface terrière résiduelle en 1959 16

INTRODUCTION

Le sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.) et l'épinette (*Picea mariana* (Mill.) BSP. et *Picea rubens* Sarg.)[1], soit les deux essences parmi les plus importantes au point de vue économique au Québec, forment des peuplements denses qui couvrent une grande superficie dans plusieurs comtés de la rive sud du fleuve Saint-Laurent. Dans ces forêts, la mortalité naturelle est relativement élevée surtout à cause de la forte densité des peuplements. Après la coupe à blanc conventionnelle, la proportion du sapin, qui est une essence plus prolifique que l'épinette, augmente rapidement. Vu l'importance économique de l'épinette comparativement à celle du sapin et aussi la susceptibilité du développement de carie chez ce dernier surtout dans les endroits où le drainage est déficient, il serait préférable de traiter ces forêts de manière à les garder en peuplements mélangés à prédominance d'épinettes.

A la lumière de ces quelques constatations, il appert que des coupes d'éclaircie commerciale effectuées dans ces peuplements denses à partir de l'âge de 40 ans permettraient de récolter la partie de la production qui serait perdue par la mortalité naturelle et de raccourcir la durée totale de la révolution. Ce dernier avantage, au point de vue économique, est extrêmement important selon Pardé (1964). De plus, avec une stimulation de l'accroissement en diamètre et une diminution du nombre de tiges à l'unité de surface à la suite de ce traitement, on peut obtenir une réduction du coût d'exploitation lors des éclaircies subséquentes et au moment de la coupe finale. Dans une exploitation mécanisée, cette réduction peut atteindre 40 pour 100 d'après Newnham (1969) et Manthy *et al.* (1968). Enfin, ces coupes d'éclaircie commerciale pourraient être conduites de façon à favoriser l'épinette au détriment du sapin plus ou moins carié dépendant du drainage de la station.

A cette fin et dans le but d'obtenir des indications culturales pour augmenter le rendement de ces forêts, le ministère des Terres et Forêts du Québec a effectué en 1959 une coupe d'éclaircie commerciale et expérimentale dans un peuplement équienne de sapin associé à l'épinette dans la réserve forestière de Daaquam, comté de Bellechasse. Le total de la superficie traitée a été de 42 acres (*17 ha*). A l'automne 1966, le Service de la restauration forestière de ce ministère confiait aux auteurs du présent mémoire la tâche de poursuivre ce projet de recherche. Ceux-ci présentèrent les résultats quinquennaux[2] de cette expérience devant les membres de la Corporation des Ingénieurs forestiers du Québec lors de la 47ième Assemblée générale annuelle qui avait lieu à Québec à l'automne 1967. Les auteurs ont ensuite continué ce projet de recherche au Service de la recherche lors de sa formation en 1967.

Les places d'étude permanentes établies au moment de la coupe en 1959 ont été remesurées de nouveau 10 ans plus tard, soit en 1969. Le présent travail traite des résultats décennaux de cette expérience.

---

[1] Il s'agit d'épinettes noire ou rouge et souvent d'hybrides (épinette noire X épinette rouge) (Vézina et Paillé, 1967 et Holst, 1962).

[2] *Étude des coupes d'éclaircie dans un peuplement d'épinettes et de sapin baumier, âgé de 45 ans.* Par V. Bertrand et H. Bolghari, Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts, Québec, 1967.

DESCRIPTION DU MILIEU

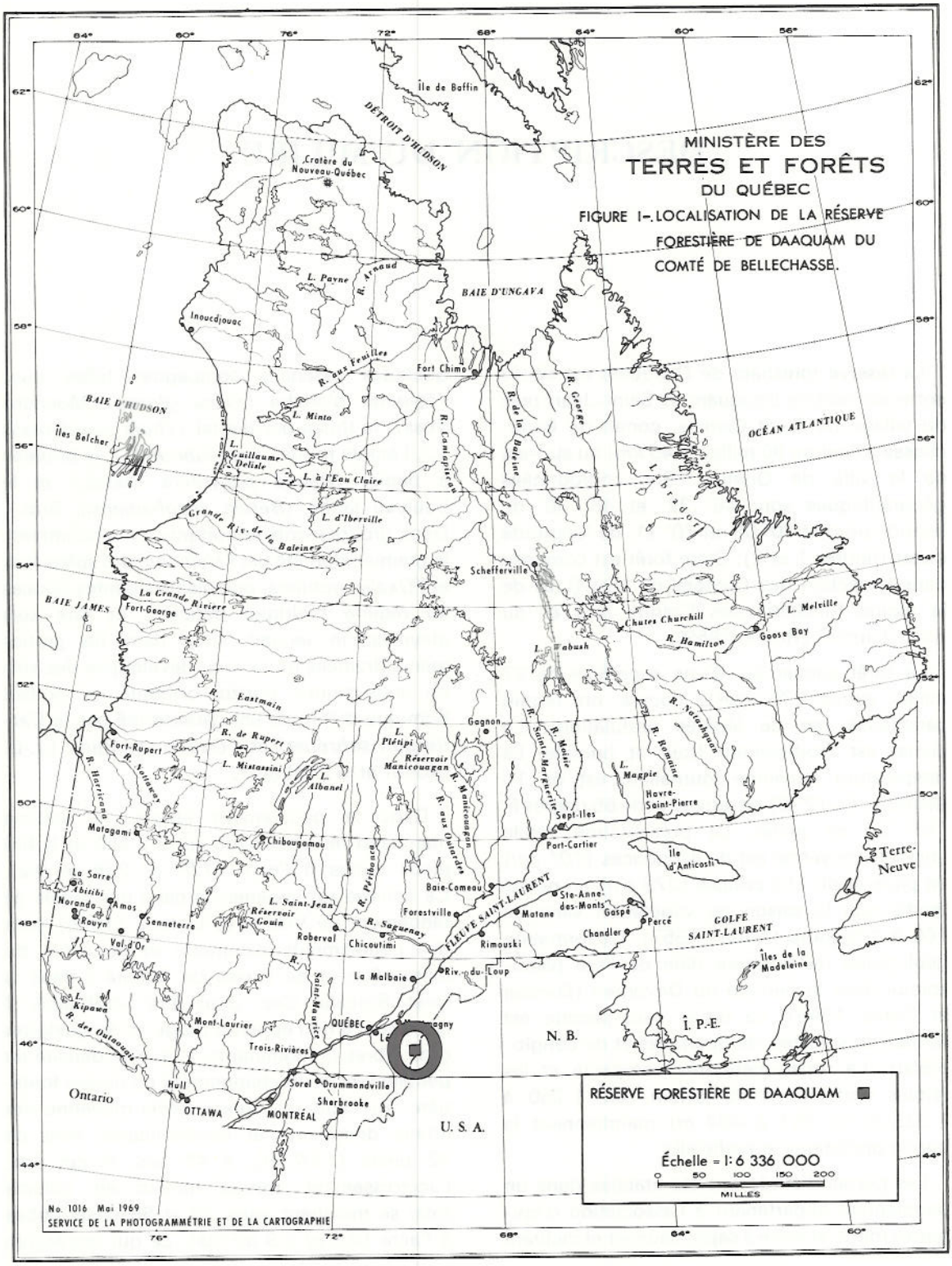
La réserve forestière de Daaquam est située entre les rivières Daaquam et Saint-Jean près du village de Saint-Camille, comté de Bellechasse à environ 90 milles (*145 km*) au sud-est de la ville de Québec. Ses coordonnées géographiques sont 46° 22′ et 46° 30′ de latitude nord et 70° 03′ et 70° 11′ de longitude ouest (figures 1 et 2). Cette forêt est comprise dans la section des Cantons de l'Est (L.5) de la région forestière des Grands lacs et du Saint-Laurent (Rowe, 1959).

La forêt concernée, d'une superficie de 27 milles carrés (*70 km*^{2}), couvre un terrain caractérisé par de légères ondulations. Le climat est modérément froid et humide. La température moyenne journalière est de 10 degrés F. (*—12° C*) en janvier et de 65 degrés F. (*18° C*) en juillet, La précipitation totale annuelle moyenne est de 40 pouces (*101 cm*) en pluie et de 110 pouces (*279 cm*) en neige, tandis que la saison de végétation varie de 160 à 175 jours (Anon., 1957). La formation géologique du territoire date de l'ère paléozoïque dans la période du Dévonien (Dresser et Denis, 1946). La roche sous-jacente est formée de schistes, de quartzites et de conglomérats. La roche-mère très compacte et les faibles ondulations du terrain (alt. 1 250 à 1 325 pi ou *381 à 404 m*) maintiennent la nappe phréatique superficielle.

Les places d'étude ont été établies dans un peuplement appartenant à l'association d'épinettes rouge et noire à sapin baumier et incluant quelques essences compagnes telles que: l'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss), le thuya occidental (*Thuja occidentalis* L.), l'érable rouge (*Acer rubrum* L.), le bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marsh.) et le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.). Deux groupements importants s'y rencontrent: le premier, dominé par l'*Hylocomium splendens* et l'*Oxalis montana*, colonise les pentes douces au régime hydrique déficient et aux sols gleyifiés; le second, situé dans les parties mieux drainées où se sont développés des sols du sous-groupe podzol orthique ou podzol humique-orthique, est caractérisé par le *Calliergon schreberi* et l'*Oxalis montana* (J.-L. Blouin et G. Vallée)[3].

Dans le peuplement étudié, le volume marchand résineux varie entre 2 550 et 3 400 pieds cubes à l'acre (*178 et 238 m*^{3}*/ha*). Ce volume est supérieur à celui des tables de rendement de Vézina et Linteau (1968) pour des peuplements d'épinette et de sapin du même âge et de classe de fertilité I dans la forêt Boréale. Ceci peut être attribuable à la présence de l'épinette rouge et de quelques gros arbres prédominants, à la forte densité du peuplement et au changement de région forestière. En 1959, la hauteur totale moyenne des arbres dominants et co-dominants était de 42 pieds (*12,8 m*), à 45 ans. A cet âge, l'accroissement annuel moyen en volume total se maintient entre 70 et 85 pieds cubes à l'acre (*4,9 et 5,9 m*^{3}*/ha*), ce qui représente

[3] Communication personnelle


MINISTÈRE DES
TERRES ET FORÊTS
DU QUÉBEC
FIGURE I-. LOCALISATION DE LA RÉSERVE FORESTIÈRE DE DAAQUAM DU COMTÉ DE BELLECHASSE.
RÉSERVE FORESTIÈRE DE DAAQUAM
Échelle = 1: 6 336 000
0 50 100 150 200
MILLES
No. 1016 Mai 1969
SERVICE DE LA PHOTOGRAMMÉTRIE ET DE LA CARTOGRAPHIE
Île de Baffin
DÉTROIT D'HUDSON
Cratère du Nouveau-Québec
BAIE D'UNGAVA
L. Payne
R. Arnaud
Inoucdjouac
R. aux Feuilles
Fort Chimo
R. Caniapiscau
R. de la Baleine
R. George
BAIE D'HUDSON
Îles Belcher
L. Minto
L. Guillaume-Delisle
L. à l'Eau Claire
L. d'Iberville
Grande Riv. de la Baleine
OCÉAN ATLANTIQUE
Labrador
Schefferville
BAIE JAMES
La Grande Rivière
Fort-George
Chutes Churchill
R. Hamilton
L. Melville
Goose Bay
L. Kabush
R. Eastmain
Gagnon
R. de Rupert
Fort-Rupert
L. Plétipi
Réservoir Manicouagan
R. Saint-Maurice
R. Moisie
R. Romaine
R. Natashquan
L. Mistassini
L. Albanel
R. Harricana
R. Nottaway
R. Manicouagan
R. aux Outardes
L. Magpie
Havre-Saint-Pierre
Sept-Îles
Matagami
Chibougamau
Port-Cartier
Île d'Anticosti
Terre-Neuve
La Sarre
Abitibi
Noranda
Amos
Rouyn
Senneterre
Val-d'Or
L. Saint-Jean
Réservoir Gouin
R. Péribonca
Baie-Comeau
Forestville
FLEUVE SAINT-LAURENT
Ste-Anne-des-Monts
Gaspé
Matane
Percé
Chandler
GOLFE SAINT-LAURENT
Roberval
R. Saguenay
Chicoutimi
Rimouski
Îles de la Madeleine
R. Saint-Maurice
La Malbaie
Riv.-du-Loup
L. Kipawa
R. des Outaouais
Mont-Laurier
QUÉBEC
Lévis
Bagny
N. B.
Î. P.-E.
Trois-Rivières
Ontario
Hull
OTTAWA
Sorel
Drummondville
Sherbrooke
MONTRÉAL
U. S. A.

un peu plus de 2 pour 100 du volume total. Le nombre de sapins baumiers à l'unité de surface est en général supérieur à celui des épinettes. Par contre, l'épinette fournit une plus grande proportion du volume total et du volume marchand. La proportion de la surface terrière en sapin est presque égale à celle en épinette (tableau I). Le peuplement étudié est équienne et il semble être issu de coupes à blanc.

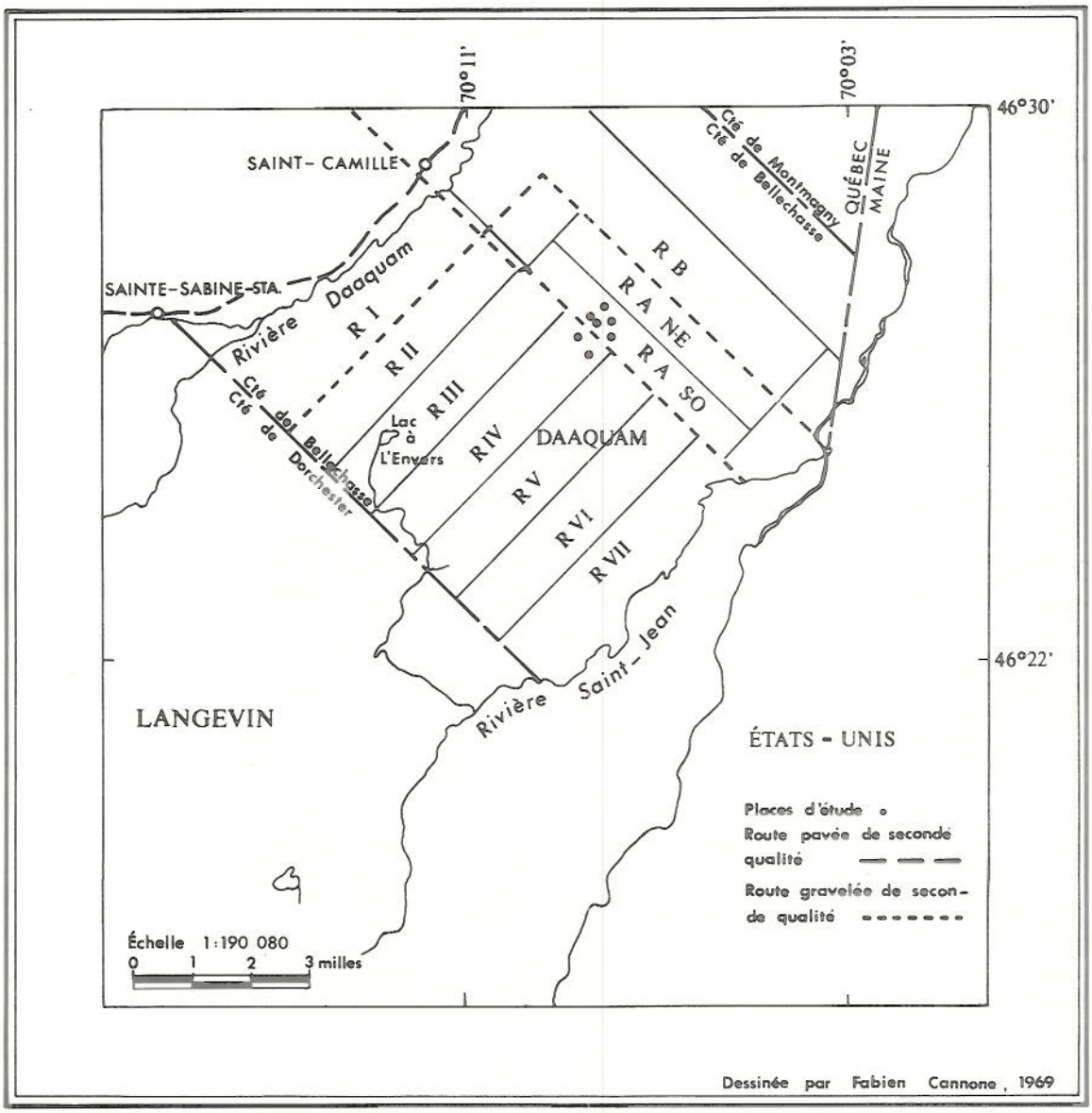


FIGURE 2-. Localisation des places d'étude dans la réserve forestière de Daaquam du comté de Bellechasse.

MÉTHODES

Au cours de l'été 1959, 7 places d'étude permanentes rectangulaires, soit 5 traitées (éclaircies) et 2 témoins (non éclaircies), furent établies dans la forêt de Daaquam suivant les instructions générales concernant l'établissement des places d'étude permanentes du ministère des Terres et Forêts du Québec (Anon., 1959).

Dans chaque place, d'une superficie de 0.2 acre (*0,08 ha*) et entourée d'une bordure de protection d'une demi-chaîne (*10 m*) de largeur, on nota l'essence et le diamètre à hauteur de poitrine (4.5 pi ou *1,37 m*) de tous les arbres de 0.6 pouce (*1,5 cm*) et plus, à cette hauteur. De plus, l'âge et la hauteur totale d'une vingtaine d'arbres dominants et codominants ont été évalués pour trouver l'indice de fertilité et l'âge moyen du peuplement traité.

La prise des notes et le martelage des arbres destinés à la coupe furent exécutés en se basant sur les considérations suivantes :

a) choisir et garder les arbres d'avenir parmi ceux qui semblent avoir une plus grande habileté de production qualitative et quantitative ;

b) favoriser l'épinette aux dépens du sapin surtout à cause de l'enracinement superficiel et de la présence de carie chez ce dernier ;

c) enlever les sujets malades, dépérissants et défectueux ;

d) abattre les concurrents qui entravent le bon développement des arbres d'avenir ;

e) maintenir l'équilibre biologique du milieu tout en favorisant certaines essences compagnes dont les noms ont déjà été cités précédemment ;

f) régulariser l'espacement entre les arbres résiduels de manière à redistribuer le potentiel de production de la station parmi les meilleurs sujets.

La coupe des arbres marqués a été effectuée de façon conventionnelle. Un tarif de cubage local pour le sapin et l'épinette a été préparé à partir des tarifs de cubage généraux de Tremblay (1966) modifiés pour tenir compte des arbres de 0.6 à 3.5 pouces (*1,5 à 8,9 cm*) inclusivement à hauteur de poitrine. A cette fin, un total de 350 arbres de ces deux essences du peuplement étudié ont été abattus et les mesures suivantes ont été prises sur chacune des tiges : les hauteurs totale et marchande ainsi que le diamètre avec écorce et l'épaisseur de l'écorce à hauteur de souche (0.5 pi ou *15,2 cm*), à hauteur de poitrine (4.5 pi ou *1,37 m*) et à la fin de chaque section de 4 pieds (*1,22 m*).

Le diamètre des arbres des places d'étude traitées et témoins fut remesuré dix ans plus tard, soit au cours de l'été 1969.

L'ensemble des données récoltées a fait l'objet d'analyses appropriées afin de déterminer les changements apportés par la coupe dans la structure du peuplement immédiatement après

l'éclaircie. D'après ces analyses, on constate que la coupe effectuée a été une éclaircie faible et par le bas, et que la quantité de bois récolté n'a pas dépassé en moyenne 467 pieds cubes à l'acre (*32,7 m³/ha*). Ces données ont également servi à déterminer pour chaque place d'étude le nombre total de tiges, leurs volumes total et marchand, leur surface terrière et leur diamètre moyen, immédiatement après le traitement en 1959 et après le remesurage en 1969. Le tableau I montre la moyenne de chacune de ces caractéristiques dendrométriques pour les places éclaircies et témoins. Le calcul de l'accroissement décennal moyen en diamètre par rapport aux classes de diamètre de 1959 a été effectué pour le sapin et l'épinette dont le d.h.p. est de 0.6 pouce (*1,5 cm*) et plus dans les places traitées et témoins (figure 3) ; après quoi, nous avons fait le test de signification des différences entre les moyennes de ces accroissements (tableau II). En outre, on a calculé la moyenne de l'accroissement décennal brut et net en volume total, en volume marchand et en surface terrière à l'acre (tableau III).

Tableau I

CARACTÉRISTIQUES DU PEUPLEMENT IMMÉDIATEMENT APRÈS L'ÉCLAIRCIE EN 1959 ET 10 ANS PLUS TARD[a]

Caractéristiques		Places éclaircies				Places témoins			
		1959		1969		1959		1969	
Nombre total de tiges/ac *tiges/ha*	Sapin baumier	1 023	*2 528*	773	*1 910*	992	*2 451*	640	*1 581*
	Épinette	688	*1 700*	604	*1 492*	750	*1 853*	587	*1 450*
	TOTAL[b]	1 720	*4 250*	1 383	*3 417*	1 765	*4 361*	1 240	*3 064*
Volume total net pi³/ac *m³/ha*	Sapin baumier	1 306	*91,4*	1 787	*125,0*	1 671	*116,9*	1 904	*133,2*
	Épinette	1 728	*120,9*	2 432	*170,2*	2 220	*155,3*	2 579	*180,5*
	TOTAL	3 034	*212,3*	4 219	*295,2*	3 891	*272,3*	4 483	*313,7*
Volume marchand pi³/ac *m³/ha*	Sapin baumier	820	*57,4*	1 366	*95,6*	1 185	*82,9*	1 541	*107,8*
	Épinette	1 542	*107,9*	2 236	*156,4*	1 970	*137,8*	2 361	*165,2*
	TOTAL	2 362	*165,3*	3 602	*252,0*	3 155	*220,8*	3 902	*273,0*
Surface terrière totale pi²/ac *m²/ha*	Sapin baumier	81	*18,60*	95	*21,81*	94	*21,58*	95	*21,81*
	Épinette	82	*18,82*	104	*23,88*	100	*22,96*	108	*24,79*
	TOTAL[b]	166	*38,11*	200	*45,91*	200	*45,91*	209	*47,98*
Diamètre moyen (po *cm*)		4.2	*10,7*	5.2	*13,2*	4.6	*11,7*	5.5	*14,0*

[a] Sauf le volume marchand, tous les arbres de 0.6 pouce (*1,5 cm*) et plus à hauteur de poitrine.

[b] Ces totaux comprennent le sapin, l'épinette et quelques essences compagnes.

RÉSULTATS

ACCROISSEMENT EN DIAMÈTRE

L'éclaircie a stimulé la croissance en diamètre des arbres du peuplement résiduel. Le sapin et l'épinette de toutes les classes de diamètre ont en effet réagi à la suite de cette coupe expérimentale (figure 3). D'après la figure 3, on constate que l'accroissement décennal moyen en diamètre par rapport aux classes de diamètre en 1959 diffère très peu aussi bien entre le sapin et l'épinette traités qu'entre le sapin et l'épinette non traités. Le test de signification des différences entre les moyennes de cet accroissement du sapin et de l'épinette l'indique pour la majorité des classes de diamètre (tableau II). Par contre, le tableau II révèle que, pour les classes de diamètre les plus représentées,

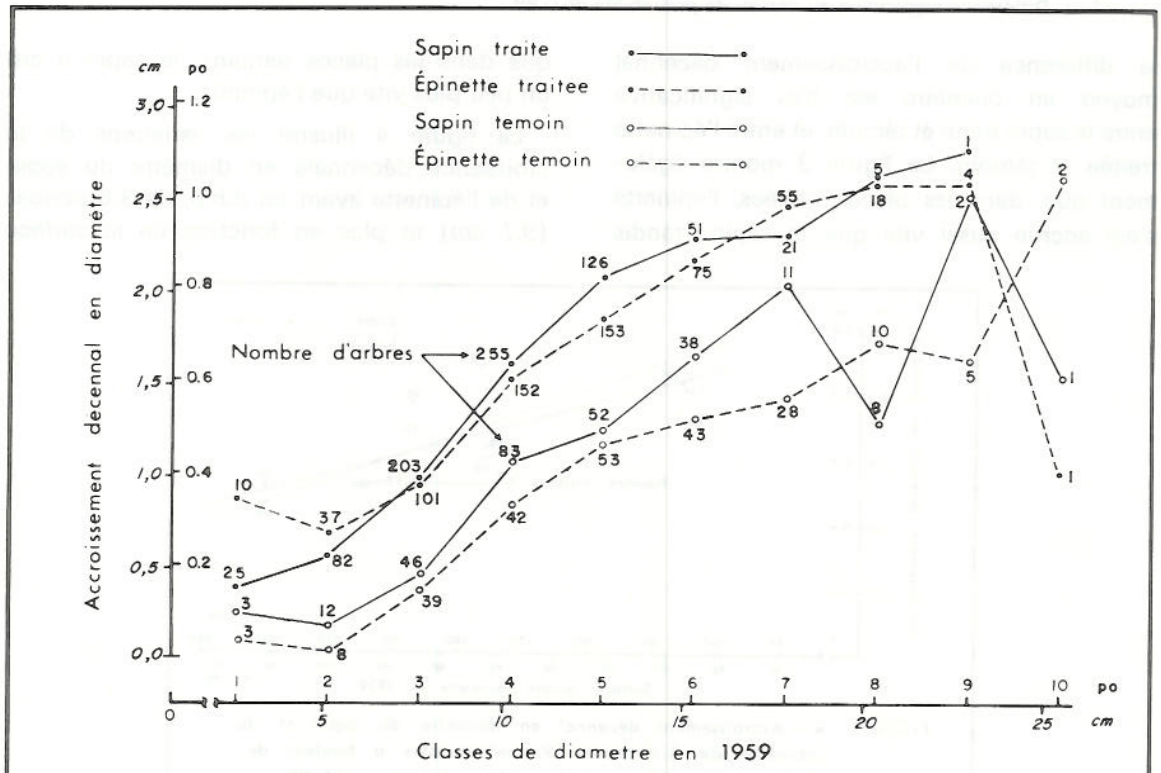


FIGURE 3 -. Accroissement décennal en diamètre du sapin et de l'epinette par rapport aux classes de diamètre en 1959.

Tableau II

TEST DE SIGNIFICATION DES DIFFÉRENCES ENTRE LES MOYENNES DE L'ACCROISSEMENT DÉCENNAL EN DIAMÈTRE PAR RAPPORT AUX CLASSES DE DIAMÈTRE EN 1959 DU SAPIN ET DE L'ÉPINETTE TRAITÉS ET NON TRAITÉS (TÉMOINS)

Classes de diamètre (pouces)	Places éclaircies	Places témoins	Épinette	Sapin
	Sapin vs Épinette	Sapin vs Épinette	Traitée vs Témoin	Traité vs Témoin
1	* *	N.S.	*	N.S.
2	N.S.	N.S.	*	*
3	N.S.	N.S.	* *	* *
4	N.S.	N.S.	* *	* *
5	*	N.S.	* *	* *
6	N.S.	*	* *	* *
7	N.S.	*	* *	N.S.
8	N.S.	N.S.	*	* *
9	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
10	—	—	N.S.	—

N.S. : Différence non significative.
* : Différence significative au niveau de probabilité de 0.95.
** : Différence signicative au niveau de probabilité de 0.99.

la différence de l'accroissement décennal moyen en diamètre est très significative entre le sapin traité et témoin, et entre l'épinette traitée et témoin. La figure 3 montre également que, dans les places traitées, l'épinette s'est accrue aussi vite que le sapin ; tandis que dans les places témoins, le sapin a crû un peu plus vite que l'épinette.

La figure 4 illustre les variations de la croissance décennale en diamètre du sapin et de l'épinette ayant un d.h.p. de 3.6 pouces (*9,1 cm*) et plus en fonction de la surface

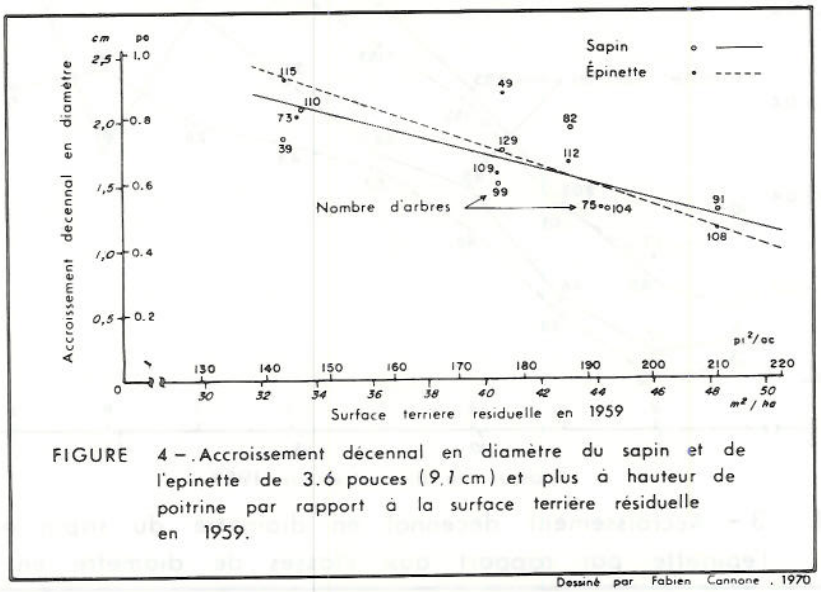


FIGURE 4 – Accroissement décennal en diamètre du sapin et de l'epinette de 3.6 pouces (9,1 cm) et plus à hauteur de poitrine par rapport à la surface terrière résiduelle en 1959.

Dessiné par Fabien Cannone, 1970

terrière résiduelle en 1959. Cette croissance diminue au fur et à mesure que la surface terrière totale résiduelle augmente. La diminution de la croissance est un peu plus forte dans le cas de l'épinette que dans le cas du sapin. La figure 4 montre aussi que l'augmentation de la croissance décennale en diamètre des tiges des places traitées, par rapport à celles des places témoins, peut atteindre 63 et 100 pour 100 pour le sapin et l'épinette respectivement. Cette augmentation de l'accroissement à la suite de l'intervention a eu pour effet de changer la répartition du nombre de tiges des deux essences par classes de diamètre de telle sorte qu'il a été possible d'obtenir un plus grand nombre de tiges de dimensions marchandes (figure 5).

ACCROISSEMENT EN SURFACE TERRIÈRE

L'accroissement net décennal en surface terrière a augmenté à la suite de l'éclaircie. Cet accroissement est en moyenne de 34 pieds carrés à l'acre (*7,80 m²/ha*) dans les places traitées comparativement à 9 pieds carrés à l'acre (*2,07 m²/ha*) dans les places non traitées (tableau III). L'accroissement net décennal en surface terrière diminue rapidement à mesure que la surface terrière totale résiduelle augmente ; alors que l'accroissement brut décennal en surface terrière baisse lentement avec l'augmentation de la surface terrière risiduelle (figure 6). D'après la figure 6, il semble que le maximum de l'accroissement net en surface terrière soit obtenu lorsqu'on a gardé à la suite de l'éclaircie une surface terrière résiduelle variant de 130 à 140 pieds carrés à l'acre (*30 à 32 m²/ha*).

ACCROISSEMENT EN VOLUME TOTAL

L'effet de l'éclaircie apparaît également sur l'accroissement net décennal en volume total. La moyenne de l'accroissement net décennal en volume total des places traitées et témoins est de 1 185 et 592 pieds cubes à l'acre (*82,9 et 41,4 m³/ha*) respectivement (tableau III). Ceci signifie que la moyenne de cet accroissement dans les places traitées depuis 10 ans est le double de celle des places témoins. L'accroissement net décennal en volume total diminue rapidement à mesure que la surface terrière totale résiduelle augmente ; tandis que l'accroissement brut décennal en volume total accuse une légère diminution avec l'augmentation de la surface terrière résiduelle (figure 7). Cette figure illustre bien, comme dans le cas de l'accroissement en surface terrière, que le maximum de l'accroissement net en volume total semble être atteint lorsque l'on maintient la surface terrière résiduelle entre 130 et 140 pieds carrés à l'acre (*30 et 32 m²/ha*).

ACCROISSEMENT EN VOLUME MARCHAND

La moyenne de l'accroissement net décennal en volume marchand dans les places traitées est de 1 240 pieds cubes à l'acre (*86,8 m³/ha*) comparativement à 747 pieds cubes à l'acre (*52,3 m³/ha*) dans les places témoins (tableau III). Ainsi, l'éclaircie a permis de produire en moyenne 493 pieds cubes de plus à l'acre (*34,5 m³/ha*) durant la décennie.

Tableau III

ACCROISSEMENT DÉCENNAL BRUT ET NET EN VOLUME TOTAL, EN VOLUME MARCHAND ET EN SURFACE TERRIÈRE DANS LES PLACES TRAITÉES ET TÉMOINS

Accroissement décennal		Places témoins		Places éclaircies	
En volume total	Brut	891	*62,4*	1 405	*98,3*
pi³/ac *m³/ha*	Net	592	*41,4*	1 185	*82,9*
En volume marchand	Brut	885	*61,9*	1 321	*92,4*
pi³/ac *m³/ha*	Net	747	*52,3*	1 240	*86,8*
En surface terrière	Brut	33.4	*7,67*	49.1	*11,27*
pi²/ac *m²/ha*	Net	9.0	*2,07*	34.0	*7,80*

MORTALITÉ

La mortalité naturelle, qui est la différence entre l'accroissement brut et net, est plus élevée dans les places témoins que dans les places éclaircies (tableau III). Comparativement à l'épinette, elle a été plus forte chez le sapin. Les arbres de petites dimensions, jusqu'à 4 pouces (*10 cm*) de d.h.p. inclusivement, sont ceux qui ont souffert le plus (figure 5). La cause principale de cette mortalité réside dans l'oppression des petits arbres par les gros. La mortalité en surface terrière et en volume total augmente à mesure que la surface terrière totale résiduelle devient plus grande (figures 6 et 7). En réduisant la surface terrière totale initiale lors de l'éclaircie, il a été possible de diminuer la mortalité naturelle d'une façon sensible.

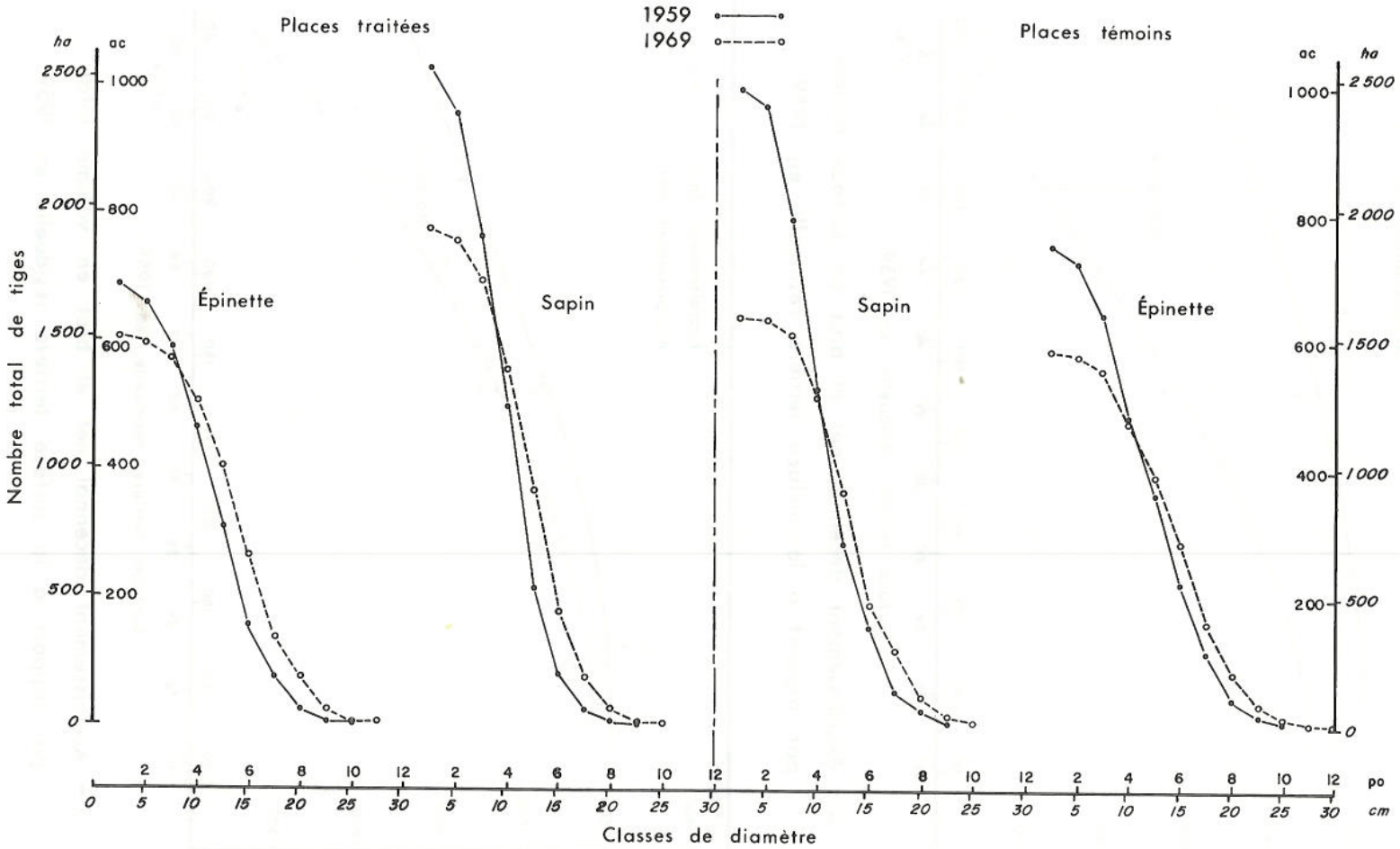


FIGURE 5 –. Courbes de fréquence cumulative montrant la distribution des diamètres du sapin et de l'épinette en 1959 et en 1969 pour les places d'étude traitées et témoins.

Dessiné par Fabien Cannone 1970

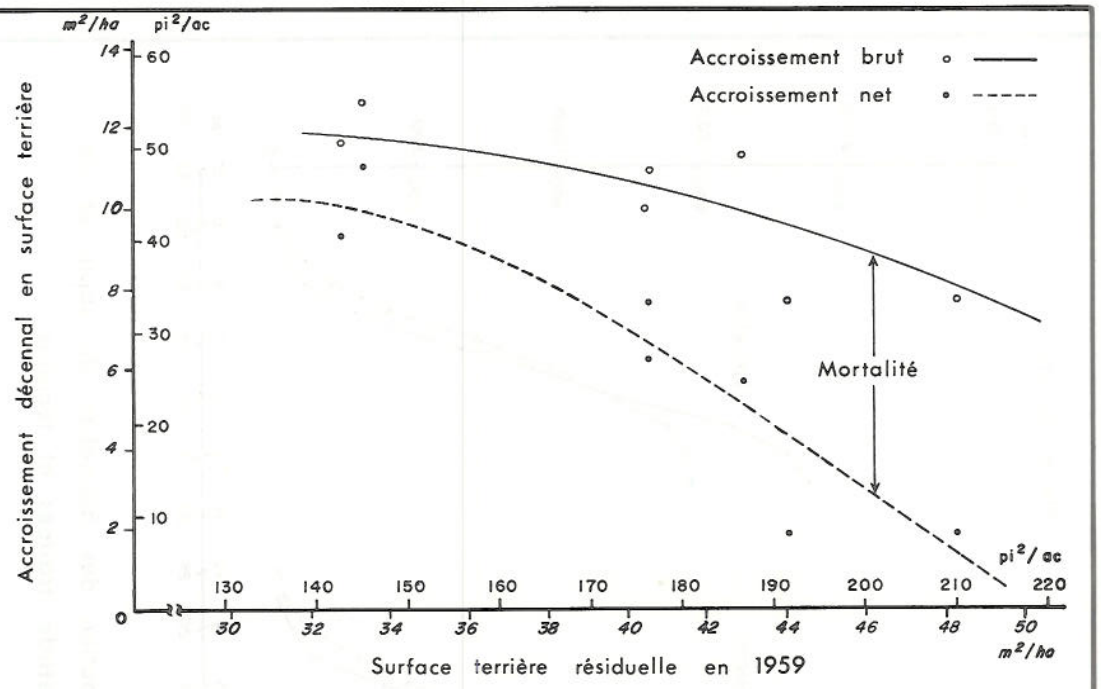


FIGURE 6 –. Accroissement décennal net et brut en surface terrière par rapport à la surface terrière résiduelle en 1959.

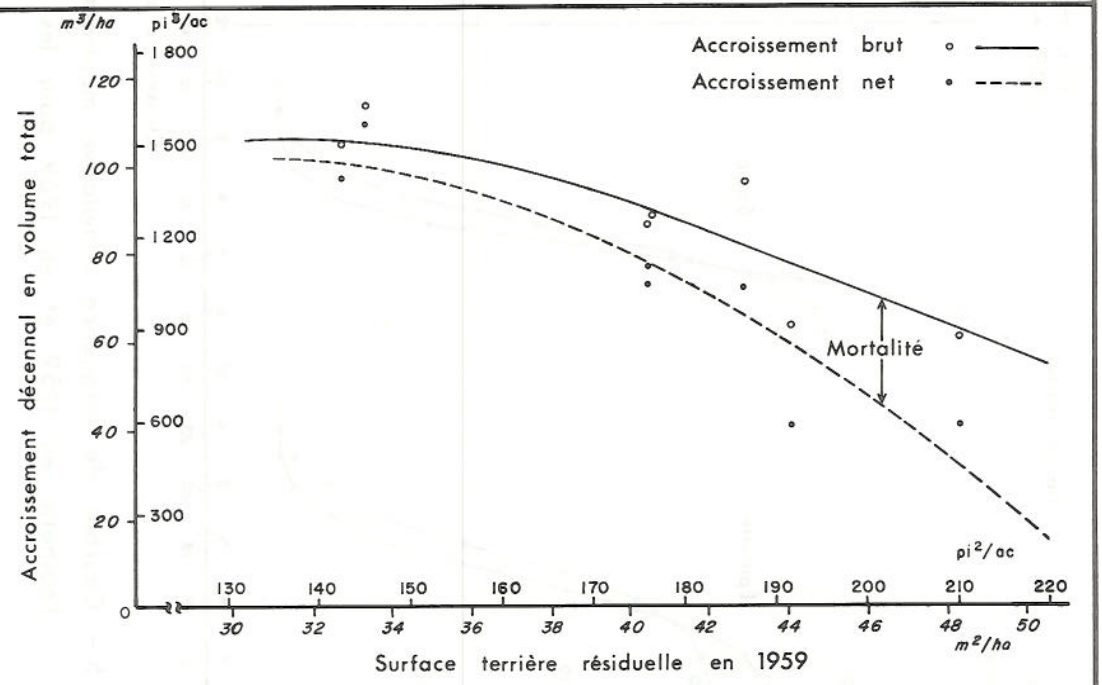


FIGURE 7 –. Accroissement décennal net et brut en volume total par rapport à la surface terrière résiduelle en 1959.

Dessiné par Fabien Cannone 1970

DISCUSSION

L'examen global des résultats expérimentaux obtenus apparaît très encourageant même si le traitement appliqué était une éclaircie par le bas à faible intensité, et malgré que le nombre de places traitées et non traitées n'était pas suffisant pour permettre une analyse plus rigoureuse. Pour ces raisons et pour confirmer les résultats obtenus par cette étude, un nouveau projet a été élaboré et mis en application (Bertrand et Bolghari, 1970). En effet, il aurait été préférable d'effectuer une coupe d'éclaircie commerciale plus intensive en intervenant dans tous les étages du peuplement initial. De cette façon, il aurait été possible de diminuer davantage la mortalité naturelle et d'obtenir un plus grand nombre de tiges de dimensions marchandes et de qualité supérieure dans un délai plus court.

Il convient lors du martelage dans des peuplement semblables que l'épinette soit favorisée aux dépens du sapin pour les trois raisons suivantes, à savoir: (a) l'épinette s'accroît aussi vite que le sapin à la suite de l'éclaircie (figures 3 et 4); (b) la plus grande valeur commerciale de l'épinette et sa résistance, en tant qu'hybride naturel, à la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Morgenstern et Fowler, 1969); (c) l'enracinement superficiel du sapin baumier et sa plus grande susceptibilité à la carie surtout là où le drainage est plutôt médiocre.

D'après les figures 6 et 7, le maximum de l'accroissement net décennal en surface terrière et en volume total semble correspondre à une surface terrière résiduelle se situant entre 130 et 140 pieds carrés à l'acre (*30 et 32 m^2/ha*). Si nous avions disposé d'un plus grand nombre de places d'étude, particulièrement celles non traitées et celles éclaircies plus fortement (surface terrière résiduelle inférieure à 140 pieds carrés à l'acre), il aurait été possible à la suite d'une analyse plus poussée de déterminer avec plus d'exactitude la surface terrière résiduelle optimum à laisser après la coupe d'éclaircie. Toutefois, des observations antérieures dans des peuplements identiques de la réserve forestière de Daaquam révèlent qu'une diminution de la surface terrière totale initiale à moins de 130 pieds carrés à l'acre (*30 m^2/ha*) provoque le chablis. Il semble donc préférable de garder une surface terrière résiduelle comprise entre 130 et 140 pieds carrés à l'acre (*30 et 32 m^2/ha*) pour obtenir un bon accroissement et une utilisation maximum de l'espace de production, tout en prévenant les dangers de chablis. Même si on n'a enlevé que 467 pieds cubes à l'acre (*32,7 m^3/ha*), en moyenne, l'intervention sylvicole a permis d'augmenter l'accroissement en volume marchand de 493 pieds cubes à l'acre (*34,5 m^3/ha*) en moyenne après dix ans. Ceci est dû surtout à la bonne qualité de la station et à la forte densité du peuplement initial.

Dans les places traitées et témoins, l'accroissement brut décennal en surface terrière et en volume total montre seulement une légère diminution avec l'augmentation de la surface

terrière totale résiduelle. Ceci confirme l'opinion émise par Möller *et al.* (1954) selon laquelle en diminuant la surface terrière d'un peuplement forestier même jusqu'à 50 pour 100 de la densité normale, la production totale demeure à peu près inchangée. C'est ainsi que le sylviculteur peut, en éclaircissant d'une façon judicieuse, réduire la densité de ces peuplements, récolter la partie de la production qui serait perdue par la mortalité naturelle ou « autoéclaircie » et bénéficier en même temps des autres avantages de l'éclaircie mentionnés plus haut. La diminution de la durée totale de la révolution, par suite de ce traitement, a comme conséquence la mise sur le marché d'une plus grande quantité de matière ligneuse de meilleure qualité pour faire face à la demande de plus en plus grande. Cela constitue une contribution directe et importante de l'aménagement sylvicole des forêts à l'économie régionale.

Plusieurs travaux d'éclaircie ont été effectués sur une base expérimentale et commerciale dans les sapinières de la région forestière Boréale. Parmi ces travaux, mentionnons ceux de Hatcher (1961), Matte (1962), Lafond (1964), Vézina et Bolghari (1966) et Vézina et Doucet (1969). On constate que malgré la faible intensité de l'éclaircie, dont il est question ici, les résultats obtenus sont aussi encourageants que ceux des travaux des auteurs cités plus haut. On est en mesure de croire qu'ils auraient été meilleurs si l'éclaircie avait été plus forte.

La détermination définitive du niveau critique de la surface terrière, du cycle de l'éclaircissement de ces peuplements, et de l'accroissement et du développement des arbres résiduels après diverses interventions sylvicoles, fait actuellement l'objet d'études par les auteurs dans le cadre du nouveau projet mentionné précédemment.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les principaux fait suivants se dégagent de l'analyse des résultats décennaux de cette expérience dans la forêt de Daaquam :

a) Grâce à l'éclaircie, la croissance décennale en diamètre a été stimulée de sorte que, même si le traitement a été trop faible et appliqué à l'âge relativement avancé de 45 ans, il a été possible d'obtenir une augmentation moyenne de cette croissance allant jusqu'à 63 et 100 pour 100 pour le sapin et l'épinette traités respectivement.

b) Dans les places éclaircies, l'accroissement net décennal en surface terrière est en moyenne 4 fois plus élevé que celui des places témoins.

c) La moyenne de l'accroissement net décennal en volume total dans les places traitées est le double de celle des places témoins.

d) L'accroissement net décennal en volume marchand a été également influencé par l'éclaircie de sorte que l'on a obtenu 493 pieds cubes de plus à l'acre (*34,5 m^3/ha*) pendant la période décennale.

e) Le traitement appliqué a permis de réduire sensiblement la mortalité naturelle.

f) D'après cette expérience, il est recommandé tout en favorisant l'épinette au détriment du sapin, de garder une surface terrière comprise entre 130 et 140 pieds carrés à l'acre (*30 et 32 m^2/ha*) après l'éclaircie des peuplements semblables de la région.

g) Pour rendre la sylviculture plus bénéfique à la collectivité, il faut que l'aspect économique et la mécanisation des travaux d'éclaircie fassent l'objet d'études poussées et continues.

RÉFÉRENCES

ANON., 1957. *Atlas du Canada*. Direction de la géographie, ministère des Mines et des Relevés techniques du Canada, 110 p.

ANON., 1959. *Instructions générales pour l'établissement des places d'étude permanentes*. Service forestier du Québec, ministère des Terres et Forêts, Québec, 14 p. (Non publié).

BERTRAND, V. et H. BOLGHARI, 1970. *Etude de l'intensité et de la périodicité des coupes d'éclaircie commerciale dans un peuplement dense d'épinettes et de sapin baumier, âgé de 50 ans*. Rapport annuel du Service de la recherche. Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts, Québec. (En préparation).

DRESSER, J.-A. et T.-C. DENIS, 1946. *La Géologie du Québec*. Volume II. Rapport géologique. Ministère des Mines, Québec, n° 20, 647 p.

HATCHER, R. J., 1961. *Partial cutting balsam fir stands on the Epaule River watershed, Quebec*. Technical Note, Forest Research Branch, Canada Department of Forestry, No. 105, 29 pp.

HOLST, M., 1962. *Seed selection and tree breeding in Canada*. Technical Note, Forest Research Branch, Canada Department of Forestry, No. 115, 20 pp.

LAFOND, A., 1964. *Partial cutting in balsam fir stands*. Pulp Paper Mag. Can., Woodlands Review, November, pp. 444-449.

MANTHY, R. S., W. A. LEMMIEN, V. J. RUDOLPH and L. M. JAMES, 1968. *A time study of two logging techniques for thinning red pine plantation*. Michigan quarterly Bulletin, Michigan Agricultural Experiment Station, 49 (3) : 328-341.

MATTE, F., 1962. *The first ten years of the Epaule Project*. Can. Pulp and Paper Assoc., Woodlands Section Index No. 2128 (F-2), June, 6 pp.

MÖLLER, C. M., J. ABELL, T. JAGD and F. JUNCKER, 1954. *Thinning problems and practices in Denmark*. Technical Publication No. 76, State University of New York, College of Forestry at Syracuse, World Forestry Series, bulletin No. 1, 49 pp.

MORGENSTERN, E. K. and D. P. FOWLER, 1969. *Genetics and breeding of black spruce and red spruce*. Forestry chronicle, 45 (6) : 408-412.

NEWNHAM, R. M. 1969. *Minimum merchantable tree size and machine productivity — a simulation study*. Cited in Canadian Forest Industries, 89 (2) : 19.

PARDÉ, J. 1964. *Intensité des éclaircies et production ligneuse*. Revue forestière française, 16 (12) : 936-945.

RENNIE, P. J., 1967. *Measure for measure*. Publication, Forestry Branch, Canada Department of Forestry and Rural Development, No. 1195, 31 pp.

ROWE, J. S., 1959. *Forest regions of Canada*. Bulletin, Forestry Branch, Canada Department of Northern Affairs and National Resources, No. 123, 71 pp.

TREMBLAY, P.-H., 1966. *Tarifs de cubage généraux*. Édition provisoire, Service de l'inventaire forestier, Direction générale des bois et forêts, ministère des Terres et Forêts, Québec, 44 p.

VÉZINA, P.-É. and G. PAILLÉ, 1967. *Natural pruning of spruce and balsam fir in Quebec*. Commonwealth Forestry Review, Vol. 46 (2), No. 128, pp. 125-132.

VÉZINA, P.-É. et H. BOLGHARI, 1966. *La réaction d'un peuplement dense de sapin baumier âgé de 40 ans à la suite d'une éclaircie au Québec*. Thèse de maîtrise, Université Laval, Québec, (non publiée).

VÉZINA, P.-É. et R.-A. DOUCET, 1969. *L'effet d'une éclaircie sur la croissance quinquennale d'un peuplement de sapin baumier âgé de 15 ans*. Naturaliste can., 96 : 225-242.

VÉZINA, P.-É. and A. LINTEAU, 1968. *Growth and yield of balsam fir and black spruce in Quebec*. Information Report, Forestry Branch, Canada Department of Forestry and Rural Development, Q-X-2, 58 pp.

APPENDICE

COEFFICIENTS UTILISÉS POUR CONVERTIR LES MESURES CANADIENNES EN MESURES MÉTRIQUES (RENNIE, 1967)

Pouces (po)	X 2,54 *	= Centimètres (*cm*)
Pieds (pi)	X 0,304 8 *	= Mètres (*m*)
Chaînes (ch)	X 20,116 8 *	= Mètres (*m*)
Milles (mi)	X 1,609 344 *	= Kilomètres (*km*)
Acres (ac)	X 0,404 685 642 24 *	= Hectares (*ha*)
Milles carrés (mi^2)	X 2,589 988 110 336 *	= Kilomètres carrés (km^2)
Pieds carrés à l'acre (pi^2/ac)	X 0,229 568 4	= Mètres carrés à l'hectare (m^2/ha)
Pieds cubes à l'acre (pi^3/ac)	X 0,069 972 45	= Mètres cubes à l'hectare (m^3/ha)
Nombre d'arbres à l'acre (N/ac)	X 2,471 054	= Nombre d'arbres à l'hectare (*N/ha*)
Température de t° Fahrenheit		= 5 (t-32) /9° Celsius ou centigrade (^oC)

* Le coefficient est exact.

Le ministère des Terres et Forêts est responsable de l'administration des terres et des forêts publiques dans l'intérêt général du Québec. C'est au Service de la recherche qu'il a confié la responsabilité de diriger les recherches dont il a besoin pour définir et appliquer ses politiques. Dans les limites de sa juridiction, le Service de la recherche contribue donc à un aménagement rationnel et à une saine utilisation des richesses territoriales et forestières du Québec. La plus grande partie du budget du Service est consacrée aux recherches ayant pour but d'accroître et d'améliorer la production des forêts québécoises.