



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

MÉMOIRE N° 16
1973

COMPARAISON DE DEUX MÉTHODES D'ÉCLAIRCIE PRÉCOMMERCIALE APPLICABLES AUX JEUNES SAPINIÈRES

par René Doucet



RENÉ DOUCET a obtenu son diplôme de bachelier ès sciences appliquées (foresterie) de l'université Laval en 1966, et celui de maître ès sciences forestières de cette même université en 1968. De 1967 à 1969, il étudia au *State University of New York College of Environmental Science and Forestry* de Syracuse et obtint son diplôme de *Doctor of Philosophy* en 1974. Depuis 1969, il est à l'emploi du Service de la recherche du ministère des Terres et Forêts à titre de chargé de recherche en sylviculture.

COMPARAISON DE DEUX MÉTHODES D'ÉCLAIRCIE
PRÉCOMMERCIALE APPLICABLES AUX JEUNES SAPINIÈRES

par

RENÉ DOUCET

MÉMOIRE N^o 16

SERVICE DE LA RECHERCHE
DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS
MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS

1973

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

RÉSUMÉ

L'utilisation de l'acide cacodylique et d'un injecteur pour l'éclaircie précommerciale d'un jeune peuplement très dense de sapin baumier a permis d'effectuer le traitement pour environ la moitié du coût de l'éclaircie conventionnelle à la hache. Un petit nombre seulement des tiges traitées ont résisté à l'application du sylvicide. Cette méthode peut être utilisée avec avantage dans plusieurs cas pour le traitement de jeunes peuplements trop denses.

SUMMARY

The cost of precommercial thinning in a young dense stand of balsam fir was greatly reduced by the use of a tree injector and cacodylic acid instead of the usual treatment with axes. Only a small percentage of treated stems were unaffected by the silvicide. This method can be useful in many cases for the treatment of overdense young stands.

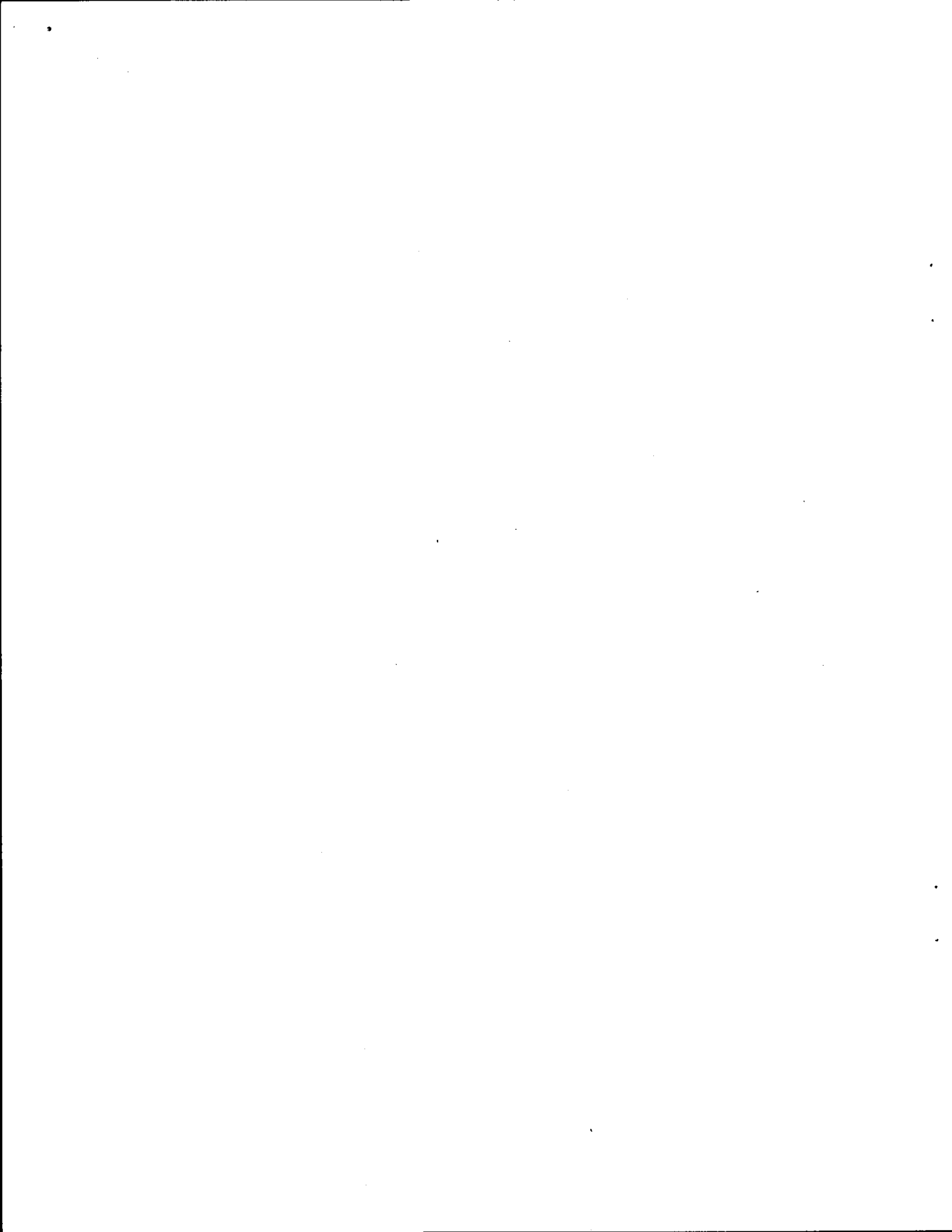
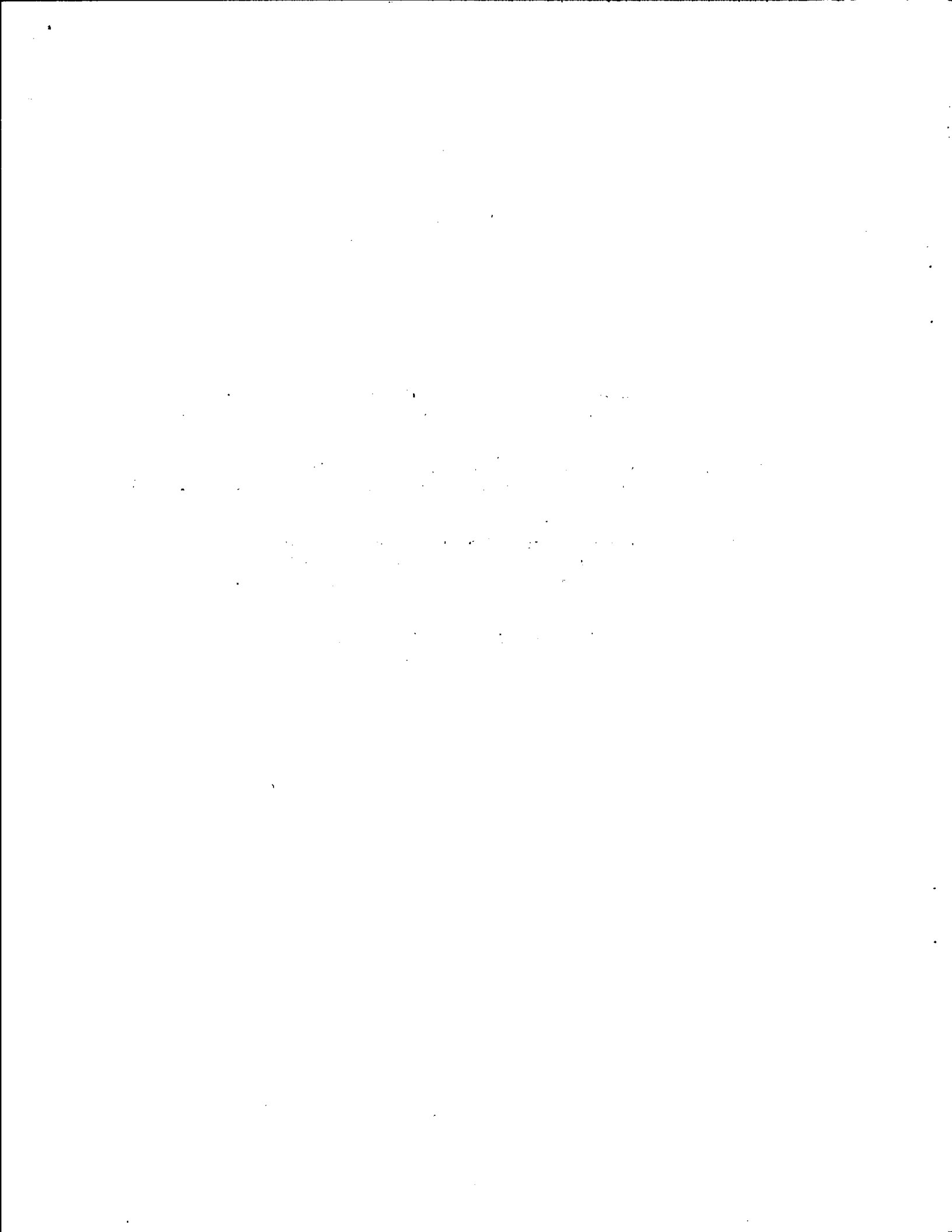


TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	iii
<i>SUMMARY</i>	v
TABLE DES MATIÈRES	vii
LISTE DES TABLEAUX	ix
INTRODUCTION	1
APERÇU DES TRAVAUX ANTÉRIEURS	3
DESCRIPTION DU MILIEU ET DU PEUPLEMENT	5
MÉTHODES	7
RÉSULTATS	11
DISCUSSION	19
CONCLUSION	25
BIBLIOGRAPHIE	27

LISTE DES TABLEAUX

		Page
Tableau I	Caractéristiques du peuplement avant et après l'éclaircie	12
Tableau II	Répartition du temps total de traitement entre diverses activités	13
Tableau III	Calcul du coût des traitements pour un peuplement de 100 pi ² /ac (23 m ² /ha) de surface terrière	15
Tableau IV	Taux de mortalité des tiges traitées par classe de diamètre	17



INTRODUCTION

Le sapin baumier (*Abies balsamea* (L) Mill.) est une essence forestière très importante au Québec. Il se régénère naturellement et remplace souvent, après la coupe ou un chablis, des peuplements d'autres essences.

Le problème principal des sapinières de seconde venue est généralement leur densité très forte qui ralentit la croissance des tiges. Le remède consiste à pratiquer des éclaircies précommerciales, pour dégager les sujets prometteurs et leur assurer une croissance plus rapide. De cette façon on peut effectuer plus tôt des éclaircies commerciales et l'on réduit sensiblement la durée de la révolution.

Cependant les éclaircies précommerciales ont obtenu peu de faveur au Québec à cause de leur coût élevé qui, capitalisé sur une assez longue période, annule les gains réalisés par la stimulation de la croissance. Pour développer une méthode moins coûteuse, le Service de la recherche du ministère des Terres et Forêts du Québec entreprenait, en 1969, une étude dans une jeune sapinière de la Forêt domaniale de Matane. Les résultats obtenus font l'objet du présent rapport.

Un autre but de l'expérience était d'évaluer la réaction du peuplement à la suite du traitement afin de calculer les gains réalisés par cette intervention. Cet aspect du problème sera traité quand on aura obtenu les résultats de quelques années de croissance après l'éclaircie.

APERÇU DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

Depuis plus de 20 ans, des coupes partielles ont été effectuées au Québec dans des sapinières âgées de 40 ans et plus (Hatcher, 1961; Matte, 1962, Lafond, 1964). Les résultats ont été très variables, mais les méthodes se sont améliorées d'année en année; certaines expériences récentes dans les sapinières et dans d'autres types de peuplements sont des plus prometteuses (Colbert, 1970; Côté *et al.*, 1970).

Les éclaircies précommerciales, pour leur part, ont été désavantagées par un coût d'application très élevé (Blum et Filip, 1962). C'est pourquoi on a tenté de développer d'autres méthodes que la coupe à la hache ou à la scie mécanique. Par exemple, un tracteur équipé d'une lame rotative a été utilisé avec succès pour couper des bandes parallèles dans de très jeunes peuplements de pin (Grano, 1969). Un système semblable a été essayé dans des peuplements résineux de la Nouvelle-Ecosse (Axelsson et Routledge, 1970), et les expériences se poursuivent en plusieurs endroits. Le développement prodigieux des méthodes de traitement chimique a aussi provoqué un intérêt accru pour les coupes de nettoyage (Chaiken, 1951; Sutton, 1958, 1969). Les sylvicides se sont avérés un moyen efficace et souvent peu coûteux de contrôler les essences indésirables et d'éliminer les tiges surabondantes.



DESCRIPTION DU MILIEU ET DU PEUPEMENT

La surface expérimentale se trouve dans le bloc d'aménagement numéro 3 de la Forêt domaniale de Matane, en Gaspésie. Elle est située de part et d'autre de la rivière à la Truite, un affluent de la rivière Matane, à 48° 38' de latitude nord, et 66° 55' de longitude ouest. L'altitude varie de 800 à 1 200 pieds (244 à 366 m) au-dessus du niveau de la mer. Cette région, comprise dans la section B.2 de la Région forestière boréale (Rowe, 1972), forme une zone de transition entre le domaine de la sapinière à bouleau jaune et celui de la sapinière à bouleau blanc.

Le peuplement se compose principalement de sapin baumier. On y rencontre également un peu d'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench Voss), de bouleau blanc (*Betula papyrifera* Marsh.), de bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.), d'érable à épis (*Acer spicatum* Lam.), de sorbier d'Amérique (*Sorbus americana* Marsh.), et parfois de thuya (*Thuja occidentalis* L.). Il provient de la régénération préétablie, dégagée lors de la coupe à blanc en 1955, ce qui représente 14 ans de croissance entre la coupe et l'éclaircie; toutefois la plupart des tiges sont un peu plus âgées. Même si la densité est forte, avec un nombre moyen de tiges par acre de 6 652 (16 437/ha), le peuplement contient de petites

trouées, vestiges des sentiers de débardage de l'exploitation précédente. Le diamètre moyen en 1969 était de 1.6 pouce (4,1 cm) et les sapins dominants avaient une hauteur moyenne de 19 pieds (5,8 m). La croissance était bonne et bon nombre de sapins portaient des branches vertes jusqu'au sol.

MÉTHODES

Le choix des méthodes d'éclaircie a été basé sur des considérations d'ordre pratique. La plupart des éclaircies précommerciales réalisées jusqu'à maintenant ont fait appel à une main-d'oeuvre non spécialisée et, en conséquence, l'outil utilisé était le plus souvent la hache. Il était donc important de déterminer le coût de cette méthode conventionnelle pour le peuplement étudié. La méthode de remplacement devait aussi être simple d'application; c'est pourquoi on a opté pour un injecteur léger en forme de hachette, vendu dans le commerce sous le nom de *Hypo-Hatchet*¹. Cet outil a été conçu pour l'injection du *Silvisar 510*¹, un produit composé à 50 p. 100 d'acide cacodylique qui en constitue l'ingrédient actif. L'injection se fait en frappant la tige d'un coup de hachette, ce qui libère environ 0.035 once (1 ml) de sylvicide. La quantité à injecter est fonction du diamètre de l'arbre; le fabricant recommande, pour les traitements effectués durant la saison de croissance, une injection par 2 pouces (5 cm) de diamètre. Brown (1970) a trouvé que cette quantité donne des résultats satisfaisants pour

¹ *Hypo-Hatchet* et *Silvisar 510* sont des marques de commerce de *The TSI Company*, Flanders, New Jersey.

plusieurs essences de l'est du Canada, dont le sapin baumier. Ces recommandations ont donc été suivies dans le présent travail.

Chaque méthode a été appliquée par des étudiants dans deux stations topographiques différentes, et à trois intensités d'éclaircie. L'éclaircie légère consistait à éliminer les plus sérieux compétiteurs au niveau de la cime de l'arbre choisi dans un rayon d'environ 3 pieds (0,9 m), l'éclaircie modérée dans un rayon de 5 pieds (1,5 m), et l'éclaircie forte dans un rayon de 7 pieds (2,1 m). Les tiges nettement dominées par l'arbre choisi n'étaient pas éliminées car elles ne représentaient pas une compétition sévère. Cette méthode, dite des arbres d'avenir, permet de diminuer le nombre d'arbres à éliminer tout en dégageant un nombre suffisant de tiges.

Un dispositif expérimental comprenant quatre blocs de sept places-échantillons chacun fut établi de façon à inclure les deux types de traitements combinés aux trois intensités d'éclaircie ainsi qu'un témoin (*Randomized bloc design*, Snedecor et Cochran, 1967). Dans l'un des blocs, la pente varie de 25 à 30 p. 100 et, dans les trois autres, de 0 à 10 p. 100. Chaque place-échantillon couvre une superficie de 0.5 acre (0,2 ha) et renferme deux parcelles de 0.1 acre (0,04 ha) qui ont servi à inventorier le peuplement, le traitement étant appliqué uniformément sur toute la superficie de 0.5 acre (0,2 ha). Le diamètre à hauteur de poitrine de toutes les tiges de 0.6 pouce (1,5 cm) et plus de diamètre a été mesuré dans chaque parcelle; le diamètre, la hauteur et l'âge d'une trentaine d'arbres dominants ou codominants par place ont aussi été déterminés. Ces données ont servi à dresser le tableau des

caractéristiques du peuplement: l'âge moyen, le nombre de tiges par acre, le pourcentage de résineux, le diamètre, la hauteur, la surface terrière et le volume moyens. Les tarifs de cubage utilisés dans le calcul du volume total furent préparés à l'aide des courbes de diamètre-hauteur des places-échantillons et des coefficients de forme fournis par M. Yvon Richard du Service de la recherche.

Les tiges dégagées étaient des sapins et des épinettes, pour la plupart dominants ou codominants, exempts de défauts visibles. L'espace-ment était le second facteur de sélection, l'objectif étant de dégager environ 300 arbres bien espacés par acre (740/ha), ce qui représente à peu près le nombre de tiges utilisables lors de la coupe finale. Il faut noter cependant qu'en plus des arbres d'avenir choisis, le peuplement renferme d'autres tiges qui profiteront indirectement des effets du dégagement.

Le choix des tiges à dégager et de celles à éliminer a été fait par les ouvriers eux-mêmes, le marquage préalable étant beaucoup trop onéreux dans ce type de peuplement. D'ailleurs avec de bonnes explications et une supervision adéquate, cette manière de procéder s'est avérée très satisfaisante.

Le temps requis pour traiter chaque place a été noté à une minute près. Il comprenait les périodes de repos et les délais occasionnés par des bris d'équipement, mais non le temps requis pour se rendre au lieu de travail ou en revenir, ni celui consacré au repas du midi. En outre, une étude du travail selon la technique des observations instantanées

(Lussier, 1969) a permis de séparer le temps total entre diverses activités telles l'abattage ou l'injection, les déplacements et les périodes de repos.

Un an et deux ans après l'éclaircie, les tiges traitées à l'acide cacodylique furent examinées afin de déterminer le pourcentage de mortalité obtenu.

Tous ces renseignements ont permis d'établir le coût et l'efficacité de la méthode chimique par rapport à la méthode conventionnelle. Des analyses de régression multiple (*Stepwise regression*) ont été utilisées pour relier le temps total de traitement par place et les variables suivantes: (1) le nombre de tiges traitées, (2) la surface terrière des tiges traitées, (3) la surface terrière initiale du peuplement, (4) le nombre initial de tiges par acre, et (5) la pente. Nul doute que plusieurs autres variables peuvent influencer le temps de traitement; toutefois le présent travail n'avait pas pour but d'en dresser une liste complète, mais de déterminer si le temps de traitement peut être évalué avec assez de précision à l'aide de quelques variables facilement mesurables.

RÉSULTATS

Avant l'éclaircie, le nombre moyen de tiges par acre variait de 5 700 à 7 926 (14 084 à 19 585/ha) selon les traitements (tableau I), mais il dépassait 12 000 tiges par acre (29 646/ha) dans certaines parcelles; la surface terrière moyenne était de 87 à 104 pieds carrées par acre (20 à 24 m²/ha). Les éclaircies ont réduit le nombre de tiges de 8 à 15 p. 100 et la surface terrière ainsi que le volume total de 10 à 30 p. 100. La proportion de résineux a été réduite très légèrement et le diamètre moyen a diminué dans le cas de l'éclaircie forte. Le nombre moyen d'arbres d'avenir choisis a varié de 260 à 330 par acre (642 à 815/ha) selon les traitements.

Le temps moyen de traitement par arbre éliminé a été de 0.33 et 0.91 minute respectivement pour les éclaircies chimique et conventionnelle. L'abattage ou l'injection, et les déplacements formaient la plus grande partie du temps total (tableau II).

Les analyses de régression ont donné les résultats suivants:

$$\text{Eclaircie à la hache: } Y = - 44.83 + 3.38 X_1 + 0.5438 X_2$$

N=12 R²=0.76 ESE=134.80 min.

Tableau I

Caractéristiques du peuplement avant et après l'éclaircie

Traitement	Nombre de tiges /ac	Nombre de tiges /ha	Pourcentage de résineux	Diamètre moyen po cm	Hauteur moyenne des dominants pi m	Surface terrière pi ² /ac m ² /ha	Volume total pi ³ /ac m ³ /ha
<u>Avant l'éclaircie</u>							
Témoïn	7 926	19 585	92	3,6	18,8	20,4	916 64,1
E. légère	5 700	14 085	89	4,1	20,3	19,9	827 57,9
E. modérée	6 864	16 961	91	4,1	20,8	23,8	995 69,6
E. forte	6 754	16 689	90	4,1	20,3	21,8	877 61,4
<u>Après l'éclaircie</u>							
Témoïn	7 926	19 585	92	3,6	18,8	20,4	916 64,1
E. légère	5 240	12 948	88	4,1	20,3	17,2	746 52,2
E. modérée	5 966	14 742	90	4,1	20,8	19,7	808 56,5
E. forte	5 711	14 112	88	3,6	20,3	14,9	615 43,0

Tableau II

Répartition du temps total de traitement entre diverses activités

Type d'éclaircie	Temps consacré aux occupations (pourcentage)				
	Abattage ou injection	Entretien et réparation	Déplacement	Repos	Autres
Mécanique	55.6	0.0	23.4	16.7	4.3
Chimique	42.9	8.2	42.8	3.1	3.0

Eclaircie chimique : $Y = - 62.37 + 1.69 X_1 + 0.1669 X_2$
 $N=12 \quad R^2=0.74 \quad ESE=44.80 \text{ min.}$

où :

Y = temps total de traitement (minutes par acre)

X_1 = surface terrière initiale (pieds carrés par acre)

X_2 = nombre de tiges traitées

N = nombre d'observations

R^2 = coefficient de détermination

ESE = erreur standard de l'estimé.

Si l'on remplace dans les équations ci-dessus la surface terrière initiale par le nombre de tiges par acre avant traitement, on en obtient de nouvelles dont la précision se compare aux précédentes :

Eclaircie à la hache: $Y = 99.35 + 0.04178 X_1 + 0.4179 X_2$
 $N=12 \quad R^2=0.77 \quad ESE=132.70 \text{ min.}$

Eclaircie chimique : $Y = 42.22 + 0.00768 X_1 + 0.1815 X_2$
 $N=12 \quad R^2=0.70 \quad ESE=48.5 \text{ min.}$

Dans chaque cas, ces équations sont significatives au niveau de probabilité de 99 p. 100, et la variable la plus importante est le nombre de tiges traitées par acre. La pente et la surface terrière des tiges traitées n'augmentent pas significativement la précision des équations.

Le tableau III donne un aperçu des coûts de traitement pour un peuplement de 100 pieds carrés par acre ($23 \text{ m}^2/\text{ha}$) de surface terrière.

Tableau III

Calcul du coût des traitements pour un peuplement de 100 pi²/ac (23 m²/ha) de surface terrière

Type d'éclaircie	Nombre de tiges éliminées		Main-d'oeuvre			Sylvicide			Coût total			
	N/ac	N/ha	Temps de traitement heure/ac	heure/ha	Coût ¹ \$/ac	Coût ¹ \$/ha	Quantité ozC/ac	m ² /ha	Coût ² \$/ac	Coût ² \$/ha	\$/ac	\$/ha
Chimique	1 000	2 471	4.6	11.4	13.80	34.10	38	2 668	5.70	14.09	19.50	48.19
	1 500	3 707	5.9	14.6	17.70	43.74	57	4 002	8.55	21.13	26.25	64.87
	2 000	4 942	7.3	18.0	21.90	54.12	76	5 336	11.40	28.17	33.30	82.29
	2 500	6 177	8.7	21.5	26.10	64.49	95	6 670	14.25	35.21	40.35	99.70
A la hache	1 000	2 471	13.9	34.3	41.70	103.04	--	--	--	--	41.70	103.04
	1 500	3 707	18.4	45.5	55.20	136.40	--	--	--	--	55.20	136.40
	2 000	4 942	23.0	56.8	69.00	170.50	--	--	--	--	69.00	170.50
	2 500	6 177	27.6	68.2	81.80	202.13	--	--	--	--	81.80	202.13

¹ Salaire horaire de 3.00 dollars.

² Prix de 24.00 dollars/glc (5.28 dollars/l).

Ils ont été calculés au moyen de la première série d'équations, mais l'emploi de la deuxième série aurait donné des résultats comparables.

Après un an, la moitié seulement des tiges traitées chimiquement étaient mortes, et près de 20 p. 100 semblaient peu affectées par le traitement. La deuxième année, les proportions respectives passèrent à 80 et 6 p. 100. Les tiges adjacentes à celles traitées ne semblaient pas avoir souffert.

Si l'on examine la réaction des tiges traitées par classe de diamètre (tableau IV), on constate que les tiges de la classe de 1 pouce (2,5 cm) ont résisté en plus grand nombre au traitement chimique que celles des autres classes de diamètre. L'action du traitement s'est poursuivie au cours de la deuxième année, mais la différence entre la classe de 1 pouce (2,5 cm) et les autres classes demeure importante.

Tableau IV
Taux de mortalité des tiges traitées par classe de diamètre

Proportion de la cime affectée (p. 100)	Pourcentage des tiges affectées par classe de diamètre			
	1 pouce (2,5 cm)	2 pouces (5,1 cm)	3 pouces (6,6 cm)	4 pouces (10,2 cm)
	après 1 an	après 1 an	après 1 an	après 1 an
	après 2 ans	après 2 ans	après 2 ans	après 2 ans
75-100	39.6	57.0	52.7	44.3
50-74	18.6	20.5	25.1	32.9
25-49	6.8	8.0	10.1	15.7
0-24	35.0	14.5	12.1	5.7
	82.1	81.5	76.1	82.2
	3.7	10.5	17.1	13.4
	3.5	2.4	2.6	3.3
	10.7	5.6	4.2	1.1



DISCUSSION

L'intervention dans le peuplement a enlevé un nombre restreint de tiges (tableau I) mais a eu pour effet de dégager les plus prometteuses, et devrait accélérer le processus de différenciation du peuplement (MacArthur, 1965). Son influence réelle sur l'accroissement ligneux du peuplement pourra être mesurée dans quelques années. Dans l'immédiat, les résultats de la présente étude pourront servir à calculer le coût de traitement de peuplements semblables.

Le marquage des arbres avant l'éclaircie n'est pas économique car il est pratiquement aussi long que le traitement lui-même. D'ailleurs dans ces peuplements, le choix des arbres d'avenir est assez facile et les ouvriers peuvent, avec un peu d'expérience, le faire eux-mêmes.

Personne ne se surprendra que le temps de traitement soit relié directement au nombre d'arbres traités. Quant à la densité initiale du peuplement, mesurée soit par la surface terrière, soit par le nombre de tiges par acre, son influence vient du fait qu'une forte densité rend les déplacements plus difficiles. L'influence des autres variables étudiées semble négligeable: la corrélation entre le nombre de tiges traitées et leur surface terrière est trop grande pour que la seconde

variable soit significative dans une équation de régression multiple incluant la première, tandis qu'on peut remédier dans une certaine mesure à l'effet négatif de la pente en se déplaçant parallèlement aux courbes de niveau. Il se peut aussi que l'effet de la pente ait été masqué par d'autres variables; ainsi les peuplements sur pente forte étaient moins denses que les autres, et ils contenaient une plus forte proportion de feuillus.

L'éclaircie chimique est beaucoup plus rapide que le traitement à la hache car l'ouvrier n'a pas à abattre les arbres ni à les manipuler. Cette différence prend de plus en plus d'importance à mesure que le nombre de tiges traitées augmente, car la proportion du temps total relié directement au traitement des arbres est plus grande dans le cas de l'éclaircie à la hache (tableau II). Par contre, les déplacements comptent pour une part importante du temps total de la méthode chimique; cependant, avec l'augmentation du nombre de tiges traitées par unité de surface, la distance moyenne à parcourir entre chacune diminue. Mais les besoins de surveillance sont plus grands avec cette dernière méthode, et puisque les arbres traités demeurent debout, il est nécessaire de bien délimiter les secteurs; si on utilise des bandes de 0.5 chaînes (10 m) de largeur, le temps requis pour le seul travail de délimitation sera d'environ 25 minutes par acre (62 min/ha) et parfois davantage selon les conditions rencontrées. Une autre dépense importante, qui s'accroît avec le nombre de tiges traitées, est le produit chimique utilisé.

Pour calculer la rentabilité de l'éclaircie précommerciale à partir des coûts donnés au tableau III, il faut tenir compte du fait,

que ce traitement aura une influence sur les coupes intermédiaires et sur la coupe finale. Il est donc préférable que les calculs couvrent une révolution complète (Lavoie et Marois, 1972).

Ainsi, pour une sapinière à *Dryopteris-Oxalis* ayant subi une éclaircie précommerciale à 20 ans au coût de 35 dollars par acre ($\$86.49/ha$), des coupes d'éclaircie commerciale à 35 et 47 ans, et la coupe finale à 60 ans, Lavoie (1971) a calculé, pour des charges annuelles d'un dollar par acre ($\$2.47/ha$), un taux de rentabilité de 4.3% lorsqu'on inclut seulement les revenus directs, et un taux de rentabilité de 8.9% si l'on inclut les revenus de l'Etat. Par comparaison, l'option d'aménagement comportant seulement la coupe finale à 65 ans donnait des taux de rentabilité respectifs de 3.7 et 6.5%. Ces résultats ne sont donnés qu'à titre indicatif car ils peuvent varier selon les circonstances. Leur mérite est toutefois que le coût de 35 dollars par acre ($\$86.49/ha$) utilisé dans les calculs pour l'éclaircie précommerciale correspond au coût du traitement chimique de la présente étude lorsqu'on élimine 2 000 tiges par acre ($4\ 942/ha$). Dans ce dernier cas toutefois, la surveillance, les bénéfices marginaux des travailleurs et la dépréciation de l'équipement n'ont pas été inclus dans les calculs; ces coûts ne devraient pas être très élevés.

Le coût de l'éclaircie à la hache aurait probablement diminué par l'emploi d'une main-d'oeuvre plus expérimentée (Demers, 1971), mais pas suffisamment pour rivaliser avec la méthode chimique. Pour cette dernière, les résultats de la présente étude sont du même ordre de grandeur que ceux obtenus par Lemelin (1969). La variation entre les places est toutefois assez grande.

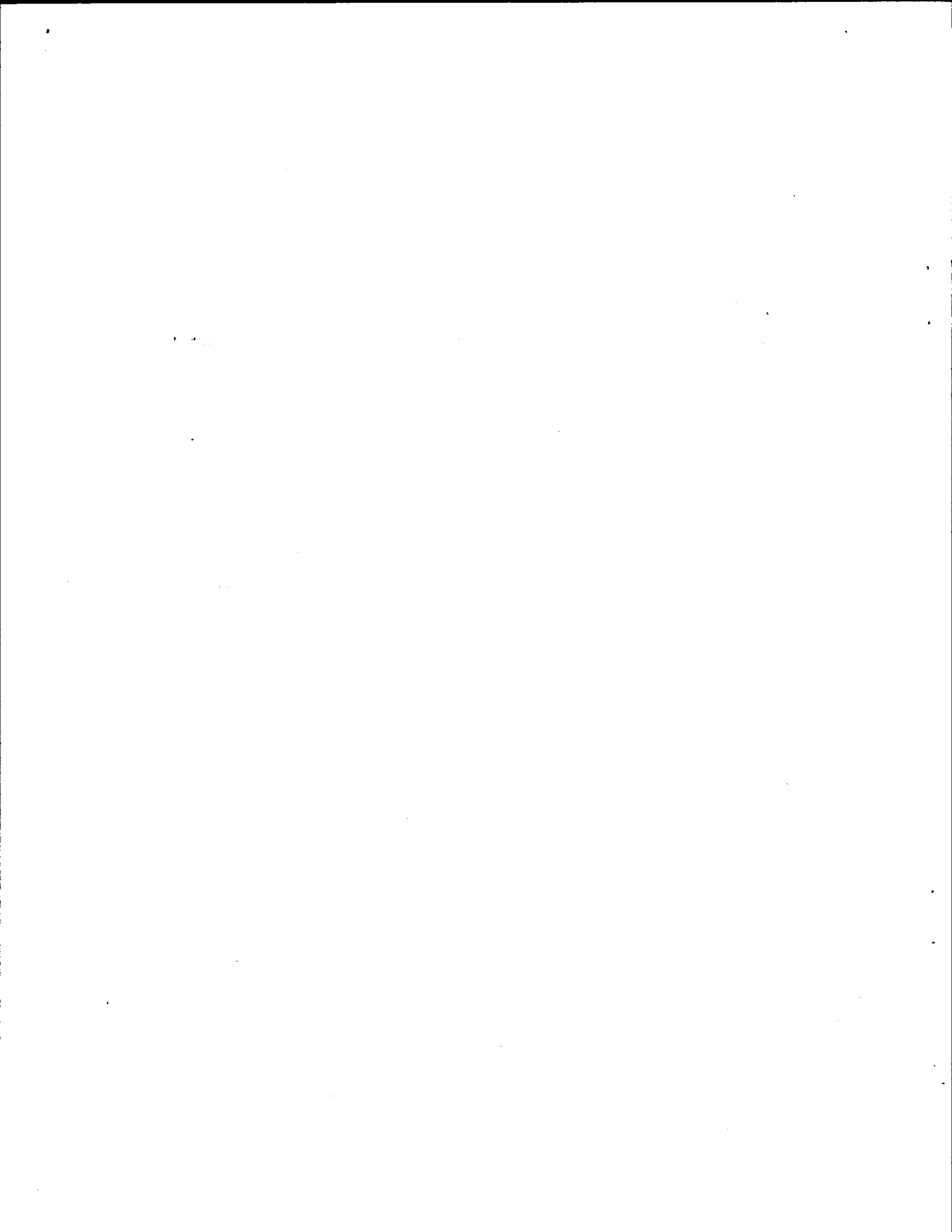
En supposant que la mort de 50 p. 100 de la cime est suffisante dans le cas de l'éclaircie précommerciale, alors on peut qualifier le traitement de succès. Les arbres traités sont graduellement éliminés, et la résistance de quelques sujets est probablement le résultat d'une application inadéquate du sylvicide. A ce sujet, il faut noter que la hachette a tendance à rebondir sur les tiges d'un pouce (2,5 cm) de diamètre, qui sont très flexibles; cela expliquerait en partie la résistance plus grande de ces tiges au traitement (tableau IV). Quelques difficultés mineures de fonctionnement de l'instrument font aussi qu'un succès de 100 p. 100 est peu probable dans des conditions normales d'utilisation.

En ce qui concerne la toxicité, des études faites par le manufacturier indiquent que le produit utilisé est moins toxique que le 2,4-D, un herbicide couramment employé dans l'entretien des pelouses (Anonyme, 1968). De plus, l'effet de l'acide cacodylique est rapidement neutralisé par le sol, et les petites quantités qui pourraient être ingérées par les animaux se nourrissant de la végétation traitée sont éliminées en peu de temps; il n'y a donc pas d'accumulation dans les tissus (Ehman, 1972). Toutefois, pour plus de sécurité, il est essentiel de bien se conformer aux recommandations du fabricant, et d'être vigilant afin de pouvoir détecter les effets indésirables qui pourraient se produire.

Bien que la diminution des coûts du traitement chimique par rapport à l'éclaircie à la hache soit assez grande, ce traitement demeure dispendieux. Le temps de traitement par acre pourra diminuer à mesure

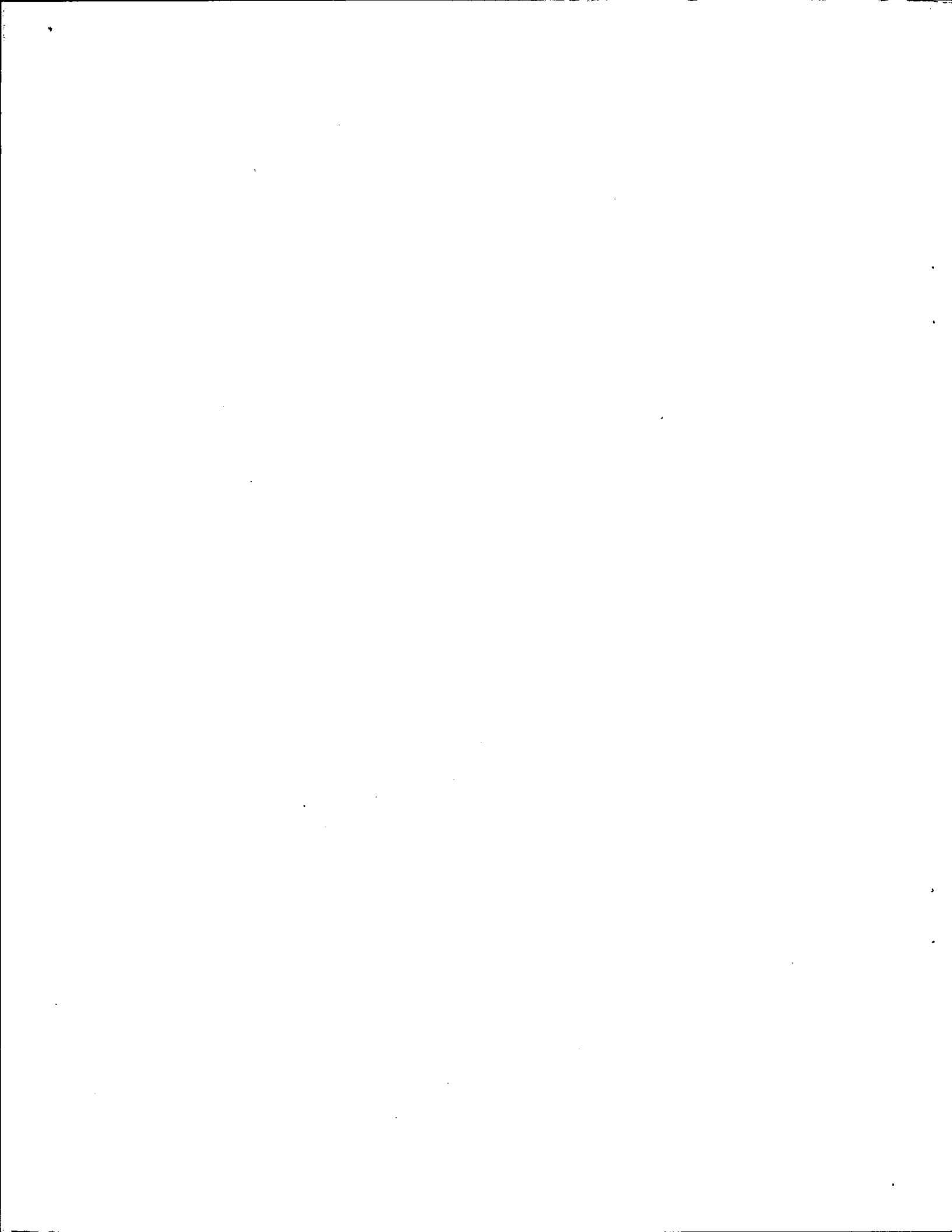
que la main-d'oeuvre acquerra de l'expérience, mais de plus grandes économies pourraient être réalisées par l'emploi d'un sylvicide moins coûteux, comme on peut le constater au tableau III. Il faudra cependant utiliser un produit chimique de même densité que celui employé dans la présente étude, pour que l'injecteur fonctionne efficacement. Certains produits sont actuellement disponibles et il y aurait lieu de déterminer leur efficacité.

Une autre possibilité de diminuer les coûts consisterait à utiliser une débroussailleuse mue par un tracteur pour pratiquer dans le peuplement des ouvertures en bandes parallèles (Lussier, 1971). Les bandes résiduelles pourraient alors être traitées manuellement si nécessaire. Une étude sérieuse de ce mode de traitement s'impose donc si l'on envisage de continuer à appliquer les éclaircies précommerciales dans les jeunes peuplements trop denses.



CONCLUSION

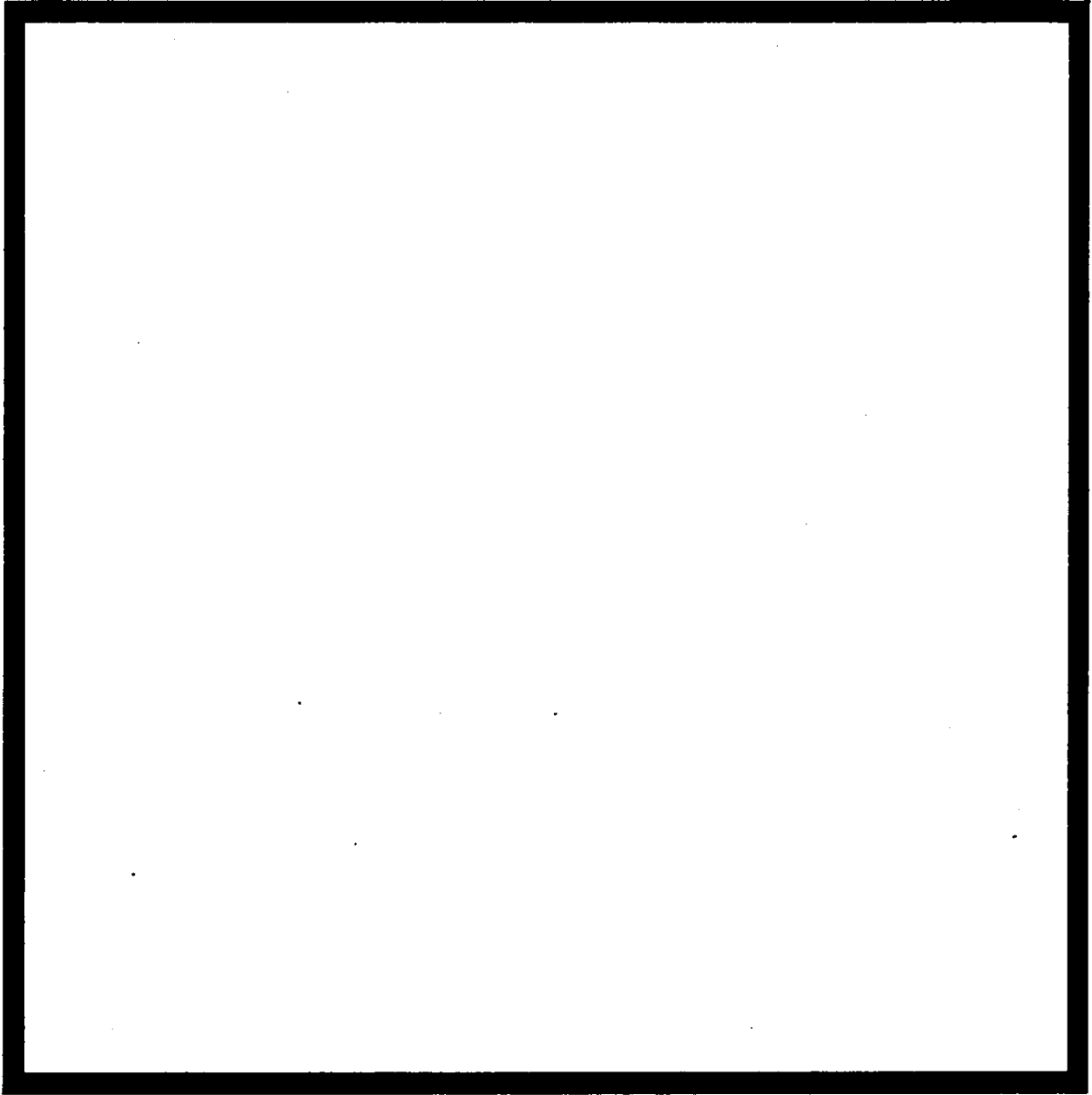
Cette étude démontre que le coût des éclaircies précommerciales peut être grandement diminué en se servant de l'acide cacodylique et d'une hachette spécialement conçue pour injecter ce produit chimique, au lieu d'une hache. Ce système est simple d'application et les ouvriers peuvent donner un rendement satisfaisant après un temps d'apprentissage très court. Les principaux facteurs qui influencent le rendement sont le nombre de tiges traitées et la densité initiale du peuplement. Le sylvicide utilisé est efficace pour faire mourir les tiges traitées, mais son coût élevé influence grandement le coût total du traitement lorsque le nombre de tiges à traiter est considérable. Pour diminuer les coûts, il faudrait remplacer ce produit chimique par un autre moins dispendieux, ou réaliser la mécanisation des éclaircies précommerciales. Une étude sérieuse de ces deux possibilités s'impose donc.



BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1968. *Toxicology of silvisar 510 tree killer*. Ansul Forestry Report, The Ansul Company, Marinette Wisc. 3 pp.
- AXELSSON, R. et H. ROUTLEDGE, 1970. *Cleaning young softwood stands: academic exercise or practical solution?* Pulp Pap. Mag. Can. 71 (16): 93-97.
- BLUM, B. et S.M. FILIP, 1962. *A weeding in ten-year-old northern hardwoods; methods and time requirements*. U.S. Forest Serv., Northeast. Forest Exper. Sta., Res. Note 135. 7 pp.
- BROWN, J.E., 1970. *New silvicide proves potent for thinning dense stands*. Pulp. PaP. Mag. Can. 71 (13): 77-79.
- CHAIKEN, L.E., 1951. *The use of chemicals to control inferior trees in the management of loblolly pine*. U.S. Forest Serv., Southeast. Forest Exper. Sta., Sta. Pap. 10. 35 pp.
- COLBERT, J.L., 1970. *L'Aménagement forestier intensif, une réalité chez C.I.P.* Pulp. Pap. Mag. Can. 71 (20): 83-88.
- COTE, M., L.J. LUSSIER et J. TOMLISSON, 1970. *Recherches de Sainte-Lucie-de-Beauregard, saison 1970*. Min. Terres et Forêts, Québec, Serv. Rech., Rap. Interne 49. 111 p.
- DEMERS, A., 1971. *Etude d'une méthode de coupe de nettoyage (éclaircie précommerciale) dans les jeunes sapinières de la Forêt Montmorency*. Fonds Rech. Forest. Univ. Laval, rapp. non publié. 68 p.
- EHMAN, P.J., 1972. *Review of development with the organic arsenicals*. Southern Weed Conf. Jan. 19, 1972. 4 pp.
- GRANO, C.X., 1969. *Precommercial thinning of loblolly pine*. J. Forest. 67: 825-827.

- HATCHER, R.J., 1961. *Partial cutting balsam fir stands on the Epaule River Watershed, Quebec*. Canada Dept. Forest., Forest Res. Br., Tech. Note 105. 29 pp.
- LAFOND, A., 1964. *Partial cutting in balsam fir stands*. Pulp. Pap. Mag. Can., Woodlands Review 65: 444-449.
- LAVOIE, J.M., 1971. *Rentabilité des travaux de restauration forestière*. Min. Terres et Forêts Québec, Serv. Rech., Rapport non publié. 32 p. + appendices.
- LAVOIE, J.M. et R. MAROIS, 1972. *Analyse économique de quatre projets de restauration forestière*. Min. Terres et Forêts Québec, Serv. Rech., Rap. Interne 90. 27 p.
- LEMELIN, A., 1969. *Eclaircie dans les jeunes sapinières à l'aide de produits chimiques*. Fac. For. Géod., Univ. Laval, Thèse non publiée. 76 p.
- LUSSIER, L.J., 1969. *Notes sur l'étude du travail forestier*. Dep. Expl. Util. Bois, Univ. Laval, Notes de Cours. Miméo. 148 p.
- LUSSIER, L.J., 1971. *Etude des possibilités de mécanisation de certains travaux sylvicoles*. Min. Terres et Forêts Québec, Rap. non publié. 118 p.
- MacARTHUR, J.D., 1965. *A release experiment in dense ten-year-old balsam fir in Gaspé*. Pulp Pap. Mag. Can., Woodlands Review 66: 395-400.
- MATTE, F., 1962. *The first ten years of the Epaule project*. Pulp Pap. Can. Woodlands Section Index no. 2128 (F-2).
- ROWE, J.S., 1972. *Forest regions of Canada*. Canada Dept. Environment Can. For. Serv. Ottawa. Publ. No 1300. 122 pp.
- SNEDECOR, G.W. et W.G. COCHRAN, 1967. *Statistical methods*. 6th ed., The Iowa State College Press. 593 pp.
- SUTTON, R.F., 1958. *Chemical herbicides and their uses in the silviculture of forests of eastern Canada*. Department of Northern Affairs and National Resources, Forestry Branch, Technical Note no. 68, 54 pp.
- _____ 1969. *Chemical control of competition in plantations*. Forest. Chron. 45: 252-256.



L'ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC
SERVICE DE LA REPROGRAPHIE
Juin 1974