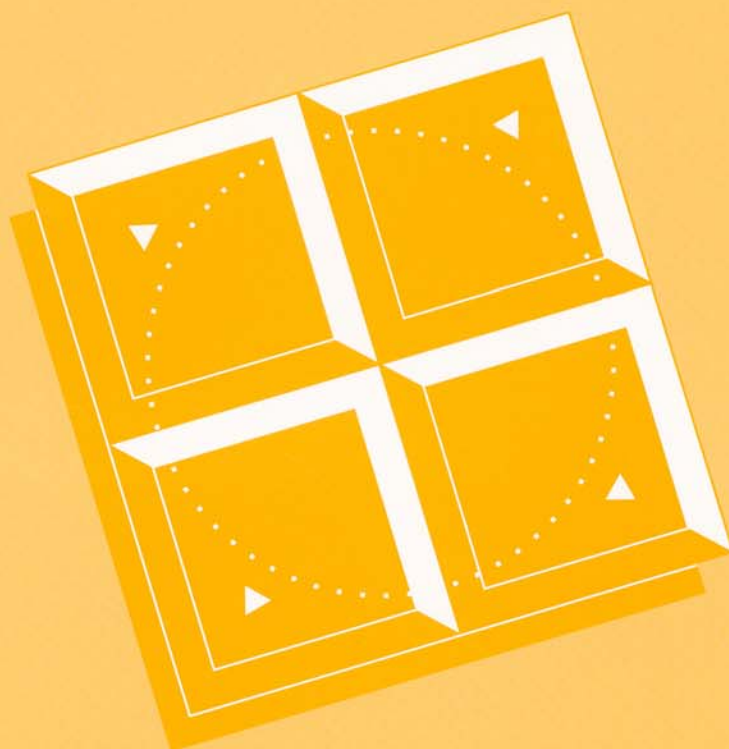


Mémoire de recherche forestière n° 122

Résultats après 10 ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière

par Z. MAJCEN



Zoran MAJČEN est ingénieur forestier, diplômé de l'Université de Zagreb, Croatie (1964), Il est maître ès sciences forestières (1974) et *Ph.D.* de l'Université Laval (1979). Il est à l'emploi de la Recherche forestière depuis 1973, à titre de chargé de recherches en écologie forestière, en dendrométrie et en aménagement.



Depuis de nombreuses années, chacun des Mémoires et des autres rapports publiés par la Recherche forestière est révisé par un comité *ad hoc* d'au moins trois membres recrutés aussi bien à l'intérieur du Ministère que dans le milieu universitaire, la fonction publique du Canada ou les autres milieux de la recherche. Les responsables de la Recherche forestière remercient les scientifiques qui ont accepté bénévolement de revoir le texte présenté ici et de participer ainsi à la diffusion des résultats des recherches menées au ministère des Ressources naturelles.

Les publications de la Recherche forestière sont produites et diffusées à même les budgets de recherche, comme autant d'étapes essentielles à la réalisation de chaque projet ou expérience. Ces documents sont donc, par définition, à *tirage limité* et à *diffusion restreinte*. Adresser toute demande comme suit :

Publications
Direction de la recherche forestière
Ministère des Ressources naturelles du Québec
2700, rue Einstein
SAINTE-FOY (Québec)
Canada G1P 3W8

**Résultats après 10 ans d'un essai de coupe de jardinage
dans une érablière**



Sainte-Véronique. peuplement jardiné à vingt-huit pour cent d'intensité

Résultats après 10 ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière

par

Zoran MAJCEN, ing.f., *Ph.D.*

avec la collaboration de

Laurier Groleau, Pierrot Boulay, Jocelyn Hamel,
Simon Beaudoin, Louis Blais et Mario Ménard

Mémoire de recherche forestière n° 122

Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles
Direction de la recherche forestière
1995

Ce texte est un rapport partiel du projet de recherche n° 0904-142E : *Étude de la dynamique des associations d'érable à sucre et de bouleau jaune selon les méthodes de l'aménagement inéquienne*.

ISBN 2-550-25321-3

ISSN 1183-3912

Dépôt légal 1995

Bibliothèque nationale du Québec

Bibliothèque nationale du Canada

© 1995 Gouvernement du Québec

Remerciements

Nous remercions les étudiants qui nous ont assistés pendant les travaux sur le terrain : MM. Daniel Blais, Sylvain Boudreault et Mathieu Tremblay. Nous tenons à remercier aussi MM. Jacques Fortin, David Paré et Yvon Richard pour leurs commentaires et leurs critiques constructives du texte. Finalement, nos remerciements vont à M. René Doucet pour le résumé anglais, à M. Fabien Caron pour la révision du manuscrit, à M. Lévis Beaulieu pour la présentation graphique et à Mme Mariette Fournier pour la dactylographie.

Résumé

Dans le but d'étudier les effets des coupes de jardinage sur l'accroissement en surface terrière et sur le développement de la régénération, nous avons établi un dispositif expérimental dans la forêt de Sainte-Véronique (Québec) en 1983. Le mesurage effectué dix ans après la coupe démontre que le taux d'accroissement augmente avec la diminution de la surface terrière. L'accroissement annuel net, d'après les moyennes sur 0,5 ha et les mesures prises au galon circonferenciel (tiges de 9,1 cm et + de dhp), atteint 0,42 m²/ha dans le bloc où l'intensité de coupe a été légère, comparativement à 0,24 m²/ha dans le témoin. Les mesures effectuées au compas forestier sur les blocs entiers de 2 ha (tiges de 1,1 cm et + de dhp) donnent des valeurs d'accroissement annuel net entre 0,49 et 0,69 m²/ha dans les blocs traités et une moyenne de seulement 0,12 m²/ha dans le témoin. Les coupes ont favorisé la croissance des semis des essences commerciales et tout particulièrement, ceux de l'érable à sucre qui étaient déjà omniprésents avant la coupe. Celles-ci ont favorisé aussi la régénération du bouleau jaune malgré une faible présence de semenciers de cette essence. Après dix ans, le nombre de jeunes bouleaux jaunes qui ont franchi 1,1 cm de dhp est le plus élevé dans le bloc à forte intensité de coupe, où nous avons dénombré 459 gaules à l'hectare comparativement à 20 seulement dans le témoin. D'après les résultats obtenus, en considérant l'accroissement, la durée de rotation et la régénération, l'intensité de la coupe à recommander dans les peuplements semblables serait entre 30 et 35 % de la surface terrière.

Mots-clés : érablière, coupe de jardinage, accroissement en surface terrière, accroissement en diamètre, taux de mortalité, développement des gaules, état de la régénération.

Abstract

Ten-year results of a selection cutting experiment in a maple stand. A selection cutting experiment was set up in 1983 in the Northern Hardwoods forest of Sainte-Véronique, Québec, in order to assess its effect on growth of the residual stand and on the establishment of regeneration. Ten-year results show that growth rates increased with logging intensity as measured by the percent decrease in basal area. Net annual basal area increments, computed from dbh measurements, with a diameter tape, on trees 9.1 cm dbh and over in 0.5 ha plots, were 0.42 m²/ha with light cutting, compared to 0.24 m²/ha in the control. Caliper measurements of all trees 1.1 cm dbh and over in 2 ha plots yielded net annual increments of 0.49 to 0.69 m²/ha in treated plots compared to only 0.12 m²/ha in the control. Selection logging favored growth of seedlings of commercial species, especially those of sugar maple which were already plentiful before logging. Yellow birch also became established in the treated plots despite the small number of seed trees present in the stands. Ten years after selection logging, 459 yellow birch saplings (dbh ≥ 1.1 cm) per hectare were found in the heavily cut block, compared to only 20 in the control. When basal area increment, length of the cutting cycle and establishment of regeneration are considered, it appears that about 30 to 35 % of the initial basal area should be removed at any one time in such stands.

Key words : maple stand, selection cutting, basal area increment, diameter increment, sapling development, regeneration status.

Table des matières

Remerciements	v
Résumé	vii
<i>Abstract</i>	vii
Liste des tableaux	xi
Liste des figures	xiii
Introduction	1
Chapitre premier	
Matériel et méthodes	3
1.1 Situation géographique	3
1.2 Relief et sol	3
1.3 Climat et végétation	3
1.4 Dispositif expérimental, cueillette et traitement des données	3
Chapitre deux	
Données avant et immédiatement après la coupe	7
Chapitre trois	
Mesures 10 ans après la coupe	11
3.1 Accroissement décennal en surface terrière et en diamètre	11
3.1.1 Termes généraux	11
3.1.2 Résultats des mesures prises au galon circonférenciel	11

3.1.3 Résultats des mesures prises au compas forestier	14
3.2 Développement des semis	15
3.3 Développement des gaules (tiges 1,1 à 9,0 cm de dhp)	23
Conclusion	29
Liste des ouvrages cités	31

Liste des tableaux

Tableau 1	Composition et diamètre moyen des essences principales avant et après la coupe, selon l'intensité de coupe	7
Tableau 2	Intensité de marquage, intensité de coupe et pourcentage de tiges blessées par bloc	8
Tableau 3	Accroissement annuel brut (Aab) et net (Aan) en surface terrière d'essences commerciales entre 1984 et 1994 (moyenne annuelle de 10 ans) sur les placettes mesurées au galon circonférenciel	12
Tableau 4	Moyennes d'accroissement par bloc	12
Tableau 5	Corrélation entre les taux d'accroissement et la surface terrière résiduelle par placettes de 0,25 ha	12
Tableau 6	Accroissement annuel en diamètre (mm) en fonction du dhp et de la surface terrière résiduelle (10 ans après la coupe)	13
Tableau 7	Accroissement annuel net en surface terrière d'essences commerciales entre 1983 et 1993 (moyenne annuelle de 10 ans) sur les placettes mesurées au compas forestier	14
Tableau 8	Corrélation entre les accroissements et la surface terrière résiduelle totale par placettes de 0,5 ha.	15

Tableau 9	Développement des gaulis. 1SV, témoin	24
Tableau 10	Développement des gaulis. 2SV, coupe d'intensité légère	25
Tableau 11	Développement des gaulis. 3SV, coupe d'intensité modérée	26
Tableau 12	Développement des gaulis. 4SV, coupe d'intensité forte	27
Tableau 13	Développement des gaulis. Bande coupée à blanc	28

Liste des figures

Figure 1	Situation géographique de la forêt de Sainte-Véronique	4
Figure 2	Distribution des tiges d'essences commerciales par classe de diamètre selon l'intensité du jardinage	9
Figure 3	État de la régénération. 1SV, témoin	17
Figure 4	État de la régénération. 2SV, coupe d'intensité légère	18
Figure 5	État de la régénération. 3SV, coupe d'intensité modérée	19
Figure 6	État de la régénération. 4SV, coupe d'intensité forte	20
Figure 7	État de la régénération. Bande coupée à blanc (mesurée en 1984 et 1995)	21
Figure 8	État de la régénération. Bande coupée à blanc (mesurée en 1994)	22

Introduction

En 1983, la pratique du jardinage a commencé dans les forêts feuillues inéquiennes du Québec, d'abord sur de petites superficies, pour prendre de l'ampleur au cours des années subséquentes. Pour faciliter l'apprentissage et le suivi de la méthode du jardinage, nous avons établi plusieurs dispositifs expérimentaux dans les diverses régions du Québec méridional.

Le but de nos premiers dispositifs établis à Sainte-Véronique en 1983 était de comparer l'accroissement des arbres et le développement de la végétation par rapport aux diverses intensités de la coupe. À cette expérience, nous avons ajouté aussi une bande coupée à blanc pour fins de comparaison.

Nous avons déjà présenté les premiers résultats provenant de ce même dispositif expérimental cinq ans après la coupe; dans ce premier ouvrage (MAJCEN et RICHARD 1992), nous avons souligné que la période de cinq ans est relativement courte pour évaluer les effets du traitement, mais qu'elle fournirait de bons indices pour les années à venir. Le présent mémoire est basé sur 10 ans de croissance et devrait donner les meilleurs indices sur le développement des peuplements en fonction des traitements appliqués.

Chapitre premier

Matériel et méthodes

1.1 Situation géographique

L'étude a été réalisée dans la forêt de Sainte-Véronique (Québec) qui est devenue en 1990, par décret ministériel, la forêt d'enseignement et de recherche nommée « Forêt Mousseau », constituée dans le but de favoriser la recherche appliquée et l'enseignement pratique en foresterie. Cette forêt est située à 40 km à l'est de Mont-Laurier, près de la paroisse de Sainte-Véronique, entre les 46° 33' et 47° 37' de latitude nord et les 74° 54' et 74° 59' de longitude ouest, et s'étend sur une superficie grossièrement rectangulaire d'environ 32 km² (Figure 1).

1.2 Relief et sol

Le relief de ce territoire est caractérisé par des collines arrondies dont les sommets atteignent des altitudes de 400 à 500 m. Les dénivellations ne sont pas fortes et varient entre 150 et 200 m.

Selon la cartographie de LAJOIE (1967), plus de 99 % des sols du territoire appartiennent à la série de Sainte-Agathe, qui se développe sur un till très pierreux et bien drainé dont la texture est un loam sableux provenant de roches précambriennes. Les sols prédominants de cette série sont des podzols. Nos études indiquent que les podzols sont prédominants sous la majorité des groupements forestiers. Les brunisols se rencontrent parfois dans les groupements à composition plus méridionale, notamment dans les érablières à ostryer.

1.3 Climat et végétation

D'après la carte de FERLAND et GAGNON (1974), la température annuelle moyenne se situe entre 3,1 et 4,4 °C, la température moyenne de janvier entre -12,4 et -15,0 °C et la température moyenne de juillet à près de 18,3 °C. La longueur de la saison sans gel (probabilité 50 %) varie de 100 à 120 jours. La précipitation totale annuelle se situe entre 813 et 1 016 mm.

La forêt de Sainte-Véronique fait partie du domaine climacique de l'érablière à bouleau jaune de GRANDTNER (1966) ou du domaine de l'érablière à bouleau jaune, sous-domaine de l'érablière à bouleau jaune et tilleul de THIBAUT (1985). La cartographie écologique indique que les érablières sont prédominantes avec une couverture de près de 46 % du territoire. En ajoutant les divers stades de transition qui évoluent vers les érablières, les groupements terminaux à dominance d'érable à sucre occuperaient près de 56 % du territoire, suivis de la bétulaie jaune à sapin baumier avec près de 39 % du territoire.

Parmi les feuillus, les principaux groupements sont l'érablière à bouleau jaune typique et l'érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles. C'est dans cette dernière que notre expérience a été réalisée en 1983, sur une colline située dans la partie sud du territoire. Le peuplement avait subi plusieurs coupes à diamètre limite dans le passé; ces coupes visaient davantage le bouleau jaune que l'érable à sucre. Le pourcentage de bouleau jaune a été réduit à moins de 5 % par rapport à la surface terrière totale.

1.4 Dispositif expérimental, cueillette et traitement des données

Le peuplement à traiter a été subdivisé en quatre blocs dont un servait de témoin. Les trois autres ont été marqués pour la coupe selon trois intensités : légère (29 %), modérée (34 %) et forte (49 %). L'intensité de la coupe a été quelque peu différente de l'intensité du marquage, avec des pourcentages respectifs de 28, 38 et 52 %. Les surfaces terrières résiduelles immédiatement après la coupe ont été, dans le même ordre, de 19,3, 17,0 et 12,8 m²/ha. Dans le même secteur, nous avons délimité une bande où toutes les tiges de 10 cm et plus de dhp ont été coupées.

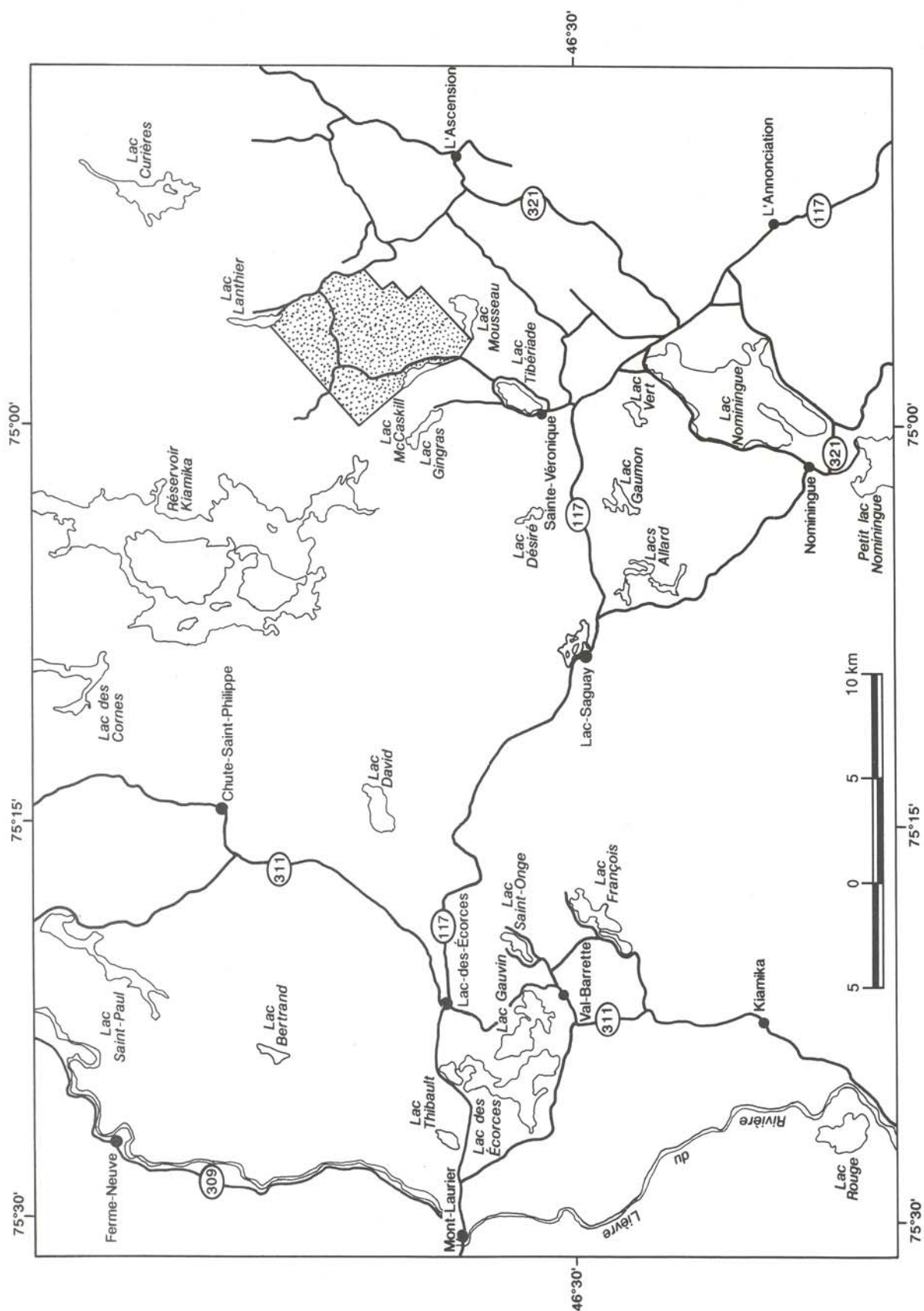


Figure 1. Situation géographique de la forêt de Sainte-Véronique.

Chacun des blocs d'une superficie totale de 2 ha a été subdivisé en huit placettes contiguës de 0,25 ha, nommées respectivement par les huit premières lettres de l'alphabet. Les arbres de toutes les placettes ont été mesurés au compas forestier quatre fois au cours de dix ans : avant la coupe, immédiatement après, cinq ans après et dix ans après. Cinq ans après la coupe, tous les arbres ont été numérotés avec des étiquettes en vinyle agrafées sur les arbres, dans le but d'exercer un meilleur contrôle des tiges au cours des mesurages subséquents. Dans deux placettes de 0,25 ha (E et G) de chaque bloc, nous avons mesuré au galon circonférenciel, au millimètre près, toutes les tiges numérotées de 10 cm et plus de diamètre, un an, cinq ans et dix ans après la coupe. La bande coupée à blanc mesure 60 m de largeur sur 200 m de longueur.

À partir de 1985, nous avons entrepris l'étude détaillée de la régénération des superficies traitées. Dans chaque grande placette de 2 ha, nous avons localisé 10 placettes de 4 m² (1 m sur 4 m). Dans la bande, nous avons installé six placettes de 4 m² chacune. À l'intérieur de chaque petite placette, nous avons dénombré toutes les tiges d'espèces ligneuses commerciales et non commerciales, arborescentes et arbustives, selon leur classe de développement, leur origine et leur lieu d'enracinement. Nous avons procédé au dénombrement chaque année au cours des périodes estivales entre 1985 et 1994 dans le but de suivre la dynamique des semis d'une année à l'autre.

Nous avons noté, pour chaque placette, la proportion du parterre représentée par la litière ou d'autres substrats et nous avons effectué un relevé des plantes herbacées avec leur cote d'abondance-dominance. Les classes de développement reconnues sont : hauteur < 20 cm; hauteur entre 20 et 50 cm; hauteur > 50 cm et DHP ≤ 1 cm; DHP > 1 cm. Nous avons dénombré dans une classe à part les plantules de bouleau jaune qui n'ont pas développé d'autres feuilles que les cotylédons. Quatre origines ou lieux d'enracinement ont été reconnus : litière avec sol mis à nu; corps morts; roc, y compris les cailloux; rejet de souche.

Dans la bande, nous avons installé en 1994 une nouvelle série de placettes dendrométriques pour dénombrer et mesurer les tiges dont les dimensions dépassent 1,1 cm de dhp. Il y a eu au total cinq virées continues tracées systématiquement à travers la bande, comprenant chacune six placettes de 100 m² chacune, ce qui donne pour toute la bande 30 placettes de 100 m². Au centre de chacune des placettes dendrométriques, nous avons localisé une placette de régénération de 2 m² (1 m sur 2 m) pour compter les semis.

Chapitre deux

Données avant et immédiatement après la coupe

Les résultats des tableaux 1 et 2 sont basés sur les données de huit placettes par bloc. Le tableau 1 présente les volumes marchands et les surfaces terrières, par bloc, avant et immédiatement après la coupe, ainsi que la proportion des essences principales et leurs dhp (diamètre à hauteur de poitrine) moyens. Dans les blocs 3 et 4, les différences entre les surfaces terrières des placettes de 0,25 ha sont considérables. Ceci s'explique par le fait que lors du marquage, nous avons davantage tenu compte du peuplement et de la vigueur des tiges que de l'intensité de la coupe et de la surface terrière visée. Nos

objectifs ont été atteints au niveau des surfaces entières du bloc. On remarquera les différences entre les blocs entiers autant pour ce qui est de l'intensité de la coupe que des surfaces terrières résiduelles.

La composition des essences a été peu modifiée par la coupe, si ce n'est une très légère diminution de l'érable à sucre et une très légère hausse du bouleau jaune. Ceci est dû au fait que nous avons favorisé le bouleau jaune au moment du marquage. Quant aux diamètres moyens, ils ont diminué légèrement, comme il est normal après une coupe de cette nature.

Tableau 1. Composition et diamètre moyen des essences principales avant et après la coupe, selon l'intensité de coupe

Bloc*	Volume marchand				dhp moyen des tiges > 1 cm (cm)			Surface terrière (m ² /ha)
	Total (m ³ /ha)	Ers (%)	Heg (%)	Boj (%)	Ers	Heg	Boj	
1-SV	228	93,8	3,9	2,0	22,6	20,4	34,2	26,5
2-SV								
Avant coupe	217	81,6	14,6	2,7	19,4	22,9	28,9	26,7
Après coupe	149	81,9	12,4	4,4	18,1	20,9	28,4	19,3
3-SV								
Avant coupe	233	88,0	7,2	3,1	22,3	17,5	30,5	27,4
Après coupe	137	84,8	6,6	6,0	20,1	16,1	30,8	17,0
4-SV								
Avant coupe	229	90,2	6,0	3,8	22,0	20,3	31,2	26,7
Après coupe	103	86,6	7,4	5,8	20,1	18,8	30,5	12,7

Note : Ers, érable à sucre; Heg, hêtre à grandes feuilles; Boj, bouleau jaune. Chaque bloc est constitué de huit placettes. La désignation numérique correspond à l'intensité de coupe : 1, témoin; 2, intensité légère; 3, intensité modérée; 4, intensité forte. SV, Sainte-Véronique.

Tableau 2. Intensité de marquage, intensité de coupe et pourcentage de tiges blessées par bloc

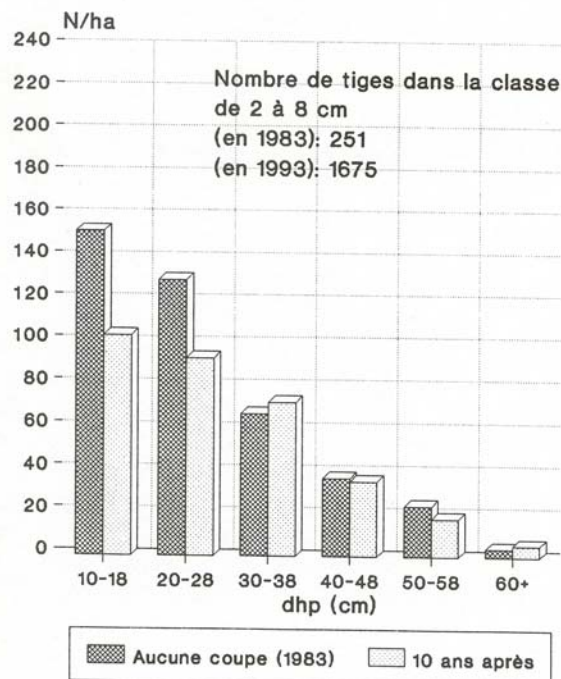
Bloc	Surface terrière (m ² /ha)		Intensité de marquage (%)	Surface terrière après coupe (m ² /ha)			Surface terrière de bois coupé (m ² /ha)	Intensité de coupe (%)	Tiges blessées (%)
	Avant coupe	Marquée		Tiges saines	Tiges blessées	Total			
1-SV	26,6	-	-	-	-	-	-	-	-
2-SV	26,7	7,8	29,2	17,9	1,4	19,3	7,4	27,7	7,3
3-SV	27,4	9,3	33,9	15,2	1,9	17,1	10,3	37,7	11,1
4-SV	26,7	13,0	48,7	10,5	2,4	12,9	13,9	51,9	18,6

Le tableau 2 présente les données sur le marquage, l'intensité de coupe et les tiges blessées. Une tige était considérée comme blessée si l'écorce avait été enlevée sur une surface d'au moins 54 cm². L'intensité de la coupe est supérieure à l'intensité de marquage dans deux blocs. C'est tout à fait normal, compte tenu qu'au moment de l'exploitation, quelques arbres non marqués ont été renversés par la chute des arbres coupés.

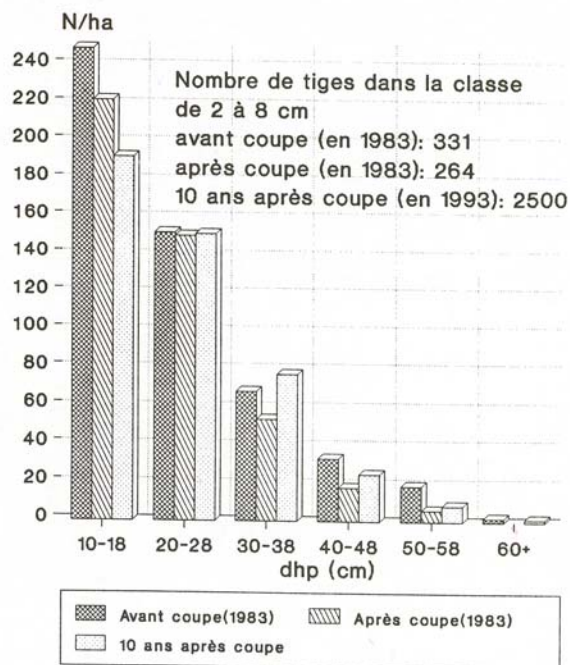
Dans un bloc, la coupe a été moins intensive que le marquage à cause d'un secteur difficilement accessible à l'exploitant. La proportion de la surface terrière des arbres blessés augmente avec l'intensité de la coupe, ce qui est aussi tout à fait normal. La machinerie doit circuler davantage et un plus grand nombre d'arbres abattus causent plus de dégâts dans leur chute.

La figure 2 présente la distribution des tiges par classe de diamètre, avant la coupe, immédiatement après et dix ans après. Ces distributions sont caractéristiques des peuplements inéquiennes; le nombre de tiges est très élevé dans les petits diamètres et diminue de façon plus ou moins régulière à mesure que le diamètre augmente. Les graphiques montrent aussi que plus l'intensité de coupe est forte, plus on détruit de petites tiges (2-8 cm).

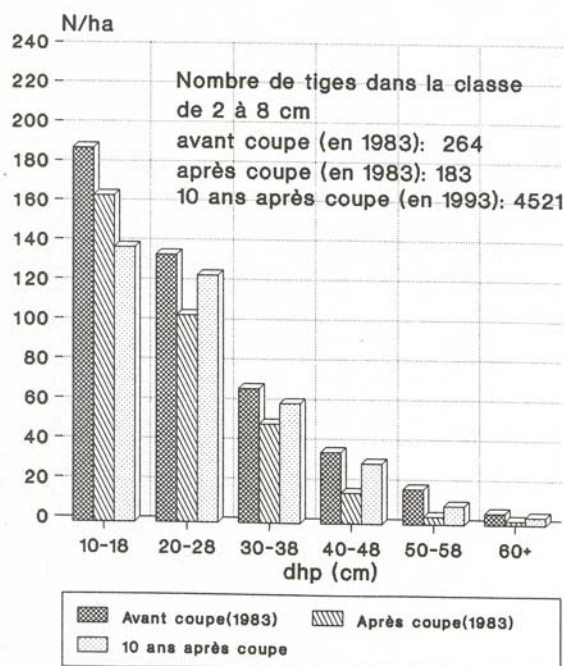
1-SV: Témoin



2-SV: Intensité légère (28 p.100)



3-SV: Intensité modérée (38 p.100)



4-SV: Intensité forte (52 p.100)

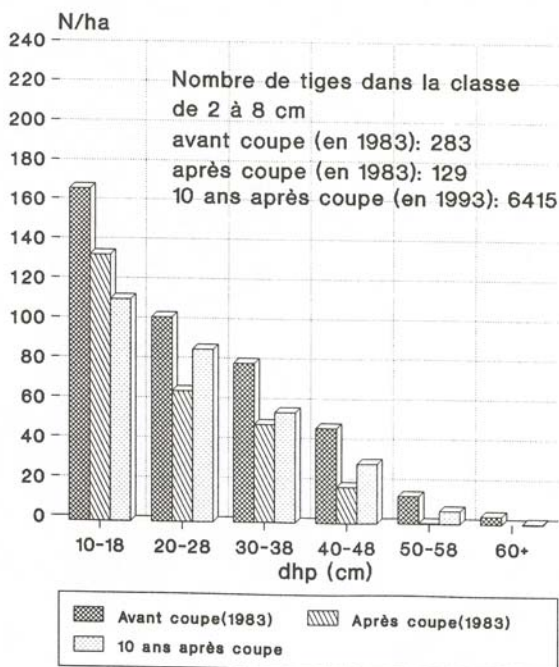


Figure 2. Distribution des tiges d'essences commerciales par classe de diamètre selon l'intensité du jardinage.

Chapitre trois

Mesures 10 ans après la coupe

3.1 Accroissement décennal en surface terrière et en diamètre

3.1.1 Termes généraux

Ces résultats sont basés sur deux groupes de placettes :

- deux placettes de 0,25 ha par bloc. Les mesures ont été prises au galon circonférenciel sur les tiges de 9,1 cm et plus de dhp, à l'automne 1984 et dix ans plus tard, à l'automne 1994.
- quatre placettes de 0,5 ha par bloc. Les mesures ont été prises au compas forestier sur les tiges de 1,1 cm et plus à l'automne 1983 (après la coupe) et dix ans plus tard, à l'automne 1993.

Les termes utilisés pour les placettes mesurées au galon circonférenciel se définissent comme suit :

- Accroissement annuel des survivants (Aas) : accroissement en surface terrière des tiges de 9,1 cm et plus de dhp et vivantes au moment des deux mesures;
- Recrues : tiges ayant atteint 9,1 cm et plus de dhp entre les deux mesures;
- Accroissement annuel brut (Aab) : accroissement en surface terrière des tiges survivantes et des recrues;
- Mortalité : tiges présentes à la première mesure et mortes ou disparues à la deuxième;
- Accroissement annuel net (Aan) : accroissement annuel brut en surface terrière moins la mortalité.

Pour les blocs mesurés au compas forestier, apparaît seulement le terme de l'accroissement annuel net.

3.1.2 Résultats des mesures prises au galon circonférenciel

Le tableau 3 présente les données décennales d'accroissement et de mortalité en surface terrière par placette de 0,25 ha. Les placettes sont ordonnées selon l'intensité du traitement dans leur bloc respectif : témoin (bloc 1), intensité légère (bloc 2), intensité modérée (bloc 3) et intensité forte (bloc 4). Les résultats présentés dans ce tableau permettent de dégager les faits suivants :

- le taux d'accroissement des survivants augmente, à une exception près (3E), avec la diminution de la surface terrière résiduelle. La relation linéaire entre ces variables est très significative (tableau 5). Le taux varie entre 1,71 % dans le témoin (1G) et 3,53 % dans la placette 4E où la surface terrière était la plus basse après la coupe. L'accroissement exprimé en m^2/ha est le plus élevé dans les placettes 2E et 2G où l'on a pratiqué une intensité de coupe légère.
- l'arrivée des recrues varie entre les intensités de coupe. Leur taux a été le plus élevé dans les placettes 4E et 3G où les surfaces terrières résiduelles sont les plus faibles. Par contre, on remarque une bonne entrée des recrues dans la placette 2E où la surface terrière résiduelle était de $18,5 m^2/ha$. Comme on pouvait s'y attendre, les recrues ont été moins nombreuses dans les témoins (1E et 1G). Le coefficient de corrélation (tableau 5) indique qu'il y a une relation linéaire très significative entre la diminution de la surface terrière et le taux des recrues.

Tableau 3. Accroissement annuel brut (Aab) et net (Aan) en surface terrière d'essences commerciales entre 1984 et 1994 (moyenne annuelle de 10 ans) dans les placettes mesurées au galon circonférenciel

N° de placette	Surface terrière en 1984 m ² /ha	Aas		Recrues		Aab		Mortalité		Aan	
		m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%
1G	25,2	0,43	1,71	0,01	0,02	0,44	1,73	0,21	0,81	0,23	0,91
1E	25,1	0,45	1,78	0,02	0,07	0,47	1,86	0,23	0,91	0,24	0,95
2G	19,3	0,46	2,40	0,03	0,17	0,50	2,57	0,12	0,62	0,38	1,95
2E	18,7	0,52	2,80	0,07	0,37	0,59	3,18	0,14	0,74	0,45	2,43
3E	17,1	0,43	2,53	0,04	0,22	0,47	2,75	0,18	1,05	0,29	1,71
4G	13,4	0,43	3,20	0,04	0,28	0,47	3,48	0,06	0,44	0,41	3,04
3G	12,5	0,39	3,11	0,07	0,59	0,46	3,70	0,09	0,75	0,37	2,95
4E	11,6	0,41	3,53	0,07	0,62	0,48	4,14	0,07	0,56	0,42	3,58

Tableau 4. Moyennes d'accroissement par bloc

N° de placette	Surface terrière en 1984 m ² /ha	Aas		Recrues		Aab		Mortalité		Aan	
		m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%
1EG	25,2	0,44	1,75	0,01	0,05	0,45	1,79	0,22	0,86	0,24	0,93
2EG	19,0	0,49	2,60	0,05	0,27	0,54	2,87	0,13	0,68	0,42	2,19
3EG	14,8	0,41	2,77	0,06	0,38	0,47	3,15	0,14	0,92	0,33	2,23
4EG	12,5	0,42	3,35	0,05	0,43	0,47	3,79	0,06	0,50	0,41	3,29

- l'accroissement annuel moyen brut montre les mêmes tendances que l'accroissement des tiges survivantes. Les meilleurs taux se retrouvent dans les placettes à faible surface terrière. Les accroissements moyens les plus élevés, exprimés en m²/ha, apparaissent de nouveau dans les placettes d'intensité légère (2E et 2G) où ils atteignent respectivement 0,59 et 0,50 m²/ha. Remarquons cependant qu'il n'y a pas une grande différence entre les accroissements en fonction du traitement; ils se situent entre 0,44 et 0,59 m²/ha. Les surfaces terrières faibles dans les placettes qui ont subi les plus fortes intensités de coupe se sont accrues, au cours des dix années, comme les surfaces terrières, deux fois plus fortes dans les témoins.
- la mortalité est la plus élevée dans les témoins (0,23 et 0,21 m²/ha par année); elle est causée principalement par les chancres, les champignons, les défauts graves et la défoliation.

- dans les blocs traités, les principaux facteurs responsables de la mort des tiges sont les chablis et les blessures graves dues à la coupe. Dans ces blocs, où la surface terrière est la plus basse, le taux de mortalité ne diffère pas beaucoup par rapport aux témoins; la corrélation entre le taux de mortalité et la surface terrière résiduelle n'est pas significative (tableau 5).

Tableau 5. Corrélation entre les taux d'accroissement et la surface terrière résiduelle par placette de 0,25 ha

Accroissement annuel	Coefficient de corrélation	Pr
Aas	-0,97236	0,0001
Recrues	-0,87795	0,0041
Aab	-0,96663	0,0001
Mortalité	0,51650	0,1900
Aan	-0,95070	0,0003

– le taux d'accroissement net n'est pas proportionnel au taux d'accroissement brut à cause de la variation de la mortalité. Puisque le taux d'accroissement brut est plus bas dans les témoins et que, de plus, la mortalité y est plus élevée, le taux d'accroissement net est aussi très inférieur dans les témoins par rapport aux placettes traitées. En valeurs absolues, le meilleur accroissement net atteint 0,45 m²/ha dans la placette 2E où la surface terrière résiduelle après la coupe est de 18,5 m²/ha. Il est suivi de près par la placette 4E avec 0,42 m²/ha. Cet accroissement est presque le double de celui des témoins, qui présentent 0,23 m²/ha. Le tableau 5 démontre qu'il existe une relation linéaire très étroite entre le taux d'accroissement net et la surface terrière malgré la variation de la mortalité.

Ces mêmes placettes ont été mesurées cinq ans après la coupe (MAJCEN et RICHARD 1992). L'accroissement annuel brut, calculé après dix ans (0,44 à 0,59 m²/ha) est légèrement supérieur à l'aab calculé après cinq ans (0,41 à 0,53 m²/ha) dans toutes les placettes traitées. Dans les témoins, il demeure à peu près inchangé (0,44 à 0,47 m²/ha après dix ans et 0,45 à 0,47 m²/ha après cinq ans). On peut déduire de ces chiffres que les ouvertures causées par la coupe ont été encore plus bénéfiques sur l'accroissement des tiges entre 5 et 10 ans après la coupe, comparative-ment aux cinq premières années. Les accroissements nets sont supérieurs aussi après dix ans dans les placettes où les intensités de coupe étaient légères et fortes. Une légère diminution est notée dans les placettes à éclaircie modérée, à cause d'une mortalité plus élevée. L'accroissement net dans les témoins demeure pratiquement inchangé tout comme l'accroissement brut.

Le tableau 6 comprend les accroissements annuels en diamètre par classe de 10 cm de dhp. Les résultats démontrent que l'accroissement en diamètre augmente de façon inversement proportionnelle à la surface terrière résiduelle, tout comme cinq ans après la coupe (MAJCEN et RICHARD 1992). Cette relation demeure très forte pour les tiges entre 10 et 18 cm avec une corrélation de 0,98. L'accroissement dans cette classe varie de 1,46 mm dans le témoin à 4,86 mm dans le bloc 4E. La corrélation dans la classe de 20 à 28 cm est moindre (0,84) par rapport à la précédente mais demeure significative. Dans cette classe, les accroissements sont aussi les plus faibles dans les témoins (2,33 et 2,88 mm) et se situent entre 3,38 et 4,50 mm dans les placettes coupées. Dans les classes de 30 à 38 cm, la corrélation entre la surface terrière et les accroissements s'affaiblit encore (0,81), mais on y remarque aussi que ces tiges profitent le plus dans les placettes 4E et 4G, où l'intensité de la coupe a été la plus forte. Parmi les tiges de 40 à 48 cm, qui ont le moins profité de la coupe, la corrélation entre les accroissements et la surface terrière n'est plus significative.

N.B. Dans les tableaux 6, 7 et 8 et dans la figure 2, par convention, la classe de diamètre 2-8 cm comprend les tiges $\geq 1,1$ cm et $< 9,1$ cm, celle de 10-18 les tiges $\geq 9,1$ et $< 19,1$, celle de 20-28 les tiges de $\geq 19,1$ et $< 29,1$, celle de 30-38 les tiges $\geq 29,1$ et $< 39,1$, celle de 40-48 les tiges $\geq 39,1$ et $< 49,1$, celle de 50-58 les tiges $\geq 49,1$ et $< 59,1$, celle de 60 et + les tiges $\geq 59,1$ cm.

Tableau 6. Accroissement annuel en diamètre (mm) en fonction du dhp et de la surface terrière résiduelle (10 ans après la coupe)

N° de placette	Surface terrière en 1984 m ² /ha	D.H.P. (cm)			
		10 - 18	20 - 28	30 - 38	40 - 48
1G	25,2	1,46	2,86	3,41	2,64
1E	25,1	1,65	2,33	2,75	3,54
2G	19,3	2,70	3,38	3,52	2,66
2E	18,7	3,37	3,62	3,15	2,80
3E	17,1	3,83	3,89	3,65	3,10
4G	13,4	4,04	4,50	3,71	4,81
3G	12,5	4,26	3,48	3,80	3,60
4E	11,6	4,86	4,05	4,37	4,25
Coefficient de corrélation*		0,98	0,84	0,81	0,63
Pr		0,0001	0,0089	0,0135	0,0907

*Corrélation linéaire entre la surface terrière résiduelle et l'accroissement en diamètre.

N.B. Les diamètres sont mesurés au millimètre près, limite de précision du bec de cigogne et du galon circonférenciel.

Remarquons que la corrélation linéaire entre la surface terrière résiduelle et l'accroissement en diamètre s'est améliorée dix ans après la coupe comparativement aux mesures après cinq ans. Cela est surtout visible dans la classe de 30 à 38 cm où la corrélation après cinq ans n'était pas significative; le coefficient de corrélation était alors de 0,43 par rapport à 0,81 après dix ans.

3.1.3 Résultats des mesures prises au compas forestier

Au tableau 7 figurent les données décennales d'accroissement annuel net en surface terrière basées sur des mesures prises au compas forestier par placette de 0,5 ha (indiquées par les deux lettres) à l'intérieur de quatre blocs de 2 ha. Comme nous l'avons déjà indiqué, le bloc 1 est le témoin alors que les trois autres ont subi des coupes d'intensité variable. Les comparaisons peuvent se faire aussi entre les mesures au galon circonférenciel et au compas forestier dans les mêmes blocs. Remarquons cependant que les deux méthodes de mesure ne couvrent pas tout à fait la même période; celles au galon circonférenciel couvrent la décennie entre 1984 et 1994 et celles au compas forestier, entre 1983 et 1993.

D'après les résultats du tableau 7, l'accroissement annuel net de toutes les tiges est le plus élevé dans le bloc 4 (intensité forte) où il atteint 0,65 m²/ha ou 5,1 %, suivi du bloc 3 (intensité modérée) avec 0,58 m²/ha ou 3,4 %, du bloc 2 (intensité légère) avec 0,49 m²/ha ou 2,5 %, et du témoin en dernière place avec 0,12 m²/ha ou 0,5 %.

Une partie considérable de cet accroissement provient des tiges entre 2 et 8 cm de dhp. L'accroissement en m²/ha et le taux sont proportionnels à l'intensité de la coupe. Le tableau 8 présente la corrélation entre les accroissements et la surface terrière résiduelle par placette de 0,5 ha. On remarque qu'il existe une relation linéaire significative entre ces deux variables, comme l'indiquent les coefficients de corrélation. Les moyennes d'accroissement par bloc varient de 0,22 m²/ha (78,2 %) dans le bloc 4 à 0,05 m²/ha (11,7 %) dans le témoin. Il est tout à fait logique que l'accroissement des petites tiges soit le meilleur dans le bloc où les ouvertures dues à la coupe ont été les plus grandes.

L'accroissement annuel net des tiges de 10 cm et plus est largement supérieur dans les blocs traités par rapport au témoin. Il existe aussi une corrélation signi-

Tableau 7. Accroissement annuel net en surface terrière d'essences commerciales entre 1983 et 1993 (moyenne annuelle de 10 ans) dans les placettes mesurées au compas forestier

N° de la placette	Surface terrière (1983)			Surface terrière (1993)			Accroissement annuel net					
	dhp (cm)			dhp (cm)			dhp (cm)					
	2 à 8	10 et +	Tous	2 à 8	10 et +	Tous	2 à 8	10 et +	Tous	2 à 8	10 et +	Tous
	m ² /ha			m ² /ha			m ² /ha			m ² /ha		
1 AC	0,46	25,88	26,34	1,42	26,10	27,52	0,10	20,9 %	0,02	0,1 %	0,12	0,4 %
1 BD	0,36	24,58	24,94	1,04	24,22	25,26	0,07	18,9 %	- 0,04	- 0,1 %	0,03	0,1 %
1 EG	0,48	24,12	24,60	0,84	26,60	27,44	0,04	7,5 %	0,25	1,0 %	0,28	1,2 %
1 FH	0,34	29,94	30,28	0,36	30,42	30,78	0,00	0,6 %	0,05	0,2 %	0,05	0,2 %
Tous	0,41	26,13	26,54	0,92	26,84	27,75	0,05	12,3 %	0,07	0,3 %	0,12	0,5 %
2 AC	0,84	20,46	21,30	1,16	24,14	25,28	0,03	3,8 %	0,37	1,8 %	0,40	1,9 %
2 BD	0,56	17,10	17,66	1,12	21,52	22,66	0,06	10,0 %	0,44	2,6 %	0,50	2,8 %
2 EG	0,54	18,06	18,60	1,66	22,82	24,48	0,11	20,7 %	0,48	2,6 %	0,59	3,2 %
2 FH	0,60	19,10	19,70	1,42	23,00	24,42	0,08	13,7 %	0,39	2,0 %	0,47	2,4 %
Tous	0,64	18,68	19,32	1,34	22,87	24,21	0,07	11,1 %	0,42	2,2 %	0,49	2,5 %
3 AC	0,60	18,06	18,68	1,54	21,82	23,36	0,09	15,7 %	0,38	2,1 %	0,47	2,5 %
3 BD	0,30	16,94	17,24	2,04	22,20	24,24	0,17	58,0 %	0,53	3,1 %	0,70	4,1 %
3 EG	0,40	14,44	14,84	1,92	17,44	19,36	0,15	38,0 %	0,30	2,1 %	0,45	3,0 %
3 FH	0,32	17,02	17,32	2,06	22,16	24,20	0,17	54,4 %	0,51	3,0 %	0,69	4,0 %
Tous	0,41	16,62	17,02	1,89	20,91	22,79	0,15	36,7 %	0,43	2,6 %	0,58	3,4 %
4 AC	0,28	12,68	12,96	2,78	17,24	20,02	0,25	89,3 %	0,46	3,6 %	0,71	5,4 %
4 BD	0,34	11,60	11,94	2,00	16,14	18,12	0,17	48,8 %	0,45	3,9 %	0,62	5,2 %
4 EG	0,26	12,08	12,34	2,34	16,34	18,68	0,21	80,0 %	0,43	3,5 %	0,63	5,1 %
4 FH	0,22	13,46	13,70	2,76	17,84	20,58	0,25	115,5 %	0,44	3,3 %	0,69	5,0 %
Tous	0,28	12,46	12,74	2,47	16,89	19,35	0,22	79,8 %	0,44	3,6 %	0,66	5,2 %

Tableau 8. Corrélation entre les accroissements et la surface terrière résiduelle totale par placette de 0,5 ha

Accroissement annuel net	Coefficient de corrélation	Pr
Tiges 2 à 8 (m ² /ha)	-0,82197	0,0001
Tiges 2 à 8 cm (%)	-0,72868	0,0014
Tiges 10 cm et + (m ² /ha)	-0,79400	0,0002
Tiges 10 cm et + (%)	-0,93551	0,0001

ficative entre la surface terrière et l'accroissement. Le coefficient de corrélation est très élevé (0,93) lorsqu'il s'agit des taux d'accroissement.

En chiffres absolus, l'accroissement moyen des tiges de 10 cm et plus par bloc atteint des valeurs respectives de 0,44, 0,43 et 0,42 m²/ha dans les blocs traités, comparativement à 0,07 m²/ha dans le témoin. Les différences entre les taux sont beaucoup plus élevées à cause des surfaces terrières résiduelles différentes. Les valeurs des taux moyens varient de 3,6 % dans le bloc 4, à 2,6 % dans le bloc 3 et 2,2 % dans le bloc 2, comparativement à seulement 0,3 % dans le témoin.

La figure 2 présente la variation du nombre de tiges par classe de diamètre entre les trois mesures. Dix ans après la coupe, on remarque une diminution du nombre des tiges de 10 à 18 cm de dhp et une augmentation dans les autres classes dans trois blocs coupés. Le témoin enregistre une forte diminution dans les deux premières classes et peu de différence entre les deux mesures dans les autres classes. Les chiffres démontrent aussi une très forte augmentation du nombre de tiges entre 2 et 8 cm dans tous les blocs. Cette augmentation est proportionnelle à l'intensité de la coupe.

Si on compare maintenant les accroissements nets des mêmes placettes mesurées au compas forestier et au galon circonférenciel (toutes les placettes EG sur les tableaux 3 et 4) pour les tiges de 10 cm et plus, on remarque que les valeurs obtenues sont très proches. La plus grande différence apparaît dans le bloc 2 où l'accroissement annuel net des placettes EG mesurées au compas forestier est supérieur de 0,05 m² à l'an mesuré au galon circonférenciel (0,47 m²/ha contre 0,42 m²/ha).

Les études sur l'accroissement des feuillus aux États-Unis donnent des résultats comparables ou légèrement supérieurs à ceux de Sainte-Véronique. MADER et NYLAND (1984) ont observé, six ans après

une coupe de jardinage, des accroissements annuels nets de 0,57 m²/ha pour des surfaces terrières résiduelles variant entre 16 et 17 m²/ha. ERDMAN et OBERG (1973) obtiennent encore de meilleurs résultats 15 ans après une coupe de jardinage. L'accroissement annuel net des tiges de 4,6 *pouces* (11,7 cm) et plus se situe entre 0,70 et 0,61 m²/ha pour des surfaces terrières résiduelles variant entre 13,8 et 20,7 m²/ha. Même dans les placettes non traitées (témoins) où la surface terrière est de 21,6 m²/ha, l'accroissement annuel atteint 0,53 m²/ha. Il nous semble logique que les résultats de ces travaux soient supérieurs aux accroissements obtenus à Sainte-Véronique si l'on tient compte du climat rigoureux du Québec.

Nos résultats se rapprochent de ceux de CROW *et al.* (1981) qui rapportent des accroissements annuels nets de 0,40 à 0,48 m²/ha dans l'état du Michigan. SOLOMON (1977) en Nouvelle-Angleterre obtient, dix ans après le traitement, des accroissements annuels moyens variant entre 0,39 et 0,52 m²/ha pour une surface terrière résiduelle de 13,8 m²/ha et entre 0,26 et 0,38 m²/ha pour une surface terrière de 18,4 m²/ha. Remarquons que l'expérience de Solomon a été réalisée dans des forêts composées de plusieurs essences feuillues (hêtre à grandes feuilles, érable rouge, bouleau jaune, érable à sucre, bouleau à papier et autres).

3.2 Développement des semis

La régénération a été évaluée à partir de dix petites placettes de 4 m² (1 m sur 4 m) établies dans chaque bloc jardiné. Les mesures ont été prises en 1985 et 1994. Les résultats sont présentés aux figures 3 à 6. Les abréviations et autres spécifications utilisées dans les figures sont présentées dans la liste à la page suivante.

En 1985, les observations suivantes ont été faites :

- Il y avait, dans tous les blocs, un grand nombre de jeunes érables à sucre, en particulier des semis de plus de 20 cm de hauteur; leur nombre se situait entre 215 000 et 388 000/ha. Il y avait aussi plus de 20 000 érables par ha de hauteur > 50 cm et de dhp ≤ 1 cm, sauf dans le bloc 2.
- On ne trouvait aucun bouleau jaune dans le bloc témoin alors qu'on en trouvait plusieurs milliers dans les autres blocs; la coupe de 1983 a donc favorisé la régénération du bouleau jaune.
- Le hêtre et les autres essences commerciales occupaient peu de place parmi la régénération, autant dans le bloc témoin que dans les blocs jardinés.

- La présence des espèces non commerciales, dont le framboisier, augmentait de façon inversement proportionnelle à la surface terrière résiduelle.

Dans la bande coupée à blanc, la régénération a été évaluée à partir de six petites placettes de 4 m² (figure 8). En 1985, la régénération d'érable à sucre a été moins abondante que dans les placettes jardinées. L'érable à sucre prédominait dans les classes inférieures à 50 cm. Le framboisier est largement dominant dans la classe de hauteur supérieure à 50 cm. Le bouleau jaune s'est régénéré de façon comparable aux blocs jardinés. Dans la bande, on a dénombré aussi près de 11 000 jeunes peupliers (faux-tremble et à grandes dents), absents dans les blocs jardinés. Parmi la régénération d'érable à sucre, 50 % de jeunes érables de plus de 50 cm de hauteur étaient des rejets de souche. Remarquons aussi qu'aucun rejet de souche n'a été noté dans les blocs jardinés.

En 1994, nous avons procédé au mesurage de la régénération dans les mêmes placettes et nous avons constaté de nombreux changements dans la composition et dans le développement des semis. Ces changements se sont produits en relation avec la densité du couvert des gaules et des strates supérieures.

- la régénération d'érable à sucre est toujours la plus abondante et omniprésente, peu importe l'intensité du traitement. En 1994, une diminution des semis d'érable à sucre de hauteur inférieure à 20 cm a été notée dans le témoin et dans deux blocs jardinés où ce nombre était le plus élevé en 1985. Dans la bande, le nombre de près de 50 000 semis à l'hectare est demeuré pratiquement le même entre les deux mesures. Dans tous les blocs, on remarque une augmentation du nombre de jeunes érables dans les classes de développement les plus hautes, soit 50 cm et plus, classe de tiges dont le diamètre dépasse 1,1 cm. Le nombre de grandes tiges est proportionnel à l'intensité de la coupe.
- plusieurs milliers de bouleaux jaunes se sont régénérés par après la coupe dans les blocs traités. En 1994, le bouleau jaune demeure absent dans le témoin et sa présence diminue dans les blocs traités pour ce qui est de la classe de hauteur < 20 cm. Par contre, il a augmenté en nombre dans une des classes supérieures dans les blocs jardinés. Le *stocking* du bouleau jaune est réduit à une seule placette dans la bande et dans le bloc coupé à 28 %. Le nombre total de hêtres et de tiges d'autres essences n'a pas varié beaucoup entre les deux mesures mais on remarque dans tous les blocs une augmen-

Liste des abréviations utilisées dans les figures et sur les tableaux

Dans les figures 3 à 8, les chiffres au-dessus des colonnes indiquent le nombre de placettes (1 x 4 m) dans lesquelles au moins un individu de l'essence indiquée est présent (*stocking*). Le nombre total de placettes est indiqué dans la partie supérieure droite du cadre.

Espèces commerciales		Espèces non commerciales	
Bop	Bouleau à papier	Ame	Amélanchiers
Boj	Bouleau jaune	Cep	Cerisier de Pennsylvanie
Cet	Cerisier tardif	Cev	Cerisier de Virginie
Err	Érable rouge	Dic	Dierville chèvrefeuille
Ers	Érable à sucre	Ere	Érable à épis
Frn	Frêne noir	Erp	Érable de Pennsylvanie
Heg	Hêtre à grandes feuilles	Fra	Framboisier
Ora	Orme d'Amérique	Ifc	If du Canada
Osv	Ostryer de Virginie	Rib	Groseilliers, gadeliers
Peg	Peuplier à grandes dents	Roo	Ronce occidentale
Pet	Peuplier faux-tremble	Sup	Sureau pubescent
Peu	Peuplier à grandes dents et peuplier faux-tremble	Via	Viorne à feuilles d'aulne
Sab	Sapin baumier	Anco	Autres espèces non commerciales
Sal	Saule de Bebb		
Tia	Tilleul d'Amérique		
Aco	Autres espèces commerciales		

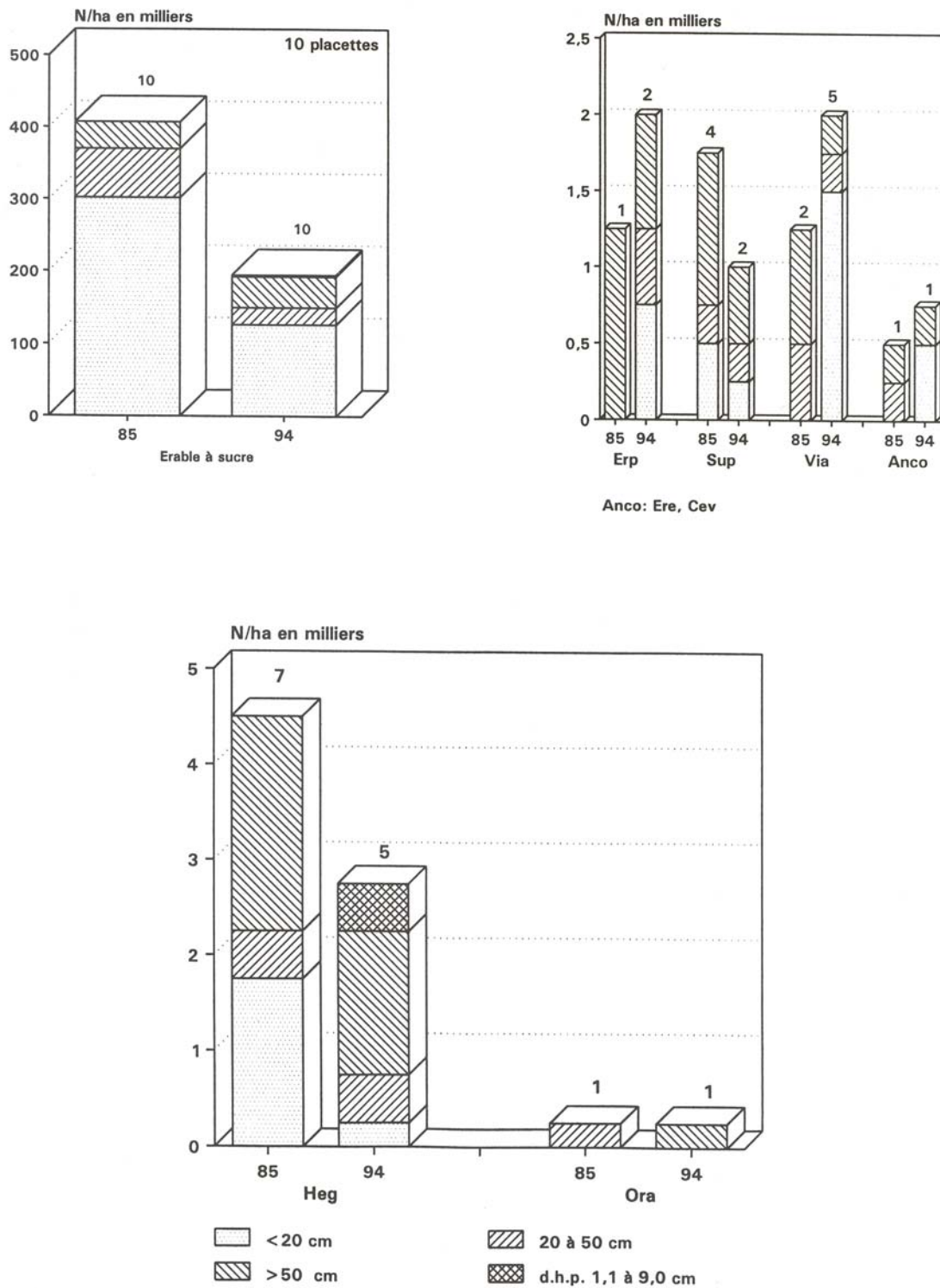


Figure 3. État de la régénération. 1SV, témoin.

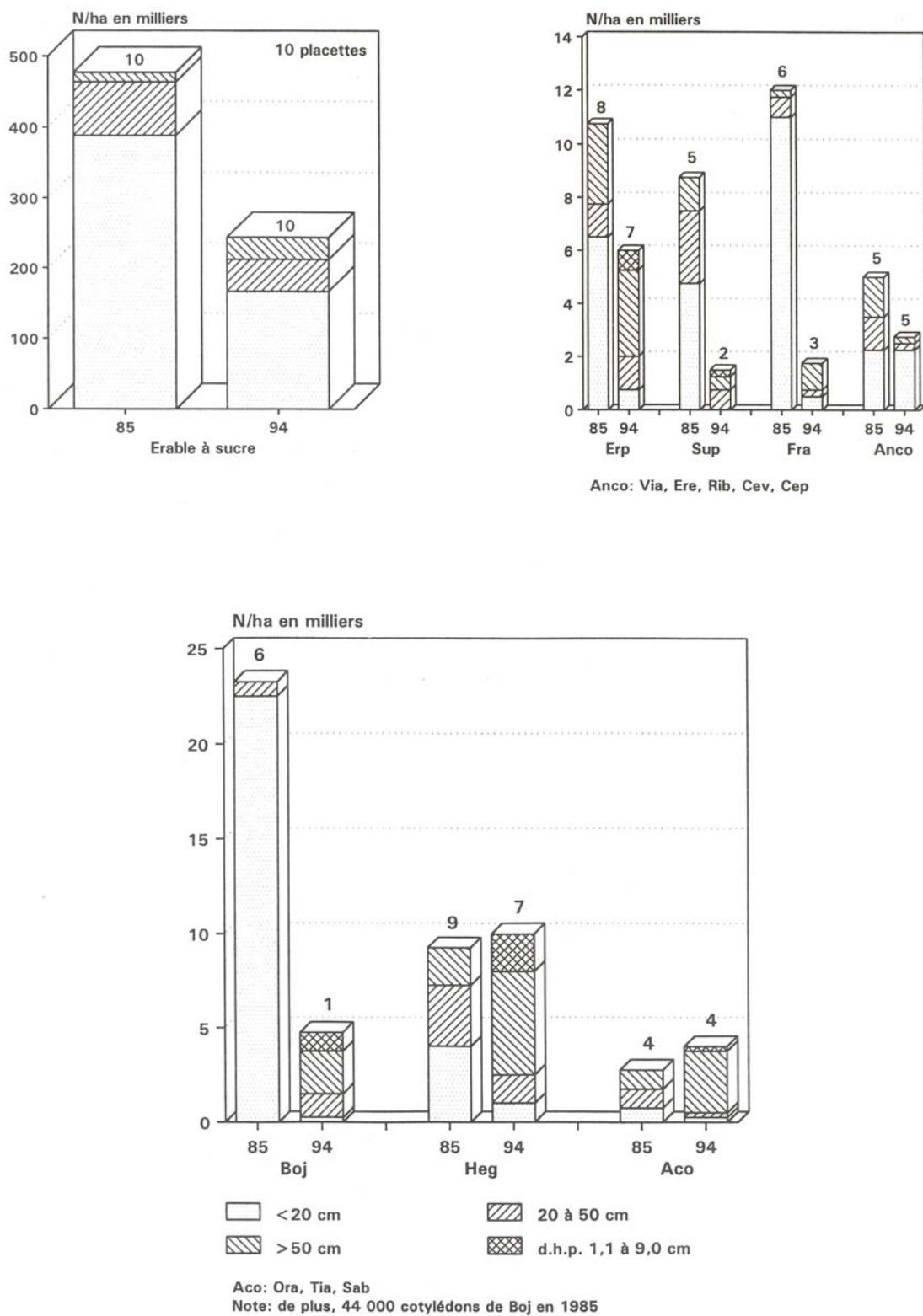


Figure 4. État de la régénération. 2SV, coupe d'intensité légère.

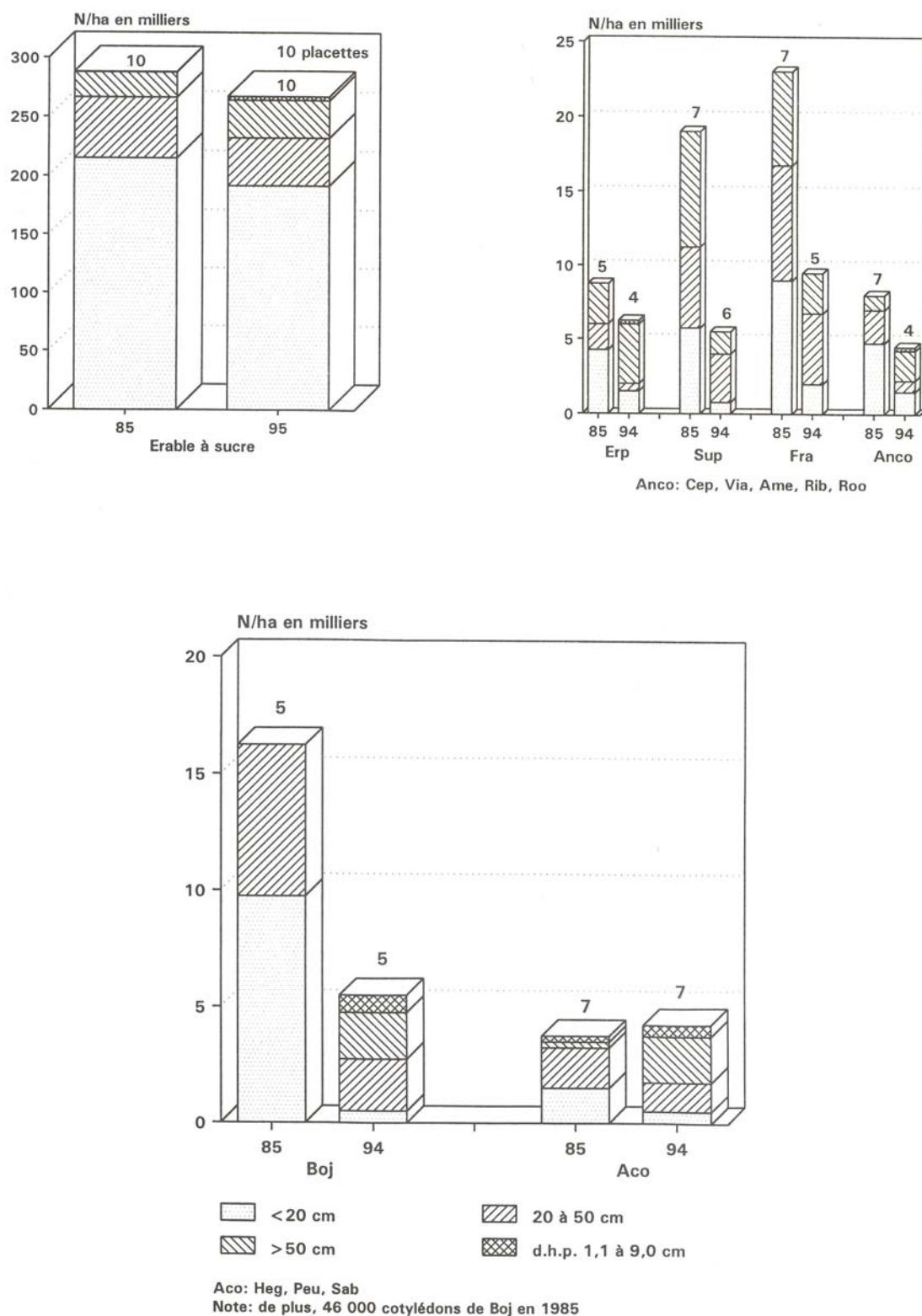


Figure 5. État de la régénération. 3SV, coupe d'intensité modérée.

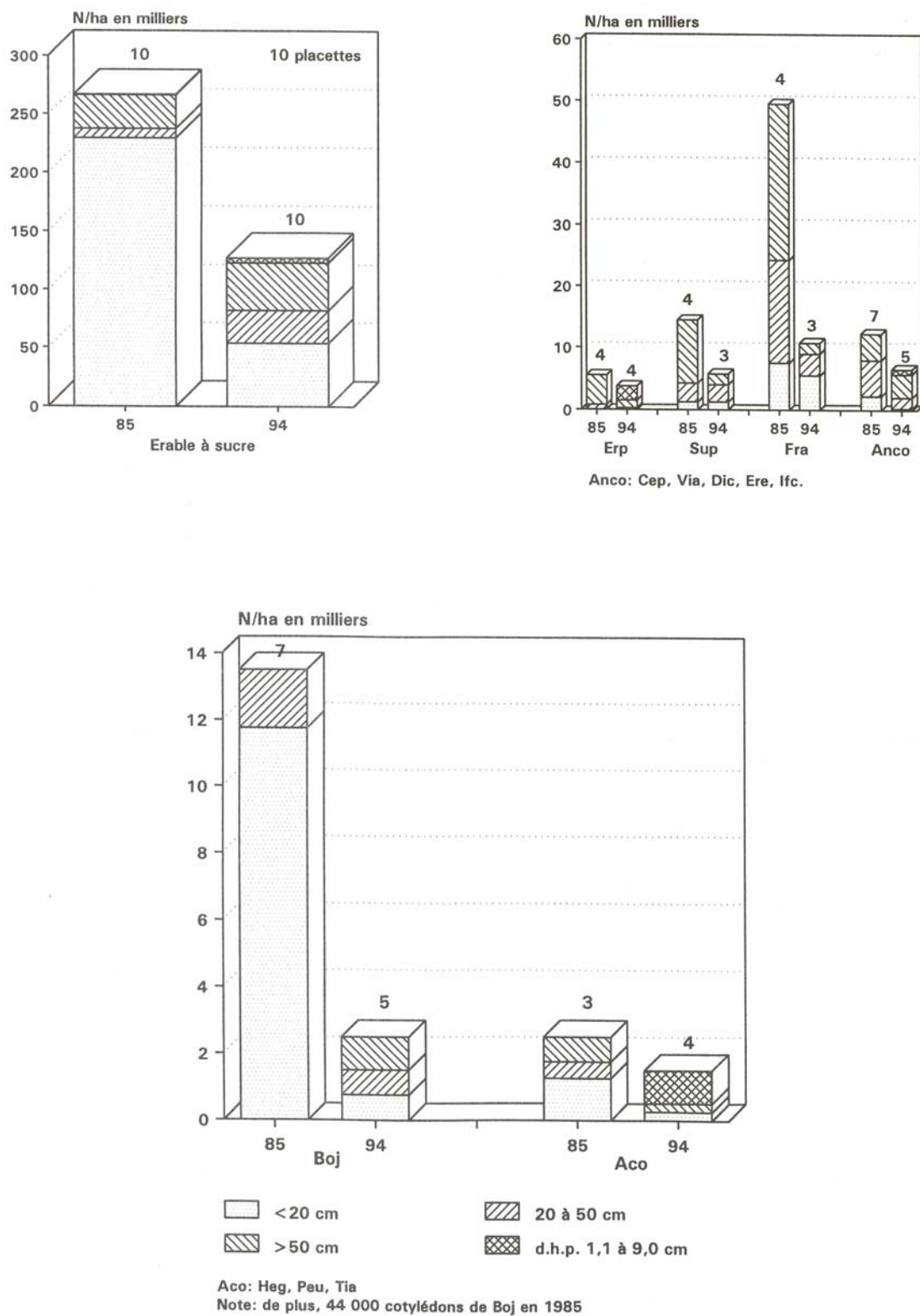


Figure 6. État de la régénération. 4SV, coupe d'intensité forte.

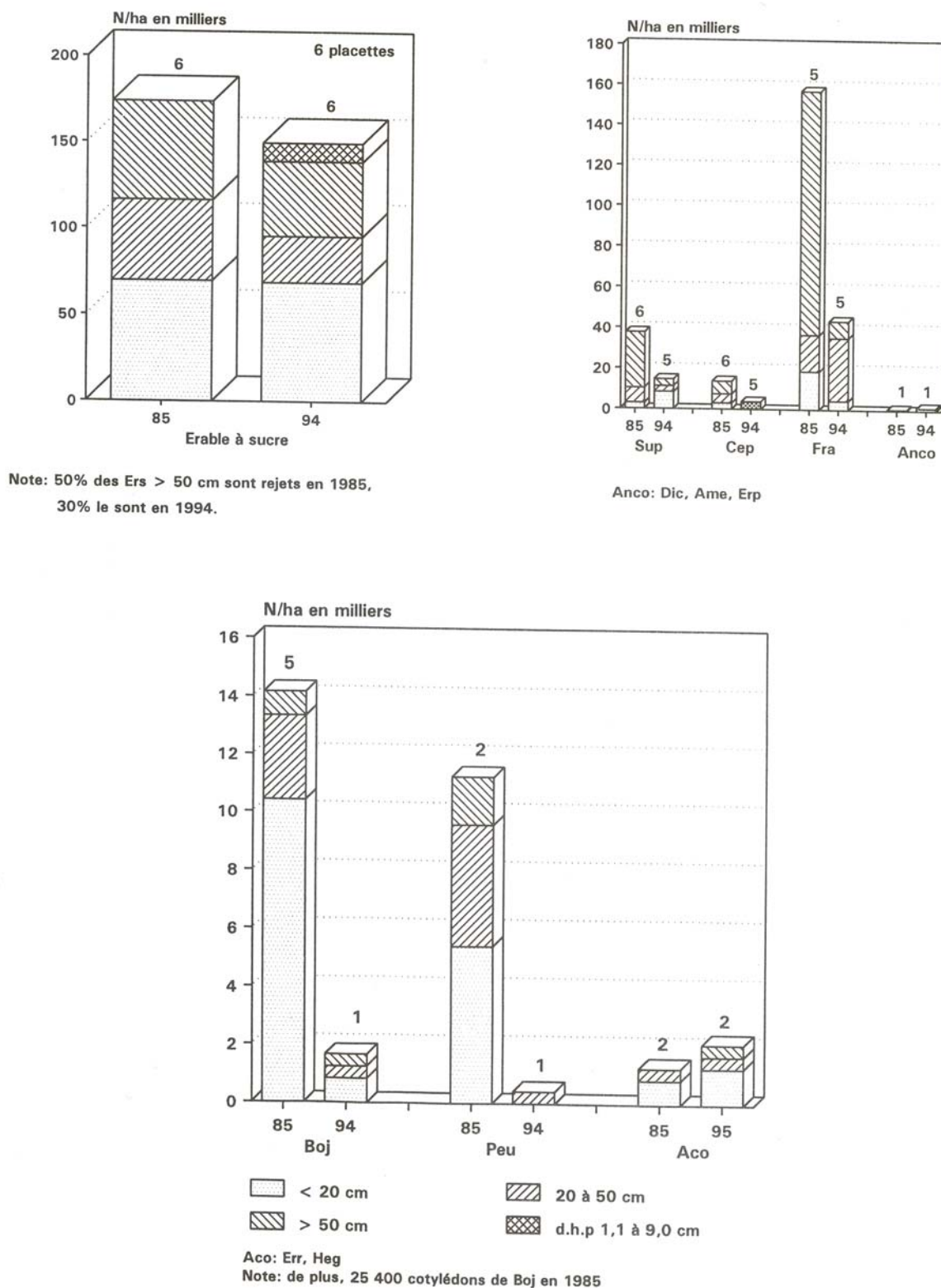


Figure 7. État de la régénération. Bande coupée à blanc (mesurée en 1984 et 1995).

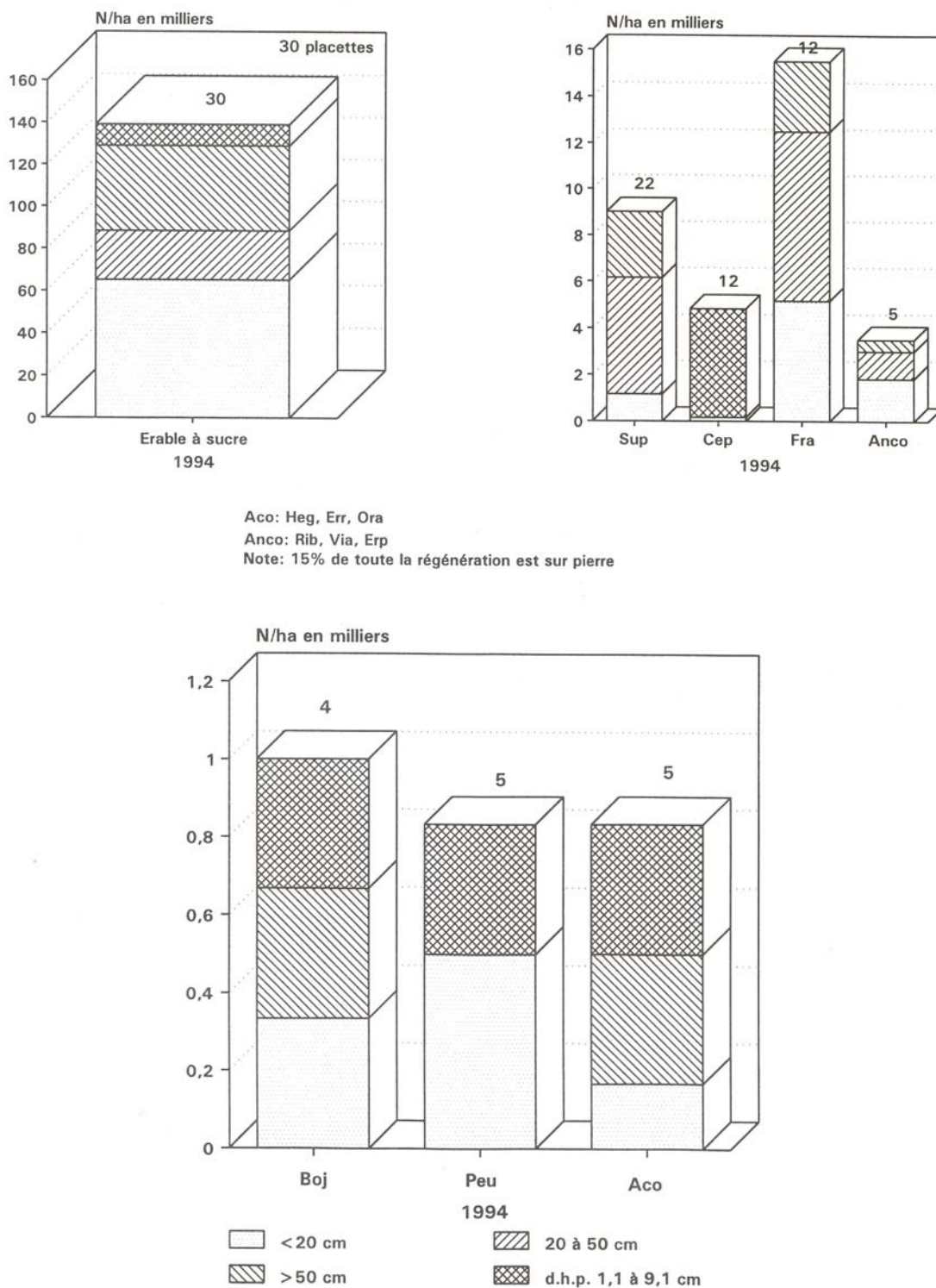


Figure 8. État de la régénération. Bande coupée à blanc (mesurée en 1994).

tation dans les classes supérieures au détriment des semis inférieurs à 20 cm de hauteur. Les peupliers font cependant exception dans la bande; leur nombre y a fortement diminué. La régénération des espèces non commerciales est marginale par rapport à celle de l'érable à sucre. On remarque une diminution des espèces non commerciales entre les deux mesures dans tous les blocs traités, tout particulièrement du framboisier.

La figure 8 présente l'évaluation de la régénération à partir de 30 placettes de 2 m² établies dans la bande en 1994. On peut remarquer que la composition, le nombre et les classes de développement de semis dix ans après la coupe sont à peu près les mêmes, comme dans la figure 7 où la régénération a été évaluée à partir de 6 placettes de 4 m² chacune :

- les semis d'érable à sucre sont présents dans chacune des 30 placettes et atteignent un nombre total de près de 120 000.
- les semis des autres essences commerciales (peupliers, bouleau jaune, hêtre) ne comptent que quelques centaines d'individus par hectare, tout comme dans l'expérience précédente.
- parmi les essences non commerciales, les plus nombreuses sont le framboisier et le sureau rouge. Le cerisier de Pennsylvanie compte près de 5 000 tiges à l'hectare mais elles mesurent toutes plus de 1,1 de dhp.

3.3 Développement des gaules (tiges de 1,1 à 9,0 cm de dhp)

Les tableaux 9 à 13 résument le développement des gaules dont un grand nombre a franchi le seuil de 1,1 cm de dhp entre les deux mesures. Le nombre de recrues est proportionnel à l'intensité de la coupe et il est le plus élevé dans le bloc coupé à 52 %. Dans celui-ci, le nombre de tiges d'érable à sucre est passé de 33 en 1984 à 5 127 en 1994; de hêtre, de 0 à 581 tiges, et de bouleau jaune, de 0 à 390 tiges. Plusieurs tiges de ces essences ont atteint aussi la classe de 4 cm de diamètre. La forte intensité de la coupe a favorisé aussi l'apparition des espèces non commerciales parmi lesquelles les plus nombreuses sont les tiges de cerisier de Pennsylvanie. Quelques dizaines de cerisiers ont même pénétré dans la classe de 10 cm de dhp.

Dans le bloc coupé à 38 %, le nombre de tiges d'espèces non commerciales est deux fois plus faible que dans le précédent, mais cette différence est moins

prononcée entre les gaules des essences commerciales de deux blocs. Nous avons dénombré, entre autres, 279 tiges de bouleau jaune dans les classes de 2 et 4 cm de diamètre. Dans ces deux blocs, le bouleau jaune forme près de 5 % du gaulis par rapport au nombre total de tiges commerciales et non commerciales entre 2 et 8 cm de diamètre.

Avec 103 jeunes tiges, le bouleau jaune représente 3 % du nombre total des gaules dans le bloc coupé à 28 %. C'est le seul bloc où le hêtre a dépassé en nombre l'érable à sucre. Il y avait quelques dizaines d'érables et seulement 6 hêtres dans la classe de 2 cm en 1984. En 1994, leur nombre respectif se chiffre à 768 et 1 355 tiges. La régénération du hêtre a été favorisée par une proportion plus élevée de cette essence dans les étages dominants, par le terrain plus pierreux et un peu plus sec comparativement aux autres blocs. Les mêmes facteurs combinés aux ouvertures plus faibles ont été moins favorables au bouleau jaune.

Dans le témoin, on remarque aussi une faible poussée de l'érable à sucre et du hêtre même s'il n'y a eu aucune intervention, ce qui témoigne de la grande tolérance de ces deux essences à l'ombre. Le bouleau jaune est présent avec 20 tiges seulement; elles se sont installées entre 1984 et 1994.

Comme nous l'avons indiqué, il n'y a eu aucun mesurage dendrométrique avant la coupe dans la bande. Le tableau 13 présente le nombre de gaules par classe de diamètre et par essence dix ans après la coupe à blanc; ce nombre peut être opposé au témoin et aux blocs jardinés dix ans après la coupe.

La coupe totale par bandes a favorisé la croissance de l'érable à sucre dont le nombre de 10 290 tiges à l'hectare est le double de celui du bloc coupé à 52 %. Il y a aussi plus d'érables qui ont atteint la classe de 4 cm de dhp. Le nombre de bouleaux jaunes (293) est à peu près le même que dans le bloc coupé à 38 %. Le hêtre est moins représenté par rapport aux places jardinées mais, par contre, la bande comprend un nombre plus élevé d'essences de lumière (peupliers, bouleau à papier, cerisier tardif). Dans la bande, on trouve aussi un nombre très élevé de cerisiers de Pennsylvanie (6 337 à l'hectare) dont un grand nombre a atteint les classes de 4, 6 et 8 cm de dhp. Le nombre de tiges des espèces non commerciales est à peu près le triple de ce que l'on retrouve dans le bloc coupé à 52 %.

Dans les placettes de régénération (30 placettes de 2 m²), nous avons dénombré aussi, à part les semis, les tiges de 1,1 cm et plus de dhp (figure 8).

Tableau 9. Développement des gaules. 1SV, témoin

dhp (cm) Espèce	Nombre de tiges à l'hectare									
	2		4		6		8		Total	
	Année 1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994
Ers	107 87,7 %	1522 79,0 %	45 98,9 %	33 76,7 %	45 95,7 %	30 98,4 %	36 97,3 %	32 98,4 %	232 92,6 %	1616 79,5 %
Boj		19 1,0 %		1 2,3 %	1 1,1 %				1 0,2 %	20 1,0 %
Heg	13 10,7 %	356 18,5 %	1 1,1 %	5 11,6 %	1 2,2 %		1 2,7 %	1 1,6 %	16 6,2 %	362 17,8 %
Tia		2 0,1 %								2 0,1 %
Ora	1 0,8 %	24 1,2 %		4 8,1 %		1 1,6 %			1 0,4 %	28 1,4 %
Osv	1 0,8 %	4 0,2 %		1 1,2 %	1 1,1 %				2 0,6 %	5 0,2 %
Total comm.	122 98,8 %	1926 96,8 %	45 97,8 %	43 98,9 %	47 96,9 %	31 100,0 %	37 97,3 %	32 100,0 %	250 98,0 %	2032 96,9 %
Erp	2 100,0 %	58 90,6 %	1 100,0 %	1 100,0 %	2 100,0 %		1 100,0 %		5 100,0 %	59 90,7 %
Ere		2 3,1 %								2 3,1 %
Cev		3 3,9 %								3 3,9 %
Cep		2 2,3 %								2 2,3 %
Total non comm.	2 1,2 %	64 3,2 %	1 2,2 %	1 1,1 %	2 3,1 %		1 2,7 %		5 2,0 %	65 3,1 %
Total global	124	1990	46	44	49	31	38	32	255	2096

Remarquons que leur nombre rapporté à l'hectare (en multipliant par le facteur 166,7) est comparable au nombre de tiges calculé à partir de 30 placettes de 100 m². Le nombre de tiges d'érable à sucre est de près de 10 200 dans les deux cas et celui du cerisier de Pennsylvanie, de près de 4 700 tiges sur les petites placettes et de près de 6 300 sur les grandes. Le nombre des autres essences commerciales (bouleau jaune, hêtre, peupliers) est aussi très proche dans les deux cas.

L'état de la régénération, y compris les gaules d'érable à sucre, est excellent dans tous les blocs 10 ans après la coupe. Ces résultats étaient prévisibles compte tenu de nos premiers résultats cinq ans après la coupe et des expériences antérieures dans les érablières (TUBBS 1968, BERRY 1981, LA ROCQUE 1985 et CROW et METZGER 1987).

Tableau 10. Développement des gaules. 2SV, coupe d'intensité légère

dhp (cm) Espèce	Nombre de tiges à l'hectare									
	2		4		6		8		Total	
	Année 1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994
Ers	53	768	63	46	66	47	64	55	246	915
	89,1 %	34,2 %	90,6 %	33,3 %	95,0 %	86,1	95,5 %	92,4 %	92,6 %	36,6 %
Boj	1	92	1	11		1			1	104
	0,8 %	4,1 %	0,7 %	7,7 %		1,9 %			0,4 %	4,1 %
Heg	6	1354	5	70	3	6	3	4	17	1433
	10,1 %	60,2 %	6,5 %	51,3 %	4,3	10,2 %	4,5 %	6,7 %	6,2 %	57,4 %
Osv		3		1	1				1	4
		0,1 %		0,7 %	0,7 %				0,2 %	0,2 %
Err		6		3				1		9
		0,2 %		1,8 %				0,8 %		0,3 %
Ora		23		6		1				29
		1,0 %		4,4 %		0,9 %				1,2 %
Tia		2		1						3
		0,1 %		0,7 %						0,1 %
Frn		1	2			1			2	1
		0,0 %	2,2 %			0,9 %			0,6 %	0,0 %
Sab		2								2
		0,1 %								0,1 %
Total comm.	60	2249	70	137	70	54	67	60	265	2499
	98,3 %	72,5 %	95,2 %	72,6 %	98,6 %	85,0 %	97,8 %	96,7 %	97,4 %	73,2 %
Cep		81		23		9		2		114
		9,4 %		43,7 %		94,7 %		100,0 %		12,5 %
Erp	1	747	3	29	1		2		6	776
	100,0 %	87,6 %	71,4 %	55,3 %	100,0 %		100,0 %		85,7 %	84,7 %
Ere		24	1	1		1			1	25
		2,8 %	28,6 %	1,0 %		5,3 %			14,3 %	2,7 %
Cev		2								2
		0,2 %								0,2 %
Total non Comm	1	853	4	52	1	10	2	2	7	916
	.1,7 %	27,5 %	4,8 %	27,4 %	1,4 %	15,0 %	2,2 %	3,3 %	2,6 %	26,8 %
Total global	61	3102	74	188	71	64	69	62	272	3415

Tableau 11. Développement des gaules. 3SV, coupe d'intensité modérée

dhp (cm) Espèce Année	Nombre de tiges à l'hectare											
	2		4		6		8		10		Total	
	1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994
Ers	49	3073	35	62	38	28	39	27			160	3190
	81,5 %	72,6 %	86,3 %	29,9 %	88,2 %	66,7 %	89,7 %	81,8 %			86,0 %	70,6 %
Boj		245		35	2	2		1			2	280
		5,8 %		16,9 %	4,7 %	4,8 %		1,5 %			1,1 %	6,2 %
Heg	11	857	5	95	3	10	5	5			23	964
	17,6 %	20,2 %	12,5 %	45,8 %	5,9 %	23,8 %	10,3 %	15,2 %			12,1 %	21,4 %
Tia	1	6		4	1	1					1	11
	0,8 %	0,1 %		1,7 %	1,2 %	2,4 %					0,5 %	0,2 %
Osv		8	1	2							1	10
		0,2 %	1,3 %	1,0 %							0,3 %	0,2 %
Ora		43		10		1		1				55
		1,0 %		4,8 %		2,4 %		1,5 %				1,2 %
Cet		1										1
		0,0 %										0,0 %
Err		1										1
		0,0 %										0,0 %
Frn		4										4
		0,1 %										0,1 %
Sab		3										3
		0,1 %										0,1 %
Total comm.	60	4233	40	208	43	42	44	33			186	4516
	93,7 %	84,1 %	95,2 %	57,7 %	89,5 %	44,7	92,6 %	89,2 %			92,8 %	81,7 %
Cep		155		106		50		4		1		316
		19,0 %		70,0 %		96,0 %		100,0 %		100,0 %		31,0 %
Erp	3	557	2	43	5	2	4				14	598
	75,0 %	69,4 %	100,0 %	28,0 %	100,0 %	2,9 %	100,0 %				93,1 %	59,1 %
Ere	1	83		4		1					1	87
	25,0 %	10,3 %		2,3 %		1,0 %					6,9 %	8,6 %
Ame		11										11
		1,3 %										1,0 %
Sal		1										1
		0,1 %										0,1 %
Total non comm.	4	803	2	152	5	52	4	4	1		15	1012
	6,3 %	15,9 %	4,8 %	42,3 %	10,5 %	55,3 %	7,4 %	10,8 %	100,0 %		7,3 %	18,3 %
Total global	64	5036	42	360	48	94	48	37	1		201	5528

Tableau 12. Développement des gaules. 4SV, coupe d'intensité forte

dhp (cm) Espèce Année	Nombre de tiges à l'hectare											
	2		4		6		8		10		Total	
	1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994
Ers	33	5127	35	84	32	25	23	26			123	5254
	100,0 %	84,0 %	94,6 %	35,3 %	91,3 %	65,3 %	92,0 %	92,9 %			94,6 %	82,0 %
Boj		388		65		5	1	1			1	459
		6,3 %		27,3 %		13,3 %	2,0 %	3,6 %			0,4 %	7,2 %
Heg		582	2	84	3	5	2	2			7	671
		9,5 %	5,4 %	35,3 %	8,7 %	13,3 %	6,0 %	3,6 %			5,0 %	10,5 %
Osv		7		2		1						10
		0,1 %		0,6 %		2,7 %						0,1 %
Pet		2										2
		0,0 %										0,0 %
Bop		1										1
		0,0 %										0,0 %
Sab		1		1		1						2
		0,0 %		0,2 %		1,3 %						0,0 %
Tia		4		3		1						8
		0,1 %		1,3 %		2,7 %						0,1 %
Ora		1										1
		0,0 %										0,0 %
Cet						1						1
						1,3 %						0,0 %
Err		1										1
		0,0 %										0,0 %
Total comm.	33	6103	37	238	35	38	25	28			130	6406
	100,0 %	81,7 %	100,0 %	28,1 %	100,0 %	14,6	100,0 %	33,7 %			100,0 %	74,0 %
Cep		556		531		218		54		6		1364
		40,7 %		87,2 %		99,1 %		98,2 %		100,0 %		60,5 %
Erp		788		76		2		1				864
		57,8 %		12,4 %		0,7 %		1,8 %				38,3 %
Ere		18		3		1						21
		1,3 %		0,4 %		0,2 %						0,9 %
Sal		1										1
		1,0 %										0,0 %
Ame		4										4
		0,3 %										0,2 %
Total non comm.		1364		609		220		55		6		2253
		18,3 %		71,9 %		85,4 %		66,3 %		100,0 %		26,0 %
Total global	33	7467	37	847	35	258	25	83		6	130	8659

Tableau 13. Développement des gaules. Bande coupée à blanc

dhp (cm) Espèce	Nombre de tiges à l'hectare en 1994					Total
	2	4	6	8	10	
Ers	9983 95,1 %	283 56,3 %	20 28,6 %		3 50,0 %	10 290 92,9 %
Boj	193 1,8 %	77 15,2 %	10 14,3 %	3 50,0 %		283 2,6 %
Heg	183 1,7 %	30 6,0 %				213 1,9 %
Pet	50 0,5 %	50 9,9 %	13 19,0 %	3 50,0 %		117 1,1 %
Peg	33 0,3 %	17 3,3 %	3 4,8 %		3 50,0 %	57 0,5 %
Osv	30 0,3 %	23 4,6 %	3 4,8 %			57 0,5 %
Cet		17 3,3 %	17 23,8 %			33 0,3 %
Ora	10 0,1 %	3 0,7 %				13 0,1 %
Bop	10 0,1 %	3 0,7 %	3 4,8 %			17 0,2 %
Total comm.	10 493 78,4 %	503 17,9 %	70 6,3 %	7 2,0 %	7 50,0 %	11 080 62,8 %
Cep	2667 92,5 %	2303 99,7 %	1037 100,0 %	323 100,0 %	7 100,0 %	6337 96,6 %
Erp	213 7,4 %	7 0,3 %				220 3,4 %
Sal	3 0,1 %					3 0,1 %
Total non comm.	2883 21,6 %	2310 82,1 %	1037 93,7 %	323 98,0 %	7 50,0 %	6560 37,2 %
Total global	13 376	2813	1107	330	13	17 640

Conclusion

Nos études sur l'accroissement en surface terrière dix ans après une coupe de jardinage confirment les tendances que nous avons constatées cinq ans après la coupe. Nos derniers résultats sont basés sur une période plus longue et, de ce fait, sont plus exacts. Ils ont aussi plus de poids parce qu'ils ont été obtenus par deux méthodes de mesurage différentes utilisées ensemble : le galon circonférenciel et le compas forestier.

Ces deux méthodes révèlent que les peuplements ont bien réagi aux traitements, tant dans leur accroissement en surface terrière que dans leur régénération. Le taux d'accroissement brut augmente avec la diminution de la surface terrière résiduelle, contrairement à la mortalité qui demeure plus élevée dans les témoins. L'accroissement annuel net basé sur les mesures au galon circonférenciel pour les tiges de 10 cm et plus de diamètre et calculé comme moyenne dans les placettes de 0,5 ha est le plus élevé dans le bloc à intensité légère de coupe ($0,42 \text{ m}^2/\text{ha}$), suivi de l'intensité forte ($0,41 \text{ m}^2/\text{ha}$), de l'intensité modérée ($0,33 \text{ m}^2/\text{ha}$) et du témoin en dernière place avec seulement $0,24 \text{ m}^2/\text{ha}$. L'accroissement en diamètre augmente de façon inversement proportionnelle à la surface terrière résiduelle. Cette relation demeure surtout très forte pour les tiges entre 10 et 18 cm de diamètre.

L'accroissement annuel net, calculé comme une moyenne par bloc de 2 ha pour les tiges de 10 cm et plus de diamètre, est à peu près identique pour les trois blocs traités, avec des valeurs respectives de 0,42, 0,43 et $0,44 \text{ m}^2/\text{ha}$. La moyenne d'accroissement dans le témoin est de seulement $0,07 \text{ m}^2/\text{ha}$. L'accroissement des jeunes tiges entre 2 et 8 cm de diamètre est proportionnel aussi à l'intensité du

traitement. L'accroissement annuel net de ces tiges atteint $0,22 \text{ m}^2/\text{ha}$ dans le bloc 4 (intensité forte), comparativement à $0,15 \text{ m}^2/\text{ha}$ dans le bloc 3 (intensité modérée), $0,07 \text{ m}^2/\text{ha}$ dans le bloc 2 (intensité faible) et $0,05 \text{ m}^2/\text{ha}$ dans le témoin.

Les strates arbustives, autant dans les blocs coupés que dans le témoin, sont caractérisées par l'abondance de l'érable à sucre dont le nombre de semis atteint plusieurs dizaines de milliers.

Au cours des 10 années après la coupe, le nombre d'érables à sucre dans les classes supérieures à 50 cm de hauteur augmente dans tous les blocs. Le nombre de grandes tiges est proportionnel à l'intensité de la coupe. Ces résultats étaient prévisibles compte tenu du grand nombre de jeunes érables déjà établis avant la coupe.

Le bouleau jaune s'est régénéré aussi par milliers après la coupe malgré la rareté des semenciers. Après dix ans, plusieurs bouleaux jaunes ont atteint la classe de 2, 4 ou même de 6 cm de diamètre et leur nombre est proportionnel à l'intensité de la coupe, en excluant la bande. Nous avons compté 20 tiges de bouleau jaune à l'hectare dans le témoin, 104 dans le bloc 2 (intensité légère), 280 dans le bloc 3 (intensité modérée) et 459 dans le bloc 4 (intensité forte). Dans la bande coupée à blanc, nous avons compté 283 bouleaux jaunes, ce qui est à peu près le même nombre que dans le bloc 3. Parmi les semis qui n'ont pas encore atteint 1,1 cm de diamètre, il y a quelques milliers de bouleaux jaunes dans tous les blocs. Leur nombre a diminué au cours des dix ans après la coupe mais, par contre, ils ont augmenté leur présence dans les classes supérieures de développement (50 cm de hauteur).

Les espèces non commerciales et surtout le framboisier ont diminué dans tous les blocs dix ans après la coupe. Les grandes ouvertures ont favorisé par contre l'accroissement en diamètre et en hauteur des cerisiers de Pennsylvanie, qui sont très abondants dans la bande avec 6 337 tiges à l'hectare, suivi du bloc 4 (intensité forte) avec 1 364 tiges, du bloc 3 (intensité modérée) avec 316 tiges, et du bloc 2 (intensité faible) avec seulement 114 tiges.

Si l'on juge des effets de la coupe par l'accroissement en surface terrière, la meilleure image provient du bloc 2 coupé à près de 28 % d'intensité. Avec une

bonne surface terrière résiduelle après la coupe de 18,7 m²/ha, il atteindra la surface terrière d'avant la coupe au cours d'une rotation de 14 ans. La régénération en érable à sucre et le développement des gaules sont constants et assurent le renouveau du peuplement avec une composition semblable à celle d'avant la coupe. Le bouleau jaune se comporte beaucoup mieux dans les blocs à intensité forte et modérée. Une coupe de 30 à 35 % de la surface terrière pourrait concilier un bon accroissement avec une rotation relativement courte (près de 20 ans), tout en favorisant le bouleau jaune.

Liste des ouvrages cités

- BERRY, A.B., 1981. *A study in single-tree selection for tolerant hardwoods*. Can. For. Serv., Petawawa Nat. For. Inst. Inf. Rep. PI-X-8.
- CROW, T.R., C.H. TUBBS, R.D. JACOBS et R.R. OBERG, 1981. *Stocking and structure for maximum growth in sugar maple selection stand*. U.S.D.A. For. Serv., Res. Pap. NC-199.
- CROW, T.R., et F.T. METZGER, 1987. *Regeneration under selection cutting*. Dans : *Managing northern hardwoods*. N.Y. State Univ. Coll. Environ. Sci. For., Syracuse. Tech. Publ. No. 13 (ESF87-002) : 81-94.
- ERDMAN, G.G. et R.R. OBERG, 1973. *Fifteen-year results from six cutting methods in second-growth northern hardwoods*. U.S.D.A. For. Serv., Res. Pap. NC-100.
- FERLAND, M.G. et R.M. GAGNON, 1974. *Climat du Québec méridional*. Service de la météorologie, Direction générale des eaux, ministère des Richesses naturelles du Québec.
- GRANDTNER, M.M., 1966. *La végétation forestière du Québec méridional*. Presses de l'Université Laval, Québec.
- LAJOIE, P.G., 1967. *Étude pédologique des comtés de Hull, Labelle et Papineau (Québec)*. Agriculture Canada, Ottawa.
- LA ROCQUE, G., 1985. *Regeneration in a tolerant hardwood stand managed under single-tree selection*. Can. For. Serv., Petawawa Nat. For. Inst., Inf. Rep. PI-X-50.
- MADER, F.S. et R.D. NYLAND, 1984. *Six-year response of northern hardwoods to the selection system*. North. J. Appl. For. 1 : 87-91.

- MAJCEN, Z. et Y. RICHARD, 1992. *Résultats après 5 ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière*. J. Can. Res. For. 22 : 1623-1629.
- SOLOMON, D.S., 1977. *The influence of stand density and structure on growth of northern hardwoods in New England*. U.S.D.A. For. Serv. Res. Pap. NE-362.
- THIBAUT, M., 1985. *Les régions écologiques du Québec méridional. Deuxième approximation*. Service de la cartographie et Service de la recherche, min. de l'Énergie et des Ressources. Carte au 1 : 1 250 000.
- TUBBS, C.H., 1968. *The influence of residual stand densities on regeneration in sugar maple stands*. U.S.D.A. For. Serv. Res. Note NC-47.

Les peuplements inéquiennes à dominance d'érable à sucre représentent une forte proportion de la forêt feuillue au Québec. Leur aménagement préoccupe de plus en plus les forestiers afin de combler les besoins toujours grandissants en produits forestiers de qualité. C'est pour cette raison que le ministère des Ressources naturelles, par l'entremise de sa Direction de la recherche forestière en collaboration avec ses régions administratives, poursuit une série de travaux de recherche et de développement sur la structure et les coupes de jardinage dans les peuplements feuillus inéquiennes et, entre autres, les érablières.



Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources
naturelles

ISBN 2-550-25321-3
ISSN 1183-3912
F.D.C. 242(047.3)(714)
L.C. SD 553

RN95-3115