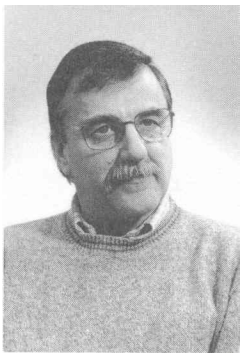
Mémoire de recherche forestière n° 129

Coupe de jardinage et coupe de succession dans trois secteurs forestiers : accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération

par Z. Majcen

Québec

Zoran MAJCEN est ingénieur forestier, diplômé de l'Université de Zagreb, Croatie (1964). Maître ès sciences forestières de l'Université Laval (1974) et *Ph.D.* de la même institution (1979), il est à l'emploi de la Recherche forestière depuis 1973, à titre de chargé de recherches en écologie forestière et en sylviculture des feuillus.



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 et de développement, comme autant d'étapes essentielles à la réalisation de chaque projet ou expérience. En conséquence, ces documents sont, par définition, à ***tirage limité*** et à ***diffusion restreinte***.

Adresser toute demande à :

PUBLICATIONS
DIRECTION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE
MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC
2700, RUE EINSTEIN
SAINTE-FOY (QUÉBEC)
CANADA G1P 3W8
(Courriel : carfa1@mrn.gouv.qc.ca)

Coupe de jardinage et coupe de succession dans trois secteurs forestiers : accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération

Sainte-Véronique. Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles dix ans après une coupe de jardinage par pied d'arbre.

Coupe de jardinage et coupe de succession dans trois secteurs forestiers : accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération

Mémoire de recherche forestière n° 129

par

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

en collaboration avec

Laurier Groleau, Pierrot Boulay, Jocelyn Hamel,
Louis Blais, Jacques Martineau,
Mario Ménard et Fabien Caron

Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles
Direction de la recherche forestière
1997

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 traitées selon les méthodes d'aménagement inéquienne ».

RN97-3086

ISBN 2-550-31514-6
ISSN 1183-3912
Dépôt légal 1997
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
© 1997 Gouvernement du Québec

Remerciements

L'auteur tient à remercier les autorités des régions administratives de Montréal et de l'Outaouais (U.G. 64 Mont-Laurier et U.G. 72 Buckingham) qui ont contribué à la réalisation de ce projet. Il remercie au même titre les compagnies et les entrepreneurs qui ont exécuté les coupes dans les secteurs expérimentaux. Il remercie aussi MM. R. Doucet, M. Prévost, Y. Richard et J.-C. Ruel pour leurs commentaires et leurs critiques constructives du texte. Des remerciements particuliers s'adressent à M. Doucet pour le résumé anglais, à M. Lévis Beaulieu pour la présentation graphique, à Mmes Lorraine Parent, Nathalie Langlois et Sylvie Bourassa pour la dactylographie, finalement à M. Mario Ménard pour son aide constante au moment de la rédaction, et à M. Fabien Caron pour une réécriture partielle du manuscrit final et pour son édition.

Résumé

Cet ouvrage regroupe les résultats décennaux d'une expérience mesurant les effets des coupes de jardinage et de succession sur l'accroissement en surface terrière et sur la régénération dans dix dispositifs accompagnés de six témoins ; à ceux-ci s'ajoute aussi une coupe à blanc par bandes. Ces dispositifs ont été établis dans trois secteurs forestiers : Sainte-Véronique (région administrative de Montréal), lac Simon et forêt de Gatineau (r.a. de l'Outaouais). Le mesurage effectué au galon circonférenciel dix ans après la coupe sur 0,5 ha démontre que les taux d'accroissements bruts sont toujours supérieurs dans les dispositifs traités, par rapport aux témoins. Les taux d'accroissement nets sont supérieurs dans huit parcelles traitées sur dix ; dans les deux autres, la mortalité élevée est la cause des accroissements nets inférieurs. La différence entre les dispositifs traités et les témoins est significative (p = 0,0087) grâce surtout à de bons accroissements dans les dispositifs traités par des coupes de succession. Dans le cas des places jardinées comparées aux témoins, la différence n'est pas significative, mais elle est par contre près du seuil de 5 % (p = 0,0698). Le taux d'accroissement annuel net calculé à partir des mesures prises au compas forestier sur les surfaces de 1 ou de 2 ha est toujours supérieur dans les dispositifs traités com parés aux témoins. Cette différence est très significative aussi bien pour les places jardinées et traitées par la coupe de succession prises ensemble (p = 0,0001) que pour les seules places jardinées (p = 0,0002). Pour l'ensemble des dispositifs traités et mesurés au compas forestier, l'accroissement annuel net en surface terrière se situe entre 0,27 et 0,55 m^2/ha et dans les témoins, entre 0,01 et 0,34 m^2/ha. La mortalité dans les places traitées est souvent liée aux conséquences de la coupe (blessures, chablis) et elle est plus élevée au cours des premières années qui suivent la coupe. Les semis d'érable à sucre, préétablis et omniprésents, ont été particulièrement favorisés par la coupe. Après dix ans, les jeunes érables qui dépassent 1,1 cm de dhp se comptent par centaines et même par milliers dans les places traitées. Les coupes par petites trouées que nous avons effectuées à quelques endroits en les combinant à la coupe par pied d'arbre, ont favorisé l'établissement du bouleau jaune. Dans trois dispositifs, les gaules de bouleau jaune se comptent par plusieurs centaines d'individus dix ans après le traitement. La coupe à blanc par bandes sur la station d'une tremblaie à érable à sucre et bouleau jaune a favorisé le développement des gaules d'érable à sucre et de tremble qui dépassent en nombre les espèces non commerciales.

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

Abstract

Selection cutting and succession cutting in three forest sectors : ten-year basal area increment and regeneration status. *This report presents ten-year results from research on the effets of selection cutting and succession cutting on basal area increment and on regeneration in ten treated areas and six controls ; to these was added a strip clearcutting experiment. These experimental set-ups were installed in three forest sectors : Sainte-Véronique (Montréal administrative region), lake Simon and Gatineau forest (Outaouais administrative region). Diameter-tape measurements taken ten years after cutting on 0.5 ha sample plots show that gross increment rates are always greater in the treated plots than in the controls. Net increment rates are greater in eight out of ten treated plots ; in the other two, high mortality has caused inferior net increments. The difference between treated and control plots is significant (*p *= 0,0087) and due mostly to good increments in the plots treated with succession cutting. In the case of selection-cut plots compared to controls, the difference is not significant but nevertheless near the 5 % threshold (*p *= 0,0698). Net annual increment rate computed from measurements taken with a forest caliper on 1- or 2-ha areas is always superior in the treated plots as compared to controls. This difference is very significant, be it in the selection-cut and succession-cut plots taken together (*p *= 0,0001) or in the selection-cut plots alone (*p *= 0,0002). For the whole of treated plots measured with the forest caliper, net annual basal area increment varies between 0.27 and 0.55 m^2/ha while controls vary from 0.01 to 0.43 m^2/ha. Mortality in treated plots is often related to the consequences of treatment (injuries, windthrow) and is higher during the first years following treatment. Sugar maple saplings, present everywhere before treatment, were specially favored by cutting. After ten years, young maples > 1.1 cm DBH number by hundreds and even by thousands in treated plots. Combined small opening and single-tree selection cuttings that were used on some sites favored the installation of yellow birch. On three plots, yellow birch saplings number several hundreds ten years after treatment. Strip cutting on a sugar maple-yellow birch aspen stand favored the development of sugar maple and aspen saplings that outnumber non-commercial species.*

Key words : selection cutting, succession cutting, basal area increment, mortality rate, sapling growth, regeneration status.

Table des matières

Remerciements v

Résumé vii

Abstract vii

Liste des tableaux xi

Liste des figures xiii

Introduction 1

Chapitre premier

Matériel et méthodes 3

1.1 Description 3

1.1.1 Forêt de Sainte-Véronique 3

1.1.1 Secteur du lac Simon 3

1.1.1 Forêt de Gatineau 3

1.2 Dispositifs experimentaux et cueillette des données 3

Chapitre deux

Données avant et immédiatement après la coupe 7

Chapitre trois

Mesures 10 ans après la coupe 15

3.1 Accroissement décennal en surface terrière et en diamètre 15

3.1.1 Termes généraux 15

3.1.2 Comparaisons statistiques 15

3.1.3 Résultats des mesures prises au galon circonférenciel 16

3.1.4 Comparaison des accroissements de deux périodes successives 19

3.1.5 Accroissement par classe de diamètre 23

3.1.6 Résultats des mesures prises au compas forestier 23

3.2 Développement des gaules (tiges de 1,1 à 9,0 cm de dhp) 29

3.3 Développement des semis 31

3.3.1 Secteurs de Sainte-Véronique et du lac Simon (figures 4 à 9) 31

3.3.2 Secteur de la forêt de Gatineau (figures 10 à 12) 40

Conclusion 45

Liste des ouvrages cités 47

Liste des tableaux

Tableau 1 Caractéristiques des dispositifs expérimentaux 6

Tableau 2 Composition et diamètre moyen des essences principales avant et après la coupe, Sainte-Véronique et lac Simon 8

Tableau 3 Composition et diamètre moyen des essences principales avant et après la coupe, Gatineau 9

Tableau 4 Moyennes des accroissements et des taux d'accroissement annuel périodique (10 ans après la coupe) dans les placettes mesurées au galon circonférenciel 16

Tableau 5 Répartition de la mortalité décennale selon la cause identifiée lors du relevé 18

Tableau 6 Comparaison des accroissements et des taux d'accroissement annuel périodique dans les placettes mesurées au galon circonférenciel, Sainte-Véronique et lac Simon 20

Tableau 7 Comparaison des accroissements et des taux d'accroissement annuel périodique dans les placettes mesurées au galon circonférenciel, Gatineau 21

Tableau 8 Accroissement annuel en diamètre (mm) par classe de diamètre, dans les placettes mesurées au galon circonférenciel 22

Tableau 9 Accroissement annuel des tiges survivantes en fonction du diamètre (moyenne annuelle de 10 ans) dans les placettes mesurées au galon circonférenciel 24

Tableau 10 Accroissement annuel brut en fonction du diamètre (moyenne annuelle de 10 ans) dans les placettes mesurées au galon circonférenciel 25

Tableau 11 Mortalité en fonction du diamètre (moyenne annuelle de 10 ans) dans les placettes mesurées au galon circonférenciel 26

Tableau 12 Accroissement annuel net en fonction du diamètre (moyenne annuelle de 10 ans) dans les placettes mesurées au galon circonférenciel 27

Tableau 13 Accroissement annuel net en surface terrière (moyenne annuelle de 10 ans) dans les dispositifs mesurés au compas forestier 28

Tableau 14 Développement des gaules. Nombre de tiges de 1,1 à 9,0 cm de dhp à l'hectare, Sainte-Véronique et lac Simon 30

Tableau 15 Développement des gaules. Nombre de tiges de 1,1 à 9,0 cm de dhp à l'hectare, Gatineau 30

Liste des figures

Figure 1	Situation géographique des secteurs expérimentaux	4
Figure 2	Distribution des tiges d'essences commerciales par classe de diamètre	10-14
Figure 3	Développement des gaules. Nombre des tiges de 1,1 à 9,0 cm de dhp à l'hectare	33
Figure 4	État de la régénération, 84-SV-t et 84-SV-j	34
Figure 5	État de la régénération, 84-SV-s et 84-SV-b	35
Figure 6	État de la régénération, 86-SV-t et 86-SV-j	36
Figure 7	État de la régénération, 85-SV-s et 85-SV-j	37
Figure 8	État de la régénération, 86-LS-t et 86-LS-j	38
Figure 9	État de la régénération, 85-LS-j et 84-FG-t	39
Figure 10	État de la régénération, 84-FG-jl et 84-FG-jf	41
Figure 11	État de la régénération, 85-FG-t et 85-FG-j	42
Figure 12	État de la régénération, 86-FG-t et 86-FG-j	43

Photos

Sainte-Véronique. Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles dix ans après une coupe de jardinage par pied d'arbre ii

Sainte-Véronique. Gaules de bouleau jaune dans une trouée dix ans après une coupe de jardinage par groupes dans une érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles 2

Introduction

Dans les forêts feuillues inéquiennes du Québec, la pratique du jardinage a commencé en 1983, d'abord sur de petites superficies pour prendre de l'ampleur au cours des années subséquentes. Dans le but de 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 ces dispositifs était de comparer l'accroissement des arbres et le développement de la régénération dans différentes conditions de peuplement inéquienne et en fonction de diverses intensités de coupe.

Nous avons présenté jusqu'à présent un seul ouvrage traitant des résultats 10 ans après une coupe de jardinage (Sainte-Véronique) et plusieurs autres qui présentaient les résultats cinq ans après la coupe. Le présent mémoire est basé sur 10 ans de croissance dans les dispositifs établis en 1984, 1985 et 1986 dans les secteurs de Sainte-Véronique, du lac Simon et de la forêt de Gatineau. Il devrait nous donner de meilleurs indices sur le développement de plusieurs peuplements après des coupes de jardinage d'intensités variées, auxquelles nous avons ajouté deux traitements par coupe de succession et un par coupe à blanc par bandes qui ont été réalisés à Sainte-Véronique en 1984 ou en 1985.

Sainte-Véronique. Gaules de bouleau jaune dans une trouée dix ans après une coupe de jardinage par groupes dans une érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles.

Chapitre premier

Matériel et méthodes

1.1 Description des secteurs

L'étude a été réalisée dans trois secteurs forestiers comprenant plusieurs dispositifs installés dans le but de favoriser la recherche en sylviculture des feuillus (figure 1).

1.1.1 Forêt de Sainte-Véronique

Ce secteur est situé près de Mont-Laurier, entre les 46° 33' et 47° 37' de latitude nord et les 74° 54' et 74° 59' de longitude ouest. D'après la carte de FERLAND et GAGNON (1974), sa température annuelle moyenne se situe entre 3,1 et 4,4 °C et sa précipitation totale annuelle, entre 813 et 1016 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 THIBAULT (1985).

1.1.2 Secteur du lac Simon

Ce secteur comprend deux blocs situés près du lac Simon (Chénéville), entre 45° 57' et 46° 06' de latitude nord et 75° 09' et 75° 18' de longitude ouest. La température annuelle moyenne y est près de 4,4 °C et les précipitations annuelles, entre 813 et 1016 mm. Il fait aussi partie du domaine climacique de l'érablière à bouleau jaune et tilleul de GRANDTNER (1966) et du domaine de l'érablière à bouleau jaune, sous-domaine de l'érablière à bouleau jaune et tilleul de THIBAULT (1985).

1.1.3 Forêt de Gatineau

La forêt de Gatineau est située à une cinquantaine de kilomètres au nord-ouest de Hull, entre 45° 42' et 45° 46' de latitude nord et 76° 04' et 76° 06' de longitude ouest. La température annuelle moyenne y dépasse 4,4 °C (FERLAND et GAGNON 1974) et la précipitation annuelle moyenne y est, selon les mêmes auteurs, de près de 813 mm. Cette forêt fait partie du domaine climacique de l'érablière laurentienne de GRANDTNER (1966) ou du domaine de l'érablière à tilleul de THIBAULT (1985).

1.2 Dispositifs expérimentaux et cueillette des données

Pour évaluer les effets des coupes, nous avons établi entre 1984 et 1986 dix-huit dispositifs expérimentaux dont huit à Sainte-Véronique, trois dans le secteur du lac Simon et sept dans la forêt de Gatineau (tableau 1). L'étude écologique détaillée des groupements forestiers de ces trois secteurs figure dans MAJCEN, RICHARD et MÉNARD (1984). Parmi les dispositifs expérimentaux, six figurent comme témoins, un est constitué d'une bande coupée à blanc et les onze autres ont été traités à diverses intensités de coupe de jardinage ou de succession. À Sainte-Véronique, nous avons réalisé dans deux dispositifs une coupe de jardinage mixte, par pied d'arbre et par petites trouées, dans le but de favoriser la régénération du bouleau jaune ; la superficie maximale de ces trouées atteignait près de 500 m^2.

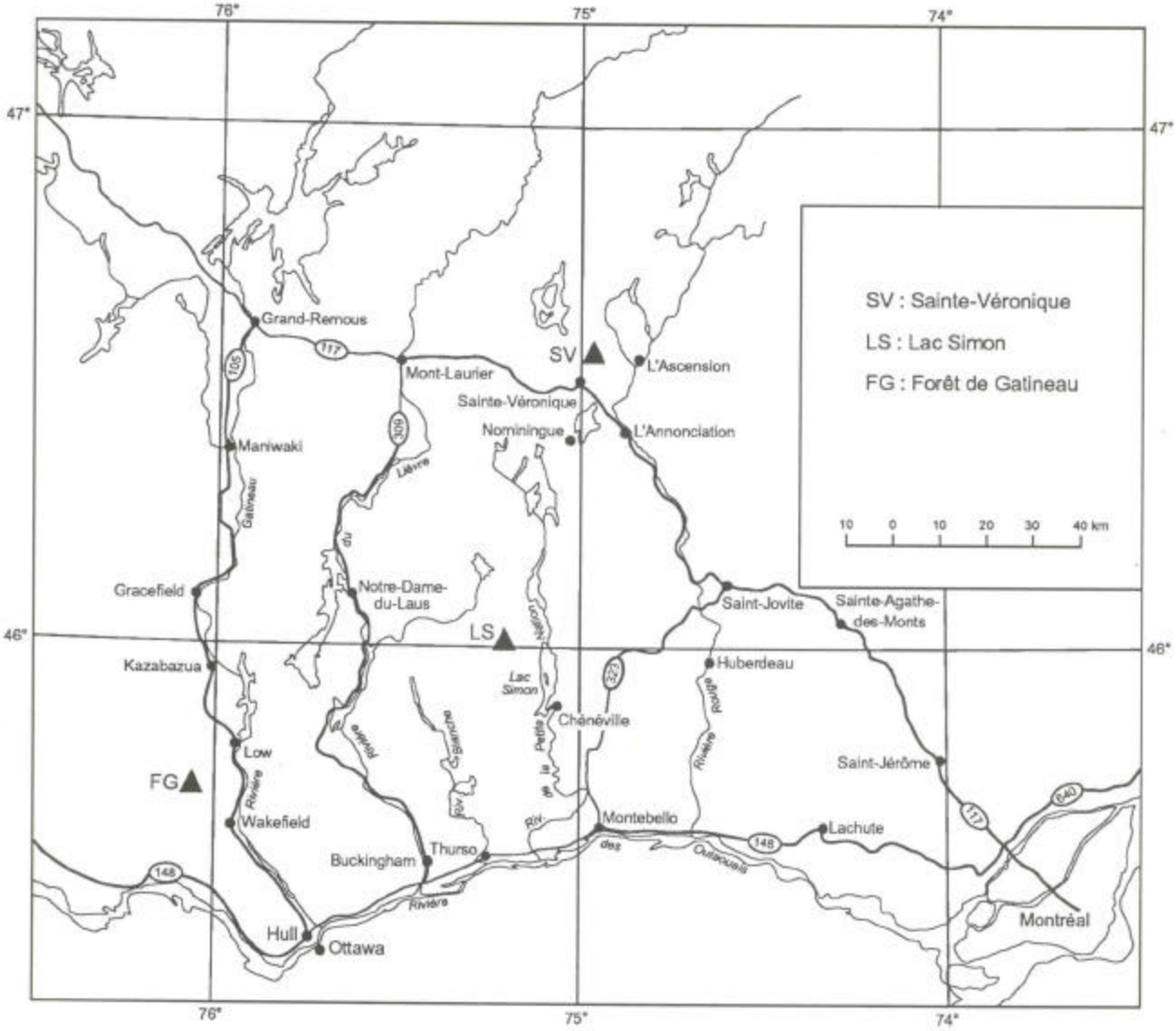


Figure 1. Situation géographique des secteurs expérimentaux.

Les dispositifs traités, d'une superficie totale de 2 ha, ont été subdivisés en huit unités d'échantillonnage contiguës de 0,25 ha nommées respectivement par les huit premières lettres de l'alphabet. Les témoins étaient de même superficie en 1984 mais, à partir de 1985, ils couvraient une superficie de 1 ha subdivisée en quatre unités d'échantillonnage contiguës de 0,25 ha.

Les arbres de toutes les unités ont été mesurés au compas forestier quatre fois en dix ans : avant la coupe, immédiatement après la coupe, cinq ans après et dix ans après. Lors du premier mesurage, tous les arbres mesurés ont été marqués à hauteur de poitrine au moyen d'un traceret ou marqueur d'écorce *(bark scriber* ou *tree scriber).* Dans le but d'exercer un meilleur contrôle des tiges, toutes ont été étiquetées cinq ans après la coupe au moyen d'étiquettes en vinyle agrafées sur les arbres. Dans deux unités d'échantillonnage de 0,25 ha par dispositif (E et G dans les dispositifs de 2 ha et B et D dans les dispositifs de 1 ha), nous avons mesuré au galon circonférenciel, au millimètre près, toutes les tiges numérotées de 10 cm et plus de diamètre après la coupe, cinq et dix ans plus tard.

Ce mesurage était accompagné d'une étude de la régénération des dispositifs traités et des témoins. Dans chaque dispositif de 2 ha, nous avons localisé 10 placettes de 4 m^2 (1 sur 4 m) et cinq placettes dans les témoins en 1985 et en 1986, placettes dont la superficie était de 1 ha. À l'intérieur de chacune, nous avons dénombré toutes les tiges d'espèces ligneuses commerciales et non commerciales, arborescentes et arbustives, selon leur classe de développement.

Nous avons noté, pour chaque placette, la proportion du parterre représenté 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 mort ; roc y compris les cailloux ; rejet de souche.

Dans la bande coupée à blanc en 1984, nous avons installé en 1995 une nouvelle série de placettes pour dénombrer et mesurer les tiges dont les dhp dépassent 1 cm. Il y a eu au total trois virées continues tracées systématiquement à travers la bande, comprenant chacune six placettes de 100 m^2 , ce qui donne pour toute la bande 18 placettes de 100 m^2. Au centre de chacune des placettes, nous avons localisé une placette de régénération de 2 m^2 (1 sur 2 m) pour compter les semis.

Tableau 1. Caractéristiques des dispositifs expérimentaux

Secteur	Groupement forestier	Numéro (comprenant l'année de l'établissement)
Sainte-Véronique		
1	Érablière à bouleau jaune typique et tilleul d'Amérique	84-SV-t[1]
2	Érablière à bouleau jaune typique et tilleul d'Amérique	84-SV-j[2]
3	Érablière à bouleau jaune typique et tilleul d'Amérique faciès à peuplier faux-tremble	84-SV-s[3]
4	Tremblaie à érable à sucre, bouleau jaune et tilleul d'Amérique	84-SV-b[4]
5	Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles	86-SV-t
6	Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles	86-SV-j
7	Tremblaie à érable à sucre, bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles	85-SV-s
8	Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles	85-SV-j
Lac Simon		
1	Érablière à ostryer de Virginie et hêtre à grandes feuilles	86-LS-t
2	Érablière à ostryer de Virginie et hêtre à grandes feuilles	86-LS-j
3	Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles	85-LS-j
Gatineau		
1	Érablière à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles	84-FG-t
2	Érablière à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles	84-FG-jl[5]
3	Érablière à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles	84-FG-jf[6]
4	Érablière à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles	85-FG-t
5	Érablière à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles	85-FG-j
6	Érablière à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles	86-FG-t
7	Érablière à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles	86-FG-j

[1] t = témoin, [2] j = coupe de jardinage, [3] s = coupe de succession, [4] b = coupe à blanc par bandes,
[5] l = coupe d'intensité légère, [6] f = coupe d'intensité forte.

Chapitre deux

Données avant et immédiatement après la coupe

Les tableaux 2 et 3 présentent les volumes marchands et les surfaces terrières, par bloc, avant et immédiatement après la coupe, ainsi que la proportion des essences principales et leurs diamètres moyens à hauteur de poitrine (dhp). Ces tableaux montrent que les surfaces terrières avant le traitement, y compris les témoins, varient entre 24,8 m^2/ha dans la forêt de Gatineau (86-FG-t) et 35,1 m^2/ha à Sainte-Véronique (85-SV-s). Remarquons que ce dernier dispositif a été établi dans une tremblaie mûre avec un dense sous-étage d'érable à sucre. Dans les peuplements à dominance d'érable à sucre, la surface terrière maximale (31,8 m^2/ha) a été notée aussi à Sainte-Véronique (84-SV-j). Pour le calcul du volume marchand, nous avons construit des tarifs locaux en utilisant les formules des tarifs de cubage généraux de PERRON (1983). Le volume marchand varie entre 174 et 283 m^3/ha. L'érable à sucre est l'espèce dominante dans tous les dispositifs sauf dans la tremblaie de Sainte-Véronique (85-SV-s) et dans l'érablière à ostryer et hêtre du lac Simon (85-LS-j). Dans cette dernière, le hêtre est légèrement supérieur en volume à l'érable à sucre. Le bouleau jaune, le hêtre à grandes feuilles et le tilleul d'Amérique sont les principales essences compagnes de l'érable à sucre dans les autres dispositifs, mais avec un pourcentage beaucoup plus faible par rapport à l'érable.

Lorsqu'on compare les résultats avant et après la coupe dans les dispositifs traités, on constate que la proportion en volume des essences est peu modifiée par la coupe de jardinage et que les diamètres moyens ne varient pas beaucoup non plus. La destruction des petites tiges par les opérations forestières tend à contrebalancer la diminution des diamètres moyens causée par la coupe des tiges non vigoureuses qui se retrouvent principalement parmi les plus grosses. Dans les deux dispositifs traités par des coupes de succession (84-SV-s et 85-SV-s), la composition a radicalement changé après le prélèvement du tremble.

La figure 2 présente la distribution des tiges par classe de diamètre, avant la coupe, immédiatement après (dans les places traitées) et dix ans après. Ces distributions sont caractéristiques des peuplements inéquiennes dans les dispositifs jardinés et dans les témoins. À Sainte-Véronique, on distingue la distribution en forme de cloche des peupliers dans les deux dispositifs traités par la coupe de succession (84-SV-s). Dans ces mêmes peuplements, la pente de la courbe de distribution de l'érable à sucre avec les autres essences tolérantes et semi-tolérantes à l'ombre est très abrupte et caractéristique de peuplements inéquiennes en voie de reconstitution.

Tableau 2. Composition et diamètre moyen des essences principales avant et après la coupe, Sainte-Véronique et Lac Simon

Dispositif		Surface terrière dhp > 1c m^2/ha -	Intensité de la coupe % -	Volume marchand m^3/ha -	pourcentage Ers*	Boj	Tia	Autres	dhp moyen des tiges > 1 cm (cm) Ers	Boj	Tia	Autres
84-SV-t		30,0	-	270	90	7	2	-	20	39	19	-
84-SV-j	avant coupe	31,8	-	279	77	8	14	-	20	35	24	-
	après coupe	25,7	19,2	222	72	9	17	-	19	34	23	-
84-SV-s	avant coupe	28,5	-	227	47	10	10	27[1]	16	28	24	38[1]
	après coupe	20,5	28,1	153	66	12	13	1[1]	16	27	24	29[1]
86-SV-t		26,8	-	219	93	2	-	5[2]	14	19	-	20[2]
86-SV-j	avant coupe	28,4	-	247	81	12	-	7[2]	14	25	-	11[2]
	après coupe	19,3	32,0	157	79	12	-	8[2]	13	22	-	10[2]
85-SV-s	avant coupe	35,1	-	283	25	2	-	69[1]	13	22	-	33[1]
	après coupe	12,8	63,5	73	82	7	-	1[1]	13	24	-	20[1]
85-SV-j	avant coupe	26,8	-	222	87	8	-	5[2]	15	20	-	13[2]
	après coupe	18,7	30,2	148	91	6	-	3[2]	14	16	-	8[2]
86-LS-t		25,2	-	189	45	3	-	49[2]	13	32	-	19[2]
86-LS-j	avant coupe	25,1	-	195	65	-	-	34[2]	15	-	-	18[2]
	après coupe	16,9	32,7	128	71	-	-	28[2]	15	-	-	18[2]
85-LS-j	avant coupe	25,3	-	245	89	3	2	7[2]	19	37	18	12[2]
	après coupe	17,3	31,6	160	87	6	-	7[2]	16	34	-	7[2]

* Ers = érable à sucre, Boj = bouleau jaune, Tia = tilleul d'Amérique, Autres = autres essences.

[1] = peuplier faux-tremble.

[2] = hêtre à grandes feuilles.

Tableau 3 Composition et diamètre moyen des essences principales avant et après la coupe, Gatineau

Dispositif		Surface terrière dhp > 1c m^2/ha -	Intensité de la coupe % -	Volume marchand m^3/ha -	pourcentage Ers*	Tia	Heg	Autres	dhp moyen des tiges > 1 cm (cm) Ers	Tia	Heg	Autres
84-FG-t		26,2	-	228	92	1	4	-	17	23	17	-
84-FG-jl	avant coupe	27,3	-	240	95	1	3	-	15	18	13	-
	après coupe	19,6	28,2	168	96	1	2	-	14	22	10	-
84-FG-jf	avant coupe	28,4	-	254	61	-	38	-	18	-	28	-
	après coupe	15,9	44,0	139	68	-	29	-	17	-	16	-
85-FG-t		27,7	-	229	86	7	1	2[1]	18	21	20	12[1]
85-FG-j	avant coupe	25,4	-	216	79	2	17	2[2]	19	26	19	21[2]
	après coupe	18,1	28,7	152	82	2	12	3[2]	19	23	14	21[2]
86-FG-t		24,8	-	174	50	-	33	9[3]	14	-	11	16[3]
86-FG-j	avant coupe	27,9	-	237	58	6	17	7[3]	17	21	13	25[3]
	après coupe	18,8	32,6	154	58	8	14	4[3]	16	23	12	20[3]

* Ers = érable à sucre, Tia = tilleul d'Amérique, Heg = hêtre à grandes feuilles.
[1] = ostryer de Virginie. [2] = bouleau jaune. [3] = érable rouge.

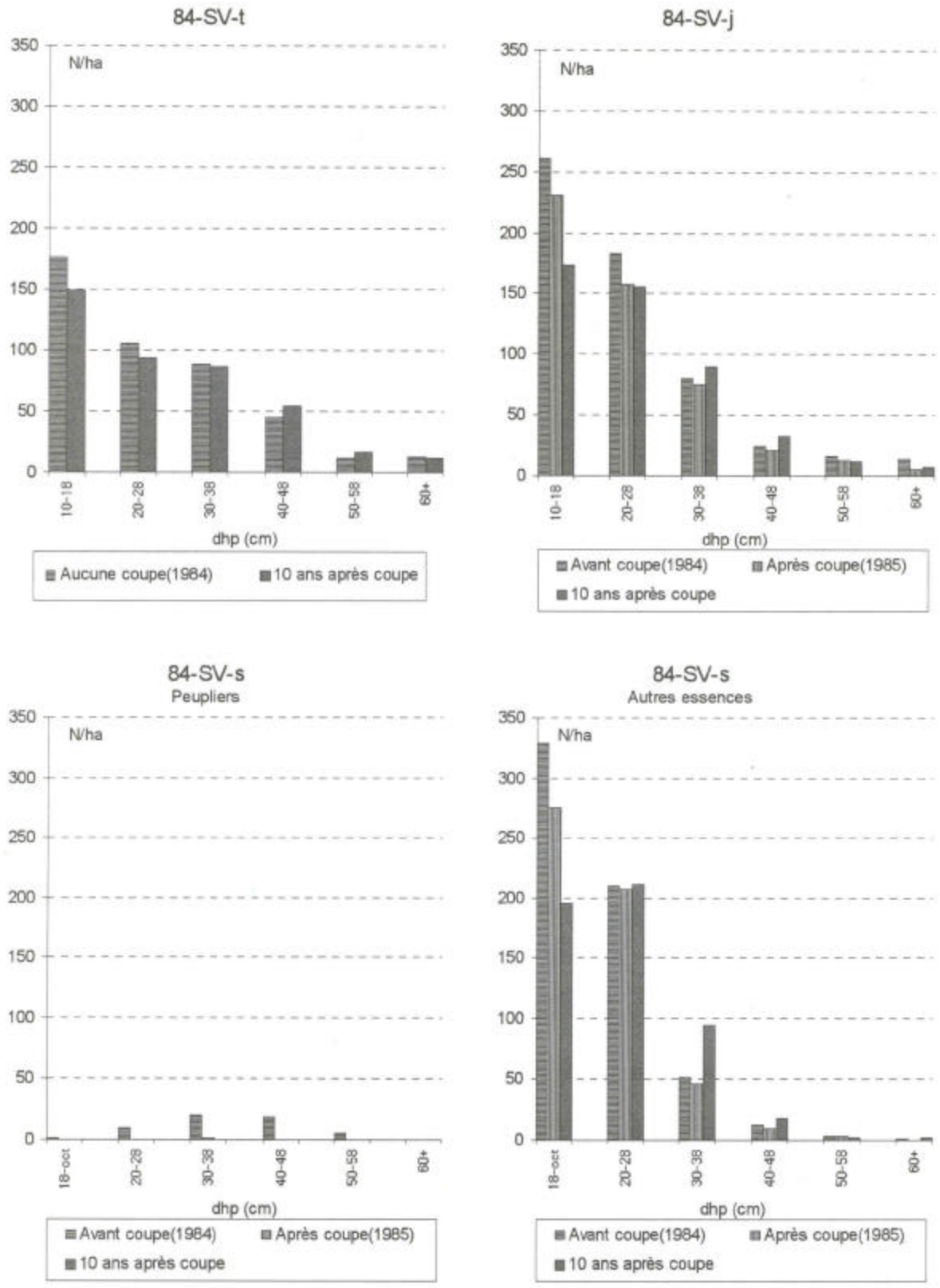


Figure 2. Distribution des tiges d'essences commerciales par classe de diamètre.

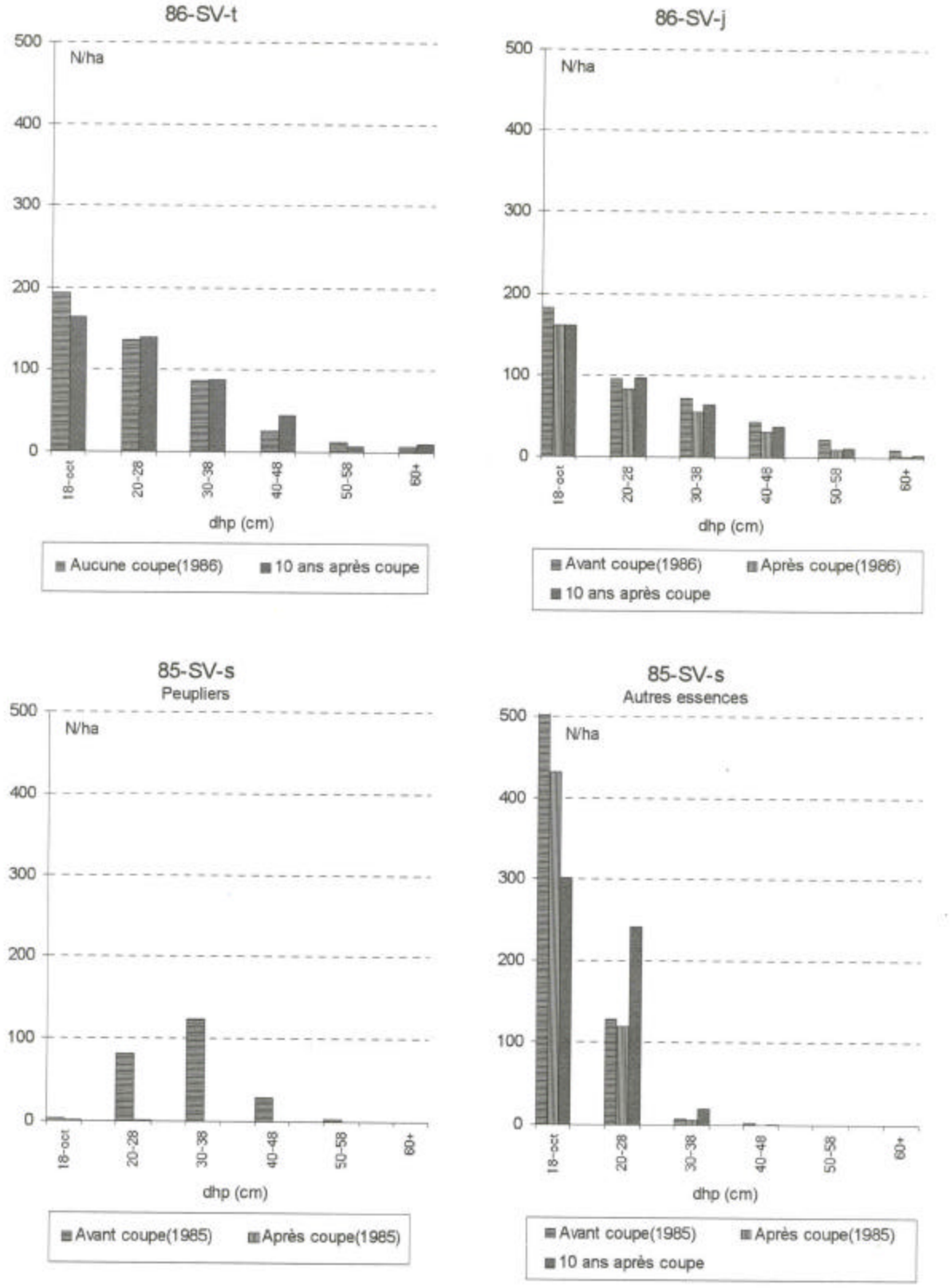


Figure 2 (suite). Distribution des tiges d'essences commerciales par classe de diamètre.

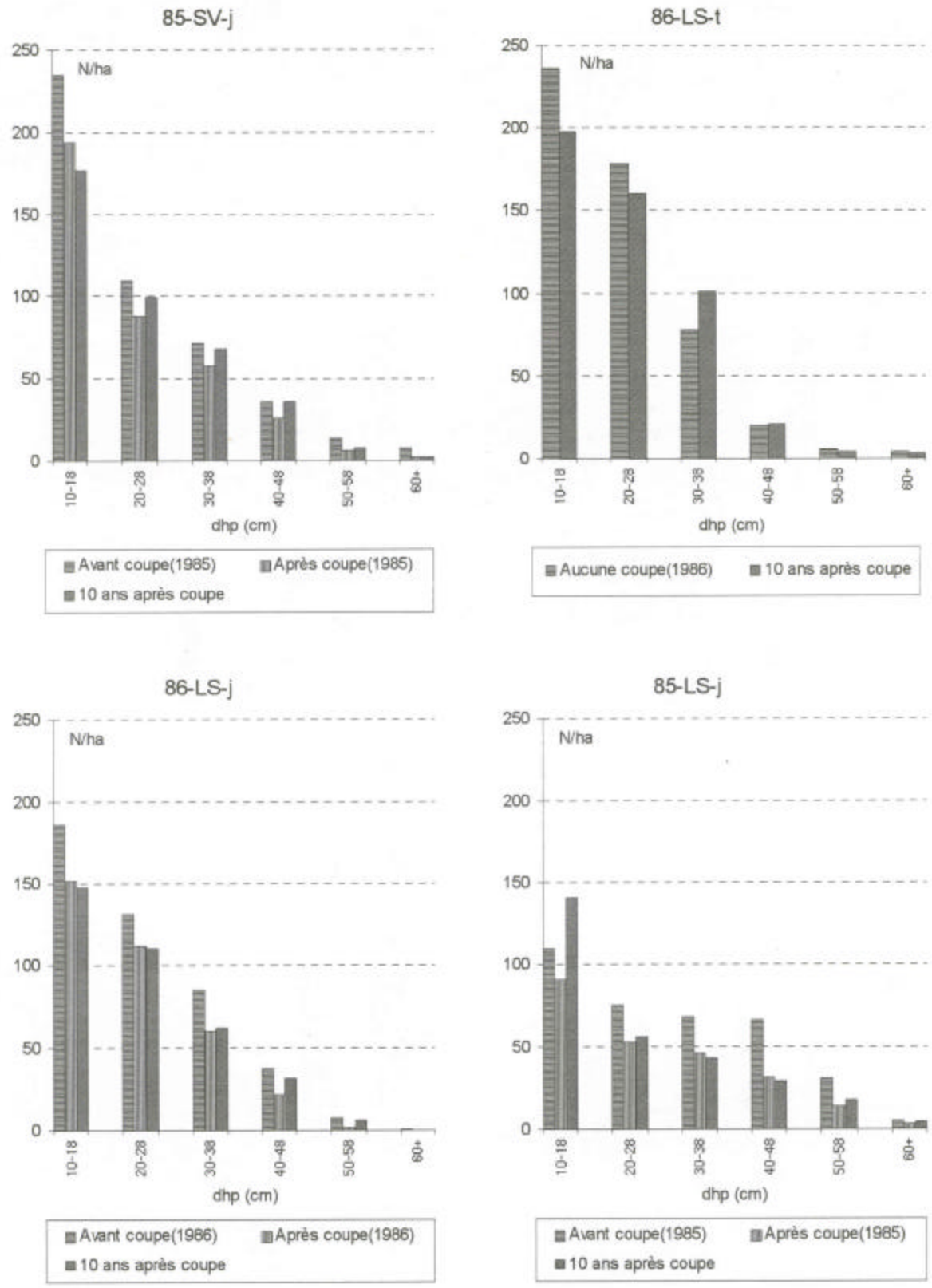


Figure 2 (suite). Distribution des tiges d'essences commerciales par classe de diamètre.

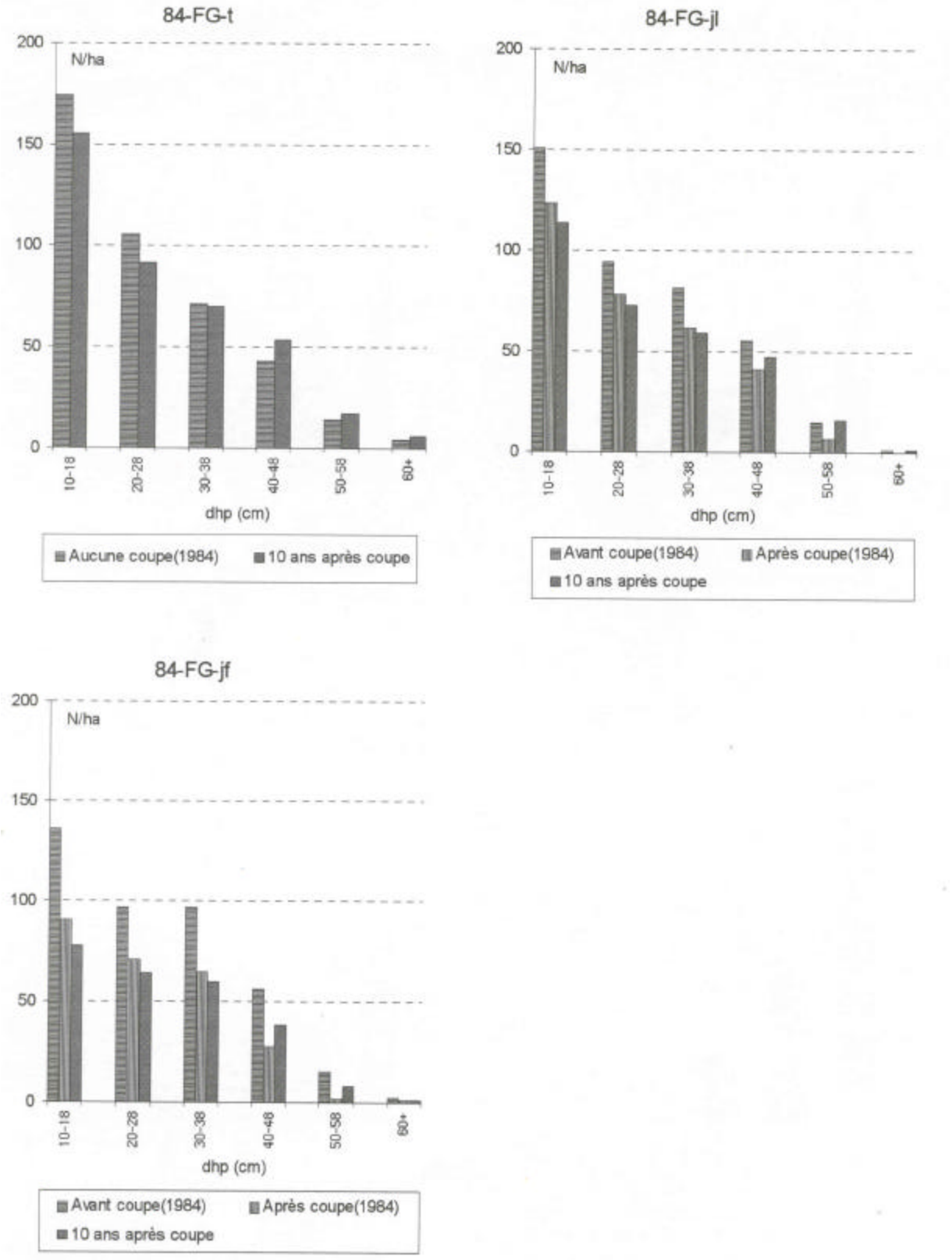


Figure 2 (suite). Distribution des tiges d'essences commerciales par classe de diamètre.

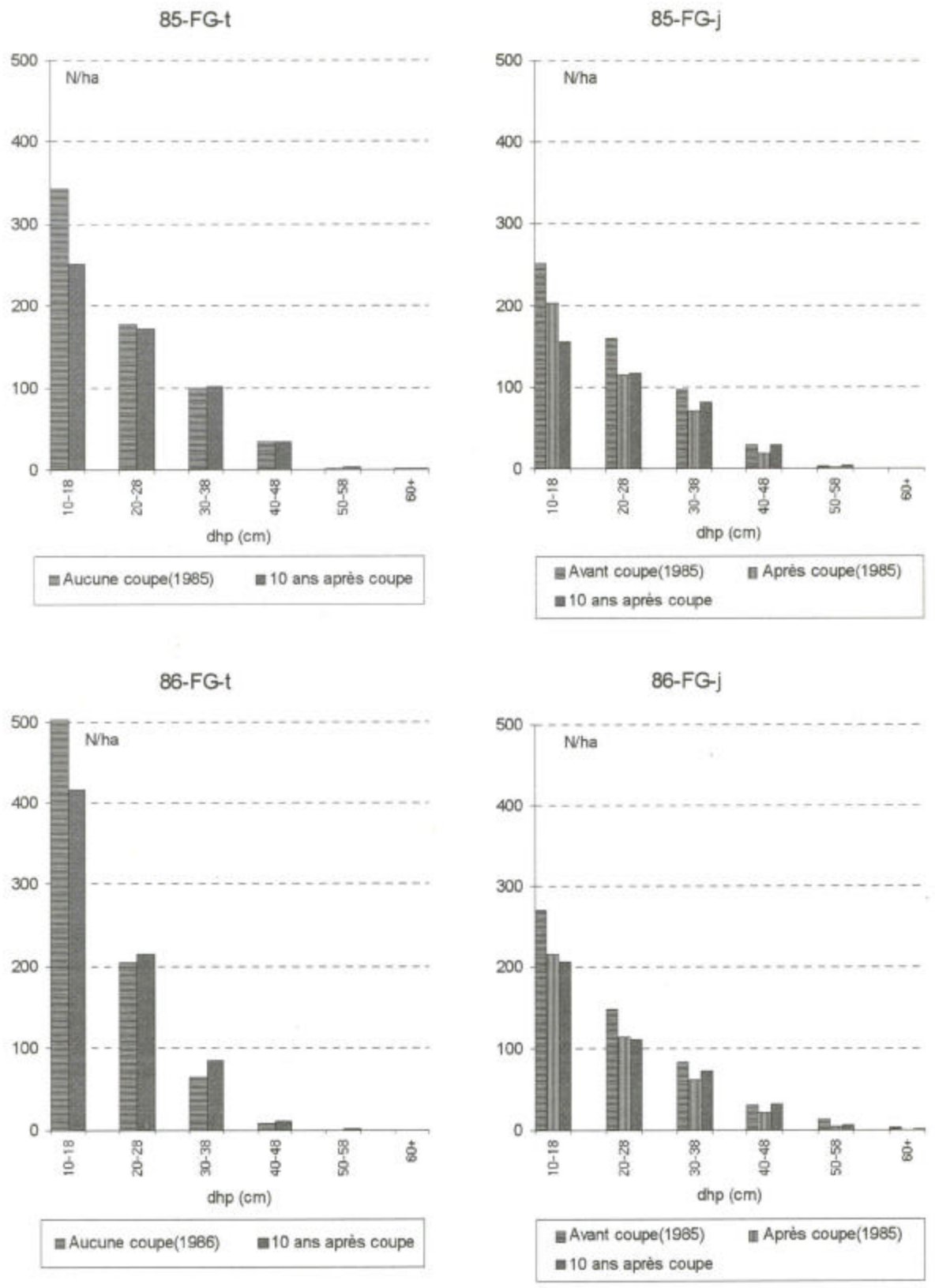


Figure 2 (fin). Distribution des tiges d'essences commerciales par classe de diamètre.

Chapitre trois

Mesures 10 ans après la coupe

3.1 Accroissement décennal en surface terrière et en diamètre

3.1.1 Termes généraux

Les résultats sont basés sur deux groupes de placettes :

- deux unités d'échantillonnage de 0,25 ha par dispositif. Les mesures ont été prises au galon circonférenciel sur les tiges de 9,1 cm et plus de dhp ;
- huit unités d'échantillonnage de 0,25 ha par dispositif (quatre unités de 0,25 ha pour les témoins à partir de 1985). Les mesures ont été prises au compas forestier sur les tiges de 1,1 cm et plus.

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

- accroissement annuel des tiges survivantes (Aas) : accroissement en surface terrière des tiges de 9,1 cm et plus de dhp vivantes aux 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 dispositifs mesurés au compas forestier, seul apparaît le terme de l'accroissement annuel net.

3.1.2 Comparaisons statistiques

Les dispositifs expérimentaux comprennent six blocs avec quatre traitements. Il y a deux blocs à Sainte-Véronique, un au lac Simon et trois en forêt de Gatineau. Les traitements sont : témoins, coupe de jardinage, coupe de jardinage forte et coupe de succession. Un bloc se compose toujours d'un témoin accompagné d'un à trois dispositifs traités. Dans le bloc 84-FG, il y a deux types de coupe de jardinage, soit légère et forte. La coupe de jardinage légère correspond à une coupe de jardinage conventionnelle. Ce bloc a donc été regroupé avec les autres traitements conventionnels de coupe de jardinage. La coupe de jardinage forte apparaît une seule fois et comme il n'y a aucune mesure de variabilité associée à ce traitement, on ne peut pas le considérer dans l'analyse. Le traitement « coupe de succession » apparaît dans deux blocs seulement ; on peut quand même le considérer. Le plan d'expérience est alors un plan à blocs aléatoires incomplets avec six blocs et trois traitements. Les variables mesurées dans cette étude sont des surfaces terrières (sauf les accroissements en diamètre) en m^2/ha et en pourcentage. Les principales variables sont :

1. l'accroissement annuel des tiges survivantes (Aas) ;
2. l'accroissement annuel des tiges recrues ;
3. l'accroissement annuel brut (Aab) ;
4. la mortalité annuelle ;
5. l'accroissement annuel net (Aan).

Tableau 4. Moyennes des accroissements et des taux d'accroissement annuel périodique (10 ans après la coupe) dans les placettes mesurées au galon circonférenciel

Dispositif	Surface terrière[1] m^2/ha	Tiges survivantes m^2/ha		Tiges recrues m^2/ha		Accroissement brut m^2/ha		Mortalité m^2/ha		Accroissement net m^2/ha	
84-SV-t	29,0	0,51	1,76 %	0,02	0,07 %	0,53	1,83 %	0,09	0,31 %	0,44	1,52 %
84-SV-j	24,5	0,53	2,16 %	0,03	0,12 %	0,56	2,29 %	0,17	0,69 %	0,39	1,59 %
84-SV-s	19,7	0,58	2,94 %	0,04	0,20 %	0,62	3,15 %	0,21	1,07 %	0,41	2,08 %
86-SV-t	24,9	0,52	2,09 %	0,02	0,08 %	0,54	2,17 %	0,10	0,40 %	0,44	1,77 %
85-SV-s	11,2	0,68	6,07 %	0,08	0,71 %	0,76	6,79 %	0,08	0,71 %	0,68	6,07 %
85-SV-j	18,6	0,42	2,26 %	0,06	0,32 %	0,48	2,58 %	0,16	0,86 %	0,32	1,72 %
86-LS-t	24,9	0,37	1,49 %	0,04	0,16 %	0,41	1,65 %	0,51	2,05 %	-0,10	-0,40 %
86-LS-j	19,5	0,41	2,10 %	0,04	0,21 %	0,45	2,31 %	0,24	1,23 %	0,21	1,08 %
85-LS-j	13,9	0,35	2,52 %	0,11	0,79 %	0,46	3,31 %	0,13	0,94 %	0,33	2,37 %
84-FG-t	23,4	0,36	1,54 %	0,03	0,13 %	0,39	1,67 %	0,29	1,24 %	0,10	0,43 %
84-FG-jl	18,6	0,43	2,31 %	0,05	0,27 %	0,48	2,58 %	0,23	1,24 %	0,25	1,34 %
84-FG-jf	14,7	0,23	1,56 %	0,03	0,20 %	0,26	1,77 %	0,35	2,38 %	-0,09	-0,61 %
85-FG-t	26,6	0,35	1,32 %	0,01	0,04 %	0,36	1,35 %	0,32	1,20 %	0,04	0,15 %
85-FG-j	19,3	0,35	1,81 %	0,01	0,05 %	0,36	1,87 %	0,09	0,47 %	0,27	1,40 %
86-FG-t	23,9	0,35	1,46 %	0,02	0,08 %	0,37	1,55 %	0,28	1,17 %	0,09	0,38 %
86-FG-j	18,5	0,41	2,22 %	0,08	0,43 %	0,49	2,65 %	0,21	1,14 %	0,28	1,51 %

[1] Témoins = mesure prise au début de la période de 10 ans.
Traités = mesure prise immédiatement après la coupe au début de la période de 10 ans.

Les hypothèses à vérifier étaient les suivantes :

1. les résultats des blocs soumis à des traitements de coupe sont meilleurs que ceux des témoins ;
2. les blocs soumis à la coupe de jardinage donnent de meilleurs résultats que le témoin.

Ces deux hypothèses ont été vérifiées à l'aide de contrastes.

3.1.3 Résultats des mesures prises au galon circonférenciel

Le tableau 4 présente les moyennes d'accroissement par dispositif et par traitement ainsi que les taux correspondants par rapport à la surface terrière résiduelle. Le calcul est basé sur des superficies de 0,50 ha (deux unités d'échantillonnage de 0,25 ha chacune) pour les tiges de 9,1 cm et plus de dhp.

Dans les tableaux 2 et 3, les surfaces terrières présentent les moyennes de huit unités d'échantillonnage de 0,25 ha pour les tiges de 1,1 cm et plus de diamètre, ce qui explique les différences par rapport aux valeurs des surfaces terrières du tableau 4.

Les résultats présentés au tableau 4 peuvent se résumer comme suit :

– le taux d'accroissement annuel des tiges survivantes dans les dispositifs traités est significativement supérieur à celui des témoins (p = 0,002 et différence Δ = 3,32 %) surtout grâce à une forte différence entre les témoins et les deux dispositifs traités par la coupe de succession. Si on compare seulement les dispositifs jardinés et les témoins, la différence est moindre et près du seuil théorique (p = 0,08 % et Δ = 0,58 %). Le dispositif 85-SV-s, où la surface terrière a été réduite à seulement 11,2 m^2 après la coupe de forte intensité, se démarque des autres par un taux d'accroissement de 6,07 %. Dans ce peuplement, le sous-étage des jeunes érables a été libéré par le prélèvement des trembles dominants. Dans les autres dispositifs traités, les taux varient entre 1,50 et 2,94 % comparativement à 1,30 et 2,10 % dans les témoins. Remarquons que le milieu plus pauvre du dispositif 84-FG-jf se traduit par un faible taux d'accroissement (1,56 %) malgré une coupe de forte intensité.

– l'arrivée des recrues est très variable, mais on remarque qu'elles ont été favorisées par les coupes. Les meilleurs taux de 0,79 % et de 0,71 % ont été enregistrés respectivement dans les dispositifs 85-LS-j et 85-SV-s qui ont subi des coupes à forte intensité. Les tests démontrent que la différence entre les dispositifs traités (jardinage plus succession) et témoins est significative (p = 0,0206 et Δ = 0,60 %). La différence entre les seuls dispositifs jardinés et les témoins n'est pas significative, mais elle est très près du seuil théorique de 0,05 (p = 0,0618 et Δ = 0,20 %).

– le taux d'accroissement annuel brut dans les dispositifs traités se démarque encore davantage de celui des témoins si on le compare avec les tiges survivantes, et c'est grâce à une meilleure pénétration des recrues dans les blocs traités. Ce taux est significativement plus élevé dans les blocs traités par rapport aux témoins (p = 0,024 % et Δ = 3,92 %). La comparaison des dispositifs jardinés avec les témoins est dans ce cas aussi non significative mais près du seuil théorique (p = 0,0632 et Δ = 0,78 %). Le dispositif 85-SV-s dépasse de nouveau largement les autres avec un taux d'accroissement brut de 6,79 %, suivi des dispositifs 85-LS-j et 84-SV-s avec des taux respectifs de 3,31 % et de 3,15 %. Tous les autres dispositifs traités sont bien supérieurs aux témoins, sauf de nouveau 84-FG-jf où cette différence est minime.

– la mortalité est très variable dans tous les traitements et il n'y a pas de différence statistique entre les dispositifs traités et les témoins (p = -0,4682 et Δ = 0,04 %). C'est le cas aussi si on compare les seuls dispositifs jardinés avec les témoins (p = 0,2076 et Δ = -0,19 %). On s'attend généralement à ce que la mortalité soit plus élevée dans les témoins parce que la coupe de jardinage prélève des tiges non vigoureuses, éliminant ainsi les causes de mortalité. Mais ce n'est pas toujours le cas, comme le démontrent les résultats du tableau 4. Les causes de mortalité sont détaillées au tableau 5. Dans les témoins, les causes fréquentes de mortalité sont les chancres, les champignons, les défauts graves et des causes inconnues. Dans les blocs traités, la mortalité est provoquée souvent par des effets secondaires de la coupe, c'est-à-dire par les blessures et les chablis, auxquels s'ajoutent souvent des causes inconnues. Dans le cas de ces dernières, il s'agit de la mort soudaine d'arbres qui ne montraient aucune faiblesse lors du premier mesurage.

– la mortalité élevée causée par les chancres et les champignons dans le dispositif 84-SV-j s'explique par la faible intensité de la coupe qui n'a éliminé qu'une partie des arbres non vigoureux. Dans le cas du dispositif 84-SV-s, la coupe a été réalisée uniquement parmi les peupliers, laissant ainsi sur pied les érables avec tous leurs défauts. Les blessures engendrées au cours de l'exploitation sont la principale cause de mortalité dans la place 85-SV-s où un grand nombre des tiges en sous-étage ont été blessées par la coupe des peupliers à 67 % d'intensité. Un taux très élevé de mortalité due à plusieurs causes (blessures, défoliation, causes inconnues) est enregistré aussi dans la place 84-FG-jf qui a subi des coupes de forte intensité.

– l'accroissement annuel net dépend de l'accroissement annuel brut et de la mortalité. La mortalité très élevée est la cause des taux d'accroissement net plus faibles dans deux dispositifs traités par rapport aux témoins ; c'est d'abord le dispositif 85-SV-j, où le taux d'accroissement net de 1,72 % est très légèrement inférieur à celui du témoin (1,78 %), et le dispositif 84-FG-jf, où le taux d'accroissement net est négatif (-0,61 %). Grâce à de bons accroissements nets dans les dispositifs traités par la coupe de succession, le taux d'accroissement net dans les blocs traités est significativement supérieur à celui des témoins (p = 0,0087 et Δ = 3,88 %). Dans les seuls dispositifs jardinés, ces valeurs sont non significatives mais près du seuil théorique de 0,05 (p = 0,0698 et Δ = 0,97 %).

– si l'on compare les secteurs, les meilleurs accroissements ont été obtenus à Sainte-Véronique. Mis à part le dispositif 85-SV-s avec un accroissement annuel net de 0,68 m^2/ha, les accroissements nets se situent dans les blocs traités entre 0,32 et 0,41 m^2/ha. Dans nos textes précédents, nous avons obtenu à Sainte-Véronique des valeurs se situant entre 0,07 et 0,43 m^2/ha (MAJCEN et RICHARD 1992) et entre 0,29 et 0,45 m^2/ha (MAJCEN 1995a). Au lac Simon, dans les dispositifs traités, les valeurs correspondantes sont de 0,21 m^2/ha et de 0,33 m^2/ha comparativement à un accroissement négatif de -0,10 m^2/ha dans le témoin. Dans la forêt de Gatineau, à part le dispositif 84-FG-jf, l'accroissement annuel net ne varie pas beaucoup entre les trois dispositifs jardinés : 0,25 m^2/ha, 0,27 m^2/ha et 0,28 m^2/ha respectivement. Ces accroissements sont inférieurs par rapport à Sainte-Véronique, mais remarquons que les accroissements dans les témoins à Gatineau sont faibles aussi ; ils se situent entre 0,04 et 0,10 m^2/ha. Sur

Tableau 5. Répartition de la mortalité décennale selon la cause identifiée lors du relevé

			Cause de la mortalité						
	Intensité de la coupe	Surface terrière des arbres morts	Inconnue	Chancres et champignons	Défauts graves**	Défoliation > 50%	Chablis	Blessures lors de la coupe	Insectes et animaux
Dispositif	%	m^2/ha	%	%	%	%	%	%	%
84-SV-t	-	1,03	45	46	8	2	-	-	-
84-SV-j	23	1,80	9	55	9	-	7	21	-
84-SV-s	36	2,15	27	34	3	9	-	27	-
86-SV-t	-	1,03	4	65	15	11	5	-	-
85-SV-s	67	0,80	14	12	3	11	-	60	-
85-SV-j	34	1,59	30	13	1	27	18	11	-
86-LS-t	-	5,17	18	43	20	11	6	-	2
86-LS-j	21	2,31	5	11	11	20	38	8	7
85-LS-j	42	1,50	22	27	6	-	25	12	7
84-FG-t	-	3,00	3	75	15	-	4	-	2
84-FG-jl	25	2,35	5	20	22	-	27	14	12
84-FG-jf	48	3,54	23	4	11	25	9	24	4
85-FG-t	-	3,24	20	33	31	9	3	-	3
85-FG-j	24	0,95	38	3	7	24	-	16	13
86-FG-t	-	2,76	31	40	20	7	2	-	1
86-FG-j	35	2,10	15	6	23	4	7	37	8

* Moyenne basée sur deux placettes de 0,25 ha chacune. ** Arbres penchés. > 45° ; trous et fentes avec de la pourriture; plus du tiers de la cime perdu.

la base d'études d'arbres réalisées à la sonde de Pressler (MAJCEN, RICHARD et MÉNARD 1984), nous avons constaté que les accroissements sont plus faibles dans cette partie de l'Outaouais, vraisemblablement à cause des précipitations qui y sont inférieures par rapport au reste du Québec méridional.

– dans nos ouvrages précédents qui englobent divers secteurs forestiers du Québec, les accroissements annuels nets dans les dispositifs traités se situent entre 0,26 et 0,38 m^2/ha (MAJCEN et RICHARD 1995), entre -0,08 et 0,49 m^2/ha (MAJCEN 1995b) et entre 0,36 et 0,46 m^2/ha (MAJCEN 1996).

– les résultats présentés ici sont inférieurs à ceux que des auteurs américains ont obtenus dans des régions où le climat est plus favorable que le nôtre. Parmi ceux-ci, mentionnons MADER et NYLAND (1984), avec des accroissements annuels nets de 0,57 m^2/ha, et ERDMAN et OBERG (1973) avec des valeurs entre 0,61 et 0,70 m^2/ha. Nos résultats se rapprochent davantage de ceux de CROW *et al.* (1981) qui, à la suite de coupes de jardinage réalisées dans l'État du Michigan, obtiennent des accroissements annuels nets de 0,40 à 0,48 m^2/ha pour des surfaces terrières résiduelles comprises entre 11 et 21 m^2/ha. En Nouvelle-Angleterre, SOLOMON (1977) obtient, dix ans après la coupe, des accroissements se situant entre 0,26 et 0,52 m^2/ha pour des surfaces terrières résiduelles variant entre 13,8 et 18,4 m^2/ha. Remarquons que ces expériences de CROW *et al.* et de SOLOMON ont été réalisées dans des conditions climatiques plus proches des nôtres. C'est le cas aussi de l'expérience d'ONDRO et LOVE (1979) dans la partie sud de l'Ontario ; cette forêt expérimentale était composée de hêtre à grandes feuilles, d'érable à sucre et d'un peu de bouleau jaune. L'accroissement annuel net y est de 0,25 m^2/ha pour le jardinage par pied d'arbre et de 0,30 m^2/ha pour le jardinage par troués, comparativement à 0,10 m^2/ha dans le témoin.

3.1.4 Comparaison des accroissements de deux périodes successives

Nous avons souvent observé dans nos dispositifs traités que la mortalité est plus élevée au cours des premières années qui suivent la coupe. Dans les tableaux 6 et 7, nous comparons les accroissements annuels, les recrues et la mortalité entre les deux périodes successives de croissance. Nous avons généralement mesuré les mêmes dispositifs après les deux périodes successives de cinq ans mais dans quelques places, les mesures ont été faites après 6 et 4 ans ou vice-versa. La comparaison de divers termes permet de dégager les faits suivants :

– l'accroissement des tiges survivantes a été meilleur au cours de la deuxième période de croissance dans neuf dispositifs traités sur dix ; comme c'est le cas aussi de cinq témoins sur six, nous ne pouvons pas relier cette amélioration aux conséquences de la coupe. Parmi les causes possibles, on peut présumer que les conditions climatiques ont été plus favorables à la croissance des arbres au cours de la deuxième période. Mais cette présomption reste à vérifier par la comparaison des données climatiques des périodes en question. Nos observations sur le terrain nous ont aussi permis de constater que le dépérissement des arbres, assez répandu il y dix à quinze ans, a eu tendance à diminuer ces dernières années.

– l'arrivée des recrues est variable. Souvent les chiffres sont identiques entre les deux périodes mais il peut y avoir une petite différence au profit de l'une ou l'autre période.

– l'accroissement brut est meilleur au cours de la deuxième période de croissance dans tous les dispositifs traités et dans cinq témoins sur six et montre ainsi les mêmes tendance que l'accroissement des tiges survivantes.

– la mortalité est plus élevée au cours de la première période dans huit dispositifs traités sur dix (valeurs négatives dans le tableau). Les facteurs liés directement à la coupe (blessures et chablis) sont responsables de la proportion plus élevée d'arbres morts dans les années qui suivent la coupe. Après ces premières pertes, les peuplements commencent à se stabiliser au cours des années subséquentes. Chez les témoins, la mortalité a été plus grande au cours de la deuxième période dans quatre dispositifs sur six.

– l'accroissement annuel net est meilleur au cours de la deuxième période dans neuf dispositifs traités sur dix. Les accroissements sont souvent deux à neuf fois plus élevés au cours de la deuxième période et atteignent ou dépassent la valeur de 0,50 m^2/ha dans cinq dispositifs. Le dispositif 84-FG-jf est différent de tous les autres par son taux d'accroissement négatif : cette tendance s'accentue au cours de la deuxième période, surtout à cause de la mortalité plus élevée. L'intensité de coupe très forte sur un sol mince semble être la cause principale des pertes en accroissement net dans cette place.

Chez les témoins, les différences entre les deux périodes sont très faibles dans quatre places sur six. C'est aussi la mortalité variable qui peut causer les pertes en accroissement annuel net (valeurs négatives) dans une ou dans l'autre période de croissance.

Tableau 6. Comparaison des accroissements et des taux d'accroissement annuel périodique dans les placettes mesurées au galon circonférenciel, Sainte-Véronique et lac Simon

Dispositif	Surface terrière[1] m^2/ha	Aas m^2/ha		Recrues m^2/ha		Aab m^2/ha		Mortalité m^2/ha		Aan m^2/ha	
84-SV-t											
2e période de 4 ans	31,7	0,56	1,77 %	0,02	0,06 %	0,58	1,83 %	0,16	0,50 %	0,42	1,32 %
1re période de 6 ans	29,0	0,48	1,66 %	0,04	0,14 %	0,52	1,79 %	0,07	0,24 %	0,45	1,55 %
différence		0,08		-0,02		0,06		0,09		-0,03	
84-SV-j											
2e période de 6 ans	25,4	0,62	2,44 %	0,02	0,08 %	0,64	2,52 %	0,14	0,55 %	0,50	1,97 %
1re période de 4 ans	24,4	0,46	1,89 %	0,03	0,12 %	0,49	2,01 %	0,24	0,98 %	0,25	1,02 %
différence		0,16		-0,01		0,15		-0,10		0,25	
84-SV-s											
2e période de 6 ans	20,5	0,67	3,27 %	0,05	0,24 %	0,72	3,51 %	0,16	0,78 %	0,56	2,73 %
1re période de 4 ans	19,7	0,47	2,39 %	0,03	0,15 %	0,50	2,54 %	0,30	1,52 %	0,20	1,02 %
différence		0,20		0,02		0,22		-0,14		0,36	
86-SV-t											
2e période de 5 ans	27,0	0,60	2,22 %	0,02	0,07 %	0,62	2,30 %	0,16	0,59 %	0,46	1,70 %
1re période de 5 ans	25,0	0,42	1,68 %	0,02	0,08 %	0,44	1,76 %	0,04	0,16 %	0,40	1,60 %
différence		0,18		0,00		0,18		0,12		0,06	
85-SV-s											
2e période de 5 ans	13,5	0,90	6,67 %	0,06	0,44 %	0,96	7,11 %	0,07	0,52 %	0,89	6,59 %
1re période de 5 ans	11,2	0,48	4,29 %	0,07	0,63 %	0,55	4,91 %	0,09	0,80 %	0,46	4,11 %
différence		0,42		-0,01		0,41		-0,02		0,43	
85-SV-j											
2e période de 5 ans	19,1	0,52	2,72 %	0,05	0,26 %	0,57	2,98 %	0,02	0,10 %	0,55	2,88 %
1re période de 5 ans	18,6	0,36	1,94 %	0,04	0,22 %	0,40	2,15 %	0,30	1,61 %	0,10	0,54 %
différence		0,16		0,01		0,17		-0,28		0,45	
86-LS-t											
2e période de 5 ans	24,3	0,44	1,81 %	0,05	0,21 %	0,49	2,02 %	0,57	2,35 %	-0,08	-0,33 %
1re période de 5 ans	24,9	0,33	1,33 %	0,02	0,08 %	0,35	1,41 %	0,47	1,89 %	-0,12	-0,48 %
différence		0,11		0,03		0,14		0,10		0,04	
86-LS-j											
2e période de 5 ans	19,9	0,45	2,26 %	0,03	0,15 %	0,48	2,41 %	0,14	0,70 %	0,34	1,71 %
1re période de 5 ans	19,7	0,35	1,78 %	0,03	0,15 %	0,38	1,93 %	0,34	1,73 %	0,04	0,20 %
différence		0,10		0,00		0,10		-0,20		0,30	
85-LS-j											
2e période de 5 ans	14,9	0,46	3,09 %	0,11	0,74 %	0,57	3,83 %	0,11	0,74 %	0,46	3,09 %
1re période de 5 ans	13,9	0,30	2,16 %	0,07	0,50 %	0,37	2,66 %	0,17	1,22 %	0,20	1,44 %
différence		0,16		0,04		0,20		-0,06		0,26	

[1] Mesures prises au début de chaque période de croissance.

Tableau 7. Comparaison des accroissements et des taux d'accroissement annuel périodique dans les placettes mesurées au galon circonférenciel, Gatineau

Dispositif	Surface terrière[1] m^2/ha	Aas m^2/ha		Recrues m^2/ha		Aab m^2/ha		Mortalité m^2/ha		Aan m^2/ha	
84-FG-t											
2e période de 5 ans	24,5	0,39	1,59 %	0,02	0,08 %	0,41	1,67 %	0,42	1,71 %	-0,01	-0,04 %
1re période de 5 ans	23,4	0,37	1,58 %	0,02	0,09 %	0,39	1,67 %	0,17	0,73 %	0,22	0,94 %
différence		0,02		0,00		0,02		0,25		-0,23	
84-FG-jl											
2e période de 6 ans	19,4	0,47	2,42 %	0,04	0,21 %	0,51	2,63 %	0,23	1,19 %	0,28	1,44 %
1re période de 4 ans	18,6	0,40	2,15 %	0,04	0,22 %	0,44	2,37 %	0,24	1,29 %	0,20	1,08 %
différence		0,07		0,00		0,07		-0,01		0,08	
84-FG-jf											
2e période de 6 ans	14,6	0,24	1,64 %	0,04	0,27 %	0,28	1,92 %	0,41	2,81 %	-0,13	-0,89 %
1re période de 4 ans	14,7	0,24	1,63 %	0,01	0,07 %	0,25	1,70 %	0,27	1,84 %	-0,02	-0,14 %
différence		0,00		0,03		0,03		0,14		-0,11	
85-FG-t											
2e période de 4 ans	26,0	0,49	1,88 %	0,01	0,04 %	0,50	1,92 %	0,26	1,00 %	0,24	0,92 %
1re période de 6 ans	26,6	0,26	0,98 %	0,01	0,04 %	0,27	1,02 %	0,37	1,39 %	-0,10	-0,38 %
différence		0,23		0,00		0,23		-0,11		0,34	
85-FG-j											
2e période de 5 ans	20,2	0,45	2,23 %	0,01	0,05 %	0,46	2,28 %	0,10	0,50 %	0,36	1,78 %
1re période de 5 ans	19,3	0,27	1,40 %	0,01	0,05 %	0,28	1,45 %	0,10	0,52 %	0,18	0,93 %
différence		0,18		0,00		0,18		0,00		0,18	
86-FG-t											
2e période de 5 ans	24,3	0,36	1,48 %	0,02	0,08 %	0,38	1,56 %	0,28	1,15 %	0,10	0,41 %
1re période de 5 ans	23,9	0,37	1,55 %	0,01	0,04 %	0,38	1,59 %	0,30	1,26 %	0,08	0,33 %
différence		-0,01		0,01		0,00		-0,02		0,02	
86-FG-j											
2e période de 5 ans	18,7	0,54	2,89 %	0,08	0,43 %	0,62	3,32 %	0,09	0,48 %	0,53	2,83 %
1re période de 5 ans	18,4	0,33	1,79 %	0,06	0,33 %	0,39	2,12 %	0,33	1,79 %	0,06	0,33 %
différence		0,21		0,02		0,23		-0,24		0,47	

[1] Mesure prises au début de chaque période de croissance.

Tableau 8. Accroissement annuel en diamètre (mm) par classe de diamètre, dans les placettes mesurées au galon circonférenciel

Dispositif	Surface terrière m^2/ha*	Classe de diamètre (cm) 10-18	20-28	30-38	40-48	50+
84-SV-t	29,00	1,76	2,27	3,28	3,87	2,49
84-SV-j	24,40	2,32	3,36	3,66	3,83	3,16
84-SV-s	19,70	3,25	3,31	3,60	3,40	-
86-SV-t	25,00	2,02	3,49	3,35	2,49	3,48
85-SV-s	11,20	4,41	5,34	4,20	-	-
85-SV-j	18,60	3,06	3,21	3,58	3,45	2,77
86-LS-t	24,90	2,10	2,54	2,78	1,70	2,02
86-LS-j	19,70	2,42	2,86	3,01	3,80	-
85-LS-j	13,90	5,09	3,90	3,64	4,40	2,97
84-FG-t	23,40	1,90	2,80	2,85	3,06	2,83
84-FG-jl	18,60	3,18	3,54	3,99	3,52	2,88
84-FG-jf	14,70	3,51	3,38	2,84	2,57	4,90
85-FG-t	26,60	1.45	2,37	1,78	2,04	1,10
85-FG-j	19,30	1,79	2,39	2,75	3,43	-
86-FG-t	23,90	1,31	1,98	2,13	1,92	0,80
86-FG-j	18,40	3,14	4,05	4,33	3,71	1,87

* Moyennes basées sur deux placettes de 0,25 ha chacune.

Nous avons mené des tests statistiques pour les cinq variables dans la deuxième période quinquennale (AAS, Recrues, AAB, Mortalité et AAN). Si on compare les dispositifs traités aux témoins, le taux d'accroissement des tiges survivantes est significativement différent (p = 0,0017 et Δ = 3,85 %) ; c'est le cas aussi des recrues (p = 0,0342 et Δ = 3,85 %), du taux d'accroissement annuel brut (p = 0,0018 et Δ = 4,30 %) et du taux d'accroissement annuel net (p = 0,0016 et Δ = 5,11 %). Le taux de la mortalité est très près du seuil de 5 % (p = 0,0544 et Δ = -0,90 %). Les seules places jardinées comparées aux témoins donnent des tests significatifs pour le taux d'accroissement annuel brut (p = 0,0432 et Δ = 0,93 %), le taux de mortalité (p = 0,0062 et Δ = 0,68 %) et le taux d'accroissement annuel net (p = 0,0099 et Δ = 1,61 %). Les taux d'accroissement des tiges survivantes (p = 0,0508 et Δ = 0,78 %) et des recrues (p = 0,0788 et Δ = 0,16 %) ne sont pas significativement différents mais ils sont très près du seuil.

Nous avons comparé aussi les différences en accroissement entre la 2e et la 1re période de croissance. Ces différences sont significatives si l'on compare tous les dispositifs traités aux témoins dans le cas du taux d'accroissement des tiges survivantes (p = 0,0039 et Δ = 1,69 %), de l'accroissement brut (p = 0,0034 et Δ = 1,69 %), de la mortalité (p = 0,017 et Δ = 1,66 %) et de l'accroissement annuel net (p = 0,0014 et Δ = 3,35 %) ; la différence n'est pas significative dans le cas des recrues (p = 0,4848 et Δ = < 0,01). Si l'on compare les dispositifs jardinés aux témoins, il y a une différence significative dans le cas du taux de mortalité (p = 0,0064 et Δ = -0,97 %), et de l'accroissement annuel net (p = 0,0027 et Δ = 1,36 %) ; la différence n'est pas significative mais elle est près du seuil théorique de 5 % dans le cas du taux d'accroissement annuel des tiges survivantes (p = 0,0632 et Δ = 0,37 %) et de l'accroissement brut (p = 0,0516 et Δ = 0,39 %).

3.1.5 Accroissement par classe de diamètre

Les accroissements annuels en diamètre par classe de 2 cm sont regroupés dans les classes de 10 cm (tableau 8). Les résultats démontrent que l'accroissement en diamètre s'est accru après la coupe sur l'ensemble des places traitées, surtout dans les petits diamètres. Il s'agit des tiges intermédiaires dont les cimes reçoivent plus de lumière après la coupe d'arbres voisins. POTHIER (1996) obtient des résultats semblables à Duchesnay. Ces résultats sont aussi de même nature que ceux de MADER et NYLAND (1984) et de STRONG *et al.* (1995), mais nos valeurs sont cependant plus faibles. Selon les tests statistiques, l'accroissement en diamètre est significativement plus élevé dans toutes les grandes classes de diamètre entre 10 et 50 cm si l'on compare les dispositifs traités et les témoins. C'est le cas aussi des comparaisons entre les places jardinées et les témoins, notamment entre 10 et 18 cm de dhp, p = 0,0352 et Δ = 1,46 mm ; entre 20 et 28 cm, p = 0,0406 et Δ = 1,75 mm ; entre 30 et 38 cm, p = 0,0068 et Δ = 0,89 mm ; entre 40 et 48 cm, p = 0,0068 et Δ = 1,22 mm. La différence n'est pas significative pour les diamètres de 50 cm et plus (p = 0,1430 et Δ = 0,41 mm).

Une croissance de 2 mm sur un gros arbre produit beaucoup plus de bois que sur les arbres de petit diamètre, et il est approprié de montrer l'accroissement annuel en surface terrière par classe de diamètre pour visualiser l'effet de la croissance sur des arbres de grosseurs variées et d'importance variable en nombre (tableaux 9 à 12). Dans le tableau 9, le taux d'accroissement des tiges survivantes montre les mêmes tendances que l'accroissement en diamètre. Il est supérieur dans tous les dispositifs traités entre 10 et 18 cm de diamètre et dans les autres classes, à part quelques exceptions, il est supérieur dans la majorité des blocs traités. Remarquons le dispositif 84-FG-jf qui est toujours différent, avec des taux bien inférieurs par rapport au témoin et aux autres places traitées. L'arrivée des recrues a accentué les différences en accroissement brut entre les dispositifs traités et les témoins dans la classe de 10 à 18 cm de dhp (tableau 10). Le taux d'accroissement dans cette classe est de deux fois à plusieurs fois plus élevé dans les dispositifs traités (2,83 à 16,08 %). Le taux de mortalité dans les dispositifs traités est généralement plus élevé dans les trois premières classes de diamètre par rapport aux témoins (tableau 11). Le taux d'accroissement net est toujours supérieur dans les blocs traités par rapport aux témoins entre 10 et 18 cm de dhp ; dans les autres classes, le taux d'accroissement net est plus variable, mais il est généralement supérieur dans les dispositifs traités.

3.1.6 Résultats des mesures prises au compas forestier

Le tableau 13 résume les données décennales d'accroissement annuel net en surface terrière basées sur des mesures prises au compas forestier. Comme nous l'avons indiqué dans les méthodes, ces résultats présentent les moyennes de huit unités d'échantillonnage de 0,25 ha chacune dans les dispositifs traités et dans les témoins établis en 1984. En 1985 et 1986, les témoins sont composés de quatre unités d'échantillonnage de 0,25 ha chacune.

Le taux d'accroissement dans les dispositifs traités (par jardinage et par succession) est significativement supérieur à celui des témoins aussi bien pour les tiges de 2 à 8 cm (p = 0,0172 et Δ = 22,8 %) que pour les tiges de 10 cm et plus (p = 0,0001 et Δ = 3,60 %). La différence est significative aussi entre les places jardinées et les témoins pour les tiges de 2 à 8 cm (p = 0,0052 et Δ = 13,5 %) et pour les tiges de 10 cm et plus (p = 0,002 et Δ = 0,98 %).

Dans les classes des gaules (2 à 8 cm de dhp), les différences entre les traités et les témoins sont beaucoup plus marquées. Les ouvertures formées par la coupe ont favorisé la croissance des jeunes tiges dans tous les dispositifs traités, peu importe l'intensité de la coupe. Dans les trois témoins à Gatineau, nous avons enregistré une diminution de la surface terrière des petites tiges (accroissement négatif). Pour l'ensemble des dispositifs, le taux d'accroissement des tiges entre 2 et 8 cm varie de -2,02 à 1,74 % dans les témoins et de 1,69 à 34,21 % dans les blocs traités. Pour les tiges de 10 cm et plus, le taux d'accroissement net varie de 0,07 à 1,21 % dans les témoins et de 1,16 à 4,14 % dans les blocs traités.

En chiffres absolus, l'accroissement annuel net des tiges de 10 cm et plus varie de 0,18 à 0,50 m^2/ha. Les plus faibles accroissements se retrouvent dans les dispositifs 84-FG-jf et 85-LS-j qui ont subi des coupes de jardinage de forte intensité et les meilleures dans les dispositifs 85-SV-s et 84-SV-s qui ont été traités par la coupe de succession. Dans ces dernières, après le prélèvement du tremble, les érables à sucre en sous-étage ont bien réagi à l'ouverture soudaine. L'accroissement annuel net de toutes les tiges (1,1 cm et plus) est beaucoup plus élevé grâce à la forte croissance des gaules ; il se situe entre 0,27 et 0,55 m^2/ha dans les blocs traités, comparativement à des valeurs entre 0,01 et 0,34 m^2/ha dans les témoins.

Tableau 9. Accroissement annuel des tiges survivantes en fonction du diamètre (moyenne annuelle de 10 ans) dans les placettes mesurées au galon circonférenciel

	Classe de diamètre (cm)														
	10-18			20-28			30-38			40-48			50+		
Dispositif	S.T.[1]	Tiges survivantes		S.T.[1]	Tiges survivantes		S.T.[1]	Tiges survivantes		S.T.[1]	Tiges survivantes		S.T.[1]	Tiges survivantes	
	m²/ha			m²/ha			m²/ha			m²/ha			m²/ha		
84-SV-t	2,53	0,06	2,37%	4,62	0,09	1,95%	7,45	0,15	2,01%	8,64	0,16	1,85%	5,84	0,05	0,86%
84-SV-j	2,53	0,18	7,11%	6,47	0,18	2,78%	7,17	0,16	2,23%	4,14	0,06	1,45%	4,21	0,05	1,19%
84-SV-s	5,80	0,25	4,31%	7,48	0,20	2,67%	5,53	0,12	2,17%	0,89	0,02	2,25%	-	-	-
86-SV-t	2,68	0,08	2,99%	6,86	0,20	2,92%	6,69	0,13	1,94%	2,61	0,03	1,15%	6,10	0,08	1,31%
85-SV-s	7,45	0,49	6,58%	3,53	0,18	5,10%	0,21	0,01	4,76%	-	-	-	-	-	-
85-SV-j	2,62	0,14	5,34%	3,54	0,08	2,26%	5,16	0,11	2,13%	5,19	0,09	1,73%	2,12	0,01	0,47%
86-LS-t	3,56	0,10	2,81%	7,31	0,14	1,92%	7,29	0,11	1,51%	2,65	0,01	0,38%	4,07	0,02	0,49%
86-LS-j	2,89	0,09	3,11%	5,42	0,14	2,58%	8,25	0,15	1,82%	3,02	0,05	1,66%	-	-	-
85-LS-j	1,43	0,11	7,69%	2,21	0,06	2,71%	2,80	0,06	2,14%	4,08	0,08	1,96%	3,35	0,04	1,19%
84-FG-t	2,26	0,06	2,65%	4,11	0,10	2,43%	5,47	0,09	1,65%	7,04	0,08	1,14%	4,50	0,04	0,89%
84-FG-jl	2,10	0,10	4,76%	3,68	0,10	2,72%	6,29	0,14	2,23%	4,81	0,07	1,46%	1,68	0,02	1,19%
84-FG-jf	0,85	0,04	4,71%	1,87	0,04	2,14%	6,03	0,08	1,33%	5,19	0,05	0,96%	0,80	0,01	1,25%
85-FG-t	4,26	0,07	1,64%	7,18	0,14	1,95%	7,94	0,08	1,01%	6,28	0,05	0,80%	0,98	0.00	0.20%
85-FG-j	2,47	0,06	2,43%	5,09	0,10	1,96%	8,88	0,15	1,69%	2,84	0,05	1,76%	-	-	-
86-FG-t	6,67	0,12	1,80%	7,66	0,13	1,70%	7,44	0,09	1,21%	1,71	0,01	0,58%	0,39	0.00	0.20%
86-FG-j	2,49	0,09	3,61%	3,82	0,12	3,14%	4,81	0,10	2,08%	4,61	0,04	0,87%	2,74	0,07	2,55%

[1]S.T. = Surface terrière.Témoins = mesure prise au début de la période de 10 ans.
Traités = mesure prise immédiatement après la coupe au début de la période de 10 ans.

Tableau 10 Accroissement annuel brut (Aab) en fonction du diamètre (moyenne annuelle de 10 ans) dans les placettes mesurées au galon circonférenciel

	Classe de diamètre (cm)														
	10-18			20-28			30-38			40-48			50+		
Dispositif	S.T.[1] m²/ha	Aab m²/ha		S.T.[1] m²/ha	Aab m²/ha		S.T.[1] m²/ha	Aab m²/ha		S.T.[1] m²/ha	Aab m²/ha		S.T.[1] m²/ha	Aab m²/ha	
84-SV-t	2,53	0,08	3,16%	4,62	0,09	1,95%	7,45	0,15	2,01%	8,64	0,16	1,85%	5,84	0,05	0,86%
84-SV-j	2,53	0,21	8,30%	6,47	0,18	2,78%	7,17	0,16	2,23%	4,14	0,06	1,45%	4,21	0,05	1,19%
84-SV-s	5,80	0,29	5,00%	7,48	0,20	2,67%	5,53	0,12	2,17%	0,89	0,02	2,25%	-	-	-
86-SV-t	2,68	0,10	3,73%	6,86	0,20	2,92%	6,69	0,13	1,94%	2,61	0,03	1,15%	6,10	0,08	1,31%
85-SV-s	7,45	0,57	7,65%	3,53	0,18	5,10%	0,21	0,01	4,76%	-	-	-	-	-	-
85-SV-j	2,62	0,19	7,25%	3,54	0,08	2,26%	5,16	0,11	2,13%	5,19	0,09	1,73%	2,12	0,01	0,47%
86-LS-t	3,56	0,14	3,93%	7,31	0,14	1,92%	7,29	0,11	1,51%	2,65	0,01	0,38%	4,07	0,02	0,49%
86-LS-j	2,89	0,13	4,50%	5,42	0,14	2,58%	8,25	0,15	1,82%	3,02	0,05	1,66%	-	-	-
85-LS-j	1,43	0,23	16,08%	2,21	0,06	2,71%	2,80	0,06	2,14%	4,08	0,08	1,96%	3,35	0,04	1,19%
84-FG-t	2,26	0,09	3,98%	4,11	0,10	2,43%	5,47	0,09	1,65%	7,04	0,08	1,14%	4,50	0,04	0,89%
84-FG-jl	2,10	0,15	7,14%	3,68	0,10	2,72%	6,29	0,14	2,23%	4,81	0,07	1,46%	1,68	0,02	1,19%
84-FG-jf	0,85	0,07	8,24%	1,87	0,04	2,14%	6,03	0,08	1,33%	5,19	0,05	0,96%	0,80	0,01	1,25%
85-FG-t	4,26	0,08	1,88%	7,18	0,14	1,95%	7,94	0,08	1,01%	6,28	0,05	0,80%	0,98	0.00	0.20%
85-FG-j	2,47	0,07	2,83%	5,09	0,10	1,96%	8,88	0,15	1,69%	2,84	0,05	1,76%	-	-	-
86-FG-t	6,67	0,14	2,10%	7,66	0,13	1,70%	7,44	0,09	1,21%	1,71	0,01	0,58%	0,39	0.00	0.20%
86-FG-j	2,49	0,17	6,83%	3,82	0,12	3,14%	4,81	0,10	2,08%	4,61	0,04	0,87%	2,74	0,07	2,55%

[1]S.T. = Surface terrière. Témoins = mesure prise au début de la période de 10 ans.
Traités = mesure prise immédiatement après la coupe au début de la période de 10 ans.

Tableau 11. Mortalité en fonction du diamètre (moyenne annuelle de 10 ans) dans les placettes mesurées au galon circonférenciel

	dhp (cm)														
	10-18			20-28			30-38			40-48			50 et +		
	S.T.[1]	Mortalité		S.T.[1]	Mortalité		S.T.[1]	Mortalité		S.T.[1]	Mortalité		S.T.[1]	Mortalité	
Dispositif	m^2/ha	m^2/ha	%	m^2/ha	m^2/ha	%	m^2/ha	m^2/ha	%	m^2/ha	m^2/ha	%	m^2/ha	m^2/ha	%
84-SV-t	2,54	0,02	0,79	4,49	0,03	0,67	7,45	0,01	0,13	8,64	0,03	0,35	5,84	-	-
84-SV-j	2,53	0,03	1,19	6,36	0,05	0,79	7,15	0,02	0,28	4,14	0,07	1,69	4,21	-	-
84-SV-s	5,81	0,10	1,72	7,36	0,06	0,82	5,67	0,05	0,88	0,89	-	-	-	-	-
86-SV-t	2,68	0,02	0,75	6,86	0,04	0,58	6,51	0,04	0,61	2,85	-	-	6,10	-	-
85-SV-s	7,45	0,06	0,81	3,53	0,01	0,28	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-
85-SV-j	2,65	0,05	1,89	3,53	0,01	0,28	5,15	0,02	0,39	5,19	-	-	2,12	0,08	3,77
86-LS-t	3,55	0,06	1,69	7,31	0,10	1,37	7,29	0,11	1,51	2,65	0,12	4,53	4,07	0,13	3,19
86-LS-j	2,89	0,06	2,08	5,33	0,10	1,88	8,42	0,03	0,36	3,02	0,05	1,66	-	-	-
85-LS-j	1,43	0,02	1,40	2,21	0,05	2,26	2,80	0,04	1,43	4,08	0,02	0,49	3,35	-	-
84-FG-t	2,26	0,02	0,88	4,11	0,03	0,73	5,47	0,02	0,37	7,04	0,14	1,92	4,50	0,09	2,00
84-FG-jl	2,10	0,03	1,43	3,68	0,04	1,09	6,29	0,07	1,11	4,81	0,09	1,87	1,68	-	-
84-FG-jf	0,85	0,02	2,35	1,87	0,06	3,21	6,03	0,15	2,49	5,19	0,08	1,54	0,80	0,04	5,00
85-FG-t	4,26	0,08	1,88	7,18	0,05	0,70	7,94	0,07	0,88	6,28	0,12	1,91	0,98	-	-
85-FG-j	2,48	0,04	1,61	5,09	0,04	0,79	8,88	0,01	0,11	2,84	-	-	-	-	-
86-FG-t	6,63	0,10	1,51	7,77	0,05	0,64	7,44	0,10	1,34	1,71	0,03	1,75	0,39	-	-
86-FG-j	2,49	0,08	3,21	3,90	0,06	1,41	4,64	0,07	1,51	4,60	-	-	2,74	-	-

[1] Témoins = mesure prise au début de la période de 10 ans.
Traités = mesure prise immédiatement après la coupe au début de la période de 10 ans.

Tableau 12 Accroissement annuel net (Aan) en fonction du diamètre (moyenne annuelle de 10 ans) dans les placettes mesurées au galon circonférenciel

	Classe de diamètre (cm)														
	10-18			20-28			30-38			40-48			50+		
Dispositif	S.T.[1] m²/ha	Aan m²/ha		S.T.[1] m²/ha	Aan m²/ha		S.T.[1] m²/ha	Aan m²/ha		S.T.[1] m²/ha	Aan m²/ha		S.T.[1] m²/ha	Aan m²/ha	
84-SV-t	2,53	0,06	2,37%	4,62	0,05	1,08%	7,45	0,14	1,88%	8,64	0,13	1,50%	5,84	0,05	0,86%
84-SV-j	2,53	0,18	7,11%	6,47	0,13	2,01%	7,17	0,14	1,95%	4,14	0.00	0.11%	4,21	0,05	1,19%
84-SV-s	5,80	0,19	3,28%	7,48	0,14	1,87%	5,53	0,06	1,08%	0,89	0,02	2,25%	-	-	-
86-SV-t	2,68	0,09	3,36%	6,86	0,15	2,19%	6,69	0,09	1,35%	2,61	0,03	1,15%	6,10	0,08	1,31%
85-SV-s	7,45	0,51	6,85%	3,53	0,17	4,82%	0,21	0,01	4,76%	-	-	-	-	-	-
85-SV-j	2,62	0,15	5,73%	3,54	0,07	1,98%	5,16	0,09	1,74%	5,19	0,09	1,73%	2,12	-0,07	-3,30%
86-LS-t	3,56	0,08	2,25%	7,31	0,04	0,55%	7,29	0.00	0.02%	2,65	-0,11	-4,15%	4,07	-0,11	-2,70%
86-LS-j	2,89	0,07	2,42%	5,42	0,04	0,74%	8,25	0,12	1,45%	3,02	0.00	0.07%	-	-	-
85-LS-j	1,43	0,21	14,69%	2,21	0,02	0,90%	2,80	0,01	0,36%	4,08	0,06	1,47%	3,35	0,04	1,19%
84-FG-t	2,26	0,07	3,10%	4,11	0,07	1,70%	5,47	0,07	1,28%	7,04	-0,05	-0,71%	4,50	-0,06	-1,33%
84-FG-jl	2,10	0,12	5,71%	3,68	0,06	1,63%	6,29	0,08	1,27%	4,81	-0,03	-0,62%	1,68	0,02	1,19%
84-FG-jf	0,85	0,06	7,06%	1,87	-0,03	-1,60%	6,03	-0,07	-1,16%	5,19	-0,03	-0,58%	0,80	-0,03	-3,75%
85-FG-t	4,26	0.00	0.10%	7,18	0,09	1,25%	7,94	0,01	0,13%	6,28	-0,07	-1,11%	0,98	0.00	0.20%
85-FG-j	2,47	0,03	1,21%	5,09	0,05	0,98%	8,88	0,14	1,58%	2,84	0,05	1,76%	-	-	-
86-FG-t	6,67	0,04	0,60%	7,66	0,08	1,04%	7,44	-0,01	-0,13%	1,71	-0,02	-1,17%	0,39	0.00	0.20%
86-FG-j	2,49	0,09	3,61%	3,82	0,06	1,57%	4,81	0,03	0,62%	4,61	0,04	0,87%	2,74	0,07	2,55%

[1]S.T. = Surface terrière. Témoins = mesure prise au début de la période de 10 ans.
Traités = mesure prise immédiatement après la coupe au début de la période de 10 ans.

Tableau 13. Accroissement annuel net en surface terrière (moyenne annuelle de 10 ans) dans les dispositifs mesurés au compas forestier

	Surface terrière						Accroissement annuel net					
	Début de la période de 10 ans dhp (cm)			Fin de la période de 10 ans dhp (cm)			dhp (cm)					
	2 à 8	10 et +	tous	2 à 8	10 et +	tous	2 à 8		10 et +		tous	
Dispositif	m^2/ha			m^2/ha			m^2/ha					
84-SV-t	0,80	29,19	29,99	0,89	30,08	30,97	0,01	1,25 %	0,09	0,31 %	0,10	0,33 %
84-SV-j	0,62	25,10	25,72	2,00	27,90	29,90	0,14	22,58 %	0,28	1,12 %	0,42	1,63 %
84-SV-s	0,60	19,90	20,50	1,54	24,47	26,01	0,09	15,00 %	0,46	2,31 %	0,55	2,68 %
86-SV-t	1,15	25,68	26,83	1,39	28,82	30,21	0,02	1,74 %	0,31	1,21 %	0,34	1,27 %
86-SV-j	1,04	18,22	19,26	2,34	21,73	24,07	0,13	12,50 %	0,35	1,92 %	0,48	2,49 %
85-SV-s	0,76	12,07	12,83	1,22	17,03	18,25	0,05	6,58 %	0,50	4,14 %	0,54	4,21 %
85-SV-j	0,99	17,82	18,81	1,61	21,27	22,88	0,06	6,06 %	0,35	1,96 %	0,41	2,18 %
86-LS-t	1,40	23,79	25,19	1,52	24,12	25,64	0,01	0,71 %	0,03	0,13 %	0,04	0,16 %
86-LS-j	0,88	16,03	16,91	1,86	18,58	20,44	0,10	11,36 %	0,26	1,62 %	0,35	2,07 %
85-LS-j	0,76	16,52	17,28	3,24	18,47	21,71	0,25	32,89 %	0,20	1,21 %	0,44	2,55 %
84-FG-t	1,01	25,23	26,24	0,88	26,68	27,56	-0,01	-0,99 %	0,15	0,59 %	0,13	0,50 %
84-FG-jl	0,90	18,69	19,59	1,40	21,33	22,73	0,05	5,56 %	0,26	1,39 %	0,31	1,58 %
84-FG-jf	0,38	15,46	15,84	1,66	17,28	18,94	0,13	34,21 %	0,18	1,16 %	0,31	1,96 %
85-FG-t	0,99	26,72	27,71	0,82	26,94	27,76	-0,02	-2,02 %	0,02	0,07 %	0,01	0,04 %
85-FG-j	0,59	17,47	18,06	0,72	20,03	20,75	0,01	1,69 %	0,26	1,49 %	0,27	1,50 %
86-FG-t	1,79	22,97	24,76	1,52	24,64	26,16	-0,03	-1,68 %	0,17	0,74 %	0,14	0,57 %
86-FG-j	0,94	17,85	18,79	2,64	20,87	23,51	0,17	18,09 %	0,30	1,68 %	0,47	2,50 %

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 dans tous les dispositifs sauf dans le 85-LS-j.On enregistre une augmentation du nombre de tiges dans la grande majorité des dispositifs dans les classes supérieures à 40 cm de dhp. Dans les classes entre 20 et 38 cm de dhp, le nombre de tiges a augmenté ou diminué selon le dispositif. Les accroissements annuels nets des tiges de 10 cm et plus dans le tableau 13 peuvent être comparés aux accroissements annuels nets dans le tableau 4. Les valeurs obtenues ne peuvent pas être identiques puisqu'il ne s'agit pas de mêmes surfaces ni de la même méthode de mesurage. Les surfaces de 0,5 ha mesurées au galon circonférenciel sont incorporées dans les surfaces de 1 ou de 2 ha mesurées au compas forestier. Nous nous attendions cependant à des résultats comparables dans les deux cas. Remarquons aussi qu'on trouve au tableau 13 un dispositif de plus qu'au tableau 4 ; il s'agit de 86-SV-j qui n'a pas été encore mesuré au galon circonférenciel dix ans après la première mesure.

Les résultats des deux méthodes de mesurage sont très proches dans la moitié des dispositifs (trois témoins et six traités) avec une différence en accroissement entre 0,01 et 0,05 m^2/ha. Dans l'autre moitié, les différences sont plus grandes et s'échelonnent entre 0,08 et 0,35 m^2/ha. Dans deux dispositifs, les différences sont particulièrement élevées : dans 84-SV-t (0,09 m^2/ha comparativement à 0,44 m^2/ha)

et dans 84-FG-jf (0,18 m^2/ha comparativement à -0,09 m^2/ha). C'est surtout la mortalité qui est la cause de cette différence. Sur les deux surfaces mesurées au galon circonférenciel (tableau 4), la mortalité est très faible dans le 84-SV-t (0,31 %) et très forte dans le 84-FG-jf (2,38 %).

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

Les tableaux 14 et 15 résument le développement des gaules entre les deux mesures. Nous avons mis en évidence les essences les plus présentes parmi les gaules. La colonne « Total commerciales » comprend les essences compagnes non mentionnées.

À Sainte-Véronique et au lac Simon, l'érable à sucre était le plus nombreux dans tous les dispositifs au début de la période de 10 ans (tableau 14). Les gaules d'érable à sucre se comptaient généralement par quelques centaines d'individus à l'hectare. Le hêtre était moins nombreux sauf dans un dispositif au lac Simon (85-LS-j) où son nombre est à peu près égal à celui de l'érable à sucre. Le bouleau jaune et les autres essences ne se comptaient que par quelques tiges seulement. C'est le cas aussi des espèces non commerciales.

Dix ans après, on note des différences considérables en nombre de tiges et en composition dans tous les dispositifs traités. L'érable à sucre a augmenté selon la place de quatre à 18 fois mais l'intensité de la coupe n'a pas eu d'influence. Le nombre le plus élevé de 4 700 gaules à l'hectare a été atteint dans la place 84-SV-j où l'intensité de la coupe était de seulement 19 %. Le nombre d'érables à sucre a fortement augmenté dans deux témoins sur trois, malgré une bonne surface terrière. Il a diminué dans un témoin (86-LS-t) où le hêtre a par contre augmenté de 173 à 1 395 tiges/ha. Le hêtre a fortement augmenté aussi dans toutes les places traitées où il était présent dans les étages supérieurs.

Le bouleau jaune est apparu en grand nombre dans trois dispositifs traités, où il a été favorisé par les ouvertures, par la coupe automnale (scarification du sol par le débusquage) et par de bonnes années semencières. De plus, les semis concurrents préétablis d'érable à sucre étaient de petites dimensions. À Sainte-Véronique, nous avons réalisé des coupes de jardinage mixte par pied d'arbre et par petites trouées, dans les dispositifs 86-SV-j et 85-SV-j. Les gaules de bouleau jaune sont particulièrement abondantes dans les trouées de 200 à 500 m^2 de surface. Dans le but de favoriser la régénération et le développement du bouleau jaune, ARBOGAST (1957) recommande la coupe de jardinage par trouées de 0,1 *acres* (≈ 400 m^2). Au lac Simon, nous avons pratiqué dans le dispositif 85-LS-j une coupe par pied d'arbre avec une intensité relativement forte (34,8 %) et avec quelques trouées plus petites que celles de Sainte-Véronique. Dans ces trois dispositifs, le nombre de gaules de bouleau jaune atteint respectivement 935, 635 et 614 tiges à l'hectare.

Parmi les autres essences, le peuplier faux-tremble est revenu par drageonnage après la coupe de succession à forte intensité (63,5 %) dans 85-SV-s, et beaucoup moins dans 84-SV-s où il y avait une forte concurrence des érables à sucre après une coupe à 28,5 % d'intensité. Le tilleul a fortement augmenté dans 84-SV-j malgré la coupe de faible intensité et la concurrence de l'érable à sucre ; ce dispositif fait partie d'une érablière à bouleau jaune et tilleul, tout comme 84-SV-t et 84-SV-s.

Il y avait très peu d'espèces non commerciales parmi les gaules au début de la période de 10 ans. Dans une seule place (85-SV-s), leur nombre a dépassé celui des essences commerciales après la coupe de forte intensité. Les plus abondantes étaient le cerisier de Pennsylvanie et l'érable de Pennsylvanie. Nous avons constaté sur le terrain que le cerisier de Pennsylvanie meurt déjà massivement, surtout dans les endroits où la voûte foliacée des érables se referme. Une bonne pénétration d'espèces non commerciales (surtout l'érable de Pennsylvanie) est enregistrée aussi dans 85-LS-j et dans 84-SV-s, mais leur nombre est bien inférieur à celui des essences commerciales. Les espèces non commerciales (et en premier lieu l'érable de Pennsylvanie) ont même décuplé dans le témoin 86-LS-t qui n'a subi aucune perturbation récente.

Le tableau 14 présente aussi les résultats des mesures dix ans après la coupe à blanc sur une bande de 60 m de largeur (84-SV-b). Le peuplement original était une tremblaie à érable à sucre, bouleau jaune et tilleul d'Amérique. Comme pratiquement toutes les gaules ont été écrasées par les opérations de débusquage, nous n'avons effectué aucun mesurage dendrométrique après la coupe. Les gaules trouvées dix ans après proviennent des semis préétablis ou nouvellement installés. L'érable à sucre est le plus abondant avec 8 213 gaules à l'hectare, suivi du tremble avec 4 029 gaules provenant des drageons. Le bouleau jaune ne compte que quelques dizaines d'individus seulement. Il y a aussi près de 6 000 tiges à l'hectare d'espèces non commerciales dont 80 % de cerisier de Pennsylvanie.

Tableau 14. Développement des gaules. Nombre de tiges de 1,1 à 9,0 cm de dhp à l'hectare, Sainte-Véronique et lac Simon

	Période de 10 ans									
	Ers		Boj		Heg[1], Pet[2] ou Tia[3]		Total commerciales		Non commerciales	
Dispositif	Début*	Fin**	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin
84-SV-t	437	1 305	2	11	10[3]	38[3]	467	1 410	2	8
84-SV-j	356	4 700	-	64	34[3]	454[3]	390	5 258	-	40
84-SV-s	274	2 505	4	87	-	112[2]	334	3 124	1	1 055
84-SV-b	..	8 213	..	58	..	4 029[2]	..	13 079	..	6 046
86-SV-t	1 157	2 033	10	29	94[1]	308[1]	1 266	2 384	-	1
86-SV-j	880	2 775	32	935	142[1]	636[1]	1 061	4 364	72	342
85-SV-s	314	750	6	104	-	1 102[2]	356	2 096	4	2 652
85-SV-j	739	1 637	24	635	62[1]	712[1]	829	3 013	4	293
86-LS-t	646	418	1	2	173[1]	1 395[1]	826	2 066	37	484
86-LS-j	432	1 726	-	6	78[1]	1 974[1]	512	3 794	14	400
85-LS-j	554	2 406	-	614	352[1]	1 456[1]	916	4 580	82	1 234

* Témoins = mesure prise au début de la période de 10 ans.
Traités = mesure prise immédiatement après la coupe au début de la période de 10 ans.
** Mesure prise après 10 ans.

Tableau 15. Développement des gaules. Nombre de tiges de 1,1 à 9,0 cm de dhp à l'hectare, Gatineau

	Période de 10 ans									
	Ers		Heg		Osv		Total commerciales		Non commerciales	
Dispositif	Début*	Fin**	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin
84-FG-t	646	563	32	54	31	116	711	737	17	128
84-FG-jl	855	1 348	44	211	72	160	977	1 728	52	416
84-FG-jf	316	1 938	164	1 200	-	54	482	3 268	214	5 784
85-FG-t	403	342	2	16	28	564	446	958	2	16
85-FG-j	433	213	174	3 119	12	336	627	3 719	43	1 030
86-FG-t	414	174	475	1 236	6	192	979	1 745	12	172
86-FG-i	484	2 182	88	1 224	24	1 082	656	5 062	14	1 140

* Témoins = mesure prise au début de la période de 10 ans.
Traités = mesure prise immédiatement après la coupe au début de la période de 10 ans.
** Mesure prise après 10 ans.

Dans la forêt de Gatineau (tableau 15), on a compté au début de la période quelques centaines de gaules à l'hectare, composées surtout d'érable à sucre avec une quantité variable de hêtre et un peu d'ostryer. La coupe a favorisé le hêtre et l'ostryer dans toutes les places traitées. Le nombre de tiges d'érable à sucre a fortement augmenté dans trois places traitées et diminué dans une (85-FG-j), au profit du hêtre qui est passé à cet endroit de 174 à 3 119 tiges dix ans plus tard. Remarquons que le nombre de gaules d'érable a diminué dans tous les témoins et que celui du hêtre a augmenté sans aucune intervention dans 86-FG-t.

Les espèces non commerciales étaient peu présentes dans la première mesure, sauf dans la place 84-FG-jf où il y avait près de 200 érables de Pennsylvanie à l'hectare. Cette espèce, favorisée par le dépôt mince, a envahi une grande partie des ouvertures et, avec près de 5 700 tiges à l'hectare, dépasse le nombre d'essences commerciales.

Dans les autres places traitées, les espèces non commerciales (surtout l'érable de Pennsylvanie) ont augmenté fortement en nombre, mais celui-ci est demeuré loin de celui des essences commerciales.

Le développement des gaules est résumé aussi à la figure 3. Nous avons séparé les témoins et les blocs traités pour faire ressortir les effets de la coupe. Un seul coup d'oeil permet de constater l'apparition d'un grand nombre de gaules dix ans après la coupe dans les dispositifs traités. Comme on peut le remarquer aussi, les espèces non commerciales sont les plus abondantes dans la bande coupée à blanc et dans le dispositif 84-FG-jf coupé à forte intensité.

3.3 Développement des semis

Les placettes permanentes de régénération ont été établies systématiquement avant et après la coupe à partir de 1986 ; en 1984 et 1985, elles avaient été établies seulement après la coupe. Toutes ont été remesurées cinq et dix ans plus tard.

3.3.1 Secteurs de Sainte-Véronique et du lac Simon (figures 4 à 9)

Une première comparaison sommaire des figures 4 à 9 démontre que les semis d'érable à sucre sont les plus nombreux dans tous les dispositifs ; leur nombre approche ou dépasse le chiffre de 100 000 à l'hectare. La distribution des semis *(stocking)* d'érable à sucre est maximale : cette essence est présente dans tous les relevés de régénération et dans tous les dispositifs. Ces résultats étaient prévisibles compte tenu de la vigueur reconnue de l'érable à sucre et des expériences antérieures dans les érablières (TUBBS 1968, BERRY 1981, LA ROCQUE 1985, CROW et METZGER 1987). Dans deux dispositifs (86-SV-j et 86-LG-j) où les mesures ont été prises avant et immédiatement après la coupe, le nombre de semis d'érable à sucre a diminué considérablement entre les deux mesures.

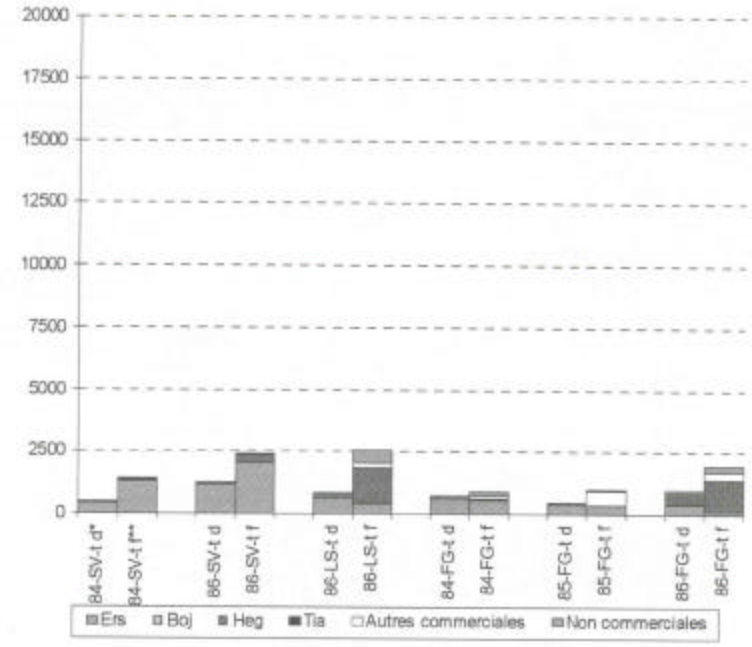
Comme nous l'avons déjà constaté (MAJCEN 1993), un bon nombre des semis d'érable est écrasé par la machinerie au cours des opérations de coupe. Cela est inévitable car les semis de cette essence couvrent une grande partie du sol. Cinq ans après la coupe, leur nombre a augmenté dans la majorité des places traitées. Le dispositif 84-SV-s, où il y avait au départ un nombre très élevé des semis (500 000/ha), et la bande coupée à blanc (84-SV-b), dans laquelle les semis ont poussé rapidement en hauteur, sont des exceptions. Dans les deux témoins de Sainte-Véronique, le nombre de tiges d'érable à sucre a augmenté considérablement, contrairement à celui du lac Simon (86-LS-t), où ce nombre a légèrement baissé. Dix ans après la coupe, le nombre de semis d'érable a diminué dans tous les dispositifs sauf dans un (86-LS-j), où il est reste à peu près le même. Remarquons que c'est le nombre de petits semis (< 20 cm) qui a diminué le plus ; à cause de leur abondance, c'est parmi ceux-ci que se déroule la lutte pour la survie. L'apparition d'un grand nombre de gaules dans les dispositifs traités démontre le dynamisme de croissance des semis d'érable à sucre, dont plusieurs ont atteint les dimensions des gaules dix ans après la coupe.

Les semis de bouleau jaune sont peu nombreux et disséminés *(stocking* faible) avant la coupe et dans les témoins. Après la coupe, quelques milliers de semis de bouleau jaune sont apparus dans plusieurs dispositifs. Le bouleau jaune avait peu de chance de se développer dans les coupes de faible intensité (84-SV-j) ou envahies par une régénération abondante d'érable à sucre et, dans certains cas, de peuplier (84-SV-s, 84-SV-b). Le bouleau jaune a continué sa croissance en grand nombre 5 et 10 ans après la coupe dans les dispositifs 86-SV-j et 85-SV-j. Comme nous l'avons déjà mentionné, nous avons pratiqué dans ces deux places un jardinage mixte, par pied d'arbre et par petites trouées, avec des coupes de 30 à 35 % réalisées à l'automne et au cours des bonnes années semencières. Un grand nombre de semis de bouleau jaune a atteint les dimensions des gaules dans les dispositifs 86-SV-j et 85-LS-j.

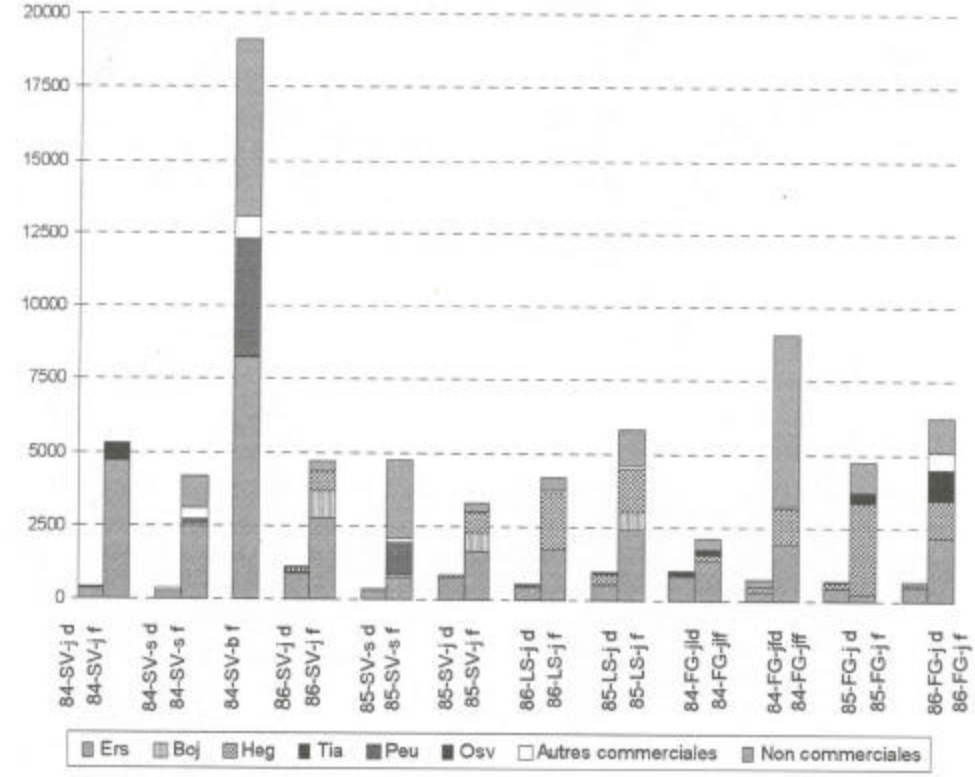
Liste des abréviations et autres spécifications utilisées dans les figures 3 à 12

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 des placettes est indiqué dans la partie supérieure droite du cadre. La présence de cotylédons ou de lits de germination autres que la litière est indiquée en pourcentage.

Espèces commerciales		Espèces non commerciales	
Boj	Bouleau jaune	Ame	Amélanchiers
Bop	Bouleau à papier	Chc	Chèvrefeuille du Canada
Cet	Cerisier tardif	Cep	Cerisier de Pennsylvanie
Chr	Chêne rouge	Cev	Cerisier de Virginie
Err	Érable rouge	Dic	Dièreville chèvrefeuille
Ers	Érable à sucre	Dim	Dirca des marais
Frb	Frêne blanc	Ere	Érable à épis
Frn	Frêne noir	Erp	Érable de Pennsylvanie
Heg	Hêtre à grandes feuilles	Fra	Framboisier
Osv	Ostryer de Virginie	Ifc	If du Canada
Peu	Peuplier à grandes dents et peuplier faux-tremble	Noi	Noisetier
		Rib	Groseilliers, gadeliers
Pru	Pruche du Canada	Roo	Ronce occidentale
Sab	Sapin baumier	Sal	Saule
Tia	Tilleul d'Amérique	Sup	Sureau pubescent
Aco	Autres espèces commerciales	Via	Viorne à feuilles d'aulne
		Anco	Autres espèces non commerciales



Dispositifs témoins



Dispositifs traités

Figure 3. Développement des gaules. Nombre de tiges de 1,1 à 9,0 cm de dhp à l'hectare.

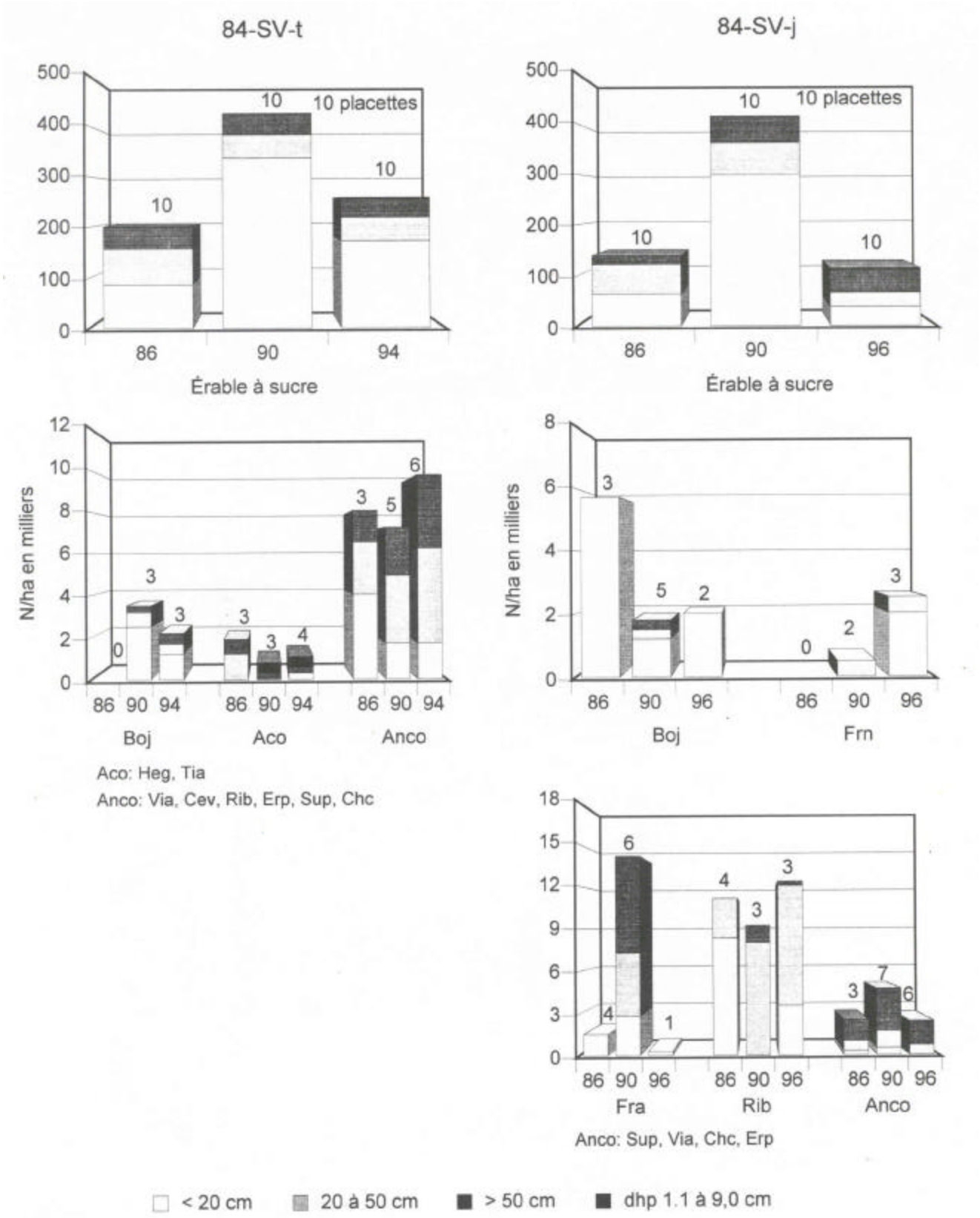


Figure 4. État de la régénération, 84-SV-t et 84-SV-j.

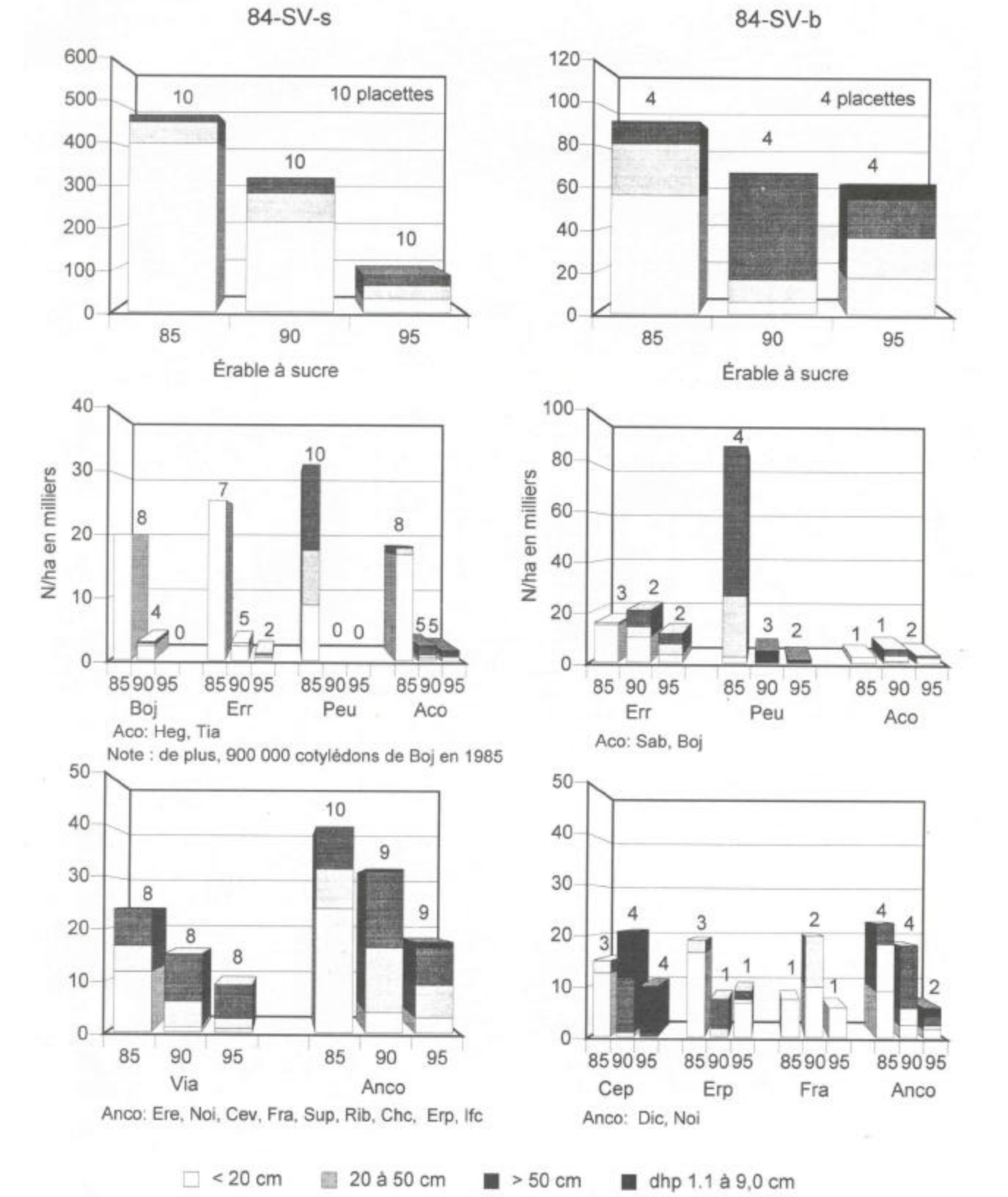


Figure 5. État de la régénération, 84-SV-s et 84-SV-b.

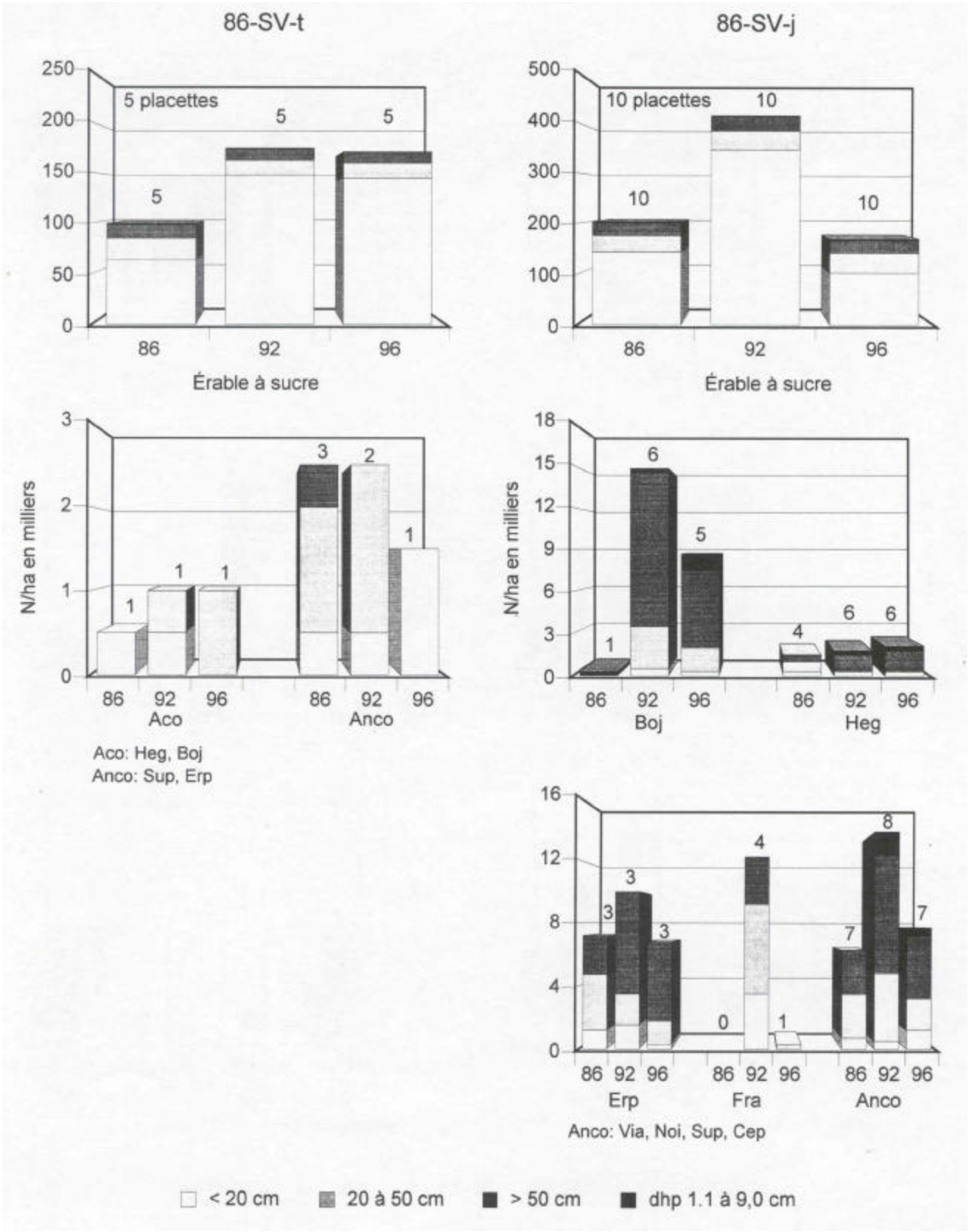


Figure 6. État de la régénération, 86-SV-t et 86-SV-j.

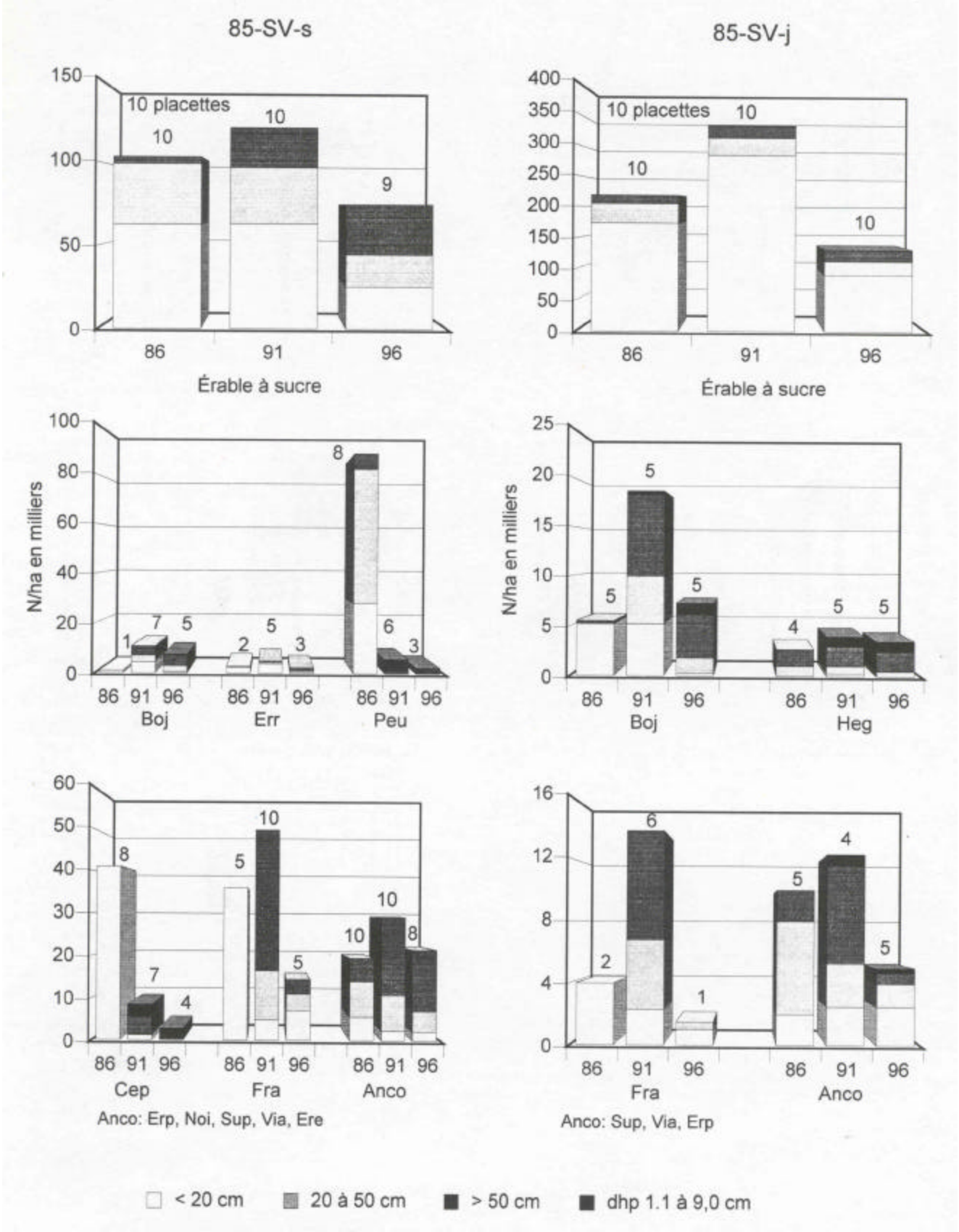


Figure 7. État de la régénération, 85-SV-s et 85-SV-j.

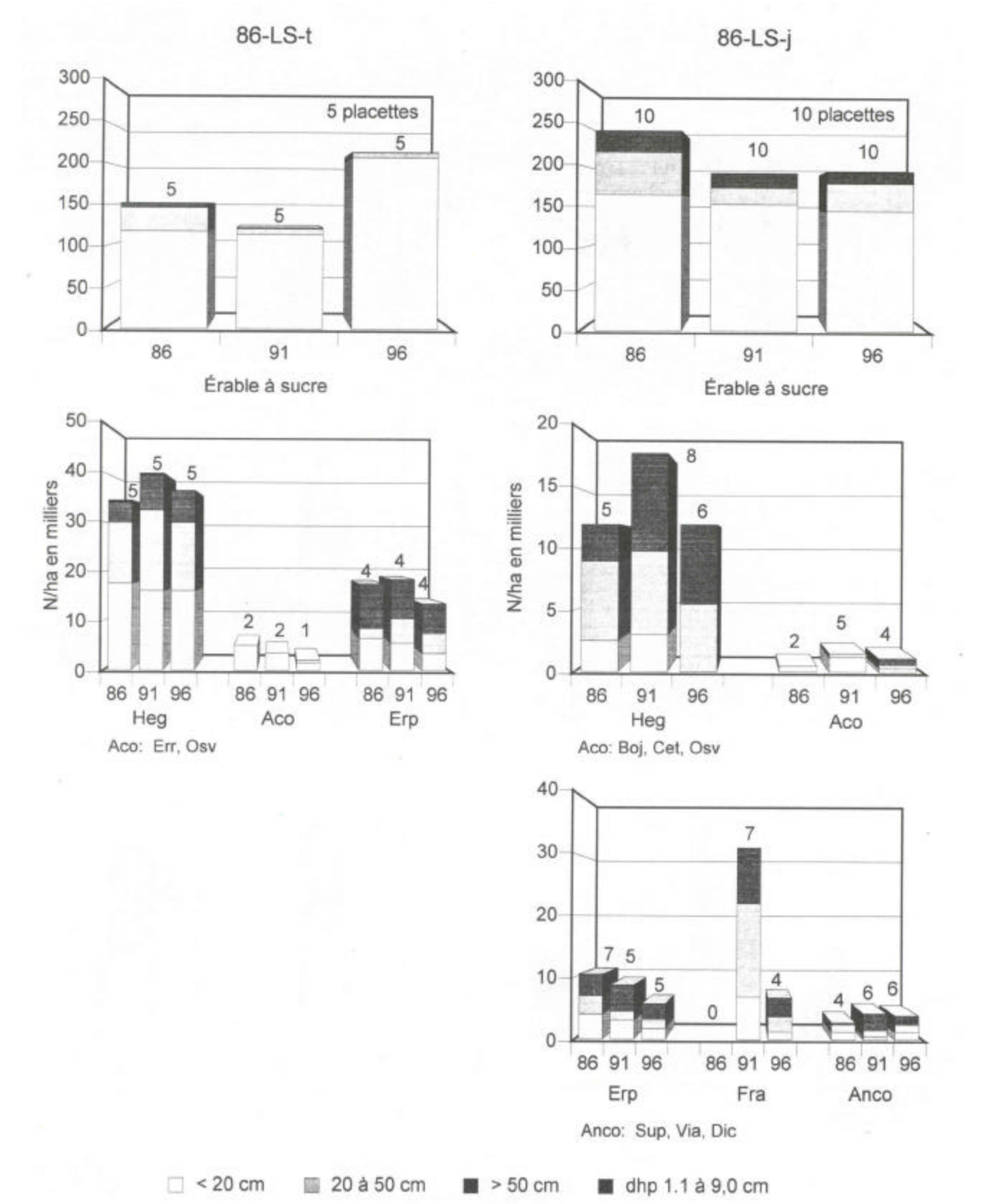


Figure 8. État de la régénération, 86-LS-t et 86-LS-j.

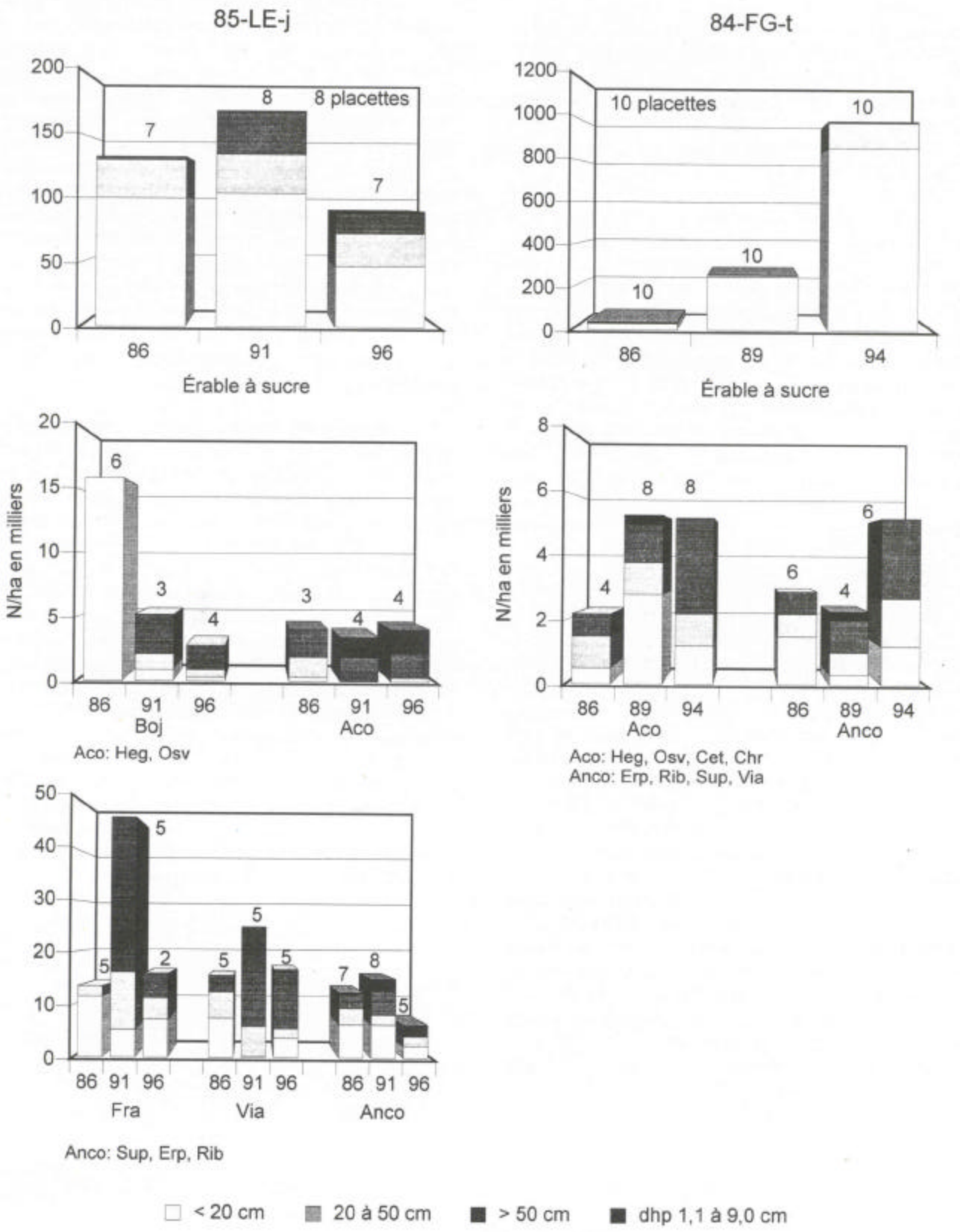


Figure 9. État de la régénération, 85-LE-j et 84-FG-t.

À Sainte-Véronique, les semis de hêtre sont absents ou peu nombreux dans les dispositifs. Au lac Simon, leur nombre atteint près de 40 000 dans le témoin et demeure stable au cours de 10 ans ; au même endroit, dans le dispositif traité, les semis de hêtre n'ont pas varié beaucoup en nombre mais ils ont crû en hauteur entre la première et la dernière mesure.

Parmi les autres essences, remarquons la régénération massive des peupliers par drageonnage après la coupe dans les dispositifs où le peuplier faux-tremble (ou à grandes dents) était présent avant la coupe. Après dix ans, grâce à une croissance rapide, un grand nombre des peupliers a atteint les dimensions des gaules. La coupe a favorisé aussi l'apparition du framboisier dans plusieurs places. Après dix ans, celui-ci a diminué considérablement en nombre, dépassé en hauteur par les espèces concurrentes. Le cerisier de Pennsylvanie est apparu dans les dispositifs à forte intensité de coupe (84-SV-b et 85-SV-s) dans lesquels il a atteint aussi les dimensions des gaules dix ans après.

3.3.2 Secteur de la forêt de Gatineau (figures 10 à 12)

Si l'on compare la première mesure après la coupe, les semis d'érable à sucre sont moins nombreux dans les dispositifs de la forêt de Gatineau que dans ceux de Sainte-Véronique et du lac Simon. Cette première prise des données a été effectuée au début de la saison estivale en 1986, après les gels meurtriers qui ont fait de lourds dégâts parmi les semis d'érable à sucre et de hêtre. Fait important à souligner, les essences plus méridionales comme le tilleul, le frêne d'Amérique, l'ostryer de Virginie et le cerisier tardif n'ont pas souffert puisque leurs bourgeons n'avaient pas commencé à ouvrir lors des gels du mois de mai. Après les gels qui ont détruit les jeunes feuilles sur les semis d'érable à sucre, ceux-ci ont commencé à émettre de nouvelles feuilles juste dans la période d'une attaque par l'arpenteuse de Bruce. La conséquence de ces deux fléaux naturels successifs a été la diminution considérable du nombre de semis d'érable à sucre dans les dispositifs 84-FG-t, 84-FG-j, 85-FG-t et 85-FG-j. Les dégâts ont été moindres dans les dispositifs 84-FG-jf, 86-FG-t et 86-FG-j.

Entre 1986 et 1990 ou 1991, l'érable à sucre s'est régénéré de façon massive, particulièrement dans les dispositifs où ses semis étaient peu nombreux. Dix ans après la coupe, le nombre de semis d'érable à sucre plus petits que 20 cm a encore augmenté fortement dans le témoin et dans la place coupée à intensité légère en 1984. Il est demeuré à peu près stable dans 84-FG-jf et dans 86-FG-j. Par contre, il a baissé considérablement dans les témoins en 1986 et 1985 et dans le bloc traité en 1985. Soulignons que dans ces deux derniers, le nombre d'érables a dépassé le chiffre faramineux d'un million de semis à l'hectare, formant un tapis presque complet, et qu'il ne pourra plus que diminuer par la suite. On remarque par contre que dans la majorité des dispositifs, le nombre de semis d'érable à sucre a augmenté dans les classes supérieures de hauteur.

Les semis d'espèces compagnes apparaissent en nombre variable, subordonnés à l'érable à sucre. Parmi ceux-ci, les semis de hêtre se comptent par plusieurs milliers de tiges dans la place témoin, dans la place coupée en 1986 et dans les places 1984-FG-jf et 1985-FG-j. Comme les figures le montrent, les coupes ont favorisé la croissance en hauteur des semis de hêtre. Le bouleau jaune a atteint quelques milliers de tiges dans un seul dispositif (84-FG-jf), qui avait la composition floristique la plus boréale parmi les érablières laurentiennes de la forêt de Gatineau. Après dix ans, il est toujours présent, en moins grand nombre, mais il a poussé considérablement en hauteur. Mentionnons aussi la présence de plusieurs milliers d'érables rouges dans le bloc 86-FG-j où cette espèce a profité aussi de la coupe par une croissance en hauteur. Parmi les espèces non commerciales, le framboisier surgit en grand nombre après la coupe mais diminue considérablement dix ans après, tout comme dans les secteurs de Sainte-Véronique et du lac Simon.

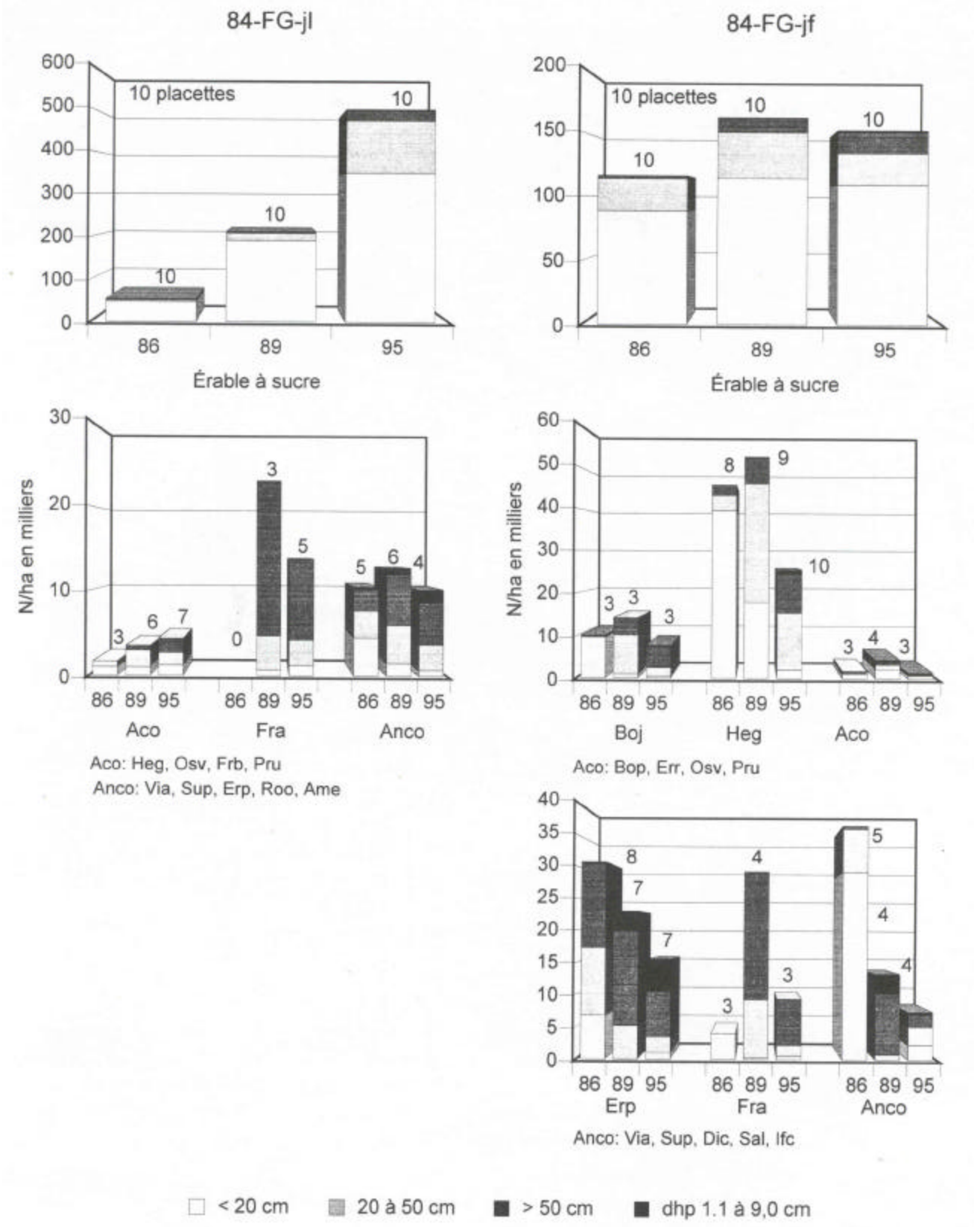


Figure 10. État de la régénération, 84-FG-jl et 84-FG-jf.

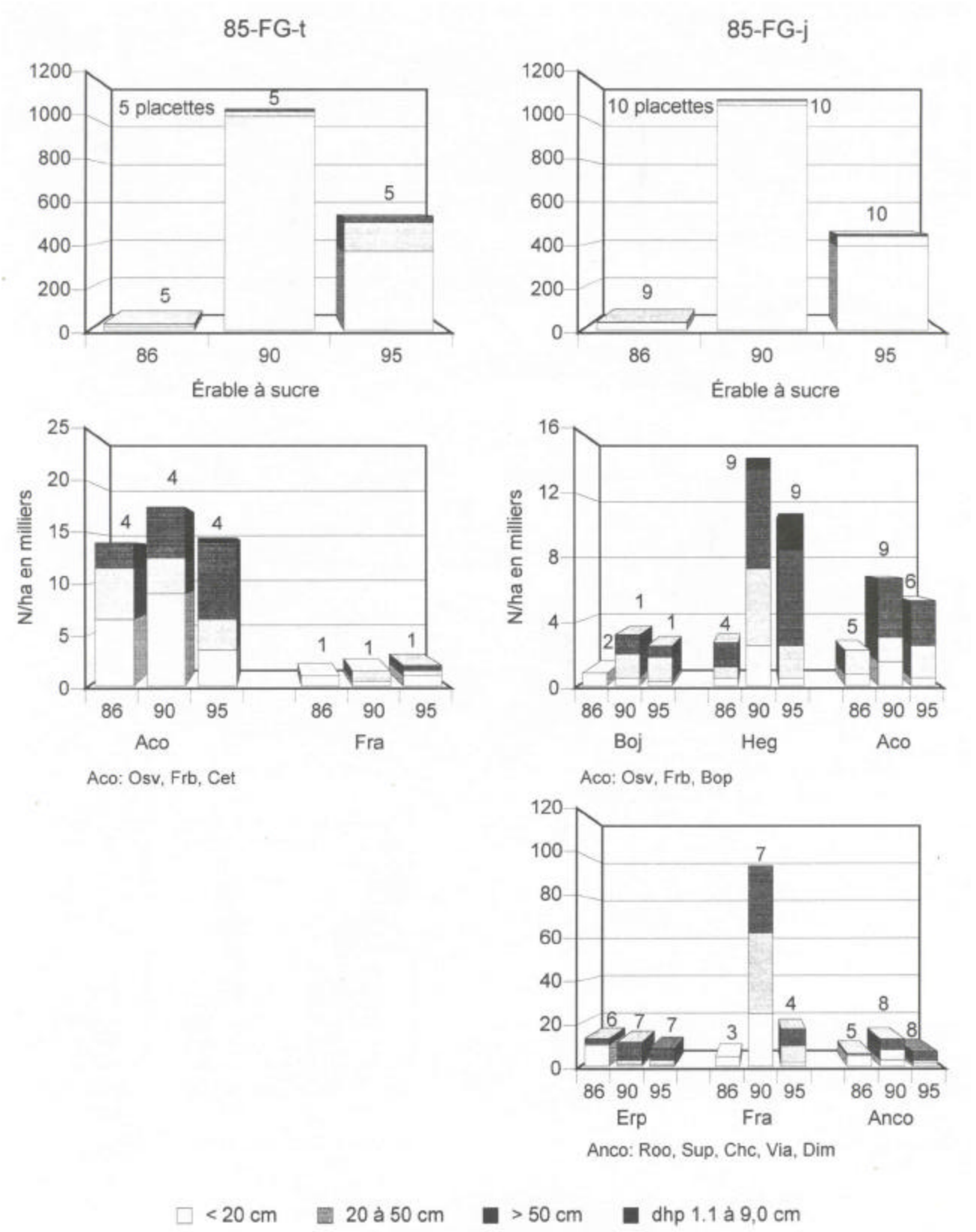


Figure 11. État de la régénération, 85-FG-t et 85-FG-j.

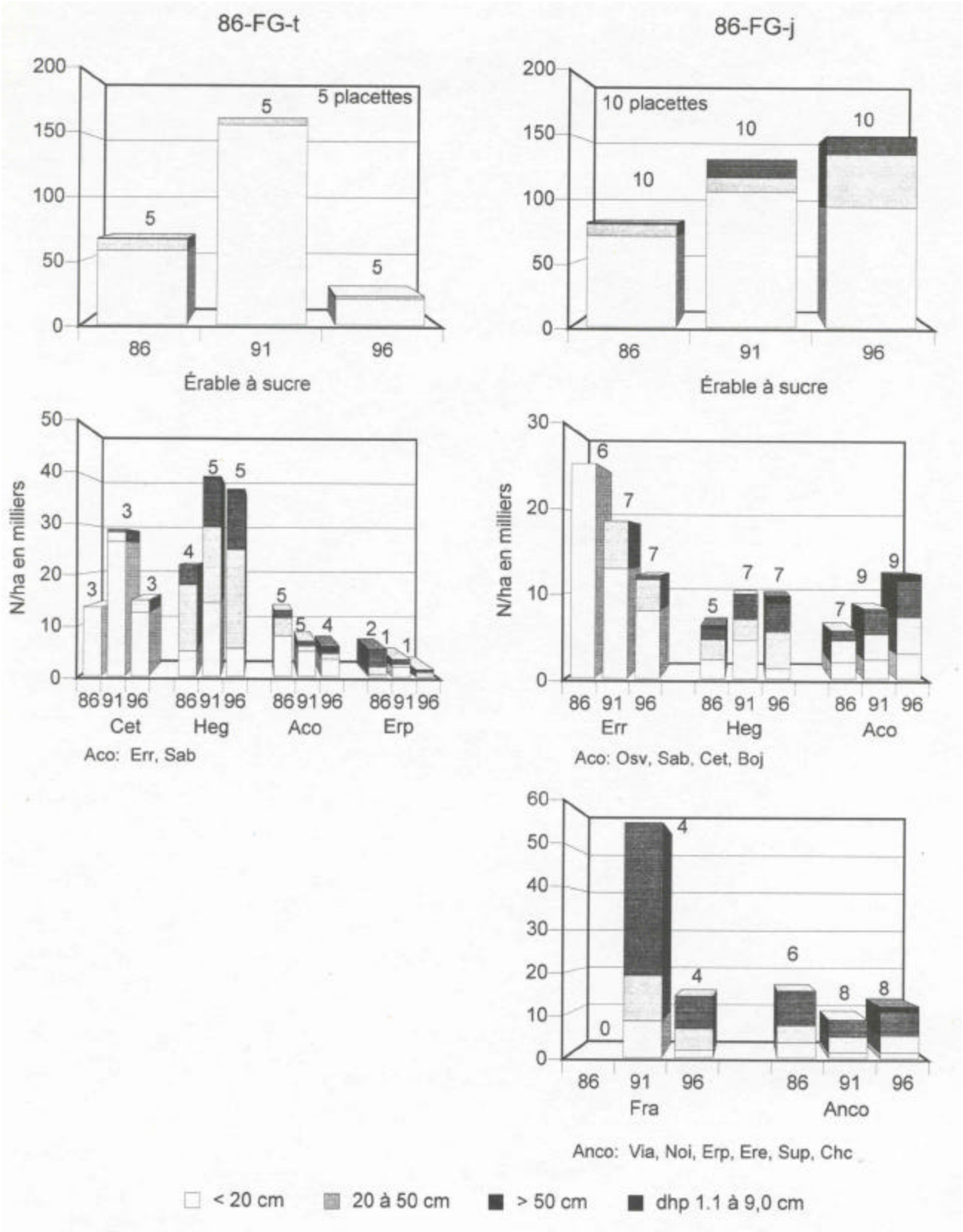


Figure 12. État de la régénération, 86-FG-t et 86-FG-j.

Conclusion

Cette étude sur l'accroissement en surface terrière confirme les tendances que nous avons constatées dans nos ouvrages précédents : les peuplements ont bien réagi aux coupes de jardinage et aux coupes de succession. Par la méthode du mesurage au galon circonférenciel, nous avons démontré que le taux d'accroissement annuel brut est toujours supérieur dans les dispositifs traités comparativement aux témoins. Comme la mortalité est très variable, les différences en accroissement net entre les blocs traités et les témoins peuvent être positives ou négatives. Dans deux dispositifs traités, le taux d'accroissement net est inférieur à celui des témoins. Chez ces derniers, les causes fréquentes de mortalité sont les chancres, les champignons, les défauts graves sur les arbres et des causes inconnues. Dans les blocs traités, la mortalité est provoquée souvent par les effets secondaires de la coupe, c'est-à-dire les blessures et les chablis, auxquels s'ajoutent souvent des causes inconnues (mort soudaine d'arbres qui ne montraient aucune faiblesse lors du premier mesurage).

L'accroissement net a été négatif dans deux témoins et dans un dispositif traité. Ce dernier a subi une coupe de forte intensité, ce qui a causé beaucoup de mortalité dans le peuplement résiduel. A l'autre extrême, l'accroissement annuel net le plus élevé (0,68 m^2/ha) a été atteint après une coupe de succession. Dans les autres dispositifs traités, l'accroissement annuel net se situe entre 0,21 et 0,41 m^2/ha, ce qui s'approche des résultats de nos études précédentes.

Les comparaisons entre les deux périodes successives de cinq ans (parfois quatre et six ans) nous permettent de constater que les accroissements des tiges survivantes ont été meilleurs au cours de la deuxième période de croissance dans neuf dispositifs traités sur dix. Comme c'est le cas aussi dans cinq témoins sur six, l'effet ne peut être attribué à la coupe et il est possible que les conditions climatiques aient été plus favorables à la croissance des arbres au cours de la deuxième période. Dans le cas de la mortalité, elle est plus élevée au cours de la première période de croissance dans huit dispositifs traités sur dix. Les facteurs liés directement à la coupe (blessures et chablis) sont responsables de la mort des arbres. Parmi les témoins, la mortalité a été plus grande au cours de la deuxième période dans quatre dispositifs sur six.

L'accroissement annuel net calculé à partir des mesures prises au compas forestier confirme les tendances révélées par le mesurage au galon circonférenciel : le taux d'accroissement est supérieur dans les dispositifs traités, par rapport aux témoins. Les différences entre les blocs traités et les témoins sont très marquées dans les classes des gaules (2 à 8 cm de dhp), qui le plus ont profité des ouvertures causées par la coupe. L'accroissement annuel net se situe entre 0,27 et 0,55 m^2/ha pour l'ensemble des dispositifs traités et entre 0,01 et 0,34 m^2/ha dans les témoins. Comme les surfaces terrières initiales sont plus basses dans les blocs traités, l'écart en taux d'accroissement par rapport aux témoins est encore plus grand ; il varie de 0,07 à 1,21 % dans les témoins et entre 1,16 et 4,14 % dans les blocs traités.

Les valeurs obtenues par les mesures au compas forestier sont à peu près identiques à celles prises au galon circonférenciel dans la moitié des dispositifs. Dans l'autre moitié, les différences entre les résultats sont plus ou moins grandes. La grande variation de la mortalité à l'intérieur d'un même dispositif peut expliquer les différences entre les accroissements nets des placettes mesurées au galon circonférenciel, qui sont de deux à quatre fois plus petites que dans les dispositifs entiers mesurés au compas forestier.

La coupe a aussi influencé positivement l'accroissement en diamètre, qui s'est accru sur l'ensemble des places traitées. Ce sont les tiges de petit diamètre en étage intermédiaire qui ont le plus profité de l'exposition de leur cime à la lumière après la coupe.

Le nombre de gaules d'essences commerciales a augmenté considérablement dix ans après la coupe. Le nombre d'érables à sucre a augmenté de quatre à dix-huit fois selon la place traitée. Le hêtre a aussi fortement augmenté dans les places traitées où il était présent en étage supérieur. Les gaules de bouleau jaune se comptent par plusieurs centaines dans trois dispositifs où il était à peine présent immédiatement après la coupe. Il s'est bien développé dans les petites trouées dont la surface varie de 200 à 500 m^2. Quelques autres facteurs ont été propices au bouleau jaune, dont les bonnes années semencières (même si le bouleau jaune ne constituait qu'entre 6 et 12 % du volume marchand des peuplements traités), le scarifiage partiel du sol par l'exploitation automnale et les petites dimensions des semis préétablis d'essences concurrentes.

Remarquons que le nombre de gaules d'essences commerciales a aussi considérablement augmenté dans trois témoins. Il s'agit surtout d'érable à sucre, de hêtre et d'ostryer, qui tolèrent bien l'ombre. Les espèces non commerciales ont augmenté aussi en nombre après la coupe mais pas au point de nuire à la croissance des essences commerciales.

La composition des semis, autant dans les dispositifs traités que dans les témoins, se caractérise par l'omniprésence de l'érable à sucre qui se régénère massivement et en grande quantité. La mortalité est toutefois très grande parmi les petits semis (< 20 cm) à cause de leur surabondance. Par contre, le nombre de grands semis (> 50 cm) se maintient et assure le passage d'un nombre toujours élevé de semis dans la classe des gaules. Les semis de bouleau jaune sont peu nombreux avant la coupe ; après, ils apparaissent par milliers dans trois érablières à bouleau jaune où les conditions étaient propices à leur établissement. En 10 ans, les semis de bouleau jaune ont gagné en hauteur, mais leur nombre a chuté parmi les plus petits (< 20 cm). Les semis de hêtre sont assez constants en nombre dans les places où ils sont présents. Dans les dispositifs coupés, ils gagnent surtout en hauteur au cours de la période de dix ans. Le peuplier faux-tremble est apparu en grand nombre par drageonnage après la coupe de succession dans deux dispositifs et dans la bande coupée à blanc. Comme il pousse très vite, il atteint les dimensions des gaules au cours des années qui suivent la coupe. Celle-ci a souvent favorisé l'apparition du framboisier, qui cependant diminue considérablement au cours des dix années, étouffé par la régénération vigoureuse des espèces ligneuses.

Liste des ouvrages cités

ARBOGAST, C., Jr., 1957. *Marking guides for northern hardwoods under the selection system.* U.S. Serv., Lake States For. Exp. Stn., Stn. Pap. No. 56. 21 p.

BERRY, A.B., 1981. *A study in single tree selection for tolerant hardwoods.* Can. For. Serv., Petawawa Natl. For. Inst. Inf. Rep-PI-X-8.

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.

CROW, T.R., C.H. TUBBS, R.D. JACOBS et R.R. OBERG, 1981. *Stocking and structure for maximum growth in sugar maple selection stands.* U.S. For. Serv. Res. Pap. NC-109. 16 p.

ERDMAN, G.G. et R.R. OBERG, 1973. *Fiteen-year results from six cutting methods in second-growth northern hardwoods.* U.S. For. Serv. Res. Pap. NC-100. 12 p.

FERLAND, M.G. et R.M. GAGNON, 1974. *Climat du Québec méridional.* Serv. de la météo., Dir. gén. des eaux, min. Rich. nat., Québec. 93 p.

GRANDTNER, M.M., 1966. *La végétation forestière du Québec méridional.* Presses de l'Université Laval, Québec. 216 p.

LA ROCQUE, G., 1985. *Regeneration in a tolerant hardwoods stand managed under single tree selection.* Can. For. Serv., Petawawa Natl. 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., Y. RICHARD et M. MÉNARD, 1984. *Écologie et dendrométrie dans le sud-ouest du Québec. Étude de douze secteurs forestiers.* Serv. de la rech., min. Énergie et Ress., Québec. Mém. n° 85. 333 p.

MAJCEN, Z. et Y. RICHARD, 1992. *Résultats après cinq ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière.* Can. J. For. Res. 22 : 1623-1629.

MAJCEN, Z., 1993. *Accroissement* et *régénération dans onze secteurs* à *la suite des coupes de jardinage.* Gouv. du Québec, min. des Forêts, Dir. de la rech. Rapport interne n° 371. 104 p.

MAJCEN, Z. et Y. RICHARD, 1995. *Coupe de jardinage dans six régions écologiques du Québec. Accroissement quinquennal en surface terrière.* Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Mém. de rech. for. n° 120. 22 p.

MAJCEN, Z., 1995a. *Résultats après 10 ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière.* Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Mémoire de rech. for. n° 122. 33 p.

MAJCEN, Z., 1995b. *Accroissement et régénération à la suite des coupes de jardinage dans les groupements végétaux à dominance de pruche, de bouleau jaune, de chêne rouge, d'érable* à *sucre et de peuplier* à *grandes dents.* Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for., Rapport interne n° 401. 58 p.

MAJCEN, Z., 1996. *Coupe de jardinage* et *coupe de succession dans cinq secteurs forestiers. Accroissement quinquennal en surface terrière et état de la régénération.* Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Note de rech. for. n° 70. 20 p.

ONDRO, W.J. et D.V. LOVE, 1979. *Growth response of northern hardwoods to partial cutting in southern Ontario.* For. Chron. 55 : 1-16.

PERRON, J.-Y., 1983. *Tarif de cubage général. Volume marchand brut.* Serv. de l'inventaire for., min. de l'Énergie et des Ress., Québec. 52 p.

POTHIER, D., 1996. *Accroissement d'une érablière à la suite de coupes d'éclaircie : résultats de 20 ans.* Can. J. For. Res. 26 : 543-549.

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. 13 p.

STRONG, T.F., G.G. ERDMAN et J.N. NIESE, 1995. *Forty years of alternative management practices in second-growth, pole size northern hardwoods. I. Tree quality development.* Can. J. For. Res. 25 : 1173-1179.

THIBAULT, M., 1985. *Les régions écologiques du Québec médional. Deuxième approximation.* Min. de l'Énergie et des Ressources. Service de la cartographie et Service de la recherche. Carte au 1 : 1 250 000.

TUBBS, C.H., 1968. *The influence of residual densities on regeneration in sugar maple stands.* U.S. For. Serv. Res. Note NC-47.

Les peuplements inéquiennes représentent une forte proportion de la forêt feuillue au Québec. Leur aménagement préoccupe de plus en plus les forestiers qui doivent combler les besoins toujours grandissants en produits de qualité. Les coupes de jardinage s'adaptent bien à la structure de nos forêts feuillues. Elles permettent de sauvegarder les tiges de bonne qualité qui sont en plein accroissement, elles favorisent la régénération des essences désirées et assurent un rendement soutenu tout en conservant le couvert forestier. Dans les limites de sa juridiction et en collaboration avec les régions administratives du ministère, la Direction de la recherche forestière poursuit une série de travaux de recherche sur l'accroissement des forêts après des coupes de jardinage de diverses intensités dans des peuplements inéquiennes et des coupes de succession d'essences d'ombre dans des peuplements inéquiennes en voie de reconstruction.

Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles

ISBN 2-550-31514-6
ISSN 1183-3912
F.D.C. 242(047.3)(714)
L.C. SD 553

RN97-3086