

Note de recherche forestière n° 70

Coupe de jardinage et coupe de succession dans cinq secteurs forestiers. Accroissement quinquennal en surface terrière et état de la régénération

Zoran MAJCEN¹

F.D.C. 241(047.3)(714)
L.C. SD 387

Résumé

Cette note regroupe les résultats de l'étude d'effets des coupes de jardinage dans quatre dispositifs expérimentaux et de la coupe de succession dans un autre dispositif. Ces cinq dispositifs sont établis respectivement dans cinq régions administratives du Québec (Outaouais, Montréal, Trois-Rivières, Québec et Gaspésie) et dans quatre régions écologiques différentes. Le mesurage effectué cinq ans après la coupe montre que les taux d'accroissement brut et net dans les blocs traités sont supérieurs à ceux des témoins. L'accroissement annuel net se situe entre 0,36 et 0,46 m²/ha dans les blocs traités pour des surfaces terrières résiduelles de 17,9 à 20,6 m²/ha. Les taux d'accroissement annuel net en surface terrière se situent entre 1,78 et 2,30 % dans les blocs traités, comparativement à -1,06 et 1,24 % dans les blocs témoins. Les coupes ont favorisé particulièrement l'accroissement en diamètre des tiges entre 10 et 30 cm et la croissance en hauteur des semis d'érable à sucre. Les espèces non commerciales ne présentent pas une concurrence importante après les coupes d'intensités modérées appliquées dans les cinq dispositifs.

Mots-clés : coupe de jardinage, accroissement en surface terrière, accroissement en diamètre, croissance en hauteur, état de la régénération.

Abstract

Selection cutting and succession cutting in five forest sectors. Basal area increment and regeneration status after five years.

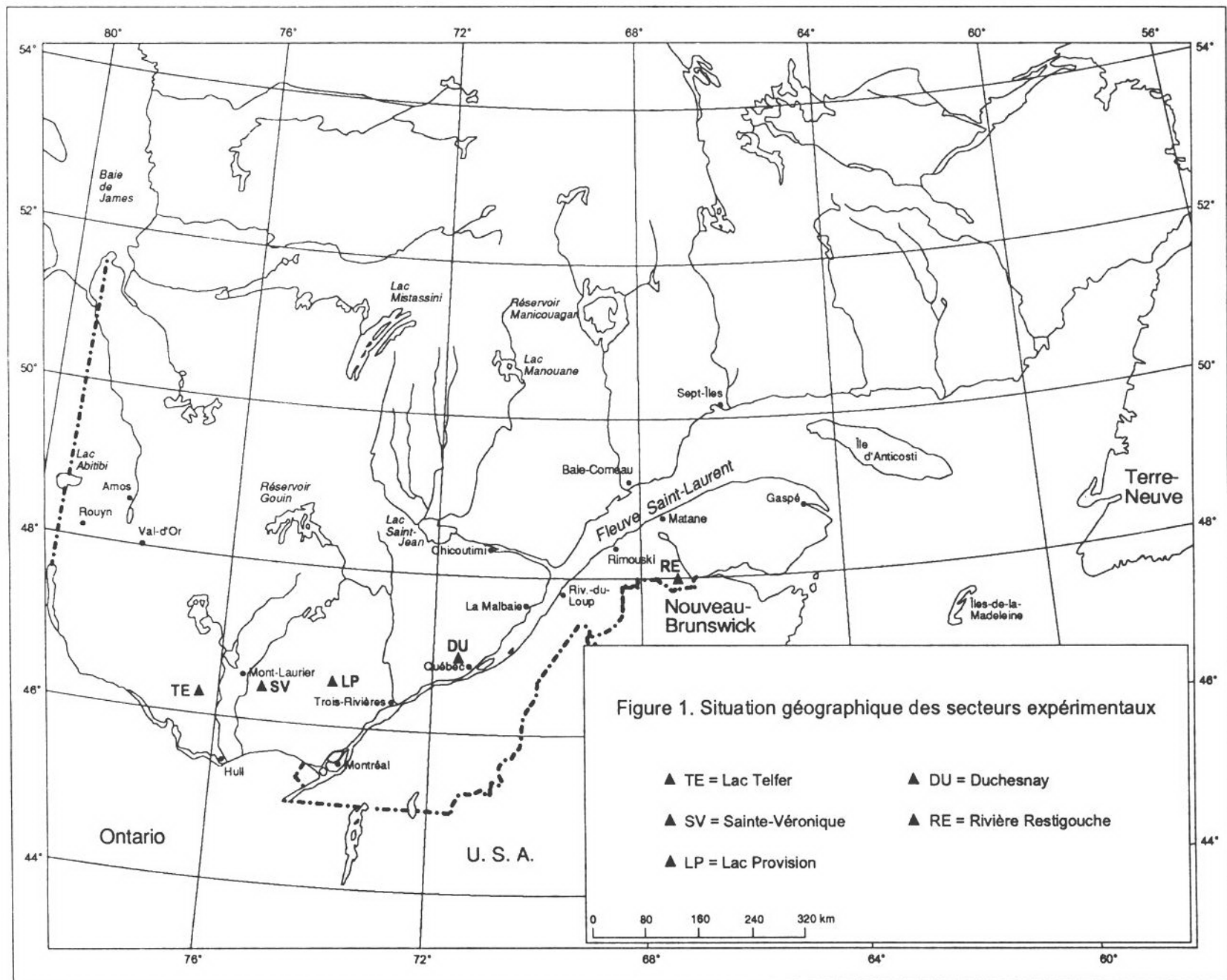
This report presents results of a study on the effects of selection cutting in four experiments and of succession cutting in another experiment. These five experiments were established respectively in five Québec administrative regions (Outaouais, Montréal, Trois-Rivières, Québec and Gaspé) and in four different ecological regions. Measurements taken five years after cutting show that gross and net increment rates in the treated blocks are higher than those of controls. Net annual increment varies from 0,36 to 0,46 m²/ha in the treated blocks for residual basal areas of 17,9 to 20,6 m²/ha. Net basal area increment rates vary from 1,87 to 2,30 % in the treated blocks as compared to -1,06 to 1,24 % in the controls. Cutting specially favored diameter increment of the 10 to 30 cm stems and the height growth of sugar maple seedlings. Non commercial species do not represent an important competition after the moderate intensity cuttings applied in the five experiments.

Key words : selection cutting, basal area increment, diameter increment, height growth, regeneration status.

*

*

1 Ing.f., Ph.D., chargé de recherche en écologie forestière, dendrométrie et aménagement au Service de la recherche appliquée. Note rédigée en collaboration avec Laurier Groleau, Pierrot Boulay, Jocelyn Hamel et Louis Blais.



Introduction

Depuis 1983, nous poursuivons, en collaboration avec les autorités régionales du ministère responsable des forêts, des études sur les coupes de jardinage dans leurs régions respectives. Le projet a commencé en 1983 dans les forêts de Sainte-Véronique pour s'étendre à partir de 1984 à d'autres régions du Québec où la pratique du jardinage a été introduite. Au cours des années qui ont suivi, nous avons ajouté au jardinage l'étude des coupes de succession, des coupes progressives et de la destruction mécanique de la végétation concurrentielle dans le but de favoriser le bouleau jaune.

Majcen et Richard (1992 et 1995) et Majcen (1993 et 1995) ont présenté les résultats quinquennaux des coupes effectuées entre 1983 et 1988. Figurent ici les résultats cinq ans après la coupe de jardinage dans quatre dispositifs et après la coupe de succession dans un dispositif. Ces cinq dispositifs ont été établis en 1990 dans quatre régions écologiques différentes. Même si cette période de cinq ans est relativement courte pour bien évaluer les résultats de ce genre de traitement, la présente étude, ajoutée aux études semblables déjà diffusées, pourrait fournir aux aménagistes des indices sur l'accroissement et sur la régénération à plus long terme.

Matériel et méthodes

Description des secteurs

Les cinq secteurs retenus pour cette étude sont localisés à la figure 1. Selon Grandtner (1966), le secteur du lac Telfer se situe à la limite des domaines de l'érablière laurentienne à tilleul et de l'érablière à bouleau jaune. Les quatre autres, Sainte-Véronique, lac Provision, Duchesnay et rivière Restigouche, font partie du domaine de l'érablière à bouleau jaune.

Secteur du lac Telfer (TE)

Ce secteur est situé près de Maniwaki, à 46° 05' de latitude nord et 76° 16' de longitude ouest. D'après Ferland et Gagnon (1974), la température annuelle moyenne y dépasse 4,4° C et la précipitation totale annuelle y est de près de 813 mm. Selon Thibault (1985), ce secteur se situe dans le domaine de l'érablière à bouleau jaune, sous-domaine de l'érablière à bouleau jaune et tilleul (3 a).

Secteur de Sainte-Véronique (SV)

Ce secteur est situé près de Mont-Laurier, à 46° 37' de latitude nord et 74° 55' de longitude ouest. La température annuelle moyenne de cet endroit se situe entre 3,1 et 4,4 °C et la précipitation totale annuelle, entre 813 et 1016 mm (Ferland et Gagnon 1974). Selon Thibault (1985), ce secteur est situé dans le domaine de l'érablière à bouleau jaune, sous-domaine de l'érablière à bouleau jaune et tilleul (3 c).

Secteur du lac Provision (LP)

Ce secteur est localisé dans la réserve faunique de Mastigouche à une quarantaine de kilomètres à l'ouest-nord-ouest de Shawinigan, à 46° 42' de latitude nord et 73° 15' de longitude ouest. La température moyenne y varie de 3,1 à 4,4 °C et la précipitation totale annuelle, entre 813 et 1016 mm (Ferland et Gagnon 1974). Selon Thibault (1985), ce secteur est situé dans le domaine de l'érablière à bouleau jaune, sous-domaine de l'érablière à bouleau jaune et hêtre (3 g).

Secteur de Duchesnay (DU)

Faisant partie de l'ancien Centre éducatif forestier de Duchesnay près de Québec, à 46° 53' de latitude nord et à 71° 39' de longitude ouest, ce secteur est situé, selon Thibault (1985), dans l'érablière à bouleau jaune, sous-domaine de l'érablière à bouleau jaune et hêtre (3 g). La température annuelle moyenne y est de près de 3,1 °C et la précipitation totale annuelle, de près de 1219 mm (Ferland et Gagnon 1974).

Secteur de la rivière Restigouche (RE)

Localisé près de Saint-Alexis-de-Matapédia, à 47° 54' de latitude nord et à 67° 09' de longitude ouest, ce secteur est compris, selon Thibault (1985), dans le domaine de l'érablière à bouleau jaune et de la sapinière à bouleau jaune (4 b). Sa température annuelle moyenne se situe près de 3,1 °C et la précipitation totale annuelle y est de près de 1016 mm (Ferland et Gagnon 1974).

Dispositifs expérimentaux

Pour évaluer les effets des coupes de jardinage et des coupes de succession, nous avons établi en 1990 cinq dispositifs expérimentaux, dont un dans l'érablière laurentienne à tilleul d'Amérique et hêtre à grandes feuilles (lac Telfer), un dans la tremblaie à érable à sucre, bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles (Sainte-Véronique), deux dans l'érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles (Duchesnay et lac Provision) et un dans l'érablière à bouleau jaune typique (rivière Restigouche).

Chaque dispositif comprend, d'une part, un bloc de 2 ha subdivisé en huit placettes d'échantillonnage contiguës de 0,25 ha dans la partie traitée du peuplement ; d'autre part, il comprend un bloc d'un hectare subdivisé en quatre placettes d'échantillonnage contiguës dans la partie non traitée (témoin) du peuplement.

Cueillette des données

Toutes les données recueillies lors des mesurages avant et après la coupe ainsi que cinq ans plus tard ont été enregistrées par placette d'échantillonnage de 0,25 ha. Cependant, dans deux placettes par bloc, les arbres ont été numérotés et les diamètres ont été mesurés au galon circonferenciel. Dans les autres placettes, les arbres n'ont pas été numérotés et les diamètres ont été mesurés au bec de cigogne. Étant donné la différence de précision entre les deux modes

Liste des abréviations utilisées dans les figures et les tableaux

Espèces commerciales		Espèces non commerciales	
Bop	Bouleau à papier	Ame	Amélanchiers
Boj	Bouleau jaune	Cep	Cerisier de Pennsylvanie
Chr	Chêne rouge	Chr	Chèvrefeuille du Canada
Err	Érable rouge	Coa	Cornouiller à feuilles alternes
Ers	Érable à sucre	Dic	Dièreville chèvrefeuille
Heg	Hêtre à grandes feuilles	Ere	Érable à épis
Osv	Ostryer de Virginie	Erp	Érable de Pennsylvanie
Peg	Peuplier à grandes dents	Fra	Framboisier
Pet	Peuplier faux-tremble	lfc	If du Canada
Peu	Peuplier à grandes dents et peuplier faux-tremble	Noi	Noisetier
Sab	Sapin baumier	Rib	Groseilliers, gadeliers
Tia	Tilleul d'Amérique	Sup	Sureau pubescent
		Via	Viorne à feuilles d'aulne
Aco	Autres espèces commerciales	Anco	Autres espèces non commerciales

de mesure, nous avons utilisé l'ensemble des données pour calculer certaines statistiques descriptives et nous avons utilisé les données des deux placettes mesurées au galon circonférenciel pour les comparaisons d'accroissement. Dans tous les dispositifs, les mesurages ont eu lieu en dehors de la période de croissance, soit entre la mi-septembre et la mi-mai.

La régénération a été évaluée à partir de 10 petites placettes de 4 m² (1 m sur 4 m) dans les blocs traités et de cinq petites placettes dans les témoins. À l'intérieur de chaque petite placette, nous avons dénombré toutes les tiges d'espèces ligneuses, arborescentes et arbustives, selon leur classe de développement, leur origine et leur lieu d'enracinement.

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

Données avant et après la coupe

Les données et les résultats présentés sous ce titre sont basés sur l'ensemble des placettes de chaque dispositif. Pour les blocs traités, nous présentons les données avant la coupe et immédiatement après.

Distribution des tiges par classe de diamètre

La figure 2 illustre la distribution des tiges par classe de diamètre pour chacun des dispositifs. La courbe est commune pour toutes les essences lorsqu'il n'y avait pas une grande différence entre les distributions des essences ou lorsque l'érable à sucre dominait nettement dans les peuplements (secteurs TE, LP, DU, RE). Dans le peuplement de

Sainte-Véronique, nous avons présenté les courbes distinctes des peupliers et des autres essences séparément pour le bloc traité et pour le bloc témoin. Les dispositifs de la rivière Restigouche et du lac Provision ont des distributions qui ressemblent à la distribution théorique de Liocourt. Dans les secteurs de Duchesnay et du lac Telfer, les dispositifs ont une distribution plutôt linéaire avec un nombre des tiges plus faible dans les classes de 10-18 cm. Dans le témoin du lac Telfer, il y a un surplus évident de tiges dans les classes de 40-50 cm. À Sainte-Véronique, on distingue la distribution en forme de cloche des peupliers, caractéristique des populations équiennes, et la distribution en « j inversé » très abrupte des autres essences (bouleau jaune et érable à sucre prédominants), caractéristique des jeunes peuplements inéquiennes.

Les courbes avant et après la coupe se ressemblent dans les peuplements inéquiennes (secteurs TE, LP, DU, RE) dans lesquels on remarque aussi une légère rectification des irrégularités après la coupe; la courbe s'approche alors un peu plus de celle de Liocourt. Comme le marquage visait d'abord les arbres de faible potentiel, cette rectification du nombre des tiges n'a jamais été complète. Dans le bloc traité de Sainte-Véronique, où tous les peupliers ont été coupés, la distribution des tiges après la coupe présente les autres essences.

La distribution avant le traitement des placettes traitées ressemble à celle des témoins. Les plus grandes différences apparaissent au lac Telfer où on remarque une déficience des tiges dans les classes entre 20 et 28 cm et un surplus entre 40 et 48 cm.

Surface terrière, volume marchand et diamètre moyen (tableau 1)

Les surfaces terrières des témoins et des blocs traités avant la coupe sont pratiquement identiques dans trois secteurs (lac Telfer, Sainte-Véronique et Duchesnay). Dans les deux autres (lac Provision et rivière Restigouche), les surfaces

Tableau 1. Surface terrière, volume marchand et diamètre moyen avant et après la coupe, par essence et par dispositif

Dispositif	Bloc	Surface terrière dhp>1cm m ² /ha	Volume marchand m ³ /ha	pourcentage				Diamètre moyen (cm) des tiges > 1 cm			
				Ers*	Boj	Heg	Aut	Ers	Boj	Heg	Aut
SV	témoin	28,9	222	9	40	-	39 ⁽¹⁾	7	19	-	34 ⁽¹⁾
	avant coupe	30,3	260	8	40	-	49 ⁽¹⁾	8	21	-	37 ⁽¹⁾
	après coupe	18,2	129	15	80	-	-	9	22	-	-
TE	témoin	27,2	238	71	-	26	1 ⁽²⁾	28	-	7	45 ⁽²⁾
	avant coupe	27,3	232	60	2	36	-	30	29	8	-
	après coupe	18,7	158	65	2	31	-	31	30	9	-
LP	témoin	26,2	184	51	9	6	25 ⁽³⁾	13	20	15	22 ⁽³⁾
	avant coupe	29,0	211	65	6	18	6 ⁽³⁾	24	27	17	18 ⁽³⁾
	après coupe	20,6	147	69	6	14	6 ⁽³⁾	24	25	15	18 ⁽³⁾
DU	témoin	24,7	192	75	4	18	-	18	8	5	-
	avant coupe	24,9	197	81	10	8	-	19	20	7	-
	après coupe	18,8	145	81	12	7	-	19	20	6	-
RE	témoin	26,7	189	65	20	-	8 ⁽⁴⁾	19	30	-	10 ⁽⁴⁾
	avant coupe	29,5	213	62	29	-	7 ⁽⁴⁾	19	30	-	10 ⁽⁴⁾
	après coupe	20,7	143	63	31	-	3 ⁽⁴⁾	18	28	-	8 ⁽⁴⁾

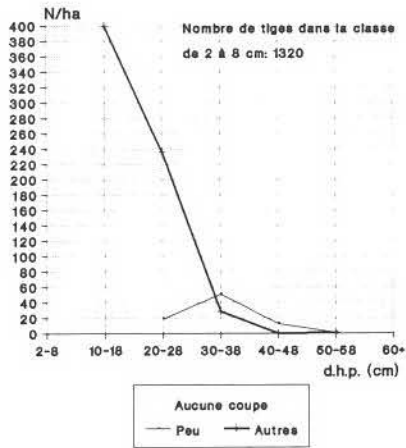
* Ers = érable à sucre, Boj = bouleau jaune, Heg = hêtre à grandes feuilles, Aut = autres essences.

⁽¹⁾ = peuplier faux-tremble et peuplier à grandes dents. ⁽²⁾ = bouleau à papier. ⁽³⁾ = érable rouge. ⁽⁴⁾ = sapin baumier.

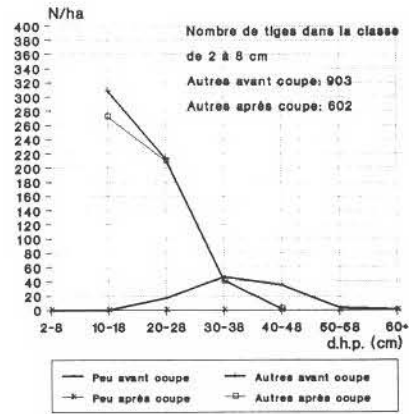
Tableau 2. Surface terrière par bloc traité et intensité de marquage, de coupe et de tiges blessées

Bloc	Surface terrière m ² /ha		Surface terrière après coupe m ² /ha				Surface terrière de bois coupé		
	Avant coupe	Marquée	Intensité de marquage %	Tiges saines	Tiges blessées	Total	m ² /ha	Intensité de coupe %	Tiges blessées %
SV	30,3	10,9	35,9	16,4	1,8	18,2	12,1	39,9	9,9
TE	27,3	7,4	27,2	13,7	5,0	18,7	8,6	31,5	26,7
LP	29,0	7,4	25,4	18,8	1,9	20,7	8,3	28,6	9,2
DU	24,9	5,9	23,7	17,8	1,0	18,8	6,1	24,5	5,3
RE	29,5	8,5	28,3	20,1	0,9	21,0	8,5	28,8	4,3

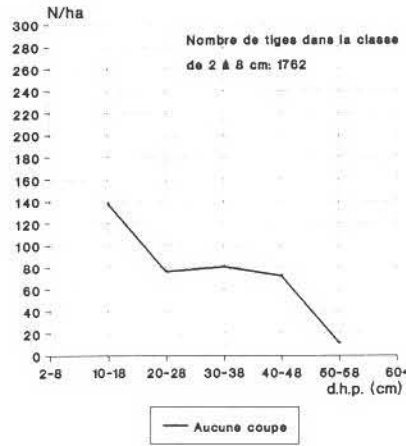
SV-témoin
S.T. = 28,9 m²/ha



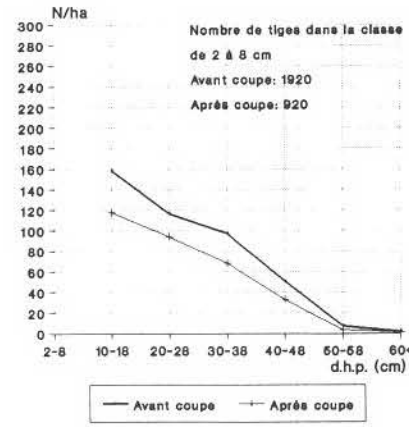
SV-traité
S.T. Avant coupe = 30,3 m²/ha
S.T. Après coupe = 18,2 m²/ha



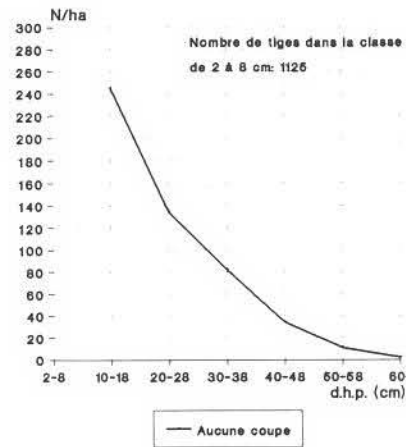
TE-témoin
S.T. = 27,2 m²/ha



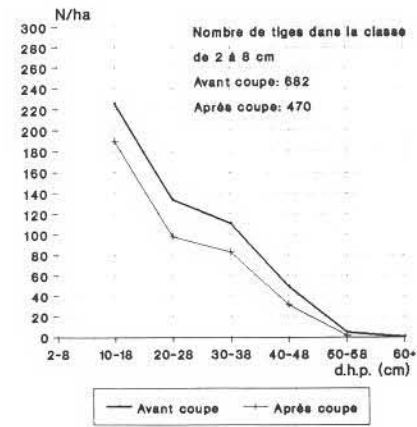
TE-traité
S.T. Avant coupe = 27,3 m²/ha
S.T. Après coupe = 18,7 m²/ha



LP-témoin
S.T. = 26,2 m²/ha



LP-traité
S.T. Avant coupe = 29,0 m²/ha
S.T. Après coupe = 20,6 m²/ha



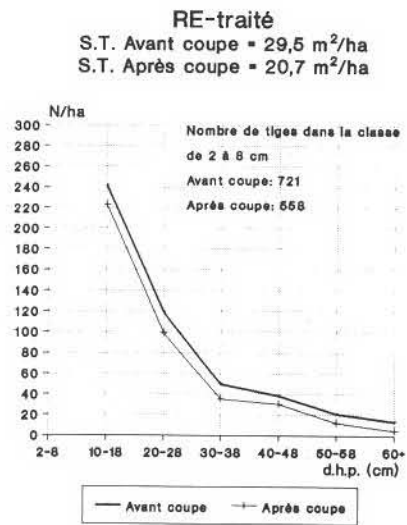
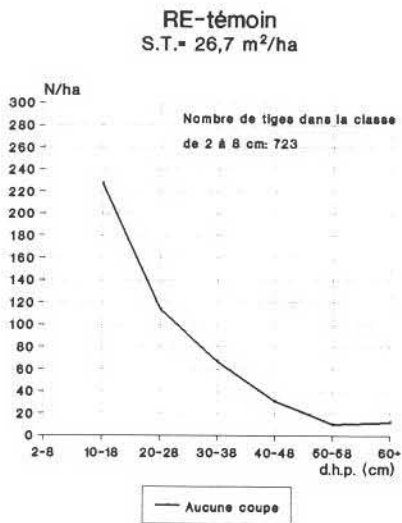
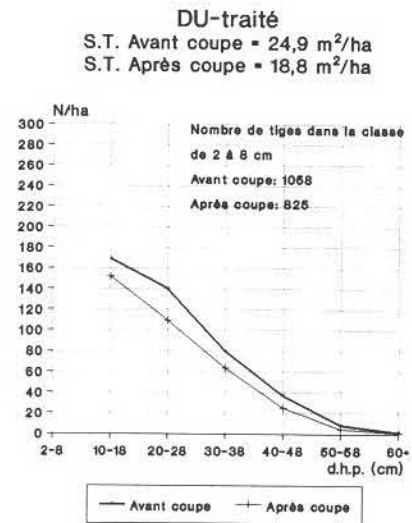
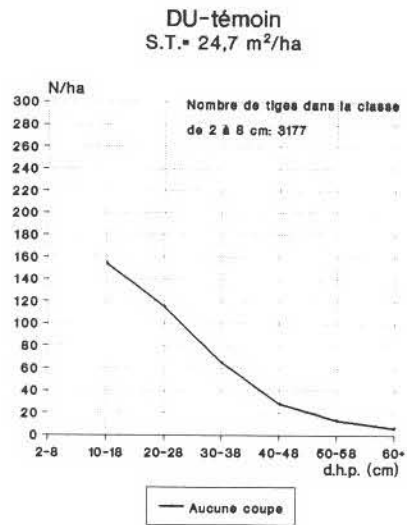


Figure 2. Distribution des essences commerciales par classe de diamètre.

terrières sont plus élevées dans les blocs traités avant la coupe. Il n'y a pas une grande différence entre les blocs traités; la surface terrière varie de 24,9 m²/ha (Duchesnay) à 29,5 m²/ha (Rivière Restigouche). Les valeurs des volumes marchands des blocs avant la coupe varient entre 197 m³/ha à Duchesnay et 260 m³/ha à Sainte-Véronique. Dans tous les blocs traités par la coupe de jardinage, l'érable à sucre est l'espèce dominante avec des proportions qui se situent entre 51 % (lac Provision) et 81 % (Duchesnay). La deuxième et la troisième places sont partagées entre le bouleau jaune, le hêtre, l'érable rouge, le bouleau à papier et le sapin baumier. À Sainte-Véronique, nous avons effectué la coupe de succession dans le peuplement à dominance de peuplier où le bouleau jaune active en deuxième position et l'érable à sucre, en troisième.

Après la coupe, le rapport entre le volume des essences n'a pas changé de façon substantielle sauf dans les peuplements qui contenaient du peuplier avant la coupe. On remarque généralement une légère augmentation de l'érable à sucre que nous avons favorisé au détriment du hêtre. Le diamètre moyen des essences principales n'a pas non plus beaucoup changé après la coupe. Il demeure souvent le même ou change au maximum d'un ou deux centimètres.

Intensité de coupe et blessures

Le tableau 2 démontre que l'intensité de marquage se situe entre 23,7 et 28,3 % dans quatre blocs jardinés, ce qui répond aux normes recommandées pour le jardinage au Québec. À Sainte-Véronique, l'intensité de 39,9 % est associée à la coupe de succession. Dans ce bloc, aucun marquage n'a été effectué dans le vrai sens du mot. Nous avons prescrit l'abattage de tous les peupliers et le pourcentage de ce marquage fictif correspond au pourcentage de peuplier dans le peuplement.

On remarque aussi dans le tableau 2 que l'intensité de la coupe a dépassé l'intensité du marquage dans tous les peuplements traités. Cette situation se rencontre régulièrement puisque la coupe et le débusquage des arbres marqués entraînent inévitablement la destruction d'un certain nombre de tiges non marquées.

Dans la dernière colonne du tableau 2 figurent les pourcentages de tiges blessées. Une tige est considérée comme blessée si son écorce est enlevée sur une surface d'au moins 54 cm². Les résultats démontrent une grande variation entre les placettes. La proportion en surface terrière des

Tableau 3. Moyennes des accroissements et des taux d'accroissement annuel périodique (5 ans après la coupe) par bloc et par traitement

Bloc	Surface terrière avant coupe	Surface terrière après coupe en 1990	Tiges survivantes		Tiges recrutées		Accroissement brut		Mortalité		Accroissement net		Rotation Années
	m ² /ha ⁽¹⁾	m ² /ha	m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%	
SV-t ^{(2) (4)}	8,9		0,06	0,69%			0,06	0,69%	0,40	4,50%	-0,34	-3,82%	
SV-t ⁽⁵⁾	20,3		0,36	1,77%	0,04	0,21%	0,40	1,99%	0,37	1,84%	0,03	0,15%	
SV-t ⁽⁶⁾	29,2		0,42	1,44%	0,04	0,15%	0,46	1,59%	0,77	2,65%	-0,31	-1,06%	
SV-c ⁽³⁾	28,4	17,9	0,53	2,94%	0,03	0,15%	0,55	3,09%	0,16	0,91%	0,39	2,19%	21
TE-t	26,0		0,41	1,59%	0,04	0,14%	0,45	1,73%	0,13	0,52%	0,32	1,21%	
TE-c	26,3	18,1	0,39	2,15%	0,02	0,12%	0,41	2,27%	0,01	0,07%	0,40	2,20%	17
LP-t	24,9		0,42	1,68%	0,08	0,33%	0,50	2,01%	0,39	1,57%	0,11	0,44%	
LP-c	29,0	20,6	0,36	1,73%	0,07	0,33%	0,42	2,06%	0,06	0,28%	0,37	1,78%	19
DU-t	24,0		0,30	1,27%	0,05	0,22%	0,36	1,49%	0,47	1,95%	-0,11	-0,46%	
DU-c	25,1	18,7	0,37	1,99%	0,06	0,31%	0,43	2,30%	0,07	0,35%	0,36	1,95%	15
RE-t	26,1		0,49	1,89%	0,02	0,09%	0,52	1,98%	0,19	0,73%	0,33	1,24%	
RE-c	27,8	20,1	0,47	2,32%	0,06	0,30%	0,53	2,62%	0,06	0,32%	0,46	2,30%	14

⁽¹⁾ Moyenne basée sur deux placettes de 0,25 ha chacune. ⁽²⁾ t = témoin. ⁽³⁾ c = coupé. ⁽⁴⁾ Peupliers. ⁽⁵⁾ Autres essences.

⁽⁶⁾ Toutes les essences.

tiges blessées est faible dans les secteurs de la rivière Restigouche et de Duchesnay, avec des valeurs respectives de 4,3 et 5,3 %, de tiges blessées. Elle est deux fois plus élevée au lac Provision (9,2 %) et à Sainte-Véronique (9,9 %). Au lac Telfer, cette proportion est très élevée avec 26,2 % de tiges blessées.

La coupe a été réalisée à la rivière Restigouche en septembre, au lac Telfer en octobre, à Sainte-Véronique et à Duchesnay en novembre et au lac Provision en mars. Les arbres ont été débusqués en entier au lac Telfer ; dans quatre autres blocs, les troncs ont été écimés sur le lieu d'abattage. Les débusqueuses utilisées ont été la *Tree Farmer C6* à Sainte-Véronique, la *Tree Farmer C5* au lac Telfer, la *John Deere 540* au lac Provision, la *Timberjack 230* à la rivière Restigouche et un tracteur de ferme à Duchesnay.

Selon nos observations, la majorité des blessures sur les arbres résiduels sont causées lors du débusquage. Remarquons aussi que la différence entre l'intensité de coupe et l'intensité du marquage est plus élevée dans les secteurs où le taux de blessures est plus élevé. La qualité de l'ouvrage dépend grandement de la formation, de l'effort, de la motivation et des techniques utilisées par l'exploitant. Il est évident qu'une meilleure planification des chemins de débusquage, l'utilisation de machines de dimensions plus appropriées et l'habileté des opérateurs pendant le débusquage abaisseraient le taux de blessures.

Le débusquage par arbre entier cause aussi des dégâts importants, surtout lorsque les grosses tiges supportant les longues cimes sont coupées. Les manoeuvres avec les arbres entiers sont plus difficiles. Les cimes des arbres débusqués balayent sur leur passage les jeunes tiges tout en blessant un nombre élevé d'arbres résiduels. C'est le cas concret du lac Telfer où un taux très élevé de blessures (26,7 %), un grand écart entre les tiges coupées et les tiges marquées (31,5 % par rapport à 27,3 %) et un grand nombre de jeunes tiges détruites (figure 2) sont surtout le résultat du débusquage par arbre entier.

Parmi les autres facteurs qui influencent le taux de blessures et la qualité de la coupe en général figurent l'intensité de la coupe, la saison d'opération, la pierrosité du terrain et sa pente (Majcen et Richard 1992 et 1995). Les meilleurs résultats ont été obtenus dans les divers secteurs pendant l'exploitation d'automne ou d'hiver, sur les terrains à faible pierrosité et à faible pente.

Mesures cinq ans après la coupe

Accroissement quinquennal en surface terrière

Comme nous l'avons écrit précédemment, deux placettes de 0,25 ha dans un bloc ont été mesurées au galon circonférentiel avant la coupe et immédiatement après la coupe. Ces mêmes placettes ont été mesurées cinq ans plus tard. Les résultats présentés sont basés sur les mesures de ces deux placettes par bloc. Les termes utilisés sont définis comme suit :

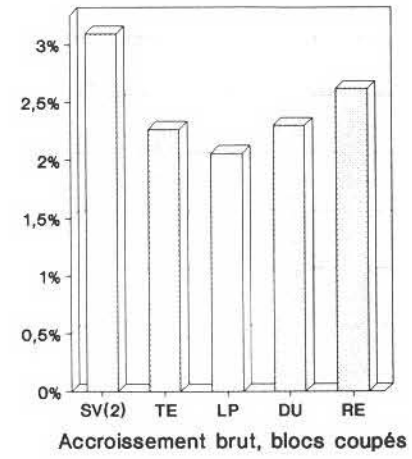
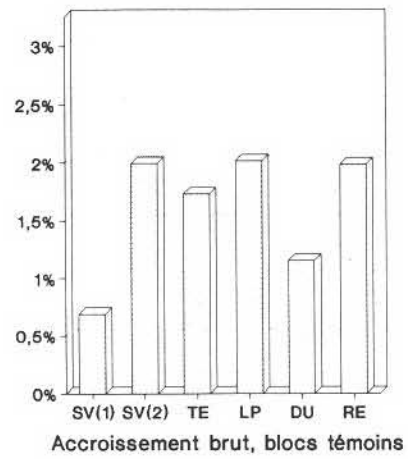
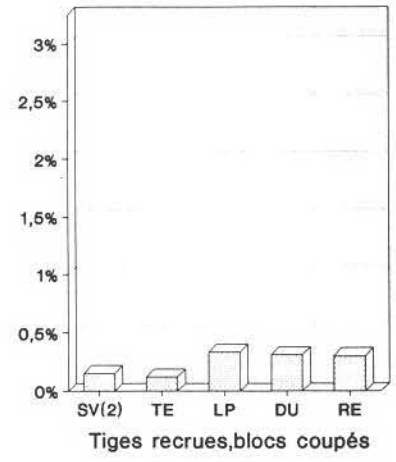
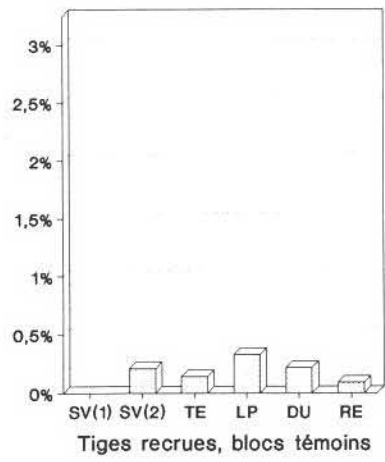
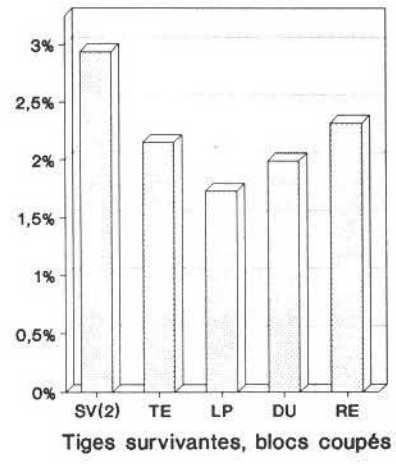
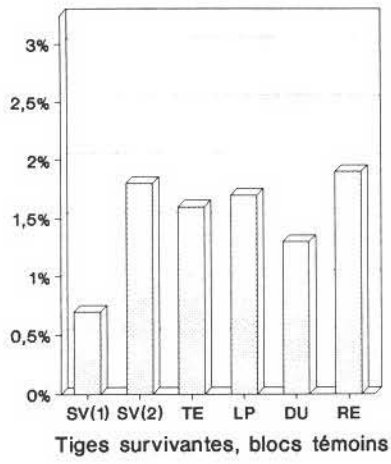
- accroissement annuel des tiges survivantes (Aas) : accroissement en surface terrière des tiges de 9,1 cm et plus de diamètre et vivantes aux deux mesures ;
- recrues : surface terrière des tiges ayant atteint 9,1 cm de diamètre entre les deux mesures ;
- accroissement annuel brut (Aab) : accroissement en surface terrière des tiges survivantes (Aas) et des recrues ;
- mortalité : surface terrière des tiges présentes à la première mesure et mortes à la deuxième ;
- accroissement annuel net (Aan) : accroissement brut (Aab) moins la mortalité ;
- rotation : nombre d'années nécessaires pour que la surface terrière égale celle d'avant la coupe.

Le tableau 3 présente les moyennes des accroissements par bloc et par traitement ainsi que les taux correspondants par rapport à la surface terrière résiduelle. Les moyennes des taux d'accroissement annuel sont illustrées aussi à la figure 3.

La comparaison entre les deux traitements de jardinage (témoin et jardiné) s'effectuera à l'aide d'un test de Student apparié unilatéral, c'est-à-dire où l'on calcule la différence entre le traitement jardiné et le traitement témoin pour chacun des secteurs et où l'on teste l'hypothèse que la moyenne est égale à zéro contre l'hypothèse d'une différence supérieure à zéro. Dans le cas de la mortalité, on teste l'hypothèse que la moyenne est égale à zéro contre l'hypothèse d'une différence inférieure à zéro. Puisqu'une coupe de succession a été effectuée dans le secteur de Sainte-Véronique et qu'il n'y a aucune répétition, aucun test ne pourra y être mené.

Lorsqu'on compare les surfaces terrières des blocs traités présentées au tableau 3, et basées sur deux placettes de 0,25 ha (tiges de 9,1 cm de dhp et plus), avec les surfaces terrières correspondantes basées sur huit placettes et présentées au tableau 2 (tiges de 1,1 cm de dhp et plus), on note des différences en valeur absolue variant entre 0 et 1,3 m²/ha. Les résultats présentés au tableau 3 et à la figure 3 peuvent se résumer aux points suivants :

- Le taux d'accroissement annuel des tiges survivantes dans les blocs jardinés est significativement supérieur à celui des blocs témoins ($p = 0,0271$). La différence moyenne des quatre secteurs est de 0,44 %. Le meilleur taux, 2,94 %, est enregistré à Sainte-Véronique où l'intensité de la coupe a été la plus forte. Comme nous l'avons déjà indiqué, il s'agissait de la coupe de succession qui avait comme objectif de prélever les gros peupliers. Les bouleaux jaunes et les érables à sucre confinés aux étages inférieurs ont très bien réagi à cette coupe. Remarquons, entre autres, le très faible accroissement des peupliers (0,69 %) dans le témoin. Cette espèce de longévité courte est parvenue à maturité et s'accroît très peu avant de mourir.



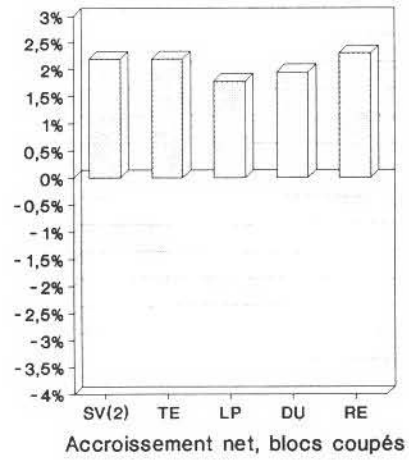
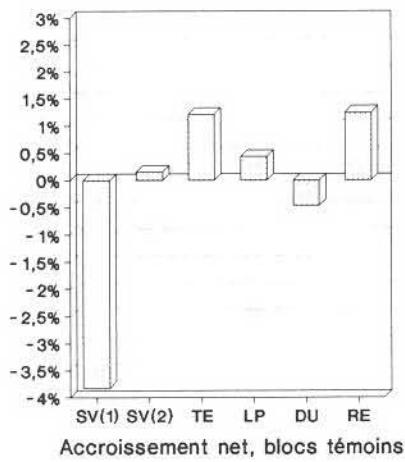
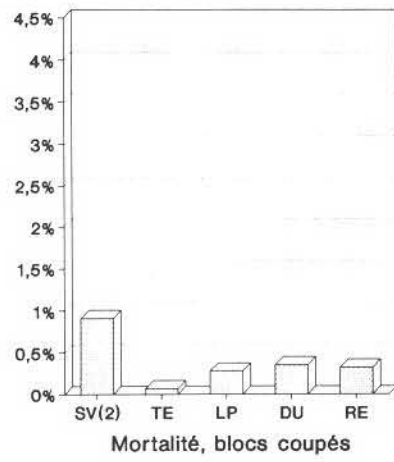
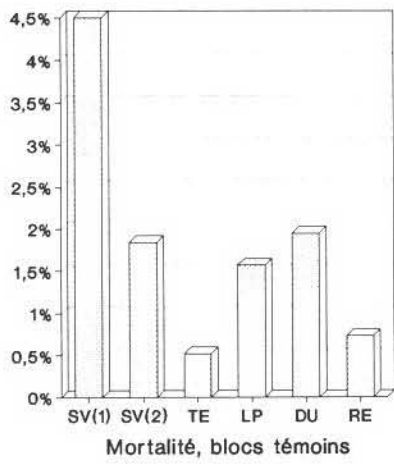


Figure 3. Moyenne des taux d'accroissement annuel par bloc et par traitement. (1) peupliers, (2) autres essences.

Tableau 4. Répartition de la mortalité quinquennale selon la cause identifiée lors du relevé

Placette	Intensité de la coupe* %	Surface terrière des arbres morts* m ² /ha	Cause de la mortalité													
			Inconnue		Chancre et champignons		Défauts graves**		Défoliation > 50 %		Chablis		Blessures lors de la coupe		Insectes et animaux	
			m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%	m ² /ha	%
SV-t ⁽¹⁾		2,00	0,62	31%	0,84	42%	0,17	9%	0,14	7%	0,23	12%				
SV-t ⁽²⁾		1,87	0,30	16%	0,69	37%	0,21	11%	0,08	4%	0,59	31%				
SV-t ⁽³⁾		3,87	0,92	24%	1,52	39%	0,38	10%	0,22	6%	0,82	21%				
TE-t		0,67	0,20	30%			0,45	67%							0,02	3%
LP-t		1,96	0,47	24%	0,70	36%	0,30	15%	0,50	25%						
DU-t		2,34	0,02	1%	0,37	16%	0,52	22%	1,32	57%	0,11	5%				
RE-t		0,96	0,08	8%	0,06	7%	0,81	85%								
TOUS-t		1,96	0,34	17%	0,53	27%	0,49	25%	0,41	21%	0,19	9%			0,00	0%
SV-c	36,9%	0,77	0,32	41%			0,27	34%	0,09	11%			0,10	13%		
TE-c	31,1%	0,06	0,04	71%									0,02	29%		
LP-c	28,9%	0,28	0,18	62%			0,09	30%					0,02	8%		
DU-c	25,4%	0,33	0,05	15%					0,02	7%	0,24	73%	0,02	5%		
RE-c	27,9%	0,32	0,07	23%			0,14	45%			0,08	26%	0,02	6%		
TOUS-c		0,35	0,13	37%			0,10	28%	0,02	6%	0,06	18%	0,04	10%		

* 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.

t = témoin. ⁽¹⁾ Peupliers. ⁽²⁾ Autres essences. ⁽³⁾ Toutes les essences.

- La période de cinq ans après la coupe n'a pas été suffisante pour favoriser l'entrée des recrues dans quatre secteurs sur cinq. On remarque uniquement à la rivière Restigouche (RE) beaucoup plus de recrues dans le bloc traité par rapport au témoin. La différence entre les blocs jardinés et les blocs témoin n'est pas significative ($p = 0,1371$). La différence moyenne est de 0,07 %.
- L'accroissement annuel moyen brut montre les mêmes tendances que l'accroissement des tiges survivantes. La différence entre les deux traitements est significative ($p = 0,0261$). La différence moyenne est de 0,51 %. Dans les blocs jardinés, le taux d'accroissement brut dépasse toujours la valeur de 2 % et il se situe entre 2,06 % (lac Provision) et 2,62 % (rivière Restigouche). Il est le plus élevé dans le bloc traité par la coupe de succession à Sainte-Véronique, où il atteint la valeur de 3,09 %.
- La mortalité est significativement plus élevée dans les témoins par rapport aux blocs traités ($p = 0,0261$). La différence moyenne est de -0,94 %. On s'attend généralement à un tel résultat parce qu'une coupe de jardinage correctement appliquée élimine les tiges non vigoureuses, diminuant ainsi les causes de mortalité. Remarquons que ce n'est pas toujours le cas. Les chablis provoqués par les ouvertures sur les dépôts minces et les blessures majeures sur les arbres ont été parfois la cause d'une mortalité très élevée dans les blocs coupés (Majcen 1993).
- Parmi les témoins de cette expérience, la mortalité est la plus élevée à Sainte-Véronique, où les peupliers mûrs commencent à mourir ; leur taux de mortalité (4,50 %) dépasse largement leur taux d'accroissement brut (seulement 0,69 %). À Duchesnay, on remarque aussi un taux de mortalité (1,95 %) qui dépasse le taux d'accroissement brut (1,49 %) dans le témoin.

Le tableau 4 présente les pertes dues à la mortalité selon sept catégories que nous avons établies. Toutes ces pertes sont variables selon les secteurs et selon le traitement (témoin ou traité). Dans les témoins, les causes fréquentes de mortalité sont les chancres et champignons, les défauts graves et une défoliation dépassant 50 %. Par contre, dans les blocs traités, où les arbres non vigoureux sont marqués et coupés en grande partie, la mortalité est causée par des effets secondaires de la coupe, c'est-à-dire les blessures graves et les chablis, en plus des défauts graves et des causes inconnues. Dans le cas de ces dernières, il s'agit de la mort soudaine des arbres qui n'ont montré aucune faiblesse lors du premier mesurage. Remarquons que les chablis ont été moins importants après la coupe que dans les secteurs figurant dans notre mémoire n° 120 (Majcen et Richard 1995).

- L'accroissement annuel net dépend de l'accroissement annuel brut et de la mortalité. Dans les blocs traités, nous avons obtenus de très bons résultats avec des accroissements qui se situent entre 0,36 et 0,46 m²/ha et des

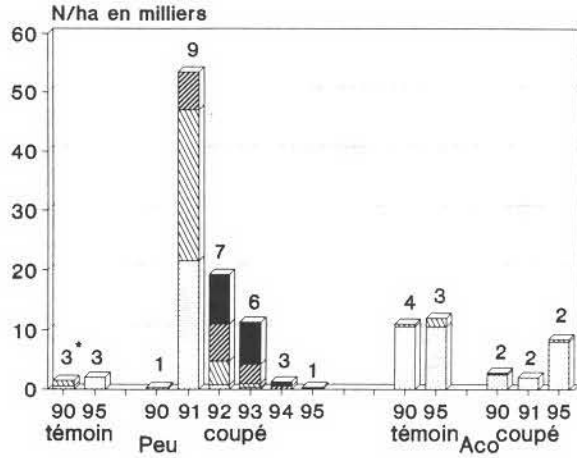
Tableau 5. Accroissement annuel en diamètre (mm) par classe de diamètre, par bloc et par traitement

Secteur et traitement	Surface terrière en 1990 m ² /ha*	Classe de diamètre (cm)				
		10-18	20-28	30-38	40-48	50+
SV-t ⁽¹⁾	8,9		1,20	1,09	2,25	2,40
SV-t ⁽²⁾	20,3	1,45	2,17	2,57	3,80	
SV-t ⁽³⁾	29,2	1,45	2,11	1,68	2,56	2,40
SV-c	17,9	2,78	3,36	3,96		
TE-t	26,0	1,43	2,41	2,67	3,36	3,35
TE-c	18,1	2,62	3,63	3,22	4,02	3,69
LP-t	24,9	2,55	2,50	2,39	2,11	2,25
LP-c	20,6	2,77	2,79	2,12	2,15	
DU-t	24,0	2,42	2,27	2,01	2,14	2,29
DU-c	18,7	3,05	2,62	2,64	2,49	2,72
RE-t	26,1	1,78	3,11	3,43	3,28	2,25
RE-c	20,1	2,34	3,58	3,57	2,78	3,32
Tous-t	26,1	1,86	2,43	2,46	2,90	2,32
Tous-c	19,1	2,70	3,19	2,93	2,96	3,30

* Moyenne basée sur deux placettes de 0,25 ha chacune. t = témoin. c = coupé.

(1) Peupliers. (2) Autres essences. (3) Toutes les essences.

SAINTE - VERONIQUE



LAC TELFER

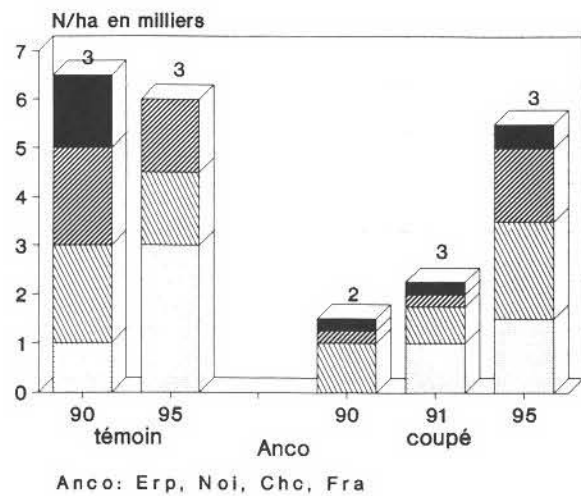
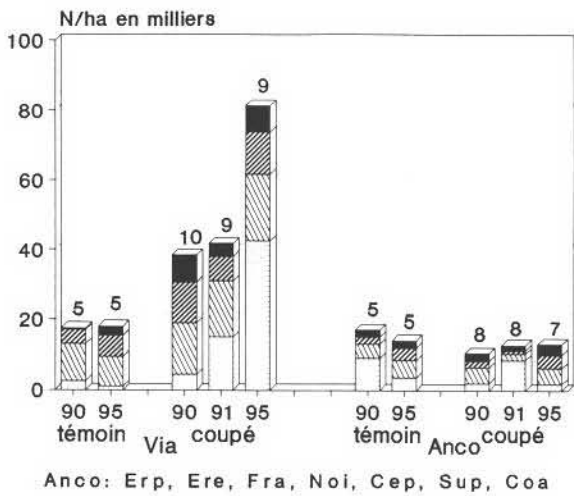
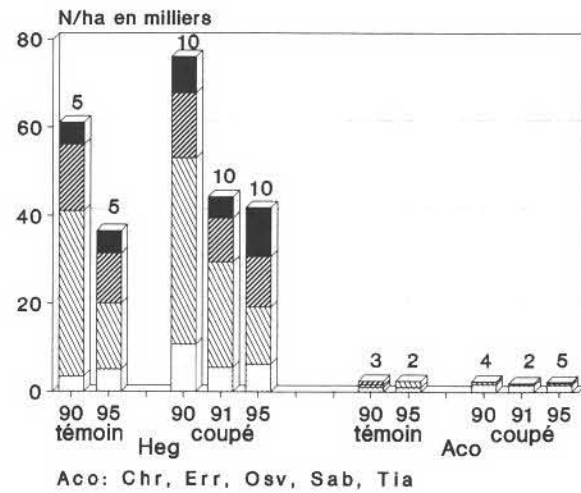
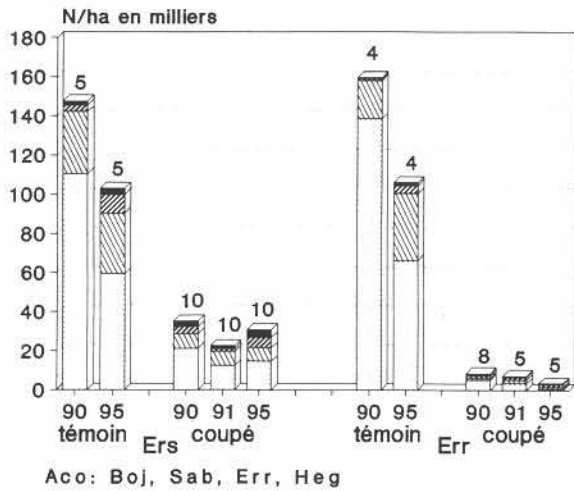
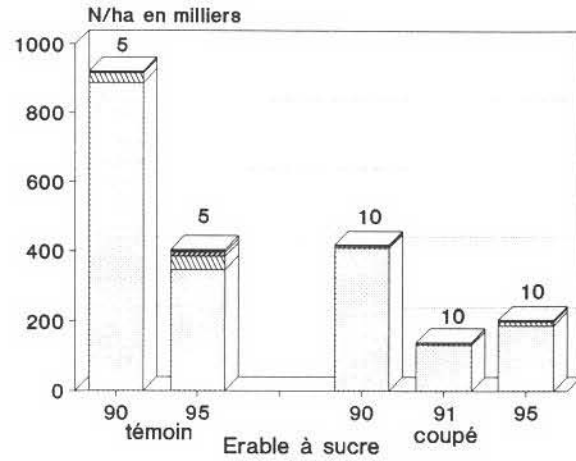


Figure 4. État de la régénération.

taux entre 1,78 et 2,30 %. Dans les quatre blocs jardinés (TE, LP, DU et RE), l'accroissement net est presque identique à l'accroissement des tiges survivantes ; les tiges recrues y contrebalancent les tiges mortes. La différence entre les deux traitements de jardinage est significative ($p = 0,0108$). La différence moyenne est de 1,45 %. À Sainte-Véronique, la mortalité sensiblement supérieure aux recrues réduit l'excellent taux brut (3,09 %) à un taux net de 2,19 %. Parmi les témoins, la forte mortalité est la cause de la baisse de surface terrière (accroissement négatif) à Sainte-Véronique et à Duchesnay. Dans les trois autres secteurs, le taux d'accroissement net se situe entre 0,44 et 1,23 %, ce qui est bien inférieur à celui des blocs traités.

- La dernière colonne du tableau 3 (rotation) indique le nombre d'années nécessaires pour que la surface terrière après la coupe devienne égale à la surface terrière d'avant la coupe. On a posé l'hypothèse que le taux d'accroissement annuel net calculé sur la période de cinq ans demeurerait stable au cours de la durée de rotation. Les résultats démontrent que pour quatre blocs jardinés (TE, LP, DU et RE), les rotations se situent entre 14 et 19 ans. Ces résultats correspondent bien aux rotations de 15 à 20 ans que nous avons visées avant la coupe. Cependant, ce critère n'est qu'un des éléments qui devraient être considérés pour une seconde intervention. À Sainte-Véronique, où nous avons prélevé près de 37 % de la surface terrière en éliminant entièrement les peupliers, un excellent accroissement des bouleaux jaunes et des érables permettra d'égaliser la surface terrière avant la coupe en 21 années.

Comparaison des résultats avec ceux des autres recherches

Comme nous l'avons indiqué au tableau 3, les accroissements annuels nets de la surface terrière dans les blocs coupés se situent entre 0,36 et 0,46 m²/ha. Les taux d'accroissement net varient entre 1,80 et 2,29 %. Comparés à ceux de nos travaux précédents, ces résultats sont légèrement supérieurs, surtout grâce à une mortalité moindre. Dans Majcen et Richard (1992), les accroissements annuels nets dans les autres dispositifs à Sainte-Véronique se situent entre 0,07 et 0,43 m²/ha. En 1995, les mêmes auteurs ont obtenu des accroissements annuels nets variant entre 0,26 et 0,38 m²/ha.

Les présents résultats sont cependant inférieurs à ceux de Mader et Nyland (1984) qui ont obtenu, six ans après la coupe, des accroissements annuels nets de 0,57 m²/ha. Erdman et Oberg (1973) obtiennent des accroissements annuels nets se situant entre 0,61 et 0,70 m²/ha pour des surfaces terrières résiduelles variant entre 13,8 et 20,7 m²/ha. Tous ces résultats plus élevés peuvent s'expliquer par le climat plus favorable dans les régions des États-Unis où se situent ces expériences.

Nos résultats s'approchent davantage de ceux de Crow *et al.* (1981) qui obtiennent des accroissements annuels nets de 0,40 à 0,48 m² pour des surfaces terrières comprises entre 11 et 21 m²/ha à la suite de coupes de jardinage réalisées dans l'État du Michigan. En Nouvelle-Angleterre,

Solomon (1977) obtient dix ans après la coupe des résultats du même ordre de grandeur : pour des surfaces terrières résiduelles variant entre 13,8 et 18,4 m²/ha, les accroissements se situent entre 0,26 et 0,52 m²/ha. Remarquons que les expériences de Crow *et al.* (1981) et de Solomon (1977) ont été réalisées dans des conditions climatiques plus proches des nôtres.

Majcen (1995) a présenté aussi les premiers résultats dix ans après une coupe de jardinage à Sainte-Véronique ; les accroissements nets y varient, dans les places traités, entre 0,33 et 0,42 m²/ha pour des surfaces terrières se situant entre 12,5 et 19,0 m²/ha. Ces résultats sont aussi comparables à ceux de la présente étude.

Accroissement en diamètre

Les accroissements annuels en diamètre par classe de 2 cm sont regroupés dans des classes de 10 cm (tableau 5). Ces résultats démontrent que la coupe a influencé positivement l'accroissement des tiges entre 10 et 30 cm dans tous les secteurs. Il s'agit de tiges intermédiaires dont les cimes reçoivent plus de lumière après l'ouverture du couvert. Sur la dernière ligne, on remarque que l'accroissement moyen des tiges entre 10 et 18 cm est de 2,70 mm par classe de diamètre de 2 cm dans les blocs traités et de 1,86 mm dans le témoin. Entre 20 et 28 cm, l'accroissement est 3,19 mm dans les coupés et de 2,43 mm dans les témoins. Pour les tiges des trois classes supérieures, les différences entre coupés et témoins sont moindres et même dans certains blocs, l'accroissement peut être meilleur dans les témoins. Ces résultats s'expliquent par le fait que les cimes des tiges de 30 cm et plus sont codominantes ou dominantes et reçoivent donc pleine lumière, même avant la coupe.

Développement des semis

Dans les figures 4 à 6, les chiffres au-dessus des colonnes indiquent le nombre de placettes (1 m sur 4) dans lesquelles au moins un individu de l'essence indiquée est présent (*stocking*). Le nombre total de placettes est indiqué dans la partie supérieure droite du cadre.

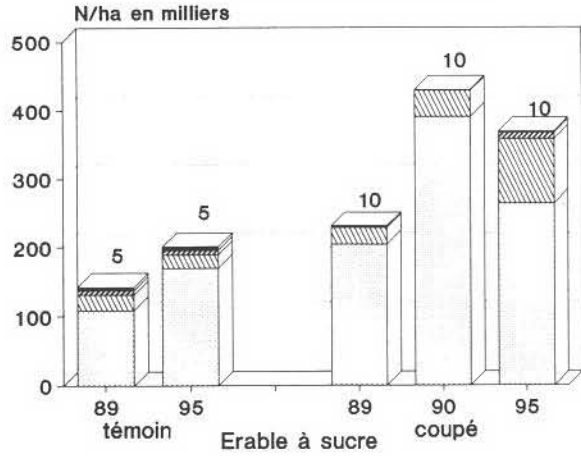
La régénération a été évaluée à trois reprises dans les blocs coupés et à deux reprises dans les témoins. La première mesure a été effectuée au cours de la période estivale d'avant la coupe (coupé et témoin), la deuxième au cours de la période estivale d'après la coupe (coupé) et la troisième, au cours de la période estivale cinq ans après la coupe (coupé et témoin).

La composition de la régénération avant la coupe et les changements notés après la coupe varient en fonction du secteur et du groupement.

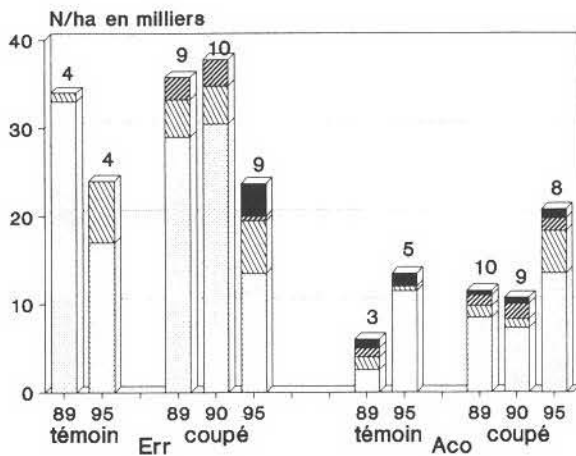
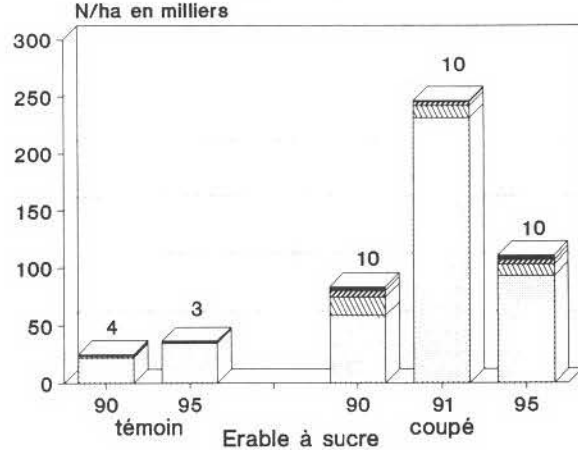
Lac Telfer

Avant la coupe, on a noté quelques centaines de milliers de semis d'érable à sucre, plus petits que 20 cm, dans le bloc coupé et dans le témoin. Le hêtre était en deuxième position avec quelques dizaines de milliers de semis, dont la majorité a atteint les classes de 20 à 50 cm, de 50 cm à 1 m et même

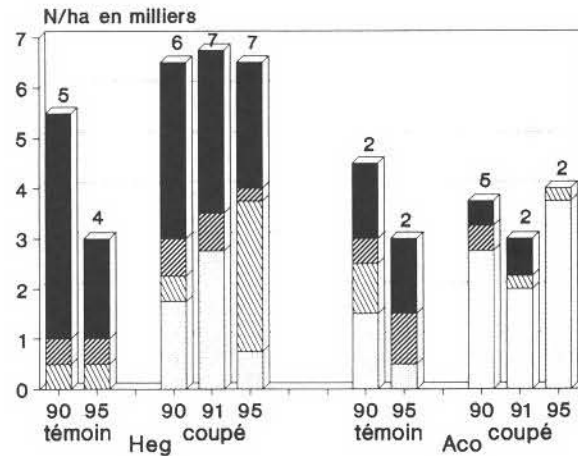
LAC PROVISION



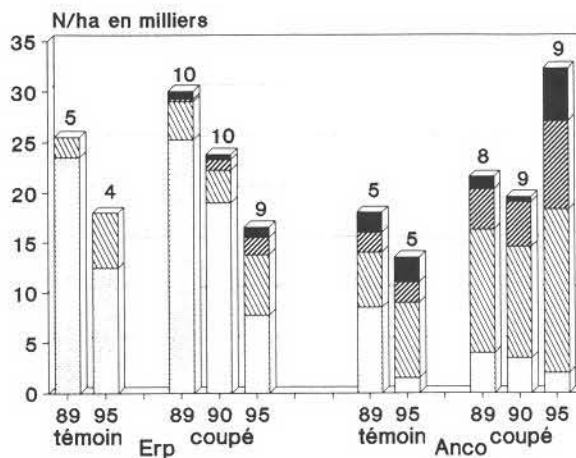
DUCHESNAY



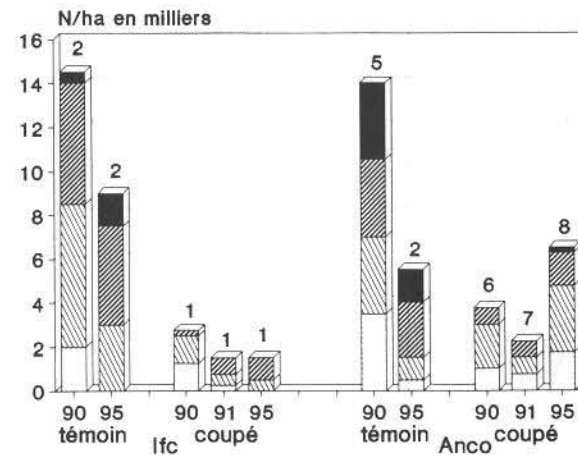
Aco: Boj, Heg, Sab



Aco: Err, Sab, Boj



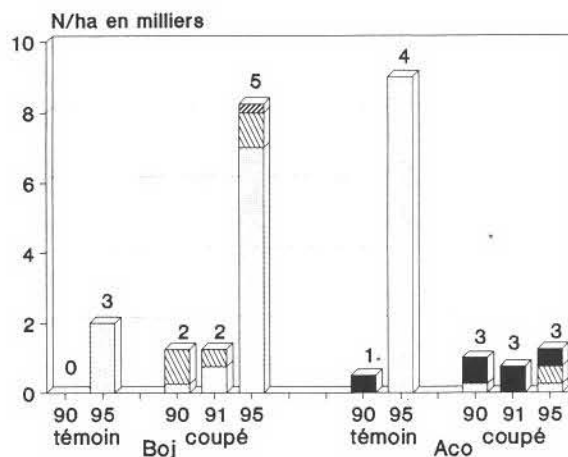
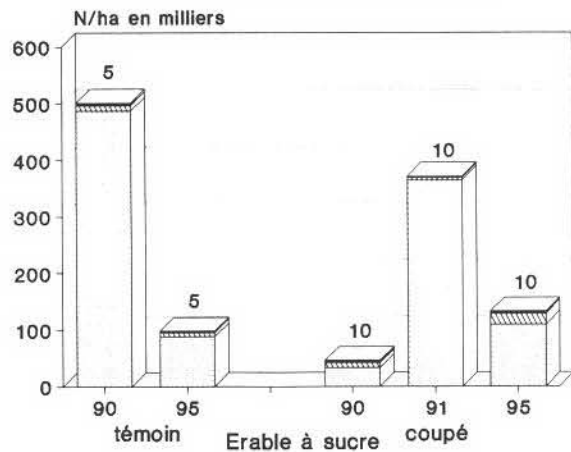
Anco: Via, Ere, Noi, Chc, Fra



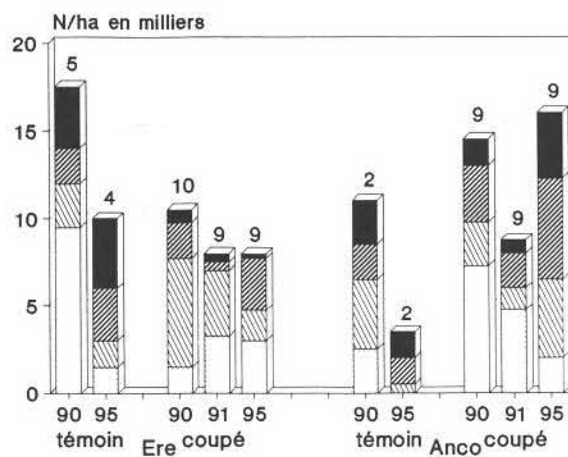
Anco: Erp, Via, Sup, Rib, Coa, Cep

Figure 5. État de la régénération.

RIVIERE RESTIGOUCHE



Aco: Sab, Err



Anco: Erp, Noi, Fra, Chc, Sup

Figure 6. État de la régénération.

plus de 1 m de hauteur. Après la coupe, le nombre de semis d'érable à sucre a diminué des deux tiers et celui du hêtre, de moitié. Cinq ans après la coupe, le nombre des semis d'érable à sucre s'est redressé en approchant le chiffre des 200 000 semis, dont la grande majorité demeure toujours dans la classe de moins de 20 cm, mais avec une augmentation du nombre dans les classes supérieures. Le hêtre a, par contre, encore diminué au total tout en augmentant sa présence dans la classe des plus de 1 m. Remarquons aussi une grande mortalité des semis d'érable à sucre et de hêtre dans le témoin entre les deux mesures et une augmentation du nombre d'érables à sucre dans les classes dépassant 20 cm de hauteur.

Sainte-Véronique

Les semis d'érable rouge sont les plus nombreux dans le témoin, suivis de près par les semis d'érable à sucre. Le nombre de semis d'érable à sucre est de près de 150 000 dans le témoin comparativement à seulement 35 000 dans la place coupée. Dans cette dernière, la viorne à feuilles d'aulne dépasse légèrement en nombre l'érable à sucre. La coupe a favorisé l'apparition de près de 50 000 drageons de peupliers mais près d'un tiers des érables à sucre ont disparu. Cinq ans après la coupe, le peuplier a presque entièrement disparu sous la couverture du peuplement. À la figure 4, nous avons démontré la fluctuation des peupliers au cours des six années de mesurage. Le peuplier poussait fortement en hauteur, mais mourait aussi rapidement à cause du manque de lumière. L'érable à sucre a repris le terrain perdu tout en augmentant en nombre dans les classes supérieures de hauteur. Chez la viorne, on remarque aussi une croissance en hauteur après la coupe. Dans le témoin, le nombre total d'érables à sucre et d'érables rouges a diminué de près d'un tiers mais il a augmenté dans les classes supérieures.

Lac Provision

Dans ce secteur, les semis d'érable à sucre sont aussi très nombreux et atteignent le chiffre de 200 000 tiges dans le bloc coupé et de près de 156 000 dans le témoin. L'érable rouge est en deuxième position, avec près de 35 000 tiges dans le traité et le témoin. Parmi les espèces non commerciales, l'érable de Pennsylvanie est le plus abondant avec 25 000 à 30 000 tiges. Après la coupe, l'érable à sucre a doublé en nombre, atteignant près de 400 000 semis à l'hectare ; cinq ans après, ce nombre a légèrement fléchi à près de 360 000 tiges, mais a augmenté fortement dans les classes de plus de 20 cm de hauteur. Le nombre d'érables rouges a chuté à près de 24 000, mais il a augmenté aussi dans les classes supérieures à 20 cm. Remarquons aussi l'apparition de quelques milliers de bouleaux jaunes, très peu présents au départ.

Duchesnay

Les semis d'érable à sucre sont les plus nombreux parmi les espèces présentes, tant dans le bloc coupé (près de 70 000) que dans le témoin (près de 25 000). Le hêtre est en deuxième position parmi les essences commerciales, avec quelques milliers de semis qui sont cependant en bonne

partie plus hauts que 1 m. L'if est présent avec une quinzaine de milliers de tiges dans le bloc témoin, suivi de la viorne à feuilles d'aulne. L'année après la coupe, le nombre de semis d'érable à sucre a triplé dans la place traitée tandis que le hêtre est demeuré à peu près stable. Cinq ans après la coupe, le nombre des semis d'érable à sucre a baissé à près de 100 000 et celui de hêtre est demeuré à peu près inchangé. Les espèces non commerciales ont doublé leur nombre de tiges mais elles sont toujours très loin du nombre d'érables à sucre. Le nombre des semis d'érable à sucre est le seul à avoir augmenté dans le témoin après cinq ans; toutes les autres espèces commerciales et non commerciales ont diminué.

Rivière Restigouche

Les semis d'érable à sucre se comptent par centaines de milles avant la coupe, dans la place coupée et dans le témoin, mais seulement quelques milliers dépassent la hauteur de 20 cm. La régénération des autres essences commerciales est négligeable. Parmi les non commerciales, il y a une dizaine de milliers d'érables à épis et près de 9 000 érables de Pennsylvanie dans le bloc traité. Dans le témoin, il y avait près de 28 000 érable à épis et noisetiers. Après la coupe, le nombre d'érables à sucre a légèrement augmenté et ceux des autres espèces ont légèrement diminué. Cinq ans après la coupe, le nombre des semis d'érable à sucre a fortement diminué à près de 130 000, mais près de 20 000 ont dépassé 20 cm de hauteur. La coupe a favorisé la régénération du bouleau jaune mais aussi la prolifération des noisetiers dont plusieurs atteignent de grandes dimensions. Dans le témoin, le nombre d'érables à sucre, de noisetiers et d'érables à épis a fortement chuté. Le sapin est la seule espèce qui a augmenté sa présence.

Conclusion

Les résultats présentés ici montrent que les peuplements ont bien réagi aux coupes. Le taux d'accroissement brut en surface terrière est toujours supérieur dans les blocs coupés par rapport aux témoins. Nous en étions arrivés à la même constatation dans nos études précédentes. Ici, les accroissements annuels nets en surface terrière dans les cinq blocs traités sont aussi supérieurs à ceux des témoins ; ils se situent entre 0,36 et 0,46 m²/ha avec des taux entre 1,78 et 2,30 % dans les traités, comparativement à des accroissements entre -1,06 et 1,24 % dans les témoins. De bons accroissements nets avec peu de variations entre les blocs traités s'expliquent par un bon accroissement brut et par un faible taux de mortalité. La mortalité élevée a été parfois la principale cause de la baisse d'accroissement net, comme nous l'avons rapporté dans nos ouvrages précédents (Majcen 1993, Majcen et Richard 1995).

Si l'accroissement net continue au même rythme, la surface terrière initiale sera atteinte entre 14 et 19 ans dans quatre blocs jardinés et après 21 ans dans le bloc traité par la coupe de succession. Il s'agit donc de rotations très convenables comme on en souhaite dans nos forêts feuillues. Ces bons résultats ne devraient pas être transposés automatiquement dans les peuplements exploités au Québec par des coupes

de jardinage à grande échelle. Il faut retenir qu'il s'agit dans notre cas de cinq secteurs expérimentaux traités avec plus de soin que la moyenne.

Les coupes de jardinage et de succession ont favorisé aussi l'accroissement en diamètre. Les arbres entre 10 et 30 cm de diamètre ont le plus profité des ouvertures, comparativement aux plus grosses tiges et aux tiges de même diamètre dans les témoins.

La régénération, autant dans les blocs coupés que dans les témoins, est caractérisée par l'abondance de semis d'érable à sucre dont le nombre varie de quelques dizaines à quelques centaines de milliers. Nous étions arrivés aux mêmes résultats dans nos études précédentes (Majcen et Richard 1992, Majcen 1993, Majcen 1995). La régénération de l'érable à sucre est présente dans toutes les placettes de 1 m sur 4 et, par conséquent, son *stocking* se lit toujours 5/5 dans les témoins et 10/10 dans les traités. La grande majorité des semis de cette essence se trouve dans la classe de plus de 20 cm de hauteur et leur nombre est très variable au cours de la période de cinq ans ; il peut fortement augmenter ou diminuer aussi bien dans les blocs coupés que dans les témoins. On remarque par contre dans tous les secteurs une augmentation du nombre de semis d'érable à sucre dans les classes supérieures (hauteur 20 cm). Le hêtre est beaucoup moins nombreux que l'érable à sucre, mais il réagit aussi à la coupe en augmentant le nombre des semis dans les classes supérieures à 20 cm. Le bouleau jaune, peu présent en régénération avant la coupe, est apparu cinq ans plus tard avec quelques milliers de semis dans les secteurs du lac Provision et de la rivière Restigouche.

Remerciements

L'auteur et ses collaborateurs tiennent à remercier les autorités des régions administratives qui ont contribué à la réalisation de ce projet : Outaouais, U.G. 73 (Maniwaki); Montréal, U.G. 64 (Mont-Laurier); Trois-Rivières, U.G. 41 (Shawinigan); Québec, U.G. 31 (Duchesnay) et Gaspésie, U.G. 11 (Caplan). Nous remercions au même titre toutes les compagnies qui ont exécuté les coupes dans nos secteurs expérimentaux. Nous remercions aussi MM. Philippe Meek, Yvon Richard et Denis Thibault pour leurs commentaires et leurs critiques constructives du texte, M. Lévis Beaulieu pour la présentation graphique ainsi que Mme Mariette Fournier pour la dactylographie et M. Fabien Caron pour la révision et l'édition.

Ouvrages cités

- CROW, T.R., C.H. TUBBS, R.D. JACOBS et R.R. OBERG, 1981. *Stocking and structure for maximum growth in sugar maple selection stand*. U.S. For. Serv. Res. Pap. NC-109. 16 p.
- ERDMAN, G.G. et R.R. OBERG, 1973. *Fifteen-year result 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 météor., 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.
- MADER, F.S. et R.D. NYLAND, 1984. *Six year response of northern hardwoods to the selection system*. North. J. Appl. For. 1 : 87-91.
- MAJCEN, Z., et Y. RICHARD, 1992. *Résultats après cinq ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière*. Can. J. For. Res. 22 : 1623-1629.
- 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., 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., 1995. *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. Mém. de rech. for. n° 122. 33 p.
- 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.
- THIBAUT, M., 1985. *Les régions écologiques du Québec méridional. Deuxième approximation*. Min. de l'Énergie et des Ressources. Service de la cartographie et Service de la recherche. Carte au 1 : 1 250 000.



Gouvernement du Québec
**Ministère des Ressources
naturelles**

RN96-3057

ISBN 2-550-30148-X

ISSN 0834-4833

Dépôt légal 1996

Bibliothèque nationale du Québec

Bibliothèque nationale du Canada

© 1996 Gouvernement du Québec