

**Forêt d'enseignement
et de recherche
Mousseau**

Synthèse des travaux 1981-2005

Hors série

par

Zoran MAJCEN, ing. f.,

Steve BÉDARD, ing. f.

et

Sébastien MEUNIER, ing. f.,

avec la collaboration de

Laurier GROLEAU, tech. for.,

Pierrot BOULAY, tech. for.,

Jocelyn HAMEL, tech. for.,

Étienne BOULAY, tech. for.

et

Jean-François LEBLOND, tech. for.

Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles,
et de la Faune
Direction de la recherche forestière
2006



Photo 2005

Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles après deux coupes de jardinage (1985 et 2001).

Remerciements

Les auteurs et leurs collaborateurs remercient le personnel de l'unité de gestion de La Lièvre pour leur implication permanente à la réalisation de l'aménagement de la forêt Mousseau. Nous remercions aussi la Coopérative forestière des Hautes-Laurentides et tous les autres entrepreneurs qui ont exécuté les coupes et d'autres travaux liés à l'aménagement de cette forêt. Nos remerciements s'adressent aussi à M. Denis Hotte pour la présentation des figures, à M. Lévis Beaulieu pour la numérisation des diapositives, à M. Pierre Bélanger pour la révision du texte et à Mme Sylvie Bourassa pour la dactylographie et la mise en page.

Résumé

La forêt d'enseignement et de recherche Mousseau est située près de Sainte-Véronique à environ 50 kilomètres au sud-est de Mont-Laurier et 200 km au nord-ouest de Montréal (Figure 1). D'une superficie de près de 3 500 hectares, cette forêt se trouve en plein cœur du domaine de l'érablière à bouleau jaune. Par sa diversité et son historique de perturbations, elle constitue un échantillon représentatif de ce domaine bioclimatique.

Les premiers travaux de recherche effectués dans la forêt Mousseau ont débuté en 1981, par des études écologiques et dendrométriques. Ces travaux ont permis d'acquérir des connaissances de base sur la composition, les caractéristiques de l'habitat et la croissance de la forêt de feuillus. La Direction de la recherche et du développement, maintenant la Direction de la recherche forestière (DRF), s'est d'ailleurs appuyée sur ces travaux pour entreprendre un projet de recherche appliquée portant sur les coupes de jardinage, en collaboration avec l'unité de gestion de La Lièvre.

L'intérêt grandissant pour l'acquisition de connaissances sur l'aménagement des forêts de feuillus a incité le gouvernement du Québec à conférer à ce territoire une vocation d'enseignement et de recherche. Ainsi, depuis sa création en 1990, la forêt Mousseau a été visitée par plusieurs groupes de forestiers et d'intervenants du milieu forestier. Les visiteurs peuvent prendre connaissance de divers types de travaux comme la coupe de jardinage par pieds d'arbres, la coupe de jardinage par trouées, la coupe progressive d'ensemencement et la coupe de succession et la coupe rase par bandes. Par ailleurs, les résultats des travaux de recherche réalisés dans la forêt Mousseau permettent de vérifier certaines hypothèses de rendement de la forêt de feuillus après une première rotation de quinze ans.

Abstract

The Mousseau research and teaching forest is located near the village of Sainte-Véronique, about fifty kilometres southeast of Mont-Laurier, and 250 km northwest of Montréal (Figure 1). Covering an area of almost 3 500 hectares, this forest is in the heart of the sugar maple/yellow birch bioclimatic domain. Because of its diversity and history of disturbance, it is a representative sample of this bioclimatic domain.

The first research carried out in the Mousseau Forest was begun in 1981, consisting of ecological and mensurational studies. This initial work was essential in acquiring basic knowledge on the composition, habitat and growth characteristics of the hardwood forest. Also, the Direction de la recherche forestière of the ministère des Ressources naturelles et de la Faune, supported this work in order to undertake applied research into selection cutting, in collaboration with the Lièvre management unit.

The increasing interest in acquiring knowledge on how to manage hardwood forests lead to the Québec government conferring a research and teaching vocation to this territory. Thus, since its creation in 1990, the Mousseau Forest has been visited by several groups of foresters and other stakeholders in the forestry field. Visitors can gain awareness of various silvicultural interventions, including single-tree selection, patch selection cutting, shelterwood cutting, succession cutting and the strip clear-cut. The research results from the Mousseau Forest already allow us to verify certain productivity scenarios for the hardwood forest after the first 15-year cutting cycle.

Table des matières

	page
Remerciements	iii
Résumé	v
Abstract	vii
Liste des tableaux	xi
Liste des figures	xiii
Introduction	1
Chapitre premier - Cadre biophysique	5
1.1 Situation géographique	5
1.2 Relief et réseau hydrographique	5
1.3 Conditions climatiques	7
1.4 Influence humaine antérieure et état de santé	7
Chapitre deux - Les premiers travaux entrepris par la DRF	11
2.1 Les travaux sur le terrain	11
2.2 Analyse des données	12
2.3 Les résultats	12
2.3.1 Sous-sol et dépôts de surface	12
2.3.2 Sols	13
2.3.3 Végétation	15
2.3.4 Cartographie	16
2.3.5 Synthèse dendrométrique	26
2.3.6 Distribution diamétrale des peuplements et mise au point des prescriptions pour l'aménagement de la forêt Mousseau	28

	page
2.3.7 Établissement des dispositifs expérimentaux et des essais sylvicoles	31
2.3.7.1 Coupe de jardinage et de succession	32
2.3.7.2 Essais sylvicoles	33
2.3.7.3 Dispositifs d'étude de la régénération dans les trouées	34
2.3.7.4 Dispositifs de coupes partielles avec des surfaces terrières résiduelles variables	34
2.3.8 Coupe et débardage	35
Chapitre trois - Recherche en sylviculture - Résultats des traitements effectués	37
3.1 Composition des peuplements traités	37
3.1.1 Érablières	41
3.1.2 Bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier	41
3.1.3 Groupements de reconstitution après feu	41
3.2 Accroissement en surface terrière	43
3.2.1 Érablières	43
3.2.2 Bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier	45
3.2.3 Groupements de reconstitution après feu	49
3.2.4 Publication des résultats	49
3.2.5 Comparaison des résultats	49
3.3 Blessures d'exploitation	51
3.4 La deuxième rotation	52
3.5 Développement des gaules	53
3.5.1 Érablières	53
3.5.2 Bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier	57
3.5.3 Groupements de succession après feu	57
3.5.4 Coupe à blanc par bande	57
3.5.5 Coupe progressive	61
3.5.6 Coupe à blanc par parquet	61
Chapitre quatre - Enseignement	65
Conclusion	77
Références bibliographiques	79

Liste des tableaux

	Page
Tableau 1. Données climatiques de quatre stations météorologiques situées près de la forêt Mousseau	8
Tableau 2. Superficie des groupements forestiers cartographiés en 1981	20
Tableau 3. Superficie des stades terminaux de la végétation forestière	22
Tableau 4. Valeurs dendrométriques des groupements forestiers	26
Tableau 5. Composition des érablières avant et après la coupe	38
Tableau 6. Composition des bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier avant et après la coupe	40
Tableau 7. Composition des groupements de reconstitution avant et après la coupe	40
Tableau 8. Moyenne d'accroissement annuel cinq, dix et quinze ans après la coupe de jardinage dans les érablières	42
Tableau 9. Moyenne d'accroissement annuel cinq, dix et quinze ans après la coupe de jardinage dans les bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier	44
Tableau 10. Moyenne d'accroissement annuel cinq et dix ans après la coupe de succession	44
Tableau 11. Développement des gaules (diamètre de 1,1 à 9,0 cm) dans les érablières	54
Tableau 12. Développement des gaules (diamètre de 1,1 à 9,0 cm) dans les bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier	56
Tableau 13. Développement des gaules (diamètre de 1,1 à 9,0 cm) après la coupe de succession	56

Tableau 14. Développement des gaules (diamètre de 1,1 à 9,0 cm). Coupe à blanc par bandes. Nombre de tiges à l'hectare	58
Tableau 15. Développement des gaules (diamètre de 1,1 à 9,0 cm). Coupes progressives, unité 83-EBH-pro. Nombre de tiges à l'hectare	60
Tableau 16. Régénération cinq ans après la coupe par parquet (Superficie coupée : 0,5 ha)	62
Tableau 17. Régénération cinq ans après la coupe par parquet (Superficie coupée : 0,25 ha)	62

Liste des figures

	page
Figure 1. Situation géographique de la forêt Mousseau	6
Figure 2. Dépôts de surface	14
Figure 3. Végétation potentielle	18
Figure 4. Classes de drainage	19
Figure 5. Répartition schématique des groupements forestiers	23
Figure 6. Répartition schématique des groupements forestiers	24
Figure 7. Répartition schématique des groupements forestiers	25
Figure 8. Unités expérimentales selon l'année d'établissement	30
Figure 9. Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles. Unité témoin dans le compartiment jardiné en 1985-1986 et en 2001	46
Figure 10. Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles après la deuxième coupe de jardinage	46
Figure 11. Bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier après la coupe de jardinage et la scarification du sol en 1992-1993	47
Figure 12. Renversment de tiges de sapin baumier en bordure du sentier de débardage après la deuxième coupe de jardinage dans l'unité 87-BS-j (bétulaie jaune à sapin)	47
Figure 13. Tremblaie à bouleau jaune et érable à sucre. Unité témoin	48

Figure 14. Bétulaie à bouleau jaune et érable à sucre après la coupe des peupliers (coupe de succession en 1990)	48
Figure 15. Les arbres sont tous étêtés après l'abattage. Cette opération permet de diminuer les blessures sur les arbres résiduels lors des opérations de débardage	50
Figure 16. Le débardage des tiges se fait à l'aide de débusqueuse à câble. Les tiges sont souvent tronçonnées avant débardage afin de minimiser les blessures aux arbres résiduels	50
Figure 17. Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles après la deuxième coupe de jardinage. Gaules de bouleau jaune dans une ouverture d'environ 100 m ² de surface créée par la première coupe en 1985	55
Figure 18. Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles après la deuxième coupe de jardinage. Gaules de bouleau jaune dans une ouverture d'environ 200 m ² de surface créée par la première coupe en 1986	55
Figure 19. Jeune peuplement onze ans après une coupe à blanc par bande dans une érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles	59
Figure 20. Jeune peuplement seize ans après une coupe à blanc par bande dans une tremblaie à érable à sucre	59
Figure 21. Jeune peuplement issu de la coupe finale effectuée en 1994, dans le cadre d'une coupe progressive initiée en 1983 (photo sept mois après la coupe définitive)	63
Figure 22. Broussailles composées d'espèces non commerciales, cinq ans après la coupe à blanc par parquet effectuée sur 0,5 ha en 1997, dans une bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier	63
Figure 23. La tournée de la forêt Mousseau en compagnie des représentants du Centre local de développement Antoine-Labelle et de la municipalité régionale de comté Antoine-Labelle en juin 2005	66
Figure 24. La tournée de la forêt Mousseau avec les étudiants en foresterie de l'Université Laval en août 1999	66
Figure 25. Exclos renfermant de grands semis de bouleau jaune dans une ouverture scarifiée après la coupe de jardinage en 1993 dans une bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier	68
Figure 26. Semis de bouleau jaune broutés par le cerf de Virginie à l'extérieur de l'exclos présenté à la figure précédente	68

Figure 27. Aperçu général de la régénération deux ans après la création d'une trouée de 25 m de diamètre dans le dispositif installé en 2002. On peut voir la régénération de bouleau jaune le long du ruban bleu	70
Figure 28. Érablière à bouleau jaune typique et tilleul d'Amérique, sept ans après la deuxième coupe de jardinage	70
Figure 29. Érablière à ostryer de Virginie et orme d'Amérique, sept ans après la deuxième coupe de jardinage	72
Figure 30. Exclos d'évaluation du développement de la régénération en l'absence de broutement du cerf de Virginie (dispositif de trouées dans l'érablière à bouleau jaune établi en 2000)	72
Figure 31. Aperçu de la régénération dans une trouée circulaire de 35 m de diamètre entourée d'une clôture dans le dispositif de coupe par trouée établi en 2000 dans une érablière à bouleau jaune. La régénération de bouleau jaune atteint environ 1,50 m après quatre ans	73
Figure 32. Érablière à bouleau jaune typique et tilleul d'Amérique. Unité témoin dans le compartiment jardiné en 1985 et en 2000	73
Figure 33. Coupe mixte d'éclaircie jardinatoire et de coupe de succession exécutée en 1991 dans une bétulaie à bouleau jaune à érable à sucre issue de feu	74

Introduction

Les forêts de feuillus couvrent de grandes étendues dans le sud-ouest québécois où elles occupent aussi les sites les plus productifs. Situées dans les régions habitées et près des usines de transformation, ces forêts ont été mal exploitées dans le passé. Les coupes qui dépassaient la possibilité des peuplements laissaient planer une menace de rupture des stocks en bois de feuillus de qualité, si l'exploitation se continuait au même rythme. Les forêts inéquiennes, composées de feuillus tolérants à l'ombre, ont été exploitées jusqu'au début des années 1980 par des coupes dites « à diamètre limite », qui se résumaient souvent en prélèvement des tiges de bonne qualité des essences les plus recherchées.

Cette situation a incité les autorités de la région 07 (Outaouais) du ministère de l'Énergie et des Ressources de l'époque à chercher des solutions qui pourraient assurer le rendement soutenu par une exploitation plus rationnelle de la forêt inéquienne. En 1983, le même Ministère a publié à Hull un rapport intitulé « Proposition d'un plan de développement pour l'aménagement des feuillus nobles et des pins » dans lequel les auteurs ont mis en évidence la problématique touchant les forêts de feuillus de l'Outaouais. Parmi les recommandations, on demandait l'expertise de la Direction de la recherche forestière (DRF) dans l'élaboration de diverses méthodes expérimentales. La DRF a été mandatée spécifiquement pour initier un projet de recherche appliquée sur les coupes de jardinage en collaboration avec l'unité de gestion de La Lièvre.

Dans le but de réaliser ce projet, l'administration régionale a mis à la disposition de la DRF un secteur forestier appelé « la forêt de Sainte-Véronique », d'une superficie d'environ 3 500 ha et situé sur le territoire de l'unité de gestion de La Lièvre.

Les premiers travaux ont débuté en 1981 par la réalisation d'une étude écologique et dendrométrique et par la cartographie des groupements végétaux de la forêt de Sainte-Véronique. Sur la base des études effectuées en 1981, la DRF a préparé quelques prescriptions pour l'aménagement de cette forêt. Les autorités de l'unité de gestion l'ont subdivisée en quinze compartiments d'une superficie variant de

200 à 250 ha chacun. Comme cette forêt se composait en majorité de peuplements de structure inéquienne, les coupes de jardinage basées sur une rotation de quinze ans ont été les traitements prédominants prescrits.

Les coupes ont débuté en 1983 sur les premières unités expérimentales à l'extrême sud du secteur. Le marquage des tiges pour la coupe a été effectué par l'équipe de la DRF et l'unité de gestion de La Lièvre. Les travaux d'exploitation ont été octroyés à la Coopérative forestière des Hautes-Laurentides. La même année, la DRF a établi son premier dispositif expérimental pour connaître les effets de diverses intensités de la coupe de jardinage.

Les travaux exécutés à la forêt de Sainte-Véronique ont suscité beaucoup d'intérêts de la part de la communauté forestière impliquée dans l'aménagement de la forêt de feuillus. Dès la première année de coupe, cette forêt a reçu la visite de plusieurs forestiers de différentes régions, tous désireux de se familiariser avec la coupe de jardinage et de transmettre ces nouvelles connaissances à leurs confrères. Au cours de ces années, la DRF a d'abord présenté des rapports internes, puis comme les données s'accumulaient, des mémoires, des notes de recherche et des articles dans des revues scientifiques. Au départ, les résultats se rapportaient aux travaux d'exploitation, par la suite, à l'accroissement périodique en surface terrière et au développement de la régénération.

La forêt de Sainte-Véronique est rapidement devenue un endroit par excellence pour l'expérimentation de divers traitements sylvicoles. En 1990, l'unité de gestion de La Lièvre de concert avec la région administrative de Montréal et la Direction de la recherche forestière ont présenté un aperçu des travaux effectués et une proposition d'officialiser la vocation de recherche de la forêt de Sainte-Véronique aux autorités du ministère des Ressources naturelles. Le Ministère a réagi positivement à cette requête, en constituant, par un arrêté ministériel daté du 3 août 1990, la forêt d'enseignement et de recherche appelée « Forêt Mousseau », selon le canton du même nom. La forêt de Sainte-Véronique venait de changer de nom.

Par cet arrêté, la forêt Mousseau est devenue la première forêt d'enseignement et de recherche gérée par le Ministère. La gestion a été confiée à l'unité de gestion de La Lièvre en collaboration avec la Direction de la recherche forestière. Après plus de vingt ans d'existence, dont quinze officiellement, la forêt Mousseau, près de Sainte-Véronique, continue d'affirmer sa vocation de forêt d'enseignement et de recherche. Le nombre d'ouvrages conjugués à des résultats concluants sur l'accroissement et sur la régénération en fonction de divers traitements sylvicoles le confirment. Les traitements sylvicoles mis en pratique, dont certains datent de deux décennies, attirent toujours de nombreux visiteurs.

Le présent ouvrage décrit les travaux exécutés à la forêt Mousseau depuis 1981 et présente les résultats qui en découlent. Les divers ouvrages publiés par la DRF, ainsi que les résultats plus détaillés provenant des études réalisées dans cette forêt, sont mentionnés dans la bibliographie. À ceux-ci s'ajoute aussi le plan quinquennal d'aménagement forestier de la forêt Mousseau, préparé par l'unité de gestion de La Lièvre.

Chapitre premier

Cadre biophysique

1.1 Situation géographique

La forêt d'enseignement et de recherche Mousseau est située dans le canton Mousseau, à 5 km au nord-est de Sainte-Véronique. Elle s'étend sur une superficie grossièrement rectangulaire d'environ 35 km² entre les latitudes 46° 33' et 46° 37' Nord et les longitudes 74° 54' et 74° 59' Ouest. La figure 1 en présente la situation géographique.

1.2 Relief et réseau hydrographique

Le relief du secteur est ondulé, composé de collines arrondies entourées de pentes modérément abruptes à douces. Les sommets des collines atteignent des altitudes variant de 400 à 500 m. Les plus basses sont à 275 m près du lac McCaskill.

Le réseau hydrographique comprend quelques lacs de petite surface. Le ruisseau Lanthier en est le seul cours d'eau important. Il est localisé à la limite nord-est du secteur, où il draine les eaux du lac Lanthier vers la rivière Rouge. Plusieurs autres ruisseaux de faible débit drainent les eaux, à travers les dépressions encaissées entre les collines, vers les lacs ou, encore, lient les lacs entre eux.

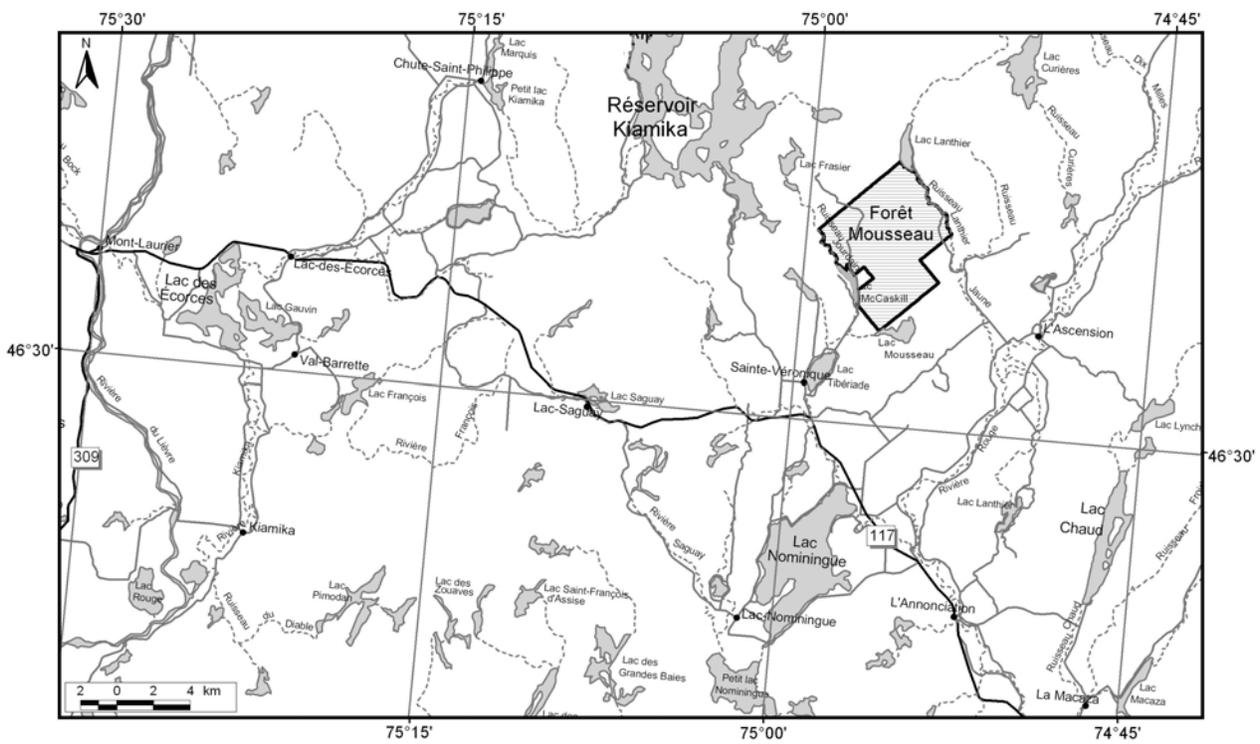
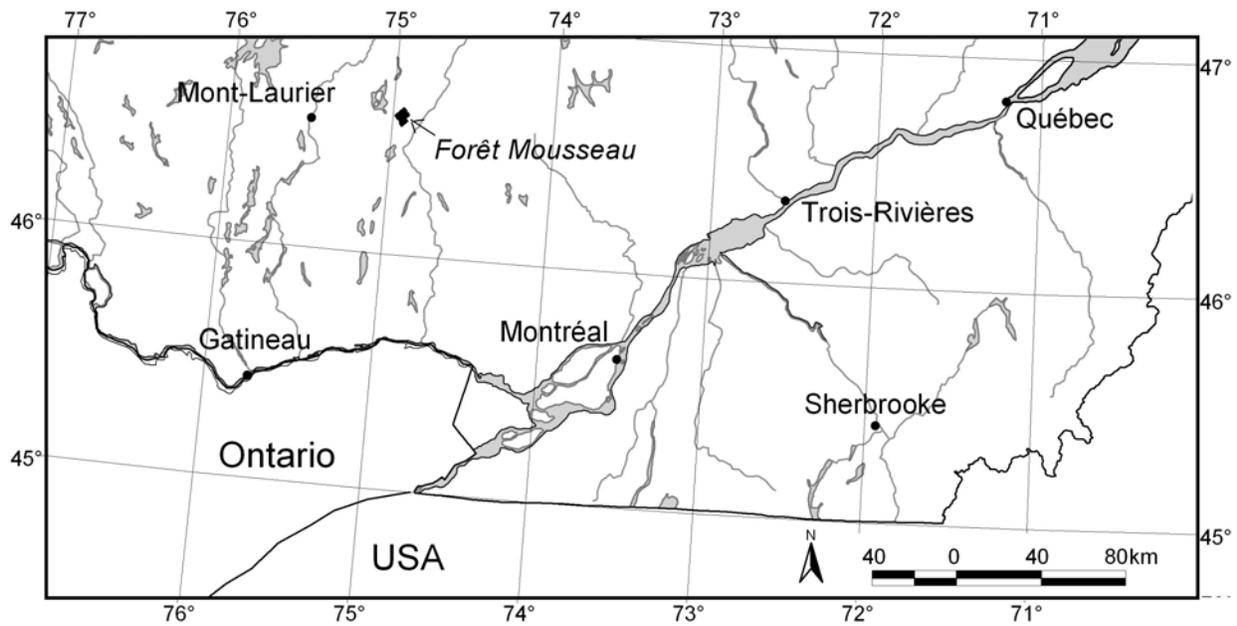


Figure 1. Situation géographique de la forêt Mousseau.

1.3 Conditions climatiques

Il n'y a aucune station météorologique sur le territoire de la forêt Mousseau. Quelques données climatiques (Tableau 1) proviennent des stations météorologiques suivantes :

- Nominique à une vingtaine de kilomètres au sud-sud-ouest;
- La Macaza, à une trentaine de kilomètres au sud-sud-est;
- Chutes Saint-Philippe à une trentaine de kilomètres au nord-ouest;
- Mont-Laurier à une quarantaine de kilomètres à l'ouest.

De façon générale, les différences entre les quatre stations sont faibles, autant pour les températures que pour les précipitations. Les températures annuelles moyennes se situent entre 3 et 3,5 °C, ce qui correspond à la moyenne annuelle pour le domaine de l'érablière à bouleau jaune (3,4 °C) comme calculée par GRANDTNER (1966). Toutefois, les précipitations annuelles moyennes varient de 992 à 1 092 mm, ce qui est supérieur à la moyenne annuelle de 921 mm pour ce domaine (GRANDTNER 1966).

1.4 Influence humaine antérieure et état de santé

Le territoire de la forêt de Mousseau se situe à proximité de deux paroisses : Sainte-Véronique et l'Ascension. Cependant, les terres agricoles entourant ces deux paroisses ne parviennent pas jusqu'aux limites du territoire et celui-ci demeure ainsi entièrement couvert de forêts. La plupart des peuplements forestiers ont été exploités avant la création de la forêt de Sainte-Véronique. L'exploitation a été facilitée par le relief relativement doux lequel se prêtait bien à la construction des chemins forestiers. À cette époque, la coupe à diamètre limite était le principal type de coupe pratiquée dans les érablières à bouleau jaune. Sur certains sommets, quelques rares érablières à ostryer de petites surfaces semblaient être les seuls groupements qui n'avaient pas subi de coupes. Pour ce qui est des groupements mélangés composés de bouleau jaune et de sapin baumier, ils ont été exploités à l'aide de coupes de diverses intensités : coupes à diamètre limite, fortes coupes partielles et même des coupes à blanc sur des surfaces restreintes.

Les feux n'ont pas perturbé ces forêts dans le passé récent. Par contre, les peuplements mûrs composés de feuillus intolérants à l'ombre témoignent des incendies qui ont ravagé certaines parties du territoire dans les trois premières décennies du XX^e siècle.

Tableau 1. Données climatiques de quatre stations météorologiques* situées près de la forêt Mousseau

Station météorologique	Données climatiques								
	Température moyenne annuelle (°C)	Température moyenne en juillet (°C)	Température moyenne en janvier (°C)	Température maximale moyenne (°C)	Température minimale moyenne (°C)	Degrés-jours au-dessus 5 °C	Journées avec température maximale > 0 °C	Précipitations totales annuelles (mm)	Précipitations totales de mai à septembre (mm)
Nominingue Latitude 46° 24' N. Longitude 75° 05' O. Altitude 274 m	3,0	17,8	-14,2	9,0	-3,0	1 563	263	1 076	522
La Macaza Latitude 46° 22' N. Longitude 74° 46' O. Altitude 244 m	3,5	18,3	-13,7	9,5	-2,4	1 625	271	992	403
Chutes Saint-Philippe Latitude 46° 39' N. Longitude 75° 15' O. Altitude 251 m	3,0	17,9	-14,3	9,6	-3,7	–	–	1 092	507
Mont-Laurier Latitude 46° 34' N. Longitude 75° 33' O. Altitude 244 m	3,3	18,1	-14,3	9,2	-2,6	1 607	268	1 015	478

* Tirées de : CANADA METEOROLOGICAL SERVICE (2002). Normales climatiques au Canada, 1971-2000 (Electronic Resource)

L'état de la forêt Mousseau ressemblait à celui des autres forêts de feuillus de la région. Les coupes à diamètre limite se résumaient souvent au prélèvement des tiges de qualité dont le diamètre excédait le minimum fixé. Cette pratique laissait sur pied des arbres de mauvaise qualité, atteints de chancres, de champignons ou pourvus d'autres défauts. Ce type de coupe a diminué ainsi le potentiel de production de bois d'œuvre des peuplements ainsi exploités. Ces pratiques ont été vraisemblablement les principales responsables de la dégradation de l'état de santé des essences feuillues.

La seule maladie grave et très virulente observée fut la maladie hollandaise de l'orme (*Ophiostoma ulmi*) qui a décimé les ormes de la forêt Mousseau comme d'ailleurs dans tout le Québec méridional. Les ormes d'Amérique, abondants dans certaines stations en 1981, ont pratiquement disparu au cours des quelques années suivantes. On les trouve présentement en régénération et comme jeunes arbres dont les diamètres atteignent rarement 20 cm.

Parmi les insectes nuisibles, l'arpenreuse de Bruce (*Operophtera bruceata*, Hulst.) est apparue sporadiquement sur l'érable à sucre. À certaines occasions, lors des prises de mesure dans les dispositifs expérimentaux, d'importants dégâts ont été notés pour les semis, les gaules et les basses branches de gros érables à sucre. La mortalité causée par cet insecte fut uniquement observée parmi les semis et les gaules. La tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana*, Clem.) n'a pas causé d'importants dégâts dans la forêt Mousseau.

Chapitre deux

Les premiers travaux entrepris par la DRF

2.1 Les travaux sur le terrain

L'équipe de la DRF a débuté ses travaux de recherche en 1981 par une étude écologique et dendrométrique sur le terrain. Lors de cette étude, 65 placettes-échantillons ont été établies le long de virées réparties sur l'ensemble du territoire. L'information recueillie dans les placettes portait sur la végétation et ses caractéristiques dendrométriques, de même que sur les caractéristiques de l'habitat et était complétée par une étude du sol. Pour les besoins de la cartographie, des renseignements supplémentaires, telle l'énumération sommaire des caractères d'habitat, ont été recueillis le long des virées.

La végétation a été étudiée selon la méthode de BRAUN-BLANQUET (1951) sur des superficies floristiquement homogènes de 0,1 ha (50 m x 20 m). Chaque relevé de végétation comprenait la liste des plantes vasculaires, muscinales et lichéniques avec leurs coefficients d'abondance-dominance et de sociabilité. Dans chaque placette-échantillon, un profil de sol a été dégagé en vue de recueillir les données nécessaires à la description et à la classification des sols selon le système canadien de classification des sols (COMMISSION CANADIENNE DE PÉDOLOGIE 1978). Le relevé dendrométrique comprenait le dénombrement des tiges de 1,1 cm et plus de diamètre au compas forestier, par classe de 2 cm. Les semis ont été dénombrés dans deux rectangles de 10 m² situés aux deux extrémités de la surface de 0,1 ha. L'accroissement en diamètre par décennie, le temps de passage d'une classe de diamètre (dhp) à l'autre et l'âge ont été mesurés sur des échantillons (carottes) prélevées à la sonde de

Pressler de façon systématique sur les tiges de 9,1 cm et plus de diamètre à l'intérieur et autour de la placette de 0,1 ha. Deux autres paramètres ont été mesurés sur les mêmes tiges, soit la hauteur totale à l'aide d'un hypsomètre Haga et l'épaisseur d'écorce avec une jauge à écorce (*bark gauge*).

2.2 Analyse des données

Les groupements végétaux ont été déterminés en comparant tous les relevés des tableaux de végétation préparés selon la méthode de BRAUN-BLANQUET (1951). La comparaison entre les caractéristiques d'habitat et la composition floristique des groupements végétaux a permis d'évaluer la correspondance entre l'homogénéité floristique et une certaine homogénéité édaphique. La description détaillée des groupements végétaux de la forêt Mousseau a été incorporée dans MAJCEN *et al.* (1984).

Les sols ont été analysés au laboratoire de la Direction de la recherche forestière. Les résultats des analyses, ainsi que leur description détaillée, se retrouvent aussi dans MAJCEN *et al.* (1984).

Les données dendrométriques ont été divisées en deux catégories. La première catégorie s'applique aux peuplements. Il s'agit du nombre de tiges, de la surface terrière, des volumes total et marchand et de la régénération. Toutes ces données ont été rapportées par unité de surface et présentées de façon sommaire. La deuxième catégorie de données dendrométriques s'applique aux essences dans les divers groupements végétaux. Les caractéristiques suivantes ont été évaluées pour chaque essence lorsque les données disponibles le permettaient : hauteur totale en mètre, diamètre avec l'écorce mesuré au dhp, diamètre sans écorce mesuré au dhp, double épaisseur d'écorce en millimètre mesurée au dhp, accroissement en diamètre, en surface terrière et en volume.

2.3 Les résultats

Les résultats détaillés des premiers travaux écologiques et dendrométriques ont été consignés dans RICHARD *et al.* (1982) et dans MAJCEN *et al.* (1984). Dans les lignes qui suivent, nous présentons des résultats sommaires que nous comparons à ceux de quelques ouvrages de référence.

2.3.1 Sous-sol et dépôts de surface

Selon la carte géologique du Québec (LAURIN 1969), le sous-sol de la forêt Mousseau comprend les paragneiss du type Grenville, des roches composées de quartzite, gneiss à biotite, gneiss à hornblende, gneiss à muscovite et silimanite, un peu de laves à coussinets et des roches alcalines.

Selon LAJOIE (1967) des tills déposés par les glaciers du Pléistocène couvrent la majeure partie de la région où se situe la forêt Mousseau. Ces tills proviennent de roches dures comme le gneiss, le granit, le gabbro et l'anorthosite. Toujours selon le même auteur, la majorité des tills sont gris, de texture sableuse ou sablo-graveleuse, très fermement tassés et accompagnés partout de blocs erratiques dont plusieurs ont de 0,6 à 1,2 m de diamètre.

Les résultats des études réalisées sur le terrain (MAJCEN *et al.* 1984) montrent une forte prédominance des tills sur les collines de la forêt Mousseau. D'autres dépôts, notamment fluvio-glaciaires, organiques, alluvions récentes et colluvions, occupent très peu de surface. La figure 2 illustre la répartition des dépôts de surface.

Les dépôts fluvio-glaciaires n'ont été notés qu'à proximité immédiate du lac McCaskill au sud-ouest de la forêt Mousseau.

Les dépôts organiques sont les deuxièmes en importance dans la forêt Mousseau, mais toujours très peu répandus par rapport aux tills. On les rencontre dans les étroites dépressions entre les pentes et parfois le long des ruisseaux à circulation lente.

Les alluvions récentes se rencontrent parfois dans les étroites vallées autour des ruisseaux, formant souvent une mosaïque avec les dépôts organiques. Finalement, les colluvions apparaissent en vestiges dans les parties inférieures de certaines pentes abruptes.

2.3.2 Sols

La cartographie des sols effectuée par LAJOIE (1967), couvre environ 70 % de la forêt Mousseau et correspond à l'ancien comté de Labelle. Selon la carte du même auteur, plus de 99 % du territoire appartient à la série de Sainte-Agathe. Cette série se développe sur les tills non calcaires, bien drainés et fortement pierreux couverts en majeure partie par les forêts. Les sols de Sainte-Agathe sont formés d'un loam sableux et appartiennent aux podzols. Par extrapolation, on peut présumer que la série de Sainte-Agathe s'étend aussi sur la partie nord du secteur où les sols n'ont pas été cartographiés. La série de Morin n'occupe qu'une superficie minime près du lac McCaskill. Cette série appartient aux podzols développés sur la roche-mère de texture sableuse à drainage excessif. À ces deux séries s'ajoutent aussi les étroites portions de terrains marécageux à très mauvais drainage, situées ordinairement au bord de certains lacs ou étangs.

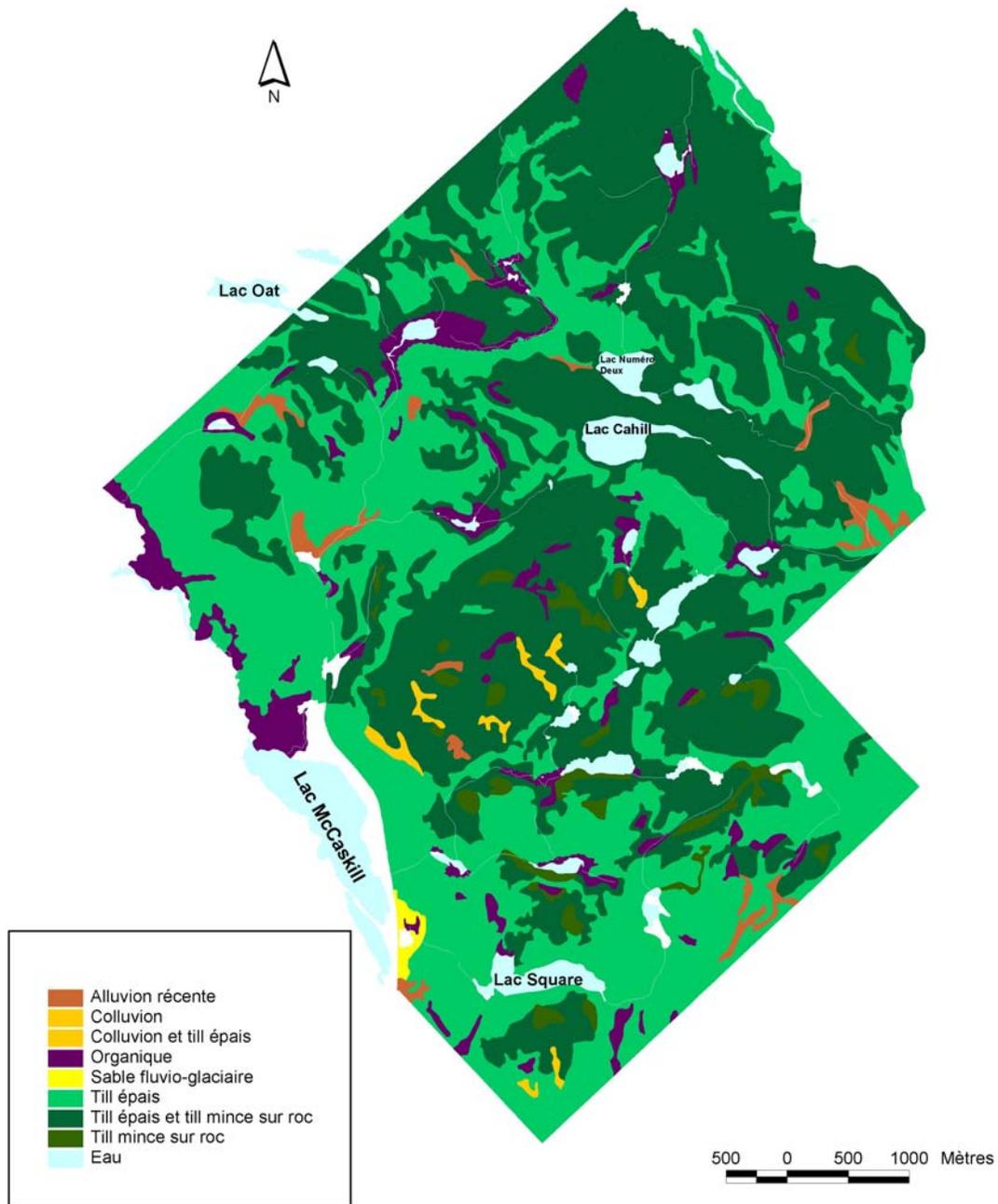


Figure 2. Dépôts de surface.

L'étude de MAJCEN *et al.* (1984) montre que les sols prédominants sur le territoire de la forêt Mousseau sont les podzols avec les grands groupes humo-ferrique et ferro-humique. Les podzols ont été échantillonnés sans exception sous les bétulaies à bouleau jaune et sapin et sous l'érablière à bouleau jaune et hêtre. Selon le relevé, les brunisols dystriques et les podzols ont été échantillonnés sous l'érablière à bouleau jaune typique et sous les érablières à ostryer. L'ordre organique afférent aux groupes des humisols et mésisols se développe sur les dépôts organiques qu'on trouve à l'occasion dans les dépressions humides. Les groupements associés aux sols organiques sont composés de thuya occidental, de sapin baumier et de frêne noir. Le relief ne se prête pas à la formation de tourbières de grandes surfaces. Les tourbières se résument généralement à d'étroites bandes autour de quelques petits lacs ou le long de certains ruisseaux.

2.3.3 Végétation

La forêt Mousseau fait partie du domaine climacique de l'érablière à bouleau jaune de GRANDTNER (1966) ou du sous-domaine bioclimacique de l'érablière à bouleau jaune de l'ouest de SAUCIER *et al.* (2001). L'étude de MAJCEN *et al.* (1984) confirme la prédominance des érablières à bouleau jaune sur le territoire de la forêt Mousseau. Ces érablières sont principalement composées d'érable à sucre, l'érable rouge s'y retrouve en faible proportion. L'essaim climacique est composé de trois sous-associations faisant partie de l'érablière à bouleau jaune : typique, à hêtre et à orme d'Amérique. La sous-association typique colonise les dépôts modérément bien drainés sur les versants à pente douce. Une variante à tilleul de la même sous-association se rencontre à quelques endroits dans la partie sud du territoire. La sous-association à hêtre occupe les dépôts bien drainés qui sont prédominants sur les sommets et sur les moyens et hauts versants des collines. La sous-association à orme d'Amérique est beaucoup moins importante et limitée sur les dépôts imparfaitement drainés situés dans les dépressions étroites que l'on retrouve entre les collines traversées par des ruisseaux à faible débit. Lorsque le drainage devient mauvais, mais toujours en présence du drainage latéral (*seepage*), l'érable à sucre cède sa place dominante au bouleau jaune, lequel forme l'association de la bétulaie à bouleau jaune et frêne noir. Le frêne noir forme parfois de petits peuplements avec du sapin baumier, sur les dépôts organiques mal drainés et à drainage latéral qu'on peut rencontrer dans les cuvettes étroites encaissées entre les pentes des collines.

À l'autre extrême, sur certains sommets des collines et le haut des versants bien ensoleillés, on trouve l'association de l'érablière à ostryer de Virginie. Deux sous-associations ont été notées : celle à orme d'Amérique sur les dépôts bien à modérément bien drainés en présence de drainage latéral et celle à hêtre sur les dépôts bien drainés. Les surfaces occupées par ces deux groupements sont minimales et elles sont plus fréquentes dans la partie sud du territoire.

Le principal groupement édaphique de la forêt Mousseau est la bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier typique, dont la présence est conditionnée principalement par la forte pierrosité du sol. Elle colonise les bords des lacs, les buttes, les dépressions et les bas des versants. Elle peut se rencontrer aussi sur les diverses positions des versants, si le dépôt trop pierreux défavorise l'installation des érablières. La sous-association à pruche de la bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier est beaucoup plus rare et peut se rencontrer occasionnellement sur les pentes abruptes parsemées d'affleurements.

Les groupements à prédominance de conifères, telles la sapinière à thuya occidental et frêne noir et la cédrière à sapin baumier et frêne noir, se forment sur les dépôts organiques mal drainés des dépressions humides où la circulation externe des eaux est très lente ou inexistante.

Les groupements énumérés sont généralement considérés comme stables dans leurs milieux naturels respectifs, où ils semblent pouvoir se perpétuer sans perturbation majeure (MAJCEN *et al.* 1984). Les divers groupements composés de peupliers (faux-tremble et à grandes dents) et de bouleau à papier sont d'origine de feu et forment des stades de reconstitution sur les stations naturelles des érablières et des bétulaies jaunes à sapin baumier. En 1981, ces groupements couvraient des surfaces importantes, mais les traitements sylvicoles qui y ont été appliqués, au cours de la première rotation de quinze ans, en ont considérablement changé la composition. Les coupes de succession effectuées dans ces peuplements visaient en premier lieu les feuillus intolérants à l'ombre rendus à maturité. Au moment de la cartographie, en 1981, les groupements de reconstitution les plus fréquents étaient les tremblaies à érable à sucre typique et à hêtre, les érablières avec faciès à tremble (les trembles adultes épars dans une érablière), la tremblaie à bouleau jaune et sapin baumier typique et la bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier typique avec faciès à tremble ou à bouleau à papier.

Les coupes de forte intensité effectuées par le passé, celles ayant touché les bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier, ont été à l'origine de la formation des broussailles de cerisier de Pennsylvanie où émergent des conifères épars ou de groupes importants de cerisier de Pennsylvanie parmi les bouleaux jaunes et les sapins (faciès à cerisier de Pennsylvanie). Les concentrations des peuplements constitués de cerisier de Pennsylvanie ont été trouvés uniquement sur des petites surfaces, près de la limite nord du territoire.

2.3.4 Cartographie

La cartographie écologique a été produite à partir des photographies aériennes à l'échelle de 1 : 15 000. Les contours cartographiques contenaient les sigles identifiant le groupement végétal observé, le dépôt de surface, le drainage et la pierrosité du dépôt. Les unités interprétées sur les photographies aériennes ont été restituées sur la carte écologique à l'échelle de 1 : 10 000. De cette dernière, une carte de la

végétation potentielle a été produite et illustre l'aboutissement final vraisemblable des séries évolutives (Figure 3). En plus des cartes de dépôts de surface (Figure 2) et de la végétation potentielle (Figure 3), une carte de drainage a été tracée (Figure 4).

Le tableau 2 présente les groupements végétaux cartographiés en 1981, leurs surfaces respectives exprimées en hectare et en pourcentage par rapport à la superficie totale du territoire sans lacs. Le tableau démontre qu'environ 70 % du territoire était occupé par des groupements forestiers reconnus comme stables, le reste se composait de divers stades de transition. Parmi ces derniers, la moitié se trouvait en état avancé de reconstitution, là les espèces intolérantes à l'ombre se retrouvaient de façon éparse dans les diverses érablières ou dans les bétulaies à bouleau jaune à sapin (faciès). En 2006, les faciès ont pratiquement disparu, à la suite du prélèvement des peupliers ou des bouleaux à papier parvenus à maturité au cours de la première rotation. L'autre moitié (près de 14 % de la couverture) se composait de groupements à dominance de peupliers (faux-tremble et à grandes dents), de bouleau à papier et de cerisier de Pennsylvanie. La surface de ce dernier stade de transition a été considérablement réduite au cours de la première rotation en raison du prélèvement des espèces intolérantes à l'ombre. Une faible proportion de ces peuplements n'ont pas été coupés car les espèces intolérantes à l'ombre n'avaient pas atteint l'âge de la maturité.

Le tableau 3 des stades terminaux démontre que les divers types d'érablières sont majoritaires avec une superficie totale de 1 873,8 ha, ce qui représente 55,1 % de la superficie totale de la forêt Mousseau. Parmi celles-ci, l'érablière à bouleau jaune typique, avec 1 025,7 ha (30,2 %) et l'érablière à bouleau jaune et hêtre avec 666,3 ha (19,6 %) sont les plus importantes.

Après les érablières, ce sont les bétulaies à bouleau jaune à sapin qui dominent le paysage avec une superficie totale de 1 283 ha (37,7 %). De cette surface, 1 256 ha (36,9 %) appartiennent à la sous-association typique et seulement 27 ha (0,8 %) à la sous-association à pruche du Canada. Quelques autres groupements forestiers sont présents, la bétulaie à bouleau jaune et frêne noir couvre 1,5 % du territoire, la sapinière à thuya occidental 2,1 % et certains autres dont les surfaces prises isolément couvrent moins de 1 % du territoire. Les tourbières couvrent une superficie de 63,4 ha (1,9 %), le terrain inondé 21,8 ha (0,6 %) et les gravières 3,3 ha (0,1 %). Les castors sont généralement responsables de l'inondation des surfaces dans les vallées traversées par des ruisseaux. Le tableau montre que la superficie totale des lacs est de 107,9 ha, ce qui représente à peine 3 % de la superficie totale du territoire.

La répartition schématique des principaux groupements forestiers de fin de succession en relation avec quelques caractères d'habitat est présentée aux figures 5, 6 et 7.

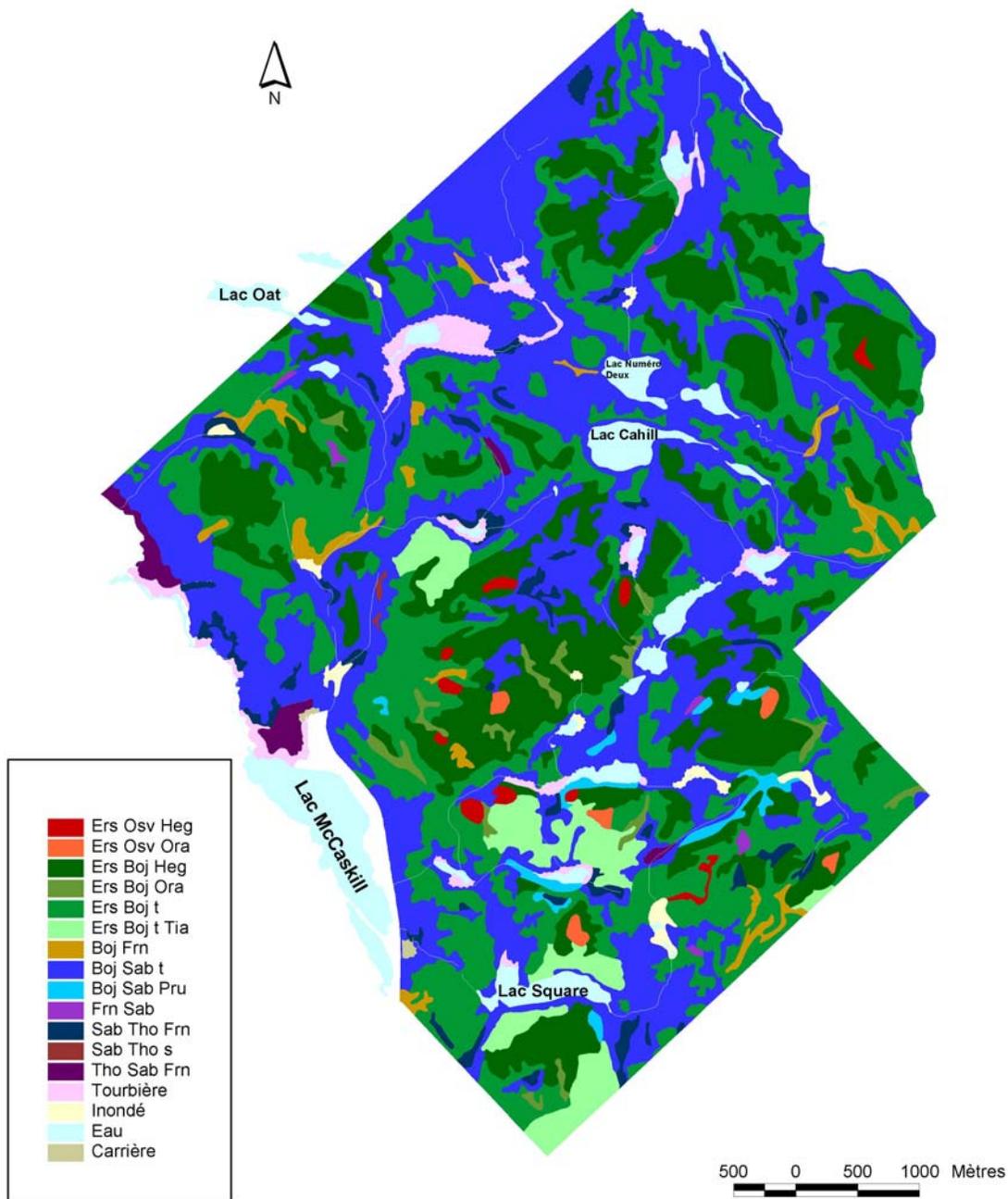


Figure 3. Végétation potentielle.

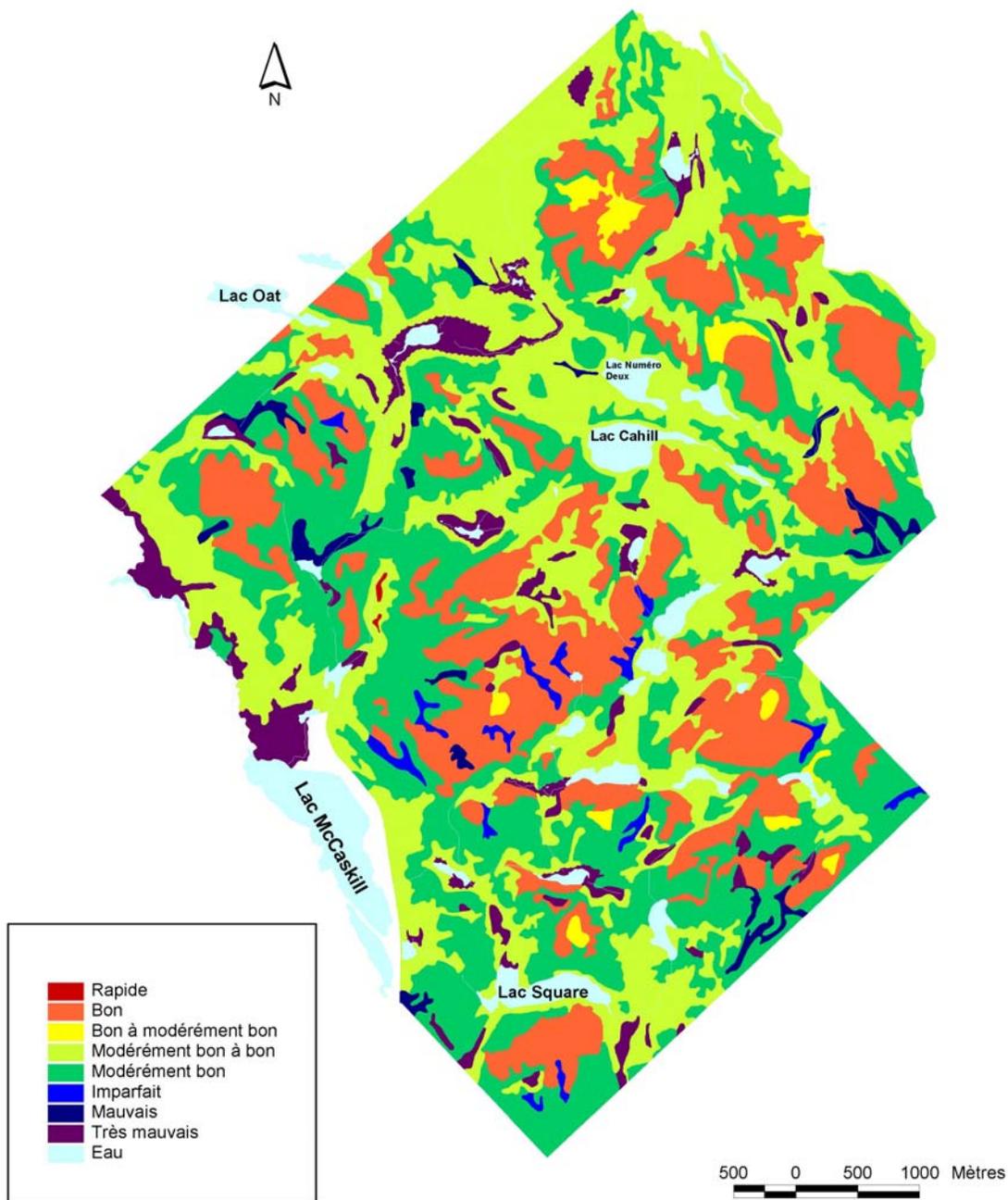


Figure 4. Classes de drainage.

Tableau 2. Superficie des groupements forestiers cartographiés en 1981

Groupement forestier	ha	%
Érablière à ostryer de Virginie et orme d'Amérique (EOOr)*	9,3	0,3
Érablière à ostryer de Virginie et orme d'Amérique faciès à cerisier tardif (EOC)	2,3	0,1
Érablière à ostryer de Virginie et hêtre à grandes feuilles (EOH)	10,3	0,3
Érablière à ostryer de Virginie et hêtre à grandes feuilles faciès à peuplier faux-tremble	8,3	0,2
Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles (EBH)	547,3	16,1
Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles faciès à bouleau à papier	9,8	0,3
Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles faciès à peuplier faux-tremble	34,5	1,0
Bétulaie à bouleau à papier, érable à sucre, bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles	6,5	0,2
Tremblaie à érable à sucre, bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles (PEBH)	68,2	2,0
Érablière à bouleau jaune typique (EB)	644,8	19,0
Érablière à bouleau jaune typique faciès à peuplier faux-tremble	205,8	6,1
Tremblaie à érable à sucre et bouleau jaune typique (PEB)	195,2	5,7
Bétulaie à bouleau jaune et érable à sucre typique (BE)	12,0	0,4
Érablière à bouleau jaune typique et tilleul d'Amérique (EBT)	69,3	2,0
Érablière à bouleau jaune typique et tilleul d'Amérique faciès à peuplier faux-tremble (EBTP)	24,0	0,7
Érablière à bouleau jaune typique et tilleul d'Amérique faciès à bouleau à papier	3,9	0,1
Tremblaie à érable à sucre, bouleau jaune et tilleul d'Amérique	17,3	0,5
Bétulaie à bouleau à papier, érable à sucre, bouleau jaune et tilleul d'Amérique (BpEBT)	3,2	0,1
Érablière à bouleau jaune et orme d'Amérique	33,9	1,0
Bétulaie à bouleau jaune et frêne noir	32,9	1,0

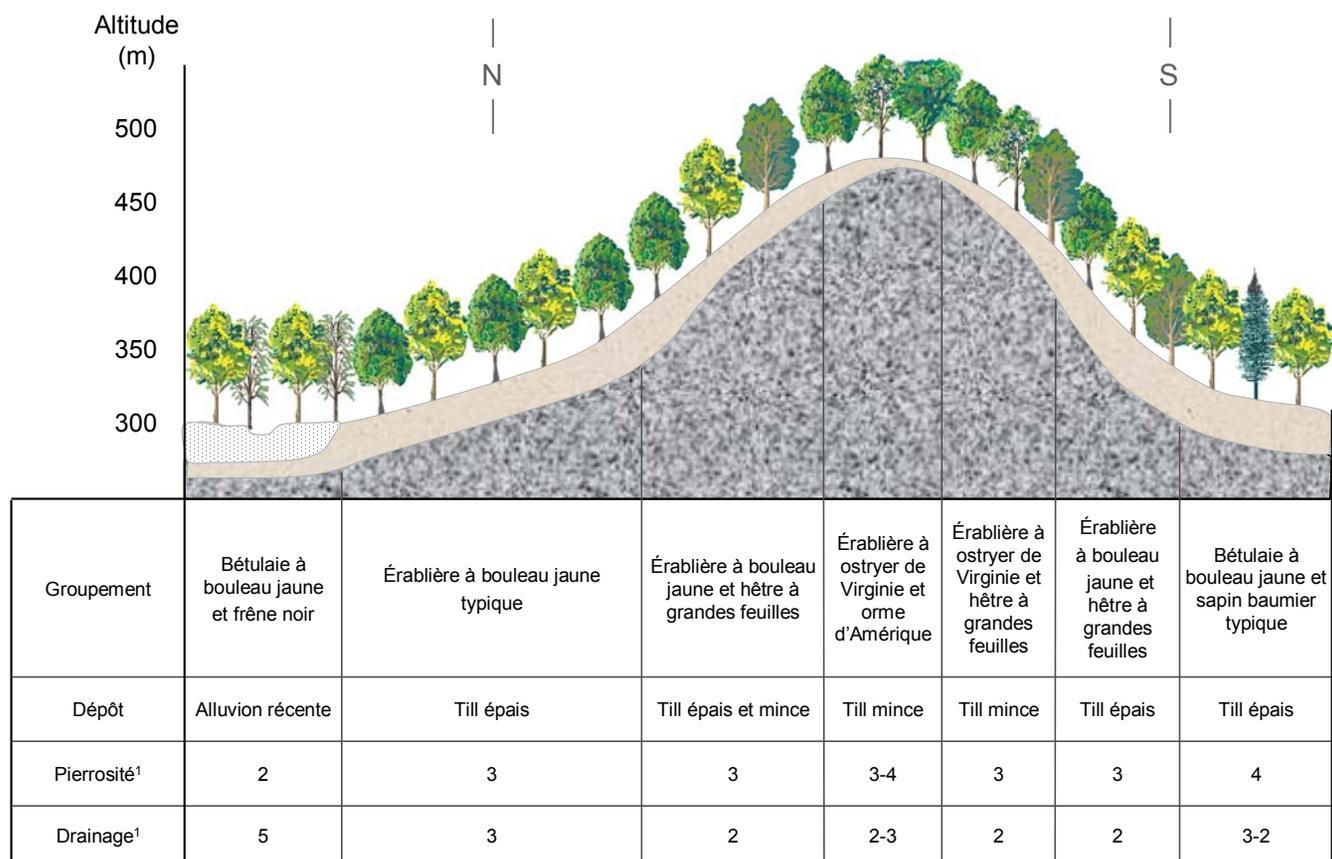
* Les sigles des groupements entre parenthèses sont utilisés dans le tableau 4

Tableau 2 (fin). Superficie des groupements forestiers cartographiés en 1981

Groupement forestier	ha	%
Bétulaie à bouleau jaune et frêne noir faciès à peuplier faux-tremble	2,9	0,1
Tremblaie à bouleau jaune et frêne noir	14,9	0,4
Frênaie à frêne noir et sapin baumier (FS)	6,2	0,2
Bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier typique (BS)	849,1	24,9
Bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier typique faciès à bouleau à papier	120,3	3,5
Bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier typique faciès à peuplier faux-tremble	71,6	2,1
Bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier typique faciès à cerisier de Pennsylvanie	29,0	0,9
Bétulaie à bouleau à papier, bouleau jaune et sapin baumier typique (BpBS)	20,0	0,6
Tremblaie à bouleau jaune et sapin baumier typique (PBS)	114,4	3,3
Broussailles de cerisier de Pennsylvanie sur la station de la bétulaie jaune à sapin baumier typique	14,7	0,4
Bétulaie à bouleau jaune, sapin baumier et pruche du Canada	25,1	0,7
Bétulaie à bouleau jaune, sapin baumier et pruche du Canada faciès à bouleau à papier	1,9	0,1
Sapinière à thuya occidental et frêne noir (SThF)	70,0	2,1
Coupe totale sur la station de la sapinière à thuya occidental et frêne noir	7,8	0,2
Sapinière sèche à thuya occidental	1,4	–
Cédrrière à sapin baumier et frêne noir (ThSF)	26,1	0,8
Tourbière	63,4	1,9
Terrain inondé	21,8	0,6
Carrière	2,3	0,1
Total	3 401,6	100,0
Lacs	107,9	
Superficie totale	3 509,5	

Tableau 3. Superficie des stades terminaux de la végétation forestière

Groupement forestier	ha	%
Érablière à ostryer de Virginie et orme d'Amérique	11,6	0,3
Érablière à ostryer de Virginie et hêtre à grandes feuilles	18,6	0,5
Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles	666,3	19,6
Érablière à bouleau jaune typique	1 025,7	30,2
Érablière à bouleau jaune typique et tilleul d'Amérique	117,7	3,5
Érablière à bouleau jaune et orme d'Amérique	33,9	1,0
Bétulaie à bouleau jaune et frêne noir	50,7	1,5
Frênaie à frêne noir et sapin baumier	6,2	0,2
Bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier typique	1 256,0	36,9
Bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier et pruche du Canada	27,0	0,8
Sapinière à thuya occidental et frêne noir	72,9	2,1
Sapinière sèche à thuya occidental	1,4	–
Cédrière à sapin baumier et frêne noir	26,1	0,8
Tourbière	63,4	1,9
Terrain inondé	21,8	0,6
Carrière	2,3	0,1
Total	3 401,6	100,0
Lacs	107,9	
Superficie totale	3 509,5	



¹ Selon BERNIER et CARRIER 1965 :

Classes de pierrosité

- 0 – pas de pierre
- 1 – peu pierreux
- 2 – modérément pierreux
- 3 – très pierreux
- 4 – extrêmement pierreux
- 5 – excessivement pierreux

Classes de drainage

- 1 – rapide
- 2 – bon
- 3 – modéré
- 4 – imparfait
- 5 – mauvais
- 6 – très mauvais

Figure 5. Répartition schématique des groupements forestiers.

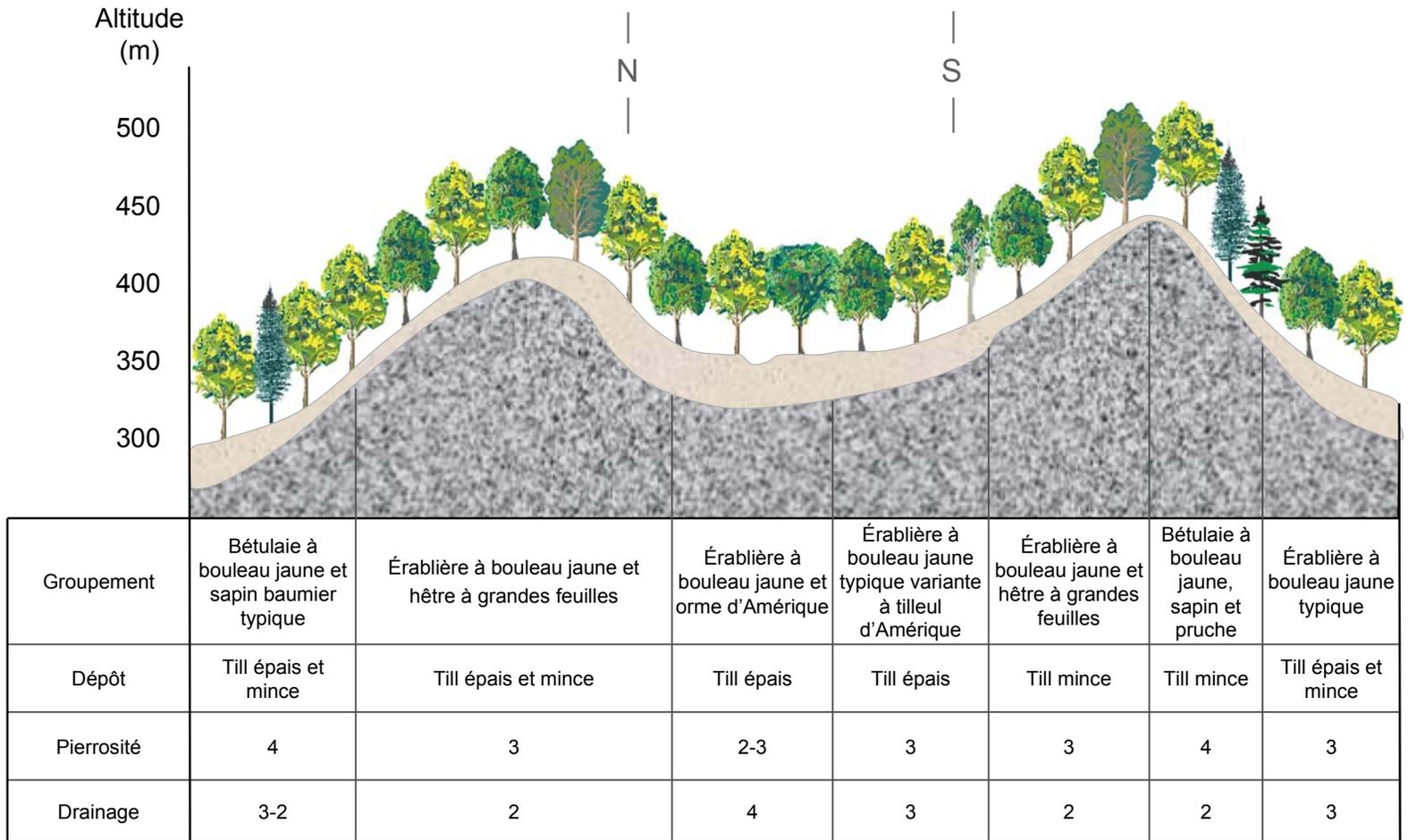


Figure 6. Répartition schématique des groupements forestiers.

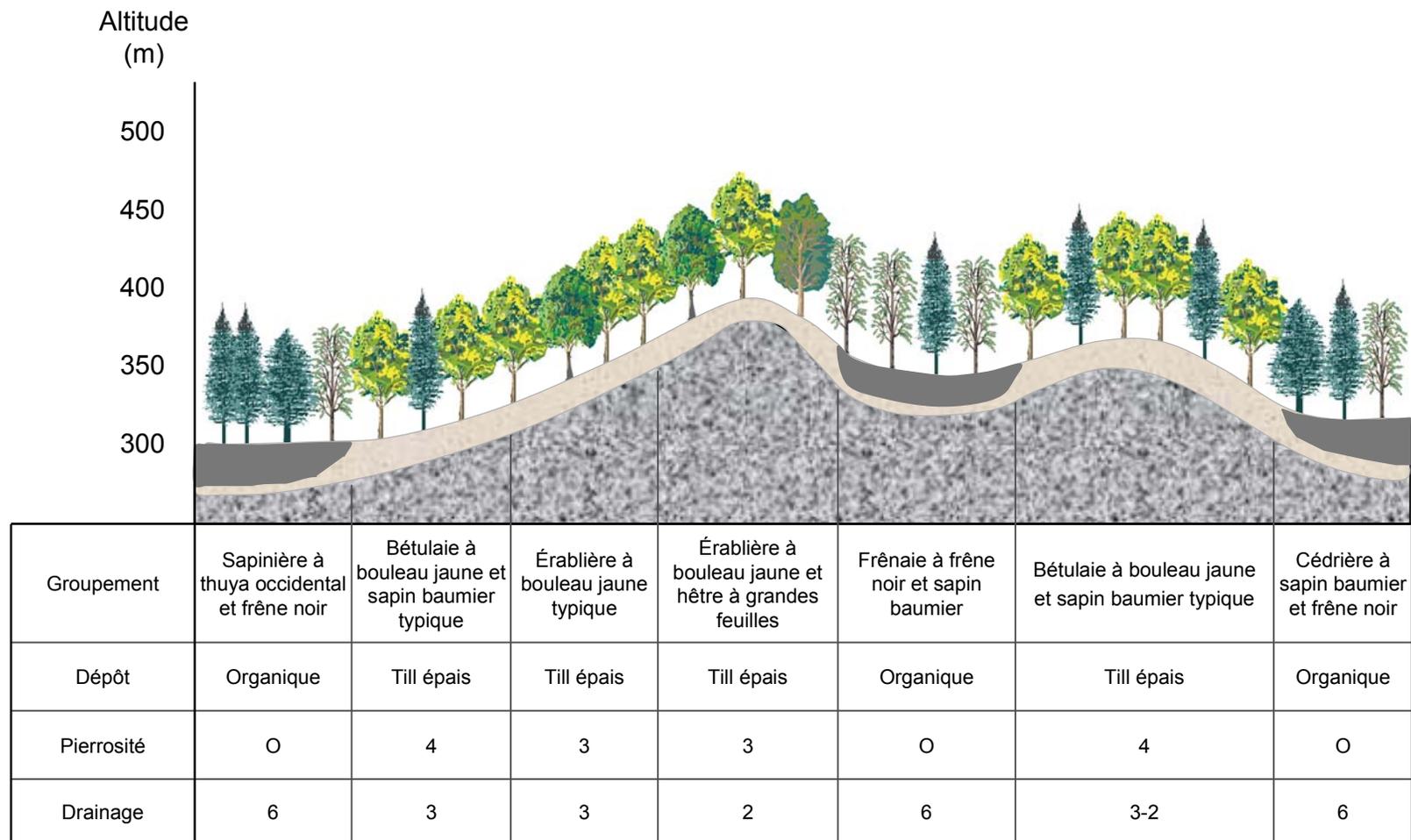


Figure 7. Répartition schématique des groupements forestiers.

2.3.5 Synthèse dendrométrie

La première catégorie de résultats dendrométriques comprend les valeurs des mesures par groupements forestiers ramenées à l'hectare tels le nombre des semis, le nombre de tiges, la surface terrière, le volume total et le volume marchand. Les résultats sont présentés au tableau 4, tiré de RICHARD *et al.* (1982). Comme les relevés ont été pris dans les parties les moins perturbées des peuplements, les surfaces terrières et les volumes sont élevés. Les surfaces terrières se situent entre 23 et 35 m²/ha dans les groupements feuillus et entre 25 et 44 m²/ha dans les groupements mélangés et conifériens. Les volumes marchands atteignent leurs maximums dans l'érablière à bouleau jaune typique et tilleul, faciès à peuplier faux-tremble (245 m³/ha) et dans la cédrière à sapin baumier et frêne noir (300 m³/ha). La régénération des espèces commerciales est très dense dans plusieurs groupements à dominance d'érable à sucre, en particulier dans les érablières à ostryer et dans l'érablière à bouleau jaune et hêtre, pour lesquels le nombre total des semis dépasse 250 000/ha. Dans les groupements mélangés et conifériens, ce nombre est moindre et dépasse les 100 000 semis uniquement dans la frênaie à frêne noir et sapin baumier. Le nombre de gaules (tiges de 1 à 9 cm de dhp) est par contre généralement plus élevé dans les groupements mélangés et conifériens en comparaison des feuillus.

Tableau 4. Valeurs dendrométriques des groupements forestiers

Groupement forestier*	Nombre de relevés	Régénération tiges/ha Hauteur		Nombre de tiges tiges/ha dhp		Surface terrière m ² /ha	Volume m ³ /ha	
		< 30 cm	> 30 cm	1 à 9 cm	> 9 cm		total	marchand
EOOr	2	159 500	90 750	235	550	23	178	140
EOC	1	368 500	38 500	430	650	34	286	225
EOH	2	343 000	31 750	325	585	27	219	175
EBH	6	253 249	60 167	561	498	30	256	208
PEBH	1	33 000	5 000	960	830	26	222	168
EB	3	68 500	15 667	563	447	30	251	207
EBP	1	173 000	31 500	1 050	750	29	248	191
BE	1	90 500	3 500	870	760	25	188	143
EBT	3	186 501	47 667	483	533	30	262	216
EBTP	1	75 500	39 000	330	850	34	304	245
BpEBT	1	105 500	17 500	740	1 150	35	277	208
FS	2	103 750	5 250	1 820	1 020	31	204	162
BS	6	23 416	3 750	667	718	30	218	189
BSBp	1	42 000	8 000	3 340	780	25	166	114
BpBS	1	27 500	3 000	1 260	820	26	178	132
PBS	1	47 000	9 000	1 440	910	30	259	193
SThF	2	51 750	23 500	1 790	1 005	33	212	179
ThSF	1	1 500	8 500	950	630	44	319	300

* Les sigles des groupements sont définis au tableau 2.

Ces résultats ne comprennent que les essences commerciales.

La deuxième catégorie de résultats dendrométriques comprend les relations entre le diamètre, l'âge et la hauteur des essences principales en fonction des groupements écologiques et l'accroissement en diamètre, en surface terrière et en volume de ces mêmes essences. Comme il s'agit d'un grand nombre de résultats qui figurent sur plusieurs tableaux édités dans RICHARD *et al.* (1982) et dans MAJCEN *et al.* (1984), il est difficile d'en présenter la synthèse dans ce texte. Cependant, voici quelques résultats généraux qui se rapportent aux principales essences.

Érable à sucre

Il n'y a pas de grande différence en hauteur pour l'érable à sucre entre les deux principaux groupements, soit l'érablière à bouleau jaune typique et l'érablière à bouleau jaune et hêtre. La hauteur moyenne à l'âge de 80 ans est près de 20 m, alors qu'à 40 cm de diamètre, elle est près de 23 m. Les diamètres à 80 ans se situent entre 23 et 24 cm. Les valeurs de ces trois variables sont légèrement inférieures dans les deux érablières à ostryer et supérieures dans la variante à tilleul. L'accroissement annuel courant en diamètre s'équivaut dans tous les groupements. La classe de 35 à 45 cm de diamètre est retenue dans le présent ouvrage à titre de comparaison. De 35 à 45 cm de diamètre, l'accroissement est de 3,7 mm dans l'érablière à bouleau jaune à hêtre, de 3,5 mm dans l'érablière à bouleau jaune typique, de 3 mm dans la variante à tilleul, de 3,3 mm dans l'érablière à ostryer et hêtre et de 3,7 mm dans l'érablière à ostryer et orme. La double épaisseur d'écorce à 40 cm de diamètre varie de 32 à 36 mm selon le groupement.

Bouleau jaune

La croissance en hauteur du bouleau jaune est meilleure dans les groupements feuillus. Il atteint alors en moyenne 20,4 m à l'âge de 80 ans et 23,5 m lorsque le diamètre atteint 40 cm. Pour les groupements mélangés, la hauteur moyenne à 80 ans est de 17,3 m alors qu'elle est de 20,1 m à 40 cm de diamètre. Dans le cas de la croissance en diamètre, les tiges atteignent en moyenne 25,6 cm pour les feuillus et 24,7 cm pour les mélangés à l'âge de 80 ans. L'accroissement annuel courant en diamètre varie selon le groupement de 3 à 4,3 mm entre 35 et 45 cm. La double épaisseur d'écorce varie de 22 à 32 mm selon le groupement lorsque le diamètre atteint 40 cm.

Hêtre à grandes feuilles

Les données proviennent uniquement de l'érablière à bouleau jaune et hêtre où cette espèce était suffisamment abondante pour se prêter aux études dendrométriques. La hauteur moyenne du hêtre est de 19,5 m à 80 ans alors qu'elle atteint 21,1 m pour un diamètre de 40 cm. Le diamètre moyen à 80 ans

est de 21,2 cm et l'accroissement annuel courant entre 35 et 45 cm est de 3,4 mm. La double épaisseur d'écorce est de 15 mm lorsque le diamètre atteint 40 cm.

2.3.6 Distribution diamétrale des peuplements et mise au point des prescriptions pour l'aménagement de la forêt Mousseau

Selon l'analyse de leur structure, les divers peuplements de la forêt Mousseau peuvent être regroupés dans les sept ensembles suivants :

- les érablières, généralement à large dominance d'érable à sucre, dont la distribution diamétrale est caractéristique des peuplements inéquiens. La courbe de distribution des tiges en fonction des diamètres se rapproche de la courbe théorique de Liocourt. Le nombre de tiges est très élevé dans les petits diamètres et diminue avec l'augmentation des diamètres (MAJCEN *et al.* 1985);
- les bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier caractérisées par des distributions diamétrales distinctes des trois essences principales. L'âge du bouleau jaune varie en fonction du diamètre, comme dans tous les peuplements inéquiens (MAJCEN *et al.* 1987). La courbe de distribution des tiges ressemble généralement à une courbe de Liocourt aplatie, ou à une branche descendante de la cloche. L'épinette rouge montre aussi des caractéristiques semblables. La structure du sapin varie selon le peuplement. La distribution des tiges ressemble à une courbe de Liocourt très abrupte avec des âges variés ou encore concentrés autour de certaines classes d'âge;
- les érablières et les bétulaies à bouleau jaune et sapin, avec la présence de feuillus épars intolérants à l'ombre;
- les groupements à dominance d'essences intolérantes à l'ombre rendues à maturité, avec le sous-étage d'essences tolérantes ou semi-tolérantes à l'ombre;
- les groupements à dominance d'essences intolérantes à l'ombre non rendues à maturité;
- les groupements conifériens et mélangés sur les sols organiques très humides;
- les groupements conifériens ou mélangés à faible surface terrière avec un dense sous-étage d'espèces non commerciales.

Pour les deux premiers groupes (érablières et bétulaies à bouleau jaune et sapin), le traitement choisi comme objectif était la coupe de jardinage. Dans le cas des érablières, on envisageait le jardinage par pied d'arbre combiné au prélèvement de petits groupes (2 à 3) d'arbres dans le but de favoriser le bouleau jaune. Dans les bétulaies à bouleau jaune et sapin, la coupe visait le jardinage par pied d'arbre du bouleau jaune et la coupe des groupes de sapins rendus à maturité.

Les coupes de jardinage ont comme objectif d'assurer le rendement soutenu de la forêt tout en conservant le couvert forestier. Ces coupes, effectuées à des intervalles relativement courts appelés rotation, permettent de prélever un volume s'approchant de l'accroissement périodique accumulé entre les deux coupes. La durée de la rotation peut varier selon l'intensité de l'aménagement. Dans la forêt Mousseau, la rotation de quinze ans a été choisie pour deux principales raisons :

- près d'un quart de la surface terrière des peuplements de structure inéquienne pouvait être coupée et se reconstituer ensuite au cours de la rotation de quinze ans. Ce chiffre a été obtenu en faisant appel à la formule de l'intérêt composé. Le taux moyen d'accroissement est calculé à partir des mesures sur les échantillons (carottes) prélevés à la sonde de Pressler. Près de 3 000 échantillons extraits des arbres, en 1981, ont été utilisés à cette fin. Comme les intensités des coupes en surface terrière dans les forêts jardinées se situent généralement entre 20 et 35 %, l'intensité proposée pour la forêt Mousseau correspond à cet intervalle.
- la forêt Mousseau a été subdivisée en quinze compartiments de 200 à 250 ha chacun de manière à concorder aux quinze ans de rotation. Les autorités de l'unité de gestion de La Lièvre, à Mont-Laurier, ont estimé qu'une coupe d'environ 25 % de la surface terrière, sur une superficie de 200 à 250 ha, était suffisante pour rentabiliser annuellement les opérations dans la forêt Mousseau. Cette hypothèse s'est d'ailleurs confirmée par la suite.

Une des hypothèses à vérifier, à la suite de l'implantation du dispositif expérimental de la coupe de jardinage, était que les ouvertures créées dans les peuplements stimuleraient l'accroissement en surface terrière et que ce gain compenserait la mortalité survenue au cours de la période de rotation. Les arbres visés par la coupe étant essentiellement de faible vigueur, nous avons convenu que la majorité de ces arbres serait martelée et prélevée.

Au cours des années, nous avons remarqué que la proportion d'arbres de faible vigueur du peuplement était régulièrement plus élevée que le taux de prélèvement prévu au départ pour la coupe. Dans le but de prélever un plus grand nombre d'arbres non vigoureux, nous avons souvent augmenté l'intensité des coupes à 30 % et parfois plus, mais uniquement dans nos unités expérimentales. Toutefois, en préconisant ces prélèvements plus élevés, il fallait abandonner l'une des hypothèses de départ, à savoir la reconstitution de la surface terrière initiale au bout de quinze ans. L'objectif était plutôt de laisser sur pied des peuplements constitués d'arbres plus vigoureux et de meilleure qualité pour la prochaine rotation.

Dans les peuplements composés d'un mélange d'essences tolérantes et semi-tolérantes à l'ombre avec des feuillus intolérants à l'ombre épars, une combinaison de la coupe de jardinage et de la coupe de

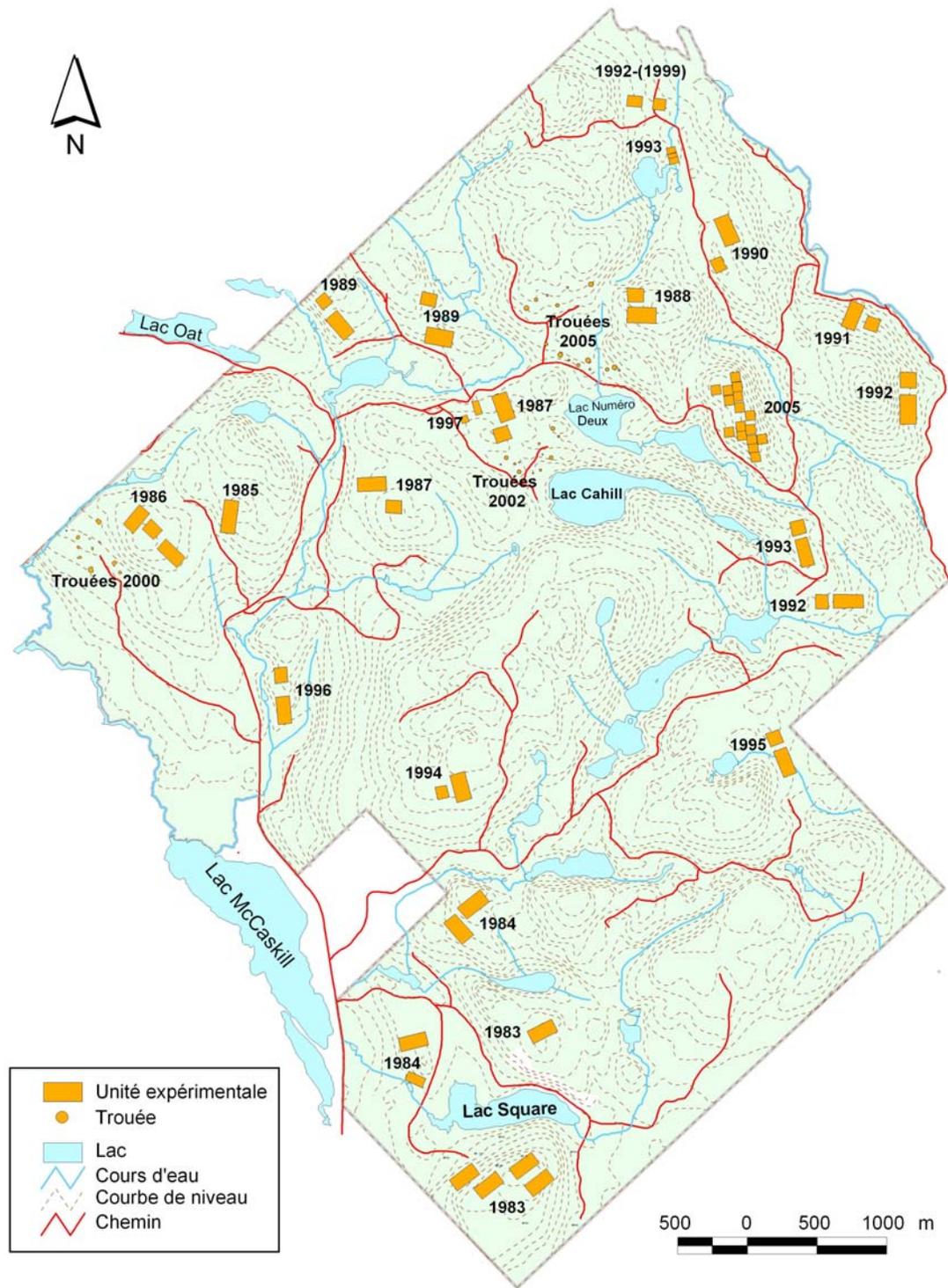


Figure 8. Unités expérimentales selon l'année d'établissement.

succession devait être pratiquée. Dans les érablières, il s'agissait surtout de peupliers épars et à de très rares occasions de bouleaux à papier. La coupe de près de 30 % de la surface terrière visait le prélèvement des feuillus intolérants à l'ombre rendus à maturité ainsi que la récolte des feuillus tolérants à l'ombre de faible vigueur. Dans les bétulaies à bouleau jaune et sapin, la coupe des feuillus intolérants à l'ombre rendus à maturité était combinée au prélèvement des sapins, dont le diamètre excédait 24 cm, et des bouleaux jaunes de faible vigueur.

Les coupes de succession visaient les peuplements à dominance des feuillus intolérants à l'ombre ayant atteint la maturité. Les essences intolérantes devaient être prélevées entièrement, à condition que les étages inférieurs, composés d'essences tolérantes et semi-tolérantes à l'ombre, soient bien développés. Parmi ces dernières, on a retenu l'érable à sucre, le bouleau jaune et le hêtre à grandes feuilles sur les stations naturelles des érablières, alors que sur les stations naturelles de la bétulaie à bouleau jaune et sapin on a retenu le bouleau jaune, le sapin baumier et l'épinette rouge.

La structure des peuplements composés de feuillus intolérants à l'ombre a été présentée dans MAJCEN (1989). Aucune coupe n'a été prévue dans les jeunes peuplements à dominance de feuillus intolérants à l'ombre et dans les peuplements à faible surface terrière, lesquels présentaient souvent un dense sous-étage d'espèces non commerciales.

Les peuplements qui se sont développés sur des sols organiques très humides, telles la sapinière à thuya, les cédrières et les frênaies à frêne noir et sapin devaient être exemptés de toute coupe dans le but d'éviter la montée de la nappe phréatique à la surface du sol.

2.3.7 Établissement des dispositifs expérimentaux et des essais sylvicoles

La Direction de la recherche forestière avait comme objectif d'établir un bloc expérimental composé d'une unité témoin et d'une unité coupée, dans chacun des quinze compartiments, au cours de la période estivale qui précédait la coupe. Les expériences prévoyaient au départ des coupes de jardinage de diverses intensités, des coupes de succession et des coupes à blanc par bande. Ces dernières devaient être pratiquées sur des surfaces restreintes. Au cours des années, d'autres expériences ont été ajoutées comme la coupe progressive d'ensemencement, la scarification mécanique du sol dans le but de régénérer le bouleau jaune, la coupe à blanc dans deux parquets, la coupe par trouées de diverses grandeurs dans l'érablière à bouleau jaune typique et dans la bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier. La figure 8 présente la localisation des unités expérimentales sur le territoire ainsi que leur année d'établissement.

2.3.7.1 Coupe de jardinage et de succession

Les expériences dans les coupes de jardinage et de succession comprennent, d'une part, une unité de 2 ha dans la partie coupée du peuplement et, d'autre part, une unité d'un hectare dans la partie non coupée (témoin). Les unités ont été subdivisées en placettes de forme carrée de 50 m de côté (0,25 ha chacune) formant un rectangle de 100 m sur 200 m dans la partie coupée et un rectangle de 100 m sur 100 m pour le témoin. En 1983 et 1984 seulement, la surface des témoins a été de 2 ha comme dans le cas des unités coupées.

Dans toutes les unités, les tiges de 1,1 cm et plus de diamètre à hauteur de poitrine (dhp) ont été mesurées au compas forestier et classées par classes de 2 cm. Les tiges de 9,1 cm ont été marquées au dhp au moyen d'un marqueur d'écorce (*bark scriber*) et étiquetées avec des étiquettes en plastique agrafées sur les arbres. La prise de mesure s'est faite avant la coupe, immédiatement après la coupe et dix ans après. Dans les secteurs où la deuxième rotation était commencée, les mesures ont été effectuées avant la deuxième coupe, soit après quinze ans, et immédiatement après cette deuxième coupe. Afin d'éviter l'effet de bordure autour des unités prévues pour la coupe et les témoins, une bande de protection de 25 m de largeur a été délimitée. L'intensité de la coupe à l'intérieur de la bande de protection a été la même que dans les limites de l'unité jardinée. Les témoins et leur bande de protection ont été conservés intacts (aucune coupe).

Dans deux placettes de 0,25 ha sises à l'intérieur des unités témoins et coupées, les tiges de 9,1 cm de dhp ont été numérotées à la peinture blanche et mesurées au galon circonférenciel, au millimètre près, après la coupe et ensuite aux cinq ans. Ces tiges ont été examinées avec précision et tous les défauts trouvés sur les tiges ont été inscrits sur les fiches préparées à cette fin.

La régénération a été étudiée dans des placettes de 4 m² (1 m sur 4 m). Dans les unités traitées, il y avait dix placettes de régénération alors que dans les témoins, il y en avait cinq. Les semis de toutes les espèces ligneuses commerciales et non commerciales ont été dénombrées à l'intérieur des placettes, selon différentes classes de développement (hauteur < 20 cm; hauteur entre 20 et 50 cm; hauteur entre 50 et 100 cm; hauteur > 100 cm et dhp < 1 cm; dhp > 1 cm).

L'équipe de la DRF a effectué le marquage des arbres pour la coupe, selon les principes du jardinage, dans deux placettes contiguës de 1 ha. Les principaux facteurs pris en compte lors du marquage ont été : la surface terrière marchande, la distribution diamétrale des tiges, la vigueur des tiges et la composition en essence du peuplement. Le marquage s'est ainsi effectué selon une distribution théorique des tiges (facteur q) et les priorités de récolte ont été définies selon les essences présentes et la vigueur des tiges.

L'objectif du marquage était d'assainir le peuplement, en prélevant en priorité les tiges de faible vigueur, lesquelles avaient le moins de chance de survivre jusqu'à la prochaine rotation, dans toutes les classes de diamètre ainsi que les essences non désirées. Le pourcentage de prélèvement moyen visé était de 30 % jusqu'à concurrence de 10 m²/ha afin d'assurer la stabilité du peuplement après la coupe. Parmi les défauts qui altéraient le plus souvent les tiges se retrouvaient les caries et les trous causés par les chancre et les champignons ainsi que les bris de cimes. Les coupes de succession ont été exécutées sans aucun marquage préalable, lorsque les tiges d'essences intolérantes à l'ombre rendues à maturité dépassaient 30 % de la surface terrière du peuplement. Pour leur part, les tiges éparses d'espèces intolérantes à l'ombre rendues à maturité ont été prélevées avec les tiges de faible vigueur des autres essences.

2.3.7.2 *Essais sylvicoles*

Dans une bétulaie à bouleau jaune et sapin, des unités expérimentales ont été établies en 1992 après la coupe de jardinage, dans le but de vérifier les effets de la scarification du sol. Une unité témoin et une unité réservée à la scarification ont été délimitées et les arbres présents ont été mesurés. Par la suite, la scarification a été exécutée à l'aide d'une pelle mécanique dans les petites ouvertures créées par la coupe. La scarification comprenait la destruction d'une dense strate arbustive de viorne à feuilles d'aulne et d'érable à épis. Les arbustes non commerciaux ont été arrachés avec leurs racines et déposés à l'extérieur des ouvertures. Une surface de 5 m sur 5 m a été clôturée dans une ouverture scarifiée, pour la protéger du broutement exercé par le cerf de Virginie.

Sur une station de bétulaie à bouleau jaune et sapin de faible surface terrière, résultat d'une ancienne coupe de forte intensité, un essai de scarification a été exécuté en 1993 sur deux surfaces carrées de 0,25 ha, adjacentes à un témoin de 0,25 ha. En détruisant les diverses strates arbustives, la scarification visait à promouvoir la régénération du bouleau jaune dans les ouvertures présentes entre les groupes de jeunes arbres résiduels. Sur une surface de 0,25 ha, des pins blancs ont été mis en terre à la suite de la scarification. Cinq placettes de régénération ont été établies dans chacune des surfaces de 0,25 ha.

En 1983, une coupe à blanc a été effectuée sur une bande de 60 m de largeur sur 200 m de longueur, dans une érablière à bouleau jaune et hêtre, afin de comparer les effets de cette coupe avec ceux du jardinage des peuplements entourant la bande. En 1984, une autre coupe à blanc a été exécutée sur une bande de 60 m de largeur sur 120 m de longueur, dans une tremblaie à érable à sucre. Des placettes de 10 m sur 10 m ont été implantées pour étudier le développement des gaules de ces bandes. La surface coupée de 1983 en comprenait 30 alors que celle de 1984 en comprenait 24. Au centre des placettes de 10 m sur 10 m, de petites placettes de 1 m sur 1 m ont été implantées pour étudier les semis. Dans le

cas de la coupe progressive, la coupe finale a été exécutée en 1994 et le développement des gaules a été étudié dans 20 placettes de 10 m sur 10 m réparties systématiquement sur la surface coupée.

En 1997, deux parquets de 0,5 et 0,25 ha respectivement ont été coupés à blanc dans une bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier. Le développement des semis a été étudié dans des placettes de régénération de 1 m sur 4 m.

2.3.7.3 Dispositifs d'étude de la régénération dans les trouées

Un dispositif de coupe par trouées a été installé en l'an 2000 dans une érablière à bouleau jaune. L'objectif était de connaître le développement de la régénération dans des trouées circulaires de trois dimensions différentes soit : 15, 25 et 35 m de diamètre. Le traitement (grandeur de trouée) a été attribué de façon aléatoire aux endroits propices à l'installation des trouées (présence de semenciers, drainage mésique, sol assez profond). Le dispositif comprend douze trouées (quatre répétitions de trois dimensions). De plus, une trouée de chaque dimension a été clôturée deux ans après la coupe, afin d'exclure la présence du cerf de Virginie. Dans chaque trouée, des placettes-échantillons de 25 m² (5 m sur 5 m) ont été installées selon deux axes (nord-sud et est-ouest). Ces placettes sont utilisées pour évaluer la préparation de terrain et le recouvrement des espèces végétales. À l'intérieur de ces placettes, quatre sous-placettes de 1 m sur 1 m ont été établies afin de dénombrer l'ensemble des semis par classe de hauteur.

En 2002, un autre dispositif a été installé dans une bétulaie jaune à sapin baumier. L'objectif de ce dispositif était le même que pour le dispositif décrit précédemment. Tout comme dans le dispositif installé en l'an 2000 dans l'érablière, celui-ci comprenait douze trouées circulaires. Le traitement (dimension de la trouée) a été attribué de façon aléatoire aux endroits propices à l'installation des trouées. Trois dimensions différentes ont été expérimentées (10, 15, 25 m de diamètre). De plus, une trouée de chaque dimension a été clôturée afin d'empêcher le broutement du cerf de Virginie. Des relevés de régénération ont été faits en 2005 selon la méthode décrite précédemment. Un autre dispositif faisant appel à la même méthode a été établi en 2005 dans une érablière à bouleau jaune. Ce dispositif se composait de quinze trouées de trois dimensions différentes (15, 25 et 35 m de diamètre) et chaque dimension fut répétée cinq fois.

2.3.7.4 Dispositifs de coupes partielles avec des surfaces terrières résiduelles variables

En 2005, un nouveau dispositif pour comparer l'effet de différentes surfaces terrières résiduelles a été établi dans une érablière à bouleau jaune et hêtre. Le dispositif comportait quatre traitements : témoin

(aucune coupe), et trois intensités de coupe de jardinage (15, 30 et 40 % de la surface terrière). Le dispositif a été disposé selon un bloc complet aléatoire avec des unités expérimentales de 50 m sur 50 m dans lesquelles un suivi dendrométrique s'est effectué dans des parcelles de 30 m sur 30 m. En plus des variables dendrométriques habituellement recueillies, les tiges ont été localisées à l'intérieur des unités expérimentales et la classe MSCR (BOULET 2005) a été notée ainsi que tous les défauts externes visibles sur chaque tige. En 2005, les tiges récoltées ont toutes été tronçonnées et mesurées afin de connaître le volume récolté par classe de qualité selon la classification conçue par PÉTRO et CALVERT (1976) et par le MRN (2000). Les analyses des données après traitement débuteront en 2007.

2.3.8 Coupe et débardage

L'exploitation des unités expérimentales a été exécutée au même moment que le compartiment prévu pour la coupe annuelle. Aucun traitement spécial n'a été demandé pour les unités expérimentales, sauf un respect rigoureux du marquage. L'exploitant avait la consigne d'appliquer l'abattage directionnel des arbres pour l'unité entière et de planifier les chemins de débusquage de façon à blesser le moins possible les arbres résiduels. Les débusqueuses utilisées ont été de petites et moyennes tailles, notamment les marques John Deer 440 et 540, Timberjack 230 et Tree Farmer C4 et C5 pour les premières coupes réalisées. Les coupes mécanisées à l'aide d'une abatteuse sont de plus en plus fréquentes sur le territoire depuis l'année 2000. La plupart des peuplements à dominance d'érable à sucre ont été récoltés à la deuxième intervention (15 ans après la première coupe de jardinage) à l'aide d'une abatteuse-groupeuse sur chenille en utilisant des sentiers espacés. Ces sentiers sont déterminés en fonction du marquage des tiges et identifiés avant la coupe dans les unités expérimentales. Les objectifs d'une telle procédure sont de limiter le prélèvement de tiges non marquées, de limiter la circulation de la machinerie et d'éviter les zones où la régénération (stade du gaulis) est déjà bien établie à la suite de la première coupe. Les arbres abattus sont ébranchés à la scie mécanique avant le débardage.

Chapitre trois

Recherche en sylviculture Résultats des traitements effectués

Ce chapitre présente les résultats bruts obtenus à ce jour dans les unités expérimentales des coupes de jardinage, de succession et les essais sylvicoles présentés au chapitre précédent. Les résultats des coupes par trouées et du dispositif de coupes partielles de différentes intensités seront présentés ultérieurement lorsque ces dispositifs auront atteint le délai de cinq ans après la coupe.

3.1 Composition des peuplements traités

Les peuplements traités sont regroupés en trois tableaux selon la composition des essences et ils sont identifiés selon l'année de l'établissement, le groupement végétal et le traitement. Les sigles d'identification des traitements sont les suivants : t = témoins, j = coupe de jardinage, jl = coupe de jardinage léger, jm = coupe de jardinage modéré, jf = coupe de jardinage fort, s = coupe de succession, js = coupe de jardinage et de succession, jt = coupe de jardinage-témoin, jsc = coupe de jardinage et scarification, sc = scarification du sol, scp = scarification du sol et plantation du pin blanc, es = coupe d'éclaircie jardinatoire et coupe de succession.

Les trois tableaux (Tableaux 5 à 7) comprennent les informations sur la surface terrière avant et après la coupe et sur l'intensité de la coupe. Remarquons qu'il s'agit des données recueillies dans les témoins sur les surfaces d'un hectare sauf 83-EBH-t et 84-EBTi-t (sur deux hectares) et dans les unités coupées sur 2 ha (sauf 92-BS-jsc sur un hectare).

Tableau 5. Composition des érablières avant et après la coupe (mesures prises au compas forestier)

Unité	S.T. dhp ≥ 1,1cm m ² /ha	S.T. dhp ≥ 9,1 cm m ² /ha	Intensité de la coupe %	Volume marchand m ³ /ha	Essences principales en %							
					Ers*	Boj	Heg	Tia	Err	Cet	Peu	Autres
83-EBH-t	26,5	26,1		228	93,8	2,0	3,9	–	–	–	–	0,2
83-EBH-ji	avant coupe	26,7	25,9		217	81,6	2,7	14,6	0,1	–	–	1,1
	après coupe	19,3	18,7	27,9	149	81,6	4,4	12,7	0,2	–	–	1,2
83-EBH-jm	avant coupe	27,4	26,8		233	88,0	3,1	7,2	0,6	–	–	1,0
	après coupe	17,0	16,6	38,0	137	84,8	6,0	6,6	1,5	–	–	1,2
83-EBH-jf	avant coupe	26,7	26,1		229	90,2	3,8	6,0	–	–	–	–
	après coupe	15,6	12,3	52,9	102	87,5	4,9	7,5	–	–	–	0,1
84-EBT-t	30,1	29,2		270	89,4	7,1	0,5	2,4	–	–	–	0,6
84-EBT-j	avant coupe	31,8	31,0		279	77,3	8,0	–	13,6	–	–	0,1
	après coupe	25,8	25,1	19,0	222	72,3	8,7	–	17,4	–	–	0,1
84-EBTP-js	avant coupe	28,7	27,8		227	47,1	9,7	–	9,6	3,7	–	27,3
	après coupe	20,6	19,9	28,4	153	66,5	12,0	–	13,3	4,4	–	0,6
85/86-EBH-t	26,8	25,7		219	93,0	1,8	5,2	–	–	–	–	–
85-EBH-j	avant coupe	26,7	25,7		222	86,7	8,0	4,9	–	–	–	0,3
	après coupe	18,6	17,8	30,7	148	91,1	5,5	2,9	–	–	–	0,5
86-EBH-j	avant coupe	30,0	27,7		249	80,0	12,3	7,2	–	–	0,1	0,3
	après coupe	19,3	18,2	34,3	157	79,3	11,6	8,4	–	–	0,2	0,5
87-EBH-t	29,0	28,2		249	84,7	1,9	13,4	–	–	–	–	–
87-EBH-j	avant coupe	28,9	28,2		248	86,3	3,3	9,9	–	0,2	–	0,3
	après coupe	20,4	19,8	29,8	170	83,5	4,4	11,4	–	0,3	–	0,4
88-EBH-t	29,8	28,6		252	60,9	3,3	34,9	–	–	–	–	0,9
88-EBH-j	avant coupe	29,8	28,9		250	87,6	1,9	9,5	–	–	–	1,0
	après coupe	20,8	20,2	30,1	171	88,0	2,7	8,2	–	–	–	1,1
89-EB-t	24,1	23,3		193	57,0	26,1	8,7	–	3,5	–	–	4,7
89-EB-j	avant coupe	27,3	26,1		224	50,9	37,4	1,4	–	2,9	–	7,5
	après coupe	20,6	19,6	25,0	162	45,9	41,5	1,4	–	2,9	–	8,3

Tableau 5 (fin). Composition des érablières avant et après la coupe (mesures prises au compas forestier)

Unité	S.T. dhp ≥ 1,1cm m ² /ha	S.T. dhp ≥ 9,1 cm m ² /ha	Intensité de la coupe %	Volume marchand m ³ /ha	Essences principales en %							
					Ers*	Boj	Heg	Tia	Err	Cet	Peu	Autres
92-EB-t	24,2	23,6		203	92,4	4,5	3,0	-	-	-	-	0,1
92-EB-j	avant coupe	25,3	22,4		210	83,0	11,3	4,9	-	-	-	0,8
	après coupe	17,7	17,2	23,5	145	87,6	8,7	2,8	-	-	-	0,9
93-EBH-t	29,3	28,1		247	60,0	15,5	22,7	-	0,4	-	v	1,4
93-EBH-j	avant coupe	28,9	27,6		245	72,9	4,2	21,9	-	0,8	-	0,1
	après coupe	20,7	19,8	28,3	173	72,9	5,6	20,4	-	1,1	-	0,1
94-EOC-t	29,9	29,4		237	98,7	1,1	0,2	-	-	-	-	-
94-EOC-j	avant coupe	31,1	30,3		252	84,5	8,7	3,4	0,2	-	2,8	0,4
	après coupe	22,2	21,6	28,7	176	87,4	6,8	3,2	-	-	2,1	0,4

*Ers = érable à sucre, Boj = bouleau jaune, Heg = hêtre à grandes feuilles, Tia = tilleul d'Amérique, Err = érable rouge, Cet = cerisier tardif, Peu = peuplier faux-tremble et peuplier à grandes dents

Tableau 6. Composition des bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier avant et après la coupe (mesures prises au compas forestier)

Unité	S.T. dhp ≥ 1,1cm m ² /ha	S.T. dhp ≥ 9,1 cm m ² /ha	Intensité de la coupe %	Volume marchand m ³ /ha	Essences principales en %							
					Boj*	Err	Sab	Epx	Bop	Ers	Autres	
87-BS-t	30,6	29,2		217	44,8	11,0	23,8	13,7	2,1	0,6	3,9	
87-BS-j	avant coupe	29,8	28,6		214	48,2	3,4	32,3	10,4	1,6	0,3	3,9
	après coupe	21,4	20,6	28,0	146	43,8	3,9	30,2	14,5	2,3	0,5	4,8
89-BS-t	31,1	29,8		227	57,3	2,8	22,0	11,7	0,8	3,8	1,6	
89-BS-j	avant coupe	27,9	25,6		183	39,4	6,3	28,8	7,5	6,8	2,5	8,7
	après coupe	20,9	19,0	26,0	128	39,1	6,3	25,5	8,5	9,2	2,1	9,4
92-BS-jt	après coupe	21,2	20,3	ND	155	57,4	2,0	8,7	6,5	0,1	23,8	1,5
92-BS-jsc	après coupe	24,0	23,0	ND	170	54,0	2,8	10,5	6,6	0,3	11,4	14,4

*Boj = bouleau jaune, Err = érable rouge, Sab = sapin baumier, Epx = épinette rouge et épinette blanche, Bop = Bouleau à papier, Ers = érable à sucre

Tableau 7. Composition des groupements de reconstitution avant et après la coupe (mesures prises au compas forestier)

Unité	S.T. dhp ≥ 1,1cm m ² /ha	S.T. dhp ≥ 9,1 cm m ² /ha	Intensité de la coupe %	Volume marchand m ³ /ha	Essences principales en %									
					Peu*	Bop	Err	Ers	Boj	Heg	Sab	Epx	Autres	
85-PEB-s	avant coupe	35,1	34,1		283	69,2	–	2,5	25,0	2,0	1,1	–	–	0,1
	après coupe	12,8	12,1	64,6	73	0,7	–	8,5	81,6	6,6	2,5	–	–	–
90-PEB-t	28,9	26,8		222	39,7	–	5,5	8,9	40,3	1,0	3,5	1,1	–	
90-PEB-s	avant coupe	30,3	30,0		260	49,1	–	1,2	7,9	39,8	0,4	1,4	0,1	–
	après coupe	18,2	17,4	42,1	129	0,0	–	2,3	15,1	78,9	0,8	2,7	0,3	–
91-BE-t	29,3	28,1		221	3,2	–	3,5	32,5	46,1	–	5,8	2,0	6,9	
91-BE-es	avant coupe	27,4	25,9		189	2,7	0,5	10,8	6,6	65,3	0,2	8,7	1,1	4,1
	après coupe	20,5	19,3	25,7	136	0,2	–	3,1	4,9	79,8	0,3	6,9	0,9	4,0
92-PEB-t	32,8	31,6		297	69,3	–	3,9	9,2	17,3	–	0,1	–	0,2	
92-PEB-s	avant coupe	30,8	29,9		269	53,9	–	2,4	16,3	22,3	0,7	0,8	1,0	2,5
	après coupe	15,1	14,7	51,0	109	0,1	–	4,7	34,2	50,3	1,5	1,2	2,4	5,7

*Peu = peuplier faux-tremble et peuplier à grandes dents, Bop = bouleau à papier, Err = érable rouge, Ers = érable à sucre, Boj = bouleau jaune, Heg = hêtre à grandes feuilles, Sab = sapin baumier, Epx = épinette rouge et épinette blanche

3.1.1 Érablières

Le tableau 5 regroupe les peuplements à dominance d'érable à sucre. Ils font partie des groupements végétaux suivants :

- érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles (EBH);
- érablière à bouleau jaune typique (EB);
- érablière à bouleau jaune typique variante à tilleul d'Amérique (EBT);
- érablière à bouleau jaune typique variante à tilleul d'Amérique faciès à peuplier faux-tremble (EBTP);
- érablière à ostryer de Virginie et orme d'Amérique faciès à cerisier tardif (EOC).

Tous ces peuplements sont caractérisés par une forte dominance d'érable à sucre. La présence de bouleau jaune est souvent réduite, conséquence d'anciennes coupes d'écrémage. Le hêtre est la deuxième espèce en importance dans les peuplements qui font partie de la sous-association à hêtre. Le tilleul d'Amérique se trouve dans l'érablière à bouleau jaune typique variante à tilleul; le cerisier tardif dans l'érablière à ostryer et orme faciès à cerisier tardif. Quelques autres essences arrivent sporadiquement et en petites proportions comme l'érable rouge, l'orme d'Amérique, le frêne noir, l'ostryer de Virginie, le sapin baumier et l'épinette rouge.

3.1.2 Bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier

Les peuplements qui font partie de la bétulaie à bouleau jaune à sapin baumier (BS) se retrouvent au tableau 6. Le bouleau jaune est dominant dans les trois peuplements et est associé, dans des proportions variables, au sapin baumier, à l'épinette rouge et à l'érable rouge. Quelques autres essences peuvent être présentes en plus faibles proportions, dont le bouleau à papier, l'érable à sucre, le frêne noir, le thuya occidental, la pruche du Canada et l'épinette blanche.

3.1.3 Groupements de reconstitution après feu

Les groupements de reconstitution après feu sont présentés au tableau 7. Trois peuplements se sont développés sur des stations d'érablière et, avant la coupe, leurs étages dominants se composaient de peupliers faux-tremble et à grandes dents (PEB). Le sous-étage de 1984 (85-PEBS) était principalement constitué d'érable à sucre, avec un peu d'érable rouge et de bouleau jaune. Dans les peuplements de 1990 et 1992, le bouleau jaune formait l'étage sous les peupliers tandis que l'érable à sucre, de petite taille, se retrouvait sous les bouleaux jaunes. Le bouleau jaune occupe l'étage dominant du peuplement

Tableau 8. Moyenne d'accroissement annuel cinq, dix et quinze ans après la coupe de jardinage dans les érablières

Unité	Surface terrière*	5 ans				10 ans				15 ans			
		Tiges survivantes	Tiges recrues	Mortalité	Accroissement net	Tiges survivantes	Tiges recrues	Mortalité	Accroissement net	Tiges survivantes	Tiges recrues	Mortalité	Accroissement net
	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	m ² /ha	m ² /ha	m ² /ha
83-EBH-t	25,2	0,45	0,01	0,23	0,23	0,45	0,01	0,22	0,23	0,44	0,01	0,18	0,28
83-EBH-ji	19,0	0,45	0,04	0,09	0,40	0,49	0,05	0,13	0,41	0,50	0,05	0,15	0,40
83-EBH-jm	14,8	0,38	0,06	0,07	0,37	0,42	0,06	0,15	0,33	0,43	0,07	0,15	0,35
83-EBH-jf	12,9	0,35	0,06	0,18	0,23	0,42	0,05	0,11	0,37	0,45	0,06	0,14	0,37
84-EBT-t	29,1	0,48	0,01	0,07	0,43	0,51	0,01	0,10	0,42	0,46	0,01	0,16	0,32
84-EBT-j	24,5	0,42	0,03	0,24	0,22	0,54	0,03	0,18	0,39	0,45	0,03	0,11	0,37
84-EBTP-js	19,7	0,48	0,03	0,30	0,21	0,58	0,04	0,21	0,41	0,57	0,04	0,19	0,42
85/86-EBH-t	24,9	0,44	0,02	0,04	0,41	0,52	0,02	0,10	0,44	0,45	0,03	0,15	0,33
85-EBH-j	18,6	0,35	0,04	0,30	0,09	0,42	0,05	0,16	0,32	0,40	0,05	0,12	0,33
86-EBH-j	19,1	0,47	0,02	0,03	0,46	0,48	0,04	0,04	0,48	0,48	0,05	0,03	0,49
87-EBH-t	31,9	0,44	0,01	0,36	0,09	0,43	0,01	0,29	0,16	0,43	0,01	0,37	0,07
87-EBH-j	21,3	0,38	0,03	0,09	0,32	0,44	0,04	0,18	0,30	0,41	0,05	0,19	0,27
88-EBH-t	29,2	0,48	0,01	0,56	-0,07	0,44	0,03	0,42	0,05	0,43	0,03	0,35	0,11
88-EBH-j	21,1	0,41	0,02	0,17	0,26	0,44	0,03	0,13	0,34	0,40	0,03	0,22	0,21
89-EB-t	24,0	0,48	0,03	0,19	0,33	0,44	0,04	0,34	0,14	0,41	0,03	0,30	0,14
89-EB-j	18,6	0,41	0,07	0,18	0,29	0,39	0,08	0,14	0,32	0,37	0,07	0,15	0,30
92-EB-t	24,4	0,38	0,02	0,57	-0,17	0,35	0,02	0,51	-0,14				
92-EB-j	17,6	0,34	0,02	0,05	0,31	0,32	0,03	0,04	0,31				
93-EBH-t	30,0	0,45	0,02	0,23	0,24	0,41	0,02	0,57	-0,14				
93-EBH-j	19,1	0,32	0,02	0,10	0,24	0,33	0,03	0,14	0,22				
94-EOC-t	29,5	0,40	0,03	0,12	0,32	0,34	0,02	0,25	0,11				
94-EOC-j	22,6	0,35	0,02	0,07	0,30	0,31	0,02	0,09	0,24				
95-EBH-t	27,0	0,36	0,04	0,51	-0,11								
95-EBH-j	19,6	0,41	0,05	0,10	0,36								

* mesures au galon circonférenciel sur 0,5 ha.

91-BE, où la suite de sa régénération après feu sur la station de l'érablière à bouleau jaune typique. Les peupliers dominent le peuplement de 1996, établi sur la station naturelle de la bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier (PBS). Le sous-étage se composait de sapin baumier, d'épinettes blanche et rouge, d'érable rouge, d'érable à sucre, de bouleau à papier et de bouleau jaune.

3.2 Accroissement en surface terrière

Les accroissements ont été calculés à partir des mesures au galon circonférenciel sur deux placettes de 0,25 ha chacune. Pour cette raison, les surfaces terrières ne sont pas identiques à celles présentés aux tableaux 8, 9 et 10, lesquelles ont été calculées sur un ou deux hectares selon le cas.

Les termes utilisés se définissent comme suit :

- accroissement annuel des tiges survivantes : accroissement des tiges de 9,1 cm ou plus de dhp et vivantes aux deux mesures;
- recrues : tiges ayant atteint 9,1 cm et plus entre les deux mesures;
- accroissement annuel brut : accroissement annuel des tiges survivantes plus les recrues;
- mortalité : surface terrière des tiges présentes à la première mesure et trouvées mortes à la deuxième;
- accroissement annuel net : accroissement annuel brut en surface terrière moins la mortalité.

Les unités établies entre 1983 et 1989 ont été mesurées cinq, dix et quinze ans après la coupe, les unités entre 1990 et 1994 cinq et dix ans après la coupe et les unités établies en 1995 et en 1996 cinq ans après la coupe.

3.2.1 Érablières

Les accroissements en surface terrière des érablières sont présentés au tableau 8. L'accroissement annuel moyen des tiges survivantes se situent entre 0,36 et 0,48 m²/ha pour les témoins et entre 0,32 et 0,48 m²/ha pour les unités jardinées, cinq années après la coupe. La mortalité est plus élevée dans les unités jardinées 84-EBTP-js et 85-EBH-j (0,30 m²/ha). Dans la première, les peupliers ont d'abord été coupés et le prélèvement a été complété avec un nombre restreint de tiges de faible vigueur d'autres essences. Par conséquent, un nombre relativement élevé de tiges non vigoureuses est resté sur pied après la coupe. La deuxième unité est située sur un terrain rocheux, où les arbres sont plus vulnérables aux chablis en raison de leur enracinement superficiel. Exception faite de ces deux cas, la mortalité est supérieure dans les témoins ce qui rend l'accroissement annuel net supérieur dans la majorité des unités jardinées.

Tableau 9. Moyenne* d'accroissement annuel cinq, dix et quinze ans après la coupe de jardinage dans les bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier

Unité	Surface terrière* m ² /ha	5 ans				10 ans				15 ans			
		Tiges survivantes m ² /ha	Tiges recrues m ² /ha	Mortalité m ² /ha	Accroissement net m ² /ha	Tiges survivantes m ² /ha	Tiges recrues m ² /ha	Mortalité m ² /ha	Accroissement net m ² /ha	Tiges survivantes m ² /ha	Tiges recrues m ² /ha	Mortalité m ² /ha	Accroissement net m ² /ha
87-BS-t	28,9	0,49	0,07	0,30	0,26	0,45	0,07	0,29	0,23	0,44	0,07	0,40	0,10
87-BS-j	21,2	0,52	0,04	0,57	-0,01	0,54	0,06	0,37	0,23	0,53	0,07	0,37	0,23
89-BS-t	30,6	0,54	0,05	0,44	0,15	0,50	0,06	0,45	0,11	0,47	0,05	0,46	0,06
89-BS-j	16,7	0,47	0,11	0,16	0,42	0,46	0,12	0,18	0,40	0,45	0,13	0,23	0,35
92-BS-jt	20,4	0,40	0,05	0,19	0,26	0,40	0,05	0,31	0,15				
92-BS-jsc	24,3	0,38	0,07	0,54	-0,09	0,41	0,08	0,42	0,07				

* mesures au gallon circonférenciel sur 0,5 ha.

Tableau 10. Moyenne* d'accroissement annuel cinq et dix ans après la coupe de succession

Unité	Surface terrière* m ² /ha	5 ans				10 ans				15 ans			
		Tiges survivantes m ² /ha	Tiges recrues m ² /ha	Mortalité m ² /ha	Accroissement net m ² /ha	Tiges survivantes m ² /ha	Tiges recrues m ² /ha	Mortalité m ² /ha	Accroissement net m ² /ha	Tiges survivantes m ² /ha	Tiges recrues m ² /ha	Mortalité m ² /ha	Accroissement net m ² /ha
85-PEB-s	11,2	0,48	0,07	0,09	0,46	0,68	0,08	0,08	0,68	0,64	0,07	0,03	0,68
90-PEB-t	29,2	0,42	0,04	0,77	-0,31	0,42	0,05	0,69	-0,22				
90-PEB-s	17,9	0,53	0,03	0,16	0,39	0,51	0,04	0,16	0,39				
91-BE-t	26,8	0,37	0,05	0,44	-0,02	0,14	0,05	0,17	0,02				
91-BE-es	16,9	0,32	0,06	0,13	0,24	0,28	0,08	0,06	0,30				
92-PEB-t	33,5	0,54	0,03	0,37	0,20	0,51	0,03	0,49	0,05				
92-PEB-s	12,1	0,39	0,01	0,31	0,08	0,42	0,02	0,25	0,19				
96-PBS-t	28,7	0,43	0,05	0,56	-0,08								
96-PBS-s	15,9	0,41	0,08	0,53	-0,04								

* mesures au gallon circonférenciel sur 0,5 ha.

Dix ans après la coupe, l'accroissement annuel moyen des tiges survivantes a progressé dans toutes les unités jardinées sauf dans une (92-EB-j). Selon ces résultats, les effets de la coupe se sont fait sentir surtout sur l'accroissement au cours de la période cinq à dix ans après la coupe. On remarque aussi que dans la majorité des unités, l'accroissement annuel brut (tiges survivantes et recrutées) des unités jardinées dépasse celui des témoins. La mortalité dans les témoins est très variable et elle est à l'origine des écarts considérables parmi les accroissements annuels nets lesquels se situent entre -0,14 et 0,44 m²/ha. Dans les unités jardinées, la mortalité varie moins et les accroissements annuels nets se situent entre 0,22 et 0,48 m²/ha.

Dans les six unités mesurées quinze ans après la coupe, les accroissements annuels brut (tiges survivantes et recrutées) et net ont tendance à fléchir légèrement ou à se maintenir près des valeurs obtenues après dix ans. Les figures 9 et 10 présentent un aperçu de deux unités expérimentales (témoin et jardinée) dans une érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles.

3.2.2 Bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier

L'accroissement annuel des tiges survivantes diffère entre les trois bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier (Tableau 9). Dans les deux premières, cet accroissement est très élevé, autant dans les témoins que dans les jardinées (0,49 à 0,54 m²/ha). Dans la troisième, où les deux unités ont été coupées, l'accroissement des tiges survivantes ressemble davantage à celui des érablières (0,40 et 0,38 m²/ha respectivement). Le meilleur accroissement dans les deux premières unités est imputable à une proportion plus élevée de conifères dont l'accroissement est supérieur à celui du bouleau jaune (MAJCN et BÉDARD 2000). La coupe a provoqué une mortalité plus importante dans les unités 87-BS-j et 92-BS-jsc, ce qui a rendu l'accroissement net négatif après cinq ans. Le chablis des conifères, après l'ouverture du peuplement, est la cause de cette importante mortalité. L'accroissement annuel des tiges survivantes est demeuré très élevé après dix ans et la mortalité a diminué dans les unités 87-BS-j et 92-BS-jsc, où elle demeure toutefois plus élevée que dans les témoins. Les accroissements annuels nets après dix ans sont très variables entre les unités jardinées et atteignent notamment les valeurs de 0,07 et 0,15 m²/ha (92-BS), de 0,23 m²/ha (87-BS-j) et de 0,40 m²/ha (89-BS-j). L'accroissement annuel net de l'unité jardinée 87-BS-j (0,23 m²/ha) demeure semblable après quinze ans de celui après dix ans. Par contre, la même valeur a légèrement diminué dans l'unité 89-BS-j (0,35 m²/ha) à la suite des chablis qui ont touché le peuplement au cours de l'hiver 2003-2004. La figure 11 illustre les résultats de la scarification effectuée dans l'unité 92-BS-jsc. La figure 12 illustre le chablis après la coupe en 2002 dans l'unité 87-BS-j.



Photo 2001

Figure 9. Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles. Unité témoin dans le compartiment jardiné en 1985-1986 et en 2001.



Photo 2002

Figure 10. Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles après la deuxième coupe de jardinage.



Photo 1994

Figure 11. Bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier après la coupe de jardinage et la scarification du sol en 1992-1993.



Photo 2004

Figure 12. Renversment de tiges de sapin baumier en bordure du sentier de débardage après la deuxième coupe de jardinage dans l'unité 87-BS-j (bétulaie jaune à sapin).



Photo 2002

Figure 13. Tremblaie à bouleau jaune et érable à sucre. Unité témoin.



Photo 1995

Figure 14. Bétulaie à bouleau jaune et érable à sucre après la coupe des peupliers (coupe de succession en 1990).

3.2.3 Groupements de reconstitution après feu

Les résultats après cinq ans sont aussi très variables dans les peuplements qui ont subi des coupes de succession. Les coupes de forte intensité sont à l'origine de l'excellent accroissement des tiges survivantes dans les unités 85-PEB-s, 90-PEB-s et 92-PEB-s, où les peupliers ont été entièrement prélevés. Les meilleurs résultats proviennent de l'unité 90-PEB-s, avec un accroissement annuel quinquennal des tiges survivantes de $0,53 \text{ m}^2/\text{ha}$, accumulé sur une surface terrière de $17,9 \text{ m}^2/\text{ha}$. L'accroissement annuel des tiges survivantes est plus faible dans l'unité 91-BE-es à dominance de bouleau jaune ($0,32 \text{ m}^2/\text{ha}$) et ceci s'explique par le faible prélèvement effectué (25,7 %). Ce peuplement a été traité par une combinaison d'éclaircie jardinatoire et de coupe de succession, où les érables rouges de mauvaise qualité ont d'abord été l'objet d'un marquage, suivi des quelques peupliers et ensuite des bouleaux jaunes de faible vigueur. Comme la mortalité est variable entre les unités traitées, l'accroissement annuel net varie ($-0,04$ à $0,46 \text{ m}^2/\text{ha}$). La mortalité est particulièrement élevée dans le témoin 90-PEB-t, où les vieux peupliers attaqués par les champignons-console sont arrivés à la fin de leur cycle de vie. L'accroissement net s'est amélioré dans trois unités coupées (85, 91 et 92) dix ans après la coupe grâce à la diminution de la mortalité. Les figures 13 et 14 illustrent l'unité témoin et l'unité traitée du bloc 90-PEB et la figure 33 l'unité traitée 91-BE-es.

3.2.4 Publication des résultats

Les résultats sur l'accroissement dans la forêt Mousseau ont été présentés dans plusieurs ouvrages, souvent conjugués aux résultats provenant d'autres secteurs expérimentaux de la DRF, notamment dans les suivants : MAJCEN et RICHARD 1992 et 1995; MAJCEN 1995, 1996, 1997a, 1997b, 1997c, 1998, 1999a, 1999b et 2000; BÉDARD et MAJCEN 2001 et 2003; MAJCEN et BÉDARD 2003a et 2003b; MAJCEN *et al.* 2004 et 2005.

3.2.5 Comparaison des résultats

Comparés aux autres secteurs expérimentaux situés dans le sud du Québec, les accroissements bruts et nets sont du même ordre. Les moyennes des accroissements annuels bruts (tiges survivantes et recrues) des unités jardinées de plusieurs secteurs sont notamment de $0,46 \text{ m}^2/\text{ha}$ (BÉDARD et MAJCEN 2001 et 2003), de $0,45 \text{ m}^2/\text{ha}$ (MAJCEN *et al.* 2004) et de $0,46 \text{ m}^2/\text{ha}$ (MAJCEN *et al.* 2005). Dans les mêmes ouvrages, les accroissements annuels nets moyens sont respectivement de $0,33$, $0,35$, $0,30$ et $0,32 \text{ m}^2/\text{ha}$. Ces résultats démontrent que le taux de mortalité est aussi assez constant et qu'il n'y a pas de différence marquée entre les accroissements nets. Les Américains obtiennent de meilleurs résultats expérimentaux à la suite des coupes de jardinage, vraisemblablement grâce à un climat plus favorable

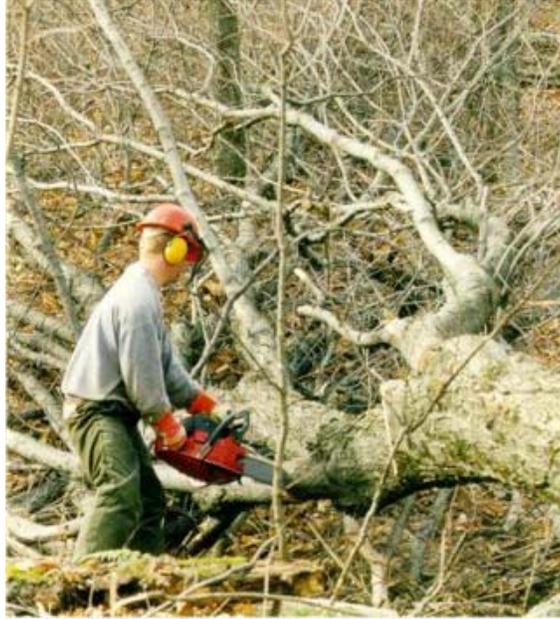


Figure 15. Les arbres sont tous étêtés après l'abattage. Cette opération permet de diminuer les blessures sur les arbres résiduels lors des opérations de débardage.



Figure 16. Le débardage des tiges se fait à l'aide de débusqueuse à câble. Les tiges sont souvent tronçonnées avant débardage afin de minimiser les blessures aux arbres résiduels.

pour la croissance de la forêt et à des taux de mortalité plus faibles. Les accroissements annuels nets moyens sont ainsi de 0,61 et 0,70 m²/ha (ERDMAN et OBERG 1973), de 0,55 à 0,57 m²/ha (MADER et NYLAND 1984), de 0,40 à 0,48 m²/ha (CROW *et al.* 1981) et de 0,48 à 0,62 m²/ha (LAMSON et SMITH 1991). Les résultats de SOLOMON (1977) provenant du New Hampshire se comparent bien à ceux de la forêt Mousseau avec des accroissements annuels nets de 0,26 à 0,38 m²/ha. En Ontario, les mêmes accroissements obtenus par ONDRO et LOVE (1979) sont légèrement inférieurs avec 0,25 et 0,30 m²/ha.

3.3 Blessures d'exploitation

Le taux de tiges blessées au cours de l'exploitation se situait entre 4,6 et 37,3 %. Ce taux dépendait de plusieurs facteurs, parmi lesquels les plus importants semblaient être :

- l'exploitant lui-même, c'est-à-dire son expérience, sa motivation et son effort;
- l'intensité de la coupe;
- la longueur des billes débusquées;
- la saison de la coupe;
- les conditions de terrain, surtout la pente et la pierrosité.

Le taux de tiges blessées dans les coupes de jardinage d'intensité de 25 à 30 % se situait généralement entre 5 et 15 %. Les taux très élevés de tiges blessées (supérieurs à 20 %) proviennent des coupes de succession de forte intensité. Le taux de blessures diminuait lorsque l'exploitant était plus consciencieux, qu'il utilisait des débusqueuses aux dimensions appropriées, qu'il planifiait les chemins de débusquage ou qu'il débusquait des billes dont la longueur était inférieure à 15 m. Le taux de blessures diminuait aussi lorsque l'intensité de coupe était inférieure à 30 %, que la coupe se déroulait en automne, lorsque le sol était gelé ou que le terrain présentait des pentes douces et de faible pierrosité. Les résultats concernant la qualité de la coupe ont été présentés dans les rapports internes suivants : MAJCEN et SAUCIER 1986, MAJCEN 1987, MAJCEN 1988, MAJCEN et RICHARD 1991, MAJCEN 1993 et MAJCEN 1995.

Depuis l'an 2000, les abatteuses sont utilisées avec des résultats variables. Le taux de blessures sur les arbres résiduels est moindre, mais sur le passage de l'abatteuse et du débardeur, toute la régénération commerciale est pratiquement détruite par le passage répété des machines dans les mêmes sentiers. Les ornières demeurent souvent remplies d'eau ou envahies par les graminées. Rappelons qu'après 1998, moment qui correspond au début de la deuxième rotation, l'équipe technique de la DRF balisait les chemins de débusquage dans le but d'une part de protéger au maximum la régénération des essences commerciales rendue au stade des gaules après la première coupe et, d'autre part, d'éviter la prolifération des sentiers de débardage. Les figures 15 et 16 illustrent les opérations d'étêtage et de débusquage des tiges.

3.4 La deuxième rotation

En 1997, le dernier des quinze compartiments a été coupé dans la forêt Mousseau et la première rotation s'est terminée. L'année suivante, une nouvelle rotation a débuté par l'exécution d'une deuxième coupe dans le premier compartiment. Par la suite, au cours des années, les coupes se sont succédées dans les autres compartiments en suivant le plan établi. Une seconde coupe de jardinage a été effectuée dans les peuplements ayant déjà été jardinés ainsi que dans les peuplements ayant subi des coupes de succession d'intensité modérée au cours de la première rotation. Dans le cas des coupes de successions, les inventaires effectués avant la deuxième coupe devaient démontrer que la surface terrière satisfaisait les critères du jardinage ($\geq 21 \text{ m}^2/\text{ha}$). Les peuplements issus des coupes de succession de forte intensité et composés surtout des tiges de petits diamètres n'ont pas été traités lors de la deuxième rotation. Des éclaircies commerciales sont prévues dans ces peuplements, lorsque la densité le justifiera.

Le dispositif expérimental établi par la DRF dans tous les compartiments au cours de la première rotation a été mesuré de nouveau avant la deuxième coupe pour déterminer, entre autres, la surface terrière quinze années après la coupe. Comme il a déjà été mentionné, une des hypothèses expérimentales concernait le rétablissement de la surface terrière initiale après les coupes de jardinage d'une intensité d'environ 25 % de la surface terrière des peuplements. Toutefois, puisque les peuplements étaient constitués d'une quantité importante de tiges non vigoureuses avant le traitement, l'intensité des coupes a été ajustée à la hausse (environ 30 %) afin d'éliminer une bonne proportion de ces tiges.

Selon les résultats obtenus dans les érablières, la surface terrière initiale a été atteinte après quinze ans dans les unités 83-EBH-ji et 84-EBT-j, où l'intensité de la coupe a été respectivement de 28 et 19 %. La surface terrière initiale a été presque reconstituée dans les unités 84-EBTP-js et 86-EBH-j pour lesquelles l'intensité de la coupe a été respectivement de 28 et 32 %. Dans les unités 83-EBH-jm et 83-EBH-jf, où l'intensité de la coupe a été augmentée et où les surfaces terrières ont été abaissées respectivement à 14,8 et 12,8 m^2/ha , la rotation devrait s'allonger à près de 30 ans pour atteindre les surfaces terrières initiales. Dans les unités 85-EBH-j, 87-EBH-j, 88-EBH-j et 89-EB-j, les accroissements bruts ont été légèrement inférieurs et les mortalités plus élevées que dans les autres unités. Cette combinaison n'a pas permis la reconstitution de la surface terrière coupée au cours de la rotation de quinze ans. Remarquons aussi que l'intensité de la coupe a été supérieure à 30 % dans les unités 85-EBH-j et 87-EBH-j et que, normalement, une rotation d'une vingtaine d'années aurait été nécessaire pour reconstituer la surface terrière initiale avec cette intensité de prélèvement.

Parmi les deux peuplements mélangés, les forts chablis n'ont pas permis le rétablissement de la surface terrière initiale dans l'unité 87-BS-j, par contre elle a été presque récupérée dans l'unité 89-BS-j.

Exception faite de l'unité 83-EBH-jf, toutes les unités expérimentales coupées entre 1983 et 1989 ont subi une deuxième coupe. L'intensité de cette dernière se situait autour de 25 % dans tous les peuplements coupés. Il n'y a donc pas eu de coupe dont l'intensité atteignait ou dépassait 30 %, comme ce fut le cas dans plusieurs unités au cours de la première rotation. Tout comme pour la première, la deuxième coupe visait d'abord les tiges non vigoureuses. Celles-ci ont donc été en très grande partie éliminées des peuplements, laissant sur pied des tiges en majorité vigoureuses et contenant ou ayant un fort potentiel de production de bois d'œuvre. Cette uniformité du prélèvement lors de la deuxième coupe a laissé des surfaces terrières résiduelles variant de 17 à 19 m²/ha pour les érablières. Dans les peuplements mélangés, les sapins de 20 cm et plus ont été visés par la coupe afin de prévenir les pertes par les chablis. Les surfaces terrières respectives des deux unités jardinées étaient de 17 et 16 m²/ha après la deuxième coupe.

3.5 Développement des gaules

Les gaules (tige de dhp compris entre 1,1 et 9 cm) ont été mesurées après la coupe, dix ans plus tard et avant la deuxième coupe, le cas échéant. Les résultats sont présentés dans les paragraphes qui suivent selon les types de peuplements.

3.5.1 Érablières

Avant la coupe, ce sont les gaules d'érable à sucre que l'on retrouvait en plus grand nombre parmi l'ensemble des essences présentes dans la grande majorité des unités établies dans les érablières (Tableau 11). Elles se comptaient généralement par centaines. Le hêtre à grandes feuilles occupait fréquemment la deuxième position ou parfois la première, dans les érablières à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles. Les gaules de bouleau jaune, des autres essences commerciales et non commerciales étaient présentes en quantité négligeable. La coupe de jardinage a provoqué une multiplication des gaules d'essences commerciales lesquelles se comptent souvent par milliers, après dix ou quinze ans. Le nombre de gaules d'érable à sucre s'est accru considérablement dans toutes les unités jardinées, mais proportionnellement, c'est le nombre de gaules de hêtre qui s'est accru le plus. Dans plusieurs unités, le hêtre s'étend au détriment des autres essences. Ce phénomène d'envahissement du hêtre ne semble pas une cause directe de l'application des coupes de jardinage, puisqu'il se manifeste aussi bien dans les unités témoins que dans celles jardinées.

En ce qui concerne les gaules de bouleau jaune, elles se sont développées en grand nombre dans les unités 85-EBH-j, 86-EBH-j (Figures 17 et 18) et un peu moins dans 89-EB-j. Elles sont aussi abondantes dans les unités jardinées établies en 1983, 1987 et 1988, mais leur nombre est largement inférieur à celui de l'érable à sucre et du hêtre. Parmi les autres essences commerciales, de jeunes tilleuls dans 84-SV-EBT-j et de jeunes cerisiers tardifs dans 94-EOC-j ont vu leur nombre s'accroître de façon notable.

Tableau 11. Développement des gaules (diamètre de 1,1 à 9,0 cm) dans les érablières.
Nombre de tiges à l'hectare calculé sur une période de quinze ans ou dix ans¹ après la coupe

Unité	Ers*		Boj		Heg		Cet ² , Tia ³		Autres commerciales		Total commerciales		Total non commerciales	
	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin
83-EBH-t	136	2664	–	12	4	1020	–	–	–	16	140	3712	–	28
83-EBH-ji	200	1516	–	308	6	1692	–	–	–	44	206	3560	–	836
83-EBH-jm	132	2344	–	416	8	472	–	–	–	112	140	3344	–	512
83-EBH-jf	94	5354	–	656	4	262	–	4 ³	–	10	98	6286	–	750
84-EBT-t	396	2156	2	12	–	22	–	34 ³	12	20	410	2244	–	6
84-EBT-j	290	5646	–	76	–	4	–	130 ³	18	12	308	5868	–	18
84-EBT-js	372	2900	4	100	8	50	24 ³	–	326	150	734	3200	64	600
85/86-EBH-t	1196	1544	10	20	70	306	–	2 ²	8	18	1284	1890	–	2
85-EBH-j	528	2154	18	830	46	904	–	8 ²	–	56	592	3952	6	272
86-EBH-j	1176	2646	56	494	248	794	–	2 ²	8	10	1488	3946	80	140
87-EBH-t	288	694	–	12	64	2796	–	–	–	2	352	3504	–	16
87-EBH-j	222	2290	6	278	168	1350	–	4 ²	2	34	398	3956	–	114
88-EBH-t	582	504	10	30	288	1416	–	–	26	34	906	1984	18	58
88-EBH-j	262	2118	2	194	356	2158	–	–	2	30	622	4500	6	96
89-EB-t	394	506	18	88	88	344	–	2 ²	34	100	534	1040	26	322
89-EB-j	476	728	18	288	4	96	–	–	62	356	560	1468	36	264
92-EB-t ¹	918	2216	52	58	162	320	–	2 ²	62	26	1194	2622	70	164
92-EB-j ¹	242	2368	12	98	74	504	–	–	20	60	348	3030	–	14
93-EBH-t ¹	518	460	42	52	516	1012	–	–	52	64	1128	1588	58	98
93-EBH-j ¹	448	1348	14	130	434	1414	–	–	6	14	902	2906	46	254
94-EOC-t ¹	216	294	4	34	10	26	–	–	–	–	230	354	–	34
94-EOC-j ¹	180	764	4	76	48	160	–	124 ²	–	136	232	1260	68	332

*Ers = érable à sucre, Boj = bouleau jaune, Heg = hêtre à grandes feuilles, Cet = cerisier tardif, Tia = tilleul d'Amérique



Photo 2002

Figure 17. Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles après la deuxième coupe de jardinage. Gaules de bouleau jaune dans une ouverture d'environ 100 m² de surface créée par la première coupe en 1985.



Photo 2002

Figure 18. Érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles après la deuxième coupe de jardinage. Gaules de bouleau jaune dans une ouverture d'environ 200 m² de surface créée par la première coupe en 1986.

Tableau 12. Développement des gaules (diamètre de 1,1 à 9,0 cm) dans les bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier. Nombre de tiges à l'hectare calculé sur une période de dix ans après la coupe de jardinage¹ ou de la scarification du sol² (avec plantation du pin blanc³)

Unité	Boj*		Autres feuillus		Sab		Epx		Tho ⁴ ou Pib ⁵		Total commerciales		Total non commerciales	
	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin
87-BS-t	46	44	62	190	510	766	212	310	–	–	830	1310	176	350
87-BS-j ¹	26	96	46	264	232	472	48	60	–	–	352	892	498	1886
89-BS-t	68	22	146	104	522	526	138	144	–	–	874	796	366	222
89-BS-j ¹	84	102	240	372	516	526	136	154	–	–	976	1154	360	1046
92-BS-jt	82	232	418	550	104	182	36	50	–	–	640	1014	66	384
92-BS-jsc ^{1,2}	26	74	278	480	206	240	50	80	2 ⁴	–	562	874	116	566
93-BS-t	44	136	968	1656	192	468	8	12	–	–	1212	2272	120	272
93-BS-sc ²	116	112	1732	1436	640	580	24	4	–	–	2512	2132	320	172
93-BS-scp ³	68	132	448	464	156	336	56	76	–	176 ⁵	728	1184	116	260

*Boj = bouleau jaune, Sab = sapin baumier, Epx = épinette rouge et épinette blanche, Tho = thuya occidental, Pib = pin blanc

Tableau 13. Développement des gaules (diamètre de 1,1 à 9,0 cm) après la coupe de succession. Nombre de tiges à l'hectare calculé sur une période de quinze ans¹ ou dix ans² après la coupe

Unité	Peu*		Ers		Boj		Err		Autres commerciales		Total commerciales		Total non commerciales	
	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin
85-PEB-s ¹	–	22	264	1280	2	102	2	18	20	236	288	1658	–	484
90-PEB-t ²	–	–	974	838	32	12	46	72	230	470	1282	1392	34	72
90-PEB-s ²	–	4	486	1040	12	10	2	76	98	158	598	1288	52	298
91-BE-t ²	–	–	630	944	32	16	8	4	334	380	1004	1344	228	330
91-PBE-es ²	–	–	772	1150	24	34	30	252	328	638	1154	2074	60	148
92-PEB-t ²	–	–	590	732	26	6	–	–	116	372	732	1110	6	40
92-PEB-s ²	–	4548	186	2462	4	132	–	24	32	290	222	7456	20	932

*Peu = peuplier faux-tremble et peuplier à grandes dents, Ers = érable à sucre, Boj = bouleau jaune, Err = érable rouge

3.5.2 Bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier

Dans les bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier, la composition de l'étage des gaules (Tableau 12) diffère considérablement de celle de l'étage dominant (Tableau 6). L'essence désirée, soit le bouleau jaune, est très peu présente, lorsque comparée aux autres feuillus (surtout l'érable rouge et l'érable à sucre) et aux conifères (sapin baumier et épinette rouge). Les espèces non commerciales (surtout l'érable à épis et l'érable de Pennsylvanie) sont plus abondantes que dans les érablières et semblent avoir profité de la coupe, au détriment des essences commerciales. La régénération de bouleau jaune qui s'était établie après la coupe n'a pas résisté à la concurrence des autres espèces. En ce qui concerne les unités 92-BS-jsc et 93-BS-sc, l'abondante régénération de bouleau jaune, qui s'était en majorité concentrée dans les ouvertures scarifiées, a été détruite en grande partie par le broutement des cerfs de Virginie. Dix ans après la scarification et la mise en terre dans l'unité 93-BS-scp, plusieurs plants de pins blancs ont atteint le stade de gaulis.

3.5.3 Groupements de succession après feu

La strate de gaulis, dans les peuplements qui ont subi une coupe de succession (Tableau 13), est principalement composée d'érable à sucre avec une présence moindre d'érable rouge, de sapin baumier, d'épinette rouge, de hêtre à grandes feuilles et de bouleau jaune. Dans les deux peuplements coupés fortement (85-PEB-s et 92-PBE-s), les grandes ouvertures ont été envahies par des drageons de peupliers. L'érable à sucre et les espèces non commerciales ont aussi augmenté leur nombre au cours des années qui ont suivi la coupe. Finalement, dans trois unités coupées sur quatre, l'érable à sucre domine après dix ou quinze ans.

3.5.4 Coupe à blanc par bande

Le tableau 14 présente le dénombrement des gaules de deux bandes coupées à blanc en 1983 et en 1984, respectivement dans une érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles et dans une tremblaie à érable à sucre. Dans la première, dix-sept ans après la coupe, les principales essences sont l'érable à sucre (71 %) dont plusieurs sont issues de rejets de souche et le cerisier de Pennsylvanie (23 %). Dans cette bande, les jeunes arbres ont subi des dégâts importants par la neige abondante tombée en 1996-1997. Ces dommages, en majorité des tiges recourbées et des cimes déformées, sont surtout visible sur le bouleau jaune, qui dominait alors en hauteur l'érable à sucre. La figure 19 illustre la régénération dans la bande, onze ans après la coupe de 1983. Dans la seconde bande (84-PEBT), quinze ans après la coupe, l'érable à sucre, le peuplier issus de drageons et le cerisier de Pennsylvanie composent la majeure partie de l'étage des gaulis, avec respectivement 57, 18 et 17% des gaules. La figure 20 illustre le jeune peuplement qui s'est installé seize ans après la coupe de 1984. Dans les deux bandes, plusieurs dizaines de tiges ont aujourd'hui dépassé 9,1 cm de diamètre.

Tableau 14. Développement des gaules (diamètre de 1,1 à 9,0 cm). Coupe à blanc par bandes. Nombre de tiges à l'hectare

Unité	Ers*	Boj	Heg	Peu	Autres commerciales	Total commerciales	Cep	Erp	Autres non commerciales	Total non commerciales	Total global
83-EBH-Bande	8 360	253	177	93	70	8 953	2 757	57	17	2 830	11 783
17 ans après la coupe	70,9 %	2,1 %	1,5 %	0,8 %	0,6 %	76,0 %	23,4 %	0,5 %	0,1 %	24 %	100 %
84-PEBT-bande	7 317	46	–	2 288	563	10 213	2 242	21	471	2 733	12 946
15 ans après la coupe	56,5 %	0,4 %	0 %	17,7 %	4,3 %	78,9 %	17,3 %	0,2 %	3,6 %	21,1 %	100 %
Nombre total de tiges commerciales de 9,1 à 19 cm dans l'unité 83-EBH-bande :											93
Nombre total de tiges non commerciales de 9,1 à 19 cm dans l'unité 83-EBH-bande :											427
Nombre total de tiges commerciales de 9,1 à 19 cm dans l'unité 84-PEBT-bande :											313
Nombre total de tiges non commerciales de 9,1 à 19 cm dans l'unité 84-PEBT-bande :											146

* Ers = érable à sucre, Boj = bouleau jaune, Heg = hêtre à grandes feuilles, Peu = peuplier faux-tremble et peuplier à grandes dents, Cep = cerisier de Pennsylvanie, Erp = érable de Pennsylvanie



Photo 1994

Figure 19. Jeune peuplement onze ans après une coupe à blanc par bande dans une érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles.



Photo 2000

Figure 20. Jeune peuplement seize ans après une coupe à blanc par bande dans une tremblaie à érable à sucre.

Tableau 15. Développement des gaules (diamètre de 1,1 à 9,0 cm). Coupes progressives, unité 83-EBH-pro. Nombre de tiges à l'hectare

Unité 83-EBH-pro	Avant la 1 ^{re} coupe	Après la 1 ^{re} coupe	Avant la coupe définitive	Après la coupe définitive		Cinq ans après la coupe définitive
				Sains	Blessés	
Ers*	270 94,9 %	123 94,6 %	7 060 72 %	2 980 76,4 %	1 175 74,1 %	7 365 86,4 %
Boj	1 0,4 %	1 0,4 %	195 2 %	45 1,2 %	60 3,8 %	120 1,4 %
Heg	12 4,2 %	7 5 %	530 5,4 %	220 5,6 %	110 6,9 %	395 4,6 %
Autres commerciales	– 0 %	– 0 %	110 1,1 %	80 2,1 %	25 1,6 %	70 0,8 %
Total commerciales	283 99,5 %	129,5 100 %	7 895 80,6 %	3 325 85,3 %	1 370 86,4 %	7 950 93,3 %
Cep	– 0 %	– 0 %	1 755 17,9 %	535 13,7 %	185 11,7 %	510 6 %
Erp	2 0,5 %	– 0 %	140 1,4 %	40 1 %	25 1,6 %	65 0,8 %
Autres non commerciales	– 0 %	– 0 %	10 0,1 %	0 0 %	5 0,3 %	– 0 %
Total non commerciales	2 0,5 %	– 0 %	1 905 19,4 %	575 14,7 %	215 13,6 %	575 6,7 %
Total global	285 100 %	130 100 %	9 800 100 %	3 900 100 %	1 585 100 %	8 525 100 %

* Ers = érable à sucre, Boj = bouleau jaune, Heg = hêtre à grandes feuilles, Cep = cerisier de Pennsylvanie, Erp = érable de Pennsylvanie

3.5.5 Coupe progressive

L'unité 83-EBH-jf a été divisée en 1994 de manière à permettre le suivi de la première coupe de jardinage (intensité de 52 %) et l'exécution d'une coupe finale de coupe progressive. Juste avant la coupe finale, la strate des gaules se composait en majorité d'érable à sucre (72 %), de cerisier de Pennsylvanie (18 %) et de hêtre à grandes feuilles (5 %) (Tableau 15). Le bouleau jaune ne représentait que 2 % des gaules (195 gaules/ha). Lors des opérations de récolte et de débardage, un grand nombre de gaules ont été détruites ou blessées. La figure 21 illustre l'état du peuplement après la coupe définitive. Cinq ans après la coupe, l'érable à sucre domine toujours les gaules et sa proportion est passée à plus de 86 %.

3.5.6 Coupe à blanc par parquet

Les framboisiers ont presque entièrement recouvert les surfaces des deux parquets coupées à blanc, laissant peu de place aux essences commerciales. Au cours des dernières années, des semis de sapin baumier ont commencé à percer la couverture de framboisier à quelques endroits. Huit ans après la coupe totale, les semis de bouleau jaune demeurent épars parmi les denses broussailles d'espèces non commerciales et ce malgré la présence de plusieurs semenciers à la bordure des parquets. Les tableaux 16 et 17 présentent les résultats obtenus pour le nombre de semis à l'hectare dénombré dans cinq quadrats de régénération de 4 m². Les résultats se ressemblent dans les deux parquets. La figure 22 illustre l'état du parquet cinq ans après la coupe.

Tableau 16. Régénération cinq ans après la coupe par parquet (Superficie coupée : 0,5 ha)

Hauteur	Nombre de semis à l'hectare (en milliers)					
	< 2 cm	2 à 10 cm	10 à 20 cm	20 à 50 cm	50 à 100 cm	> 100 cm
Espèce						
Bouleau jaune	1,5	---	---	2,0	1,0	0,5
Érable à sucre	---	---	0,5	2,5		
Érable rouge	---	---	0,5	---	---	1,0
Sapin baumier	---	1,5	---	1,0	---	---
Épinette blanche	0,5	---	---	---	---	---
Total commerciales	2,0	1,5	1,0	5,5	1,0	1,5
Framboisier	---	5,0	4,0	14,0	36,0	25,0
Viorne à feuilles d'aulne	---	---	0,5	10,0	9,5	4,5
If du Canada	---	---	0,5	2,5	---	---
Noisetier	---	---	---	---	1,0	3,5
Érable à épis	---	---	---	0,5	---	1,0
Cerisier de Pennsylvanie	---	---	---	0,5	---	1,0
Autres non commerciales	---	---	0,5	3,5	1,0	4,5
Total non commerciales		5,0	5,5	31,0	47,5	39,5

Tableau 17. Régénération cinq ans après la coupe par parquet (Superficie coupée : 0,25 ha)

Hauteur	Nombre de semis à l'hectare (en milliers)					
	< 2 cm	2 à 10 cm	10 à 20 cm	20 à 50 cm	50 à 100 cm	> 100 cm
Espèce						
Bouleau jaune	0,5	0,5	---	0,5	0,5	---
Érable à sucre	---	---	4,0	13,5	6,0	4,5
Érable rouge	---	3,5	2,0	1,0	---	---
Hêtre à grandes feuilles	---	---	---	0,5	---	---
Sapin baumier	0,5	---	---	---	---	---
Total commerciales	1,0	4,0	6,0	15,5	6,5	4,5
Framboisier	---	---	0,5	12,0	32,0	12,0
Viorne à feuilles d'aulne	---	0,5	0,5	6,0	7,0	5,0
Érable à épis	---	---	---	---	2,5	1,0
Érable de Pennsylvanie	---	0,5	0,5	1,5	0,5	2,0
Noisetier	---	---	---	1,0	---	---
If du Canada	---	---	1,5	0,5	---	---
Total non commerciales	---	1,0	2,0	21,0	42,0	20,0



Photo 1995

Figure 21. Jeune peuplement issu de la coupe finale effectuée en 1994, dans le cadre d'une coupe progressive initiée en 1983 (photo sept mois après la coupe définitive).



Photo 2002

Figure 22. Broussailles composées d'espèces non commerciales, cinq ans après la coupe à blanc par parquet effectuée sur 0,5 ha en 1997, dans une bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier.

Chapitre quatre

Enseignement

Dès le début des traitements sylvicoles en 1983, le territoire de la future forêt d'enseignement et de recherche Mousseau est devenu un lieu de rencontre des forestiers désireux de se familiariser avec les coupes de jardinage, et par la suite, avec d'autres traitements sylvicoles. L'importance de la recherche appliquée s'y déroulant ainsi que l'intérêt suscité par les résultats obtenus ont amené les autorités du ministère des Ressources naturelles à créer officiellement la forêt d'enseignement et de recherche en 1990.

Les premiers visiteurs ont été des ingénieurs et des techniciens forestiers des régions 06 et 07. Au cours des années qui ont suivi, la forêt Mousseau a été visitée par un grand nombre de forestiers pratiquant leur profession dans les forêts de feuillus ainsi que par des étudiants en foresterie ou en biologie. Des visites sur le terrain ont été organisées par le personnel de la DRF et de l'unité de gestion de La Lièvre (Figures 23 et 24). Parmi les groupes de visiteurs, on identifiait notamment :

- des forestiers des régions administratives 01, 03, 04, 05, 06, 07 et 08 dont la gestion touche les forêts inéquiennes feuillues et mélangées;
- des forestiers de divers services centraux du ministère des Ressources naturelles;
- des forestiers des forêts privées;
- des forestiers à l'emploi de l'industrie forestière;



Figure 23. La tournée de la forêt Mousseau en compagnie des représentants du Centre local de développement Antoine-Labelle et de la municipalité régionale de comté Antoine-Labelle en juin 2005.



Figure 24. La tournée de la forêt Mousseau avec les étudiants en foresterie de l'Université Laval en août 1999.

- des étudiants en foresterie de l'Université Laval à Québec et leurs professeurs. La forêt Mousseau est devenue un arrêt obligatoire pour les étudiants de première année qui participent à la tournée annuelle dans les forêts de feuillus;
- des étudiants en biologie de l'Université du Québec à Montréal et leurs professeurs;
- des étudiants du cégep de Mont-Laurier et leurs professeurs;
- des visiteurs de l'extérieur du Québec (Canada, États-Unis, Pérou et France).

Selon une évaluation sommaire, près de 1 400 forestiers ou étudiants ont participé aux visites guidées dans la forêt Mousseau entre les années 1984 et 2005.

Le nombre de peuplements avec de nouveaux traitements ouvert aux visiteurs augmente d'une année à l'autre. Il faudrait environ trois à quatre jours pour voir toutes les expériences de la DRF à la forêt Mousseau. Ainsi, le choix des traitements à visiter pendant la tournée sur le terrain se fait parmi ceux facilement accessibles le long des chemins forestiers carrossables. Les résultats des traitements afférents aux peuplements visités se retrouvent dans les tableaux précédents.

La tournée d'une journée comprend notamment :

- la coupe de jardinage par pied d'arbres et par petites ouvertures, exécutée en 1985 et 2001 dans une érablière à bouleau jaune et hêtre (Tableau 11, photo à la page ii). Les visiteurs peuvent voir un peuplement composé de tiges vigoureuses de belle qualité, résultat d'un choix judicieux des arbres à couper. Lors de la première coupe effectuée en 1985, le peuplement a été parsemé de petites ouvertures d'une surface inférieure à 200 m² lesquelles se sont très bien régénérées en bouleau jaune (Figure 17). Présentement, on y trouve un grand nombre de gaules de bouleau jaune de belle qualité dont les cimes sont exposées au soleil une partie de la journée. La visite du témoin, contigu à l'unité jardinée, fournit au visiteur un comparable ayant évolué sans intervention (Figure 9).
- la coupe de jardinage par pied d'arbre et par trouées exécutée en 1986 et 2001 (Tableau 11) laquelle se distingue du traitement précédent par la création d'ouvertures plus grandes et de trouées dont la superficie varie de 200 à 400 m². Les trouées se sont très bien régénérées en bouleau jaune (Figure 18). Les fûts des gaules de bouleau jaune sont de belle qualité en bordure des trouées, mais sont souvent déformés vers le milieu, en raison des dommages causés par la neige durant l'hiver 1997-1998.



Photo 2002

Figure 25. Exclos renfermant de grands semis de bouleau jaune dans une ouverture scarifiée après la coupe de jardinage en 1993 dans une bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier.



Photo 2002

Figure 26. Semis de bouleau jaune broutés par le cerf de Virginie à l'extérieur de l'exclos présenté à la figure précédente.

- la coupe de succession exécutée en 1990 dans une tremblaie à érable à sucre et bouleau jaune (Tableau 13). Lors de la récolte des peupliers, une attention particulière a été portée aux tiges résiduelles afin d'éviter les blessures. Le visiteur se retrouve donc devant le résultat final, une belle bétulaie à bouleau jaune avec un sous-étage d'érable à sucre (Figure 14). L'unité témoin présente l'évolution naturelle du peuplement, soit un étage dominant de peupliers, des bouleaux jaunes en position codominante et un sous-étage d'érable à sucre (Figure 13).
- la scarification du sol dans une bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier (Tableau 12). Le peuplement visité a été jardiné en 1992 et un scarifiage a été pratiqué dans les petites ouvertures créées par la coupe (Figure 11). Une abondante régénération de bouleau jaune s'est installée sur les surfaces scarifiées, mais elle a été broutée par le cerf de Virginie. Un exclos de 5 m sur 5 m a été érigé en 1999 afin de protéger une ouverture scarifiée. Aujourd'hui, les visiteurs peuvent comparer les jeunes bouleaux jaunes bien formés dans l'exclos (Figure 25) avec la régénération dense, mais de petite taille et déformée par le broutement, dans les ouvertures scarifiées non protégées (Figure 26). Il y a présentement plus de gaules dans les ouvertures témoins que dans les ouvertures scarifiées. L'absence de concentrations de jeunes bouleaux jaunes les a vraisemblablement protégés des cerfs.
- la coupe de jardinage en 1987 et 2002 dans une bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier (Tableau 12, Figure 12). Plusieurs sapins baumiers ont été renversés par le vent au cours des années qui ont suivi la première coupe. Ces pertes importantes se faisaient toujours sentir en 2002, car le peuplement n'avait pas réussi à récupérer l'équivalent de la surface terrière coupée en 1987. À la suite de la première coupe, le bouleau jaune s'est très faiblement régénéré et peu de jeunes sapins et d'épinettes rouges ont résisté à la concurrence de la viorne à feuille d'aulne et de l'érable à épis. À la suite de la deuxième coupe en 2002, une excellente régénération de bouleau jaune s'est installée sur les surfaces scarifiées au cours de l'opération de débusquage automnale. Les visiteurs peuvent voir la structure du peuplement après deux coupes de jardinage à intervalle de quinze ans et comparer l'état actuel de la régénération dans les ouvertures et les parties ombragées du peuplement.
- la coupe à blanc par parquet exécutée en 1997 sur 0,5 ha dans une bétulaie à bouleau jaune et sapin baumier. Dans une moitié de la surface coupée, un scarifiage par poquets a été effectué à la pelle mécanique dans le but de faciliter l'installation du bouleau jaune. Ce dernier s'était bien régénéré dans les poquets, mais les semis ont peu évolué et ont été rapidement étouffés par le framboisier. Présentement, toute la surface du parquet est occupée par des broussailles improductives où le framboisier domine (Figure 22). Les semis de bouleau jaune sont épars et de jeunes sapins commencent à pointer parmi les broussailles.



Photo 2004

Figure 27. Aperçu général de la régénération deux ans après la création d'une trouée de 25 m de diamètre dans le dispositif installé en 2002. On peut voir la régénération de bouleau jaune le long du ruban bleu.



Photo 2005

Figure 28. Érablière à bouleau jaune typique et tilleul d'Amérique, sept ans après la deuxième coupe de jardinage.

- la coupe par trouées effectuée en 2002 dans une bétulaie à bouleau jaune et sapin. Une excellente régénération de bouleau jaune s’est installée dans toutes les trouées, peu importe la dimension. Des exclos ont été érigés autour de trois trouées sur douze afin d’éliminer l’effet du broutement (Figure 27). Au cours des prochaines années, les visiteurs pourront comparer le développement des semis et des gaules de bouleau jaune et des autres espèces ligneuses en fonction de la dimension des trouées et de la présence ou non des exclos.
- la coupe à blanc par bande, après avoir traversé successivement trois peuplements traités différemment. Le premier peuplement traversé est une ancienne érablière à bouleau jaune et tilleul d’Amérique, faciès à peuplier faux-tremble laquelle a subi d’abord une coupe de succession. En 1983, les peupliers de l’étage dominant ont été coupés, dégagant ainsi le sous-étage composé d’érable à sucre, de bouleau jaune et de tilleul. En 1998, le peuplement a été soumis à une coupe de jardinage dans le but de l’assainir. Le deuxième peuplement traversé est une érablière à bouleau jaune et tilleul où des coupes de jardinage ont été pratiquées en 1983 et 1998. Présentement, le peuplement se compose de belles tiges, dont plusieurs sont de grande taille, et d’un dense sous-étage de gaules d’érable à sucre (Figure 28). Le troisième peuplement est une érablière à ostryer de Virginie et orme d’Amérique située sur le sommet d’une colline laquelle a aussi été traitée par coupe de jardinage en 1983 et 1998. Présentement, le peuplement se compose d’arbres vigoureux et de bonne qualité, et d’un sous-étage pourvu d’une grande quantité de gaules d’érable à sucre et de quelques ormes et ostryers (Figure 29). Le dernier peuplement visité se trouve dans une érablière à bouleau jaune et hêtre (Tableau 14, Figure 19). La bande coupée à blanc en 1983 est maintenant au stade de gaulis et est en majorité composée d’érable à sucre. Les dégâts causés par la neige en 1997-1998 sont encore bien visibles, plusieurs tiges ont été cassées ou pliées.
- la coupe progressive dans l’érablière à bouleau jaune et hêtre à grandes feuilles, pour laquelle la première coupe et la coupe finale ont été exécutées en 1983 et en 1994. Les visiteurs traversent d’abord la partie jardinée du peuplement coupé à 52 % en 1983, laquelle n’a subi aucune autre intervention. Par la suite, ils entrent dans la partie où le peuplement résiduel a été récolté lors de la coupe finale en 1994 (Figure 21). La régénération préétablie s’est alors transformée en un jeune peuplement de gaules composé en majorité d’érable à sucre (Tableau 15).

Mise à part cette tournée habituelle d’une journée, quelques autres traitements ou peuplements peuvent intéresser les forestiers :

- la coupe par trouées pratiquée en 2000 dans une érablière à bouleau jaune (Figures 30 et 31). Les visiteurs peuvent remarquer les dégâts causés par le cerf de Virginie sur les semis de bouleau jaune dans les trouées non clôturées. Cette expérience suscite beaucoup d’intérêt depuis ses débuts.



Photo 2005

Figure 29. Érablière à ostryer de Virginie et orme d'Amérique, sept ans après la deuxième coupe de jardinage.



Photo 2004

Figure 30. Exclos d'évaluation du développement de la régénération en l'absence de broutement du cerf de Virginie (dispositif de trouées dans l'érablière à bouleau jaune établi en 2000).



Photo 2004

Figure 31. Aperçu de la régénération dans une trouée circulaire de 35 m de diamètre entourée d'une clôture dans le dispositif de coupe par trouée établi en 2000 dans une érablière à bouleau jaune. La régénération de bouleau jaune atteint environ 1,50 m après quatre ans.

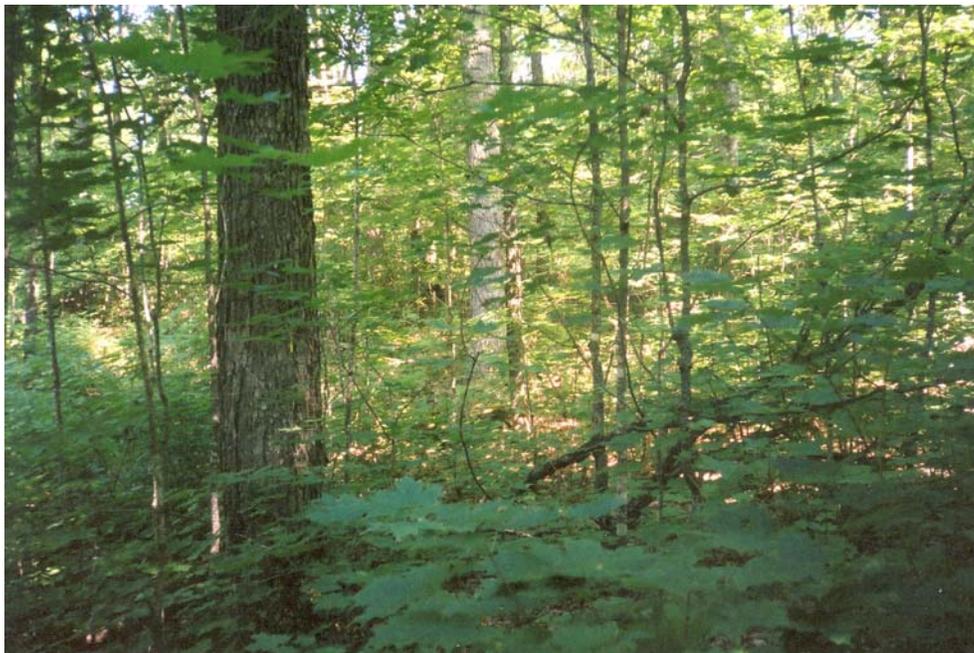


Photo 2005

Figure 32. Érablière à bouleau jaune typique et tilleul d'Amérique. Unité témoin dans le compartiment jardiné en 1985 et en 2000.



Photo 1992

Figure 33. Coupe mixte d'éclaircie jardinatoire et de coupe de succession exécutée en 1991 dans une bétulaie à bouleau jaune à érable à sucre issue de feu.

- les unités témoins des coupes de jardinage établies en 1983 et en 1984, lesquelles n'ont subi aucune intervention depuis près de 60 ans. Les visiteurs qui les parcourent sont habituellement impressionnés par la dimension des tiges de même que par la surface terrière élevée (Figure 32).
- la coupe mixte d'éclaircie jardinatoire et de coupe de succession pratiquée en 1991 dans une bétulaie jaune pourvu d'un sous-étage d'érable à sucre (Figure 33). Les visiteurs parcourent ce peuplement issu d'un feu au début du siècle dernier et constitué aujourd'hui d'un grand nombre de belles tiges de bouleau jaune. Par la suite, ils visitent l'unité témoin où ils peuvent toujours voir l'état du peuplement qui n'a subi aucun traitement.
- finalement, toutes les autres unités expérimentales de la DRF et les secteurs environnants peuvent être visités par les gens intéressés, mais ils sont en majorité éloignés des chemins d'accès.

Conclusion

Depuis sa création officielle en 1981, la forêt d'enseignement et de recherche Mousseau a joué un rôle important dans l'aménagement des forêts inéquiennes au Québec. Les premiers travaux qui y furent effectués ont permis d'acquérir de meilleures connaissances sur la structure et l'accroissement des forêts feuillues et mélangées. Elle fut aussi le site des premiers travaux de recherche appliquée sur les coupes de jardinage, travaux entrepris par la Direction de la recherche forestière. Le premier guide technique portant sur la coupe de jardinage au Québec a été préparé en grande partie sur la base des expériences réalisées dans la forêt Mousseau. Les coupes de jardinage par pied d'arbre et par petits groupes ont été pratiquées et adaptées à la structure et à l'état de santé des peuplements traités. Les coupes de succession ont été appliquées dans les peuplements composés de feuillus intolérants à l'ombre et elles ont accéléré la reconstitution des groupements considérés comme stables. Plusieurs autres traitements ont été essayés et leurs effets étudiés, notamment la coupe progressive d'ensemencement, la coupe totale par bande et par parquet et la coupe par trouées de grandeurs différentes dans l'érablière à bouleau jaune et dans la bétulaie jaune à sapin. À ces expériences s'ajoute aussi le suivi du développement des gaules de bouleau jaune après la coupe de jardinage par pied d'arbre et par petits groupes.

Une rotation de quinze ans s'est achevée et une deuxième est présentement en cours. La vigueur et la qualité des peuplements se sont améliorées, ce qui est particulièrement visible dans les peuplements soumis à une deuxième coupe de jardinage. L'état actuel des peuplements et les revenus générés par la deuxième coupe de jardinage démontrent qu'une rotation d'une quinzaine d'années est réalisable et que le rendement soutenu dans les érablières peut être assuré lorsque des coupes de jardinage sont exécutées selon les règles de l'art.

Les coupes dans les peuplements feuillus ont stimulé le développement de la régénération des essences commerciales. Les gaules d'érable à sucre sont abondantes dans l'ensemble des peuplements traités et à plusieurs endroits, surtout dans les petites ouvertures des peuplements jardinés, se retrouve une régénération prometteuse de bouleau jaune. Les gaules de hêtre sont souvent très nombreuses et leur

proportion dépasse celle de cette essence dans l'étage dominant. Comme le hêtre s'étend aussi dans les témoins, la coupe n'est pas la seule responsable de la prolifération de cette espèce dans les érablières. La progression du hêtre, au détriment de l'érable à sucre, est d'ailleurs reconnue dans les autres secteurs du Québec méridional. Dans le cas des peuplements mélangés, le succès de régénération est souvent faible, car les parterres de coupe se font envahir par les espèces non commerciales tels la viorne à feuille d'aulne et l'érable à épis. Toutefois, lorsqu'une préparation de terrain dans les ouvertures favorise l'établissement d'une concentration de jeunes bouleaux jaunes, c'est le broutement par le cerf de Virginie qui fait échec au bon développement de cette régénération.

De nouvelles recherches sur les coupes partielles et de régénération découlent des nombreuses observations et résultats issus des traitements pratiqués au cours des deux décennies d'existence de la forêt Mousseau. De nombreux forestiers désireux de se familiariser avec les différents traitements applicables dans les peuplements feuillus et mélangés continueront, par leurs visites, à confirmer rôle de forêt d'enseignement de la forêt Mousseau.

Références bibliographiques

BÉDARD, S. et Z. MAJCEN, 2003. *Growth following single-tree selection cutting in Québec northern hardwoods*. The For. Chron. 79(5) : 898-905.

BÉDARD, S. et Z. MAJCEN, 2001. *Ten-year response of sugar maple-yellow birch-beech stands to selection cutting in Québec*. North. J. Appl. For. 18(4) : 119-126.

BERNIER, B. et L. CARRIER, 1973. *Guide pour la prise des notes au cours des relevés pédologiques en forêt*. Gouv. du Québec, min. des Terres et Forêts, Dir. gén. des forêts, Serv. de la rech. Guide n° 2. 33 p.

BOULET, B., 2005. *Défauts externes et indices de la carie sur les arbres. Guide d'interprétation*. Les publications du Québec. 291 p.

BRAUN-BLANQUET, J., 1951. *Pflanzensoziologie*. Springer-Verlag, Wien. 631 p.

CANADA MÉTÉOROLOGICAL SERVICE, 2002. *Normales climatiques au Canada, 1971-2000* (Electronic Resource).

COMMISSION CANADIENNE DE PÉDOLOGIE, 1978. *Le système canadien de classification des sols*. Min. de l'Agric. du Canada, Ottawa. Publication n° 1646. 170 p.

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. *Fifteen-year results from six cutting methods in second-growth northern hardwoods*. U.S. For. Serv. Res. Pap. NC-100. 12 p.

- GRANDTNER, M.M., 1966. *La végétation forestière du Québec méridional*. Presses de l'Université Laval, Québec. 216 p.
- LAJOIE, P.G., 1967. *Étude pédologique des comtés de Hull, Labelle et Papineau (Québec)*. Min. Agric. Canada, Ottawa. 105 p.
- LAMSON, N.I. et V. SMITH, 1991. *Stand development and yields of Appalachian hardwood stands managed with single-tree selection for the last 30 years*. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-655. 6 p.
- LAURIN, F.A., 1969. *Carte géologique du Québec*. Min. des Rich. nat., Dir. gén. des mines du Québec.
- 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., 2000. *Accroissement et régénération à la suite de coupes de jardinage dans huit secteurs forestiers*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Forêt Québec, Dir. de la rech. for. Rapport interne n° 464. 48 p.
- MAJCEN, Z., 1999a. *Coupe de jardinage dans six secteurs forestiers des régions de l'Outaouais, de Montréal, de Québec et du Bas-Saint-Laurent. Accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Rapport interne n° 442. 33 p.
- MAJCEN, Z., 1999b. *Coupe de jardinage dans les secteurs forestiers de Sainte-Véronique, Saint-Donat et Duchesnay : accroissement quinquennal en surface terrière et état de la régénération*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Forêt Québec, Dir. de la rech. for. Rapport interne n° 443. 27 p.
- MAJCEN, Z., 1998. *Coupe de jardinage et coupe de succession dans quatre secteurs forestiers. Accroissement quinquennal en surface terrière et état de la régénération*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Rapport interne n° 429. 36 p.
- MAJCEN, Z., 1997a. *Coupe de jardinage et coupe de succession dans trois secteurs : accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Mémoire de rech. for. n° 129. 48 p.

- MAJCEN, Z., 1997b. *Résultats d'un essai de coupe progressive dans trois érablières*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Rapport interne n° 421. 21 p.
- MAJCEN, Z., 1997c. *Coupe de jardinage et coupe d'éclaircie commerciale 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. Rapport interne n° 424. 29 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.
- 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., 1994. *Historique des coupes de jardinage dans les forêts inéquiennes au Québec*. Rev. For. Fr. n° 46 : 375-394.
- MAJCEN, Z., 1993. *Accroissement et régénération dans onze secteurs à la suite de coupes de jardinage*. Gouv. du Québec, min. des For., Dir. de la rech. Rapport interne n° 371. 103 p.
- MAJCEN, Z., 1989. *Composition et structure des tremblaies à érable à sucre et des chénaies à érable à sucre dans quatre secteurs forestiers du sud-ouest québécois*. Gouv. du Québec, min. de l'Éner. et des Ress., Dir. de la rech. et du dév. Mémoire n° 95. 114 p.
- MAJCEN, Z., 1988. *Projet expérimental d'aménagement inéquienne dans les forêts des régions administratives de l'Outaouais et de Montréal*. Gouv. du Québec, min. de l'Éner. et des Ress., Dir. de la rech. et du dév. Rapport interne n° 298. 114 p.
- MAJCEN, Z., 1987. *Projet expérimental d'aménagement inéquienne dans les forêts de Sainte-Véronique, de Gatineau, de la réserve Papineau-Labelle et du lac Gagnon*. Gouv. du Québec, min. de l'Éner. et des Ress., Dir. de la rech. et du dév. Rapport interne n° 270. 83 p.

- MAJCEN, Z. et S. BÉDARD, 2003a. *Coupes progressives dans trois érablières. Résultats 5 ans après la coupe définitive*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., de la Faune et des Parcs, Dir. de la rech. for. Rapport interne n° 477. 22 p.
- MAJCEN, Z. et S. BÉDARD, 2003b. *Accroissement et régénération à la suite de coupes de jardinage dans les bétulaies à bouleau jaune et sapin baumier*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., de la Faune et des Parcs, Dir. de la rech. for. Rapport interne n° 481. 26 p.
- MAJCEN, Z. et S. BÉDARD, 2000. *Accroissement après 15 ans dans une érablière à la suite de coupes de jardinage de diverses intensités*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Note de rech. for. n° 98. 12 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. Mémoire de rech. for. n° 120. 22 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. et Y. RICHARD, 1991. *Projet expérimental d'aménagement inéquienne dans les forêts feuillues et mélangées*. Gouv. du Québec, min. des Forêts, Dir. rech. Rapport interne n° 343, 108 p.
- MAJCEN, Z. et J.-P. SAUCIER, 1986. *Projet expérimental d'aménagement inéquienne dans les forêts de Sainte-Véronique, de Gatineau et de la réserve de Papineau-Labelle*. Gouv. du Québec, min. de l'Éner. et des Ress., Serv. de la rech. appl. Rapport interne n° 255. 57 p.
- MAJCEN, Z., S. BÉDARD et S. MEUNIER, 2005. *Accroissement et mortalité quinze ans après la coupe de jardinage dans quatorze érablières du Québec méridional*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat. et de la Faune, Dir. de la rech. for. Mémoire de rech. for. n° 148. 40 p.
- MAJCEN, Z., S. BÉDARD et S. MEUNIER, 2004. *Accroissement et régénération à la suite de coupes de jardinage et de succession dans 21 blocs expérimentaux*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., de la Faune et des Parcs, Dir. de la rech. for. Rapport interne n° 485. 34 p.

- MAJCEN, Z., Y. RICHARD, M. MÉNARD et Y. GRENIER, 1990. *Choix des tiges à marquer pour le jardinage d'érablières inéquiennes*. Gouv. du Québec, min. Éner. et Ress., Dir. de la rech. Mémoire n° 96. 96 p.
- MAJCEN, Z., Y. RICHARD et M. MÉNARD, 1985. *Composition, structure et rendement des érablières dans cinq secteurs de la région de l'Outaouais*. Serv. de la rech., min. de l'Éner. et des Ress., Québec. Mémoire n° 88, 133 p.
- MAJCEN, Z., Y. RICHARD et M. MÉNARD, 1984. *Écologie et dendrométrie dans le sud-ouest du Québec. Étude de douze secteurs forestiers*. Gouv. du Québec, min. Énergie et Ress., Serv. de la rech. Mémoire n° 85. 333 p.
- MRN, 2000. *Grille de classification pour les billes de sciage non conventionnelles*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de l'assistance technique. 1 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.
- PÉTRO, F.J. et W. CALVERT, 1976. *La classification des billes de bois franc destinée au sciage*. Pêche et Environnement Canada. Service des forêts. 69 p.
- RICHARD, Y., Z. MAJCEN et M. MÉNARD, 1982. *Étude dendrométrique des groupements végétaux du secteur de Sainte-Véronique*. Gouv. du Québec, min. de l'Éner. et des Ress., Serv. de la rech. (Ter. et For.). Rapport interne n° 229. 106 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.
- UNITÉ DE GESTION DE LA LIÈVRE (64), 2002. *Plan quinquennal d'aménagement forestier de la forêt d'enseignement et de recherche Mousseau*. Ministère des Ressources naturelles, Mont-Laurier. 67 p.

