

PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DU MILIEU FORESTIER

Rapport final – volet 1

Suivi après trois ans
Installation de la régénération naturelle
dans un peuplement mixte à dominance
feuillue de la région de la Mauricie
(Dispositif du lac Marcotte)

Présenté au :

**Ministère des Ressources naturelles du
Québec**

Unité de gestion du Bas-St-Maurice

Et

Gérard Crête et fils inc.

Luc Richard, ing.f.
Pierre Breton, tech.f.

Par :



Centre collégial de transfert de technologie en
foresterie

François Guillemette ing.f., M.Sc.
Donald Blouin, ing.f., M.Sc.
Guy Lessard, ing.f., M.Sc.
Anick Patry, ing.f.

Mai 2003

BÉNÉFICIAIRE DU PROJET

- ✍ Gérard Crête et Fils inc.
M. Luc Richard, ing.f.
M^{me} Valérie Lemay, ing.f.
M. Pierre Breton, tech.f.

PARTENAIRES DU PROJET

- ✍ Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO)
M. François Guillemette, ing.f., M.Sc.
M. Donald Blouin, ing.f., M.Sc.
M. Guy Lessard, ing.f., M.Sc.
M^{me} Anick Patry, ing.f.

- ✍ Kruger inc.
M. Léon Bélanger, ing.f.
M. Jean-François Desbiens, ing.f.
M. Jocelyn Loiselle, ing.f., M.Sc.

- ✍ Ministère des Ressources naturelles du Québec
M. Marc-André Bernier, tech.f.
M. Jean-Claude Drolet, ing.f.

TABLE DES MATIÈRES

BÉNÉFICIAIRE DU PROJET	I
PARTENAIRES DU PROJET	I
LISTE DES FIGURES	III
LISTE DES TABLEAUX	IV
REMERCIEMENTS	V
RÉSUMÉ	VI
INTRODUCTION	1
OBJECTIFS	1
HYPOTHÈSES DE RECHERCHE	2
1. MÉTHODOLOGIE	3
1.1 TERRITOIRE À L'ÉTUDE.....	3
1.2 TRAITEMENTS ÉVALUÉS.....	3
1.3 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL.....	4
1.4 SUIVI DE LA RÉGÉNÉRATION.....	6
1.5 COMPILATIONS ET ANALYSES.....	6
2. RÉSULTATS	7
2.1 RAPPEL DE LA COMPOSITION DES PEUPEMENTS AVANT LA COUPE.....	7
2.2 COMPOSITION DES SUPERFICIES TRAITÉES APRÈS 3 ANS.....	7
2.3 RÉGÉNÉRATION COMMERCIALE.....	18
2.4 RÉGÉNÉRATION DU BOULEAU JAUNE.....	19
2.5 RÉGÉNÉRATION DE L'ÉPINETTE ROUGE.....	20
2.6 CONTRÔLE DE LA COMPÉTITION.....	23
3. DISCUSSION	26
3.1 RÉGÉNÉRATION COMMERCIALE.....	26
3.2 BOULEAU JAUNE.....	27
3.3 ÉPINETTE ROUGE.....	28
3.4 COMPÉTITION.....	28
3.5 DÉGAGEMENT.....	29
4. RECOMMANDATIONS	30
4.1 RECOMMANDATIONS SUR LES TRAITEMENTS.....	30
4.2 RECOMMANDATIONS SUR LE SUIVI.....	31
4.3 RECOMMANDATIONS SUR LA RECHERCHE.....	31
CONCLUSION	32
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	33

- Annexe 1 -** Coefficient de distribution de la régénération et de la compétition dans les trouées et les parquets
Annexe 2 - Coefficient de distribution de la régénération et de la compétition sous couvert par essence et par traitement
Annexe 3 - Densité de la régénération et de la compétition dans les trouées et les parquets
Annexe 4 - Densité de la régénération et de la compétition sous couvert par essence et par traitement

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Plan du dispositif du lac Marcotte – peuplement mélangé à dominance feuillue	5
Figure 2	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de la régénération commerciale par traitement et par classe de hauteur	9
Figure 3	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de la régénération commerciale par traitement pour toutes les hauteurs	9
Figure 4	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) du bouleau jaune par traitement et par classe de hauteur.....	10
Figure 5	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) du bouleau jaune par traitement pour toutes les hauteurs	10
Figure 6	Coefficient de distribution (%) de l'épinette rouge par traitement et par classe de hauteur.....	11
Figure 7	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de l'épinette rouge par traitement pour toutes les hauteurs	11
Figure 8	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des feuillus tolérants par traitement et par classe de hauteur.....	12
Figure 9	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des feuillus tolérants par traitement pour toutes les hauteurs	12
Figure 10	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des feuillus intolérants par traitement et par classe de hauteur.....	13
Figure 11	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des feuillus intolérants par traitement pour toutes les hauteurs	13
Figure 12	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des résineux par traitement et par classe de hauteur.....	14
Figure 13	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des résineux par traitement pour toutes les hauteurs	14
Figure 14	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de la compétition par traitement et par classe de hauteur.....	15
Figure 15	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de la compétition par traitement pour toutes les hauteurs	15
Figure 16	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) du framboisier par traitement et par classe de hauteur.....	16
Figure 17	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) du framboisier par traitement pour toutes les hauteurs	16
Figure 18	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de l'érable à épis par traitement et par classe de hauteur.....	17
Figure 19	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de l'érable à épis par traitement pour toutes les hauteurs	17
Figure 20	Coefficient de distribution (%) de l'épinette rouge par traitement et par couvert pour tous les semis de plus de 5 cm.....	22
Figure 21	Densité (Semis/ha) des semis de l'épinette rouge par couvert	22
Figure 22	Nombre de semis de bouleau jaune en fonction du nombre de semis des autres espèces par placette	25
Figure 23	Potentiel estimé d'être parmi les individus dominants des trouées en fonction de la surface d'ouverture (Tiré de Bormann et Likens, 1979)	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Principales caractéristiques des traitements à l'essai.....	3
Tableau 2	Distribution de la régénération préétablie au Lac Marcotte en 1998.....	7
Tableau 3	Coefficients de distribution (%) de la régénération et de la compétition	7
Tableau 4	Densité (semis/ha) de la régénération et de la compétition.....	8
Tableau 5	Proportion (%) des semis commerciaux et arbustifs par essence et par traitement	8
Tableau 6	Dénombrement (semis/ha) des gaules	8
Tableau 7	Coefficients de distribution (%) des essences principales objectif libres de croître	18
Tableau 8	Coefficient de distribution et densité de l'épinette rouge en 1999 et en 2001 dans les trouées et le témoin	20
Tableau 9	Distribution (%) des semis de l'épinette rouge par classe de hauteur et par traitement.....	22
Tableau 10	Efficacité des traitements dans l'atteinte des objectifs sylvicoles et opérationnels	30

REMERCIEMENTS

La réalisation de cette recherche a été possible grâce à la collaboration et à l'engagement financier de la compagnie Gérard Crête et fils inc. Nos remerciements s'adressent également au personnel du MRN, qui a appuyé la demande et permis de mettre sur pied un dispositif sur des méthodes de coupes favorisant la régénération des espèces peu tolérantes à l'ombre.

Enfin, nous remercions M^{me} Annie Lelièvre pour le traitement de texte et M^{me} Claire Roy pour la révision de ce rapport.

RÉSUMÉ

Dans les peuplements forestiers mixtes de l'érablière à bouleau jaune, une régénération déficiente en bouleau jaune et en épinette rouge est fréquemment observée. Le dispositif du lac Marcotte vise donc à comparer l'installation de la régénération dans différents systèmes de trouées et de parquets dans un peuplement mélangé à dominance feuillue sur les types écologiques FE32 et MJ22. Au total, six traitements utilisant des trouées de 500 m² à 1 ha, ont été comparés en ce qui a trait à la distribution et à la densité de leur régénération respective sur les types

Après 3 ans, le parquet avec réserve de semenciers et les trouées de 799 et 1657 m² ont donné les meilleurs résultats de régénération en bouleau jaune : coefficients de distribution de 88 à 91% et densité de 22 000 à 32 000 semis/ha. Les semenciers de bouleau jaune conservés dans les parquets amènent une régénération plus abondante, mieux distribuée et plus haute. Dans les trouées du jardinage (799 et 1657 m²), la régénération en bouleau jaune est aussi abondante que dans le parquet avec réserve de semenciers. La dominance des érables, au détriment du bouleau jaune, dans les trouées de la coupe progressive d'ensemencement pourrait être due à leur plus petite taille (533 m²).

La régénération en épinette rouge dans le témoin a diminué significativement de 1999 à 2001, ce qui indique que les traitements ne sont pas les seuls responsables des diminutions observées. Néanmoins, l'épinette rouge est plus abondante sous couvert jardiné que dans les trouées et le parquet sans réserve de semenciers.

La régénération abondante et plus haute dans le parquet avec réserve de semenciers pourrait avoir contrôlé l'envahissement par les espèces compétitrices. Les résultats après trois ans n'indiquent pas qu'il y a nécessité de dégager la régénération dans les traitements, mais le parquet sans réserve de semenciers pourrait en nécessiter un au cours des prochaines années.

INTRODUCTION

Dans les domaines de l'érablière à bouleau jaune et de la sapinière à bouleau jaune, les peuplements forestiers mixtes possèdent souvent une structure et une qualité qui soulèvent plusieurs interrogations quant aux régimes et traitements sylvicoles à utiliser. En effet, plusieurs tiges rémanentes subsistent après coupe, entraînant à la fois un volume résiduel à dominance de pâte (qui poursuit sa croissance) et une obstruction à l'implantation d'un nouveau peuplement et à la possibilité d'éducation de celui-ci. Les conséquences sont importantes en terme de possibilité forestière puisque la reconstitution des volumes en bois d'œuvre est particulièrement retardée dans cette nouvelle forme d'arréage.

Préoccupés par ces questions, plusieurs décideurs recherchent de nouvelles méthodes (pour le Québec) pour régénérer, diminuer la possibilité en pâte et augmenter celle de bois d'œuvre. Le comité du manuel d'aménagement forestier propose de nouvelles alternatives comme le jardinage par trouées ou le système par parquets. En effet, l'usage de systèmes utilisant les trouées est fréquemment évoqué pour pallier à ces problèmes. Ceux-ci permettent, notamment, de faciliter l'installation d'une régénération semi-tolérante tout en fournissant un environnement de croissance adéquat aux semis.

D'autre part, des chercheurs comme Michel Huot, Zoran Majcen ou Richard Zarnovican soulignent l'intérêt de considérer également la coupe progressive pour la restauration de peuplements de qualité. Le système de coupe progressive est reconnu depuis longtemps en Amérique du nord pour son efficacité à régénérer les feuillus tolérants (Leffelman et Hawley, 1925). Des essais à Duchesnay et à Rimouski ont d'ailleurs donné des résultats spectaculaires pour la régénération de bouleau jaune. Parallèlement, on retrouve également certains essais réussis de coupe avec semenciers.

OBJECTIFS

À partir d'un dispositif de comparaison de traitements sylvicoles instauré en 1998 dans un peuplement mixte à dominance feuillue sur les types écologiques FE32 et MJ22, le projet vise à :

- ✍ Évaluer à court terme quels devraient être les meilleurs traitements et régimes sylvicoles pour la reconstruction de peuplements de qualité en favorisant la régénération en épinette et en bouleau jaune et en contrôlant les essences en compétition sur les types écologiques FE32 et MJ22 de la région écologique de l'érablière à bouleau jaune;
- ✍ Vérifier l'existence de relations significatives entre la composition de la régénération observée et les traitements appliqués.

HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

Après trois ans, l'instauration du dispositif de comparaison des traitements sylvicoles dans la forêt mixte à dominance feuillue vise à vérifier les points suivants :

Régénération commerciale

- 1- La régénération commerciale dans les trouées et les parquets est suffisante et n'a pas besoin d'être dégagée.
- 2- Il n'y a pas de différence de régénération commerciale entre les trouées du jardinage et les trouées de la coupe progressive par trouées.

Régénération du bouleau jaune

- 3- Il y a une plus grande quantité et une meilleure répartition du bouleau jaune dans les trouées que dans les parquets.
- 4- Les semenciers de bouleau jaune conservés dans les parquets amènent une régénération plus abondante et mieux distribuée.

Régénération de l'épinette rouge

- 5- La régénération en épinette rouge est plus abondante dans les trouées et les parquets 3 ans après intervention comparativement à 1 an après intervention.
- 6- Les semenciers d'épinette rouge conservés dans les parquets amènent une régénération plus abondante.
- 7- La régénération d'épinette rouge est plus abondante, mieux distribuée et plus haute (préétablie) sous couvert que dans les trouées et les parquets.

Contrôle de la compétition

- 8- La compétition est moins féroce (moins abondante, moins bien distribuée et moins haute) dans les trouées que dans les parquets.
- 9- La compétition est moins féroce (moins abondante, moins bien distribuée et moins haute) dans les petites trouées par rapport aux grandes trouées.
- 10- Il n'y a pas de différence de compétition entre les trouées du jardinage et les trouées de la coupe progressive d'ensemencement par trouées.
- 11- Dans les parquets, la régénération de bouleau jaune est regroupée en îlots très denses, ce qui lui permet de maintenir sa position concurrentielle par rapport à la compétition.

1. MÉTHODOLOGIE

1.1 TERRITOIRE À L'ÉTUDE

Le territoire retenu se situe dans le sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'est, plus précisément dans la sous-région 3c-T (Gosselin et al., 1998). Cette région, majoritairement recouverte par les tills, présente une température moyenne annuelle de 2,5 °C, une saison de croissance d'une longueur variant entre 160 et 180 jours et des précipitations annuelles moyennes variant entre 900 et 1 100 mm.

1.2 TRAITEMENTS ÉVALUÉS

Suite aux discussions avec les divers intervenants, les traitements retenus en 1998 étaient :

- ☞ Témoin sans intervention (TEM);
- ☞ Coupe progressive d'ensemencement par trouées (CPET);
- ☞ Coupe de jardinage par petites trouées de 1H (JTP);
- ☞ Coupe de jardinage par grandes trouées de 2H (JTG);
- ☞ Coupe avec réserve de semenciers sur 1 ha (SEM);
- ☞ Coupe par parquets de 1 ha (PA).

Une description succincte de ces traitements est présentée au tableau 1. Pour de plus amples détails, le lecteur peut se référer au rapport faisant état de la mise en place du dispositif (Blouin et al, 1999).

Tableau 1 Principales caractéristiques des traitements à l'essai

Traitement	Régime d'aménagement	Grandeur des trouées Prescrite	Grandeur des trouées Obtenue (1999)	Prélèvement prescrit	Prélèvement obtenu	Positionnement des trouées	Productivité des opérations
TEM	NA	NA	NA	0 %	0 %	NA	NA
CPET ^a	équienne	500 m ²	533 m ² De 375 à 1089 m ²	45 %	51 %	systématique	faible 16,9 min/m ³ .p
JTP	inéquienne	500 m ²	799 m ² De 494 à 1482 m ²	35 %	40 %	portions les moins vigoureuses	moyenne 14,1 min/m ³ .p
JTG	inéquienne	1500 m ²	1657 m ² De 1125 à 1961 m ²	35 %	40 %	portions les moins vigoureuses	élevée 11,4 min/m ³ .p
SEM	équienne	1 ha	1 ha	Total sauf 25 BOJ et 12 EPR	Total sauf 25 BOJ et 12 EPR	NA	moyenne 14,9 min/m ³ .p
PA	équienne	1 ha	1 ha	Total	Total	NA	moyenne 12,8 min/m ³ .p

^a Sur les 24 trouées de la CPET, deux trouées ont plus de 1000 m² et douze ont moins de 500 m². La structure irrégulière du peuplement, la complexité des opérations et le manque d'expérience des travailleurs pour ce type de traitement expliquent cette variabilité (Blouin *et al.*, 1999).

1.3 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

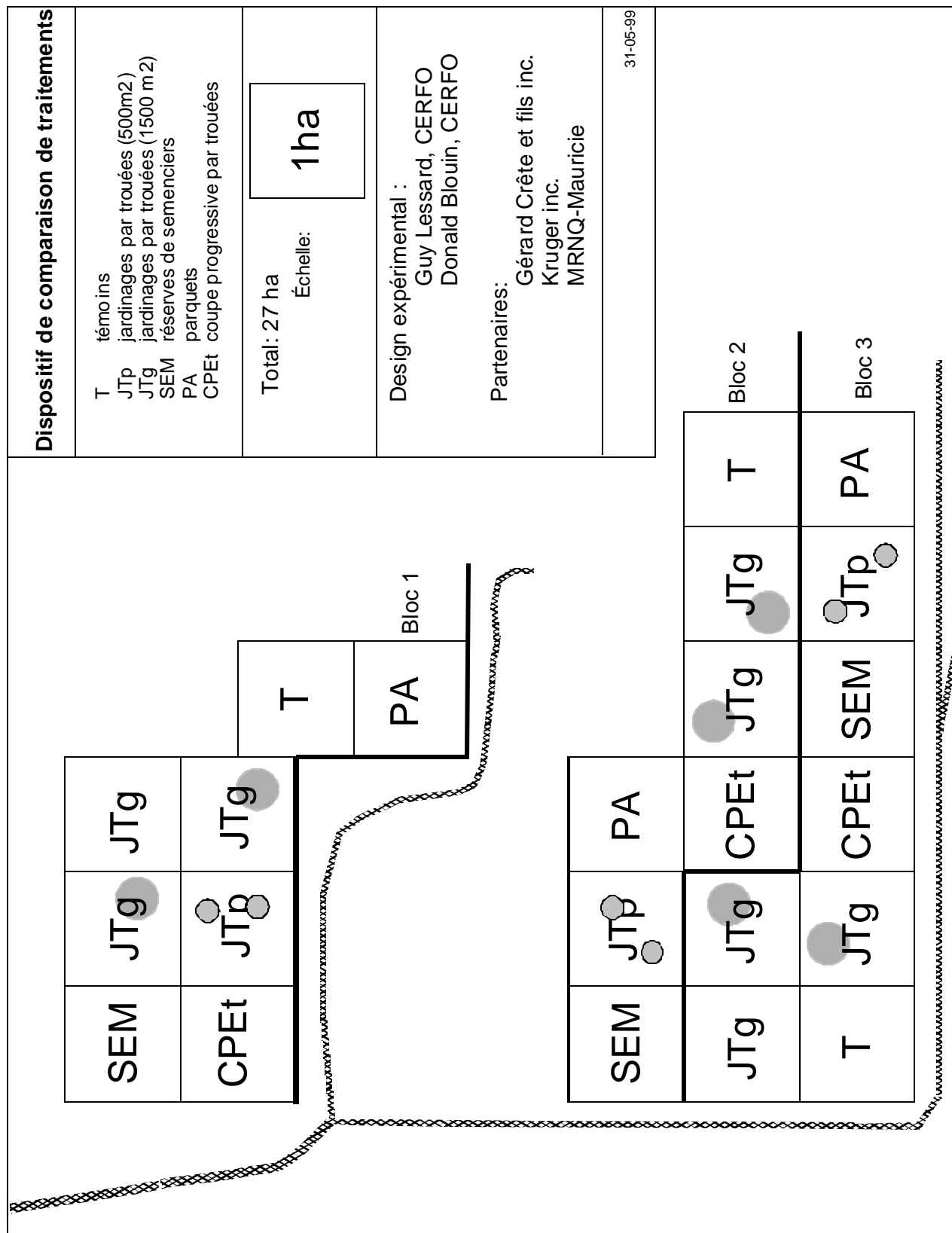
Le dispositif à l'étude occupe une superficie de 27 hectares située dans les aires d'intervention 1214-016, 1214-009 et 1214-021 du secteur du Lac Marcotte, dans la Réserve faunique Mastigouche sur l'aire commune 41-02. Il est situé sur les types écologiques les plus communs de la région, soit FE32 et MJ22.

Le choix des secteurs a été fait à partir des données d'inventaire disponibles et il a été validé par un échantillonnage préliminaire. Après s'être assuré de l'homogénéité du dispositif, les caractéristiques du terrain (haut, milieu et bas de pente) de même que les caractéristiques dendrométriques du peuplement (DHP moyen) ont servi à subdiviser le dispositif en trois blocs servant de répétitions pour chacun des traitements (Figure 1). L'utilisation de blocs vise à augmenter l'uniformité à l'intérieur de ceux-ci et à distribuer les différences entre eux en vue d'analyses statistiques plus valables.

L'établissement de la structure exacte du peuplement étudié (4 placettes à l'hectare) et l'état de la régénération nous ont guidés dans le choix final des traitements à comparer en accord avec les représentants régionaux du ministère des Ressources naturelles. Les traitements et les témoins ont été distribués aléatoirement à l'intérieur des répétitions en ayant pour seule contrainte de ne pas avoir 2 parquets adjacents (Figure 1). La méthodologie, les résultats, les discussions et les études de temps et mouvement ont été présentés dans le rapport de Rycabel et al. (1999). L'exécution des travaux a fait l'objet d'une étude de rendement et de productivité. Un inventaire du bois sur pied après coupe a été effectué afin de valider les prescriptions.

L'année semencière 1998 ayant été qualifiée de bonne pour le bouleau jaune et l'épinette rouge, des travaux de préparation de terrain ont été réalisés dans les trouées afin de faciliter l'établissement d'une régénération abondante. Les trouées des coupes de jardinage et de la coupe progressive de même que les parquets ont fait l'objet d'une scarification légère du sol en automne 1998 afin d'assurer la création de lits de germination adéquats pour les semis. Cette préparation du terrain a été effectuée après la chute des feuilles à l'aide d'un débardeur avec peigne, et a permis de créer divers lits de germination, allant du sol minéral mis à nu jusqu'à la litière non perturbée.

Figure 1 Plan du dispositif du lac Marcotte – peuplement mélangé à dominance feuillue



1.4 SUIVI DE LA RÉGÉNÉRATION

Un remesurage des placettes semi-permanentes de 1,13 m de rayon établies en 1999 été réalisé en 2001, trois ans après la coupe. Les inventaires ont été planifiés de façon à donner à chacune des trouées un poids égal dans les analyses statistiques subséquentes. Le tracé original des virées d'inventaire a été planifié de façon à obtenir un portrait fidèle de la régénération pour tous les traitements.

D'une part, des virées et des grappes ont servi à établir le portrait général de la régénération. La distribution des virées et des grappes dans le dispositif a été systématique. Chaque grappe était composée de 8 placettes localisées à 5 et à 10 m du centre de la grappe dans les quatre principales directions géographiques. La situation de la placette (trouée, bordure, forêt) a été notée afin d'établir s'il existait des différences de régénération. D'autre part, une grappe a été mesurée dans chacune des trouées afin d'établir le portrait de la régénération dans ces dernières.

La présence ou l'absence de semis par classe de hauteur (6-30 cm, 31-100 cm, 101 cm et plus) et le dénombrement des gaules par classe de diamètre (2 cm, 4cm, 6 cm et 8 cm) ont été réalisés dans chaque placette, alors que le dénombrement a été réalisé dans une placette sur 3. Les résultats ont ensuite été compilés pour déterminer les coefficients de distribution et la densité des semis et des gaules pour chaque traitement sylvicole. La compétition est évaluée de la même façon.

1.5 COMPILATIONS ET ANALYSES

Le remesurage des placettes de régénération a été compilé par classe de hauteur pour chaque grappe et chaque placette. Comme les objectifs spécifiques du rapport visaient à déterminer l'influence de un ou plusieurs traitements sylvicoles sur la régénération, des analyses de variance à un ou plusieurs facteurs ont été pratiquées sur les données d'inventaire. Le design expérimental analysé est un plan en bloc aléatoire et la théorie des modèles mixtes où les traitements sylvicoles constituent les effets fixes, tandis que les blocs et les grappes (et les placettes) constituent les effets aléatoires a été retenue comme base pour les analyses.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS version 8.2 et de la procédure MIXED. Dans le cas où la distribution de l'erreur suivait une loi binomiale (cas des coefficients de distribution) ou une loi de Poisson (cas des densités), une macro (GLIMMIX) permettant d'incorporer cette caractéristique au modèle a été utilisée. Les résultats des analyses ont été considérés significatifs (*) à un niveau de probabilité p inférieur ou égal à 5 % et hautement significatifs (**) à une probabilité p de 1 %. Dans le cas où des différences significatives ont été dénotées, les moyennes statistiquement différentes les unes des autres ont été déterminées à l'aide du test *LSD protégé*. Les différences significatives sont indiquées sur les graphiques et dans les tableaux des annexes. Sur les graphiques présentant des résultats par classe de hauteur, les différences indiquées s'appliquent entre les traitements à l'intérieur d'une même classe de hauteur et non pas entre les classes de hauteur.

2. RÉSULTATS

2.1 RAPPEL DE LA COMPOSITION DES PEUPEMENTS AVANT LA COUPE

Les peuplements situés sur FE32 et MJ22 du dispositif du lac Marcotte, avant la coupe, présentaient principalement une régénération composée d'érables à laquelle s'ajoutait une certaine proportion de sapin (tableau 2). Comme il est possible de le constater, les essences intolérantes, tels le bouleau à papier, le peuplier faux-tremble et le peuplier baumier étaient presque absentes du peuplement avant les interventions. Par ailleurs, les essences visées par les interventions, soit le bouleau jaune et l'épinette rouge, étaient présentes de façon sporadique dans le dispositif.

Tableau 2 Distribution de la régénération préétablie au Lac Marcotte en 1998

	SAB	EPR	THO	BOJ	BOP	ERR	ERS	PET	PEB	HEG
SEMIS	39 %	18 %	7 %	23 %	1 %	77 %	65 %	0 %	0 %	0 %

2.2 COMPOSITION DES SUPERFICIES TRAITÉES APRÈS 3 ANS

Une synthèse des principaux résultats est présentée aux tableaux 3 à 6, les détails sont présentés et discutés par essence ou groupe d'essences dans les sous-sections suivantes et les moyennes et les erreurs-types par classe de hauteur sont présentés aux annexes 1 à 4.

Tableau 3 Coefficients de distribution (%) de la régénération et de la compétition

Ess	Trouées					Sous couvert			
	CPET	JTG	JTP	PA	SEM	CPET	JTG	JTP	TEM
BOJ	63	91	88	64	89	29	44	55	18
EPR	3	2	8	1	6	8	8	14	7
ERS	58	28	21	36	9	42	37	36	45
ERR	43	53	38	34	65	49	50	60	37
Ft	94	98	96	86	100	90	88	93	82
Fi	4	8	9	16	32	0	1	0	1
Res.	13	21	27	10	23	30	43	38	36
Comm.	96	98	96	89	100	91	93	97	91
ERE	41	23	33	35	23	53	53	58	50
ERP	23	18	9	12	23	27	47	28	42
PRP	10	24	17	31	15	0	0	0	0
RUI	79	88	84	89	63	24	11	15	1
Arb.	95	96	94	97	87	76	84	83	81

Tableau 4 Densité (semis/ha) de la régénération et de la compétition

Ess	Trouées					Sous couvert			
	CPET	JTG	JTP	PA	SEM	CPET	JTG	JTP	TEM
BOJ	13273	31925	22247	10207	28185	2790	5907	10110	2105
EPR	81	0	134	16	70	0	486	804	207
ERS	9261	1472	1934	4796	2805	1406	2072	2772	5904
ERR	2740	6109	6587	6839	3528	3750	8306	7935	4621
Ft	29631	42234	32583	23661	38536	11139	18617	25213	20468
Fi	136	158	753	1210	656	0	0	0	0
Res.	410	473	529	192	754	1404	1898	2784	2270
Comm.	30354	43800	34325	25367	40507	12866	21431	28457	23566
ERE	4626	1199	2644	5257	4906	5980	7380	9394	6470
ERP	613	370	300	864	754	1352	2152	1091	4811
PRP	238	1637	661	1656	969	0	0	0	0
RUI	30777	36979	31847	39011	27364	1143	167	320	0
Arb.	38595	41624	36046	51022	35312	13333	14355	12609	14394

Tableau 5 Proportion (%) des semis commerciaux et arbustifs par essence et par traitement

ESS	Trouées					Sous couvert			
	CPET	JTG	JTP	PA	SEM	CPET	JTG	JTP	TEM
BOJ	44	73	65	40	70	22	28	36	9
EPR	0	0	0	0	0	0	2	3	1
ERS	31	3	6	19	7	11	10	10	25
ERR	9	14	19	27	9	29	39	28	20
Ft	98	96	95	93	95	87	87	89	87
Fi	0	0	2	5	2	0	0	0	0
Res.	1	1	2	1	2	11	9	10	10
Commerciaux	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ERE	12	3	7	10	14	45	51	75	45
ERP	2	1	1	2	2	10	15	9	33
PRP	1	4	2	3	3	0	0	0	0
RUI	80	89	88	76	77	9	1	3	0
Arbustifs	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tableau 6 Dénombrement (semis/ha) des gaules

	Trouées					Sous couvert			
	CPET	JTG	JTP	PA	SEM	CPET	JTG	JTP	TEM
Feuillues	53	106	435	0	56	192	320	556	1152
Résineuses	0	141	109	0	0	705	494	476	1517
Commerciales	53	246	543	0	56	897	814	1032	2669

Régénération commerciale

La régénération commerciale est bien distribuée et présente en grand nombre dans tous les traitements (Figures 2 et 3). On observe, 3 ans après intervention, une distribution supérieure à 88 % (basée sur des placettes de 4 m²) et une quantité supérieure à 25 000 semis/ha. C'est dans les parquets avec réserve de semenciers et les trouées des coupes progressives d'ensemencement que la régénération commerciale est la plus haute. Finalement, après 3 ans, les gaules sont presque absentes des parquets et des trouées de la coupe progressive d'ensemencement (Tableau 6). Cependant, il y en a un peu dans les trouées jardinées et de 800 à 1000 gaules/ha sous couvert du jardinage ou de la coupe progressive d'ensemencement.

Figure 2 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de la régénération commerciale par traitement et par classe de hauteur

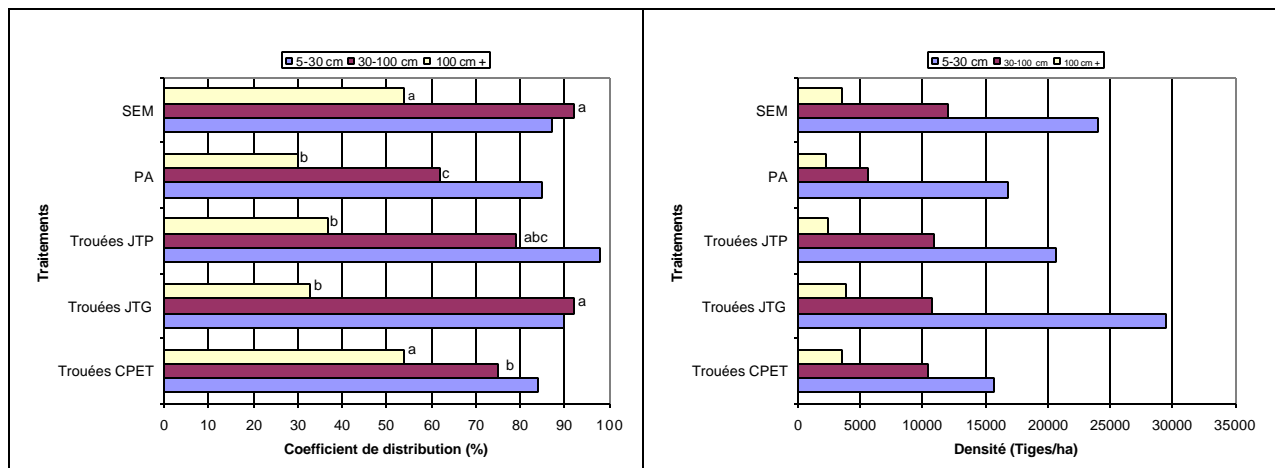
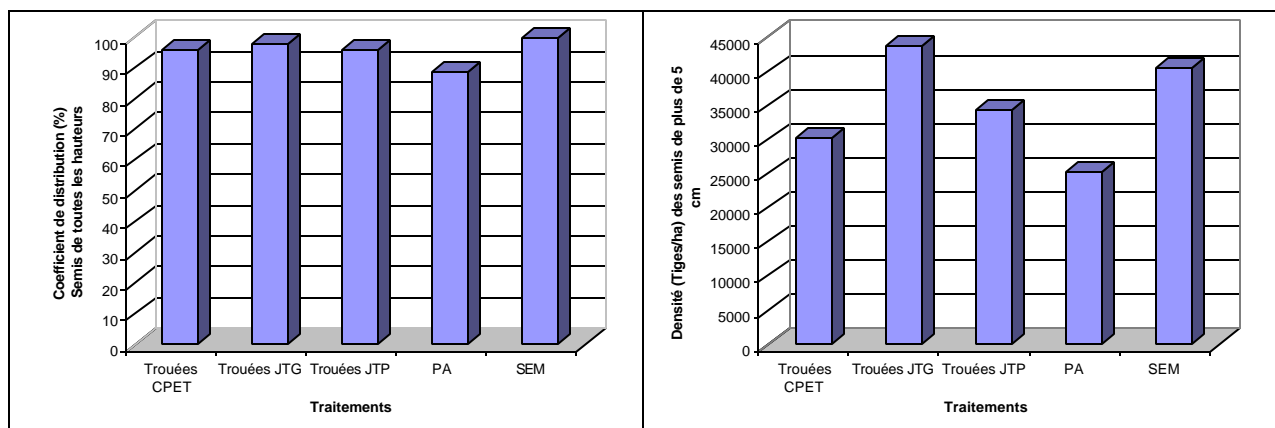


Figure 3 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de la régénération commerciale par traitement pour toutes les hauteurs



Bouleau jaune

Pour le bouleau jaune (Figures 4 et 5), ce sont dans les trouées du jardinage et les parquets avec semenciers que l'on retrouve plus de 20 000 semis/ha et une distribution supérieure à 88 %. C'est également dans ces traitements que l'on retrouve la plus forte proportion de semis d'une hauteur supérieure à 100 cm et entre 30 et 100 cm. Les coupes progressives par trouées se classent de façon générale (distribution, densité, hauteur) au 2^{ème} rang alors que les parquets sans semenciers présentent les moins bons résultats.

Figure 4 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) du bouleau jaune par traitement et par classe de hauteur

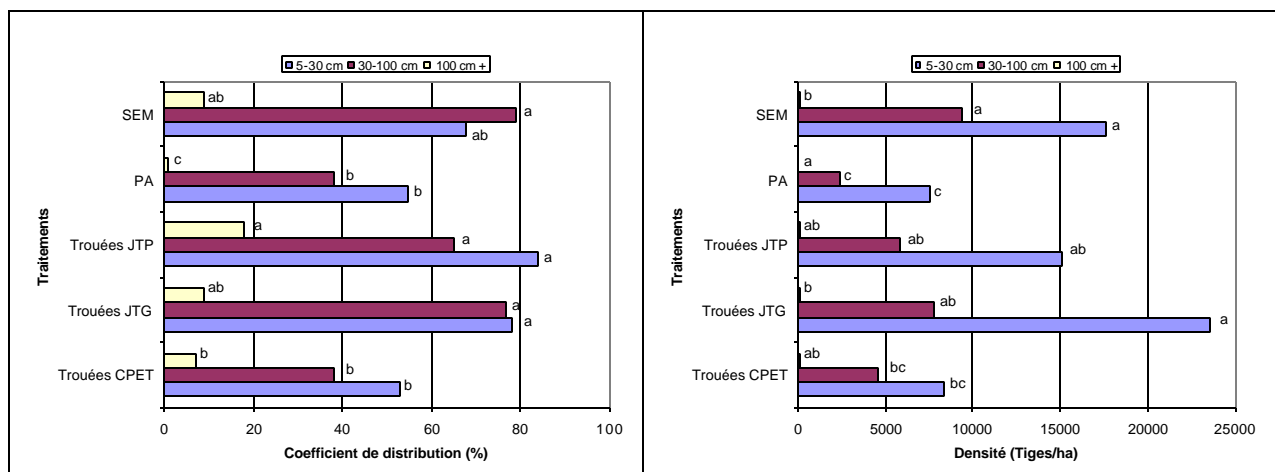
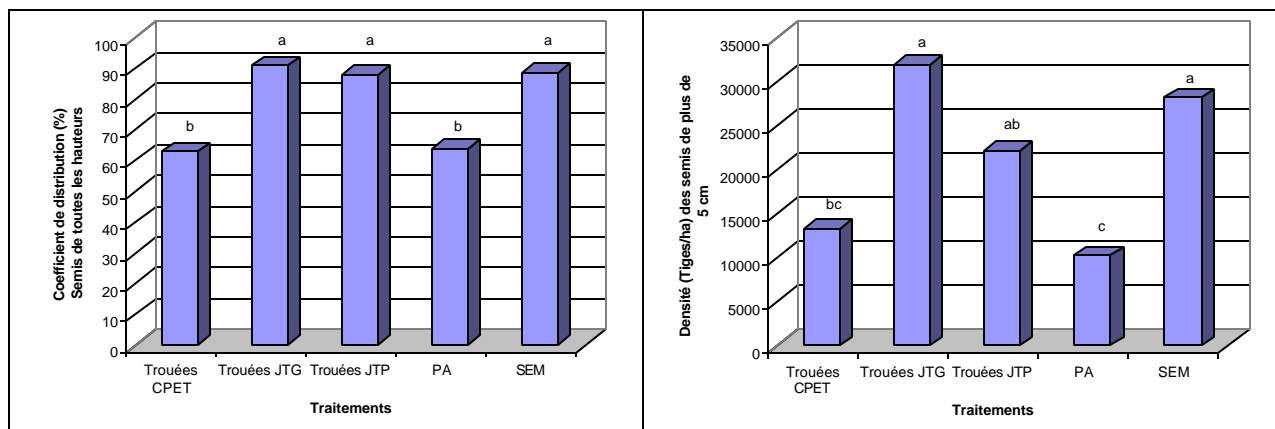


Figure 5 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) du bouleau jaune par traitement pour toutes les hauteurs



Épinette rouge

L'épinette rouge pour sa part (Figures 6 et 7) est en faible quantité, pauvrement distribuée et de faible hauteur dans l'ensemble des traitements, même dans les témoins. Ainsi, aucune différence significative a été observée.

Figure 6 Coefficient de distribution (%) de l'épinette rouge par traitement et par classe de hauteur

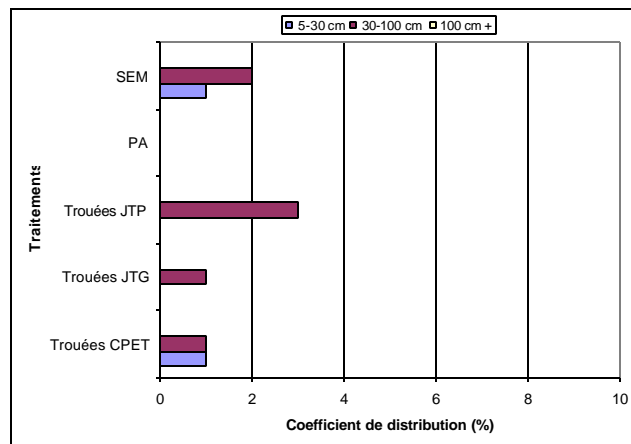
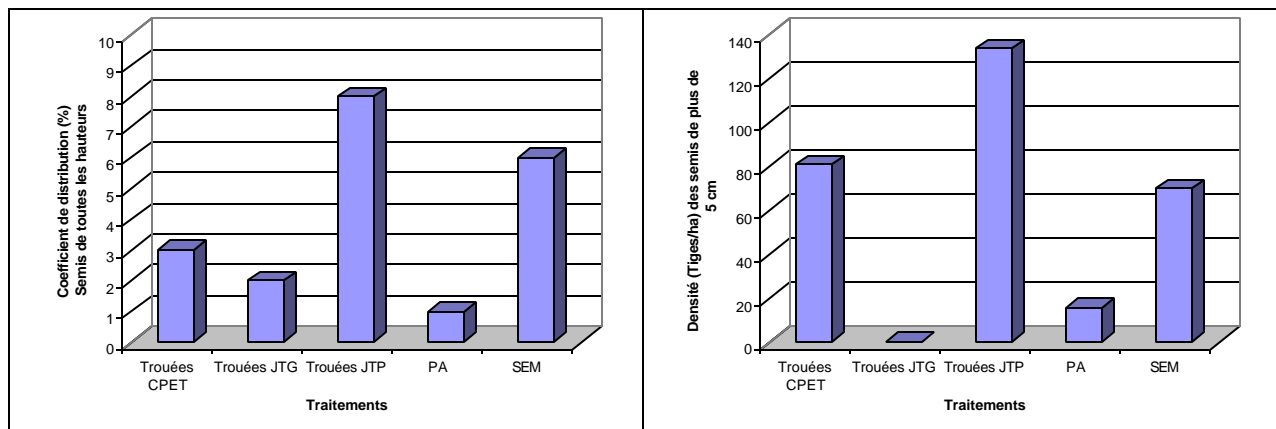


Figure 7 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de l'épinette rouge par traitement pour toutes les hauteurs



Feuillus tolérants et peu tolérants

Les feuillus tolérants¹ et peu tolérants (Figures 8 et 9) sont très nombreux (> 20 000 semis/ha) et très bien distribués (> 85%) pour tous les traitements, comparativement aux feuillus intolérants. On retrouve une meilleure distribution et un plus grand nombre de semis dans les parquets avec semenciers, les coupes progressives d'ensemencement par trouées et les jardinages par trouées. Ce sont les endroits où les feuillus tolérants sont également les plus hauts et c'est vraisemblablement l'érable à sucre qui est le principal compétiteur du bouleau jaune dans les trouées de la coupe progressive d'ensemencement. C'est dans les parquets sans semenciers que la densité et la hauteur des feuillus tolérants sont moindres.

Figure 8 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des feuillus tolérants par traitement et par classe de hauteur

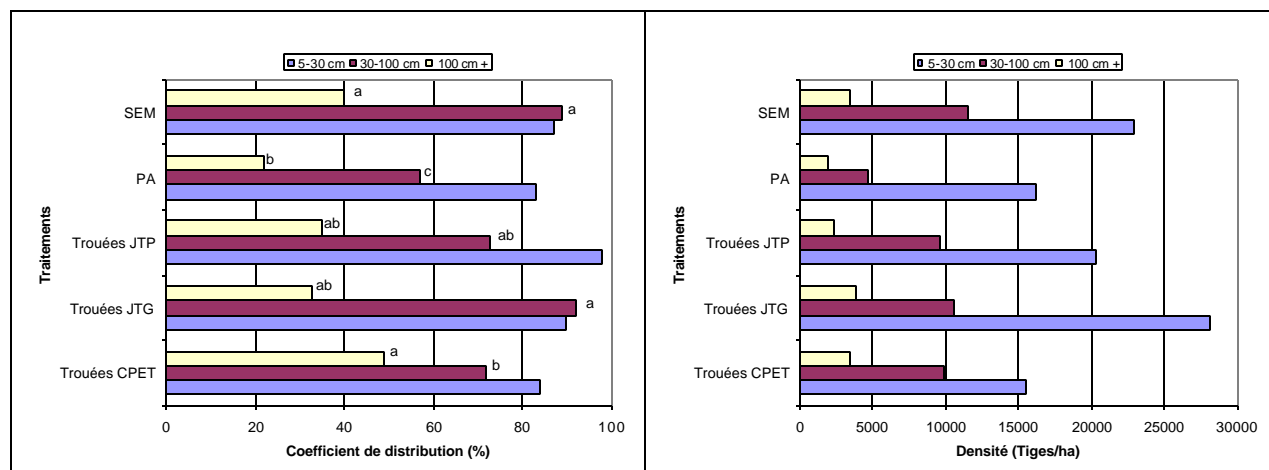
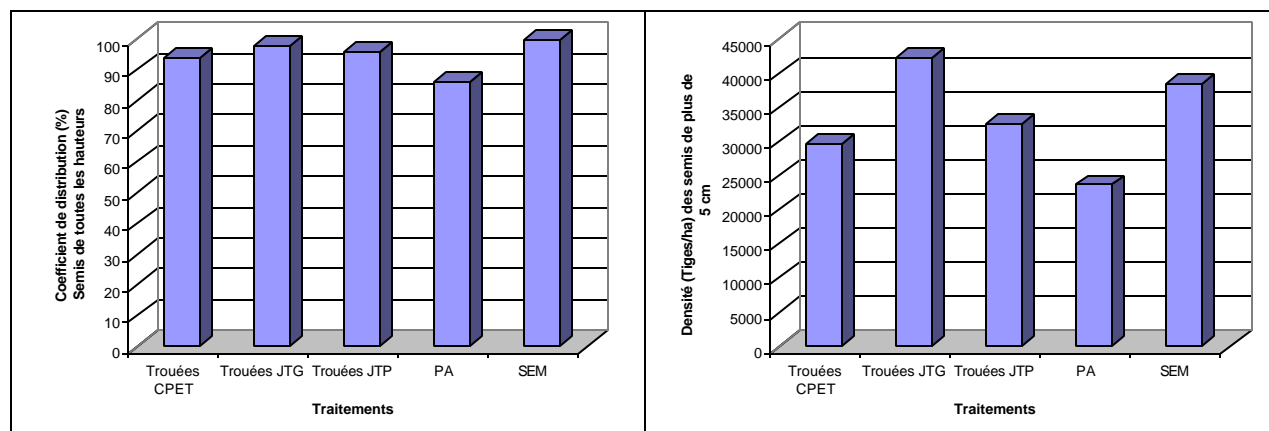


Figure 9 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des feuillus tolérants par traitement pour toutes les hauteurs



¹ Dans ce rapport, l'appellation feuillus tolérants comprend aussi les feuillus peu tolérants. En ordre d'importance : BOJ, ERS et ERR. La présence de HEG et FRA est marginale.

Feuillus intolérants

La meilleure distribution en feuillus intolérants² (Figures 10 et 11) est présente dans les parquets avec semenciers mais elle est toutefois inférieure à 35 %. Le nombre de semis est inférieur à 1200 semis/ha dans les parquets sans semenciers et inférieur à 700 semis/ha dans tous les autres traitements.

Figure 10 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des feuillus intolérants par traitement et par classe de hauteur

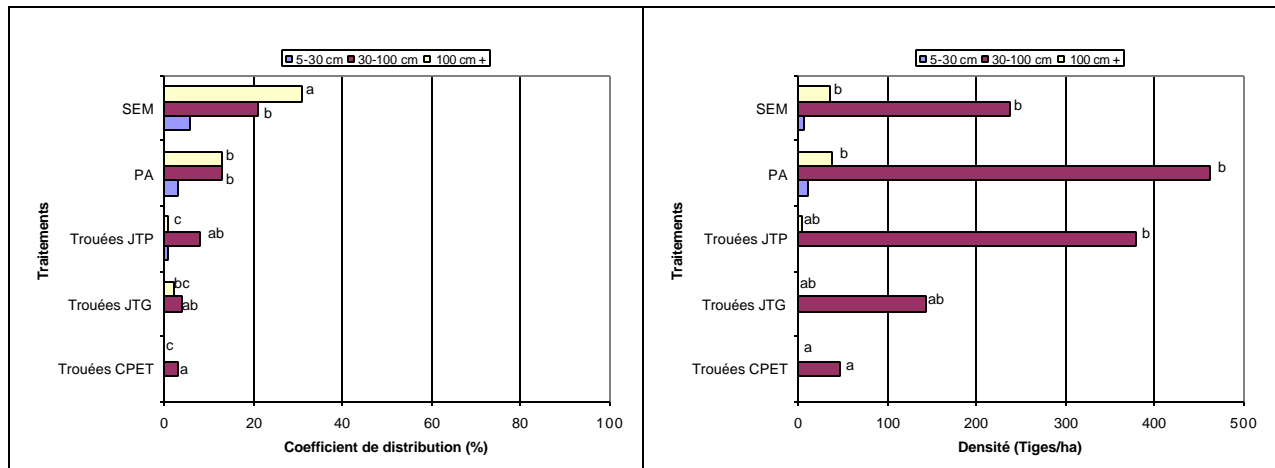
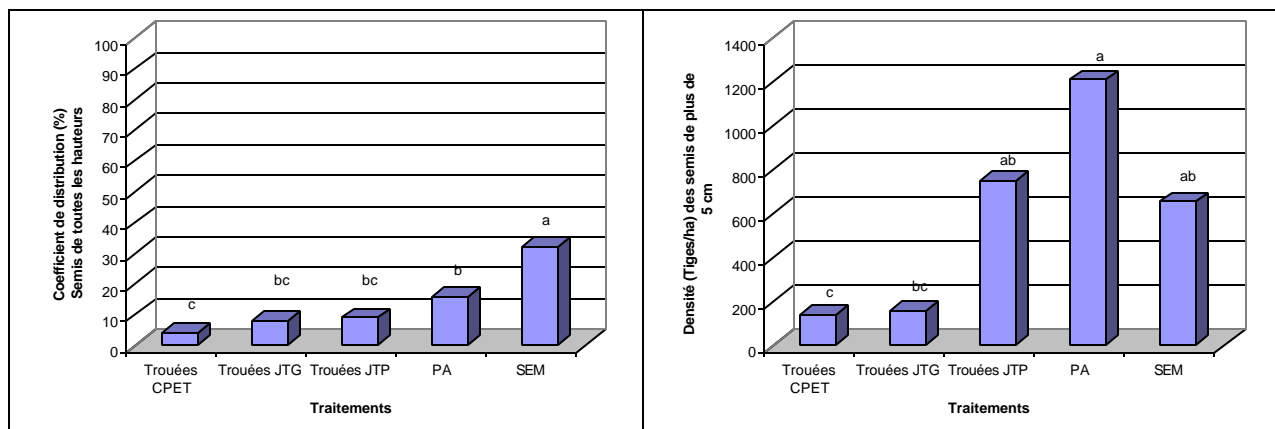


Figure 11 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des feuillus intolérants par traitement pour toutes les hauteurs



² Feuillus intolérants : Surtout BOP et parfois PET ou PEB.

Résineux

Les meilleures distributions des semis de résineux³ (Figures 12 et 13) les plus hauts sont présentes dans les parquets avec semenciers et dans les trouées du jardinage. C'est dans les parquets sans semenciers que les résultats les moins bons ont été observés.

Figure 12 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des résineux par traitement et par classe de hauteur

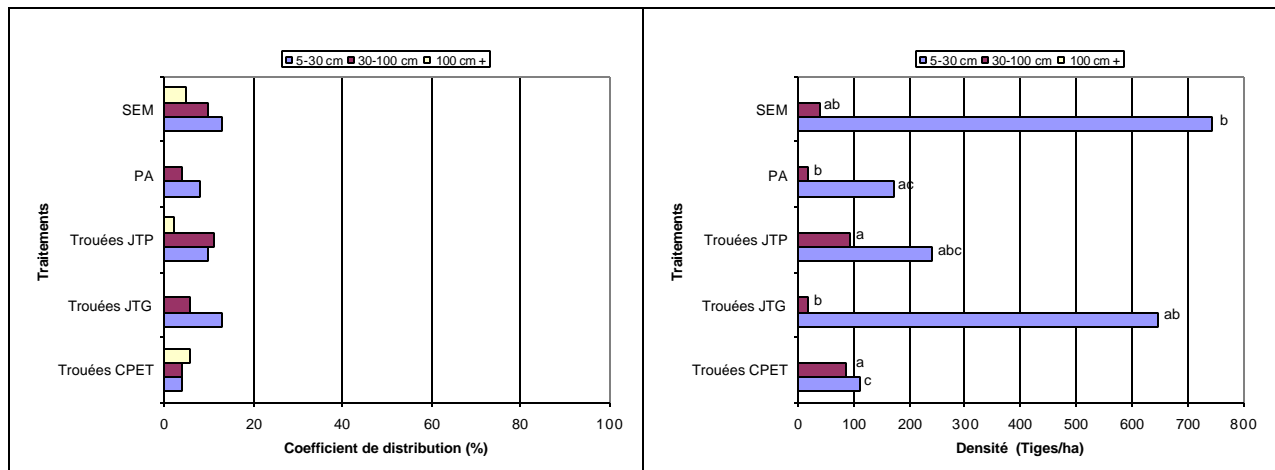
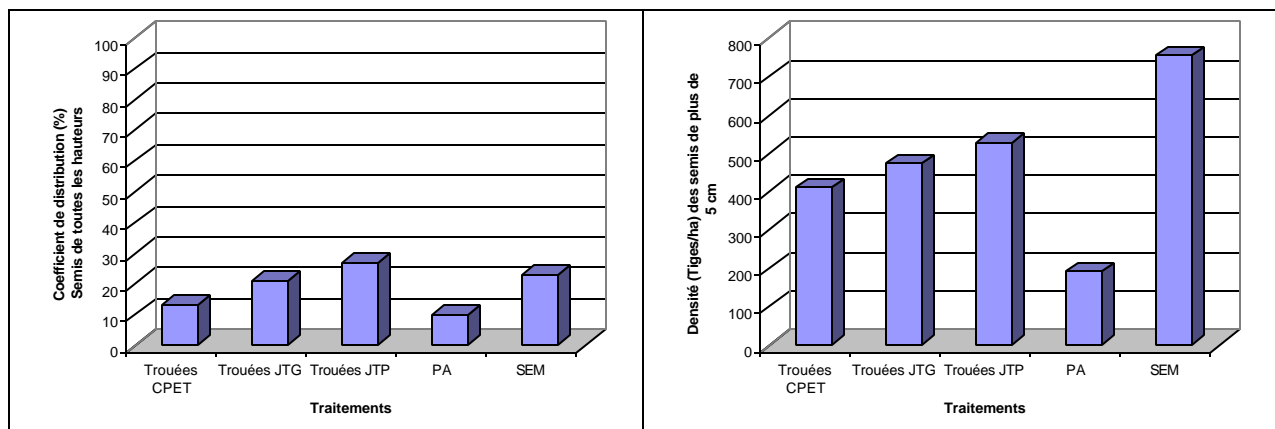


Figure 13 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des résineux par traitement pour toutes les hauteurs



³ Résineux: principalement SAB, mais aussi EPR, EPB et THO.

Compétition

La plus forte densité de la compétition⁴ a été observée dans le parquet sans réserve de semenciers (Figures 14 et 15), principalement due à une plus grande densité de framboisier (39 011 ti/ha, figures 16 et 17) et d'érable à épis (5 257 ti/ha; figures 18 et 19), mais ces différences n'étaient pas significatives. Quant aux trouées de la coupe progressive, elles contenaient le plus d'érable à épis de plus 100 cm de hauteur (1 668 ti/ha).

Figure 14 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de la compétition par traitement et par classe de hauteur

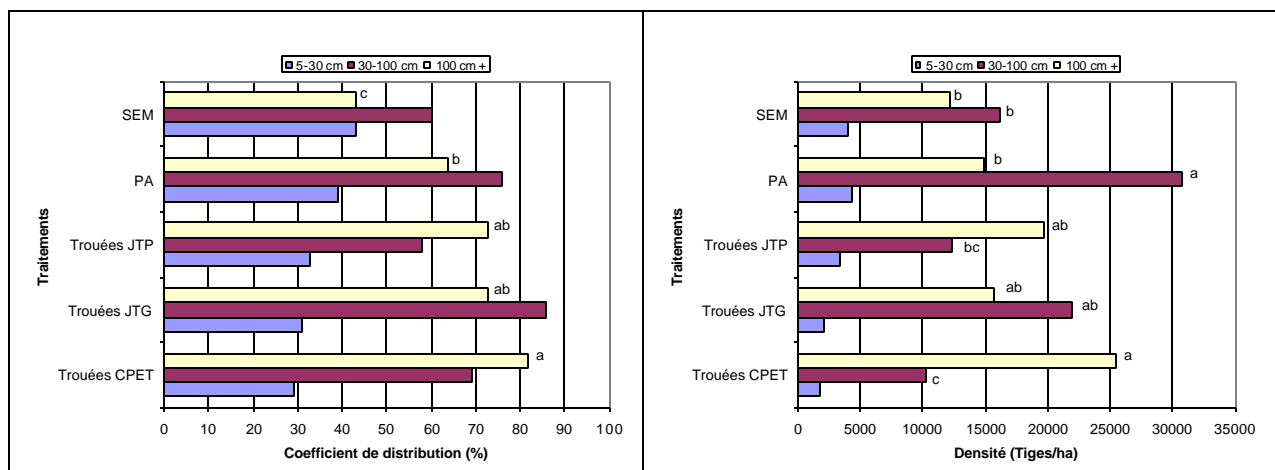
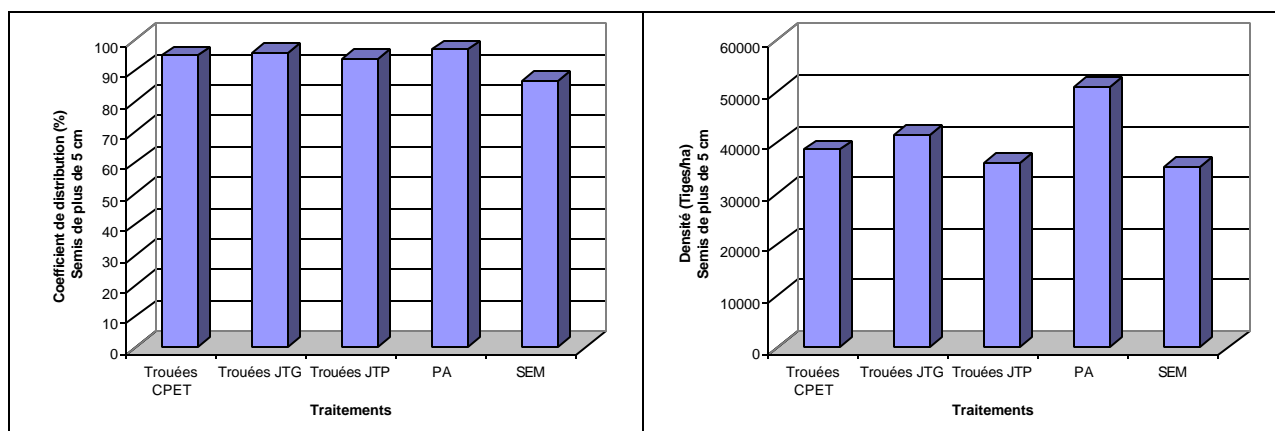


Figure 15 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de la compétition par traitement pour toutes les hauteurs



⁴ Arbustes : principalement RUI et ERE, mais aussi ERP, COC, PRP, VIL et AME.

Framboisier

C'est dans le parquet sans réserve de semenciers et dans les trouées du jardinage que le coefficient de distribution du framboisier est le plus élevé (Figure 17), mais c'est dans toutes les trouées que le framboisier est le plus haut (Figure 16). C'est dans le parquet avec réserve de semenciers que le framboisier est le moins bien distribué et le moins haut.

Figure 16 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) du framboisier par traitement et par classe de hauteur

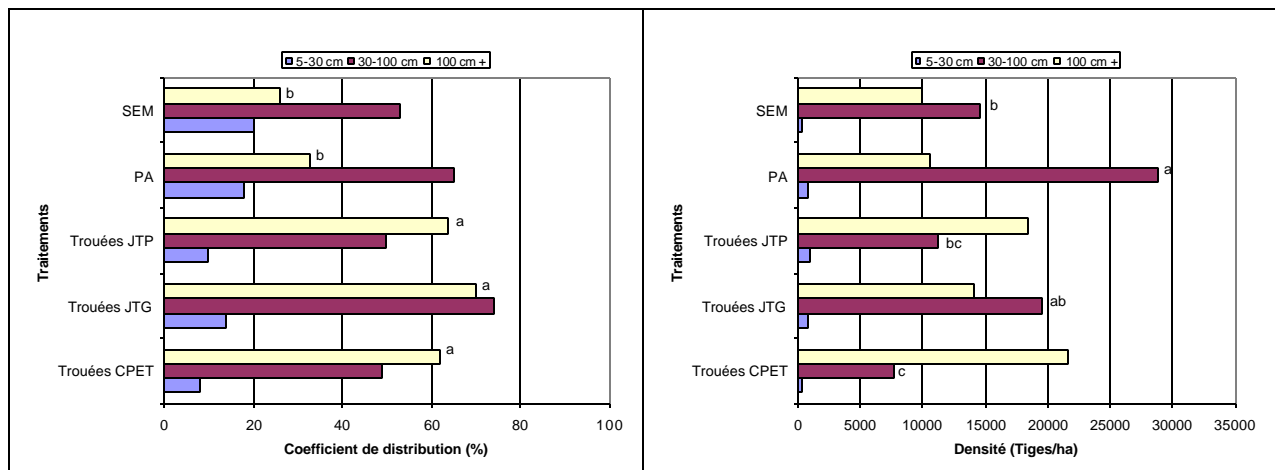
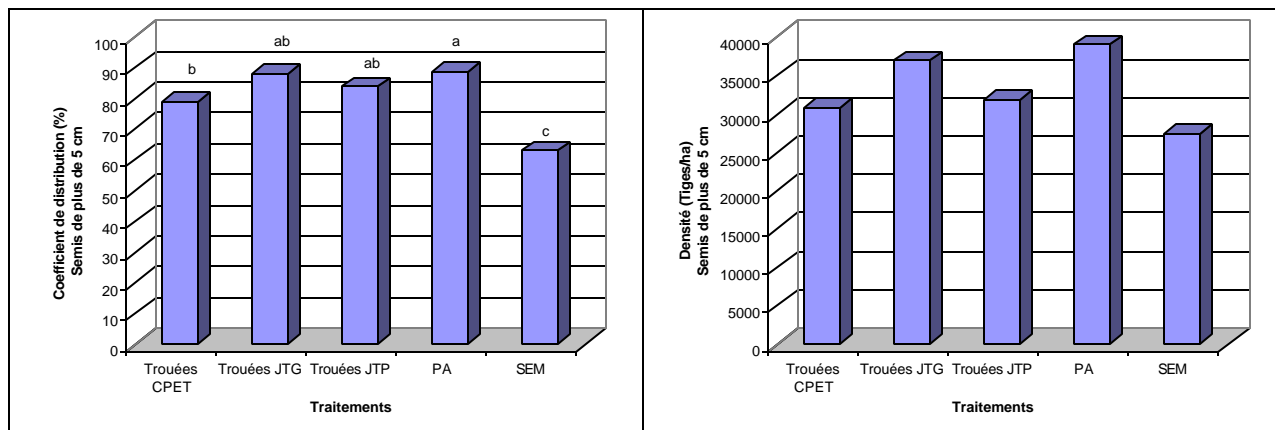


Figure 17 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) du framboisier par traitement pour toutes les hauteurs



Érable à épis

Les seules différences significatives pour l'érable à épis concernent la hauteur (Figures 18 et 19). Les plus fortes distributions et densités de l'érable à épis de plus de 100 cm de hauteur ont été observées dans les trouées de la coupe progressive d'ensemencement.

Figure 18 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de l'érable à épis par traitement et par classe de hauteur

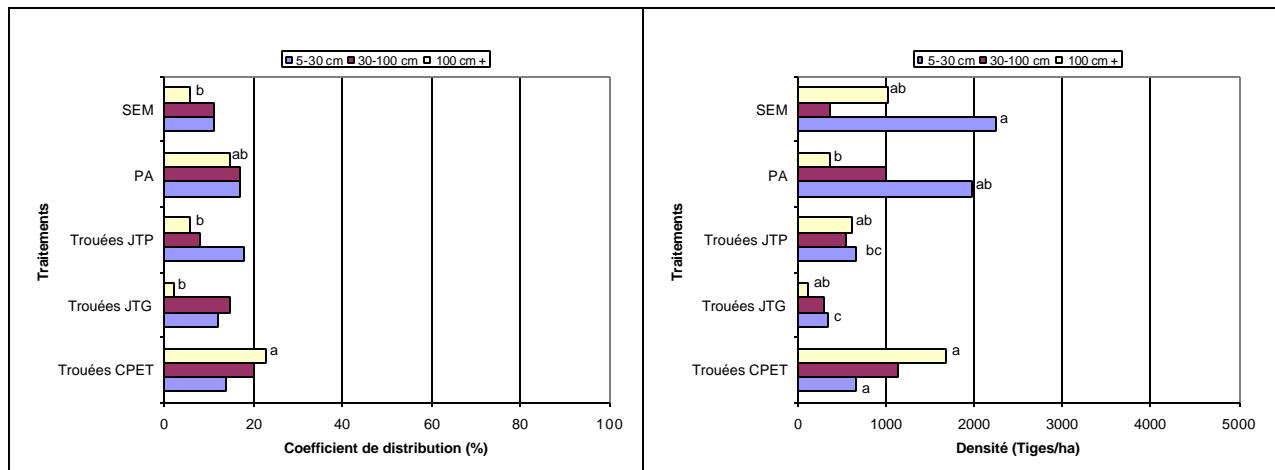
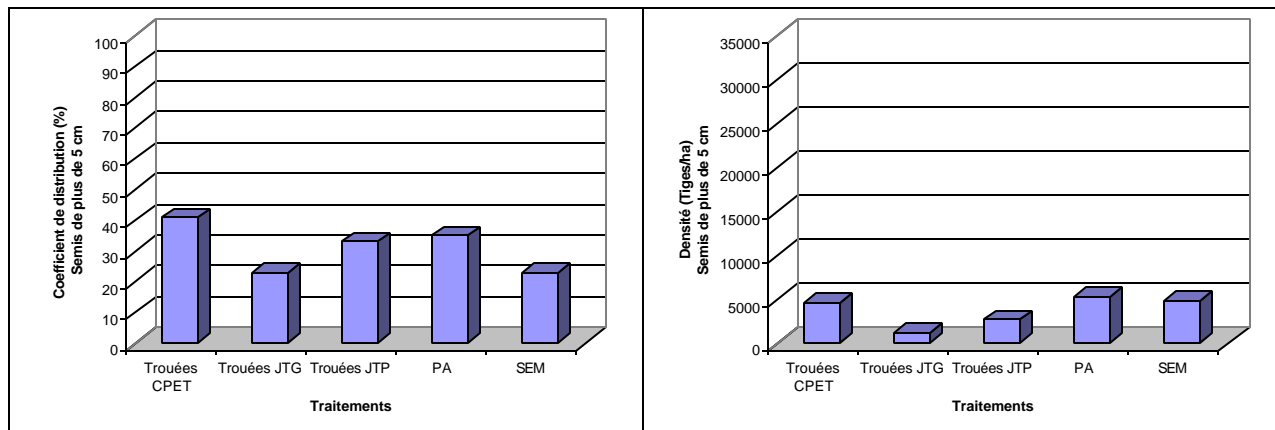


Figure 19 Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de l'érable à épis par traitement pour toutes les hauteurs



2.3 RÉGÉNÉRATION COMMERCIALE

Hypothèse 1

La régénération commerciale dans les trouées et les parquets est suffisante et n'a pas besoin d'être dégagée.

Réponse

VRAI.

L'objectif d'un éventuel dégagement est de rencontrer les critères d'évaluation du succès du traitement sur la régénération après huit ans pour une production prioritaire de bouleaux (BOU) (cf Manuel d'aménagement forestier). Dans les trouées, les essences principales objectif (BOJ et BOP) doivent permettre d'obtenir, après huit ans, un coefficient de distribution de 35 % en jeunes arbres d'avenir libres de croître. Dans les parquets, l'objectif après huit ans pour les essences principales objectif (PO) est d'au moins 60 % en jeunes arbres d'avenir libres de croître.

Nous avons donc calculé le coefficient de distribution des essences principales objectif libres de croître après 3 ans afin d'avoir une indication sur les besoins en dégagement (Tableau 7). Les placettes où les essences principales objectif sont jugées libres de croître sont celles où elles sont présentes dans la classe de hauteur la plus haute observée pour une tige.

Les trois trouées et le parquet avec réserve de semenciers rencontrent le critère de dégagement vis-à-vis les autres essences commerciales, alors qu'il en manque peu dans le parquet sans réserve de semenciers (Tableau 7). Les essences principales objectif dans ce parquet sont davantage opprimées par la compétition arbustive. Dans l'ensemble, ce sont les trouées jardinées qui offrent les meilleures performances, suivies de près par le parquet avec réserve de semenciers.

Tableau 7 Coefficients de distribution (%) des essences principales objectif libres de croître

	Trouées			PA	SEM
	CPET	JTG	JTP		
Essences principales objectif libres de croître par rapport aux autres essences commerciales	38 %	69 %	73 %	57 %	65 %
Essences principales objectif libres de croître par rapport à la compétition arbustive ^a	46%	69%	69%	35%	61 %
Essences principales objectif libres de croître par rapport aux autres essences commerciales et à la compétition arbustive	28 %	52 %	56 %	27 %	47 %

^a Le framboisier n'a pas été retenu parmi la compétition, puisque son effet après huit ans devrait être négligeable.

Hypothèse 2

Il n'y a pas de différence de régénération commerciale entre les trouées du jardinage et les trouées de la coupe progressive par trouées.

Réponse

FAUX.

Il y a des différences significatives de distribution de la régénération commerciale par classe de hauteur (Figure 2) et par composition en essences (Figures 2 à 13) entre les trouées du jardinage et celles de la coupe progressive d'ensemencement, mais la distribution et la densité totales de la régénération commerciale ne diffèrent pas significativement (Figure 3). En effet, la régénération commerciale de plus de 100 cm de hauteur est significativement mieux distribuée dans les trouées de la coupe progressive (54 %) que dans les trouées du jardinage (35 %) (Figure 2). Cet effet est attribuable aux feuillus tolérants autres que le bouleau jaune (ERS et ERR) qui sont mieux distribués et plus hauts dans les trouées de la coupe progressive (Annexe 1). Tandis que le bouleau jaune est significativement plus abondant dans les trouées du jardinage et ce, pour toutes les classes de hauteur (Annexe 1).

2.4 RÉGÉNÉRATION DU BOULEAU JAUNE**Hypothèse 3**

Il y a une plus grande quantité et une meilleure répartition du bouleau jaune dans les trouées que dans les parquets.

Réponse

Le parquet avec réserve de semenciers a une distribution (88-91 %) et un nombre de bouleaux jaunes (22 000 à 32 000 semis/ha) équivalent aux trouées du jardinage (Tableaux 3 et 4; figures 4 et 5) qui ont une taille moyenne supérieure à celles de la coupe progressive. Tandis que les trouées de la coupe progressive d'ensemencement et le parquet sans semenciers sont égaux entre eux et significativement différents des trois autres traitements avec une distribution de 63 à 64 % et une densité de 10 000 à 13 000 semis/ha.

Hypothèse 4

Les semenciers de bouleau jaune conservés dans les parquets amènent une régénération plus abondante et mieux distribuée.

Réponse

VRAI.

Les coefficients de distribution et la densité du bouleau jaune dans le parquet avec réserve de semenciers (89 %, 28 000 semis/ha) sont significativement supérieurs au parquet sans semenciers (64 %, 10 000 semis/ha) et ce, pour toutes les classes de hauteur (Figure 4). Ainsi, en plus des gains de distribution et de densité qu'apportent les semenciers, il y a des gains de hauteur des semis et de dégagement des essences principales objectif (Tableau 7).

2.5 RÉGÉNÉRATION DE L'ÉPINETTE ROUGE

Hypothèse 5

La régénération en épinette rouge est plus abondante dans les trouées et les parquets 3 ans après intervention comparativement à 1 an après intervention.

Réponse

FAUX.

Les coefficients de distribution et les densités des semis d'épinette rouge dans les trouées en 2001 sont tous inférieurs aux valeurs de 1999 (Tableau 8). Cependant, les valeurs du témoin en 2001 sont aussi significativement inférieures à celles de 1999. Cette diminution dans le témoin n'a pas été observée pour les gaules dont la densité est demeurée stable. De plus, cette diminution de l'épinette rouge ne peut pas être due à une erreur d'identification puisqu'en 2001 les données d'inventaire ne contiennent pas d'observations pour les autres épinettes.

Tableau 8 Coefficient de distribution et densité de l'épinette rouge en 1999 et en 2001 dans les trouées et le témoin

Distribution	Trouées CPET	Trouées JTG	Trouées JTP	PA	SEM	Témoin
1999	9	29	19	2	13	18
2001	3	2	8	1	6	7
Densité semis						
1999	486	1667	3095	227	972	2424
2001	81**	0*	134*	16**	70**	207**
Densité gaules						
1999	0	0	0	0	26	398
2001	0	0	109	0	0	506

Hypothèse 6

Les semenciers d'épinette rouge conservés dans les parquets amènent une régénération plus abondante.

Réponse

FAUX.

Il n'y a pas de différences significatives de distribution et de densité de l'épinette rouge entre les deux parquets (Figures 6 et 7; annexes 1 et 3). Les distributions et les densités de l'épinette rouge sont respectivement de 1 % et 16 semis/ha dans le parquet contre 6 % et 70 semis/ha sous les semenciers (Annexes 1 et 3).

Hypothèse 7

La régénération d'épinette rouge est plus abondante, mieux distribuée et plus haute (préétablie) sous couvert que dans les trouées et les parquets.

Réponse

VRAI, malgré la rareté des semis.

La régénération totale en épinette rouge tend à être mieux distribuée sous couvert que dans les trouées et le parquet (Tableau 9; figures 20 et 21). Étant donné la rareté relative des semis d'épinette rouge, des différences significatives ont seulement été observées lorsque toutes les classes de semis ont été regroupées. C'est sous le couvert jardiné et dans les petites trouées que l'épinette rouge s'est maintenue à un niveau semblable ou supérieur au témoin.

Tableau 9 Distribution (%) des semis de l'épinette rouge par classe de hauteur et par traitement

Hauteur	Effet des traitements	Trouées					Sous couvert			
		CPET	JTG	JTP	PA	SEM	CPET	JTG	JTP	TEM
5-30 cm	n.s.	2	0	0	1	1	3	4	5	2
30-100 cm	n.s.	1	1	6	0	2	0	3	6	2
100 cm +	n.s.	1	0	1	0	0	2	1	1	3
> 5 cm	*	3	2	10	1	6	7	7	14	7
		c	b, c	a, b	c	a, c	a, c	a, c	a	a, c

Figure 20 Coefficient de distribution (%) de l'épinette rouge par traitement et par couvert pour tous les semis de plus de 5 cm

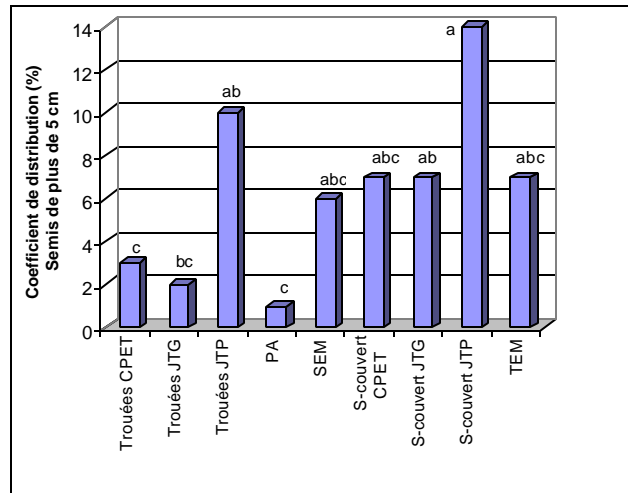
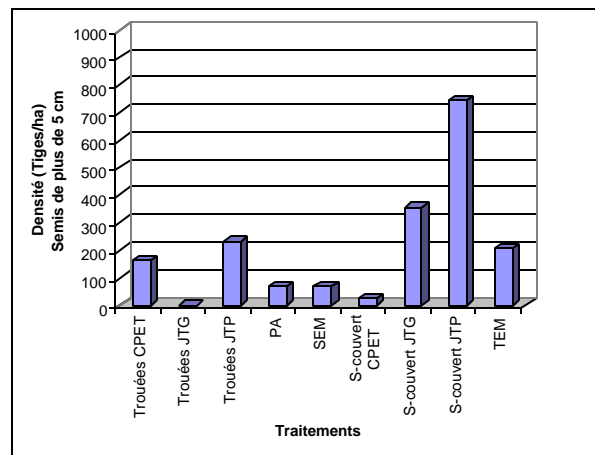


Figure 21 Densité (Semis/ha) des semis de l'épinette rouge par couvert



2.6 CONTRÔLE DE LA COMPÉTITION

Hypothèse 8

La compétition est moins féroce (moins abondante, moins bien distribuée et moins haute) dans les trouées que dans les parquets.

Réponse

FAUX.

Pour l'érable à épis, il n'y a pas de différences significatives de distribution et de densité entre les trouées et les parquets (Annexes 1 et 3; Figures 18 et 19). Il y a une tendance à y avoir plus de semis de 5-30 cm dans les parquets et autant, sinon moins, de semis plus grands par rapport aux trouées. D'ailleurs, c'est dans la trouée de la coupe progressive d'ensemencement que l'érable à épis de plus de 100 cm est le mieux distribué et le plus abondant.

Pour le framboisier, c'est dans le parquet avec réserve de semenciers qu'il est significativement moins bien distribué et un peu moins abondant que dans les trouées (Figures 16 et 17). D'ailleurs, les deux parquets ont en commun d'avoir les distributions (26-33 %) et les densités (environ 10 000 semis/ha) les plus faibles de framboisier de plus de 1m. Cependant, les semis de 30 à 100 cm abondent dans le parquet sans réserve de semenciers.

Hypothèse 9

La compétition est moins féroce (moins abondante, moins bien distribuée et moins haute) dans les petites trouées par rapport aux grandes trouées.

Réponse

VRAI pour le framboisier, FAUX pour l'érable à épis.

Il n'y a pas de différences significatives d'abondance et de distribution de l'ensemble des arbustes compétiteurs entre les trouées (Figures 14 et 15; annexes 1 et 3). Néanmoins, il y a plus de framboisier dans la grande trouée que dans les petites trouées (Figures 16 et 17), mais il y a moins d'érable à épis (Figures 18 et 19).

Hypothèse 10

Il n'y a pas de différence de compétition entre les trouées du jardinage et les trouées de la coupe progressive d'ensemencement.

Réponse

FAUX

L'érable à épis de plus de 100 cm est significativement mieux distribué et un peu plus abondant dans les trouées de la coupe progressive d'ensemencement que dans celles du jardinage, ces dernières contiennent un peu plus de framboisier et autant d'arbustes (Figures 14 à 19).

Hypothèse 11

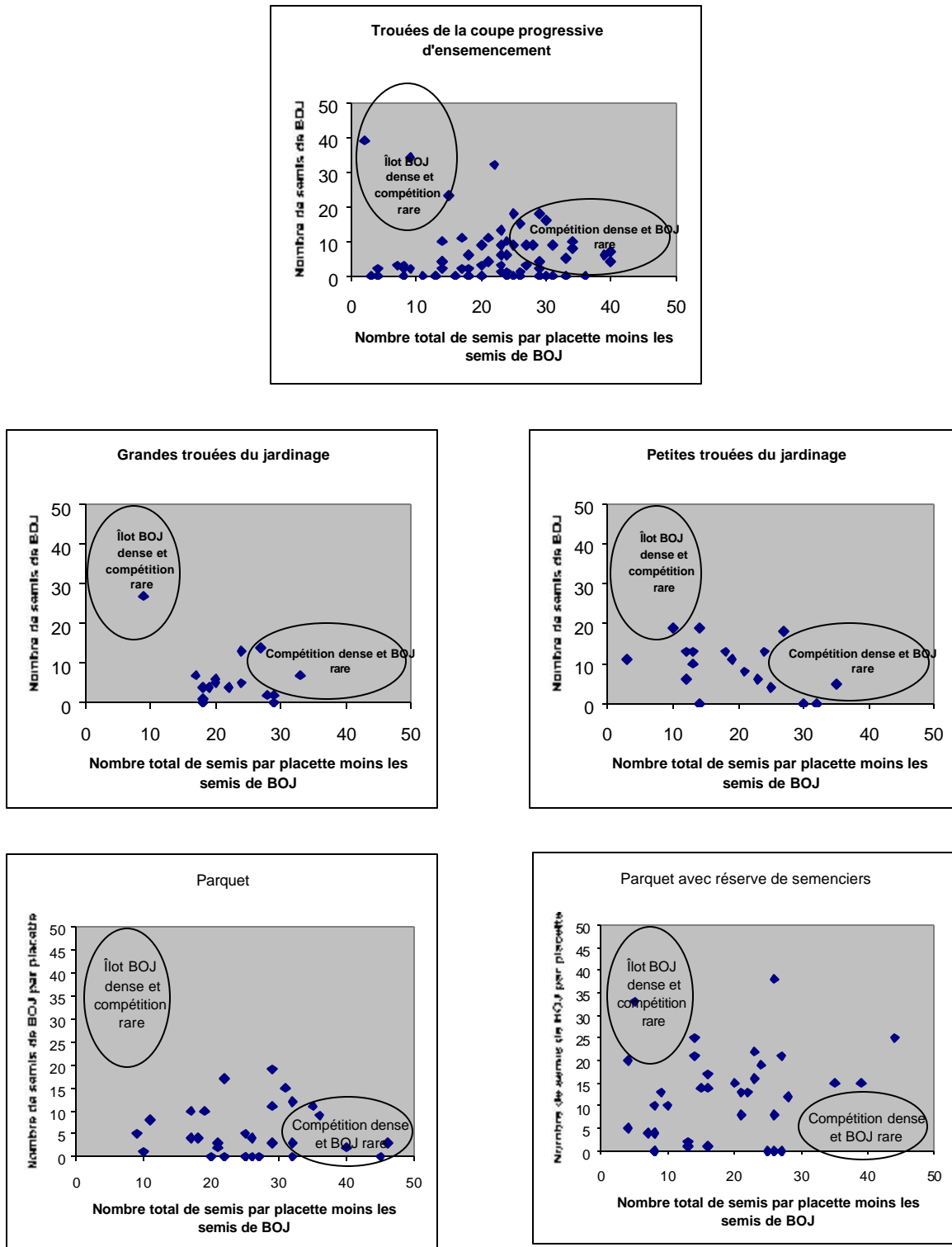
Dans les parquets, la régénération en bouleau jaune est regroupée en îlots très denses, ce qui lui permet de maintenir sa position concurrentielle par rapport à la compétition.

Réponse

Après 3 saisons de croissance, il n'y a pratiquement pas de placettes où le bouleau jaune domine au point où la présence de semis d'autres essences serait relativement rare (Figure 22). Cependant, la plupart des placettes où le bouleau jaune est majoritaire sont situées dans le parquet avec réserve de semenciers, soit le traitement ayant la compétition la moins féroce (cf Hypothèse 8), alors que de telles parcelles n'ont pas été observées dans le parquet sans réserve de semenciers. Les trouées du jardinage et de la coupe progressive d'ensemencement présentent des résultats intermédiaires par rapport aux deux parquets.

Néanmoins, ces résultats ne permettent pas d'infirmier l'hypothèse, mais plutôt de confirmer que les données d'inventaire ne permettent pas de répondre à cette hypothèse. En effet, la sociabilité du bouleau jaune n'a pas été évaluée et les données disponibles ne permettent pas d'évaluer l'importance de regroupements de semis de bouleau jaune si ces derniers n'ont pas une superficie largement supérieure aux placettes de 4 m².

Figure 22 Nombre de semis de bouleau jaune en fonction du nombre de semis des autres espèces par placette



3. DISCUSSION

Ce dispositif expérimental a été implanté dans un peuplement mélangé à dominance feuillue (33 % bouleau jaune et 37 % résineux) sur les types écologiques de l'érablière à bouleau jaune mésique de texture moyenne (FE32) et de la bétulaie jaune à sapin mésique de texture moyenne (MJ22) dans le sous-domaine de l'est (Mauricie) de l'érablière à bouleau jaune. Les objectifs étaient d'évaluer les meilleurs traitements et régimes sylvicoles pour favoriser une régénération abondante en bouleau jaune et en épinette rouge, tout en contrôlant la compétition dans un contexte où le peuplement a une structure irrégulière en îlots.

3.1 RÉGÉNÉRATION COMMERCIALE

Les résultats après trois ans indiquent que la régénération commerciale est bien distribuée (89 % et plus des placettes de 4 m²) et abondante (> 10 000 semis/ha) dans les trouées et dans les parquets étudiés. Cependant, la composition et la hauteur de cette régénération sont variables selon les traitements.

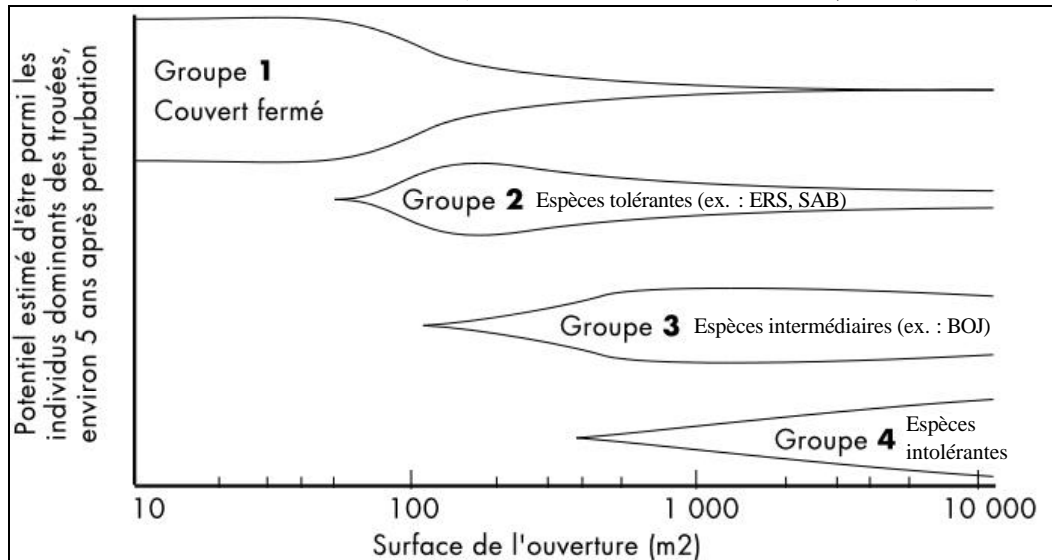
En effet, dans les trouées des coupes progressives d'ensemencement, la régénération est plus haute que dans les trouées du jardinage et les érables y sont relativement plus abondants que le bouleau jaune. La taille moyenne des trouées de la coupe progressive (533 m²) en 1999 était inférieure à celle des petites et grandes trouées du jardinage (799 et 1657 m², respectivement). En conséquence, elle semble avoir favorisé la régénération des essences plus tolérantes (érables). Or, il est reconnu que plus la trouée est petite, plus les espèces tolérantes sont favorisées au détriment des espèces intolérantes (Bormann et Likens, 1979; figure 23).

Le fait de localiser les trouées à des endroits plus dégradés (cas du jardinage), au lieu de les distribuer de façon systématique (cas de la coupe progressive), pourrait aussi avoir influencé la composition de la régénération dans les trouées. En effet, si dans le jardinage la vigueur n'était pas répartie uniformément entre les essences, alors les endroits les plus dégradés auraient pu avoir une composition un peu différente de la moyenne du peuplement.

C'est dans les parquets sans semenciers que les coefficients de distribution du bouleau jaune, de l'épinette rouge, des feuillus tolérants, des résineux et de l'ensemble de la régénération commerciale sont les plus faibles parmi les milieux ouverts. La plus grande taille de ces ouvertures (1 ha) et l'absence de semenciers sur le parterre auraient réduit les apports de semences, défavorisé leur distribution, diminué la protection des semis contre l'insolation et stimulé davantage la compétition.

Après trois ans, le maintien d'un couvert de semenciers dans le parquet a permis de maintenir la composante résineuse, alors que c'est dans le parquet sans semenciers que les résineux sont le moins bien régénérés. Une partie de cette différence peut être expliquée par les recrues de l'épinette rouge en provenance des semenciers, mais cette explication semble insuffisante. En effet, les traitements n'ont pas favorisé significativement son établissement. L'obstruction causée par les semenciers lors du scarifiage pourrait avoir permis de conserver davantage de semis résineux préétablis, de même que pour les autres essences commerciales.

Figure 23 Potentiel estimé d'être parmi les individus dominants des trouées en fonction de la surface d'ouverture (Tiré de Bormann et Likens, 1979)



3.2 BOULEAU JAUNE

Ce sont les trouées du jardinage et le parquet avec réserve de semenciers qui ont donné les meilleurs résultats de régénération du bouleau jaune. Lors du suivi après 1 an, Blouin *et al.* (2000) n'ont pas observé de différences significatives quant au nombre et à la distribution des recrues de bouleau jaune dans les parquets, questionnant ainsi la pertinence des semenciers. Cependant, **il y a des différences hautement significatives de densité et de distribution du bouleau jaune dans les parquets après 3 ans.** Le maintien d'un couvert partiel (25 BOJ et 12 EPR à l'hectare) semble avoir favorisé la croissance des semis de bouleau jaune et avoir limité l'envahissement par le framboisier. Un plus grand nombre de semenciers pourraient donc être conservés afin de favoriser le bouleau jaune au détriment de la compétition. Selon Malenfant et Patry (2002), la densité optimale de semenciers à conserver dans la Baie-des-Chaleurs serait de 40 à 50 bouleaux jaunes à l'hectare.

Dans les trouées de la coupe progressive, le bouleau jaune était mieux distribué en 1999 (86 %) qu'en 2001 (63 %), ce qui indique que la distribution du bouleau jaune est à la baisse pour ce traitement. La croissance rapide des érables (surtout l'érable à sucre) dans ces trouées de plus petite dimension (533 m²) pourrait expliquer la distribution plus faible du bouleau jaune après 3 ans, comparativement aux trouées du jardinage (799 à 1657 m²) et au parquet avec réserve de semenciers (1 ha). En effet, les érables sont plus hauts et mieux distribués dans les trouées de la coupe progressive par rapport aux trouées du jardinage.

À première vue, ces résultats semblent contredire ceux du dispositif du lac Belette situé tout près du lac Marcotte (Guillemette *et al.*, 2003). En effet, après deux ans dans un peuplement mélangé à dominance **résineuse** sur MJ22 (BjR), la meilleure distribution (92 %) et la meilleure densité (> 15 000 semis/ha) en bouleau jaune a été observée dans les trouées de 500 m², contrairement à celles de 1050 et 1500 m². Tandis qu'au lac Marcotte, les meilleures trouées pour régénérer le bouleau jaune étaient celles de 799 et 1657 m². Contrairement au lac Marcotte où les érables

(surtout à sucre) dominant la régénération dans les petites trouées, l'érable à sucre était marginal au lac Belette. En conséquence, l'érable à sucre au lac Marcotte aurait profité des plus petites trouées (500 m²) pour se régénérer au détriment du bouleau jaune. Alors qu'au lac Belette, il y avait beaucoup moins d'érable à sucre et le bouleau jaune en a profité dans les plus petites trouées (500 m²). L'intensité du scarifiage pourrait aussi expliquer ces différences, mais des données précises à ce sujet ne sont pas disponibles au lac Marcotte.

3.3 ÉPINETTE ROUGE

De 1999 à 2001, la régénération en épinette rouge dans tous les traitements et dans le témoin a été réduite de façon significative. Les semis d'épinette rouge sont reconnus pour leur sensibilité aux extrêmes climatiques, tels la sécheresse et le gel du sol (Blum, 1990). Des événements climatiques pourraient donc expliquer cette diminution significative de la densité des semis dans tous les traitements de 1999 à 2001. De plus, l'espèce était déjà peu présente en régénération (18 %) et les traitements n'ont pas favorisé significativement son établissement, malgré que l'année semencière avait été qualifiée de bonne (Blouin *et al.*, 2000).

En conséquence, il n'a pas été possible de détecter des effets significatifs des traitements (ouvertures et scarifiage) sur la régénération en épinette rouge. Néanmoins, l'épinette rouge tend à être plus présente sous le couvert jardiné où le prélèvement a été de 40 %, contre un prélèvement de 51 % sous la coupe progressive d'ensemencement. D'ailleurs, les exigences d'installation et de développement des semis d'épinette rouge (Blum, 1990) et les résultats de Fortin (2001) concernant une vieille coupe partielle dans la région du mont Tremblant indiquent que cette espèce se régénère mieux sous couvert partiel. Bien que la perturbation de l'humus puisse favoriser la germination des semences, les jeunes semis demeurent très sensibles à la sécheresse étant donné leur enracinement superficiel.

3.4 COMPÉTITION

Contrairement à la compétition par l'érable à épis, celle par le framboisier est de courte durée et une visite sur le terrain à l'été 2002 a permis de constater qu'elle ne menace déjà plus la régénération. En considérant l'ensemble de la compétition, c'est dans le parquet avec réserve de semenciers que la compétition semble la moins féroce. En effet, le scarifiage et le couvert partiel des semenciers semblent avoir favorisé une meilleure croissance en hauteur d'une régénération commerciale plus abondante, tout en réduisant la distribution et la croissance en hauteur des arbustes. Ce traitement est celui qui :

- ✍ a le coefficient de distribution et la densité des arbustes (surtout le framboisier) les plus faibles pour les semis de plus de 100 cm de hauteur;
- ✍ a la distribution d'érable à épis la plus faible;
- ✍ a une des meilleures distributions de semis commerciaux dégagés.

Tandis que la compétition dans le parquet sans réserve de semenciers est l'une des plus fortes en termes de distribution et de densité totaux. C'est dans les trouées de la coupe progressive d'ensemencement qu'il y a le plus de semis arbustifs de plus de 100 cm, particulièrement l'érable à épis. Encore une fois, la plus petite taille des trouées dans la coupe progressive aurait favorisé davantage une essence plus tolérante (érable à épis) par rapport à une espèce intolérante comme le framboisier. À long terme, la compétition par l'érable à épis est plus importante que celle par le framboisier, puisque ce dernier disparaît.

3.5 DÉGAGEMENT

L'objectif d'un éventuel dégagement est de rencontrer les critères d'évaluation du succès du traitement sur la régénération après huit ans pour une production prioritaire de bouleaux. Le coefficient de distribution des tiges libres de croître visé pour les bouleaux est de 35 % dans les trouées et 60 % dans les parquets.

L'inventaire après 3 ans ne visait pas spécifiquement à identifier si les tiges de bouleaux étaient libres de croître ou éclaircies. Néanmoins, les coefficients de distributions par essence et par classe de hauteur ont permis de préciser que dans les trouées et dans le parquet avec réserve de semenciers les bouleaux étaient suffisamment présents dans la classe de hauteur dominante des placettes de 4 m². Quant au parquet sans réserve de semenciers, les résultats indiquent déjà que les bouleaux devront être dégagés. Pour tous les traitements, les densités sont élevées (> 25 000 semis/ha) et d'autres essences peuvent avoir une croissance juvénile supérieure au bouleau jaune (ex. : ERR). En conséquence, le prochain suivi de la régénération devra permettre de mesurer le besoin en dégagement.

4. RECOMMANDATIONS

4.1 RECOMMANDATIONS SUR LES TRAITEMENTS

Le traitement idéal serait celui qui permettrait de :

- ☒ Assurer une régénération suffisante de bouleau jaune (35 % ou 60 % après 8 ans) sans nécessiter un dégagement;
- ☒ Obtenir une croissance maximale des semis de bouleau jaune;
- ☒ Assurer une régénération commerciale suffisante (80 % après 2 ans);
- ☒ Maintenir ou augmenter la régénération en épinette rouge;
- ☒ Minimiser la distribution et la hauteur de la compétition arbustive;
- ☒ Maximiser la productivité des opérations;
- ☒ Faciliter le repérage des trouées lors du scarifiage ou des suivis subséquents.

L'évaluation du meilleur traitement est aussi fonction des conditions de réalisation de l'étude. En effet, nos résultats proviennent :

- ☒ Du sous-domaine de l'est de l'érablière à bouleau jaune (région de la Mauricie);
- ☒ De peuplements mélangés à dominance feuillue ayant une structure irrégulière en îlots principalement composés de bouleau jaune, d'épinette rouge, de sapin baumier, d'érable à sucre et d'érable rouge;
- ☒ Des types écologiques FE32 et MJ22;
- ☒ De traitements effectués à l'automne d'une bonne année semencière.

D'après les résultats obtenus après seulement trois ans, il semble donc que les trouées de 799 et 1657 m² du jardinage et le parquet avec réserve de semenciers sont les traitements les plus prometteurs (Tableau 10). Cependant, il est possible que des trouées aussi grandes réalisées dans une coupe progressive d'ensemencement auraient pu donner d'aussi bons résultats. La structure irrégulière en îlots du peuplement initial n'a pas permis d'explorer la coupe progressive uniforme (sans trouées) qui pourrait aussi être une intervention intéressante pour les peuplements qui s'y prêtent. Quant au traitement le moins prometteur, il s'agit du parquet sans réserve de semenciers.

Tableau 10 Efficacité des traitements dans l'atteinte des objectifs sylvicoles et opérationnels

Critère	Plus efficace(s)	Moins efficace(s)
☒ Assurer une régénération suffisante de bouleau jaune (35 % ou 60 % après 8 ans) sans nécessiter un dégagement	CPET, JTP, JTG, SEM	PA
☒ Obtenir une croissance maximale des semis de bouleau jaune	JTP, JTG, SEM	PA
☒ Assurer une régénération commerciale suffisante (80 % après 2 ans)	Tous	
☒ Maintenir ou augmenter la régénération en épinette rouge	JTP, SEM	PA, JTG
☒ Minimiser la distribution et la hauteur de la compétition arbustive	SEM	CPET, PA
☒ Maximiser la productivité des opérations	JTG	CPET
☒ Faciliter le repérage des trouées lors du scarifiage et des suivis subséquents	PA, SEM	JTP

4.2 RECOMMANDATIONS SUR LE SUIVI

- ✍ Un suivi de la régénération après 6 ans (automne 2004) devra être effectué afin de valider sur une plus longue période les résultats de cette étude et d'évaluer les besoins en dégagement. Au besoin, des travaux de dégagement pourront être réalisés en 2005.
- ✍ Une meilleure compréhension de la régénération du bouleau jaune nécessite de mesurer la sociabilité de la régénération du bouleau jaune lors des prochains inventaires afin d'identifier s'il bénéficie de la formation d'îlots de régénération.
- ✍ Afin de refléter les conditions normales d'application des traitements, les semenciers de bouleau jaune et d'épinette rouge devraient être récoltés en période hivernale en 2003 ou 2004.

4.3 RECOMMANDATIONS SUR LA RECHERCHE

À la lumière des résultats disponibles, il est nécessaire de poursuivre les expérimentations afin de valider les hypothèses suivantes :

- ✍ La présence d'érables (surtout l'érable à sucre) nuit au développement des semis de bouleau jaune dans les petites trouées (500 m²).
- ✍ L'intensité du scarifiage dans les petites trouées permet de contrôler la régénération de l'érable à sucre pour favoriser le bouleau jaune.
- ✍ La densité optimale de semenciers à conserver dans les parquets pour installer abondamment et dégager le bouleau jaune est de 40 à 50 semenciers à l'hectare (Malenfant et Patry, 2002)

De plus, aucune des ouvertures à l'étude (trouées et parquets) n'a permis de régénérer de façon satisfaisante l'épinette. D'autres traitements devraient donc être expérimentés à cet égard.

CONCLUSION

Après 3 ans, le parquet avec réserve de semenciers et les trouées de 799 et 1657 m² ont donné les meilleurs résultats de régénération en bouleau jaune dans un peuplement mélangé à dominance feuillue sur FE32 et MJ22 dans le sous-domaine de l'est de l'érablière à bouleau jaune de la Mauricie. Les semenciers de bouleau jaune conservés dans les parquets amènent une régénération plus abondante et mieux distribuée. En effet, les coefficients de distribution et la densité du bouleau jaune dans le parquet avec réserve de semenciers (89 %, 28 000 semis/ha) sont significativement supérieurs au parquet sans semenciers (64 %, 10 000 semis/ha) et ce, pour toutes les classes de hauteur. Ainsi, en plus des gains de distribution et de densité qu'apportent les semenciers, il y a des gains de hauteur des semis et de dégagement des essences principales objectif. Dans les trouées du jardinage (799 et 1657 m²), la régénération en bouleau jaune est aussi abondante que dans le parquet avec réserve de semenciers. La dominance des érables, au détriment du bouleau jaune (63 %, 13 000 semis/ha), dans les trouées de la coupe progressive d'ensemencement pourrait être due à leur plus petite taille (533 m²).

La régénération en épinette rouge dans le témoin a diminué significativement de 1999 à 2001, ce qui indique que les traitements ne sont pas les seuls responsables des diminutions observées. Néanmoins, l'épinette rouge est plus abondante sous couvert jardiné que dans les trouées et le parquet sans réserve de semenciers.

Le suivi de 2004 permettra de mesurer les effets réels des traitements, de valider la nécessité d'effectuer un dégagement et d'étudier la sociabilité du bouleau jaune afin de déterminer s'il se maintient grâce à la formation d'îlots. Entre temps, les semenciers pourraient être récoltés et il serait pertinent de valider l'hypothèse des effets de l'érable à sucre sur le développement de la régénération en bouleau jaune dans les petites trouées (500 m²).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLOUIN, D., LESSARD, G. et T. RYCABEL, 1999. Implantation d'un dispositif de comparaison de différents procédés de régénération pour le bouleau jaune et les épinettes (Réserve Mastigouche, AC 41-02). Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 99-05, 18 p. + 3 annexes.
- BLOUIN, D., LESSARD, G. ET A. PATRY, 2000. Installation de la régénération naturelle dans un peuplement mixte à dominance feuillue de la région de la Mauricie (Suivi après 1 an). Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2000-03, 43 p.
- BORMANN, F.H. ET G.E. LIKENS. 1979. Pattern and process in a forested ecosystem : disturbance, development and the steady state based on the Hubbard Brook ecosystem study. Springer-Verlag, New York, 253 p.
- BLUM, B.M. 1990. Red spruce. Dans *Sylvics of North America : Volume 1 Conifers*. R.M. Burns et B.H. Honkala, eds. US Forest service Handbook 654. 877 p. {En ligne} http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/Volume_1/picea/rubens.htm
- GUILLEMETTE, F., BLOUIN, D., LESSARD, G. ET PATRY, A. 2003. Suivi après 2 ans - Détermination des conditions de réussite de la CPE dans les peuplements à dominance résineuse de la forêt mixte (Dispositif du lac Belette). Centre collégial de transfert technologique en foresterie de Ste-Foy. Rapport CERFO 3407.
- GOSSELIN, J., P. GRONDIN ET J.-P. SAUCIER. 1998. Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'est. Direction de la gestion des stocks forestiers, Ministère des Ressources naturelles, Gouvernement du Québec. 157 p.
- LEFFELMAN, L.J. et R.C. HAWLEY. 1925. Studies of Connecticut hardwoods : the treatment of advanced growth arising as a result of thinning and shelterwood cuttings. Yale Univ., Scholl For. Bull. 15. 16 p.
- MALENFANT, A. et PATRY, A. 2002. Comparaison de différents traitements sylvicoles pour l'installation de la régénération en bouleau jaune dans des peuplements mixtes à dominance feuillue – Suivi 2001. Groupement forestier Baie-des-Chaleurs, New Richmond. 73 p.
- RYCABEL, T. et G. LESSARD, 1999. Productivité de cinq traitements sylvicoles favorisant le développement du bouleau jaune et des épinettes en forêt mélangée, en Mauricie. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 99-04, 39 p. + 3 annexes.

ANNEXES

ANNEXE 1

Coefficient de distribution (%) de la régénération et de la compétition dans les trouées et les parquets – Effet des traitements, moyennes, erreurs-types et groupes de traitements non significativement différents

		CPET		JTG		JTP		PA		SEM		
Essence	Effet	Moy.	Err.-t.	Moy.	Err.-t.	Moy.	Err.-t.	Moy.	Err.-t.	Moy.	Err.-t.	
5-30 cm	BOJ	**	53	7 b	78	8 a	84	7 a	55	9 b	68	9 a, b
	EPR	n.s. ⁵	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Fi	n.s.	0	0	0	0	1	1	3	2	6	4
	Ft	n.s.	84	5	90	6	98	3	83	6	87	6
	Res	n.s.	4	1	13	5	10	4	8	3	13	4
	Comm	n.s.	84	5	90	6	98	3	85	6	87	6
	ERE	n.s.	14	4	12	6	18	7	17	6	11	6
	RUI	n.s.	8	3	14	6	10	5	18	5	20	7
	Arbus	n.s.	29	5	31	9	33	9	39	7	43	9
30-100 cm	BOJ	**	38	6 b	77	8 a	65	9 a	38	8 b	79	7 a
	EPR	n.s.	1	1	1	1	3	3	0	0	2	2
	Fi	*	3	2 a	4	4 a, b	8	5 a, b	13	6 b	21	9 b
	Ft	**	72	5 b	92	5 a	73	8 a, b	57	7 c	89	5 a
	Res	n.s.	4	2	6	4	11	6	4	3	10	6
	Comm	**	75	5 b	92	5 a	79	7 a, b, c	62	7 c	92	4 a
	ERE	n.s.	20	3	15	5	8	4	17	4	11	4
	RUI	n.s.	49	5	74	8	50	9	65	7	53	9
	Arbus	n.s.	69	8	86	7	58	12	76	8	60	12
100 cm et plus	BOJ	**	7	3 b	9	5 a, b	18	8 a	1	1 c	9	5 a, b
	EPR	n.s.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fi	**	0	0 c	2	2 b, c	1	1 c	13	8 b	31	14 a
	Ft	**	49	7 a	33	9 a, b	35	9 a, b	22	6 b	40	9 a
	Res	n.s.	6	1	0	0	2	1	0	0	5	3
	Comm	**	54	6 a	33	8 b	37	9 b	30	6 b	54	8 a
	ERE	*	23	4 a	2	2 b	6	4 b	15	4 a, b	6	4 b
	RUI	**	62	7 a	70	10 a	64	10 a	33	8 b	26	8 b
	Arbus	**	82	6 a	73	10 a, b	73	10 a, b	64	10 b	43	11 c
Semis > 5 cm	BOJ	**	63	5 b	91	4 a	88	5 a	64	7 b	89	5 a
	EPR	n.s.	3	2	2	2	8	6	1	1	6	5
	ERS	*	58	12 a	28	15 a, b	21	13 b	36	14 a, b	9	8 b
	ERR	*	43	12 b	53	14 a, b	38	14 a, b	34	12 a, b	65	13 a
	Fi	**	4	2 c	8	5 b, c	9	5 b, c	16	8 b	32	12 a
	Ft	n.s.	94	2	98	2	96	3	86	4	100	0
	Res	n.s.	13	2	21	6	27	6	10	3	23	5
	Comm	n.s.	96	2	98	2	96	3	89	5	100	0
	ERE	n.s.	41	6	23	8	33	9	35	7	23	7
	ERP	n.s.	23	5	18	7	9	4	12	5	23	7
	PRP	*	10	4 b	24	9 a	17	7 a, b	31	9 a	15	6 a, b
	RUI	**	79	4 b	88	5 a, b	84	6 a, b	89	4 a	63	8 c
	Arbus	n.s.	95	2	96	3	94	4	97	2	87	6

⁵ n.s. : Effet statistiquement non significatif.

ANNEXE 2

**Coefficient de distribution (%) de la régénération et de la compétition sous couvert par essence
et par traitement – Effet des traitements, moyennes, erreurs-types et groupes de traitements non
significativement différents**

			CPET		JTG		JTP		TEM	
Haut	Ess	Effet	Moy.	Err.-t.	Moy.	Err.-t.	Moy.	Err.-t.	Moy.	Err.-t.
Tous les semis > 5 cm	BOJ	**	29	9 b, c	44	4 a, b	55	7 a	18	5 c
	EPR	n.s.	8	6	8	4	14	7	7	4
	ERS	n.s.	42	25	37	22	36	23	45	24
	ERR	n.s.	49	11	50	6	60	9	37	7
	Fi	n.s.	0	0	1	1	0	0	1	1
	Ft	n.s.	90	7	88	5	93	4	82	7
	Res	n.s.	30	11	43	10	38	11	36	10
	Comm	n.s.	91	6	93	3	97	3	91	4
	ERE	n.s.	53	16	53	11	58	13	50	13
	ERP	n.s.	27	11	47	10	28	10	42	11
	PRP	n.s.	0	0	0	0	0	1	0	1
	RUI	n.s.	24	10	11	4	15	6	1	1
	Arb	n.s.	76	13	84	7	83	9	81	9

ANNEXE 3

Densité (semis/ha) de la régénération et de la compétition dans les trouées et les parquets– Effet des traitements, moyennes, erreurs-types et groupes de traitements non significativement différents.

		CPET			JTG			JTP			PA			SEM			
Essence		Moy.	Erreur-t		Moy.	Erreur-t		Moy.	Erreur-t		Moy.	Erreur-t		Moy.	Erreur-t		
5-30 cm	BOJ	**	8377	276	b, c	23623	1037	a	15156	857	a, b	7564	459	c	17650	594	a
	EPR	n.s.	8	15		0	0		0	0		13	30		36	45	
	Fi	n.s.	0	0		0	0		0	1		12	40		7	29	
	Ft	n.s.	15554	276		28128	932		20276	828		16169	535		22863	536	
	Res.	**	113	51	c	648	253	a, b	241	166	a, b, c	173	102	a, c	743	176	b
	Comm.	n.s.	15673	281		29511	961		20643	844		16775	549		24083	554	
	ERE	**	659	101	c	348	198	c	663	248	b, c	1961	272	a, b	2243	264	a
	RUI	n.s.	270	71		850	293		980	289		746	189		322	121	
	Arb.	n.s.	1761	136		2028	364		3283	426		4311	341		4036	299	
30-100 cm	BOJ	**	4526	262	b, c	7800	731	a, b	5887	642	a, b	2434	323	c	9409	543	a
	EPR	n.s.	0	4		0	0		3	26		0	0		0	0	
	Fi	**	48	30	a	143	126	a, b	380	172	b	463	138	b	237	93	b
	Ft	n.s.	9944	281		10515	664		9545	640		4697	357		11527	451	
	Res.	**	86	37	a	16	41	b	92	85	a	16	30	b	41	42	a, b
	Comm.	n.s.	10403	283		10777	660		10843	661		5560	373		12065	454	
	ERE	n.s.	1132	127		298	179		538	221		994	199		357	124	
	RUI	**	7739	233	c	19485	843	a, b	11253	737	b, c	28846	734	a	14498	482	b
	Arb.	**	10209	244	c	21961	836	a, b	12307	723	b, c	30708	696	a	16218	474	b
100 cm et plus	BOJ	*	72	41	a, b	57	97	b	144	125	a, b	22	40	a	158	89	b
	EPR	n.s.	1	11		0	0		0	0		0	0		0	0	
	Fi	*	1	8	a	0	1	a, b	5	31	a, b	39	57	b	36	51	b
	Ft	n.s.	3413	178		3810	456		2278	388		1940	273		3438	287	
	Res.	n.s.	1	11		0	0		0	0		0	0		0	0	
	Comm.	n.s.	3589	174		3870	447		2432	387		2158	273		3562	281	
	ERE	*	1668	172	a	113	157	a, b	617	250	a, b	364	145	b	1014	210	a, b
	RUI	n.s.	21575	332		14064	839		18435	887		10609	503		9925	445	
	Arb.	*	25541	341	a	15685	838	a, b	19737	868	a, b	14874	534	b	12158	455	b

		CPET			JTG			JTP			PA			SEM			
Essence		Moy. Erreur-t			Moy. Erreur-t			Moy. Erreur-t			Moy. Erreur-t			Moy. Erreur-t			
Semis > 5 cm	BOJ	**	13273	369	b, c	31925	1245	a	22247	1057	a, b	10207	548	c	28185	783	a
	EPR	n.s.	81	45		0	0		134	124		16	35		70	61	
	ERS	**	9261	339	a	1472	398	b	1934	429	b	4796	441	a, b	2805	320	b
	ERR	*	2740	189	b	6109	611	a	6587	642	a	6839	488	a	3528	322	a, b
	Fi	**	136	46	a	158	143	a, b	753	212	b, c	1210	183	c	656	130	b, c
	Ft	n.s.	29631	360		42234	1051		32583	963		23661	611		38536	642	
	Res.	n.s.	410	80		473	199		529	206		192	97		754	162	
	Comm.	n.s.	30354	370		43800	1076		34325	988		25367	631		40507	664	
	ERE	n.s.	4626	225		1199	371		2644	463		5257	399		4906	354	
	ERP	n.s.	613	112		370	194		300	180		864	214		754	181	
	PRP	**	238	75	b	1637	426	a	661	267	a, b	1656	300	a	969	215	a
	RUI	n.s.	30777	317		36979	927		31847	891		39011	636		27364	512	
	Arb.	n.s.	38595	330		41624	929		36046	892		51022	670		35312	534	

ANNEXE 4

Densité (Semis/ha) de la régénération et de la compétition sous couvert par essence et par traitement – Effet des traitements, moyennes, erreurs-types et groupes de traitements non significativement différents

		CPET		JTG		JTP		TEM		
Essence	Effet	Moy.	Err.-t.	Moy.	Err.-t.	Moy.	Err.-t.	Moy.	Err.-t.	
Tous les semis > 5 cm	BOJ	*	2790	658 a, b	5907	308 a	10110	691 a	2105	303 b
	EPR	*	0	0 b	486	102 a	804	228 a	207	112 a
	ERS	**	1406	493 b	2072	253 b	2772	481 b	5904	580 a
	ERR	n.s.	3750	698	8306	249	7935	517	4621	345
	Fi	n.s.	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ft	n.s.	11139	1007	18617	459	25213	912	20468	679
	Res	n.s.	1404	460	1898	201	2784	417	2270	309
	Comm	n.s.	12866	1015	21431	452	28457	897	23566	671
	ERE	n.s.	5980	825	7380	324	9394	637	6470	435
	ERP	**	1352	474 b	2152	224 b	1091	302 b	4811	458 a
	PRP	n.s.	0	0	0	0	0	0	0	5
	RUI	n.s.	1143	477	167	80	320	182	0	6
	Arb	n.s.	13333	928	14355	276	12609	562	14394	443