

PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DU MILIEU FORESTIER

Rapport final – volet 1 / MRN 41-11-10

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)

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.

Guy Lessard, ing.f., M.Sc.

Donald Blouin, ing.f., M.Sc.

Anick Patry, ing.f.

Juin 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.*
 - M. Pierre Paquin, tech.f.*

PARTENAIRES DU PROJET

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

- **Ministère des Ressources naturelles du Québec**
 - M. Georges Blais, ing.f.*
 - M. Réal Paris, ing.f.*
 - M. Jean-Claude Drolet, ing.f.*
 - M. Marc-André Bernier, tech.f.*

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. et du Ministère des Ressources naturelles du Québec, unité de gestion du Bas-Saint-Maurice.

Nous remercions également l'équipe technique du CERFO pour le travail de terrain. Enfin, nous remercions M^{me} Annie Lelièvre pour le traitement de texte et M^{me} Claire Roy pour la révision du texte 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 Belette est situé dans la Réserve faunique Mastigouche (Aire commune 41-02) dans un peuplement mélangé à dominance résineuse (RBj) dont le type écologique dominant est MJ22 (MJ25). Ce dispositif vise à comparer l'installation de la régénération dans une coupe progressive d'ensemencement (CPE) par pied d'arbre, dans des trouées de 1 à 2 fois la hauteur des arbres (500 à 1400 m²), avec ou sans scarifiage, et dans une CPRS de 1 ha.

Deux années après traitement, la régénération est abondante dans tous les traitements (78 à 95 %). Cependant, le bouleau jaune est plus abondant (> 15 000 tiges/ha) et mieux distribué (59 à 72 %) dans les trouées de 500 m². Les traitements n'ont pas eu d'effets significatifs sur l'épinette rouge qui est plutôt rare (2 à 15 %), surtout suite à la préparation de terrain. Cependant, les résineux sont plus abondants (8 000 tiges/ha) et mieux distribués (75 %) dans la CPE par pied d'arbre que dans les autres traitements, sauf pour le témoin. Quant à la compétition, elle est réduite par la préparation de terrain et par le maintien d'un couvert partiel (CPE) ou par la création de petites ouvertures (500 m²).

Les résultats suggèrent que le meilleur procédé de régénération du bouleau jaune et de maintien des semis préétablis d'épinette rouge, parmi ceux à l'essai, pourrait être la coupe progressive irrégulière ou par très petites trouées scarifiées (maximum 500 m², une fois la hauteur des arbres). Des trouées non scarifiées pourraient être réalisées pour favoriser le développement de la régénération préétablie en épinette rouge. De plus, des trouées scarifiées pourraient permettre d'arracher la compétition (érable à épis) et de créer des conditions favorables à l'installation du bouleau jaune. Le suivi prévu en 2006 devrait permettre de valider ces hypothèses et de préciser les besoins de dégagement.

TABLE DES MATIÈRES

BENEFICIAIRE DU PROJET	I
PARTENAIRES DU PROJET	I
REMERCIEMENTS	II
RESUME	III
LISTE DES FIGURES	V
LISTE DES TABLEAUX	VI
INTRODUCTION	1
OBJECTIFS ET HYPOTHESES DE RECHERCHE	1
1. METHODOLOGIE	3
1.1. Territoire à l'étude	3
1.2. Traitements sylvicoles évalués	3
1.3. Dispositif expérimental	4
1.4. Inventaires et compilations	7
1.5. Analyses	7
2. RESULTATS	9
2.1. Portrait de la régénération après 2 ans	9
2.2. Régénération commerciale	10
2.3. Régénération du bouleau jaune	13
2.4. Régénération de l'épinette rouge	18
2.5. Contrôle de la compétition	19
3. DISCUSSION	24
3.1. Régénération commerciale	24
3.2. Bouleau jaune	24
3.3. Épinette rouge	25
3.4. Compétition	25
3.5. Choix d'un scénario sylvicole	26
3.5.1 <i>Résultats de diverses modalités de couverts, d'ouvertures ou de scarifiage</i>	26
3.5.2 <i>Choix de fonction prioritaire</i>	27
3.5.3 <i>Régime sylvicole</i>	27
4. RECOMMANDATIONS	29
CONCLUSION	30
REFERENCES	31
ANNEXE 1	32
ANNEXE 2	34
ANNEXE 3	36
ANNEXE 4	38
ANNEXE 5	40

LISTE DES FIGURES

Figure 1a -	Plan du dispositif expérimental du Lac Belette (blocs 1 et 2).....	5
Figure 1b -	Plan du dispositif expérimental du lac Belette (bloc 3)	6
Figure 2 -	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de la régénération commerciale par traitement et par classe de hauteur	11
Figure 3 -	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de la régénération commerciale par traitement pour toutes les hauteurs.....	11
Figure 4 -	Coefficient de distribution (%) des semis de feuillus tolérants par traitement pour toutes les hauteurs.....	12
Figure 5 -	Coefficient de distribution (%) des semis de feuillus intolérant par traitement pour toutes les hauteurs.....	12
Figure 6 -	Coefficient de distribution (%) des semis résineux par traitement pour toutes les hauteurs	13
Figure 7 -	Coefficient de distribution et densité des semis de bouleau jaune par traitement pour les blocs 1 et 2.....	14
Figure 8 -	Coefficient de distribution et densité des semis de bouleau jaune par traitement pour le bloc 3.....	15
Figure 9 -	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des semis de bouleau jaune par traitement et par classe de hauteur	16
Figure 10 -	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des semis de bouleau jaune pour toutes les hauteurs.....	17
Figure 11 -	Coefficient de distribution (%) des semis de l'épinette rouge par traitement et par classe de hauteurs.....	18
Figure 12 -	Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des semis de l'épinette rouge pour toutes les hauteurs.....	19
Figure 13 -	Densité (semis/ha) des semis arbustifs par traitement et par classe de hauteur.....	20
Figure 14 -	Densité (semis/ha) des semis arbustifs pour toutes les hauteurs	20
Figure 15 -	Densité (semis/ha) des semis d'érable à épis par traitement et par classe de hauteur.....	21
Figure 16 -	Densité (semis/ha) des semis d'érable à épis pour toutes les hauteurs	21
Figure 17 -	Densité (semis/ha) des semis de cerisier de Pennsylvanie par traitement et par classe de hauteur.....	22
Figure 18 -	Densité (semis/ha) des semis de cerisier de Pennsylvanie pour toutes les hauteurs.....	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 -	Description des traitements évalués dans le secteur du lac Belette	4
Tableau 2 -	Coefficients de distribution (%) de la régénération de plus de 5 cm de hauteur	9
Tableau 3 -	Densité de la régénération (Tiges/ha) de plus de 5 cm de hauteur	9
Tableau 4 -	Densité de la compétition (Tiges/ha) de plus de 5 cm de hauteur	10
Tableau 5 -	Recouvrement au sol des semis des trois principales espèces compétitrices par traitement	10
Tableau 6 -	Évaluation de la performance relative des traitements sylvicoles expérimentés au lac Belette sur MJ22 et MJ25 après 2 ans	28

INTRODUCTION

Ce projet de recherche fut mis en branle en 1999 dans le cadre du volet 1 du Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier. Il vise à déterminer les conditions de réussite, pour l'installation d'une régénération naturelle abondante, de différents traitements dans des peuplements mixtes à dominance résineuse (50 % à 75 % de résineux) de l'érablière à bouleau jaune. Les détails concernant les dispositifs expérimentaux mis en place sont disponibles dans le rapport du CERFO 2000-04 (Blouin et al., 2000) et les résultats de l'étude de productivité des opérations de récolte dans le rapport du CERFO 2000-05 (Blouin et Rycabel, 2000). Le dispositif complet est constitué de deux secteurs (Lac Belette et Lac en Croix), renfermant chacun trois blocs de répétition, des traitements de coupe progressive et des aires de croissance (plantations de résineux). Les suivis des coupes progressives au Lac Belette ont été réalisés par le CERFO et font l'objet du présent rapport, alors que les suivis des aires de croissance et du secteur du Lac en Croix ont été réalisés par la Direction de la recherche forestière du MRNQ.

Le présent rapport présente le suivi de l'installation de la régénération deux ans après la réalisation des travaux de coupe et de préparation de terrain. Les données ont été compilées et analysées afin de dégager des recommandations.

OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

Le projet vise à déterminer les conditions de réussite de la coupe progressive d'ensemencement dans les peuplements à dominance résineuse (50 à 75 % de résineux) de la forêt mixte.

Aussi, les objectifs poursuivis par ce suivi après deux saisons de croissance sont les suivants :

- Comparer et quantifier l'installation de la régénération en fonction des niveaux d'ouverture créés et de la préparation de terrain.
- Comparer et quantifier la présence de la compétition en fonction des niveaux d'ouverture créés et de la préparation de terrain.

En fonction des objectifs de l'étude, les hypothèses suivantes ont été formulées afin de guider les analyses du présent rapport.

Régénération commerciale

1. Il y a moins de régénération naturelle dans la CPRS que dans les différentes trouées de la CPE.

Régénération du bouleau jaune

2. Il y a plus de régénération du bouleau jaune dans les trouées que dans la CPE par pied d'arbre.
3. Il y a plus de régénération du bouleau jaune dans la CPE par pied d'arbre que dans la CPRS.
4. La préparation de terrain est essentielle à l'installation du bouleau jaune.

Régénération de l'épinette rouge

5. Il y a de l'épinette rouge qui s'installe dans les trouées.

Contrôle de la compétition

6. Il y a moins de compétition dans la CPE par pied d'arbre que dans les autres traitements.
7. Il y a plus de compétition dans la CPRS que dans les différentes CPE par trouées.
8. Les plus petites trouées contrôlent mieux la compétition (quantité, hauteur).
9. La préparation de terrain diminue la quantité (et la hauteur) de la compétition.

1. MÉTHODOLOGIE

1.1. TERRITOIRE À L'ÉTUDE

Le territoire retenu se situe en Mauricie, dans la Réserve faunique Mastigouche (aire commune 41-02). Ce territoire se situe dans le sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'est, dans la sous-région 3c-T (Gosselin et al, 1998). Le dépôt qui recouvre majoritairement cette région se compose de tills glaciaires. La température moyenne annuelle rencontrée y est de 2,5°C, la saison de croissance d'une longueur variant entre 160 et 180 jours et les précipitations annuelles moyennes y varient entre 900 et 1 100 mm.

1.2 TRAITEMENTS SYLVICOLES ÉVALUÉS

Tels que décrits précédemment par Blouin et al. (2000) et Ménard et Blouin (2001), neuf traitements sylvicoles sont étudiés dans le cadre de ce dispositif. Ces travaux, dont les coupes initiales ont été réalisées au cours de l'automne 1999, sont les suivants :

- témoin (sans intervention);
- coupe progressive d'ensemencement par petites trouées (1H);
- coupe progressive d'ensemencement par moyennes trouées (1,5H);
- coupe progressive d'ensemencement par grandes trouées (2H);
- coupe progressive d'ensemencement par pied d'arbre (CPE);
- coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS);
- aire de croissance de 0,25 ha (AC 0,25 ha);
- aire de croissance de 0,5 ha (AC 0,5 ha);
- aire de croissance de 1 ha (AC 1 ha).

Au printemps 2000, alors qu'il y avait encore des traces de neige au sol, une scarification a été appliquée dans la moitié des trouées et sur toutes les aires de croissance du dispositif du lac Belette (Annexe 1). Le tableau 1 résume les principales caractéristiques des traitements évalués.

Les trois types d'aires de croissance ne font pas partie des traitements mesurés dans le cadre des travaux du CERFO. Ces secteurs, reboisés artificiellement, sont suivis et analysés par l'équipe de chercheurs de Vincent Roy de la direction de la recherche forestière du MRNQ (Forêt Québec).

Tableau 1 - Description des traitements évalués dans le secteur du lac Belette

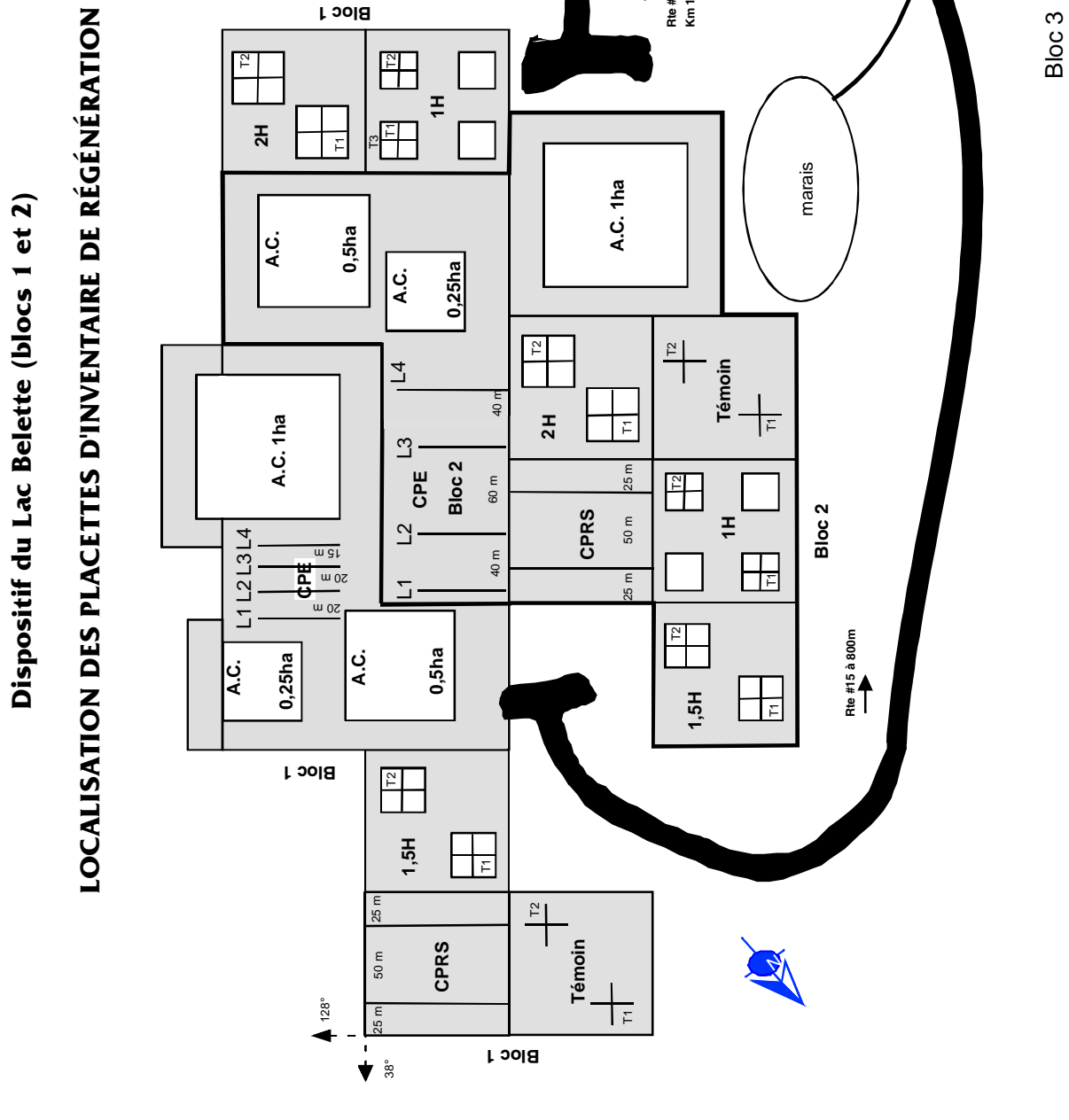
Traitement	Régime d'aménagement	Superficie des trouées	Dimension des trouées	Prélèvement prescrit (surface terrière)	Prélèvement réalisé
CPE 1H	Équienne	500 m ²	20 X 25 m	27 % trouées : 20 %	27,2 %
CPE 1,5H	Équienne	1050 m ²	30 X 35 m	26 % trouées : 21 %	25,8 %
CPE 2H	Équienne	1400 m ²	35 X 40 m	33,6 % trouées : 28 %	33,6 %
CPE	Équienne	-	-	35 %	25,8 %
Témoin	-	-	-	0 %	0 %
CPRS	Équienne	1 ha	100 X 100 m	100 %	100 %

1.3 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif à l'étude (Figure 1) se situe dans les aires de coupe récoltées par Gérard Crête et fils inc. durant la saison 1999-2000 juste au nord du lac Belette. Le peuplement ayant fait l'objet de coupe présentait des appellations semblables lors du choix des secteurs (BJR(F) B3 90-50 et BJR(F) C3 90-50). Le type écologique dominant est la bétulaie jaune à sapin mésique de texture moyenne (MJ22). Il y a un bloc plus humide (bloc 3) dont le type écologique dominant est la bétulaie jaune à sapin subhydrique de texture moyenne (MJ25).

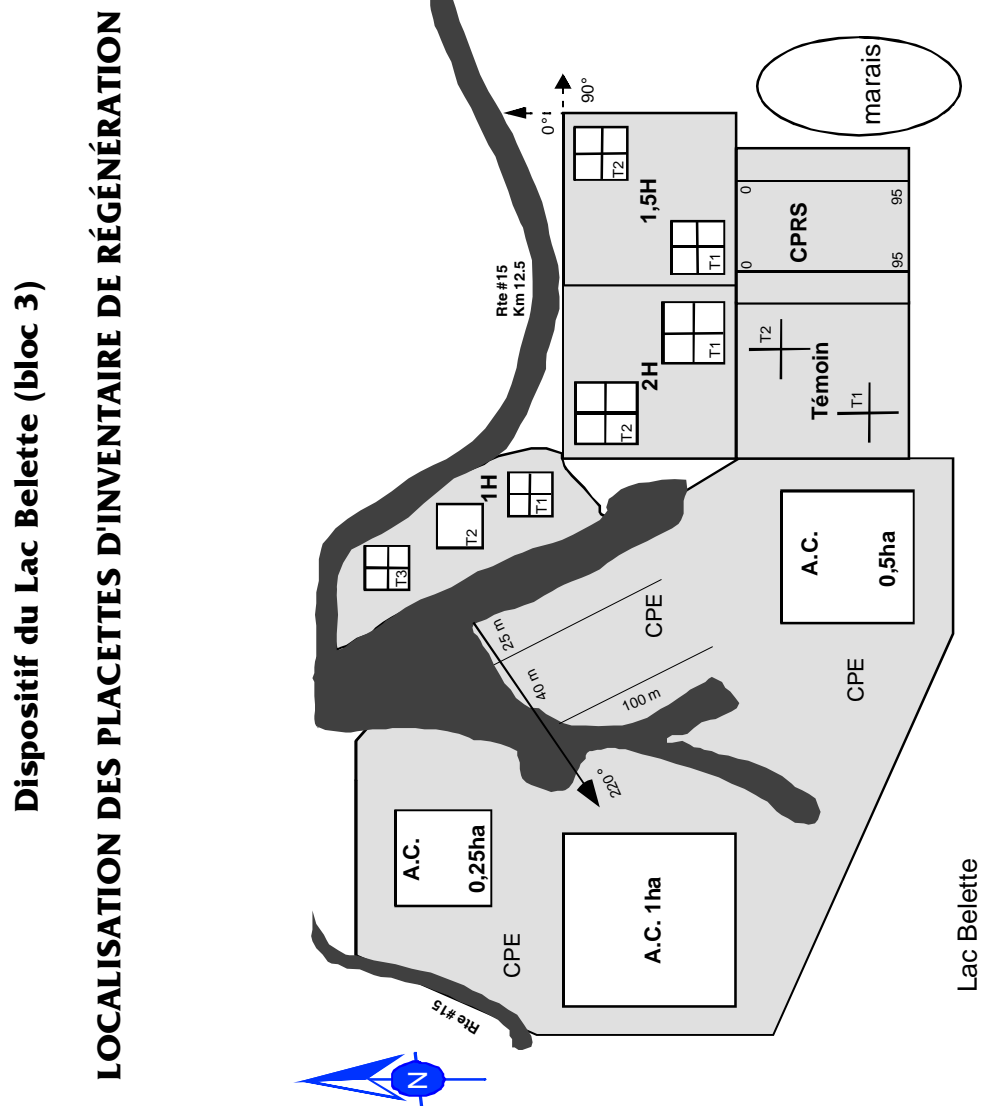
Les coupes ont été effectuées à l'automne (début de l'hiver) 1999 et la préparation de terrain a été effectuée très tôt au printemps 2000. Le lecteur peut se référer au rapport CERFO 2000-04 (Blouin *et al.*, 2000) pour des précisions portant sur les caractéristiques dendrométriques de chaque bloc avant intervention et sur le mode de distribution des traitements et l'exécution de ceux-ci.

Figure 1a - Plan du dispositif expérimental du Lac Belette (blocs 1 et 2)



Échelle : 1 : 40000

Figure 1b - Plan du dispositif expérimental du lac Belette (bloc 3)



Échelle : 1 : 40000

1.4 INVENTAIRES ET COMPILATIONS

En 2000, un dispositif de suivi et de mesure a été mis en place suite aux travaux de coupe et de préparation de terrain. Les données de bois sur pied, de gaules et de régénération, suite aux interventions, ont été compilées dans le rapport CERFO 2001-08 (Ménard et Blouin, 2001). Un suivi a été réalisé en août 2001 pour vérifier l'installation de la régénération suite à la préparation de terrain. Cet inventaire a été effectué à l'aide des mêmes grappes de placettes semi-permanentes de 1,13 m de rayon utilisées lors des inventaires avant et après traitement. Cependant, dans le traitement 1H du bloc 3, la trouée T3 a été accidentellement mesurée en 2001, alors qu'elle n'avait pas été mesurée en 1999 et 2000. Tandis que la trouée T2 qui avait été retenue en 1999 et 2000, n'a pas été mesurée en 2001. Cette erreur ne devrait pas avoir d'impacts significatifs concernant la comparaison des résultats d'une même année entre les traitements, mais peut restreindre les comparaisons entre les années pour les trouées 1H.

Le tracé des virées d'inventaire a été planifié de façon à obtenir un portrait fidèle de la régénération pour tous les traitements. Aussi, selon la coupe planifiée, le tracé a été réalisé soit de façon perpendiculaire (cas des trouées, par exemple), soit de façon parallèle, afin de couvrir uniformément les superficies traitées. Sur ces virées, des parcelles d'inventaire ont été prises à tous les 5 m.

Lors des inventaires, la présence ou l'absence des essences commerciales par classe de hauteur (5-30 cm, 31-100 cm, 101 cm et plus), a été prise en note pour chaque parcelle, alors que le dénombrement a été effectué dans une parcelle sur trois. Les résultats ont ensuite été compilés pour déterminer les coefficients de distribution et la densité des essences commerciales pour chaque traitement sylvicole. La présence ou l'absence des espèces compétitrices et leur dénombrement, ont été effectuées dans une parcelle sur trois. Des pourcentages de recouvrement ont aussi été mesurés pour l'ensemble des espèces présentes dans chaque parcelle.

1.5 ANALYSES

Comme les objectifs spécifiques du rapport visaient à déterminer l'influence des traitements sylvicoles sur la régénération, des analyses de variance à un ou à plusieurs facteurs ont été pratiquées sur les données d'inventaire. Le design expérimental analysé est un plan respectant la théorie des modèles mixtes, où les traitements sylvicoles constituent les effets fixes et les grappes (et les parcelles) constituent les effets aléatoires.

Coefficients de distribution et densités

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS version 8.12 (SAS Institute, 1999) à l'aide 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 de 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.

Recouvrement arbustif

À défaut de détenir les informations nécessaires pour calculer les coefficients de distribution des espèces compétitrices, les résultats sont présentés pour les moyennes de recouvrement (ERE, PRP et RUI). Puisque les données de recouvrement sont non paramétriques (distribution des erreurs non connue) et qu'elles ont fréquemment une valeur de 0, alors aucune analyse statistique a été effectuée sur les recouvrements.

2. RÉSULTATS

2.1 PORTRAIT DE LA REGENERATION APRES 2 ANS

Les tableaux 2 à 4 présentent respectivement les coefficients de distribution, les densités de la régénération et les densités de la compétition par traitement pour les semis de plus de 5 cm de hauteur. Les résultats des analyses statistiques et les moyennes pour chaque classe de hauteur sont présentés aux annexes 2 à 4 et sont discutés pour chaque hypothèse aux sections 2.2 à 2.5. Il est important de préciser que moins de 10 % des tiges des essences commerciales ont plus de 100 cm de hauteur, alors que de 10 à 43 % des tiges compétitrices ont plus de 100 cm.

Le coefficient de distribution du bouleau jaune (BOJ) est significativement supérieur au témoin pour tous les traitements, sauf la trouée 1,5H non scarifiée. Le scarifiage a permis d'augmenter la distribution du bouleau jaune à au moins 50 % et sa densité au-dessus de 6700 tiges/ha. Les meilleurs résultats pour le bouleau jaune sont dans les trouées 1H. Quant à l'épinette rouge (EPR), sa distribution dans les traitements est inférieure au témoin, sauf pour la CPE. Tous les traitements ont fortement favorisé les feuillus tolérants (Ft¹). Seule la CPE par pied d'arbre contient plus de résineux (Res : sapin baumier, épinette rouge et thuya occidental) que le témoin. Le scarifiage a favorisé les feuillus intolérants (Fi) qui comprennent le peuplier faux-tremble et le bouleau à papier. Cependant, dans les trouées 2H scarifiées, il y a moins de feuillus intolérants que dans les trouées plus petites, mais il y a beaucoup plus de cerisiers de Pennsylvanie (PRP) (Tableau 4).

Tableau 2 - Coefficients de distribution (%) de la régénération de plus de 5 cm de hauteur

Essence	Trouées 1H		Trouées 1,5H		Trouées 2H		CPE	CPRS	Témoin
	Non scarifié	Scarifié	Non scarifié	Scarifié	Non scarifié	Scarifié	Non scarifié	Non scarifié	Non scarifié
BOJ	59	72	26	54	31	50	42	43	12
EPR	4	8	8	6	4	2	15	3	11
Ft-Fpt	77	84	70	84	81	70	75	77	42
Fi	16	31	5	43	17	18	2	18	1
Rés	32	21	50	23	45	17	75	43	60
Total	91	93	86	95	91	80	93	87	78

Tableau 3 - Densité de la régénération (Tiges/ha) de plus de 5 cm de hauteur

	Trouées 1H		Trouées 1,5H		Trouées 2H		CPE	CPRS	Témoin
	Non scarifié	Scarifié	Non scarifié	Scarifié	Non scarifié	Scarifié	Non scarifié	Non scarifié	Non scarifié
BOJ	18554	15712	1505	6715	5867	7040	4194	3456	1685
EPR	116	0	50	0	139	95	561	224	604
Ft	28362	22443	9580	9535	26588	11941	11217	17769	3961
Fi	1815	5036	160	3210	1327	3450	128	1407	0
Rés	1090	12	3503	61	2662	596	7931	2912	5291
Total	33414	28755	13823	13495	30912	16390	20137	22622	9895

¹ N.B. Dans le présent rapport, le groupe des feuillus tolérants (ERS et ERR) comprend aussi un feuillu peu tolérant (BOJ).

Le scarifiage a permis de réduire la densité et le recouvrement de l'érable à épis (ERE) (Tableaux 4 et 5). Cependant, le cerisier de Pennsylvanie (PRP) et le framboisier (RUI) sont légèrement plus abondants dans les trouées préparées. En présence de scarifiage, le recouvrement au sol du framboisier augmente avec la taille des trouées.

Tableau 4 - Densité de la compétition (Tiges/ha) de plus de 5 cm de hauteur

	Trouées 1H		Trouées 1,5H		Trouées 2H		CPE	CPRS	Témoin
	Non scarifié	Scarifié	Non scarifié	Scarifié	Non scarifié	Scarifié	Non scarifié	Non scarifié	Non scarifié
ERE	18542	4821	21029	4667	16765	4583	6136	11667	9130
ERP	0	179	1029	1083	735	972	2955	4881	1304
PRP	1458	3393	7206	5583	1471	6389	568	7202	326
Total¹	22292	8393	29853	13250	20882	12083	10341	24702	11630

¹ Arbustes dénombrés : AUR, DIE, ERE, ERP, PRP, LOC, SAC, SAP, SOA, TAC et VIL.

Tableau 5 - Recouvrement au sol des semis des trois principales espèces compétitrices par traitement

	Trouées 1H		Trouées 1,5H		Trouées 2H		CPE	CPRS	Témoin
	Non scarifié	Scarifié	Non scarifié	Scarifié	Non scarifié	Scarifié	Non scarifié	Non scarifié	Non scarifié
ERE	11 %	6 %	25 %	5 %	17 %	6 %	13 %	12 %	11 %
PRP	2 %	3 %	11 %	11 %	3 %	10 %	1 %	7 %	0 %
RUI	19 %	14 %	11 %	23 %	18 %	28 %	2 %	13 %	0 %

2.2 REGENERATION COMMERCIALE

Hypothèse 1

Il y a moins de régénération naturelle dans la CPRS que dans les différentes trouées de la CPE.

Réponse après 2 ans

Les résultats après deux ans sont comparables.

Le coefficient de distribution de la régénération commerciale est de 87 % dans la CPRS contre 86 à 95 % dans les trouées de la CPE et cette différence n'est pas significative (Figures 2 et 3; annexe 2). De même, la densité de la régénération dans la CPRS est de 22 600 tiges/ha et dans les trouées elle est de 13 500 à 33 500 tiges/ha; ces différences ne sont pas significatives, sauf pour les trouées 1H où il y a significativement plus de semis de 5-30 cm (Figure 3; annexe 3).

De plus, la composition en feuillus tolérants (Figure 4) et en feuillus intolérants (Figure 5) n'est généralement pas significativement différente entre les trouées et la CPRS (Annexes 2 et 3). L'abondance de la régénération en feuillus tolérants dans la CPRS est en partie due à la petite superficie de ce traitement, soit 1 ha, qui a permis au peuplement adjacent de fournir des

semences. Quant aux résineux (Figure 6), il n'y a pas de différence significative en l'absence de préparation de terrain, mais il y en a significativement moins dans les trouées en présence de préparation de terrain. Néanmoins, par rapport à l'ensemble des traitements, il y a significativement moins de feuillus intolérants et plus de résineux dans la CPE par pied d'arbre.

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

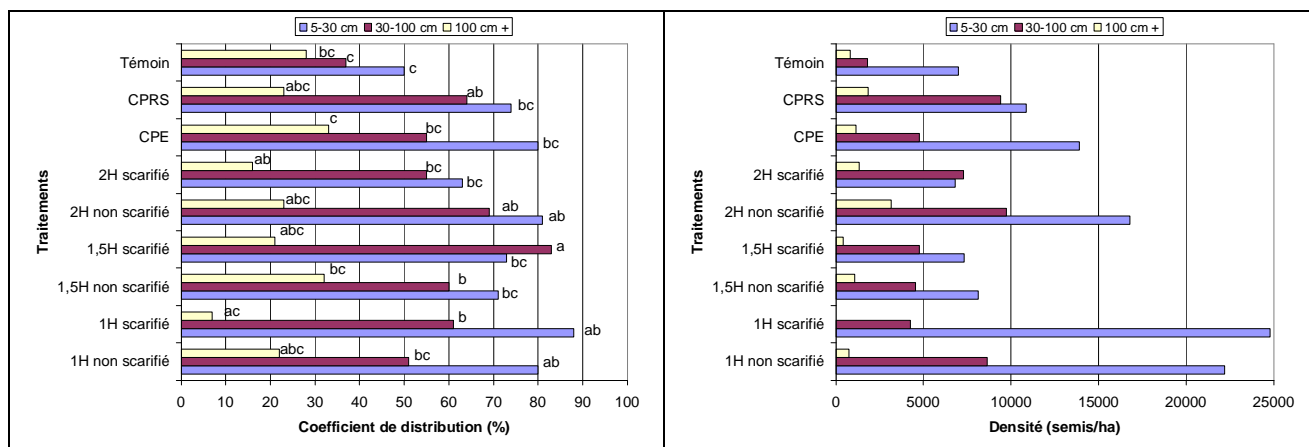


Figure 3 - Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) de la régénération commerciale par traitement pour toutes les hauteurs

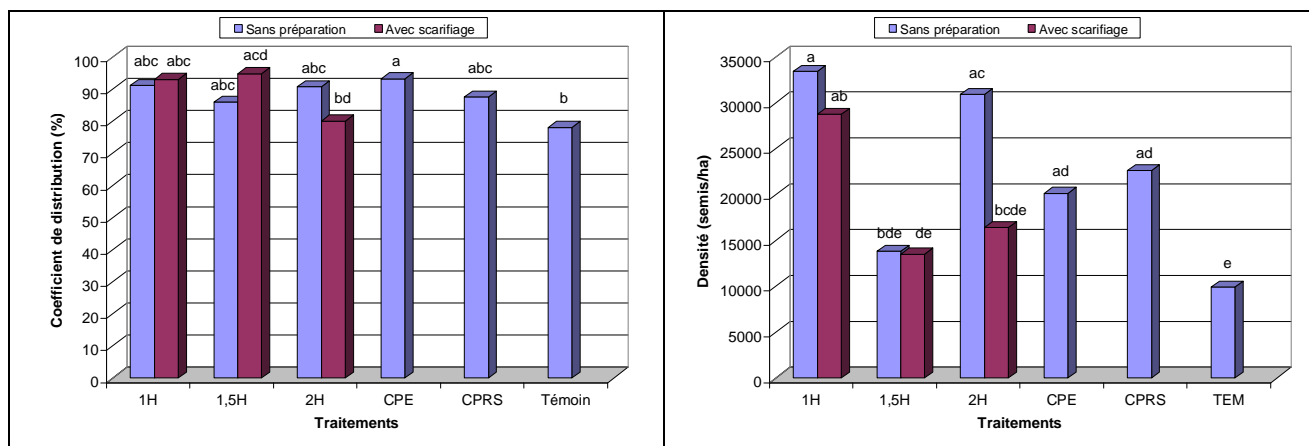


Figure 4 - Coefficient de distribution (%) des semis de feuillus tolérants par traitement pour toutes les hauteurs

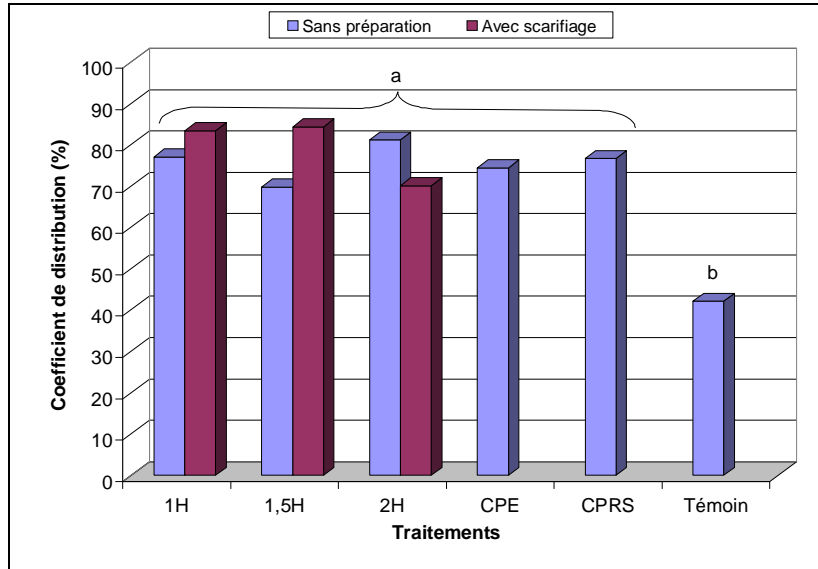


Figure 5 - Coefficient de distribution (%) des semis de feuillus intolérants par traitement pour toutes les hauteurs

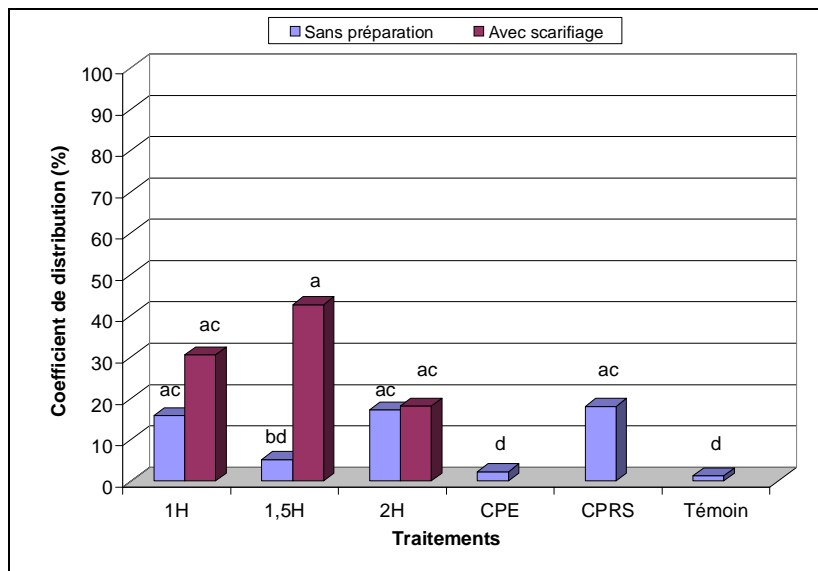
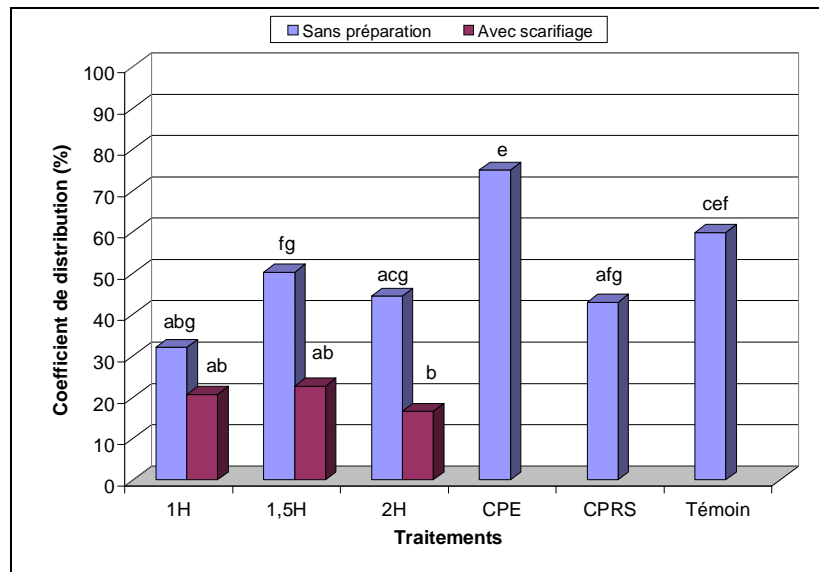


Figure 6 - Coefficient de distribution (%) des semis résineux par traitement pour toutes les hauteurs

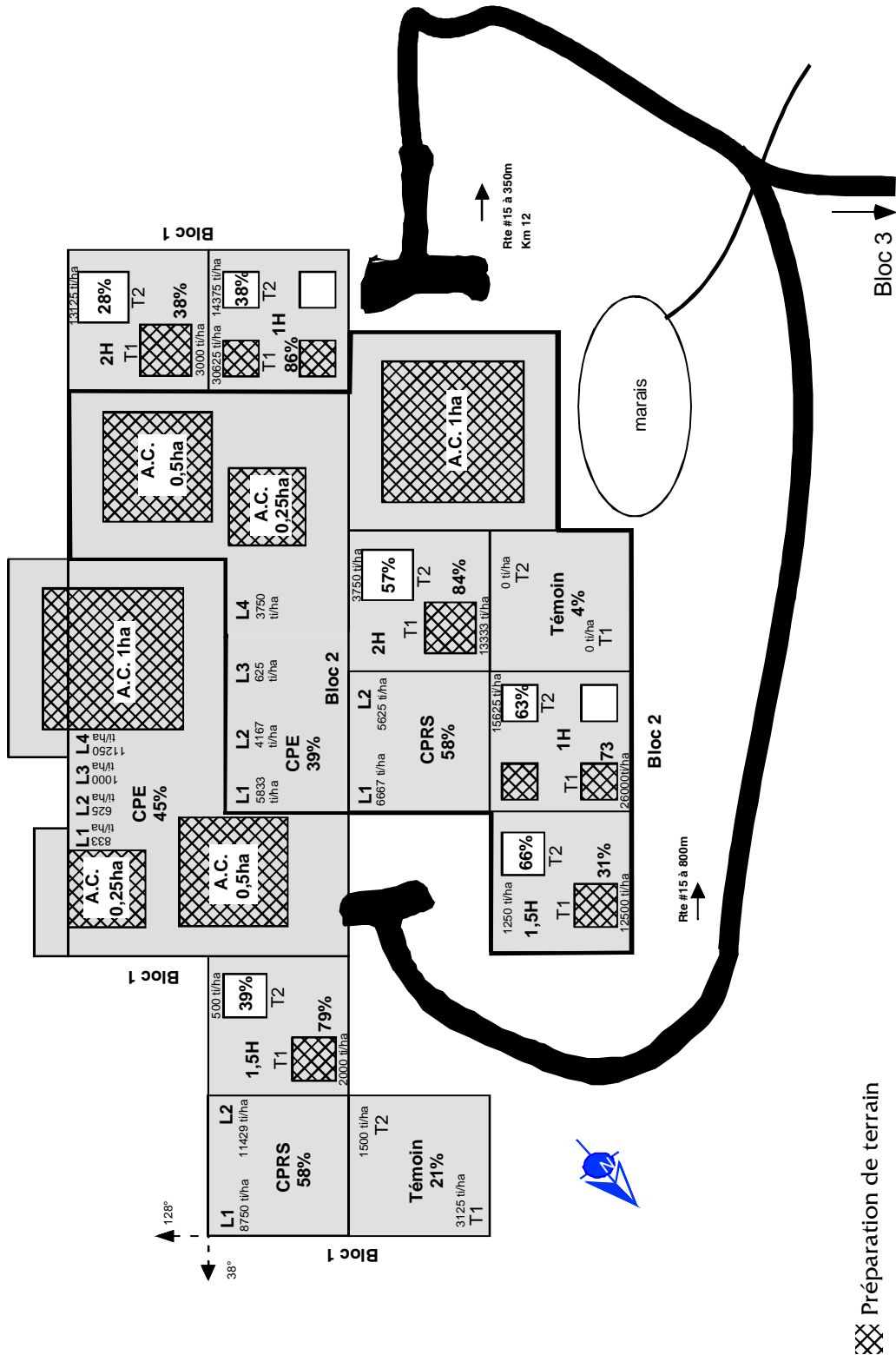


2.3 REGENERATION DU BOULEAU JAUNE

Le coefficient de distribution et la densité du bouleau jaune dans les traitements situés à proximité des milieux humides (marais) sont inférieurs aux mêmes traitements situés plus loin ou plus haut (Figures 7 et 8). En effet, les coefficients de distribution les plus faibles pour les trouées 2H, trouées 1,5H et la CPRS sont situés à proximité du marais du bloc 3 et à proximité du marais du bloc 2 pour le témoin. Une telle tendance n'est pas observée dans les trouées 1H mieux régénérées et situées plus loin des marais dans les trois blocs. Ces différences peuvent être attribuées au hasard ou à la présence d'un gradient écologique ou dendrométrique à l'intérieur des blocs, malgré l'absence de telles observations lors de l'étude des aspects préventifs (Blouin et al., 2000).

Figure 7 - Coefficient de distribution et densité des semis de bouleau jaune par traitement pour les blocs 1 et 2

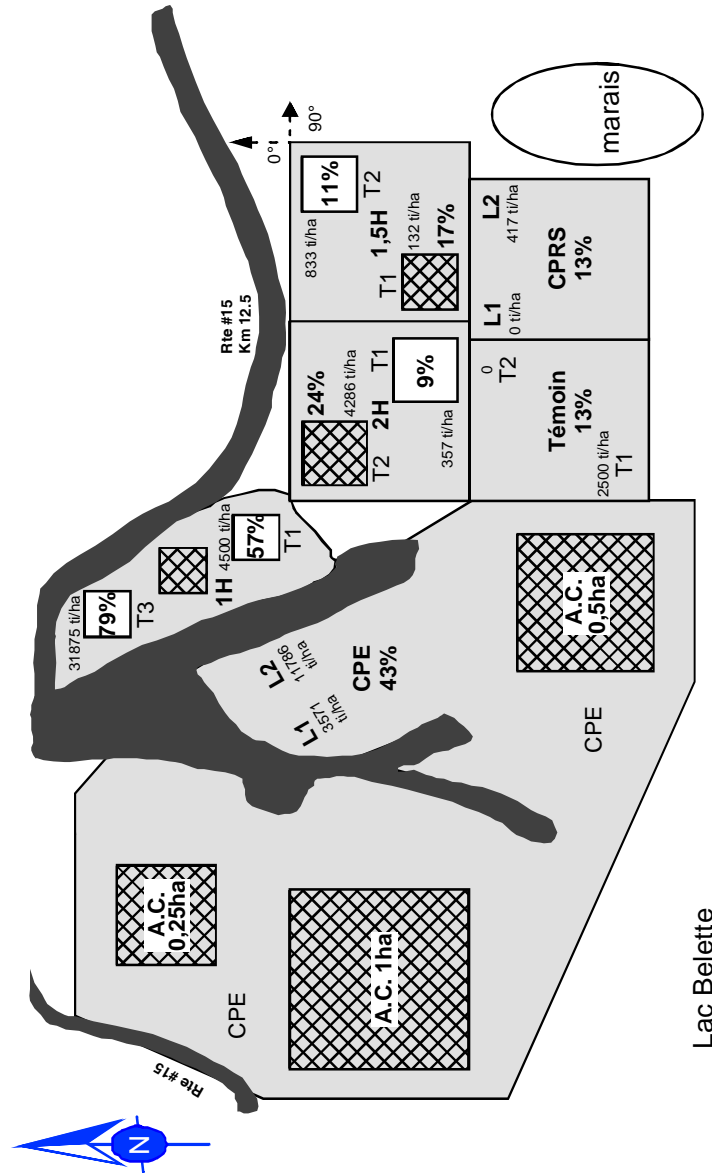
Dispositif du Lac Belette (blocs 1 et 2)
COEFFICIENT DE DISTRIBUTION ET DÉNOMBREMENT DU BOULEAU JAUNE



☒ Préparation de terrain
 Échelle : 1 : 40000

Figure 8 - Coefficient de distribution et densité des semis de bouleau jaune par traitement pour le bloc 3

Dispositif du Lac Belette (bloc 3)
COEFFICIENT DE DISTRIBUTION ET DÉNOMBREMENT DU BOULEAU JAUNE



☒ Préparation de terrain

Échelle : 1 : 40000

Hypothèse 2

Il y a plus de régénération de bouleau jaune dans les trouées de la CPE que dans la CPE par pied d'arbre.

Réponse après 2 ans

VRAI pour les trouées 1H seulement.

Il y a significativement plus de semis de bouleau jaune dans les trouées 1H (15700-18600 tiges/ha) que dans la CPE par pied d'arbre (4200 tiges/ha; figures 9 et 10; annexe 3). Cette différence est particulièrement attribuable aux semis de 5-30 cm dans les trouées 1H (Figure 9). Les densités du bouleau jaune dans les trouées 1,5H et 2H de la CPE ne sont pas significativement différentes de la CPE par pied d'arbre.

Les coefficients de distribution de tous les semis de bouleau jaune (Figure 10; Annexe 2) ne sont pas significativement différents entre les différentes trouées (26-59 %) et la CPE (42 %), sauf pour la trouée 1H préparée (72 %). Les bouleaux jaunes de 5-30 cm sont significativement mieux distribués dans la trouée 1H préparée que dans la CPE (Figure 9). Lors du suivi après intervention, Ménard et Blouin (2001) avaient mesuré des coefficients de distribution pour le bouleau jaune semblables entre les trouées (0 à 19 %). Cependant, les coefficients de distribution de l'érable à épis dans les trouées 1,5H et 2H (26 à 80 %) étaient environ 2 fois plus élevés que ceux des trouées 1H (9 à 36 %) pour les semis de plus de 30 cm. Les différences observées en 2001 de la régénération du bouleau jaune entre les trouées pourraient être dues à la compétition différente après intervention, malgré l'absence de différences avant intervention (Blouin *et al.*, 2000).

Pour tous les traitements, sauf la trouée 1,5H non préparée, le coefficient de distribution de l'ensemble des semis de bouleau jaune est significativement supérieur au témoin après 2 ans.

Figure 9 - Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des semis de bouleau jaune par traitement et par classe de hauteur

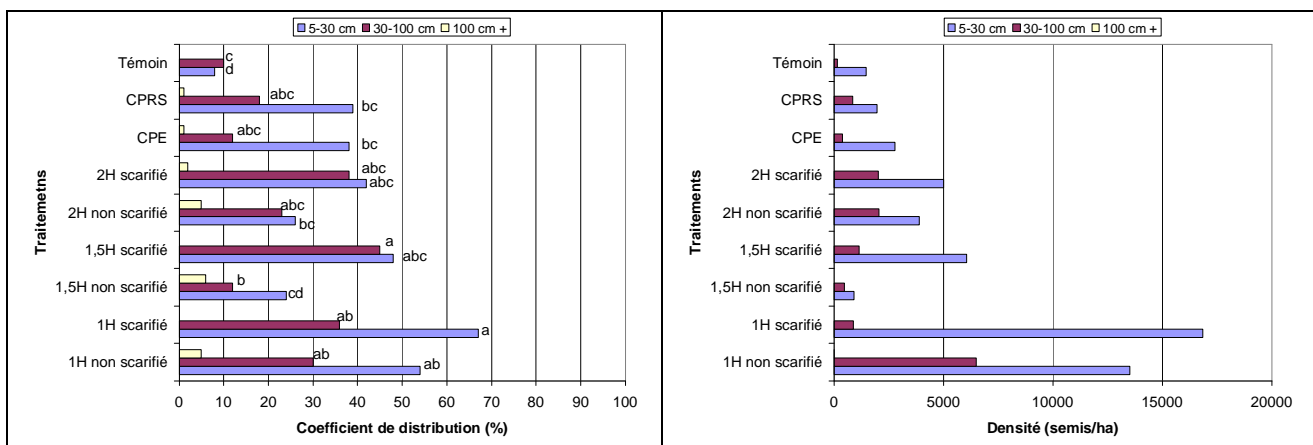
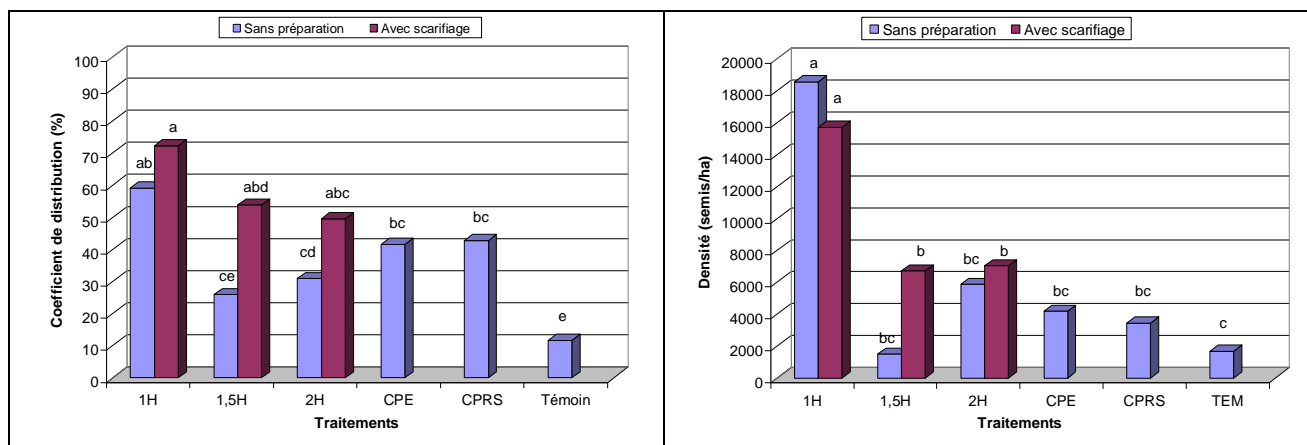


Figure 10 - Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des semis de bouleau jaune pour toutes les hauteurs



Hypothèse 3

Il y a plus de régénération de bouleau jaune dans la CPE par pied d'arbre que dans la CPRS.

Réponse après 2 ans

FAUX.

Il n'y a pas de différences significatives de densité ou de coefficient de distribution du bouleau jaune entre la CPE par pied d'arbre et la CPRS et ce, pour toutes les classes de hauteur (Figures 9 et 10; Annexes 2 et 3). Le coefficient de distribution de tous les semis de bouleau jaune est respectivement de 42 et 43 % pour la CPE et la CPRS, tandis que la densité est respectivement de 4194 et 3456 tiges/ha. La petite superficie d'un seul tenant de la CPRS (1ha) a permis aux semences des peuplements adjacents de régénérer le parterre de coupe.

Néanmoins, pour ces deux traitements la régénération en bouleau jaune est relativement faible pour assurer une quantité importante de bouleau jaune de qualité dans le futur peuplement à maturité. En effet, le bouleau jaune est une espèce peu plastique (Revue de la littérature du CERFO sur le bouleau jaune : www.cerfo.qc.ca), il est donc préférable de miser sur un plus grand nombre de semis en bas âge.

Hypothèse 4

La préparation de terrain est essentielle à l'installation abondante du bouleau jaune.

Réponse après 2 ans

VRAI.

La préparation de terrain a eu un effet hautement significatif sur la distribution des semis de bouleau jaune, les coefficients des trouées préparées sont de 13 à 28 points de pourcentage supérieurs aux trouées non préparées (Figure 10 et annexe 2). Néanmoins, dans tous les traitements, le coefficient de distribution du bouleau jaune est significativement supérieur au témoin et dans la trouée 1H la densité y est significativement plus élevée (Figure 10; annexe 2). La préparation de terrain a donc un effet important pour une installation abondante du bouleau

jaune. La préparation de terrain demeure une option intéressante pour créer des lits de germination plus favorables et mieux répartis sur l'ensemble de la superficie, principalement aux endroits où la machinerie a peu d'impacts sur la matière organique et là où l'érable à épis est très abondant (Section 2.5).

2.4 REGENERATION DE L'ÉPINETTE ROUGE

Hypothèse 5

Il y a de l'épinette rouge qui s'installe dans les trouées.

Réponse après 2 ans

FAUX.

Dans les trouées, les coefficients de distribution des semis de 5-30 cm ne sont pas significativement différents de 0, ce qui signifie qu'il n'y a pas eu d'installation de l'épinette rouge suite aux traitements. Les coefficients de distribution de l'ensemble des semis de l'épinette rouge dans les trouées sont significativement différents de 0, mais ils sont faibles (Figures 11 et 12; annexe 2). De plus, il n'y a pas de différence significative entre les traitements.

Néanmoins, la densité de l'épinette rouge dans les trouées et dans la CPRS (0 à 224 ti/ha) est très inférieure à la CPE par pied d'arbre et au témoin (561 et 604 ti/ha, respectivement). Avant traitement, la densité des semis d'épinette rouge la plus élevée était dans les superficies destinées à la CPE (1104 ti/ha), puis dans la CPRS (1050 ti/ha), les trouées 1,5H (965 ti/ha), les témoins (694 ti/ha), les trouées 1H (611 ti/ha) et la densité la plus faible étaient dans les trouées 2H (496 ti/ha) (Blouin et al., 2000). Entre 1999 et 2001, la densité de l'épinette rouge dans le témoin est donc semblable, alors qu'elle a été réduite d'environ la moitié dans la CPE et de plus de 80 % dans les autres traitements.

Figure 11 - Coefficient de distribution (%) des semis de l'épinette rouge par traitement et par classe de hauteurs

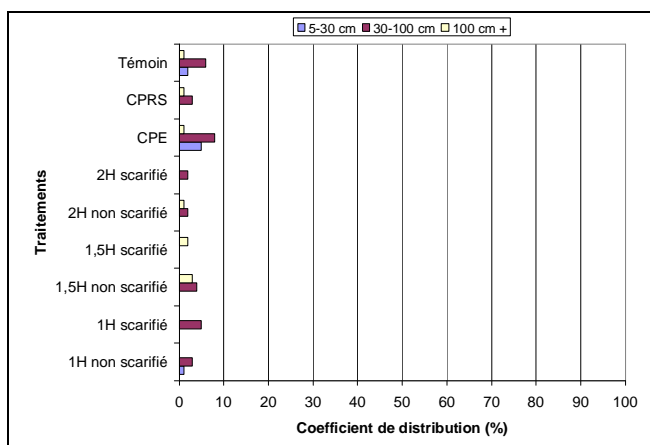
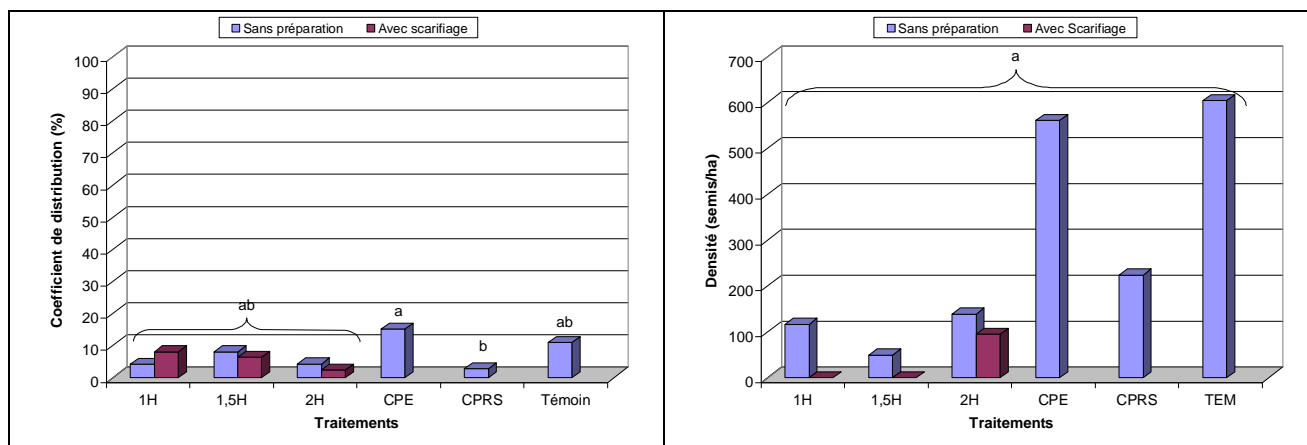


Figure 12 - Coefficient de distribution (%) et densité (semis/ha) des semis de l'épinette rouge pour toutes les hauteurs



2.5 CONTROLE DE LA COMPETITION

Hypothèse 6

Il y a moins de compétition dans la CPE par pied d'arbre que dans les autres traitements.

Réponse après 2 ans

VRAI par rapport à la CPRS et aux trouées non préparées.

Il y a significativement moins de tiges compétitrices (ERE, PRP et ERP) dans la CPE par pied d'arbre (10400 tiges/ha) que dans la CPRS (24 700 tiges/ha) et dans les trouées non préparées (20 000 à 29 800 tiges/ha). Cependant, il n'y a pas de différence significative entre la CPE par pied d'arbre et les trouées scarifiées (7 300 à 13 200 tiges/ha) (Figures 13 à 18; annexe 3).

Ces résultats sont en partie dus aux densités de l'érable à épis (Figure 16), qui est la principale espèce compétitrice. En effet, en absence de préparation de terrain, il y a significativement plus d'érable à épis dans les trouées non préparées et dans la CPRS (11 000 à 29 000 ti/ha) que dans la CPE et les trouées préparées (3600 à 5700 ti/ha). Les tiges d'érable à épis qui sont coupées ou cassées lors de la récolte sont plus susceptibles de réagir vigoureusement sous forme de rejets de souche, alors que celles qui sont arrachées en profondeur peuvent être bien maîtrisées (Jobidon, 1995). Il est toutefois surprenant que la CPE par pied d'arbre présente d'aussi bons résultats que les trouées scarifiées, puisque l'érable à épis a la capacité d'envahir le sous-bois dans les coupes sélectives (Jobidon, 1995). Avant intervention, le coefficient de distribution de l'érable à épis était de 65 % dans les CPE par pied d'arbre, ce qui était semblable aux autres traitements (58 à 73 %) (Blouin et al., 2000).

Dans le cas du cerisier de Pennsylvanie, qui était pratiquement absent avant intervention (coefficient de distribution de 1 %), sa présence est significativement plus importante dans les trouées 1,5H et 2H, de même que dans la CPRS (2700 à 4900 ti/ha), par rapport à la CPE par pied d'arbre (460 ti/ha) (Figure 18). C'est une espèce très intolérante qui est favorisée par des

conditions de pleine lumière et par la perturbation du sol où une réserve de semences peut être enfouie (Jobidon, 1995). Les résultats sont donc cohérents avec l'autécologie de cette espèce.

Finalement, le recouvrement moyen du framboisier dans la CPE est inférieur aux trouées et à la CPRS (Tableau 5). En effet, il y a moins de lumière au sol dans la CPE que dans la CPRS et dans les trouées plus grandes, ce qui a un impact sur la germination et le développement du framboisier (Jobidon, 1995).

Figure 13 - Densité (semis/ha) des semis arbustifs par traitement et par classe de hauteur

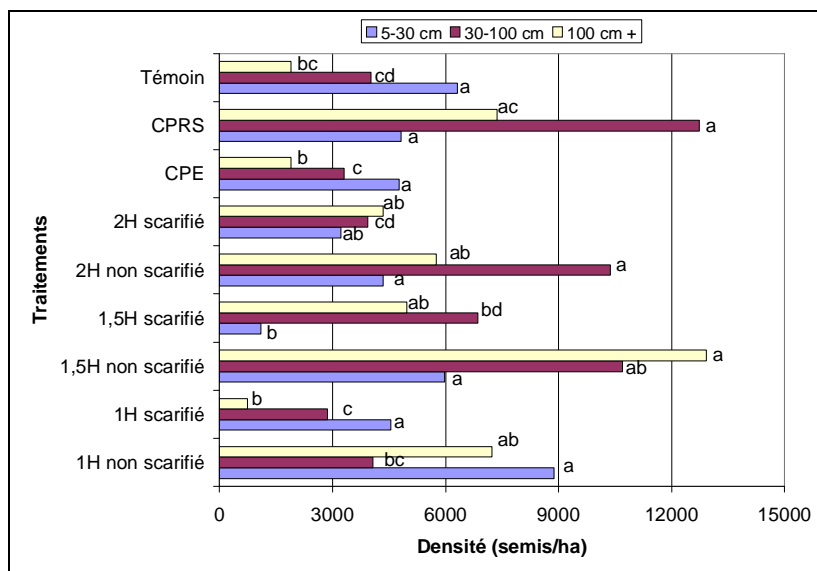


Figure 14 - Densité (semis/ha) des semis arbustifs pour toutes les hauteurs

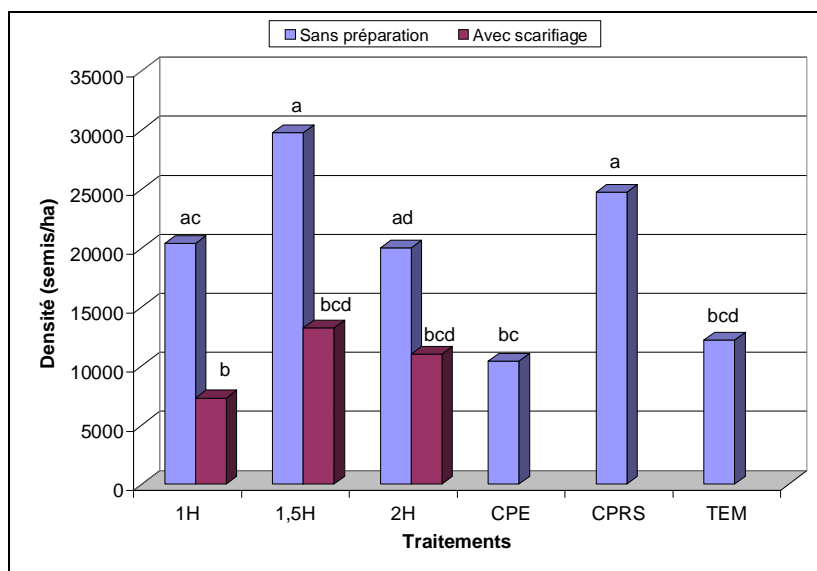


Figure 15 - Densité (semis/ha) des semis d'érable à épis par traitement et par classe de hauteur

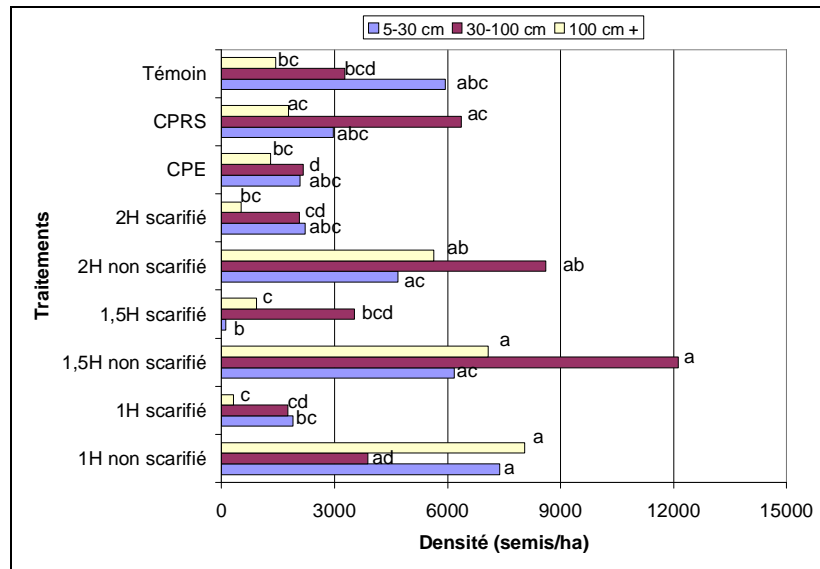


Figure 16 - Densité (semis/ha) des semis d'érable à épis pour toutes les hauteurs

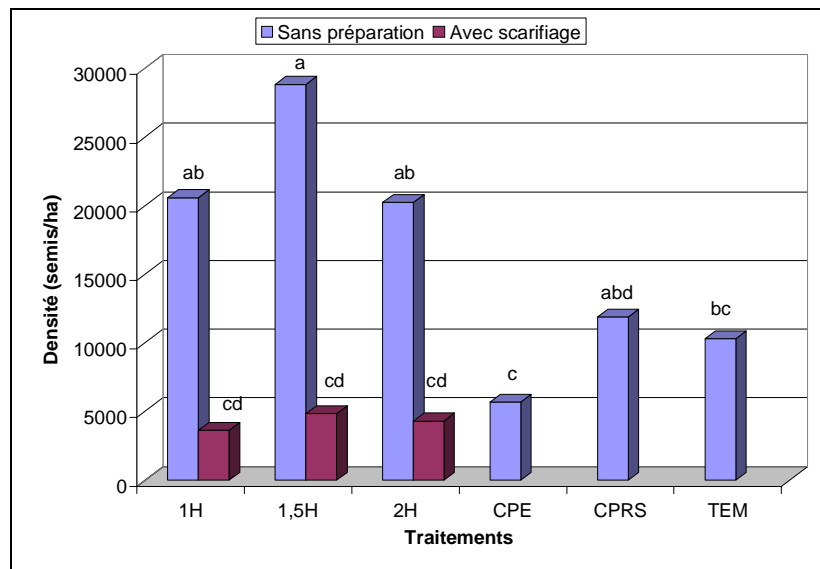


Figure 17 - Densité (semis/ha) des semis de cerisier de Pennsylvanie par traitement et par classe de hauteur

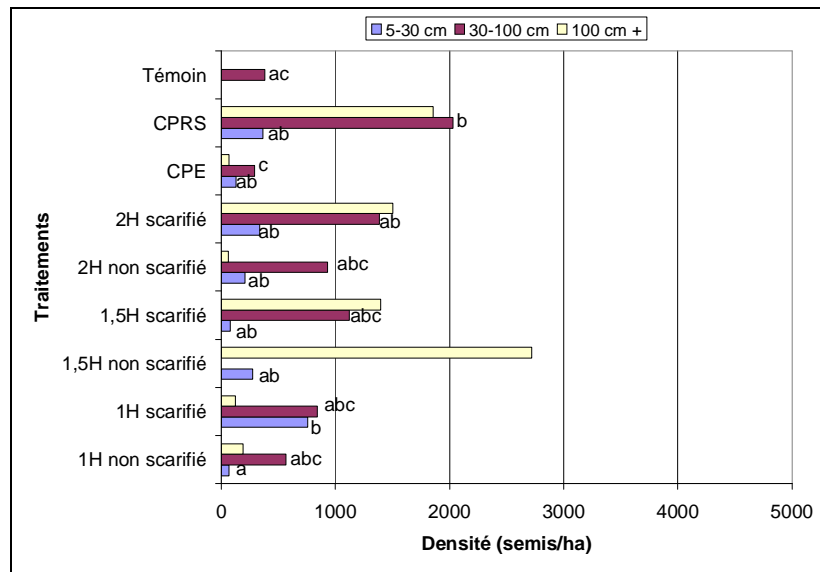
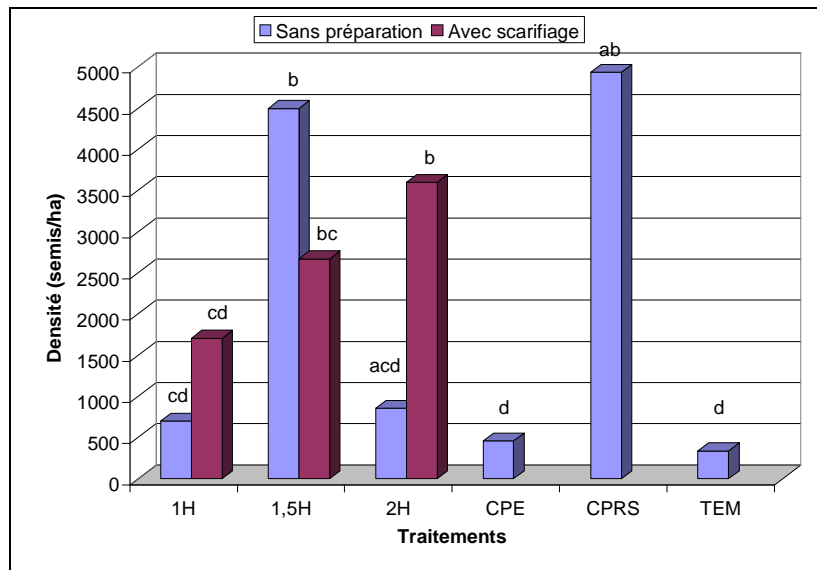


Figure 18 - Densité (semis/ha) des semis de cerisier de Pennsylvanie pour toutes les hauteurs



Hypothèse 7

Il y a plus de compétition dans la CPRS que dans les différentes trouées.

Réponse après 2 ans

VRAI pour les trouées préparées. FAUX pour les autres trouées.

Il y a significativement plus de tiges arbustives dans la CPRS que dans les trouées scarifiées, mais il n'y a pas de différences significatives avec les trouées non scarifiées (Figures 13 et 14; annexe 3). Le principal arbuste compétiteur est l'érable à épis et sa densité est significativement plus faible en présence de scarifiage. La taille des trouées n'influence pas la densité de l'érable à épis, puisque c'est une espèce peu tolérante et elle peut réagir vigoureusement à l'ouverture du couvert.

Hypothèse 8

Les plus petites trouées contrôlent mieux la compétition (quantité, hauteur).

Réponse après 2 ans

FAUX pour l'ensemble des arbustes. VRAI pour le cerisier.

Les dénombrements et les recouvrements de la compétition dans les trouées 1H ne sont pas significativement inférieurs aux trouées 1,5H et 2H, à l'exception de la densité de cerisier de Pennsylvanie entre les trouées scarifiées 1H et 2H (Figures 13 à 18; Tableaux 4 et 5). Néanmoins, il y a une tendance à y avoir moins de compétition, et une compétition moins haute, dans les trouées 1H que dans les trouées 1,5H et 2H. Probablement que cet effet pourra être plus clair et plus important à long terme.

Hypothèse 9

La préparation de terrain diminue la quantité (et la hauteur) de la compétition.

Réponse après 2 ans

VRAI.

La densité de la compétition est significativement moindre dans les trouées préparées que dans les trouées non préparées (Figure 13 et 14 ; annexe 3) et ce, pour les 3 classes de hauteur autant que pour l'ensemble des arbustes. Cette différence est causée par l'érable à épis (Figure 16), puisque le scarifiage a eu l'effet inverse pour le cerisier de Pennsylvanie (Figure 18) dans les trouées 1H et 2H. Aucun effet significatif n'a été observé sur l'érable de Pennsylvanie, en partie à cause de sa faible densité et de la très grande variabilité entre les placettes. Dans toutes les trouées non scarifiées, le dénombrement arbustif est inférieur aux mêmes dimensions de trouées non scarifiées (Figure 18). Quant au recouvrement au sol du framboisier, il est généralement plus élevé en présence de scarifiage (Tableau 5).

3. DISCUSSION

Ce dispositif expérimental a été implanté dans un peuplement mélangé à dominance résineuse (27 % de la surface terrière en bouleau jaune et 54 % en résineux) sur le type écologique 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. De plus, il y a quelques portions plus humides dont le type écologique est la bétulaie jaune à sapin subhydrique de texture moyenne (MJ25).

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. De plus, ce dispositif est complémentaire à celui du lac Marcotte (Guillemette et al., 2003) où le peuplement traité était mélangé à dominance feuillue sur les types écologiques MJ22 et FE32 (érablière à bouleau jaune mésique de texture moyenne).

3.1 REGENERATION COMMERCIALE

Les coefficients de distribution et la densité de la régénération commerciale sont tous élevés (80 % et plus des placettes de 4 m² ; >13 000 ti/ha) après tous les traitements et la régénération est principalement présente dans les classes de hauteur de 5 à 100 cm. Les feuillus tolérants (et semi-tolérants) dominent fortement la régénération commerciale, tant en nombre qu'en distribution ou en hauteur. Ils sont suivis par les résineux et finalement par les feuillus intolérants. Cependant, il y a des différences de composition entre les traitements.

3.2 BOULEAU JAUNE

En effet, ce sont les trouées de 500 m² (dimension 1H) qui ont la distribution et la densité les plus élevées en bouleau jaune (59-72 %, 15700-18600 ti/ha). Dans les trouées de 500 m², l'étroitesse de la trouée peut avoir forcé le débardeur à effectuer plus de manœuvres qui perturbent l'humus. Ainsi, ces trouées de 500 m² non scarifiées pouvaient présenter autant de microsites pour la germination du bouleau jaune que les trouées scarifiées, bien que l'exposition du sol minéral ait été moindre (Ménard et Blouin, 2001). D'autres études ont démontré que le scarifiage, jumelé à une bonne année semencière, favorisaient une régénération abondante en bouleau jaune (voir la revue de la littérature sur le bouleau jaune du CERFO à www.cerfo.qc.ca). D'ailleurs, après les trouées de 500 m², ce sont les trouées plus grandes (1050 et 1400 m²), mais scarifiées, qui ont montré la meilleure régénération en bouleau jaune. Le succès à long terme de régénération du bouleau jaune est généralement fonction de l'abondance de la régénération établie initialement, du maintien d'un couvert partiel au cours des premières années, afin de contrôler la compétition, et la réalisation de suivis de cette régénération.

3.3 ÉPINETTE ROUGE

La régénération en épinette rouge est très faible pour tous les traitements (2 à 15 %, moins de 600 ti/ha), particulièrement en présence de scarifiage. Les ouvertures créées par la CPRS, les trouées ou la coupe progressive d'ensemencement par pied d'arbre n'ont pas augmenté sa présence. Néanmoins, c'est dans la coupe progressive d'ensemencement par pied d'arbre et dans le témoin que l'épinette rouge est plus abondante (500-600 ti/ha). L'épinette rouge est une espèce qui s'installe sous couvert, particulièrement à cause de sa très grande sensibilité aux extrêmes climatiques, tels la sécheresse et le gel du sol (Blum, 1990 ; Guillemette et al., 2003). La perturbation de l'humus et l'exposition du sol minéral sous couvert favoriseraient sa germination, mais cette technique pose certains problèmes opérationnels. Il semble donc préférable de miser sur la régénération préétablie de l'épinette rouge plutôt que de chercher à l'installer au moyen de trouées, par exemple.

D'ailleurs, les principales forces de l'épinette rouge, d'un point de vue sylvicole, sont sa tolérance à l'ombre en bas âge et sa longévité qui lui permet d'atteindre de gros diamètres (Fortin, 2001). Cependant, sa régénération est généralement faible. L'ouverture du couvert par la coupe progressive d'ensemencement par pied d'arbre a été faible (26 % de la surface terrière) et le sous-bois n'a pas été scarifié. Néanmoins, l'épinette rouge est plus abondante en régénération dans la CPE que dans les petites CPRS de 1 ha. Au lac Marcotte, la régénération en épinette rouge était quasi absente des parquets (\pm CPRS de 1 ha) scarifiés.

3.4 COMPETITION

L'érable à épis est le principal arbuste compétiteur observé dans ce dispositif expérimental (de 28 à 97 % des semis arbustifs). C'est une espèce semi-tolérante qui a une très bonne croissance sous un couvert partiel, car elle prend avantage des percées de soleil dans le couvert (Jobidon, 1995). L'érable à épis peut créer des rejets vigoureux lorsqu'il est coupé ou blessé. Un scarifiage qui permet de le déraciner constitue donc une des meilleures méthodes mécaniques pour le contrôler. D'ailleurs, l'érable à épis était moins abondant et moins haut dans les trouées scarifiées que dans celles qui ne l'ont pas été. En effet, le scarifiage a réduit considérablement la densité des semis préétablis, mais a favorisé l'établissement de nouveaux semis. Dans les trouées de 500 m², même s'il est possible que l'étroitesse de la trouée ait forcé le débardeur à effectuer plus de manœuvres qui perturbent l'humus, cette opération n'a pas permis d'arracher l'érable à épis et de limiter son envahissement. D'ailleurs, les blessures causées par la machinerie pourraient avoir stimulé l'érable à épis, puisque qu'il est plus haut dans ces trouées.

Le recouvrement en framboisier augmente avec un agrandissement de la taille des trouées, surtout en présence de scarifiage. Tout comme pour le cerisier de Pennsylvanie, la perturbation de l'humus et l'ouverture du couvert, qui augmentent la quantité de lumière, d'eau et d'éléments nutritifs dans le sol, stimulent la germination des semences accumulées (Jobidon, 1995). Des trouées de petite dimension sont donc préférables pour contrôler le framboisier. Néanmoins, la compétition par le framboisier ne semble pas être un problème important dans ce dispositif, contrairement à ce qui a été observé dans la Baie-des-Chaleurs (Malenfant et Patry, 2002).

Finalement, la présence de l'érable de Pennsylvanie après traitement était relativement peu abondante et très irrégulière entre les placettes. En conséquence, aucune différence significative n'a pu être observée. L'espèce était absente des trouées de 500 m² et rare dans les autres trouées. Cependant, il y avait respectivement 2300 et 4200 tiges d'érable de Pennsylvanie dans la coupe progressive par pied d'arbre et la CPRS. La compétition par cette espèce ne semble pas très agressive (Gabriel et Walters, 1990), particulièrement sur le type écologique à l'étude, soit MJ22 de l'érablière à bouleau jaune de l'est.

3.5 CHOIX D'UN SCENARIO SYLVICOLE

Le peuplement à l'étude était mélangé à dominance de résineux (RBj) situé sur les types écologiques MJ22 et MJ25 de l'érablière à bouleau jaune de l'est en Maurice. Le choix d'un scénario sylvicole dans ce contexte est aussi fonction de la production prioritaire retenue (bouleau jaune, épinette rouge ou les deux) et de la capacité à régénérer ces espèces.

3.5.1 Résultats de diverses modalités de couverts, d'ouvertures ou de scarifiage

Après deux saisons de croissance, les résultats indiquent que la CPE par pied d'arbre et les trouées de 500 m² (1H) sont les traitements les plus prometteurs (Tableau 6). En maintenant un couvert partiel et en limitant la circulation de la machinerie, la CPE par pied d'arbre a permis :

- de maintenir l'épinette rouge (15 %, 560 tiges/ha) et les résineux (75 %, 7 900 tiges/ha);
- d'augmenter le coefficient de distribution du bouleau jaune (42 %, 4 200 tiges/ha) à un niveau non significativement différent des autres traitements, mais significativement supérieur au témoin;
- d'augmenter les feuillus tolérants (75 %, 11 200 tiges/ha);
- d'éviter l'installation des feuillus intolérants (2 %, 130 tiges/ha);
- de maintenir le nombre (10 500 tiges/ha) et la composition (presque exclusivement l'érable à épis et l'érable de Pennsylvanie) de la compétition arbustive.

Tandis que la trouée 1H a pour principaux effets :

- de régénérer abondamment le bouleau jaune (59-72 %, 15 700-18 600 tiges/ha);
- d'augmenter la compétition par l'érable à épis (20 000 tiges/ha).

La préparation de terrain dans la trouée 1H a eu pour principal effet :

- de diminuer la densité de la compétition, dont particulièrement l'érable à épis;
- d'augmenter la présence de recouvrement par le framboisier et le cerisier de Pennsylvanie, mais ces espèces demeurent marginales comparativement aux trouées plus grandes;
- d'augmenter la densité des feuillus intolérants (30 %; 5 000 tiges/ha);
- de pratiquement éliminer les résineux.

Dans les trouées plus grandes sans préparation de terrain, les coefficients de distribution et les densités du bouleau jaune sont significativement inférieurs à la trouée 1H. De plus, la compétition est significativement plus abondante dans la trouée 1,5H que 1H. En présence de préparation de terrain, les coefficients de distribution du bouleau jaune ne diffèrent pas significativement entre les trouées, mais la densité est significativement moindre dans les trouées 1,5H et 2H que dans la trouée 1H.

De plus, la préparation de terrain permet de réduire les différences de dénombrement de la compétition entre les trouées. La densité de l'érable à épis est réduite à 4 000 semis/ha, indépendamment de la taille de la trouée. Plus la trouée est grande et perturbée, alors plus le cerisier de Pennsylvanie et le framboisier tendent à s'installer.

3.5.2 Choix de fonction prioritaire

Pour le dispositif du lac Belette, une fonction prioritaire mixte constituée de résineux et de bouleaux (R-BOU) a été retenue. En effet, le peuplement est à dominance résineuse et il présente un bon potentiel de production de bouleau jaune. De plus, 10 % de sa surface terrière est composée d'épinette rouge, une essence recherchée pour sa résistance à la tordeuse des bourgeons de l'épinette, pour sa résistance à la carie, pour la qualité de son bois de sciage et pour la biodiversité. Quant au lac Marcotte, le peuplement était à dominance feuillue et le type écologique était davantage feuillu (FE32 et MJ22). C'est pourquoi une production de bouleaux (BOU) a été retenue, mais une production R-BOU aurait aussi été possible.

3.5.3 Régime sylvicole

Pour l'épinette rouge, des trouées non scarifiées pourraient être réalisées pour **libérer** sa régénération préétablie. Par contre, le bouleau jaune aurait besoin de trouées scarifiées pour **établir** ses semis. De plus, des trouées peuvent être adéquates pour récolter les portions moins vigoureuses du peuplement. Quant au couvert résiduel, le scarifiage devrait être expérimenté pour installer l'épinette rouge. Des adaptations aux techniques usuelles de scarifiage pourront être envisagées afin de le rendre opérationnel et, notamment, éviter les blessures aux tiges sur pied.

La CPRS de grande superficie n'est pas une option intéressante pour une production de bouleau jaune et d'épinette rouge à partir de la régénération naturelle, à moins d'avoir une régénération abondante et bien distribuée. L'épinette rouge pourrait cependant nécessiter la création d'aires de croissance pour assurer sa régénération, tel qu'expérimenté au lac Belette par l'équipe de Vincent Roy de la Direction de la recherche forestière.

Le parquet avec réserve de semenciers a donné de bons résultats au lac Marcotte pour régénérer le bouleau jaune, mais pas pour l'épinette rouge. Quant au jardinage par pied d'arbre tel que pratiqué, il ne permet pas de créer suffisamment de lits de germination et d'ouvertures pour installer une régénération abondante et bien distribuée en bouleau jaune.

En conséquence, il y a un besoin pour un régime sylvicole hybride, c'est-à-dire une combinaison des deux recettes de régénération de ces essences. Lorsque le peuplement a une structure inéquienne et que la vigueur est bien répartie, alors le jardinage par trouée pourrait être une option intéressante (Guillemette et al., 2003; voir l'annexe 5 pour un tableau synthèse des résultats du lac Marcotte). Ce régime consisterait en la création de trouées sur 10 % de la superficie avec une rotation de 20 ans. Selon Frelich et Graumlich (1994), le régime naturel de perturbations sous forme de trouées dans les forêts du nord-est américain couvrirait 0,5 % de la superficie à chaque année, ce qui équivaut à 10 % par 20 ans.

Lorsque le peuplement ne se prête pas au jardinage, alors les systèmes de coupes progressives pourraient être intéressants. Les coupes progressives pourraient être sous forme de trouées agrandies progressivement et effectuées sur au plus 1/5 de la période de la révolution ou sous forme de coupe progressive irrégulière effectuée sur 1/5 à 1/2 de la période de révolution. Il s'agit d'abord de viser la protection de la régénération en épinette rouge tout en créant des petites trouées scarifiées pour arracher l'érable à épis et créer des conditions de germination et de croissance favorables au bouleau jaune (Tableau 6). De plus, le prélèvement peut être concentré sur les tiges de faible vigueur afin d'améliorer la qualité du peuplement, celle des semenciers et motiver la ou les récoltes suivantes. Dans cette étude, des taux de prélèvement variant entre 25 et 35 % de la surface terrière ont été expérimentés et ils ont donné de bons résultats. Cependant, des prélèvements plus intenses pourraient être étudiés.

Tableau 6 - Évaluation de la performance relative des traitements sylvicoles expérimentés au lac Belette sur MJ22 et MJ25 après 2 ans

Critère	Traitement Scarifiage	CPE pied d'arbre		CPE trouées 500 m ²		CPE trouées 1 050 m ²		CPE trouées 1 400 m ²		CPRS 1 ha	
		Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui ^a
Régénérer abondamment le bouleau jaune	Coefficient distribution	+	(++)	++	++	0	++	+	+	+	(+)
	Densité	+	(++)	++	++	-	+	+	+	+	(+)
	Hauteur	0	(-)	+	0	-	0	0	0	0	(-)
Protéger la régénération en épinette rouge	Coefficient distribution	0	(+)	-	-	-	-	-	--	--	(--)
	Densité	0	(+)	-	--	-	--	-	-	-	(--)
	Hauteur	0	(-)	--	--	0	0	0	--	-	(--)
Régénérer les résineux	Coefficient distribution	++	(-)	0	--	+	--	+	--	+	(0)
	Densité	++	(-)	0	--	+	--	+	--	+	(0)
	Hauteur	++	(-)	0	-	0	--	-	--	-	(--)
Contrôler l'érable à épis	Densité	+	(+)	--	++	--	+	--	+	-	(+)
	Hauteur	0	(+)	--	++	--	+	--	+	0	(+)
Contrôler le cerisier	Densité	++	(+)	0	-	--	--	0	--	--	(--)
	Hauteur	++	(+)	+	+	-	-	+	-	-	(--)
Contrôler le framboisier	Recouvrement	++	(+)	--	-	-	--	--	--	-	(--)
Productivité des opérations de récolte		0	(--)	0	-	+	-	+	-	++	(+)
Faciliter le suivi des traitements		+	(+)	--	-	-	0	-	0	++	(++)

Légende : ++ : effet très positif / meilleure performance ; + : effet positif / bonne performance ; 0 : aucun effet / performance moyenne ; - : effet négatif / mauvaise performance ; -- : effet très négatif / pire performance ; () : estimation.

^a Les estimations () pour la CPRS scarifiée ont été validées à l'aide des données de densité de la compétition dans les aires de croissance de 1 ha (Vincent Roy, communication personnelle).

4. RECOMMANDATIONS

Dans le contexte écologique de l'expérience au lac Belette, nous recommandons :

pour l'aménagement forestier :

1. Préciser les choix de production :
 - Pour les peuplements mélangés à dominance feuillue sur FE32 et MJ22 : viser une production de bouleaux (BOU) soit à l'intérieur d'une matrice (trouées) ou sur des superficies complètes (ex. : parquet scarifié avec réserve de semenciers);
 - Pour les peuplements mélangés à dominance résineuse sur MJ22 (MJ25) : viser une production mixte de résineux et de bouleaux (RBOU).

pour la sylviculture :

2. Choisir le régime sylvicole et le procédé de régénération en fonction des choix de production :
 - BOU : parquet scarifié avec réserve de semenciers ou jardinage par trouées scarifiées;
 - RBOU : coupe progressive par petites trouées ou coupe progressive irrégulière.
3. Harmoniser les aires de croissance et la matrice résiduelle dans les productions RBOU.

pour la recherche :

4. Développer des modalités pour améliorer l'aspect opérationnel de l'application de la coupe progressive irrégulière ou par trouées.
5. Vérifier l'installation de l'épinette rouge et les moyens pour stimuler son installation.

pour le suivi :

6. Effectuer le suivi de la régénération au lac Belette après 5 ans, soit à l'automne 2004. Ce suivi devra viser particulièrement l'évaluation du besoin en dégagement dans les ouvertures, ainsi que de prescrire une seconde intervention dans la coupe progressive (récolte partielle ou totale ?).

CONCLUSION

Le projet visait à déterminer les conditions de réussite de différents traitements de coupe progressive classique et par trouées ainsi que des aires de croissance dans des peuplements mélangés à dominance résineuse (50 % à 75 % de résineux) de l'érablière à bouleau jaune. L'objectif poursuivi par le CERFO était de déterminer le meilleur traitement favorisant la régénération naturelle du bouleau jaune et de l'épinette rouge pour constituer des cohortes de retour de qualité et favoriser l'élimination progressive des tiges de qualité pâte. Les aires de croissance de l'épinette rouge sont suivies par la Direction de la recherche forestière.

Les résultats suggèrent que le meilleur procédé de régénération du bouleau jaune et de maintien des semis préétablis d'épinette rouge, parmi ceux à l'essai, pourrait être la coupe progressive irrégulière ou par très petites trouées scarifiées (maximum 500 m², une fois la hauteur des arbres). Des trouées non scarifiées pourraient être réalisées pour favoriser le développement de la régénération préétablie en épinette rouge. De plus, des trouées scarifiées pourraient permettre d'arracher la compétition (érable à épis) et de créer des conditions favorables à l'installation du bouleau jaune.

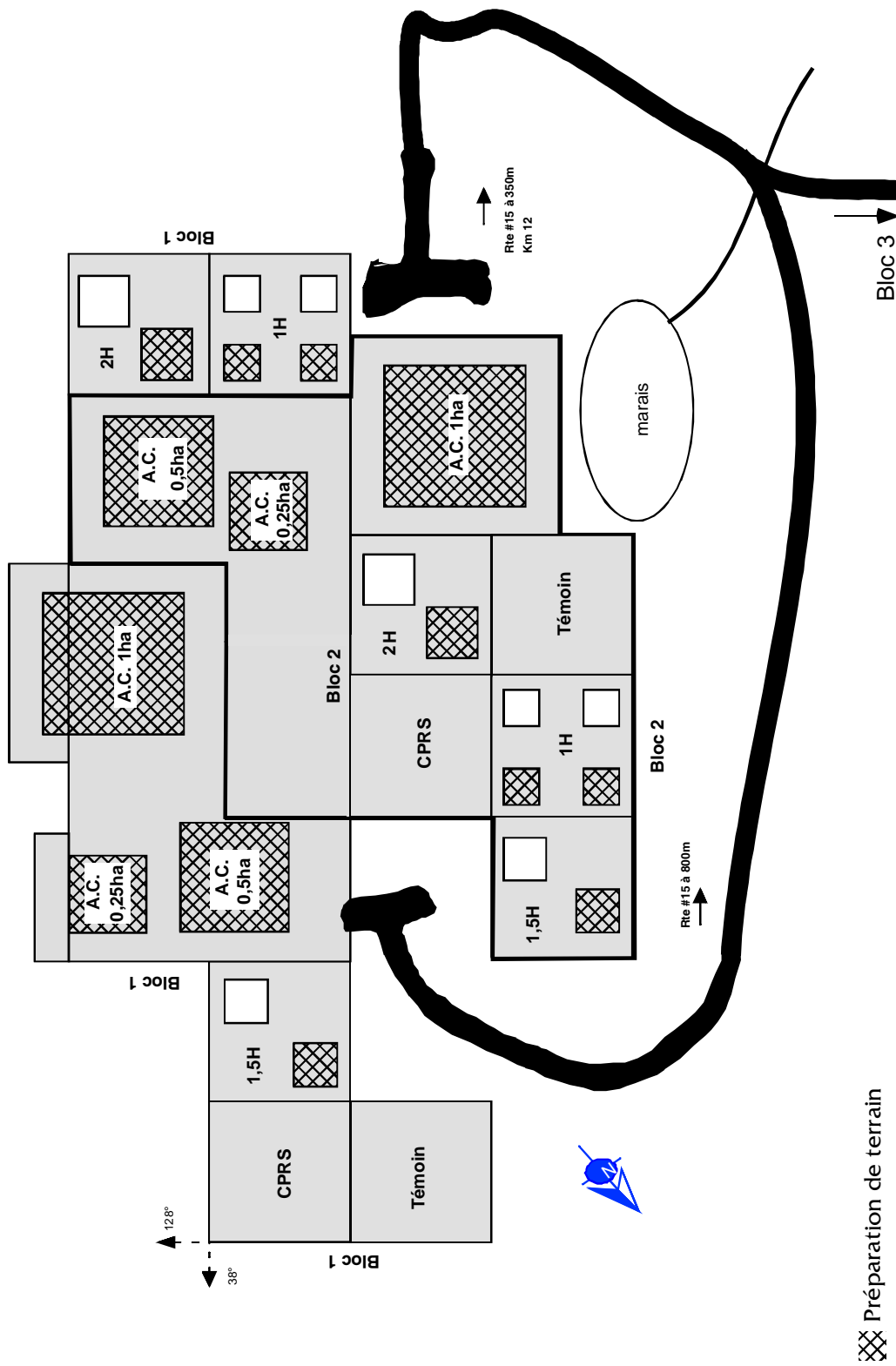
Le suivi prévu en 2004 devrait permettre de valider ces hypothèses, de préciser les besoins de dégagement et ceux d'une seconde intervention dans la coupe progressive par pied d'arbre. D'ici là, des modalités plus précises de réalisation de ces traitements sylvicoles seront à définir et à expérimenter.

RÉFÉRENCES

- Blouin, D., G. Lessard et A. Patry. 2000. Détermination des conditions de réussite de la CPE dans les peuplements à dominance résineuse de la forêt mixte. CERFO 2000-04. 46 p.
- Blouin, D. et T. Rycabel, 2000. Différentes méthodes de coupes progressives et productivité de récolte dans les peuplements mélangés à dominance résineuse, aire commune 41-02. CERFO 2000-05. 42 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
- Fortin, M. 2001. Les peuplements mixtes de sapin baumier et d'épinette rouge de la région du Mont Tremblant et leur évolution après coupe partielle. Thèse de maîtrise. Faculté de foresterie et de géomatique de l'Université Laval. 73 p.
- Frelich, L.E. et L.J. Graumlich. 1994. Age-class distribution and spatial patterns in an old-growth hemlock-hardwood forest. *J. Can. Rech. For.* 24 : 1939-1947.
- Gabriel, W.J and R.S. Walters. 1990. Striped Maple. Dans *Sylvics of North America : Volume 2 Harwoods*. 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_2/acer/pensylvanicum.htm
- 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.
- Guillemette, F., Blouin, D., Lessard, G. et A. Patry. 2003. Installation de la régénération naturelle dans un peuplement mixte à dominance feuillue de la région de la Mauricie - Dispositif du lac Marcotte. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO). Référence CERFO 2003-02. 39 p.
- Jobidon, R. 1995. Autécologie de quelques espèces de compétition d'importance pour la régénération forestière au Québec. *Revue de littérature. Mémoire de recherche forestière n°117*. Direction de la recherche forestière. Ministère des Ressources naturelles du Québec. 180 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.
- Ménard, B. et D. Blouin. 2001. Détermination des conditions de réussite de la CPE dans les peuplements à dominance résineuse de la forêt mixte – suivi après intervention. CERFO 2001-08. 31 p.
- SAS Institute. 2001. SAS/STAT user's guide, release 8.0. SAS Institute, Inc. Cary, N.C.

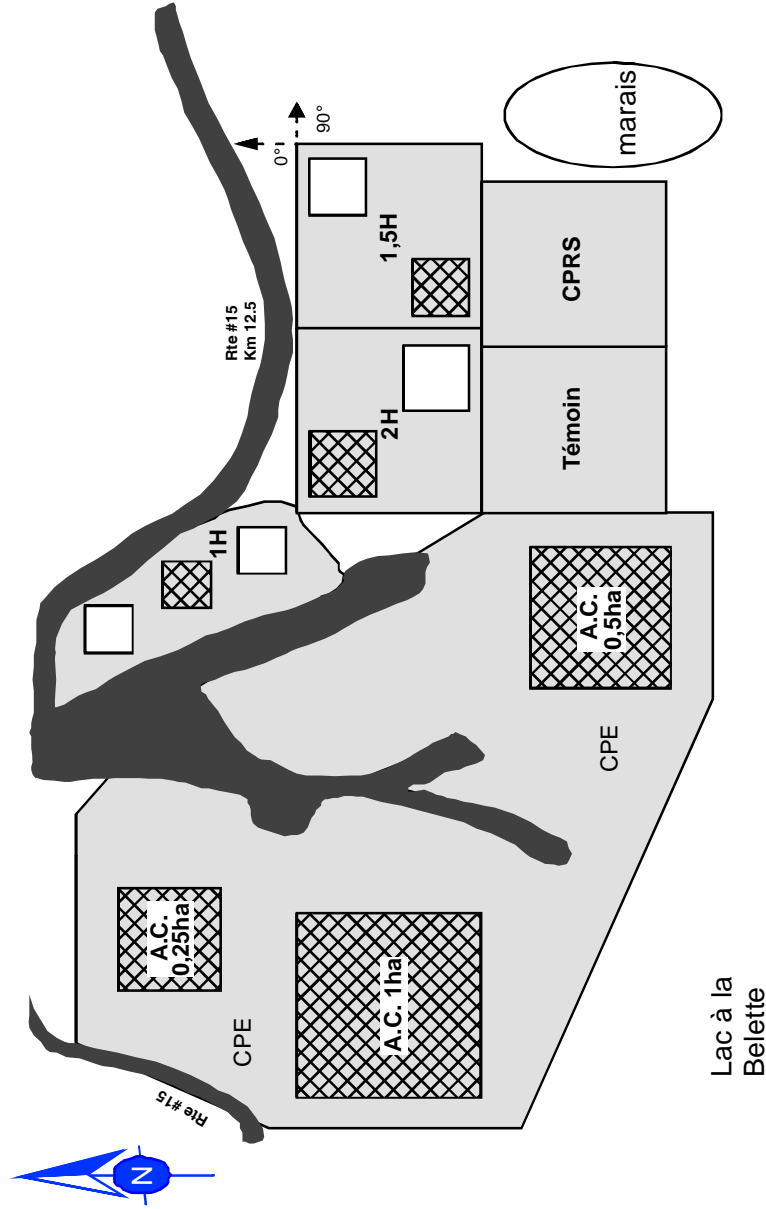
Dispositif du Lac Belette (blocs 1 et 2)

LOCALISATION DES TRAVAUX DE PRÉPARATION DE TERRAIN



Dispositif du Lac Belette (bloc 3)

LOCALISATION DES TRAVAUX DE PRÉPARATION DE TERRAIN



☒ Préparation de terrain

Échelle : 1 : 4000

ANNEXE 2

Coefficient de distribution de la régénération

Le tableau suivant présente les coefficients de distribution moyens (Moy.) et les erreurs-types (Er.-t.) de la régénération par traitement et par préparation de terrain, de même que des astérisques (* ou **) pour indiquer l'effet significatif des variables (Traitement, Préparation et l'interaction entre ces deux variables) et des indicateurs de groupes de traitements (a, b, c, d) qui ne sont pas significativement différents pour une même essence.

Hauteur	Essence	Traitement	Préparation de terrain	Interaction	Trouées 1H de la CPE				Trouées 1,5H de la CPE				Trouées 2H de la CPE				CPE		CPRS		Témoin	
					Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Sans prep.		Sans prep.	
					Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.
5 à 30 cm	BOJ	**	*	n.s.	54	(13)	67	(12)	24	(10)	48	(12)	26	(10)	42	(12)	38	(10)	39	(10)	8	(5)
					ab		a		cd		abc		bc		abc		bc		bc		d	
	EPR	n.s.	n.s.	n.s.	1	(2)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(1)	0	(0)	5	(3)	0	(0)	2	(2)
	Fi	n.s.	n.s.	n.s.	14	(9)	16	(9)	8	(7)	9	(6)	8	(5)	7	(5)	1	(1)	9	(5)	1	(1)
	Ft	n.s.	n.s.	n.s.	70	(11)	83	(9)	63	(10)	66	(10)	70	(9)	58	(10)	69	(6)	63	(7)	38	(9)
					18	(8)	19	(8)	32	(9)	17	(7)	33	(9)	10	(5)	53	(8)	29	(7)	33	(8)
	Total	*	n.s.	n.s.	80	(8)	88	(7)	71	(8)	73	(8)	81	(7)	63	(9)	80	(5)	74	(5)	50	(8)
a, b						a, b		b, c		b, c		a, b		b, c		b, c		b, c		b, c		c
31 à 100 cm	BOJ	n.s.	*	n.s.	30	(14)	36	(16)	12	(8)	45	(17)	23	(13)	38	(16)	12	(7)	18	(9)	10	(7)
					ab		ab		b		a		a, b, c		a, b, c		a, b, c		a, b, c		a, b, c	
	EPR	n.s.	n.s.	n.s.	3	(3)	5	(5)	4	(4)	0	(0)	2	(3)	2	(3)	8	(7)	3	(2)	6	(6)
	Fi	n.s.	**	*	9	(4)	21	(6)	2	(2)	37	(6)	11	(4)	10	(4)	2	(1)	12	(3)	0	(0)
					a, b		a, b		a		b		a, b		a, b		a, b		a, b		a, b	
	Ft	n.s.	n.s.	n.s.	37	(12)	39	(13)	44	(13)	68	(11)	61	(11)	45	(12)	33	(8)	56	(10)	25	(9)
	Rés.	*	*	n.s.	16	(6)	12	(5)	23	(6)	9	(4)	17	(5)	8	(4)	35	(6)	20	(4)	19	(5)
b, c, d						b, c, d		a, d		b, c		b, c, d		b, c, d		a		b, d		b, c		b, c
Total	n.s.	n.s.	*	51	(10)	61	(10)	60	(10)	83	(7)	69	(8)	55	(9)	55	(7)	64	(7)	37	(8)	
				b, c		b		b		a		a, b		b, c		b, c		a, b		a, b		c

Hauteur	Essence	Traitement	Préparation de terrain	Interaction	Trouées 1H de la CPE				Trouées 1,5H de la CPE				Trouées 2H de la CPE				CPE		CPRS		Témoin	
					Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Sans prep.		Sans prep.	
					Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.
101 cm et plus	BOJ	n.s.	n.s.	n.s.	5	(6)	0	(0)	6	(6)	0	(0)	5	(7)	2	(3)	1	(1)	1	(2)	0	(0)
	EPR	n.s.	n.s.	n.s.	0	(0)	0	(0)	3	(4)	2	(3)	1	(1)	0	(0)	1	(2)	1	(1)	1	(2)
	Fi	n.s.	n.s.	n.s.	0	(0)	0	(0)	0	(0)	7	(10)	2	(3)	4	(5)	0	(0)	1	(1)	0	(0)
	Ft	n.s.	n.s.	n.s.	9	(10)	0	(0)	18	(6)	10	(5)	12	(5)	8	(4)	12	(4)	12	(4)	3	(2)
	Rési.	*	**	n.s.	15	(10)	5	(4)	13	(8)	3	(3)	7	(5)	1	(2)	20	(10)	9	(5)	24	(12)
					a, b		b, d		a, b, c		c, d		c, b		d		a		b, d		a	
	Total	n.s.	*	n.s.	22	(9)	7	(5)	32	(10)	21	(8)	23	(8)	16	(7)	33	(8)	23	(7)	28	(9)
				a, b, c		a, c		b, c		a, b, c		a, b, c		a, b		c		a, b, c		b, c		
Tous les semis	BOJ	**	**	n.s.	59	(13)	72	(11)	26	(10)	54	(12)	31	(10)	50	(12)	42	(10)	43	(10)	12	(6)
					a, b		a		ce		abd		cd		abc		bc		bc		e	
	EPR	*	n.s.	n.s.	4	(3)	8	(6)	8	(6)	6	(6)	4	(3)	2	(3)	15	(8)	3	(2)	11	(7)
					a, b		a, b		a, b		a, b		a, b		a, b		a		b		a, b	
	Fi	*	*	*	16	(7)	31	(9)	5	(4)	43	(9)	17	(6)	18	(7)	2	(2)	18	(5)	1	(2)
					cb		a, c		b, d		a		cb		cb		d		cb		d	
	Total	n.s.	n.s.	n.s.	77	(9)	84	(8)	70	(9)	84	(7)	81	(7)	70	(9)	75	(6)	77	(6)	42	(9)
Rési.	**	*	n.s.	32	(10)	21	(8)	50	(10)	23	(8)	45	(9)	17	(7)	75	(6)	43	(7)	60	(9)	
				def		ef		bg		ef		cde		f		a		bde		abc		
Total	n.s.	n.s.	n.s.	91	(6)	93	(5)	86	(6)	95	(4)	91	(5)	80	(7)	93	(3)	87	(4)	78	(7)	

ANNEXE 3

Dénombrement de la régénération

Le tableau suivant présente les dénombrements moyens et les erreurs-types de la régénération par traitement et par préparation de terrain, de même que des astérisques (* ou **) pour indiquer l'effet significatif des variables (Traitement, Préparation et l'interaction entre ces deux variables) et des indicateurs de groupes de traitements (a, b, c, d) qui ne sont pas significativement différents pour une même essence.

Hauteur	Essence	Traitement	Préparation de terrain	Interaction	Trouées 1H de la CPE				Trouées 1,5H de la CPE				Trouées 2H de la CPE				CPE		CPRS		Témoin	
					Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Sans prep.		Sans prep.	
					Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.
5 à 30 cm	BOJ	**	n.s.	n.s.	13525	(1344)	16845	(1367)	909	(389)	6068	(579)	3888	(642)	5007	(688)	2791	(305)	1967	(268)	1473	(370)
	EPR	n.s.	n.s.	n.s.	23	(73)	0	(22)	0	(0)	0	(0)	22	(60)	0	(11)	144	(82)	0	(4)	57	(81)
	Fi	**	n.s.	n.s.	3219	(1109)	345	(336)	0	(9)	21	(57)	362	(315)	64	(129)	23	(51)	175	(140)	0	(0)
	Ft	**	n.s.	n.s.	20597	(1034)	21237	(941)	5492	(564)	6151	(380)	13658	(714)	6085	(554)	7825	(307)	9006	(326)	3043	(390)
	Rési.	n.s.	n.s.	n.s.	202	(248)	0	(2)	1864	(395)	45	(73)	1817	(390)	94	(136)	4849	(361)	1156	(191)	2832	(402)
	Total	**	n.s.	n.s.	22187	(1075)	24776	(1002)	8125	(636)	7334	(404)	16794	(768)	6796	(581)	13912	(365)	10855	(348)	6980	(493)
31 à 100 cm	BOJ	n.s.	n.s.	*	6515	(1148)	889	(402)	470	(306)	1154	(311)	2071	(554)	2030	(531)	396	(144)	864	(216)	170	(158)
	EPR	n.s.	n.s.	n.s.	1	(25)	0	(10)	0	(6)	0	(0)	1	(25)	0	(11)	1	(11)	3	(28)	2	(29)
	Fi	n.s.	**	n.s.	983	(361)	2330	(449)	148	(176)	2949	(345)	710	(273)	2479	(415)	66	(72)	738	(146)	0	(1)
	Ft	**	*	n.s.	6706	(842)	1396	(441)	2941	(505)	2081	(298)	8139	(715)	3917	(526)	2302	(232)	7082	(376)	766	(254)
	Rési.	n.s.	n.s.	n.s.	437	(151)	0	(4)	1142	(418)	0	(4)	528	(248)	483	(231)	2253	(260)	1052	(190)	850	(246)
	Total	n.s.	n.s.	n.s.	8636	(873)	4253	(620)	4534	(565)	4770	(380)	9735	(706)	7280	(618)	4768	(282)	9422	(369)	1786	(337)
101 cm et +	BOJ	n.s.	n.s.	n.s.	26	(162)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	3	(28)	0	(0)	0	(0)
	EPR	n.s.	n.s.	n.s.	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
	Fi	n.s.	n.s.	n.s.	0	(2)	0	(2)	0	(0)	10	(46)	6	(49)	4	(37)	0	(1)	6	(30)	0	(1)
	Ft	n.s.	n.s.	n.s.	624	(336)	0	(1)	3363	(744)	146	(120)	3987	(742)	959	(369)	350	(131)	384	(140)	0	(1)
	Rési.	n.s.	n.s.	n.s.	313	(255)	6	(47)	94	(127)	2	(19)	3	(33)	3	(32)	208	(92)	367	(122)	434	(186)
	Total	n.s.	n.s.	n.s.	766	(0)	0	(0)	1081	(334)	421	(156)	3166	(450)	1329	(318)	1154	(166)	1849	(196)	803	(231)

Hauteur	Essence	Traitement	Préparation de terrain	Interaction	Trouées 1H de la CPE				Trouées 1,5H de la CPE				Trouées 2H de la CPE				CPE		CPRS		Témoin	
					Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Sans prep.		Sans prep.	
					Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.
Toutes les hauteurs	BOJ	**	n.s.	n.s.	18554	(1531)	15712	(1291)	1505	(465)	6715	(593)	5867	(755)	7040	(787)	4194	(363)	3456	(343)	1685	(383)
					a		a		b, c		b		b, c		b		b, c		b, c		c	
	EPR	n.s.	n.s.	n.s.	116	(149)	0	(0)	50	(76)	0	(0)	139	(132)	95	(114)	561	(143)	224	(96)	604	(217)
	Fi	n.s.	**	n.s.	1815	(428)	5036	(572)	160	(186)	3210	(303)	1327	(320)	3450	(430)	128	(87)	1407	(169)	0	(4)
					a, b		a, b		a		b		a, b		a, b		a, b		a, b		a, b	
	Ft	**	n.s.	n.s.	28362	(1246)	22443	(1047)	9580	(715)	9535	(476)	26588	(960)	11941	(729)	11217	(379)	17769	(449)	3961	(451)
					d		d		a, b, c		a, b		d		b, c		b, c		c, d		a	
	Rési.	**	*	n.s.	1090	(417)	12	(88)	3503	(473)	61	(89)	2662	(426)	596	(251)	7931	(392)	2912	(255)	5291	(472)
					c, d		a, c, d		b, c, d		d		b, c, e		d, e		a		b, c		a, b	
	Total	**	n.s.	n.s.	33414	(1273)	28755	(1093)	13823	(785)	13495	(510)	30912	(961)	16390	(785)	20137	(424)	22622	(451)	9895	(576)
				a		a, b		b, d, e		d, e		a, c		b, c, d, e		a, d		a, d		e		

ANNEXE 4

Dénombrement compétition

Le tableau suivant présente les dénombrements moyens et les erreurs-types de la compétition par traitement et par préparation de terrain, de même que des astérisques (* ou **) pour indiquer l'effet significatif des variables (Traitement, Préparation et l'interaction entre ces deux variables) et des indicateurs de groupes de traitements (a, b, c, d) qui ne sont pas significativement différents pour une même essence.

Hauteur	Essence	Traitement	Préparation de terrain	Interaction	Trouées 1H de la CPE				Trouées 1,5H de la CPE				Trouées 2H de la CPE				CPE		CPRS		Témoïn	
					Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Sans prep.		Sans prep.	
					Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.
5 à 30 cm	ERE	n.s.	**	n.s.	7389	(960)	1904	(483)	6180	(752)	114	(129)	4680	(655)	2218	(463)	2084	(250)	2970	(312)	5943	(611)
					a		b, c		a, c		b		a, c		a, b, c		a, b, c		a, b, c		a, b, c	
	ERP	n.s.	n.s.	n.s.	0	(22)	0	(22)	215	(203)	388	(201)	0	(15)	0	(17)	684	(208)	314	(147)	700	(301)
					a		b		a, b		a, b		a, b		a, b		a, b		a, b		a, b	
	PRP	n.s.	n.s.	n.s.	*	67	(140)	758	(362)	275	(197)	77	(80)	208	(169)	333	(196)	129	(79)	364	(120)	0
a							b		a, b		a, b		a, b		a, b		a, b		a, b		a, b	
Arbus.	n.s.	n.s.	*	n.s.	8874	(884)	4546	(621)	5983	(628)	1107	(241)	4346	(545)	3218	(473)	4767	(304)	4823	(327)	6313	(523)
					a		a		a		b		a		a, b		a		a		a	
31 à 100 cm	ERE	*	*	n.s.	3885	(685)	1763	(467)	12127	(836)	3533	(360)	8609	(708)	2061	(419)	2167	(225)	6370	(357)	3275	(412)
					a, d		c, d		a		b, c, d		a, b		c, d		d		a, c		b, c, d	
	ERP	n.s.	n.s.	n.s.	0	(3)	0	(3)	79	(124)	147	(118)	371	(236)	247	(192)	231	(111)	558	(169)	199	(154)
					a, b, c		a, b, c		c		a, b, c		a, b, c		a, b		c		b		a, c	
	PRP	*	n.s.	n.s.	n.s.	567	(328)	838	(341)	0	(1)	1118	(237)	928	(315)	1383	(352)	291	(110)	2031	(244)	381
a, b, c							a, b, c		c		a, b, c		a, b, c		a, b		c		b		a, c	
Arbus.	**	n.s.	n.s.	n.s.	4076	(656)	2869	(533)	10691	(680)	6856	(400)	10380	(669)	3939	(481)	3308	(243)	12733	(372)	4022	(411)
					b, c		c		a, b		b, d		a		c, d		c		a		c, d	
101 cm et +	ERE	*	**	n.s.	8051	(908)	315	(314)	7086	(707)	924	(244)	5630	(634)	528	(304)	1298	(207)	1775	(238)	1439	(335)
					a		c		a		c		a, b		b, c		b, c		a, c		b, c	
	ERP	n.s.	n.s.	n.s.	0	(2)	5	(51)	1875	(928)	74	(134)	0	(5)	64	(161)	3	(23)	4203	(788)	0	(0)
					a, b		b		a		a, b		a, b		a, b		b		a, c		b, c	
	PRP	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	190	(219)	121	(174)	2717	(572)	1394	(305)	58	(125)	1504	(411)	64	(70)	1857	(284)	0
a, b							b		a		a, b		a, b		a, b		b		a, c		b, c	
Arbus.	**	*	n.s.	n.s.	7242	(859)	746	(391)	12931	(894)	4973	(432)	5758	(641)	4351	(558)	1901	(234)	7373	(402)	1891	(368)
					a, b		b		a		a, b		a, b		a, b		b		a, c		b, c	

Hauteur	Essence	Traitement	Préparation de terrain	Interaction	Trouées 1H de la CPE				Trouées 1,5H de la CPE				Trouées 2H de la CPE				CPE		CPRS		Témoin	
					Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Avec prep.		Sans prep.		Sans prep.		Sans prep.	
					Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.	Moy.	Er.-t.
Toutes les hauteurs	ERE	*	**	n.s.	20590	(1311)	3653	(605)	28852	(1281)	4856	(434)	20236	(1062)	4324	(566)	5687	(339)	11890	(492)	10309	(672)
					a, b		c, d		a		c, d		a, b		c, d		c		a, b, d		b, c	
	ERP	n.s.	n.s.	n.s.	0	(0)	139	(197)	840	(336)	1287	(300)	593	(290)	790	(315)	2323	(303)	4237	(418)	1011	(301)
					c, d		c, d		b		b, c		a, c, d		b		d		a, b		d	
	PRP	**	n.s.	**	n.s.	698	(357)	1707	(465)	4498	(650)	2672	(371)	855	(316)	3600	(563)	459	(143)	4936	(416)	340
c, d							c, d		b		b, c		a, c, d		b		d		a, b		d	
Arbus.	**	**	n.s.	n.s.	20401	(1074)	7307	(703)	29777	(950)	13235	(498)	20018	(831)	11027	(662)	10439	(354)	24723	(476)	12213	(592)
					ab		d		a		b, c, d		ac		b, c, d		bd		a		b, c, d	

ANNEXE 5

Évaluation de la performance relative des traitements sylvicoles expérimentés au lac Marcotte sur FE32 et MJ22 après 3 ans (D'après les résultats de Guillemette et al., 2003)

Critère	Traitement	CPE hors trouées	CJ hors trouées	CPE trouées 530 m ²	CJ trouées 800 m ²	CJ trouées 1 650 m ²	Parquet 1 ha	Parquet semenciers 1 ha
	Scarifiage	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Régénérer abondamment le bouleau jaune	Coefficient distribution	--	--	--	++	++	--	++
	Densité	--	--	-	+	++	--	++
	Hauteur			-	++	+	--	+
Protéger la régénération en épinette rouge	Coefficient distribution	++	++	0	+	0	0	+
	Densité	-	+	0	+	-	-	0
	Hauteur			0	0	0	0	0
Régénérer les résineux	Coefficient distribution	+	++	-	+	+	--	0
	Densité	+	++	0	0	0	-	0
	Hauteur			+	0	-	-	+
Contrôler les feuillus intolérants	Coefficient distribution	++	++	+	0	0	-	--
	Densité	++	++	++	-	+	--	-
	Hauteur			++	+	+	-	--
Contrôler l'érable à épis	Coefficient distribution	--	--	-	0	+	0	+
	Densité	-	--	0	0	+	-	0
	Hauteur			--	+	++	-	+
Contrôler le cerisier de Pennsylvanie	Coefficient distribution	++	++	+	0	--	--	0
	Densité	++	++	+	0	--	--	-
	Hauteur			+	0	--	--	-
Contrôler le framboisier	Coefficient distribution	++	++	-	--	--	--	-
	Densité	++	++	-	--	--	--	-
	Hauteur			--	--	--	++	++
Productivité des opérations de récolte		0	0	-	-	-	++	+
Faciliter le suivi des traitements		+	+	-	0	0	++	++

Légende : ++ : effet très positif / meilleure performance ; + : effet positif / bonne performance ; 0 : aucun effet / performance moyenne ; - : effet négatif / mauvaise performance ; -- : effet très négatif / pire performance.