PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DU MILIEU FORESTIER

Rapport final – volet 1

Suivi de coupe progressive d'ensemencement 1 an après intervention à la Station écotouristique de Duchesnay

Présenté à :

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec
Unité de gestion Portneuf-Laurentides
M. Jean Fleury, ing.f.
M. Gilles Beaupré, ing.f.

Et

Adélard Goyette et Fils Ltée
M. Réjean Julien, ing.f.

Par :

CERFO
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.
Sabrina Morissette, étudiante en foresterie

Février 2004

© CERFO 2004-02

BÉNÉFICIAIRE DU PROJET

- **Adélard Goyette et Fils Ltée**
  M. Réjean Julien, ing.f.

PARTENAIRES DU PROJET

- **Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO)**
  M. François Guillemette, ing.f., M.Sc.
  M. Guy Lessard, ing.f., M.Sc.
  M. Donald Blouin, ing.f., M.Sc.
  Mme Sabrina Morissette, étudiante en foresterie
  M. Carl Thériault, tech.f.
  M. Étienne Morin, étudiant en foresterie
  Mme Julie Plante, tech.f.

- **Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec**
  Unité de gestion Portneuf-Laurentides
  M. Jean Fleury, ing.f.
  M. Gilles Beaupré, ing.f.

- **Station écotouristique de Duchesnay**
  M. René Dion, dir. adj.

TABLE DES MATIÈRES

BÉNÉFICIAIRE DU PROJET i
PARTENAIRES DU PROJET i
TABLE DES MATIÈRES ii
LISTE DES FIGURES iii
LISTE DES TABLEAUX iii
REMERCIEMENTS iv
COMMENT CITER CE RAPPORT iv
RÉSUMÉ v

INTRODUCTION 1
OBJECTIFS 1
HYPOTHÈSES DE RECHERCHE 2

1. Méthodologie 3
1.1. Territoire à l'étude 3
1.2. Dispositif expérimental 3
1.3. Dispositif de suivi 5
1.4. Compilations et analyses 6

2. Résultats 7
2.1. Composition de la régénération 7
2.2. Recouvrement au sol des cimes 7
2.3. Régénération du bouleau jaune 10
2.4. Régénération de l'érable à sucre 13
2.5. Contrôle de la régénération en hêtre à grandes feuilles 15
2.6. Contrôle de la régénération en feuillus intolérants 17
2.7. Contrôle des arbustes compétiteurs 17

3. Discussion 21
3.1. Recouvrement au sol des cimes 21
3.2. Régénération du bouleau jaune 22
3.3. Régénération de l'érable à sucre 23
3.4. Contrôle de la régénération en hêtre à grandes feuilles 23
3.5. Contrôle de la régénération en feuillus intolérants 24
3.6. Contrôle des arbustes compétiteurs 24

4. Recommandations 25
4.1. Recommandations sur le suivi 25
4.2. Recommandations sur la recherche 25
4.3. Recommandations sur la méthodologie 25

Conclusion 26
Références bibliographiques 27

Annexe 1 : Bandes coupées en 1980-1981
Annexe 2 : Carte du dispositif (avec virées)

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte du dispositif.....5

Figure 2 : Recouvrement au sol des cimes des semenciers par traitement 9

Figure 3 : Distribution et abondance du bouleau jaune par traitement 11

Figure 4 : Densité des semis de bouleau jaune de moins de 15 cm de hauteur par type de lit de germination dans le dispositif.....13

Figure 5 : Densité du hêtre à grandes feuilles selon les traitements et la préparation de terrain.....16

Figure 6 : Densité des feuillus non commerciaux selon les traitements de coupe progressive et de préparation de terrain.....19

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition et superficie des traitements par parcelle.....4

Tableau 2 : Composition de la régénération.....8

Tableau 3 : Abondance et distribution de la régénération de bouleau jaune selon la coupe progressive 10

Tableau 4 : Abondance et distribution de la régénération en bouleau jaune de moins de 15 cm selon la préparation de terrain.....12

Tableau 5 : Abondance et distribution de la régénération de l'érable à sucre selon la CPE réalisée.....14

Tableau 6 : Abondance et distribution de la régénération (0-15 cm) en érable à sucre selon la préparation de terrain. 14

Tableau 7 : Abondance et distribution des semis d'érable à sucre de moins de 15 cm par type de lit de germination dans le dispositif.....15

Tableau 8 : Abondance et distribution de la régénération du hêtre à grandes feuilles selon la préparation de terrain. 15

Tableau 9 : Arbustes compétiteurs relevés lors de l'inventaire.....18

Tableau 10 : Abondance et distribution des feuillus non commerciaux selon la préparation de terrain.....18

REMERCIEMENTS

Le Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO) tient à remercier le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs dans le cadre du *Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier* (Volet 1) pour son soutien financier et, plus particulièrement, M. Gilles Beaupré pour son appui au projet. Il en est de même pour la participation de la Station écotouristique Duchesnay, sans laquelle le projet n'aurait pas été possible. Finalement, nos remerciements vont aussi au Cégep de Sainte-Foy pour sa contribution et son support au projet.

COMMENT CITER CE RAPPORT

Guillemette, F., Blouin, D., Lessard, G. et Morissette, S. 2004. Suivi de coupe progressive d'ensemencement 1 an après traitement à la Station écotouristique de Duchesnay. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie, Rapport du CERFO 2004-02. 33 p.

RÉSUMÉ

Sur les sites du sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'est, la présence de régénération préétablie et de gaules d'essences moins désirées et envahissantes comme le hêtre constituent un obstacle majeur à l'installation d'une régénération en essences désirées de grande valeur tels le bouleau jaune et l'érable à sucre dans des peuplements dégradés. Pour répondre à ces problématiques, tout en contrôlant l'envahissement pas des essences de lumière, un dispositif de coupes progressives d'ensemencement a été mis sur pied et réalisé par le CERFO en 2002-2003 à la Station écotouristique de Duchesnay. Suite aux travaux de récolte et de préparation de terrain, un dispositif de suivi a été mis en place au cours de l'été 2003.

Deux intensités de récolte associées à trois niveaux de préparation de terrain ont été appliquées sur le dispositif. La première intensité consistait en un prélèvement de 40 % de la surface terrière, alors que la deuxième visait la récolte de 40 % du recouvrement au sol des cimes des semenciers. Cependant, le prélèvement réalisé a été d'environ 57 et 70 % du recouvrement au sol des cimes, respectivement, ce qui représente 40 et 57 % de la surface terrière initiale. Chacun des traitements a été jumelé aux trois types de préparation de terrain, c'est-à-dire le débroussaillement des gaules suivi d'un scarifiage, le débroussaillement des gaules seul, et aucune préparation de terrain.

Un an après traitement, la distribution du bouleau jaune était plus élevée dans le traitement de coupe progressive dont le prélèvement a été le plus important. Le scarifiage a eu un effet significatif sur l'installation d'une régénération bien distribuée (84 %) et très abondante (239 625 semis/ha) en bouleau jaune. D'ailleurs, la densité des bouleaux jaunes fraîchement installés dans une placette a été très influencée par le microsite, surtout lorsque celui-ci était perturbé. Le débroussaillement des gaules n'a pas eu d'effets significatifs sur l'installation du bouleau jaune, mais pourrait en avoir sur son développement au cours des prochaines années.

La densité totale des semis d'érable à sucre a aussi été supérieure dans la coupe progressive avec une prescription basée sur le couvert, soit celle avec le prélèvement le plus important, mais n'a pas été affectée par les traitements de préparation de terrain. Cependant, l'érable à sucre est demeurée peu abondante (400 à 6 900 tiges/ha) en régénération.

En ce qui concerne le hêtre à grandes feuilles, suite aux travaux de préparation de terrain, il était plus abondant, mais moins haut qu'auparavant. De plus, sa régénération provient principalement des rejets de souche des gaules coupées.

Le suivi après un an n'a démontré aucune installation de feuillus intolérants. Finalement, il n'y avait aucune différence significative entre les traitements de récolte ou de préparation de terrain concernant l'abondance et la distribution des feuillus non commerciaux. Ces derniers tout de même assez abondants avec une densité variant entre 4 000 et 14 000 tiges/ha.

Les suivis à plus long terme permettront de confirmer si ces traitements permettent de développer un peuplement de belle qualité en essences désirées (bouleau jaune et érable à sucre), tout en contrôlant le hêtre et les espèces compétitrices.

INTRODUCTION

En forêt feuillue, plusieurs interventions sylvicoles peuvent être mises en pratique afin d'améliorer les rendements et atteindre les objectifs fixés. À l'heure actuelle, la sylviculture de compromis telle que pratiquée au Québec ne permet pas toujours leur atteinte, particulièrement dans les forêts dégradées. Dans cette optique, le processus de régénération par coupes progressives constitue une alternative valable pour régénérer les peuplements dégradés, ce qui est bien documenté dans la littérature (Lessard et al, 1998; Kelty et Nyland, 1981; Ostrofsky et McCormack, 1986). Cependant, hormis quelques essais réalisés par M. Zoran Majcen, ce procédé de régénération a été peu exploré en forêt feuillue au Québec.

Sur les sites du domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune, la présence de régénération préétablie et de gaules d'essences moins désirées et envahissantes comme le hêtre constituent un obstacle majeur à l'installation d'une régénération en essences désirées de grande valeur. À ce stade, les modalités d'application de la coupe d'ensemencement restent encore à développer en ce qui concerne l'élimination des gaules nuisibles et le scarifiage.

Pour répondre à ces problématiques, un dispositif de coupes progressives a été mis sur pied et réalisé par le CERFO en 2002-2003 (Meunier *et al.*, 2002). Ce dispositif visait à amorcer la récolte de bandes résiduelles dégradées et installer une régénération abondante de bouleau jaune avant la coupe finale. Suite aux travaux de récolte et de préparation de terrain, un dispositif de suivi a été mis en place au cours de l'été 2003.

OBJECTIFS

Les objectifs du suivi après 1 an sont :

- Évaluer le couvert forestier résiduel des parcelles ayant reçu les différents traitements de coupe progressive;
- Suivre l'installation de la régénération, particulièrement en bouleau jaune et en hêtre à grandes feuilles;
- Suivre la croissance du hêtre sous couvert de coupe progressive.

HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

Après un an, le suivi de la coupe progressive d'ensemencement (CPE) dans l'érablière à bouleau jaune vise à vérifier les hypothèses suivantes :

Recouvrement au sol des cimes

1- Le martelage positif a permis d'obtenir un recouvrement au sol des cimes de 60 % suite à une prescription de prélever 40 % du couvert.
2- Le recouvrement au sol des cimes est différent entre les deux traitements de CPE.

Régénération du bouleau jaune

3- La régénération du bouleau jaune est plus abondante et mieux distribuée dans la CPE avec une prescription de prélever 40 % du couvert au lieu de 40 % de la surface terrière.
4- L'élimination des gaules favorise l'installation de la régénération et la croissance du bouleau jaune.
5- La régénération du bouleau jaune est plus abondante et mieux distribuée dans les parcelles scarifiées et dont les gaules ont été éliminées.
6- La densité du bouleau jaune est plus élevée sur les microsites perturbés par les sentiers de débardage ou par le scarifiage.

Régénération de l'érable à sucre

7- La régénération de l'érable à sucre est plus abondante et mieux distribuée dans la CPE avec une prescription de prélever 40 % du couvert au lieu de 40 % de la surface terrière.
8- L'élimination des gaules favorise l'installation de la régénération et la croissance de l'érable à sucre.
9- La régénération de l'érable à sucre est plus abondante et mieux distribuée dans les parcelles scarifiées et dont les gaules ont été éliminées.

Contrôle de la régénération en hêtre à grandes feuilles

10- L'élimination des gaules a permis de diminuer l'abondance du hêtre par rapport à l'absence de préparation de terrain.
11- L'élimination des gaules a réduit la hauteur du hêtre à un niveau égal ou inférieur à celui des essences désirées.
12- Le scarifiage a permis de diminuer davantage l'abondance du hêtre par rapport à l'élimination des gaules seule.

Contrôle de la régénération en feuillus intolérants

13- Les feuillus intolérants sont peu abondants et mal distribués dans tous les traitements.

Contrôle des arbustes compétiteurs

14- L'élimination des gaules sans scarifiage favorise l'abondance, la distribution et la croissance des arbustes compétiteurs par rapport à l'absence de préparation de terrain.

15- L'élimination des gaules et le scarifiage ont réduit l'abondance, la distribution et la croissance des arbustes compétiteurs par rapport à l'élimination des gaules seule.

1. MÉTHODOLOGIE

1.1. TERRITOIRE À L'ÉTUDE

La Station écotouristique Duchesnay est reconnue comme étant un site privilégié pour la formation, la démonstration, ainsi que la recherche, notamment en sylviculture des feuillus. De nombreux dispositifs de plantation, d'éducation de jeunes peuplements, de coupe par bandes, de coupe jardinatoire, de trouée ou d'éclaircie commerciale ont été implantés depuis quelques décennies.

En 1980-81, une coupe à blanc par bandes a été effectuée dans un peuplement dégradé de structure inéquienne principalement composé d'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.), de bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britton), de hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia* Ehrh.) et d'érable rouge (*Acer rubrum* L.). Ce peuplement est situé sur le type écologique de l'érablière à bouleau jaune de drainage mésique (FE32) dans le domaine de l'érablière à bouleau jaune et la sous-région écologique des Hautes collines de St-Tite-des-Caps. Le traitement effectué a permis de bien régénérer le bouleau jaune dans les bandes coupées (annexe 1).

Cependant, la coupe totale des bandes résiduelles ne pouvait pas être appliquée pour les régénérer. En effet, la régénération préétablie était dominée par le hêtre à grandes feuilles qui est une essence peu recherchée. De plus, les bandes coupées en 1980-81 étaient encore trop jeunes en 2002 pour produire les semences nécessaires à une installation abondante du bouleau jaune, une essence de valeur très recherchée. Finalement, le caractère dégradé des bandes résiduelles ne justifiait pas l'application du jardinage par trouées. Un dispositif de coupes progressives a donc été implanté en 2002 afin d'amorcer la récolte des bandes résiduelles dégradées et permettre l'installation d'une régénération abondante et de qualité avant la coupe finale.

1.2. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif couvre une superficie de 12,7 hectares et se compose de deux bandes de 110 mètres de largeur. Chacune des bandes est considérée comme une répétition et est composée de six parcelles de 75 mètres de longueur disposées sur la largeur de la bande. L'expérience a été réalisée selon un plan en blocs complets aléatoires où les six traitements sont composés de deux et trois niveaux de deux facteurs (tableau 1 et figure 1).

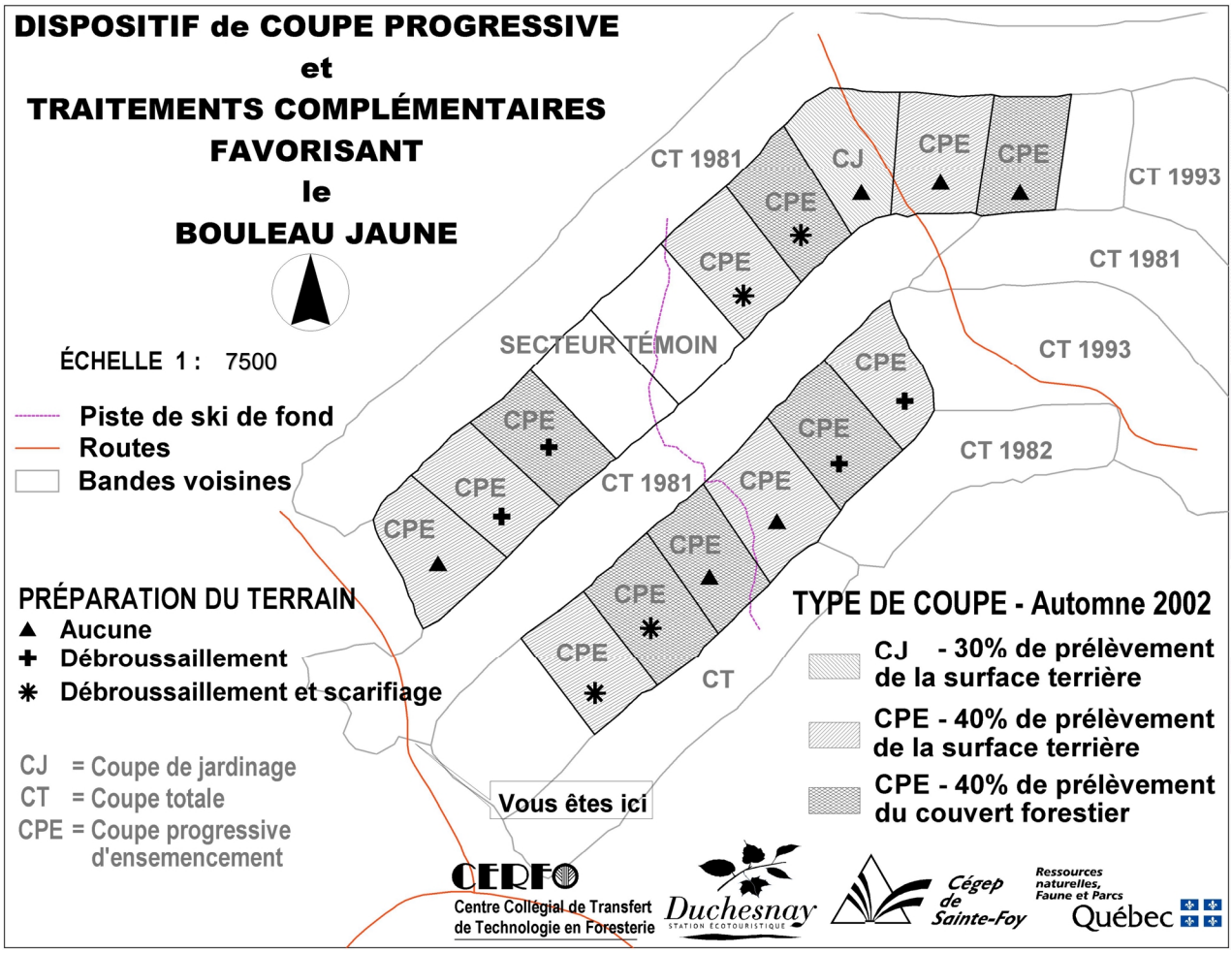
Le premier facteur comportait deux niveaux de prélèvement des tiges marchandes sous forme de coupe progressive d'ensemencement, soit sur 40 % de la surface terrière (s.t.) et sur 40 % du recouvrement au sol des cimes des semenciers. Le second facteur à l'étude consistait en trois niveaux de préparation de terrain : débroussaillement des gaules et scarifiage (*), débroussaillement des gaules (+), aucune préparation de terrain (Δ).

Les parcelles A-1 et A-8 ne font pas partie du dispositif de suivi statistique mais ont tout de même été traitées et serviront pour fin d'observation. La parcelle A-1 avait été traitée pour l'élimination du gaulis de hêtre par M. Pierre Ricard et les étudiants du Cégep de Sainte-Foy. La régénération en bouleau jaune qui y était installée avait besoin d'une ouverture du couvert pour poursuivre sa croissance. La parcelle A-8, qui est traversée par un ancien chemin forestier, ce qui la rend différente des autres blocs, a été traitée par une coupe de jardinage à 30 % et présentera une image de ce qu'aurait pu être le secteur s'il avait été traité en jardinage. Les parcelles A-4 et A-5 ont été conservées comme témoins et servent aussi à protéger l'encadrement visuel de la piste de ski de fond. Ces parcelles témoins permettront de constater l'importance du gaulis de hêtre qui n'a pas été perturbé par les travaux de coupe. Toutefois, elles ne pourront pas servir aux fins d'analyses statistiques, car elles ne sont pas présentes dans la seconde bande.

Tableau 1 : Répartition et superficie des traitements par parcelle

Parcelle	Superficie (ha)	Traitement	Intensité de coupe
A-1	0,96	Aucun	40 % de la surface terrière
A-2	0,76	Débroussaillement	40 % de la surface terrière
A-3	0,72	Débroussaillement	40 % du couvert
A-4	0,83	Aucun	Aucun
A-5	0,92	Aucun	Aucun
A-6	0,77	Débroussaillement et scarifiage	40 % de la surface terrière
A-7	0,65	Débroussaillement et scarifiage	40 % du couvert
A-8	0,71	Aucun	Coupe de jardinage à 30 % ST
A-9	0,81	Aucun	40 % de la surface terrière
A-10	0,63	Aucun	40 % du couvert
B-2	0,85	Débroussaillement et scarifiage	40 % de la surface terrière
B-3	0,84	Débroussaillement et scarifiage	40 % du couvert
B-4	0,69	Aucun	40 % du couvert
B-5	0,89	Aucun	40 % de la surface terrière
B-6	0,86	Débroussaillement	40 % du couvert
B-7	0,81	Débroussaillement	40 % de la surface terrière

Figure 1 : Carte du dispositif



1.3. DISPOSITIF DE SUIVI

À la fin de l'été 2003, un suivi de la régénération a été effectué à l'aide de deux (2) grappes de 10 placettes de 4 m² par parcelle (annexe 2). La distribution des virées et des grappes dans le dispositif a été systématique. Pour chacune des placettes, la bande, le bloc, le type de coupe et le traitement de préparation de terrain étaient spécifiés. Le paramètre principal du suivi consistait au dénombrement de la régénération par classe de hauteur (0-15 cm, 15-gaules, gaules). Une évaluation du lit de germination de la placette a également été réalisée selon quatre critères : **S** lorsque le sol était scarifié, **D** lorsque la placette se trouvait dans un sentier de débardage, **B** lorsque la présence d'un tas de branches était relevée et **NP** dans les cas où aucune perturbation du sol n'était observée. Finalement, une évaluation oculaire de la densité du couvert a été réalisée sur trois placettes par parcelle. Les résultats ont ensuite été compilés pour déterminer les coefficients de distribution et la densité des semis et des gaules pour chaque traitement.

1.4. COMPILATIONS ET ANALYSES

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS version 8.02 et de la procédure GLM. Cependant, la macro GLIMMIX de la procédure MIXED a été appliquée pour les cas où les données ne respectaient pas une distribution normale des résidus (certains cas de distributions binomiales avec les coefficients de distribution). Les résultats des analyses ont été considérés significatifs à un niveau de probabilité p inférieur ou égal à 5 % ($p \leq 0{,}0500$) et hautement significatifs à un niveau de probabilité p inférieur ou égal à 1 % ($p \leq 0{,}0100$). Dans le cas où des différences significatives ont été dénotées, les moyennes statistiquement différentes les unes des autres ont été déterminées à l'aide de contrastes simples.

Les résultats sont présentés pour les moyennes et les intervalles de confiance à 95 % sur les moyennes. Les intervalles de confiance sur les moyennes des données analysées selon une distribution binomiale (avec GLIMMIX) ont été calculés d'après l'estimation de l'erreur - type proposée par Littell *et al.* (1996).

2. RÉSULTATS

2.1. COMPOSITION DE LA RÉGÉNÉRATION

La régénération en essences commerciales est très abondante dans la plupart des traitements (13 300 à 268 000 tiges/ha), mais elle est plus abondante dans les traitements où un scarifiage léger a été effectué (tableau 2). Cet effet est particulièrement dû à une installation plus abondante du bouleau jaune (BOJ) sur un lit de germination perturbé. L'érable à sucre (ERS) est peu abondant en régénération (400 à 6 900 tiges/ha), mais aurait profité des traitements ayant reçu une ouverture plus grande du couvert, soit la coupe prescrite sur 40 % du couvert. La densité du hêtre à grandes feuilles (HEG) a été un peu augmentée par le débroussaillement de ses gaules (11 500 à 12 600 tiges/ha) qui ont produit de nombreux rejets. Les feuillus intolérants (FI) et les résineux (RES) n'ont pas été observés dans le dispositif. Finalement, le scarifiage a stimulé l'installation du cerisier de Pennsylvanie (PRP), ce qui explique principalement les densités supérieures de feuillus non commerciaux (FNC) et de framboisier (RUI).

2.2. RECOUVREMENT AU SOL DES CIMES

Hypothèse 1
Le martelage positif a permis d'obtenir un recouvrement au sol des cimes de 60 % suite à une prescription de prélever 40 % du couvert.

Réponse
FAUX.

À partir des premières observations visuelles du couvert résiduel, l'objectif de maintenir un recouvrement au sol de 60 % par les cimes des semenciers n'a pas été atteint (figure 2). Les deux coupes progressives, l'une réalisée sur 40 % de la surface terrière et l'autre réalisée sur 40 % du couvert, ont permis de maintenir un recouvrement au sol des cimes de l'ordre de 43 et 30 %, respectivement. Ces prélèvements correspondent respectivement à 40 et 57 % de la surface terrière.

Quant au témoin, le recouvrement au sol a été estimé à 84 % étant donné la présence de deux sentiers de débardage et d'une piste de ski de fond. Autrement, le recouvrement aurait été près de 100 %.

Tableau 2 : Composition de la régénération

		CPE 40 % s.t.	CPE 40 % couvert	CPE 40 % s.t.	CPE 40 % couvert	CPE 40 % s.t.	CPE 40 % couvert	Témoin	Jardinage 30 % [2]
	Essence	Débroussaillement et scarifiage		Débroussaillement		Aucune préparation			
Densité (ti/ha)	BOJ	254 938	248 438	57 938	138 375	6 438	67 813	(45 000)	(18 625)
	ERS	438	2 313	2 875	6 813	1 813	2 625	(1 750)	(10 625)
	HEG	12 625	15 250	11 938	11 500	5 063	8 250	(5 750)	(14 500)
	FI	0	0	0	0	0	0	(0)	(0)
	RES	0	0	0	0	0	0	(0)	(0)
	Total comm.	268 001	266 001	72 751	156 688	13 314	78 688	(52 500)	(43 750)
	PRP	4 188	2 313	313	1 375	188	1 188	(0)	(125)
	RUI	2 563	4 563	1 750	1 250	188	1 063	(0)	(2 875)
	FNC[1] total	9 063	13 688	4 000	7 500	5 938	8 438	(7 875)	(5 250)
Coefficient de distribution[3]	BOJ	88	80	20	63	27	53	(35)	(40)
	ERS	7	13	38	55	25	38	(25)	(25)
	HEG	79	72	95	77	62	69	(60)	(90)
	FI	0	0	0	0	0	0	(0)	(0)
	RES	0	0	0	0	0	0	(0)	(0)
	Total comm.	98	93	95	98	85	88	(80)	(95)
	PRP	43	43	8	20	5	20	(0)	(5)
	RUI	25	33	8	15	3	18	(0)	(10)
	FNC[1] total	70	57	43	67	52	64	(65)	(60)

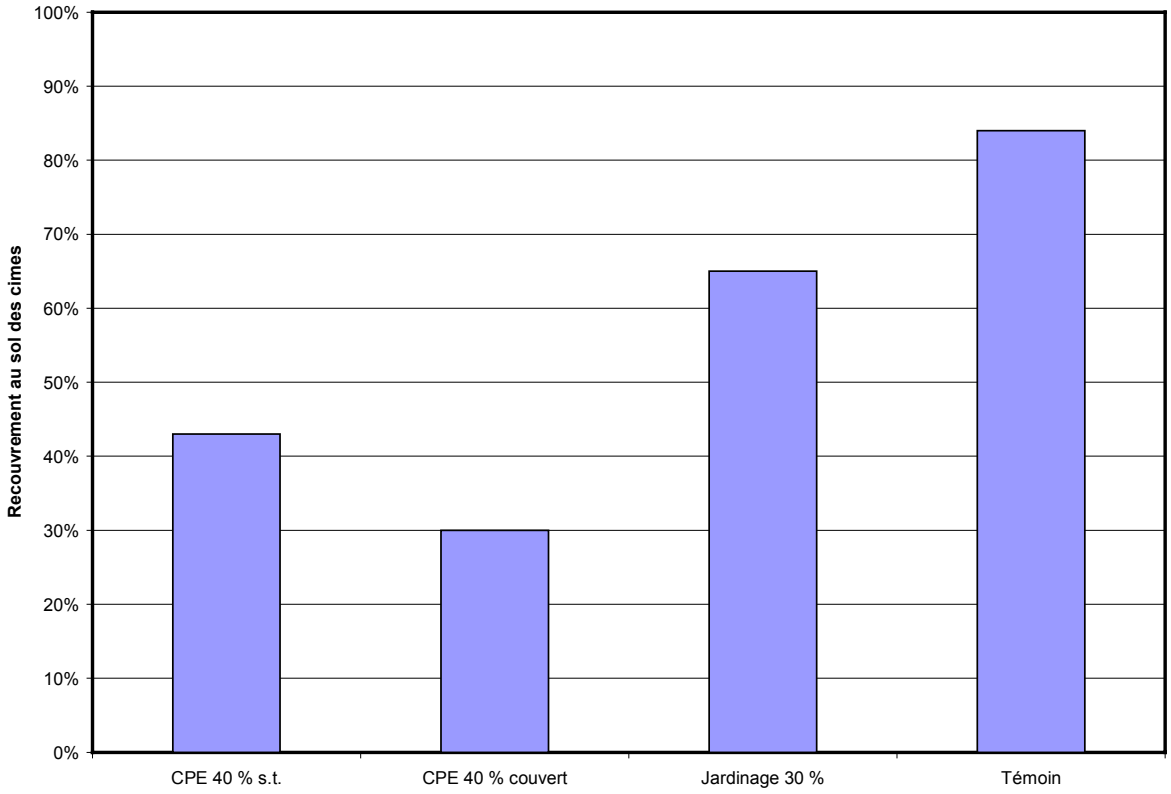
[1] erp, soa, prp, ere et vil

[2] 1 seule répétition, donc les données entre parenthèses () sont présentées à titre indicatif seulement

Note : Il n'y avait que 2 répétitions des traitements impliquant une interaction entre les deux traitements de coupe progressive et les trois modes de préparation de terrain. En conséquence, la précision des mesures de densité et de distribution des semis y était très faible. L'intervalle de confiance des données y était généralement plus grand que la moyenne. Par contre, les moyennes des effets simples (ex.: coupe progressive ou préparation de terrain seulement), qui sont présentées dans les sections suivantes, étaient plus précises puisque ces traitements ont été répétés 6 et 4 fois, respectivement.

[3] Coefficient de distribution basé sur des placettes de 4 m²

Figure 2 : Recouvrement au sol des cimes des semenciers par traitement



Hypothèse 2
Le recouvrement au sol des cimes est différent entre les deux traitements de CPE.

<u>Réponse</u>
VRAI.

Le recouvrement au sol des cimes a été significativement différent ($p = 0{,}0036$) entre les deux traitements de CPE. La coupe progressive d'ensemencement sur la base du couvert a montré un couvert résiduel de 30 %, alors que la coupe progressive, dont le critère d'exécution était la surface terrière, a plutôt montré un recouvrement de 43 %. Par contre, ces résultats sont basés uniquement sur l'observation oculaire du recouvrement au sol des cimes dans trois placettes par grappe, et ce pour une seule virée. Des mesures des conditions lumineuses pourraient s'avérer nécessaires afin de répondre plus précisément à cette hypothèse.

2.3. RÉGÉNÉRATION DU BOULEAU JAUNE

Hypothèse 3
La régénération du bouleau jaune est plus abondante et mieux distribuée dans la CPE avec une prescription de prélever 40 % du couvert au lieu de 40 % de la surface terrière.

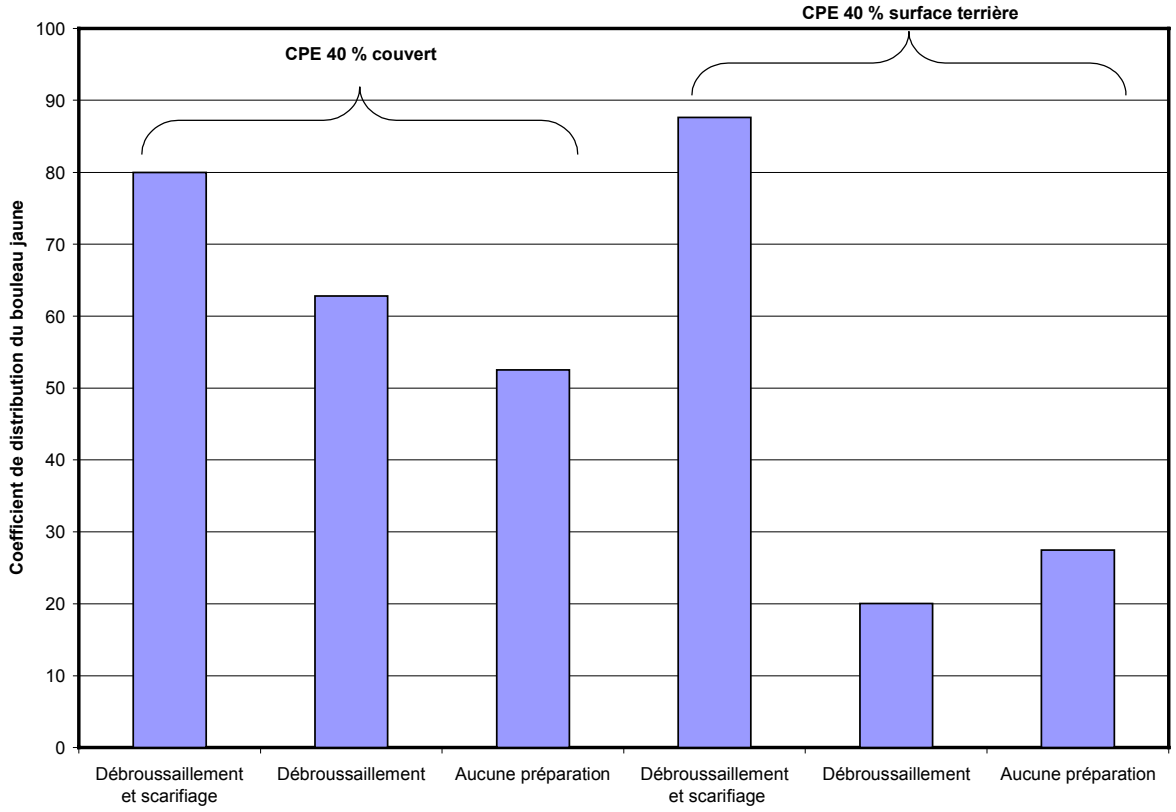
Réponse
VRAI pour le coefficient de distribution.

La méthode de prélèvement dans la CPE a eu un effet significatif sur la distribution des semis de bouleau jaune ($p = 0{,}0134$), mais pas sur la densité ($p = 0{,}2917$; tableau 3). Cependant, la préparation de terrain interagit avec le prélèvement du couvert ($p = 0{,}0144$). La distribution du bouleau jaune est significativement plus élevée dans la CPE avec la prescription de prélever 40 % du couvert, sauf en présence de scarifiage où la différence n'est plus significative (figure 3).

Tableau 3 : Abondance et distribution de la régénération de bouleau jaune selon la coupe progressive

	Densité	Coefficient de distribution (placette de 4 m²)
40 % couvert	151 542 ± 69 578	66 ± 8
40 % surface terrière	106 438 ± 69 578	47 ± 10

Figure 3 : Distribution et abondance du bouleau jaune par traitement



Coefficient de distribution	80 ± 17	63 ± 26	53 ± 30	88 ± 13	20 ± 17	27 ± 22
Densité (ti/ha)	248 438 ± 120 511	138 375 ± 120 511	67 813 ± 120 511	254 938 ± 120 511	57 938 ± 120 511	6 438 ± 120 511

Hypothèse 4
L'élimination des gaules favorise l'installation de la régénération et la croissance du bouleau jaune.

<u>Réponse</u>
FAUX pour l'installation.

Un an après traitement, l'élimination des gaules de bouleau jaune seule, par rapport à aucune préparation de terrain, n'a pas eu d'effet significatif sur l'abondance ($p = 0{,}2989$) et la distribution ($p = 0{,}1679$) des semis de bouleau jaune de moins de 15 cm (tableau 4). En ce qui concerne la croissance du bouleau jaune, il est encore trop tôt pour répondre à cet aspect.

Tableau 4 : Abondance et distribution de la régénération en bouleau jaune de moins de 15 cm selon la préparation de terrain.

	Densité	Coefficient de distribution (placette de 4 m²)
Aucune préparation de terrain	35 156 ± 94 947	32 ± 16
Débroussaillement	95 688 ± 94 947	45 ± 19
Débroussaillement + Scarifiage	239 625 ± 94 947	84 ± 16

Hypothèse 5
La régénération du bouleau jaune est plus abondante et mieux distribuée dans les parcelles scarifiées et dont les gaules ont été éliminées.

Réponse
VRAI.

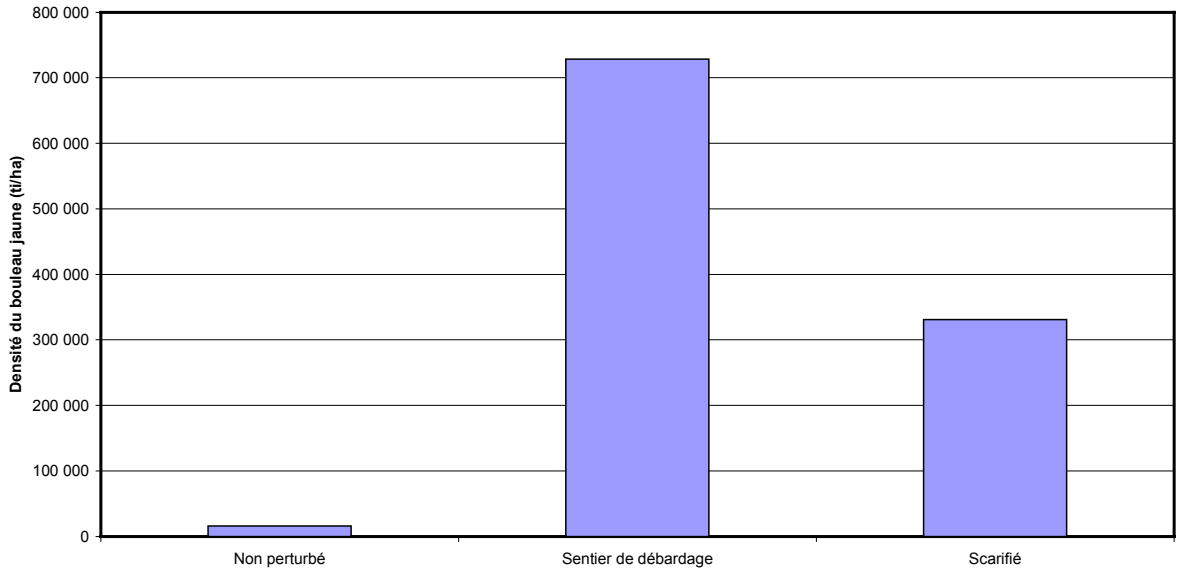
Le suivi après un an démontre l'effet significatif du scarifiage et du débroussaillement sur l'installation d'une régénération bien distribuée ($p \leq 0{,}005$) et très abondante ($p \leq 0{,}0221$) en semis de bouleau jaune (figure 3 et tableau 4).

Hypothèse 6
La densité du bouleau jaune est plus élevée sur les microsites perturbés par les sentiers de débardage ou par le scarifiage.

Réponse
VRAI.

La densité des bouleaux jaunes fraîchement installés dans une placette est très influencée par le lit de germination (figure 4). La densité et la distribution sont très élevées dans les placettes scarifiées ou situées dans les sentiers de débardage. Dans les placettes non perturbées, la densité moyenne de la régénération en bouleau jaune était tout de même de 9 525 tiges/ha avec un coefficient de distribution de 32 %. Tandis que dans les parcelles témoins, les placettes non perturbées par le sentier de débardage, qui reliait les parcelles traitées, avaient une densité de seulement 1 560 tiges/ha et un coefficient de distribution de 25 %.

Figure 4 : Densité des semis de bouleau jaune de moins de 15 cm de hauteur par type de lit de germination dans le dispositif



Coefficient de distribution	32 %	94 %	95 %
Densité (ti/ha)	9 525	728 325	335 250
Nb de placettes	168	18	61

2.4. RÉGÉNÉRATION DE L'ÉRABLE À SUCRE

Hypothèse 7
La régénération de l'érable à sucre est plus abondante et mieux distribuée dans la CPE avec une prescription de prélever 40 % du couvert au lieu de 40 % de la surface terrière.

Réponse
VRAI pour l'abondance.

La densité des semis d'érable à sucre est significativement ($p = 0{,}0433$) supérieure dans la coupe progressive avec une prescription basée sur le couvert par rapport à celle basée sur la surface terrière (tableau 5). Cependant, bien que la distribution y soit également supérieure, cette différence n'a pas été significative ($p = 0{,}2382$).

Tableau 5 : Abondance et distribution de la régénération de l'érable à sucre selon la CPE réalisée.

	Densité	Coefficient de distribution (placette de 4 m²)
40 % couvert	3 917 ± 1 492	32 ± 18
40 % surface terrière	1 708 ± 1 492	20 ± 15

Hypothèse 8
L'élimination des gaules favorise l'installation de la régénération et la croissance de l'érable à sucre.

Réponse
FAUX.

Les traitements de préparation de terrain n'ont pas eu d'effet significatif sur l'abondance ($p = 0{,}1373$) et la distribution ($p = 0{,}1737$) des jeunes semis (< 15 cm) d'érable à sucre (tableau 6). La régénération en érable à sucre est peu présente et très variable entre les parcelles, indépendamment des traitements. En ce qui concerne la croissance de l'érable à sucre, il est encore trop tôt pour répondre à cet aspect.

Tableau 6 : Abondance et distribution de la régénération (0-15 cm) en érable à sucre selon la préparation de terrain.

	Densité	Coefficient de distribution (placette de 4 m²)
Aucune préparation de terrain	313 ± 1 281	11 ± 21
Débroussaillement	1 968 ± 1 281	30 ± 21
Débroussaillement + Scarifiage	688 ± 1 281	5 ± 21

Hypothèse 9
La régénération de l'érable à sucre est plus abondante et mieux distribuée dans les parcelles scarifiées et dont les gaules ont été éliminées.

Réponse
FAUX.

Tel que mentionné en réponse à l'hypothèse 8, la préparation de terrain n'a eu aucun effet significatif sur la densité et la distribution des jeunes semis (< 15 cm) d'érable à sucre (tableau 6).

Néanmoins, il y a moins de jeunes semis d'érable à sucre dans les placettes scarifiées que dans celles non perturbées ou celles situées dans les sentiers de débardage (Tableau 7).

Tableau 7 : Abondance et distribution des semis d'érable à sucre de moins de 15 cm par type de lit de germination dans le dispositif

Lit de germination	Densité (semis/ha)	Coefficient de distribution
Non perturbé	1086	17 %
Scarifié	820	7 %
Sentier de débardage	1667	17 %

2.5. CONTRÔLE DE LA RÉGÉNÉRATION EN HÊTRE À GRANDES FEUILLES

Hypothèse 10
L'élimination des gaules a permis de diminuer l'abondance du hêtre par rapport à l'absence de préparation de terrain.

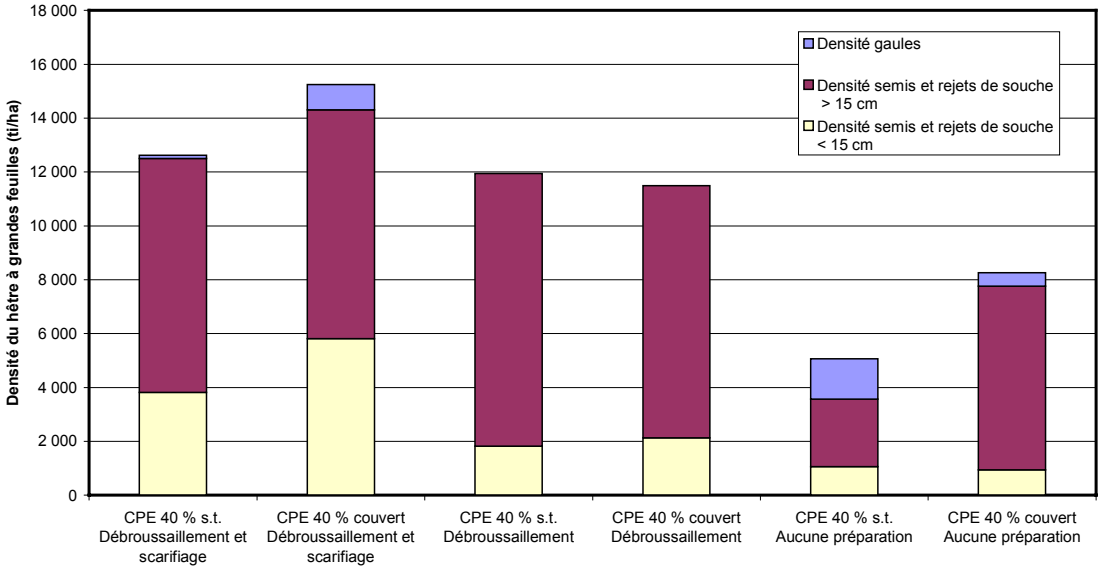
Réponse
FAUX.

Le débroussaillement des gaules de hêtre, par rapport à l'absence de préparation de terrain, a causé une augmentation significative de la densité totale du hêtre ($p = 0{,}0174$), mais pas de la distribution ($p = 0{,}2177$) (Tableau 8). Cependant, il y a significativement moins de gaules de hêtre après débroussaillement, mais il y a de nombreux rejets de souche (figure 5).

Tableau 8 : Abondance et distribution de la régénération du hêtre à grandes feuilles selon la préparation de terrain.

	Densité	Coefficient de distribution (placette de 4 m²)
Aucune préparation de terrain	6 656 ± 3 011	66 ± 29
Débroussaillement	11 719 ± 3 011	89 ± 19
Débroussaillement + Scarifiage	13 938 ± 3 011	76 ± 25

Figure 5 : Densité du hêtre à grandes feuilles selon les traitements et la préparation de terrain



Densité gaules	125	938	0	0	1 500	500
Densité semis et rejets de souche > 15 cm	8 688	8 500	10 125	9 375	2 500	6 813
Densité semis et rejets de souche < 15 cm	3 813	5 813	1 813	2 125	1 063	938
Densité totale	12 626	15 251	11 938	11 500	5 063	8 251

Hypothèse 11
L'élimination des gaules a réduit la hauteur du hêtre à un niveau égal ou inférieur à celui des essences désirées.

<u>Réponse</u>
FAUX.

Dans le traitement de débroussaillement des gaules, 95 % des semis des essences désirées ont moins de 15 cm de hauteur, alors que plus de 80 % des semis et rejets de souche de hêtre ont environ 15 à 20 cm de hauteur. De plus, dans ces traitements la densité des semis de plus de 15 cm de hauteur est de 9 750 tiges/ha pour le hêtre, contre 5 250 pour les essences désirées (bouleau jaune et érable à sucre), soit près de la moitié. En conséquence, il y a plus de tiges de hêtre et elles sont légèrement plus hautes que les semis de bouleau jaune. Les prochains suivis permettront de valider si cette tendance se maintient.

Hypothèse 12
Le scarifiage a permis de diminuer davantage l'abondance du hêtre par rapport à l'élimination des gaules seule.

Réponse
FAUX.

La densité totale du hêtre dans le traitement de scarifiage, précédé d'un débroussaillement des gaules, n'a pas été significativement différente ($p = 0{,}2381$) de l'élimination des gaules seule (tableau 8 et figure 5). De plus, il y a significativement plus de hêtres en régénération dans ce traitement qu'en absence de préparation de terrain ($p = 0{,}0212$).

2.6. CONTRÔLE DE LA RÉGÉNÉRATION EN FEUILLUS INTOLÉRANTS

Hypothèse 13
Les feuillus intolérants sont peu abondants et mal distribués dans tous les traitements.

Réponse
VRAI.

Aucune observation de bouleau blanc ou de peuplier n'a été faite lors de l'inventaire de suivi. On peut donc affirmer que les feuillus intolérants sont très peu abondants et mal distribués dans l'ensemble des traitements.

2.7. CONTRÔLE DES ARBUSTES COMPÉTITEURS

Les espèces compétitrices relevées lors de l'inventaire de suivi sont présentées au tableau 9. À l'exception du framboisier, toutes ces espèces ont été regroupées sous le titre de feuillus non commerciaux (FNC) pour les analyses statistiques.

Tableau 9 : Arbustes compétiteurs relevés lors de l'inventaire.

Code terrain	Identification	Nom latin	Proportion de la densité totale en FNC
ERP	Érable de Pennsylvanie	*Acer pensylvanicum* L.	23%
SOA	Sorbier d'Amérique	*Sorbus americana* Marsh.	1%
PRP	Cerisier de Pennsylvanie	*Prunus pensylvanica* L.f.	17%
ERE	Érable à épis	*Acer spicatum* Lam.	36%
RUI	Framboisier	*Rubus idaeus* L.	-
VIL	Viorne à feuilles d'aulnes	*Viburnum alnifolium* Marsh.	24%

Hypothèse 14
L'élimination des gaules sans scarifiage favorise l'abondance, la distribution et la croissance des arbustes compétiteurs par rapport à l'absence de préparation de terrain.

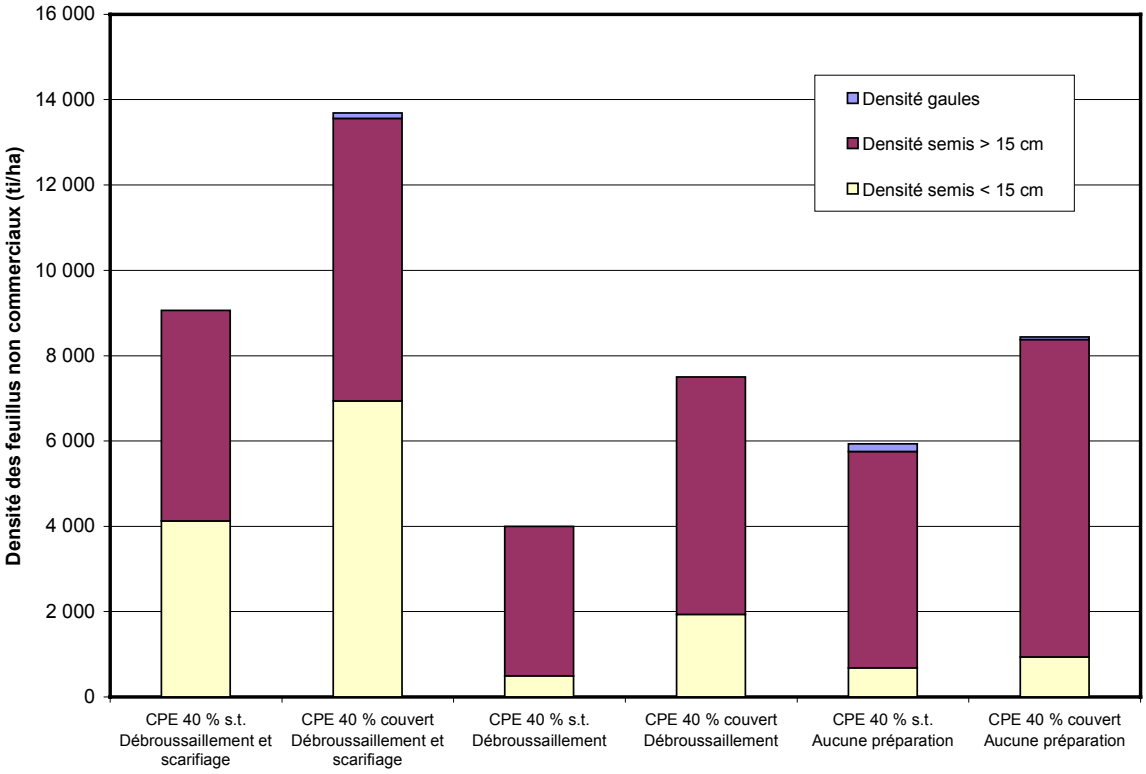
Réponse
FAUX.

Il n'y avait aucune différence significative entre les traitements de récolte ou de préparation de terrain concernant l'abondance ($p = 0{,}3622$ et $p = 0{,}4595$, respectivement) et la distribution ($p = 0{,}7658$ et $p = 0{,}9536$, respectivement) des feuillus non commerciaux (tableau 10 et figure 6).

Tableau 10 : Abondance et distribution des feuillus non commerciaux selon la préparation de terrain.

	Densité	Coefficient de distribution (placette de 4 m²)
Aucune préparation de terrain	7 188 ± 7 865	59 ± 23
Débroussaillement	5 750 ± 7 865	55 ± 23
Débroussaillement + Scarifiage	11 375 ± 7 865	64 ± 23

Figure 6 : Densité des feuillus non commerciaux selon les traitements de coupe progressive et de préparation de terrain



Densité gaules	0	125	0	0	188	63
Densité semis et rejets de souche > 15 cm	4 938	6 625	3 500	5 563	5 063	7 438
Densité semis et rejets de souche < 15 cm	4 125	6 938	500	1 938	688	938

Hypothèse 15
L'élimination des gaules et le scarifiage ont réduit l'abondance, la distribution et la croissance des arbustes compétiteurs par rapport à l'élimination des gaules seule.

<u>Réponse</u>
FAUX.

L'abondance et la distribution des feuillus non commerciaux tendent à augmenter avec la préparation de terrain, mais la grande variabilité n'a pas permis de déceler des différences significatives pour l'ensemble des feuillus non commerciaux (tableau 10 et figure 6).

Cependant, les traitements ont eu pour effets d'installer le cerisier de Pennsylvanie et le framboisier qui étaient absents des témoins (tableau 2). Les densités du cerisier et du framboisier n'ont pas été significativement affectées par les différentes coupes ($p = 0{,}9366$ et $p = 0{,}3406$, respectivement) et préparations de terrain ($p = 0{,}0658$ et $p = 0{,}0570$, respectivement), mais les plus fortes valeurs ont été observées avec le scarifiage. D'ailleurs, le scarifiage a eu des effets hautement significatifs sur la distribution (tableau 2) de ces deux espèces ($p = 0{,}0021$ et $p = 0{,}0029$, respectivement). De plus, cet effet sur la distribution du framboisier a été significativement augmenté dans la coupe progressive avec la plus grande ouverture du couvert ($p = 0{,}0250$). Un tel effet significatif du couvert n'a pas été observé pour le cerisier ($p = 0{,}1103$).

3. DISCUSSION

Ce dispositif expérimental a été implanté dans un peuplement feuillu (42 % hêtre, 31 % érable à sucre et 26 % bouleau jaune de la surface terrière totale) sur le type écologique de l'érablière à bouleau jaune mésique de texture moyenne (FE32) dans la sous-région écologique des Hautes collines de St-Tite-des-Caps. Les objectifs visaient à évaluer les meilleurs traitements pour favoriser une régénération abondante en bouleau jaune et en érable à sucre, tout en contrôlant la compétition par les feuillus intolérants, le hêtre et les arbustes compétiteurs, dans le contexte de récolte de bandes résiduelles dégradées d'une coupe par bandes effectuée en 1980-81.

3.1. RECOUVREMENT AU SOL DES CIMES

Dans la coupe progressive réalisée sur la base d'un prélèvement de 40 % du recouvrement au sol des cimes, l'écart entre la prescription (40 %) et le prélèvement (environ 70 %) pourrait s'expliquer par certains facteurs, d'une part tributaires des activités de martelage (marquage positif ou négatif des arbres) et, d'autre part, imputables aux opérations d'abattage.

Premièrement, lors de l'évaluation de la dimension des cimes, la présence importante de feuillage sous couvert réduisait la visibilité, rendant ainsi l'évaluation plus difficile et pouvant causer des erreurs. De plus, la consigne avait été donnée aux marteleurs de conserver un espacement entre les tiges semencières variant entre 10 et 12 m. Toutefois, les trouées naturelles, la variation en diamètre des tiges, ainsi que l'absence de répartition homogène de tiges semencières de qualité ont influencé le martelage. Ainsi, les tiges qui ont été conservées comme semenciers s'avéraient fréquemment beaucoup plus petites que celles ayant servi à l'évaluation de l'espacement à conserver. Ce serait le principal facteur expliquant l'écart entre la prescription et le prélèvement réalisé. Dans un dispositif de coupe progressives dont la prescription était basée sur un taux de prélèvement du couvert, Malenfant (2001) avait donné comme consigne aux marteleurs de conserver des semenciers qui avaient une forte cime. Ainsi, les ouvertures du couvert qui y ont été réalisées dans la Baie-des-Chaleurs étaient plus près de la prescription que ce qui a été observé dans la présente étude à Duchesnay.

Deuxièmement, la présence de deux martelages différents dans le même dispositif a parfois entraîné de la confusion pour l'abatteur, surtout dans les premières parcelles traitées. Ainsi, il a parfois confondu le martelage positif (les tiges marquées devant être conservées) en martelage négatif (les tiges martelées devant être enlevées). De plus, lors des opérations d'abattage, certaines tiges ont été renversées accidentellement, et des branches ou des têtes ont été cassées. Ce facteur aurait été sous estimé lors de la prescription.

La variable clé qui est visée par le contrôle du recouvrement au sol des cimes est la lumière disponible pour la photosynthèse à la hauteur des semis. L'estimation oculaire du recouvrement au sol des cimes n'est donc qu'une mesure indirecte de la lumière disponible. De plus, cette mesure est subjective puisqu'elle dépend de l'expérience et des aptitudes de l'évaluateur. Afin de réduire cette subjectivité, les valeurs retenues ont été calculées d'après la moyenne des valeurs de

deux évaluateurs différents. Néanmoins, il aurait été préférable d'effectuer des mesures de la luminosité, mais l'obtention tardive du financement n'a pas permis de le faire avant que la saison ne soit trop avancée. La prise de ces mesures est donc à l'agenda pour 2004.

Finalement, les deux traitements offrent des recouvrements au sol des cimes qui diffèrent significativement (30 et 43 %), mais ils sont inférieurs à l'objectif initial d'obtenir un traitement avec un recouvrement au sol des cimes de 60 %. Ces ouvertures, plus fortes que prévues, pourraient être néanmoins bénéfiques au bouleau jaune dans sa lutte pour dépasser les gaules de hêtre préétablies ou leurs rejets de souche stimulés suite à la préparation de terrain. En effet, l'écart de croissance en hauteur entre le bouleau jaune et le hêtre augmenterait avec la disponibilité de la lumière, à l'avantage du bouleau jaune (Baudet et Messier, 1999). Par contre, une plus grande luminosité est généralement favorable aux espèces compétitrices, telles que le cerisier de Pennsylvanie.

3.2. RÉGÉNÉRATION DU BOULEAU JAUNE

De façon générale, le bouleau jaune exige, pour se régénérer abondamment, une ouverture du couvert forestier, la présence de semenciers à proximité (< 100 m), une bonne année semencière, une légère perturbation de l'humus entre la chute des feuilles et l'accumulation de neige au sol, ainsi qu'un site frais ou légèrement ombragé pour éviter la sécheresse des jeunes semis qui y sont très sensibles (Lessard *et al.*, 1998). La plupart de ces conditions ont été observées suite aux traitements. Une perturbation légère à moyenne de l'humus a été observée dans les sentiers de débardage et sur les microsites scarifiés, alors qu'elle était plus légère là où le débardage des bois a entraîné une scarification.

Le bouleau jaune s'est donc installé de façon très abondante dans les sentiers de débardage et sur les microsites scarifiés (> 300 000 semis/ha). Par contre, il est moins abondant sur les microsites non ou peu perturbés (16 000 semis/ha). Néanmoins, des observations sur le terrain suggèrent que, sur les sites apparemment non perturbés, le bouleau jaune s'est installé là où l'abattage et le débardage des arbres avaient causé une perturbation suffisante pour permettre aux semences de bouleau jaune de descendre au travers de la litière pour atteindre le sol minéral.

Dans le traitement où le prélèvement de la surface terrière a été le plus élevé (57 % versus 40 %), le bouleau jaune était généralement mieux distribué (66 % contre 47 %). Par des opérations forestières plus intenses, l'augmentation du prélèvement a probablement causé une augmentation du nombre de microsites favorables à l'installation du bouleau jaune. Cet effet n'était plus significatif en présence de scarifiage, puisque cette dernière opération a probablement davantage uniformisé la perturbation du sol entre les deux traitements de récolte.

Le traitement d'élimination des gaules de hêtre n'a pas permis d'améliorer l'installation du bouleau jaune. Cependant, les suivis à plus long terme permettront de vérifier si ce traitement favorise son développement.

D'autres études, entre autres dans la Réserve faunique Mastigouche, ont démontré qu'un scarifiage léger dans de petites trouées (< 500 m²) ou sous le couvert partiel de semenciers était très favorable à une installation abondante du bouleau jaune (Guillemette *et al.*, 2003a et 2003b).

3.3. RÉGÉNÉRATION DE L'ÉRABLE À SUCRE

De façon générale, l'érable à sucre est une espèce facile à régénérer puisqu'elle produit des semences en abondance, elle est moins sélective que le bouleau jaune quant à la nature des lits de germination, ses semis tolèrent bien l'ombre et ils peuvent vivre longtemps sous couvert forestier (Ansseau et Bernier, 1995 ; Trencia, 1995). Cependant, les semis d'érable à sucre sont aussi sensibles à l'assèchement du substrat. Un ombrage partiel couplé à un humus mince ou en mélange avec le sol minéral seraient donc favorables à l'installation et à la survie des semis. L'érable à sucre serait plus sensible que le hêtre à la disponibilité de certains éléments chimiques dans le sol, tels que le calcium, le magnésium et le phosphore (Meunier *et al.*, 2002). L'abondance du hêtre dans le dispositif indiquerait un niveau d'acidité élevé et un affaiblissement de la saturation en bases du sol. Ces phénomènes, documentés à Duchesnay, limiteraient l'enracinement de l'érable à un niveau superficiel, créant ainsi un stress hydrique (Camiré, 1995). D'ailleurs, une relation de cause à effet entre la saturation en bases du sol et la réduction de la croissance des semis d'érable à sucre a été démontrée par Ouimet *et al.* (1995).

Les traitements sylvicoles expérimentés n'ont pas permis de régénérer abondamment l'érable à sucre au cours de la première année, malgré l'ouverture partielle du couvert et les perturbations légères de l'humus. Une mauvaise année semencière ou une acidité trop élevée du sol pourraient en être des causes. Les prochains suivis permettront d'évaluer si l'érable à sucre arrive à s'installer au cours des années suivantes.

3.4. CONTRÔLE DE LA RÉGÉNÉRATION EN HÊTRE À GRANDES FEUILLES

La principale difficulté inhérente à la gestion du hêtre demeure l'agressivité de sa reproduction végétative (Meunier *et al*., 2002). Le drageonnement s'initie par le développement d'un bourgeon adventif au niveau du cal, causé par une blessure au système racinaire de l'arbre parent (Jones et Raynal, 1988).

Une attention toute particulière avait donc été portée à la protection des racines des hêtres lors des opérations de récolte, afin d'éviter le drageonnement à partir des arbres résiduels. La densité totale et la distribution de la régénération en hêtre dans les coupes progressives sans préparation de terrain (6 650 ti/ha, 65 %) sont assez semblables aux deux parcelles témoins (5 750 ti/ha, 60 %), suggérant ainsi qu'il n'y aurait pas eu de drageonnement massif après coupe.

Par contre, le débroussaillage des gaules de hêtre a causé une augmentation significative de la densité du hêtre (11 700 semis/ha), principalement par la production de nombreux rejets de souche. Ces rejets avaient rarement plus de 20-30 cm et ne semblaient pas être très vigoureux. De plus, étant donné la croissance plus lente des semis du hêtre par rapport à ceux du bouleau jaune (Baudet et Messier, 1999; Logan, 1965; Logan, 1973), il est possible que ses rejets soient dépassés en hauteur par le bouleau jaune d'ici quelques années.

Finalement, l'application d'un scarifiage léger (13 900 semis/ha), en plus du débroussaillement, a eu un effet non significativement différent du débroussaillement seul. Le scarifiage n'aurait peut-être pas stimulé davantage le drageonnement et la production de rejets.

Les prochaines années seront déterminantes pour identifier le meilleur traitement de préparation de terrain qui permettra au bouleau jaune de dominer par rapport aux gaules ou aux rejets de souche de hêtre.

3.5. CONTRÔLE DE LA RÉGÉNÉRATION EN FEUILLUS INTOLÉRANTS

Lors des interventions, les feuillus intolérants étaient très rares, voire absents, des bandes traitées en 2002 et des bandes adjacentes coupées en 1981. L'absence de sources de semences à proximité et le maintien d'un couvert partiel (moyenne de 30 à 43 %) auraient contribué à éviter l'installation des feuillus intolérants. Cependant, il pourrait y avoir eu des semis de bouleau blanc qui aurait été confondus avec des bouleaux jaunes lors de l'inventaire étant donné la difficulté de distinguer ces deux espèces sur des semis de moins de 15 cm. Cependant, cette hypothèse est peu probable étant donné l'absence de semenciers de bouleau blanc à proximité.

3.6. CONTRÔLE DES ARBUSTES COMPÉTITEURS

Les différents traitements expérimentés ne diffèrent pas significativement en termes de distribution et d'abondance des feuillus non commerciaux. La présence d'un couvert résiduel y est probablement une cause importante. Cependant, le scarifiage et la coupe progressive avec une ouverture finale du couvert estimée à 32 % affichent des tendances à l'augmentation de la densité et de la distribution de ces espèces. Ces effets ont été particulièrement causés par le cerisier de Pennsylvanie qui était significativement mieux distribué en présence de préparation de terrain (43 % contre 13 %). De plus, ce traitement a démontré aussi une tendance à l'augmentation de la densité du cerisier (3 850 contre 750 semis/ha), mais l'effet n'était pas significatif.

La distribution du framboisier a aussi été significativement plus élevée avec le scarifiage (29 %), qu'avec les deux autres préparations de terrain à l'étude (11 %). La distribution du framboisier est significativement supérieure dans la coupe progressive avec la plus grande ouverture du couvert (distribution de 22 % contre 12 %), alors que pour le cerisier cet effet n'était pas significatif (28 % contre 18 %) à cause d'une plus grande variabilité entre les parcelles.

Cette intrusion de ces deux espèces compétitrices très intolérantes s'explique par la grande ouverture du couvert qui dépasse l'optimum visé, soit une ouverture de 40 à 50 % pour contrôler ces espèces. Les prochains suivis permettront de vérifier si ces effets initiaux des traitements sur la compétition se maintiennent et de quantifier l'ampleur de leurs effets sur la régénération dans les espèces désirées. Après un an, la compétition est plus abondante et mieux distribuée dans les mêmes conditions qui ont favorisé l'installation abondante du bouleau jaune.

4. RECOMMANDATIONS

4.1. RECOMMANDATIONS SUR LE SUIVI

Nous recommandons d'effectuer un suivi de la régénération 3 ans après coupe (Automne 2005) afin de suivre le développement de régénération et de la compétition. Ce suivi permettra, entre autres, de vérifier les hypothèses suivantes concernant la régénération :

- la croissance du bouleau jaune est supérieure à celle du hêtre ;
- la surabondance du bouleau jaune favorise la constitution d'un peuplement d'avenir ;
- les essences de lumières sont contrôlées par la présence d'un couvert partiel ;
- la bouleau jaune n'a pas besoin d'être dégagé.

La méthode d'évaluation visuelle du couvert comportant une part de subjectivité, nous recommandons d'effectuer des mesures de la lumière disponible près du sol pour la photosynthèse, et ce au printemps 2004. Ainsi, les différentes conditions lumineuses créées par les coupes progressives seront mesurées de façon directe et objective.

4.2. RECOMMANDATIONS SUR LA RECHERCHE

Comme le présent dispositif a été réalisé à la limite nord de l'érablière à bouleau jaune, il serait intéressant d'évaluer le comportement du hêtre dans des conditions plus méridionales. En ce sens, des essais dans l'érablière à tilleul ou au sud de l'érablière à bouleau jaune pourraient être intéressants.

4.3. RECOMMANDATIONS SUR LA MÉTHODOLOGIE

Dans un peuplement feuillu, la réalisation d'une coupe progressive basée sur une prescription de recouvrement au sol des cimes, interprétée par un espacement des semenciers à conserver, devrait se faire en spécifiant de conserver les tiges vigoureuses et qui ont une forte cime.

CONCLUSION

La coupe progressive d'ensemencement a permis d'installer une régénération abondante et bien distribuée du bouleau jaune, particulièrement en présence d'un scarifiage léger. Les prochains suivis permettront de déterminer si cette régénération arrive à dépasser les gaules de hêtre, ou ses rejets de souche, de même que les arbustes compétiteurs qui étaient préétablis ou qui se sont installés. Afin d'améliorer l'évaluation des différents couverts résiduels et leurs effets sur la régénération, des mesures de luminosité sont à l'agenda en 2004. Le prochain suivi de la régénération est prévu trois ans après la coupe, soit à l'automne 2005.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ansseau, C. et H. Bernier, 1995. Appareil reproducteur. *Dans* L'érable à sucre : caractéristiques, écologie et aménagement. Ressources naturelles Canada, Ministère des Ressources naturelles du Québec et Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. pp. 19-29.

Beaudet. M. et C. Messier, 1998. Growth and morphological responses of yellow birch, sugar maple, and beech seedlings growing under a natural light gradient. Can. J. For. Res. 28 : 1007-1015.

Camiré, C., 1995. Sol. *Dans* L'érable à sucre : caractéristiques, écologie et aménagement. Ressources naturelles Canada, Ministère des Ressources naturelles du Québec et Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. pp. 63-65.

Guillemette, F., D. Blouin, G. Lessard et A. Patry, 2003a. 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). Rapport 2003-02. 39 p.

Guillemette, F., D. Blouin, G. Lessard et A. Patry, 2003b. 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 de technologie en foresterie (CERFO). Rapport 2003-13. 40 p.

Jones, R.H. et D.J. Raynal, 1988. Root sprouting in American beech (*Fagus grandifolia*) : effects of root injury, root exposure, and season. For. Ecol. Manag. 25 : 79-90.

Kelty, M.J. et R.D. Nyland, 1981. Regenerating Adirondack northern hardwoods by shelterwood cutting and control of deer density. J. For. 79 : 22-26.

Lessard, G., D. Blouin, T. Rycabel et F. Savard, 1998. Étude comparative de différents traitements sylvicoles favorisant le développement du bouleau jaune. CERFO. 73 p. + annexes.

Littell, R.C., G.A. Milliken, W.W. Troup et R.D. Wolfinger, 1996. SAS system for mixed models. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 633 p.

Logan, K.T., 1965. Growth of tree seedlings as affected by light intensity. **I**. White Birch, Yellow Birch, Sugar Maple and Silver Maple. Department of Forestry, Government of Canada, Ottawa. Publ. N° 1121. 16 p.

Logan, K.T., 1973. Growth of tree seedlings as affected by light intensity. **V**. White Ash, Beech, Easterne Hemlock, and General Conclusions. Department of the Environment, Canadian Forestry Service, Ottawa. Publ. N° 1323. 12 p.

Malenfant, A., 2001. Essai de différents traitements sylvicoles pour l'installation de la régénération en bouleau jaune dans des peuplements mixtes à dominance feuillue. Volet I - Rapport final. Groupement forestier Baie-des-Chaleurs, 44 p.

Meunier, S., D. Gravel, G. Lessard, D. Blouin, A. Patry et F.-J. Rheault, 2002. Étude sur les traitements sylvicoles favorisant la régénération du bouleau jaune à la Station forestière de Duchesnay. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO). Rapport 3401. 29 p. + 2 annexes.

Ouimet, R., C. Camiré et V. Furlan, 1995. Effect of soil base saturation and endomycorrhization on growth and nutrient status of sugar maple seedlings. Can. J. Soil Sci. 76 : 109-115.

Ostrofsky, W.D. et M.L. Jr. McCormack, 1986. Silvicultural management of beech and the beech bark disease. North. J. Appl. For. 3 : 89-91.

Trencia, J., 1995. Régénération naturelle. *Dans* L'érable à sucre : caractéristiques, écologie et aménagement. Ressources naturelles Canada, Ministère des Ressources naturelles du Québec et Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. pp. 300-303.

ANNEXE 1 : BANDES COUPÉES EN 1980-1981

Historique des bandes

En 1980-1981, une coupe à blanc par bandes a été effectuée dans un peuplement principalement composé d'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.), de bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britton), de hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia* Ehrh.) et d'érable rouge (*Acer rubrum* L.). La récolte a été réalisée de septembre à décembre selon un procédé par arbre entier. Les sentiers de débardage ont été localisés en bordure des bandes.

Depuis 1987, certaines portions de ces bandes ont été suivies et traitées par des enseignants et des étudiants du département de technologie forestière du Cégep de Ste-Foy. L'objectif de production fixé pour ces bandes par le professeur Pierre Ricard est la production de deux billes de 16 pieds et 8 pouces (5,1 m) de longueur par bouleau jaune en 90 ans. De plus, la première des deux billes doit être parfaite pour le déroulage.

Lors du suivi de 1987, la régénération était composée de 37 000 tiges/ha de plus de 30 cm de hauteur, dont 35 % en bouleau jaune, 23 % en érables, 23 % en hêtre à grandes feuilles, et 20 % en essences non commerciales (ex. :cerisier de Pennsylvanie - *Prunus pensylvanica* L.f., érable à épis - *Acer spicatum* Lam.). Cependant, la distribution de la régénération en bouleau jaune était inégale. De plus, la concurrence par le framboisier (*Rubus idaeus* L.) et le cerisier de Pennsylvanie était très forte.

Méthodologie

Les traitements ont été concentrés dans la partie supérieure de la bande adjacente au côté nord du dispositif de coupe progressive. Des tiges ont aussi été traitées aux abords du sentier qui suit cette bande sur sa longueur.

Un premier dégagement à l'européenne a été appliqué en 1987 consistant à étêter les essences non commerciales concurrentes. Ce traitement a permis de libérer en hauteur les essences commerciales, tout en maintenant une pression latérale, ce qui favorise l'élagage naturel. En 1992, un second dégagement à l'européenne a été effectué. Cette fois, les plus grosses branches basses situées dans le premier 8 pieds ont également été éliminées. En 1994, une taille de formation de toutes les tiges appartenant à l'étage supérieur du peuplement a été réalisée afin de compléter la préparation de la bille de pied. Depuis quelques années, une seconde taille de formation est effectuée progressivement par les étudiants du département de technologie forestière du Cégep de Ste-Foy.

En 2003, un suivi de ces bandes a été effectué à l'aide de 3 grappes de 3 placettes de 100 m². La première grappe a été localisée dans le bas de la bande adjacente au côté nord du dispositif de coupes progressives. Cette portion a été moins traitée que le haut de la pente de cette bande où une autre grappe a été effectuée. Finalement, une dernière grappe a été effectuée dans la bande centrale du dispositif de coupes progressives, cette bande sert de témoin puisqu'il n'y a aucune évidence d'interventions sylvicoles depuis la coupe initiale.

Résultats et discussion

Les principales statistiques dendrométriques de ces bandes sont présentées aux tableaux 1 à 6. Le haut de la bande nord, qui est le site ayant reçu toute la séquence des traitements sylvicoles des 23 dernières années, a environ 5 fois plus de bouleau jaune que les autres sites. De plus, la densité de tiges de bouleau jaune de plus de 10 cm est environ le double des deux autres sites, malgré que leur diamètre quadratique soit un peu plus faible.

Tableau 1	**Densité à l'hectare des tiges de 2 cm et plus au DHP**									
Site	boj	bop	ere	erp	err	ers	heg	prp	soa	Total
Haut de la bande nord	5067			200		233	333			5833
Bas de la bande nord	967				133	1767	700			3567
Bande centrale	1167	33	33	67	233	1433	900	900	33	4800

Tableau 2	**Densité à l'hectare des tiges de 10 cm et plus au DHP**									
Site	boj	bop	ere	erp	err	ers	heg	prp	soa	Total
Haut de la bande nord	1433									1433
Bas de la bande nord	767					400	67			1233
Bande centrale	600	33				67		500		1200

Tableau 3	**Diamètre quadratique (cm) des tiges de 2 cm et plus au DHP**									
Site	boj	bop	ere	erp	err	ers	heg	prp	soa	Total
Haut de la bande nord	7,6			4,8		2,7	3,1			7,2
Bas de la bande nord	12,2				6,7	7,3	5,0			8,6
Bande centrale	9,8	10,0	2,0	4,0	6,5	4,7	3,2	9,6	4,0	7,2

Tableau 4	**Diamètre quadratique (cm) des tiges de 10 cm et plus au DHP**									
Site	boj	bop	ere	erp	err	ers	heg	prp	soa	Total
Haut de la bande nord	11,0									11,0
Bas de la bande nord	13,3					12,5	13,0			13,0
Bande centrale	12,3	10,0				10,0	11,6			11,8

Tableau 5	**Nombre de tiges à l'hectare par priorité de récolte dans le <u>haut de la bande nord</u>**									
Priorité de récolte	boj	bop	ere	erp	err	ers	heg	prp	soa	Total
1	300									300
2	133			133		67	67			400
3	4367			67		167	267			4867
M	267									267

Tableau 6	**Nombre de tiges à l'hectare par position sociale dans le <u>haut de la bande nord</u>**									
Position sociale	boj	bop	ere	erp	err	ers	heg	prp	soa	Total
Tiges d'avenir dominantes	500									500
Tiges gênantes	467									467
Tiges de remplissage	4100			200		233	333			4867

La séquence intense de dégagements à l'européenne avec élagage a permis d'élever, après une vingtaine d'années, une bonne densité de tiges d'avenir de bouleau jaune (500 ti/ha), tout en évitant que les autres essences atteignent l'étage dominant et en assurant la présence d'une forte densité de tiges de remplissage (4 100 ti/ha). Ces dernières sont disponibles pour remplacer les tiges d'avenir en cas de mortalité.

Finalement, la hauteur utile des tiges d'avenir de bouleau jaune dans le haut de la bande nord est légèrement supérieure à la partie inférieure de cette même bande et semblable à la bande centrale (tableau 7). Ces résultats soulèvent l'hypothèse que l'élagage manuel du bouleau jaune aux stades de gaulis et de bas perchis n'auraient peut-être pas permis d'augmenter la hauteur utile du bouleau jaune par rapport à l'élagage naturel. Il serait donc pertinent de mettre en place et de suivre des dispositifs expérimentaux pour tester de façon scientifique cette hypothèse.

Tableau 7 — **Caractéristiques dendrométriques de 3 à 4 arbres d'avenir de bouleau jaune par site**

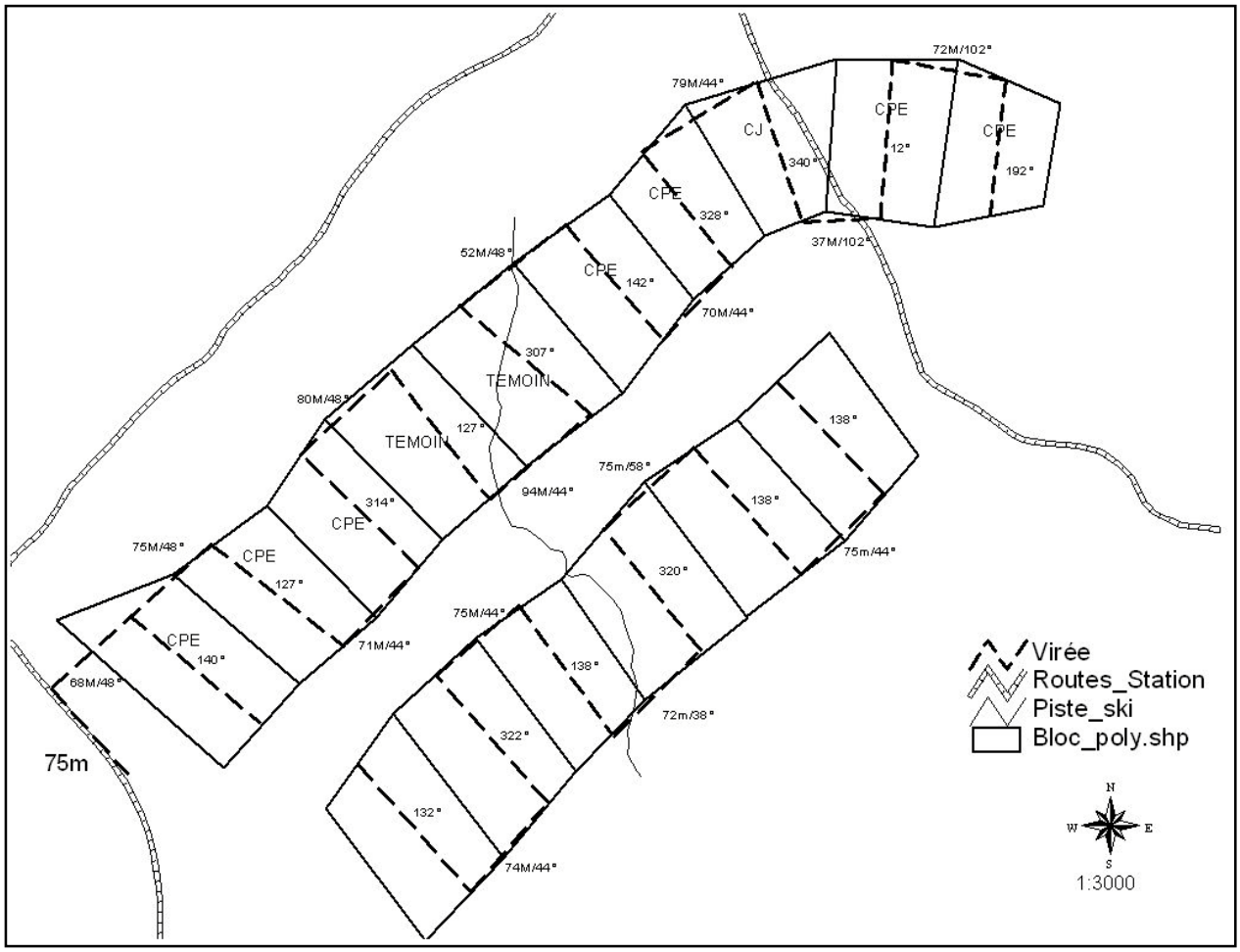
Site	Hauteur totale (m)	Hauteur utile (m)	IQS (hauteur dominante à 50 ans)*
Haut de la bande nord	13,1	7,9	22,8 m (Carmean, 1978)
Bas de la bande nord		6,5	
Bande centrale		7,7	

* Selon Plonski (1974), l'indice de qualité le plus élevé pour les feuillus tolérants est de 15 m à 50 ans. Sur cette courbe, la hauteur moyenne est de 6,2 m à 20 ans, ce qui est nettement inférieur à la hauteur mesurée dans le haut de la bande nord.

Références

Carmean, W.H., 1978. Site index curves for northern hardwoods in Northern Wisconsin and Upper Michigan. North Central Forest Experiment Station, USDA Forest Service, St-Paul, Minnesota. 16 p.

Plonski, W.L., 1981. Normal yield tables (metric) for major species of Ontario. Ontario Ministry of Natural Resources. 40 p.

ANNEXE 2 : CARTE DU DISPOSITIF (AVEC VIRÉES)

Dans chaque parcelle traitée, une seconde virée a été réalisée de manière parallèle à celles présentées sur cette carte et espacées de 20 m l'une de l'autre..