

# **PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DU MILIEU FORESTIER**

---

## **Volet 1 – Rapport final**

Suivi de la coupe finale dans un  
dispositif de coupe progressive  
d'ensemencement du chêne rouge sur  
les sommets de l'aire commune 72-01

Présenté à :

**Unité de gestion Basse-Lièvre**

M. Paul Lachance, ing.f.

Par :

**Entreprise Pro Folia ltée**

M. Charles St-Julien, tech. for.

Et



Centre collégial de transfert  
de technologie en foresterie

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

Anick Patry, ing.f

Guy Lessard, ing.f, M.Sc.

## PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DU MILIEU FORESTIER

### Volet I

#### *Suivi de la coupe finale dans le dispositif de coupe progressive d'ensemencement du chêne rouge sur les sommets de l'aire commune 72-01*

#### **Bénéficiaire présentant le projet (aire commune 72-01)**

- Entreprises Pro Folia ltée  
*M. Charles St-Julien, tech. for.*

#### **Partenaires du projet**

- Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO)  
*M. Donald Blouin, ing.f., M.Sc.*  
*M. Guy Lessard, ing.f., M.Sc.*  
*M<sup>me</sup> Anick Patry, ing.f*  
*M. Carl Thériault, tech. for.*  
*M. Dominic Caron, tech. for.*  
*M. Dominique Gravel, stagiaire*  
*M. Julien Da Rocha, stagiaire*
- Ministère des Ressources naturelles du Québec  
*M. Paul Lachance, ing.f.*  
*M<sup>me</sup> Pierrette Faucher-Cyr, ing.f.*  
*M. André Laurin, tech. for.*

#### **Lien avec le programme**

Il s'agit d'une expérimentation sylvicole suivant les objectifs énoncés au volet I.

# Table des matières

---

Table des matières.....	ii
Liste des tableaux.....	iv
Liste des figures.....	v
Remerciements.....	vi
Résumé.....	vii
1. Introduction.....	1
2. Caractéristiques écophysologiques du chêne rouge.....	3
3. Objectifs du projet.....	6
4. Méthodologie.....	7
4.1 Peuplement étudié.....	7
4.2 Description du dispositif et des traitements expérimentés.....	9
4.3 Interventions réalisées en 2001.....	12
4.3.1 Coupe finale.....	12
4.3.2 Suivi de la régénération.....	12
4.4 Compilations et analyses statistiques.....	13
5. Résultats et discussion.....	14
5.1 Portrait du dispositif en 2001.....	14
6. Résultats.....	17
6.1 État de la régénération après la coupe finale.....	17
6.1.1 Dommages mécaniques.....	17
6.1.2 Broutage.....	18
6.2 Bilan des cinq premières années de l'établissement.....	20
6.2.1 Évolution du coefficient de distribution.....	20
6.2.2 Évolution du nombre de tiges à l'hectare.....	23
6.2.3 Comparaison entre les plants en récipients et les plants à racines nues.....	24
6.2.4 Évolution de la compétition.....	26
6.2.5 Influence de la surface terrière résiduelle de la coupe progressive sur la croissance des plants.....	29
6.2.6 Apport des semenciers conservés sur le parterre à la régénération.....	31
6.3 État du dispositif 5 ans après la coupe de régénération.....	34
6.3.1 Influence des traitements de préparation de terrain sur la régénération en chêne.....	34
6.3.2 Influence des traitements de préparation de terrain sur le niveau de compétition.....	41
6.3.3 Degré d'oppression ressenti par les plants.....	46
6.3.4 Comparaison entre les plants en récipients et les plants à racines nues.....	48
7. Discussion.....	52
7.1 Influence de la station sur la régénération en chêne.....	52
7.2 Surface terrière optimale à conserver lors de la coupe d'ensemencement.....	53
7.3 Mode de régénération à privilégier.....	54
7.3.1 Régénération naturelle.....	54
7.3.2 Supplément à la régénération naturelle.....	54
7.3.3 Réintroduction du chêne par régénération artificielle.....	55
7.3.4 Type de plants à reboiser.....	56
7.4 Traitements de contrôle de la végétation compétitrice.....	57
7.4.1 Débroussaillage.....	57

7.4.2	Scarification .....	58
8.	Recommandations .....	59
8.1	Essence principale objectif .....	59
8.2	Choix du traitement de contrôle de la végétation compétitrice .....	59
8.3	Regarni et réintroduction du chêne rouge .....	60
8.4	Suivis .....	61
9.	Conclusion.....	62
	Références.....	61

Annexe 1 -	Index des noms latins des espèces
Annexe 2 -	Inventaire du bois sur pied et de la régénération – Disposition des parcelles
Annexe 3 -	Inventaire de régénération autour des chênes rouges – Disposition des parcelles
Annexe 4 -	Photos

# Liste des tableaux

---

<b>Tableau 1 -</b>	Caractéristiques écophysologiques des principales espèces rencontrées dans le dispositif (Adapté de Dey et Parker, 1996).....	5
<b>Tableau 2 -</b>	Combinaisons de traitements expérimentés.....	11
<b>Tableau 3 -</b>	Coefficients de distribution moyen (%) des principales espèces rencontrées dans le dispositif.....	14
<b>Tableau 4 -</b>	Pourcentage de dommage observé sur les tiges d'avenir de chêne et sur l'ensemble de la régénération commerciale après la coupe finale.....	19
<b>Tableau 5 -</b>	Variation du coefficient de distribution et du nombre de chênes rouges entre 1997 et 2001 par bloc.....	21
	Le signe + indique un apport supplémentaire des semences par les semenciers.....	21
	A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=débardage seul; D=Débroussaillage seul.....	21
<b>Tableau 6 -</b>	Variation du coefficient de distribution et du nombre de tiges à l'hectare de chêne entre 1997 et en 2001 selon la provenance des plants reboisés.....	25
	B= Débardage, débroussaillage; C=débardage seul.....	25
<b>Tableau 7 -</b>	Variation du coefficient de distribution et du nombre de tiges à l'hectare, entre 1997 et en 2001, des principale espèces non commerciales recensées.....	28
	Le signe + indique un apport supplémentaire des semences par les semenciers.....	28
	A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul; D=Débroussaillage seul.....	28
<b>Tableau 8 -</b>	Coefficient de distribution et nombre de tiges à l'hectare de chêne observés en 1997 et en 2001 au pourtour des semenciers (A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul; D=Débroussaillage seul). 33	
	A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul.....	33
<b>Tableau 9 -</b>	Coefficient de distribution et densité en chêne rouge observés en 2001 selon le type de préparation de terrain appliqué et l'origine probable des semis.....	35
	Le signe + indique un apport supplémentaire des semences par les semenciers.....	37
	A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul; D=Débroussaillage seul.....	37
<b>Tableau 10 -</b>	Coefficient de distribution et nombre de tiges/ha de la compétition non commerciales rencontrées par type de préparation de terrain appliqué.....	42
<b>Tableau 11 -</b>	Niveau d'oppression ressenti par les semis inventoriés. (A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul; D=Débroussaillage seul).....	47
<b>Tableau 12 -</b>	Coefficient de distribution et nombre moyen de tiges à l'hectare en fonction du traitement de préparation de terrain et selon le type de plant reboisé.....	49
	B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul.....	49

B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul..... 50

# Liste des figures

---

<b>Figure 1 -</b>	Localisation du dispositif .....	8
<b>Figure 2 -</b>	Dispositif expérimental (les points noirs identifient l'emplacement des grappes d'inventaire de régénération) .....	10
<b>Figure 3 -</b>	Schéma d'une grappe d'inventaire.....	13
<b>Figure 4 -</b>	Hauteur moyenne des tiges d'avenir des principales espèces retrouvées dans le dispositif en 2001 .....	15
<b>Figure 5 -</b>	Analyse par correspondance de la présence des principales espèces dans le dispositif en 2001 .....	16
<b>Figure 6 -</b>	Déchets observés suite à la coupe finale du peuplement.....	17
<b>Figure 9 -</b>	État du dispositif après la coupe finale (blocs 3 et 6, à l'avant) .....	26
<b>Figure 10 -</b>	Hauteur moyenne en 2001 de la compétition et du chêne rouge en fonction de la surface terrière résiduelle conservée à la suite de la coupe progressive d'ensemencement 30	
<b>Figure 11 -</b>	État en 2001 des blocs scarifiés en 1997 (blocs 1 et 3) .....	36
<b>Figure 12 -</b>	Hauteur moyenne des chênes pour chaque traitement testé en fonction de l'origine des semis .....	37
<b>Figure 13 -</b>	Hauteur du chêne rouge en fonction de la hauteur moyenne de la compétition	38
<b>Figure 16 -</b>	Hauteur moyenne des espèces de compétition en fonction de la préparation de terrain appliquée.....	44
<b>Figure 17 -</b>	Illustration de chênes considérés libres de croître (droite) et opprimés (gauche) par un taillis d'érable de Pennsylvanie.....	46
<b>Figure 18 -</b>	Hauteur moyenne des chênes pour chaque traitement testé en fonction a) de la préparation de terrain appliquée ou b) du type de plants reboisés.....	50

# Remerciements

---

Nos remerciements vont d'abord à celui qui a rendu ce projet possible, M. Charles St-Julien. Ayant constaté le déclin du chêne rouge en comparant les niveaux actuels avec les anciens rapports de coupe, il s'interrogeait sur les meilleurs moyens de restaurer cette ressource.

Nos remerciements s'adressent également à M. André Laurin, du MRNQ, ainsi qu'à M. Paul Lachance et à M<sup>me</sup> Pierrette Faucher-Cyr de l'Unité de gestion de la Basse-Lièvre pour leur appui tout au long du projet.

Finalement, nous désirons remercier M<sup>mes</sup> Annie Lelièvre et Claire Demers pour la mise en page et la révision des textes.



# Résumé

---

Dans l'aire commune 72-01, plusieurs peuplements forestiers soulèvent des interrogations quant à la méthode officielle de les traiter. Selon la norme actuelle, ceux-ci n'auraient ni la structure ni une répartition de vigueur adéquate pour être considérés jardinables à la première intervention. D'autre part, quelques problèmes de biodiversité des espèces arborescentes ont été soulevés, notamment des espèces intermédiaires comme le chêne rouge. D'anciens rapports de coupe révèlent en effet une proportion plus grande de chêne rouge que celle que l'on retrouve actuellement dans ces secteurs.

Selon la littérature, la coupe progressive serait l'une des meilleures méthodes pour régénérer des essences intermédiaires comme le chêne rouge ou le bouleau jaune sans nuire aux autres feuillus tolérants. Ce type d'intervention, lorsque associé à un contrôle de la végétation compétitrice, conduit à de meilleurs taux de survie et de meilleures croissances des semis naturels de chêne rouge.

Afin d'étudier la mise en application d'un tel système, un dispositif de recherche a été mis en place en 1997, dans le canton de Denholm, en Outaouais. Ce dispositif, établi dans une érablière dégradée sur sommet à sol mince et sec, visait dans un premier temps à observer les effets de la coupe progressive sur l'établissement du chêne rouge et dans un deuxième temps à vérifier l'effet de divers modes de contrôle de la végétation concurrente (débroussaillage, scarifiage) sur l'installation et la croissance des semis établis de façon naturelle et artificielle.

Dans la première phase du projet, il fut démontré que suite à la coupe d'ensemencement, les travaux furent une réussite avec l'installation d'une grande quantité de feuillus tolérants et l'absence de feuillus intolérants. La réalisation de la coupe finale, originalement prévue pour 2000, a été effectuée à l'hiver 2001 afin de protéger la régénération et d'ouvrir le couvert.

Les résultats du suivi effectué un an après la coupe finale indiquent que le chêne rouge est présent à des distributions moyennes variant entre 35 et 58 %<sup>1</sup> selon le traitement de préparation de terrain appliqué. Les sites secs, où des semenciers sont présents, sont généralement les sites les mieux régénérés. On observe, en effet, une meilleure compétitivité du chêne dans les milieux présentant un niveau de stress hydrique important. Les résultats indiquent par ailleurs qu'un contrôle de la végétation s'avère nécessaire pour assurer le maintien du chêne dans la cohorte de régénération. Or, les conditions de pleine lumière créées suite à la coupe finale pourraient lui donner un avantage compétitif face aux autres espèces.

Les prochaines démarches consisteront à faire la mise en application opérationnelle de ces traitements. Ainsi, il sera possible de valoriser les autres sites de la région (sommets à sol mince et sec ayant la présence de semenciers) à fort potentiel pour le chêne rouge. De plus, les meilleurs moyens d'en faire l'éducation devront être identifiés.

---

<sup>1</sup> Basé sur des parcelles à rayon fixe de 1,13 m

# 1. Introduction

---

Dans l'aire commune 72-01, plusieurs peuplements forestiers possèdent une structure et une qualité qui soulèvent des interrogations quant à la méthode officielle de les traiter. Il semble également que ces peuplements n'auraient pas la structure et une répartition de vigueur adéquates pour être considérés jardinables à la première intervention selon la norme actuelle. De plus, d'anciens rapports de coupe révèlent une proportion plus grande de chêne rouge que celle qu'on retrouve actuellement.

Des problèmes de biodiversité des espèces arborescentes ont été soulevés en Outaouais, notamment parmi les espèces intermédiaires comme le chêne rouge, le bouleau jaune, le cerisier tardif et le pin blanc. D'anciens rapports de coupe révèlent en effet qu'une proportion plus grande de chêne rouge et de pin blanc que celle qu'on retrouve actuellement occupait certains sites, tels les sommets secs.

La régénération du chêne rouge est particulièrement problématique sur les sites mésiques, là où la croissance des chênes devrait pourtant être meilleure. Sur ces sites, les niveaux de compétition élevés rencontrés limitent souvent la croissance et la survie des semis, menant à long terme à leur disparition. L'absence de perturbations majeures contribue probablement à cette disparition graduelle sauf sur les sites xériques (Dey et Parker, 1996).

Une revue de littérature préliminaire a démontré que la coupe progressive serait l'une des meilleures méthodes pour régénérer une essence intermédiaire comme le chêne rouge ou le bouleau jaune sans nuire aux autres feuillus tolérants (Lessard et al., 1999). Cette revue a notamment démontré qu'une coupe progressive d'ensemencement associée à un contrôle de la végétation compétitrice augmente substantiellement les chances de succès de la régénération de cette espèce.

À l'automne 1996, une érablière à hêtre dégradée sur sol mince, de faible vigueur et régénérée en hêtre (ErFt B1 90) a été étudiée. Le projet consistait à comparer, pour ce type de peuplement, l'impact de différents traitements sylvicoles pour favoriser la régénération du chêne rouge en présence de quelques semenciers sur pied.

La coupe progressive d'ensemencement d'une intensité de prélèvement de 40 % a permis de favoriser le maintien sur pied des semenciers de feuillus tolérants tels que : le chêne rouge, le bouleau jaune et le cerisier tardif. Les traitements sylvicoles connexes mis à l'essai furent : l'élimination de la régénération préétablie par débroussaillage, la scarification, l'ensemencement manuel, le reboisement et l'ouverture du couvert sans perturbation du sol.

Le suivi, après la première année, a permis de confirmer les hypothèses concernant l'importance de la qualité du lit de germination et la nécessité d'ouvrir le couvert pour laisser pénétrer la lumière au sol afin de favoriser l'installation de la régénération de chêne rouge (Lessard *et al.*, 1999). Des

questions subsistent quant au comportement de la régénération du chêne rouge en compétition avec les autres feuillus tolérants.

Considérant le taux de croissance élevé du chêne rouge en pleine lumière par rapport aux autres essences présentes, il fut décidé de réaliser la coupe finale à l'hiver 2000-2001. Les opérations d'hiver aidant à la protection de la régénération établie.

Le présent rapport présente le suivi réalisé dans un dispositif de coupe progressive d'ensemencement mis sur pied en 1996 et visant à réintroduire le chêne sur sites xériques et mésiques. L'impact de différents aspects (couvert résiduel conservé lors de la coupe initiale, mode de préparation de terrain, mode de régénération utilisé) est discuté et ce, dans le but d'établir les meilleurs outils sylvicoles pour restaurer la possibilité de cette espèce dans les peuplements de feuillus tolérants non jardinables.

## 2. Caractéristiques écophysiologicals du chêne rouge

---

Le chêne rouge, en raison de sa faible capacité à compétitionner en très jeune âge, pose une problématique unique parmi les espèces feuillues rencontrées dans le sud-ouest du Québec.

Ce n'est pas tant au niveau de la germination que le chêne présente des difficultés à se régénérer, puisque de bons taux de germination sont rencontrés aux 3 à 5 ans (tableau 1), lors des bonnes années semencières (Sander, 1990). Mais même si les jeunes semis de chênes tolèrent bien l'ombre, le chêne a rapidement besoin de lumière pour se développer à son rythme optimal (Muller, 1987; Sander, 1979) et l'intensité lumineuse au sol apparaît alors comme le principal facteur limitatif à la survie des semis lors des années subséquentes à l'établissement.

La raison pour laquelle le chêne est un faible compétiteur lors des premières années de croissance réside dans la stratégie écologique de son espèce (Larsen *et al.*, 1998). Celle-ci est de type « tolérant au stress », c'est-à-dire que l'espèce a choisi d'investir dans les organes qui lui permettront de résister dans une plus large mesure à des stress importants. Cette stratégie se reflète d'ailleurs dans ses caractéristiques morphologiques : capacité à stocker les nutriments, croissance lente, faible plasticité phénotypique, etc. (Dey et Parker, 1996).

La haute tolérance du chêne par rapport à des ressources limitées peut s'expliquer par des réserves importantes au niveau racinaire qui atténuent l'influence de l'environnement sur la croissance des semis (Kolb *et al.*, 1990). Cette tolérance au stress permet au chêne de s'adapter à des conditions de site plus sèches ou encore moins productives. Cette caractéristique du chêne permet de plus, lorsque la tige principale meurt, la formation d'une nouvelle tige à partir de ses réserves et de bourgeons dormants situés au collet, (Dey et Parker, 1996).

Comme le chêne rouge alloue plus de ressources à la croissance racinaire qu'à la croissance de ses branches, la croissance en hauteur des semis de cette essence est généralement lente en jeune âge (Tworkoski *et al.*, 1986). Cette croissance orientée vers les racines est d'ailleurs typique d'une espèce adaptée à des conditions environnementales pauvres : en présence de ressources limitées, l'arbre réagit souvent en modifiant l'organe responsable de la capture de la ressource qui est limitante (racines pour l'eau, pousse annuelle pour la lumière). Un milieu ombragé formera des tiges plus hautes et un milieu limité en eau favorisera plutôt un système racinaire bien développé.

Le chêne rouge est une espèce qui possède la capacité à réaliser des débourrements successifs, c'est-à-dire que le bourgeon terminal formé sur la pousse annuelle peut débourrer plus d'une fois au cours de la saison de croissance si les conditions de croissance optimales sont rencontrées (Dey et Parker, 1996; Crow, 1988). Sur le terrain toutefois, ces conditions sont rarement

rencontrées. La mortalité de la pousse est fréquente durant l'hiver, ce qui mène au fait que la majorité des semis naturels sont issus de rejets (Crow, 1988).

Les chênes possèdent une forte habilité à rejeter ce qui leur confère un avantage lorsque survient une perturbation telle une coupe ou un feu. Toutes les tiges ont cette capacité et celle-ci diminue à mesure que la tige grossit (Larsen *et al.*, 1998). En général, on estime qu'elle est maximale sur les tiges de jeune âge et qu'elle diminue à mesure que l'arbre vieillit. En terme de diamètre, on estime que les tiges dont le diamètre varie entre 10 et 15 cm présentent les rejets les plus vigoureux (Johnson, 1977; Dey et Parker, 1996).

**Tableau 1 -** Caractéristiques écophysologiques des principales espèces rencontrées dans le dispositif (Adapté de Dey et Parker, 1996)

Espèces	Tolérance à l'ombre	Croissance juvénile	Exigences de site	Récurrence des bonnes années semencières	Reproduction végétative	Germination retardée
Chêne rouge	Moyenne	Moyenne	Moyenne	3-5	Élevée	Aucune
Érable à sucre	Élevée	Faible à moyenne	Élevée	3-7	Moyenne	Aucune
Érable rouge	Moyenne	Moyenne	Faible	1	Élevée	2 ans **
Érable de Pennsylvanie	Élevée	Moyenne	Moyenne	-	Moyenne	2 ans **
Hêtre à grandes feuilles	Élevée	Faible	Moyenne	2-5	Faible (rejets) Moyenne (drageons)	2 ans **
Bouleau jaune	Moyenne	Moyenne	Moyenne à élevée	1-3	Faible	2 ans **
Bouleau à papier	Faible	Élevée	Moyenne	2-4	Moyenne	2 ans **
Peuplier faux-tremble	Faible	Élevée	Faible	4-5	Élevée	2 ans **
Cerisier tardif	Faible	Élevée	Moyenne à élevée	3-4	Élevée	3-5 ans
Cerisier de Pennsylvanie	Faible	Élevée	Faible	--	Moyenne	> 30 ans
Frêne d'Amérique	Moyenne	Moyenne	Élevée	2-5	Moyenne à élevée	2 ans
Pin blanc	Moyenne	Moyenne	Faible à moyenne	3-5	Aucune	Aucune
Pruche de l'est	Élevée	Faible	Moyenne	2-4	Aucune	Aucune

\*\* Faible pourcentage reporté. Ne doit pas être considéré comme une source significative de régénération

# 3. Objectifs du projet

---

Ce projet se veut une suite logique des activités réalisées jusqu'à présent. La coupe finale a été exécutée à l'hiver 2000-2001. Le suivi de ces travaux permettra de qualifier et de quantifier les effets réels des traitements dans les conditions de travail étudiées. Plus spécifiquement, les objectifs sont :

1. Évaluer le développement de la régénération en essences désirées;
2. Évaluer l'importance de la compétition et son impact sur la croissance des essences désirées;
3. Déterminer l'effet des traitements sylvicoles sur le développement de la régénération installée;
4. Évaluer l'impact de la coupe finale sur le développement des chênes rouges installés à la suite de la coupe progressive.

De façon plus précise, le présent rapport vise à répondre aux questions suivantes :

1. *La récolte des tiges sur pied lors de la coupe finale a-t-elle détruit la régénération?*
2. *La quantité et la distribution de la régénération en chêne rouge ont-elles diminué depuis le dernier inventaire?*
3. *La quantité et la distribution de la compétition en espèces non commerciales ont-elles diminué depuis le dernier inventaire?*
4. *La quantité de bois sur pied conservée lors de la coupe initiale influence-t-elle le développement du chêne rouge et de la compétition?*
5. *Les traitements sylvicoles réalisés en 1997 ont-ils eu un impact sur la survie et la croissance des plants de chêne rouge?*
6. *Les travaux de préparation de terrain réalisés en 1997 ont-ils eu un impact sur la composition et l'agressivité de la compétition?*
7. *Les plantsensemencés et plantés ont-ils des taux de survie et de croissance similaires à ceux de la régénération naturelle, cinq ans après leur mise en terre?*
8. *Les plants à racines nues présentent-ils des taux de survie et des croissances similaires à ceux des plants en récipients?*
9. *Les chênes rouges sont-ils libres de croître, 5 ans après leur établissement?*

# 4. Méthodologie

---

## 4.1 Peuplement étudié

Le peuplement à l'étude (figure 1) est une érablière à feuillus tolérants dégradée (ErFt B1 Vin), de faible vigueur et régénérée en hêtre et en érable de Pennsylvanie. Le peuplement est situé sur un sommet à till mince et sec de la région écologique de l'érablière à tilleul (2a-Basse Gatineau). La saison de croissance associée à cette région écologique présente une durée variant entre 180 et 190 jours et les précipitations annuelles moyennes y sont de 900 à 1000 mm (Robitaille et Saucier, 1998).

Avant la coupe initiale d'ensemencement, quelques semenciers en essences désirées (CHR, BOJ, CET) étaient présents dans le dispositif. Les gaulis étaient alors composés principalement de hêtre américain, d'érable de Pennsylvanie et d'érable à sucre d'une hauteur variant entre 1 et 5 m. Aucune régénération en chêne rouge, en bouleau jaune et en cerisier tardif n'avait été observée parmi la régénération préétablie.

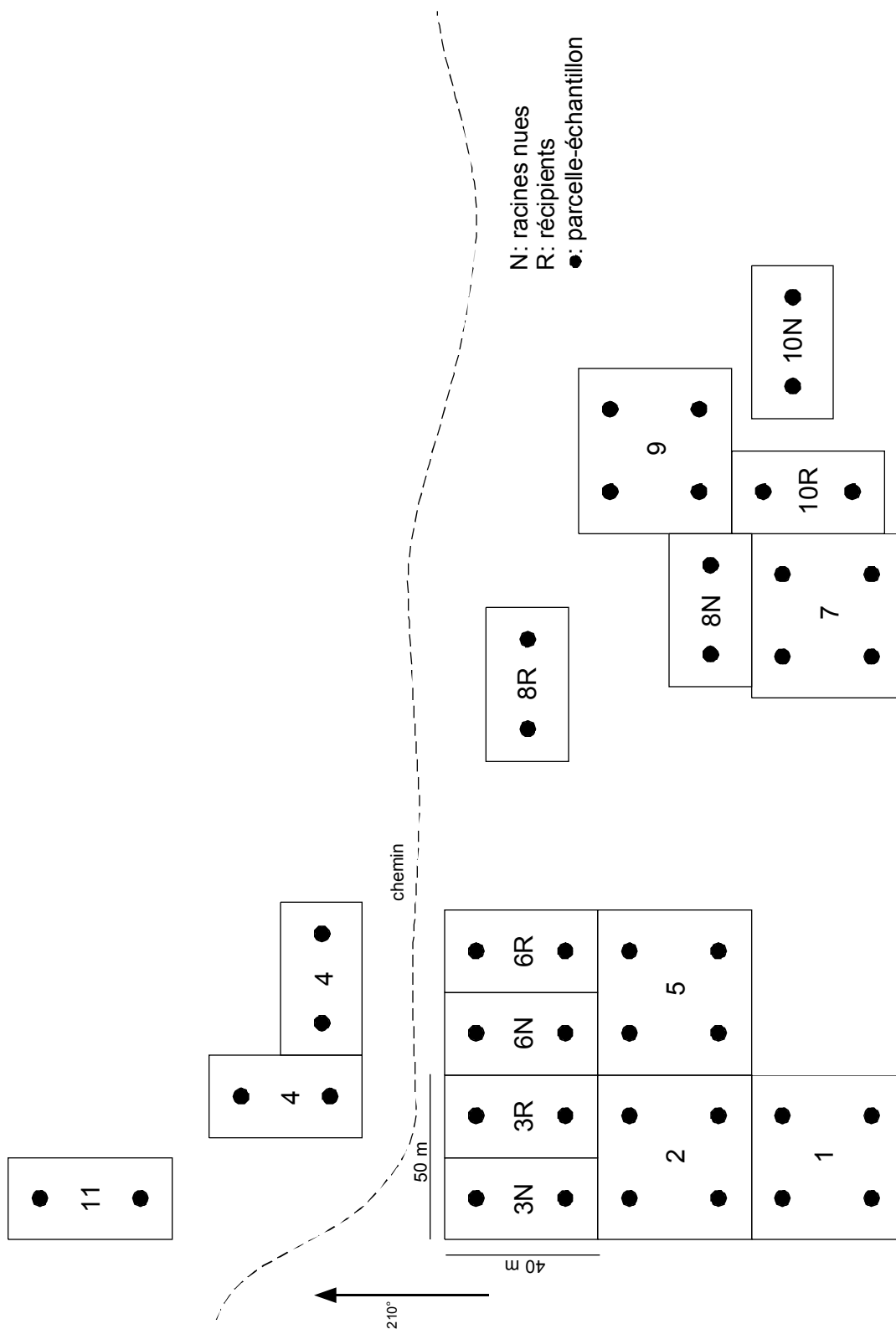


**Figure 1 -** Localisation du dispositif

## 4.2 Description du dispositif et des traitements expérimentés

Le dispositif couvre une superficie de 2,1 hectares. Au total, dix blocs de 40 X 50 m et un bloc de 40 X 25 m ont été délimités et identifiés sur le terrain (figure 2). Le maximum d'homogénéité des sites a été recherché afin de limiter les erreurs dues à la variabilité des paramètres écologiques. Un rapport faisant état des travaux initiaux de ce projet a été publié en 1999 (Lessard *et al.*, 1999) et est disponible, sur demande, auprès du promoteur.

**Figure 2 -** Dispositif expérimental (les points noirs identifient l'emplacement des grappes d'inventaire de régénération)



Le dispositif de recherche mis sur pied en 1996 visait à tester l'effet de deux traitements : le premier, l'origine des plants, comporte cinq niveaux, tandis que le deuxième, la préparation de terrain, en comporte quatre. En raison de contraintes techniques, il a été impossible de réaliser un plan complet comportant 20 combinaisons de traitements. Aussi, seulement onze de celles-ci ont été retenues à l'origine. Le tableau 2 illustre quelle combinaison de traitement a été appliquée par bloc. Un échéancier plus détaillé des travaux est présenté en annexe (annexe A).

**Tableau 2 -** Combinaisons de traitements expérimentés

Origine des plants	Nom abrégé	Préparation de terrain	Code	Blocs
Apport de semenciers	Naturel	Débardage, Débroussaillage et Scarifiage	A	1
		Débardage et Débroussaillage	B	4
		Débardage (sans circulation de la machinerie)	D	11
Ensemencement <sup>2+</sup> Apport des semenciers	Ensemenc +	Débardage, Débroussaillage et Scarifiage	A	2
		Débardage et Débroussaillage	B	5
Plantation <sup>3</sup> + Apport de semenciers	Plantation +	Débardage, Débroussaillage et Scarifiage	A	3
		Débardage et Débroussaillage	B	6
Ensemencement	Ensemenc	Débardage et Débroussaillage	B	9
		Débardage	C	7
Plantation	Plantation	Débardage et Débroussaillage	B	10
		Débardage	C	8

Depuis 1996, certains ajustements dans la structure du peuplement étudié ont été réalisés. En effet, lors des premières visites terrain, la structure du peuplement retenu pour le traitement semblait homogène et bien que le dépôt présentait certaines ondulations (mélange d'affleurements rocheux et de dépressions), il n'avait alors pas été jugé bon de séparer le dispositif en morceaux homogènes. Suite à la coupe toutefois, des disparités quant à la composition de la strate de retour se sont manifestées. Aussi, afin d'isoler le biais qui serait probablement issu des conditions de croissance<sup>3</sup> qui diffèrent entre les deux types écologiques, il a été choisi de tenir compte de cet aspect lors de l'évaluation des résultats et de considérer les blocs 7, 8, 9 et 10 comme sites mésiques en raison de leur situation topographique (pente, épaisseur du dépôt), et les blocs 1 à 6 de même que le bloc 11 comme sites xériques (sommets).

Comme ce facteur se reflète dans la présence ou non de semenciers sur le parterre (semenciers uniquement présents dans les blocs classés xériques), il est malheureusement impossible de séparer la croissance et l'origine des semis sur ces sites et rend impossible l'isolation de certains aspects comme l'influence du site xérique sur la régénération artificielle.

<sup>2</sup> Densité de 3333 glands/ha

<sup>3</sup> Densité de 2500 plants/ha. La moitié de plants était des plants à racines nues (2+2) de forte dimension alors que l'autre moitié était des plants en récipients (350 cc) de forte dimension.

## 4.3 Interventions réalisées en 2001

### 4.3.1 Coupe finale

La coupe finale du dispositif a été réalisée au cours de l'hiver 2001, cinq ans après la coupe de régénération. Au cours de cette opération, toutes les tiges commerciales ont été récoltées selon les procédés de récolte usuels (coupe et ébranchage manuels et débardage par débusqueuse)<sup>4</sup>. Cette coupe a permis de récolter une surface terrière variant, selon les parcelles d'inventaire de régénération, entre 8 et 22 m<sup>2</sup>/ha.

### 4.3.2 Suivi de la régénération

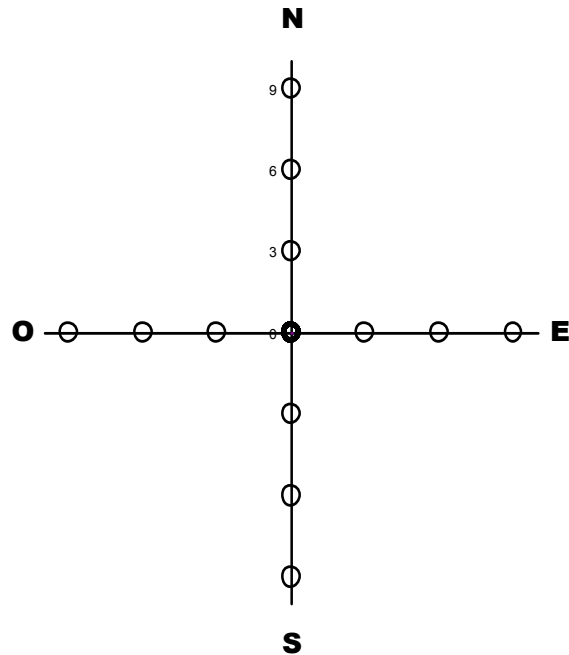
Au moment de l'installation du dispositif en 1996, plus de 650 placettes-échantillons ont été identifiées et localisées afin d'assurer un suivi efficace du développement de la régénération. Un remesurage de ces placettes a été réalisé au cours de l'été 2001. Cet inventaire, réalisé selon le patron décrit à la figure 3, visait : 1) à évaluer les effets de traitements de préparation de terrain sur l'agressivité de la compétition et sur la croissance des semis de chêne rouge et 2) à évaluer dans quelle mesure l'ensemencement naturel en chêne s'était poursuivi au cours de 5 dernières années (inventaire au pourtour des semenciers laissés sur pied).

L'inventaire a consisté en un recensement des essences ligneuses présentes dans deux parcelles d'inventaire sur trois alors que dans la troisième placette, un dénombrement était effectué. Dans chaque placette, la hauteur de la tige dominante (au décimètre près), la condition de la tige (blessée ou non) de même que le niveau de compétition (libre de croître<sup>5</sup> ou non) étaient notés.

---

<sup>4</sup> Pour des raisons techniques, il a été impossible de réaliser la coupe par abattage directionnel et avec sentiers espacés.

<sup>5</sup> La notion libre de croître réfère ici au fait que le tiers supérieur de la cime soit libre de compétition dans un rayon de 75 cm.



**Figure 3 -** Schéma d'une grappe d'inventaire

## 4.4 Compilations et analyses statistiques

Les données d'inventaire ont été compilées de façon à calculer les densités de semis à l'hectare et les coefficients de distribution des espèces de chaque parcelle ou de chaque grappe. Au pourtour des semenciers, les coefficients de distribution ont été calculés sur la base de la distance de la parcelle à la tige principale (3, 6, ou 9 m) alors que pour les autres placettes, ce dernier a été évalué sur la base d'une grappe de 13 parcelles, tel qu'illustré à la figure 3.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS version 8.12 (SAS Institute, 1999) à l'aide des procédures TTEST et MIXED. Les résultats des analyses ont été considérés significatifs à un niveau de probabilité  $p$  inférieur ou égal à 0.05.

# 5. Résultats et discussion

## 5.1 Portrait du dispositif en 2001

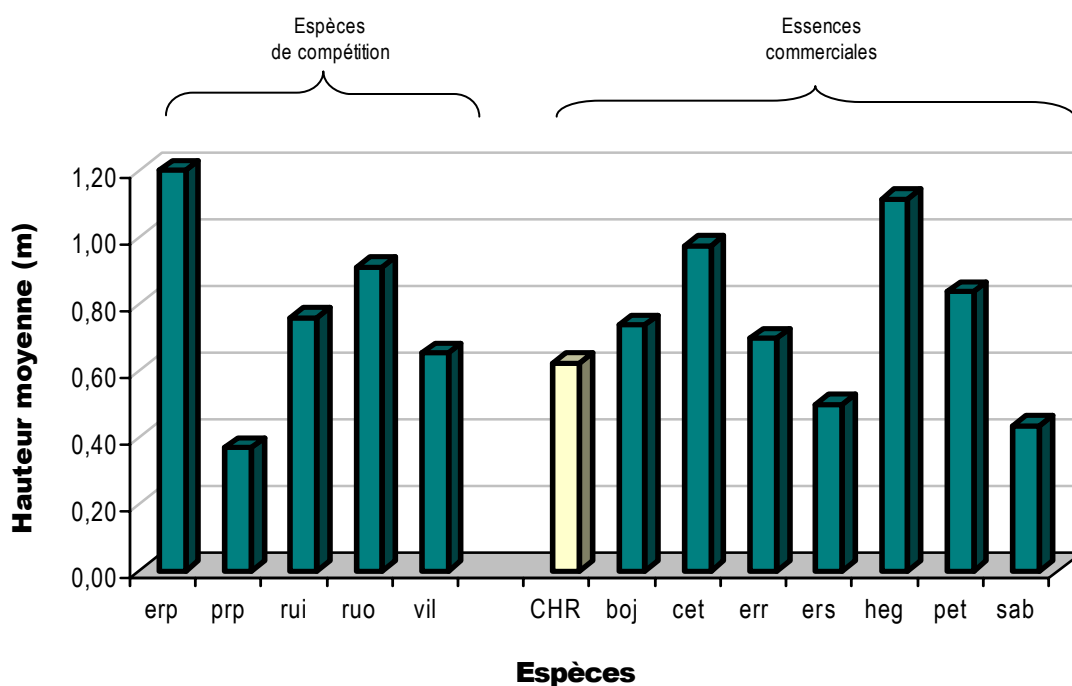
Cinq ans après la coupe d'ensemencement, la régénération en essences commerciales retrouvée dans le dispositif se compose principalement de hêtre, d'érable à sucre, d'érable rouge, et, dans une moindre proportion, de chêne rouge et de bouleau jaune (tableau 3). En raison de leur coefficient de distribution moindre (environ 40 %), le chêne rouge et le bouleau jaune se retrouvent dans une position secondaire dans la plupart des blocs alors que le cerisier tardif est présent de façon sporadique. La situation des essences secondaires est toutefois révélatrice quant à l'efficacité du traitement puisque ces espèces étaient absentes du site avant la coupe initiale.

Parmi les espèces non commerciales, l'érable de Pennsylvanie, et, dans certains blocs, le framboisier présentent des potentiels de compétition importants. Dans le cas de l'érable de Pennsylvanie, tous les bloc à l'exception d'un seul – le bloc 4 – présentent des distributions supérieures à 60 %.

**Tableau 3 -** Coefficients de distribution moyen (%) des principales espèces rencontrées dans le dispositif

Essence	Bloc											Moy
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
BOJ	21	63	19	58	58	56	13	40	27	17	35	37
CET	4	6	12	38	4	13	4	0	0	0	27	9
CHR	4	54	48	52	46	67	19	37	17	46	58	40
ERR	73	52	69	94	90	90	48	35	96	38	92	70
ERS	88	96	58	69	67	60	100	92	29	88	88	75
HEG	79	96	65	88	94	87	98	88	54	71	96	83
PET	4	13	12	2	6	4	0	0	0	2	0	4
SAB	0	2	2	2	17	8	2	0	0	0	0	3
ERP	87	90	67	69	81	77	96	73	44	69	77	75
PRP	0	13	0	10	4	17	2	2	0	0	0	5
VIL	21	2	12	42	29	35	19	13	12	52	58	25
RUI	15	63	52	6	17	29	40	38	4	2	12	26
RUO	52	2	12	2	2	4	4	0	69	44	31	20
RES	2	6	2	4	19	8	2	0	0	0	0	4
FEU	98	100	96	100	100	98	100	96	96	100	100	99
COMP	100	98	87	87	88	94	100	81	85	90	100	91

La hauteur moyenne des tiges dominantes des principales espèces retrouvées dans le dispositif est présentée à la figure 4. Celle-ci varie entre 1,20 et 0,36 m. Avec ses 62 cm, le chêne rouge semble se situer à une hauteur intermédiaire, ce qui est représentatif de la croissance en hauteur moyenne de cette espèce en jeune âge (Dey et Parker, 1996). De toutes les essences commerciales présentes sur le site, le hêtre est sans nul doute celui qui risque le plus de poser compétition au chêne de par sa hauteur et sa distribution. En effet, les hêtres retrouvés dans le dispositif présentent une hauteur moyenne de plus de 1,10 m et un coefficient de distribution supérieur à 80 % dans huit des onze blocs. L'érable de Pennsylvanie constitue également un compétiteur abondant sur le site dont la hauteur moyenne surpasse celle de l'ensemble des autres espèces.

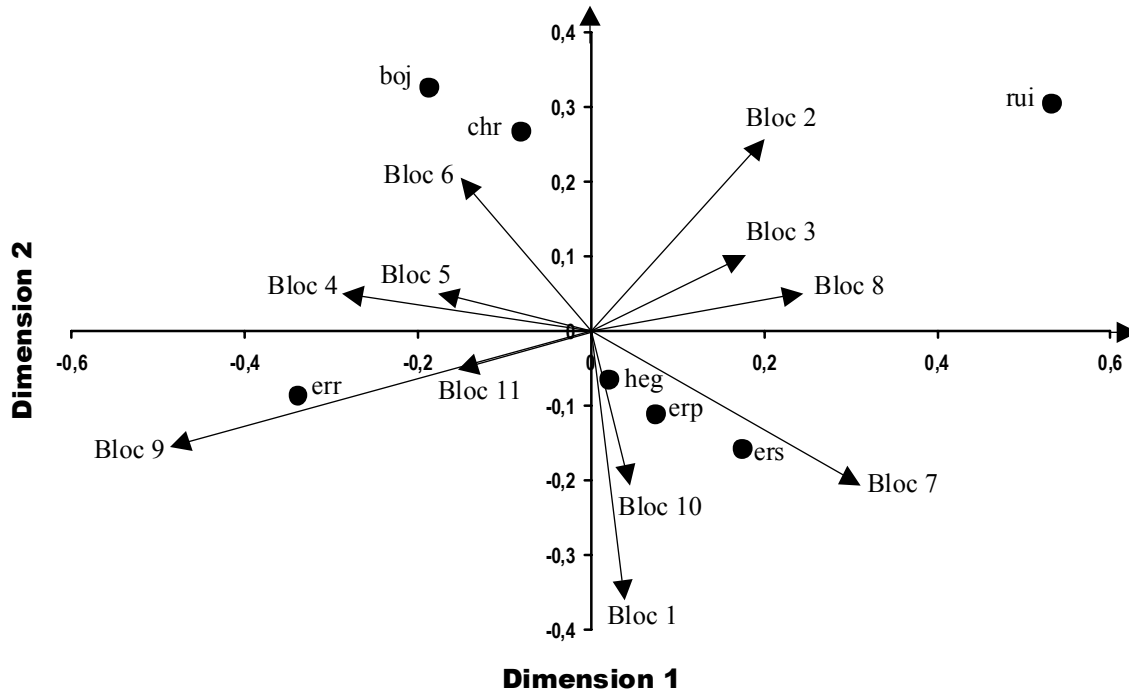


**Figure 4 -** Hauteur moyenne des tiges d'avenir des principales espèces retrouvées dans le dispositif en 2001

La composition en essences du dispositif varie significativement d'un bloc à l'autre ( $p < 0.0001$ ). La figure 5 illustre la correspondance entre la présence d'une espèce donnée et chacun des blocs, telle que déterminée par analyse de correspondance. En se basant sur ces observations, on peut constater que la présence de framboisier est principalement associée aux blocs 2 et 3 (blocs scarifiés) alors que celle du chêne est maximale dans le bloc 6 (bloc débroussaillé, non scarifié, avec semenciers et ayant été reboisé).



Le bouleau jaune semble présenter des préférences écologiques similaires à celles du chêne rouge puisque ces deux essences se retrouvent associées aux mêmes blocs. L'érable rouge et l'érable à sucre se partagent pour leur part des secteurs différents. Alors que le premier se retrouve principalement dans les blocs 4, 5 et 9, le deuxième est plutôt présent dans les blocs 7 et 8.



**Figure 5 -** Analyse par correspondance de la présence des principales espèces dans le dispositif en 2001

# 6. Résultats

---

## 6.1. État de la régénération après la coupe finale

La coupe finale, réalisée au cours de la saison hivernale 2000-2001, a permis de protéger l'ensemble des chênes régénérés sur le parterre.

L'état des tiges dominantes a été qualifié lors de l'inventaire de suivi. Pour chaque tige d'avenir (1 tige par essence par parcelle de 4 m<sup>2</sup>), l'état a été noté. Lors de cet inventaire, les tiges brisées, courbées, endommagées par des débris ou broutées ont été recensées.

### 6.1.1 Dommages mécaniques



Les opérations de coupe finale du peuplement ont peu endommagé la régénération commerciale (tableau 4) : seulement 1 % des tiges d'avenir commerciales ont subi un bris ou se sont retrouvées courbées suite aux interventions sylvicoles. Chez le chêne, on note une proportion légèrement supérieure de tiges brisées ou courbées (3,4 %).

La proportion de chênes exempts de dommages est de 89 %, alors qu'elle est de 96 % dans l'ensemble de la régénération. Chez cette espèce, la plus forte proportion de tiges brisées et de tiges endommagées par des débris est responsable des différences observées.

**Figure 6 -** Débris observés suite à la coupe finale du peuplement

## 6.1.2 Broutage

Le broutage est souvent cité comme l'une des sources d'échec de la régénération du chêne rouge. Un broutage excessif a notamment pour effet d'affaiblir les plants, ce qui contribue à augmenter le taux de mortalité des semis et à les rendre plus sensibles aux facteurs adverses (Dey et Parker, 1996). C'est le cerf de Virginie qui est le plus souvent pointé du doigt comme facteur indésirable pour la régénération du chêne. Ceci est particulièrement vrai en sous-bois car les réserves en nutriments dans les racines des chênes sont alors moins élevées, ce qui limite grandement la capacité des tiges à former de nouvelles pousses (Marquis *et al.*, 1976; Dey et Parker, 1996).

On ne peut considérer que le broutage pose, dans le cas présent, un problème potentiel pour la survie des plants. Dans le dispositif, un seul bloc présentait des signes de broutage sur les tiges dominantes avec 10,5 % des tiges broutées (bloc 8). Au niveau de l'ensemble du dispositif, cela ramène à moins de 1 % la proportion de tiges d'avenir ayant fait l'objet de broutage.

**Tableau 4 -** Pourcentage de dommage observé sur les tiges d'avenir de chêne et sur l'ensemble de la régénération commerciale après la coupe finale

Essence	Type de dommage	Bloc											Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
CHR	Aucun	100,0	89,3	96,0	100,0	83,3	80,0	80,0	68,4	100,0	100,0	100,0	89,4
	Broutage	-	-	-	-	-	-	-	10,5	-	-	-	0,9
	Bris	-	-	4,0	-	-	-	20,0	10,5	-	-	-	2,3
	Courbé	-	-	-	-	-	2,9	-	5,3	-	-	-	0,9
	Débris	-	10,7	-	-	16,7	17,1	-	5,3	-	-	-	6,4
	<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Commercial	Aucun	100,0	96,7	100,0	97,9	91,3	91,1	93,5	91,9	98,2	100,0	98,9	95,9
	Broutage	-	0,5	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	0,2
	Bris	-	2,2	-	2,1	0,5	-	-	1,5	1,8	-	1,1	0,9
	Courbé	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	0,1
	Débris	-	0,5	-	-	7,1	8,9	6,5	5,9	-	-	-	2,9
	<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

### Question 1

---

**La récolte des tiges sur pied lors de la coupe finale a-t-elle entraîné des dommages au niveau de la régénération ?**

On note très peu de bris de tiges suite à la coupe finale du peuplement : 1 % des tiges d'avenir recensées dans les parcelles d'inventaire et 3,2 % des tiges d'avenir de chêne rouge présentaient un bris ou encore étaient courbées à la suite des opérations.

Même si un lien existe entre la probabilité qu'une tige soit brisée et la surface terrière résiduelle, les proportions de tiges qui risquent d'être brisées lors d'une coupe finale visant la récolte d'entre 12 et 20 m<sup>2</sup>/ha semblent faibles (moins de 5 %). Aussi, une coupe finale telle que réalisée, c'est-à-dire en hiver et dans un délai de 5 ans après la coupe d'ensemencement, ne semble pas endommager grandement les tiges qui formeront le futur peuplement.

## 6.2 Bilan des cinq premières années de l'établissement

### 6.2.1. Évolution du coefficient de distribution

Les coefficients de distribution en chêne rouge retrouvés dans le dispositif en 2001 varient entre 17 et 68 % (tableau 5). Un seul bloc présente un coefficient de distribution en chêne supérieur à 60 % (bloc 6), ce qui laisse tout de même présager que les chênes constitueront une composante importante du futur peuplement.

**Tableau 5 -** Variation du coefficient de distribution et du nombre de chênes rouges entre 1997 et 2001 par bloc.

Origine des semis	Préparation de terrain	Bloc	CD			Nombre de ti /ha		
			1997	2001	Variation	1997	2001	Variation
Naturel	A	1	2% ± 15%	1% ± 8%	-1% ns	77 ± > 10 000	0 ± 0	-77 ns
	B	4	35% ± 41%	53% ± 42%	18% ns	1756 ± 3913	4311 ± 9894	2555 ns
	D	11	65% ± 31%	58% ± 32%	-8% ns	4583 ± 4532	2500 ± 3033	-2083 ns
Ensemenc	B	9	36% ± 18%	17% ± 11%	-19%*	985 ± 2910	148 ± 525	-837 ns
	C	7	26% ± 19%	18% ± 16%	-8% ns	580 ± 1905	506 ± 1714	-74 ns
Plantation	B	10	62% ± 14%	46% ± 14%	-16% ns	1789 ± 5289	1454 ± 4340	-335 ns
	C	8	31% ± 20%	37% ± 20%	6% ns	1667 ± 1520	2167 ± 1487	500 ns
Ensemenc +	A	2	56% ± 28%	54% ± 28%	-2% ns	3648 ± 7441	2632 ± 5388	-1017 ns
	B	5	50% ± 21%	46% ± 21%	-4% ns	1759 ± 1780	1905 ± 1938	147 ns
Plantation +	A	3	70% ± 22%	48% ± 26%	-23%*	4154 ± 2698	2547 ± 1728	-1608 ns
	B	6	72% ± 21%	68% ± 23%	-4% ns	4217 ± 3543	3615 ± 3039	-602 ns

Le signe + indique un apport supplémentaire des semences par les semenciers.

A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=débardage seul; D=Débroussaillage seul.

Depuis le dernier inventaire, la distribution des semis de chêne a diminué dans neuf des onze blocs, mais cette diminution ne s'est avérée significative que pour deux combinaisons de traitements, soit le traitement d'ensemencement artificiel avec débroussaillage (bloc 9) qui accuse une baisse de 23 % de son coefficient de distribution, et le traitement de plantation sous semenciers avec scarification et débroussaillage (bloc 3) qui accuse pour sa part une baisse de 19 %.

Les raisons qui expliquent les baisses plus marquées dans ces deux blocs sont de deux ordres.



**Figure 7 -** Vue du bloc 3 (en arrière-plan)

Dans le cas du bloc 3, les conditions d'humidité qui ont prévalu après la coupe ont probablement entraîné la mortalité des plants mis en terre. Il a en effet été observé que ce bloc, situé dans une légère dépression, a subi des modifications importantes de son régime hydrique depuis les opérations forestières réalisées en 1997 ce qui aura probablement entraîné une forte mortalité des chênes, cette espèce n'étant pas tolérante aux inondations (Dumont, 1995). Cette modification du drainage alliée à un envahissement important de la part d'espèces herbacées (les graminées, notamment) (figure 7) auront eu un effet important sur la régénération présente.

Les raisons qui ont entraîné la disparition presque complète des chênes dans le bloc 9 depuis le dernier mesurage sont pour leur part plus difficile à établir. Ce site, présentement composés d'érable rouge et de ronce, peut être qualifié de mésique. Le couvert qui le composait, un mélange d'érables, ne présentait pas de semenciers. Sur ce type de

site, il est probable que le chêne n'ait pu se maintenir en raison de sa faible compétitivité face à des essences dont la croissance juvénile est plus agressive, particulièrement si cette dernière est principalement composée de rejets. Dans ce cas, les chênes ensemencés auront probablement subi une trop forte compétition pour permettre à des plants dont le système racinaire est encore trop faible de survivre. En effet, le chêne a initialement besoin d'un minimum de lumière après sa germination pour se constituer un système racinaire vigoureux et si cette lumière n'est pas disponible, il y a de fortes chances pour que le plant ne puisse survivre.

Deux combinaisons de traitement dans le dispositif présentent des distributions supérieures en 2001 à ce qu'elles étaient en 1997 : le traitement de régénération naturelle avec débroussaillage (bloc 4) et celui de plantation sans débroussaillage (bloc 8). Dans le premier, un recrutement grâce aux semenciers conservés sur le parterre s'est probablement réalisé alors que dans le second cas, il est possible que des plants encore vivants aient été considérés morts après leur plantation alors que le système racinaire, encore vigoureux, a permis la formation d'une nouvelle

tige. Ce phénomène, appelé choc de transplantation, est fréquent chez le chêne qui possède plusieurs bourgeons adventifs au niveau du collet (Dey et Parker, 1996).

Les variations du coefficient de distribution ne se sont pas réalisées de façon uniforme sur le terrain comme le démontrent les intervalles de confiances élevés qui varient grandement à l'intérieur d'un même bloc. Ceci laisse supposer que les conditions de survie des semis dans le dispositif sont hautement liées au microsite dans lequel ceux-ci évoluent. On peut donc statuer que l'établissement à long terme du chêne est hautement lié au microsite : les microsites les moins favorables où le chêne est peu compétitif se voient alors envahis par d'autres espèces.

## 6.2.2 Évolution du nombre de tiges à l'hectare

Même si la distribution des tiges a diminué dans 9 des 11 blocs, le nombre moyen de tiges à l'hectare s'est accru dans trois combinaisons de traitements au cours des cinq dernières années. Ces blocs, les blocs 4, 5 et 8 ont profité d'une augmentation du nombre de semis soit en raison du fait que des semenciers étaient présents sur le site (blocs 4 et 5) ou encore en raison du fait que des plants qualifiés morts en 1997 ne l'étaient pas vraiment (bloc 8). Un bloc, le bloc 4, présente toutefois un nombre de semis de chênes beaucoup plus élevé en 2001, grâce notamment à l'apport des semenciers conservés sur le parterre de coupe (figure 8).



**Figure 8 -** Semis naturels de chêne

Comme les bonnes années semencières chez le chêne présentent une occurrence variant entre 2 et 5 ans (Sander, 1990), on peut considérer qu'au moins une bonne année semencière est survenue depuis le dernier inventaire qui lui, date de 1997.

Il est intéressant de noter que les baisses du coefficient de distribution ne se sont pas nécessairement reflétées dans une baisse du nombre de semis/ha, ce qui signifie que la mortalité parmi les tiges s'est produite par endroits seulement. Ceci implique que la régénération du chêne est fortement dépendante du site d'établissement, ce qui est normal pour une espèce qui présente une croissance juvénile plutôt lente par rapport à d'autres espèces. Ainsi, sur les microsites où le chêne était compétitif, soit en raison de la faible épaisseur du dépôt et du drainage plus xérique, soit en raison de l'absence de compétiteurs, le chêne a su maintenir sa croissance alors qu'en d'autres endroits, l'environnement peu favorable a probablement entraîné sa disparition.



## Question 2

### **La quantité et la distribution de la régénération en chêne rouge a-t-elle changé depuis le dernier inventaire ?**

Oui. Depuis le dernier inventaire, réalisé en 1997, la distribution de la régénération est demeurée stable dans 8 des 11 blocs du dispositif alors qu'une diminution significative a été constatée pour deux blocs. Les conditions particulières des microsites d'établissement (dépôt mince, régime hydrique plus sec) sont ici probablement plus responsables des distributions observées que les traitements en soi.

## 6.2.3 Comparaison entre les plants en récipients et les plants à racines nues

Le coefficient de distribution actuel des plants reboisés varie entre 19 et 54 % alors que les densités actuelles varient entre 1563 et 2885 tiges/ha. Un seul traitement montre une distribution supérieure en 2001 à ce qu'elle était en 1997 et il s'agit du bloc reboisé à l'aide de plants en récipients sur terrain débroussaillé.

Comme les résultats de l'inventaire réalisé en 1997 laissaient entrevoir des densités de 1667 ti/h dans le bloc 8 et de 2500 ti/ha dans le bloc 10, on peut constater que de nouvelles tiges sont apparues. Des tiges considérées comme mortes ont probablement été remplacées par de nouvelles tiges issues de rejets. En effet, la plantation sous couvert résulte fréquemment en un ajustement du ratio cime : racine qui provoque la mort de la tige sur pied dans un intervalle de temps relativement court (Dey et Parker, 1996) et c'est sans doute au cours de cette période que le premier inventaire a été réalisé.

Trop peu de répétitions sont disponibles pour établir un lien entre le traitement de débroussaillage et les variations de distribution par type de plants (2 répétitions pour le calcul du coefficient de distribution moyen). Au niveau de la densité, on peut toutefois statuer que le bloc 8 affiche des densités significativement supérieures à celles retrouvées il y a 5 ans. De cette observation, on peut conclure que les plants en récipients recouvrent mieux du choc de transplantation puisque des plants déclarés morts en 1997 ont réussi à rejeter.

**Tableau 6 -** Variation du coefficient de distribution et du nombre de tiges à l'hectare de chêne entre 1997 et en 2001 selon la provenance des plants reboisés.

Type de plants	Préparation de terrain	Bloc	CD			Nombre de ti /ha		
			1997	2001	Variation	1997	2001	Variation
<b>Racines nues</b>	<b>B</b>	<b>10</b>	69% ± 29%	50% ± 31%	-19% ns	2902 ± 5662	2488 ± 5468	-414 ns
	<b>C</b>	<b>8</b>	34% ± 48%	19% ± 43%	-16% ns	1667 ± 2419	1563 ± 1945	-104 ns
<b>Récipients</b>	<b>B</b>	<b>10</b>	54% ± 39%	42% ± 39%	-12% ns	2083 ± 2488	1563 ± 1867	-521 ns
	<b>C</b>	<b>8</b>	27% ± 31%	54% ± 33%	27% ns	1640 ± 4552	2885 ± 19880	1245 ns

B= Débardage, débroussaillage; C=débardage seul.

## 6.2.4 Évolution de la compétition

En 2001, le nombre de tiges d'essences de compétition non commerciales variait entre 23 833 et 32 035 ti/ha alors que celles de hêtre variait entre 19 687 et 42 580 tiges/ha. Ce nombre a considérablement diminué au cours de cinq dernières années.

En général, depuis le dernier inventaire, on note une diminution du nombre de tiges d'érable de Pennsylvanie, mais une augmentation du nombre de tiges de framboisier (tableau 7). Ceci concorde avec les caractéristiques écophysiologicals de cette espèce puisque la coupe progressive, en ouvrant le couvert et en scarifiant le sol, a permis la mise en place de conditions favorables à la germination des semences.

La compétition intraspécifique qui s'est pratiquée parmi les rejets des espèces ligneuses a entraîné une forte mortalité. La diminution notable du nombre d'érable de Pennsylvanie est probablement due à la mortalité qui a sévi parmi les rejets les moins vigoureux. Cette mortalité sévère s'observe également chez le hêtre qui a vu diminuer son nombre total de tiges d'au moins 70 000 ti/ha. Dans ce cas précis, le drageonnement étant le mode de reproduction, il est plausible que le traitement de scarification entraîne les plus fortes mortalités en raison du fait que l'initiation des drageons se fait généralement à partir de blessures subies aux racines (Jones et Raynald, 1986 dans Tubbs et Houston, 1990) et sur les expositions sud, endroit où l'action du gel et du dégel tend à endommager les racines exposées en surface.

Le coefficient de distribution des espèces a peu varié depuis le dernier mesurage, à l'exception du cerisier de Pennsylvanie, qui semble s'éliminer naturellement du site. Le framboisier et la viorne, à l'opposé, augmentent leur présence. Le hêtre, très présent lors du mesurage de 1997, a pour sa part vu sa distribution diminuer sensiblement, mais celle-ci demeure tout de même supérieure à 80 %.



**Figure 9 -** État du dispositif après la coupe finale (blocs 3 et 6, à l'avant)



**Tableau 7 -** Variation du coefficient de distribution et du nombre de tiges à l'hectare, entre 1997 et en 2001, des principale espèces non commerciales recensées

Essence	Contrôle	CD			Nb ti/ha			
		1997	2001	Variation	1997	2001	Variation	
Espèces non commerciales	A	94% ± 6%	95% ± 5%	1% ns	40863 ± 19599	28386 ± 23224	-12476	*
	B	92% ± 5%	89% ± 5%	-3% ns	54986 ± 18928	23833 ± 12442	-31153	*
	C	94% ± 7%	90% ± 8%	-4% ns	73821 ± 32522	32035 ± 19586	-41786	ns
	D	96% ± 18%	100% ± 0	4% ns	54340 ± 60756	29296 ± 40726	-25045	ns
ERP	A	81% ± 9%	81% ± 9%	0% ns	32419 ± 21149	10707 ± 9797	-21712	*
	B	65% ± 9%	68% ± 8%	3% ns	17778 ± 11828	7506 ± 5888	-10271	*
	C	86% ± 10%	85% ± 11%	-1% ns	59041 ± 38102	16374 ± 12836	-42667	*
	D	77% ± 24%	77% ± 24%	0% ns	20789 ± 35258	10517 ± 23616	-10273	ns
PRP	A	30% ± 12%	4% ± 6%	-26% <sup>a</sup> *	0 ± 0	171 ± 555	171	*
	B	15% ± 7%	6% ± 5%	-9% <sup>a</sup> *	0 ± 0	239 ± 759	239	*
	C	13% ± 10%	2% ± 6%	-12% <sup>a</sup> *	0 ± 0	0 ± 0	0	ns
	D	0% ± 0%	0% ± 0%	0% ns	0 ± 0	171 ± 555	171	*
RUI	A	1% ± 1%	44% ± 15%	43% <sup>a</sup> *	56 ± 1193	6199 ± 9203	6143	*
	B	0% ± 1%	11% ± 7%	11% <sup>a</sup> *	46 ± 575	5071 ± 7613	5025	*
	C	0% ± 2%	39% ± 15%	39% <sup>a</sup> *	95 ± 1655	10615 ± 15741	10520	*
	D	0% ± 30%	10% ± 16%	10% ns	25 ± 696019	2824 ± 7620	2799	ns
VIL	A	3% ± 5%	11% ± 9%	8% <sup>a</sup> *	244 ± 2535	997 ± 2198	752	ns
	B	31% ± 13%	34% ± 14%	3% ns	4522 ± 5722	2243 ± 2947	-2279	*
	C	0% ± 0%	16% ± 12%	16% <sup>a</sup> *	0 ± 0	1900 ± 3445	1900	*
	D	60% ± 26%	60% ± 26%	0% ns	25610 ± 38733	13329 ± 22791	-12281	ns
HEG	A	94% ± 10%	80% ± 17%	-14% <sup>a</sup> *	214848 ± 102465	39269 ± 21663	-175579	*
	B	92% ± 5%	79% ± 7%	-13% <sup>a</sup> *	96907 ± 22510	27000 ± 10444	-69907	*
	C	95% ± 6%	93% ± 7%	-2% ns	184712 ± 59406	42580 ± 20114	-142132	*
	D	100% ± 0%	92% ± 0%	-8% ns	92074 ± 42009	19687 ± 18212	-72387	*

Le signe + indique un apport supplémentaire des semences par les semenciers.

A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul; D=Débroussaillage seul.

### **Question 3**

#### **La quantité et la distribution de la compétition en espèces non commerciales et en hêtre a-t-elle changé depuis le dernier inventaire ?**

Oui. Certaines espèces ont vu leur nombre et leur distribution baisser (cerisier et érable de Pennsylvanie) alors que d'autres ont profité des conditions créées par la coupe finale pour augmenter leur présence (framboisier, viorne). En général, le nombre total de compétiteurs non commerciaux a vu son nombre baisser, mais pas nécessairement sa distribution, ce qui signifie que les espèces de compétition sont encore très présentes sur le site.

La compétition intra et interspécifique est sans nul doute responsable des diminutions de densités observées : les rejets et les drageons les moins vigoureux, issus des opérations de préparation de terrain, sont probablement disparus.

En comparaison avec les densités rencontrées en 1997, le hêtre est légèrement moins présent, mais son coefficient de distribution moyen demeure à plus de 80 %.

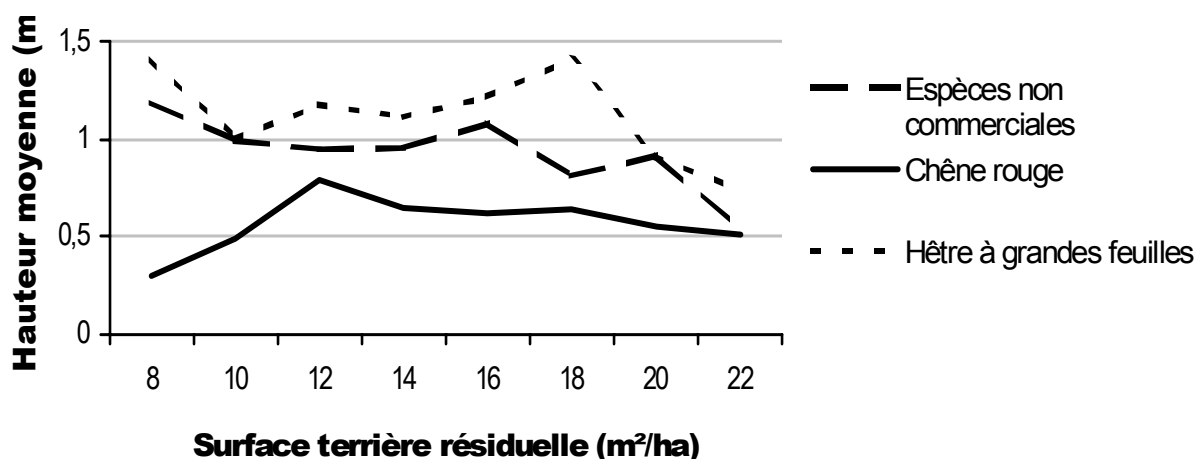
## **6.2.5 Influence de la surface terrière résiduelle de la coupe progressive sur la croissance des plants**

La conservation d'un couvert a d'ailleurs été recommandée par de nombreux auteurs afin de réduire l'établissement et la croissance des compétiteurs lors de coupe de régénération visant à favoriser le chêne (Dey et Parker, 1996; Loftis, 1983; Godman et Tubbs, 1973). En Ontario, la conservation de 60 % du couvert lors d'une coupe progressive d'ensemencement est recommandée pour cette essence (OMNR, 1990). Dans le dispositif, une surface terrière moyenne de 14,9 m<sup>2</sup>/ha et un pourcentage de prélèvement moyen de 41 % ont été réalisés en 1996. Les surfaces terrières ainsi conservées variaient entre 8 et 22 m<sup>2</sup>/ha, ce qui est légèrement supérieur aux niveaux recommandés pour la croissance d'essences semi-tolérantes.

Comme le démontre la figure 10, la surface terrière résiduelle a significativement influencé le niveau de croissance des espèces non commerciales ( $p=0.0015$ ). Ces résultats concordent donc avec l'affirmation de plusieurs auteurs quant à l'utilité des coupes partielles pour limiter la croissance des espèces de compétition et confirment l'utilité du traitement pour réduire les niveaux de compétition.

La croissance en hauteur du hêtre à grandes feuilles a également été influencée par la surface terrière résiduelle ( $p=0.0043$ ). Cette essence est ici présentée car elle constitue une problématique particulière. En effet, il a souvent été constaté que lorsque l'on voulait régénérer le chêne, un envahissement par le hêtre se produisait.

La croissance du chêne ( $p=0.1100$ ) ne semble pas avoir été influencée par la surface terrière résiduelle, quoique l'on dénote des croissances supérieures chez cette essence à des surfaces terrières variant entre 12 et 18  $m^2/ha$ .



**Figure 10** - Hauteur moyenne en 2001 de la compétition et du chêne rouge en fonction de la surface terrière résiduelle conservée à la suite de la coupe progressive d'ensemencement

#### **Question 4**

#### **La quantité de bois sur pied conservée lors de la coupe initiale a-t-elle influencé le développement des chênes rouges et de la compétition ?**

Nos résultats n'ont pas démontré de lien significatif entre la croissance du chêne rouge et la surface terrière résiduelle conservée lors de la coupe progressive d'ensemencement, quoiqu'une croissance légèrement supérieure ait été dénotée lorsque le chêne croit dans des surfaces terrières variant entre 12 et 18 m<sup>2</sup>/ha.

Nos résultats démontrent que la croissance en hauteur de la compétition est inversement proportionnelle à la surface terrière résiduelle conservée sur le parterre de coupe. Ainsi plus la surface terrière est élevée, moins vigoureuse est la croissance des espèces de compétition.

La croissance en hauteur du hêtre semble suivre le même patron que celui de la compétition, c'est-à-dire que des croissances maximales ont été notées à de faibles surfaces terrières.

### **6.2.6 Apport des semenciers conservés sur le parterre à la régénération**

La régénération du chêne rouge à des distributions acceptables passe par plusieurs considérations : la présence d'arbres semenciers matures capables de produire une quantité appréciable de semences, la création de lits de germination adéquats de même que la création d'un microenvironnement acceptable pour la germination et la croissance des semis sont autant de prérequis à la réussite des coupes de régénération. Les systèmes de coupes partielles sont généralement bien adaptés au chêne rouge car le mode de dispersion des semences de cette espèce repose en grande partie sur la gravité (Schlesinger *et al.*, 1993 ).

Le tableau 8 présente les résultats de l'inventaire de régénération réalisé au pourtour des semenciers de chêne laissés sur pied lors de la coupe progressive d'ensemencement. Le nombre de semenciers inventoriés variait alors, dans chaque bloc, entre 1 et 3. Comme il est possible de le constater, l'échec de régénération dans le bloc 1 (régénération naturelle avec scarification et débroussaillage) est probablement en partie dû au semencier qui n'a pas produit de semences viables au cours des 5 dernières années alors que les semis de chêne présents en 1997 sont en partie disparus depuis.

Dans l'ensemble des trois cas présentés, soit ceux avec régénération naturelle, l'apport de semences au cours des cinq dernières années ne semble pas avoir permis d'éliminer l'effet de la mortalité engendrée par une compétition agressive de la part des autres espèces. En tout temps, la régénération installée immédiatement à la suite du traitement semble donc celle qui soit suffisamment compétitive pour se positionner dans la cohorte des tiges d'avenir.





**Tableau 8 -** Coefficient de distribution et nombre de tiges à l'hectare de chêne observés en 1997 et en 2001 au pourtour des semenciers (A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul; D=Débroussaillage seul).

Bloc	Type de plants	Préparation de terrain	CD			Nombre de ti /ha		
			1997	2001	Variation	1997	2001	Variation
1	Naturel	A	18% ± -	5% ± -	-13%	0 ± 75	0 ± 0	0 ns
4		B	88% ± 22%	83% ± 23%	-5%	5283 ± 47918	1829 ± 4309	-3454 ns
11		C	63% ± 18%	38% ± 18%	-25%	2648 ± 54469	764 ± 11705	-1884 ns

A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul.

## 6.3 État du dispositif 5 ans après la coupe de régénération

### 6.3.1 Influence des traitements de préparation de terrain sur la régénération en chêne

Même après 5 ans, l'influence de la préparation de terrain (scarifiage avec débroussaillage, débroussaillage seul ou laisser aller) originalement effectuée se fait toujours sentir sur la distribution du chêne rouge. En général, les meilleurs coefficients de distribution et les meilleures densités ont été retrouvés dans les traitements où des semenciers étaient présents, sur les sites xériques. Ceci confirme les observations de nombreux auteurs selon lesquels la régénération du chêne est souvent plus facile sur les sites secs, et ce, même si la croissance est meilleure sur sites frais à modérément humides (OMNR, 1990). Le traitement de débroussaillage contribue dans une large part à cet état de fait car lorsqu'aucun débroussaillage n'est effectué, tous les plants, quelle que soit leur origine, présentent des distributions similaires.

Sur les sites mésiques, des coefficients de distribution similaires ont été retrouvés chez les plants ensemencés et chez les plants reboisés que le site ait été débroussaillé ou non, ce qui est révélateur de l'agressivité de la compétition sur cette station. Sur les sites xériques, le traitement de débroussaillage a apporté de meilleurs résultats pour la plantation alors que pour l'ensemencement, les opérations scarifiage avec débroussaillage se sont révélées plus fructueuses.

Les intervalles de confiance élevés, relevés au niveau de la régénération naturelle indiquent que sans apport extérieur de semis, le succès de la régénération est fortement variable. Par exemple, on peut s'attendre à ce que la distribution des semis naturels varie dans un intervalle de 84 % lorsqu'il y a eu débroussaillage (bloc 4, IC  $\pm$  42 %) alors que par plantation et pour une même préparation de terrain, l'intervalle de confiance est réduit de moitié (bloc 6, IC  $\pm$  23 %). L'apport de semences extérieures assure donc une distribution uniforme sur le parterre de coupe, ce qui n'est pas nécessairement garanti par la régénération naturelle.

**Tableau 9 -** Coefficient de distribution et densité en chêne rouge observés en 2001 selon le type de préparation de terrain appliqué et l'origine probable des semis.

Station	Origine des plants	Préparation de terrain	Bloc	CD	Nb ti/ha	
Xérique	Naturel	A	1	1% ± 8%	0 ± 0	
		B	4	53% ± 42%	4311 ± 9894	
		D	11	58% ± 32%	2500 ± 3033	
	Ensemenc +	A	2	54% ± 28%	2632 ± 5388	
		B	5	46% ± 21%	1905 ± 1938	
	Plantation +	A	3	48% ± 26%	2547 ± 1728	
		B	6	68% ± 23%	3615 ± 3039	
	Mésique	Ensemenc	B	9	17% ± 11%	148 ± 525
			C	7	18% ± 16%	506 ± 1714
Plantation		B	10	46% ± 14%	1454 ± 4340	
		C	8	37% ± 20%	2167 ± 1487	
Moyenne			A		35% ± 13%	1949 ± 1345
			B		46% ± 11%	2677 ± 1685
	C			28% ± 15%	1345 ± 1281	
	D			58% ± 32%	2500 ± 3033	
		Naturel			34% ± 13%	2642 ± 1725
		Ensemenc +			50% ± 16%	2621 ± 1831
		Plantation +			58% ± 15%	3161 ± 2086
	Ensemenc			18% ± 12%	385 ± 782	
	Plantation			41% ± 15%	2062 ± 1592	

Le signe + indique un apport supplémentaire des semences par les semenciers.

A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul; D=Débroussaillage seul.

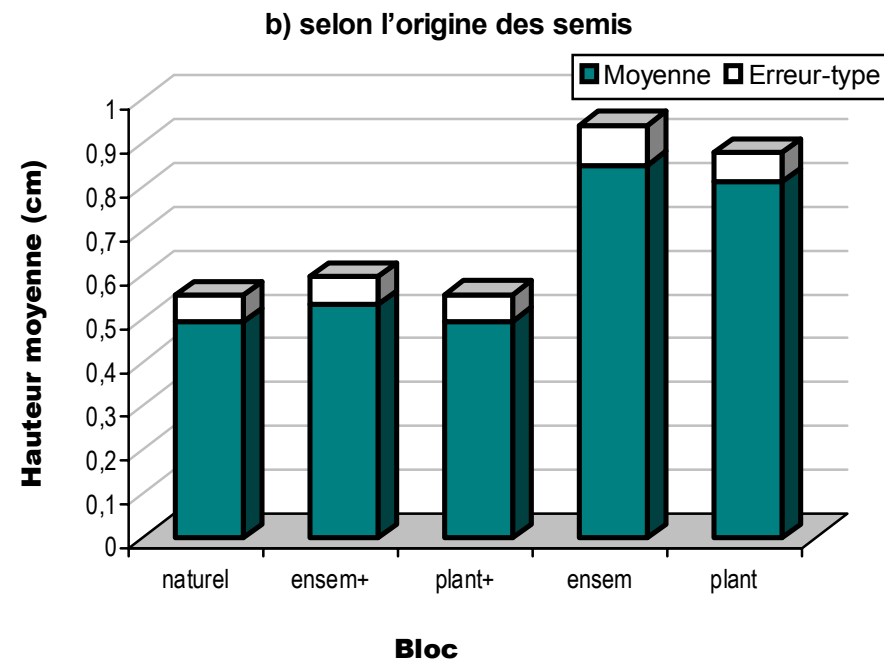
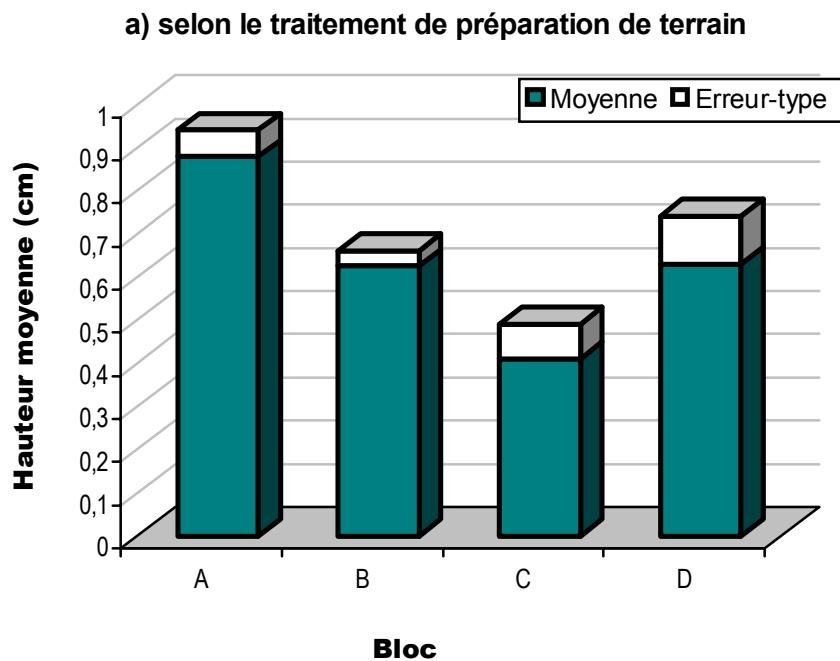
On peut considérer que l'ensemencement artificiel sur site mésique a été un échec avec un coefficient de distribution de 18 % et un nombre moyen de 385 semis à l'hectare, cinq ans après la mise en terre des glands. Ce type d'opération, dans de telles conditions, ne pourrait donc pas permettre une réintroduction efficace du chêne si celui-ci est absent du site, et ce, même si un débroussaillage est réalisé avant l'ensemencement.

Le nombre de chênes rouges à l'hectare retrouvés dans le dispositif a été peu influencé par les traitements et même si les coefficients de distribution sont de près 50 % dans la majorité des cas, les densités, elles, semblent bonnes (entre 1400 et 4300 ti/ha, à l'exception des blocs 7 et 9), ce qui indique que les chênes se sont probablement établis par groupes, sur les microsites qui leur convenaient le mieux. Des facteurs physiques tels que les affleurements rocheux, l'épaisseur du sol minéral ou un drainage inapproprié ont probablement entraîné, à une échelle spatiale réduite, de la mortalité dans certains blocs et contribué au fait que les chênes se soient établis par groupes.



**Figure 11 -** État en 2001 des blocs scarifiés en 1997 (blocs 1 et 3)

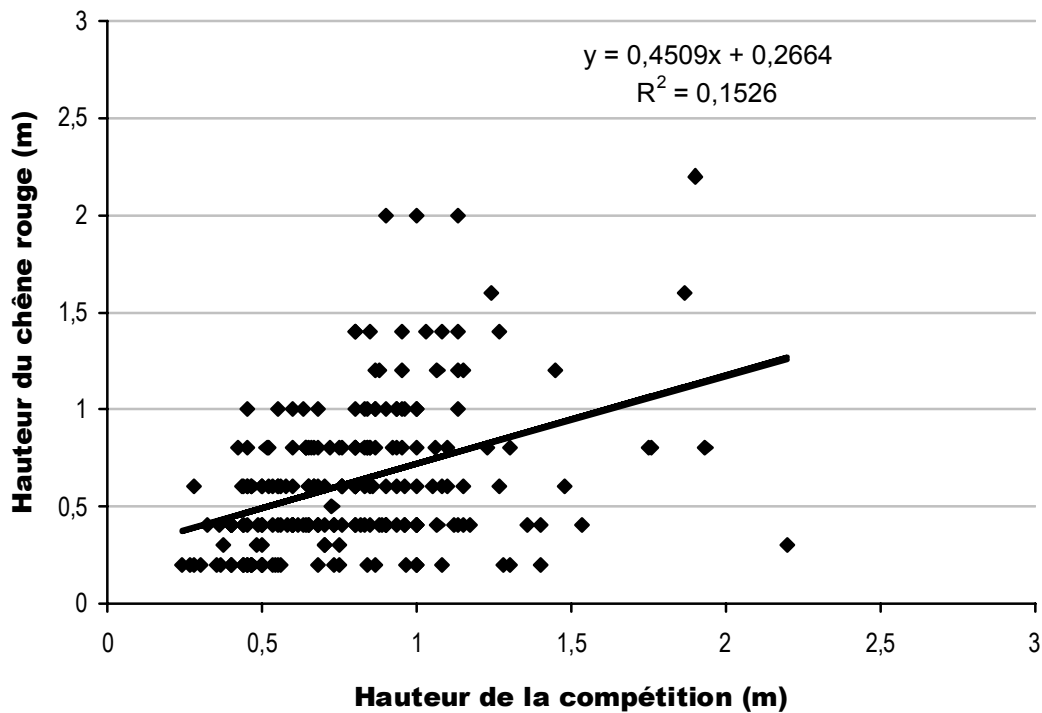
Les interventions pratiquées semblent avoir eu un effet sur la croissance des plants de chênes (figure 11). Ainsi, on remarque que la scarification associée à un débroussaillage mène à des plants de plus forte taille que le débroussaillage seul. Par ailleurs, les blocs où aucun débroussaillage n'a été effectué sont ceux qui présentent aujourd'hui les plus faibles hauteurs.



Le signe + indique un apport supplémentaire des semences par les semenciers.  
 A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul; D=Débroussaillage seul.

**Figure 12 -** Hauteur moyenne des chênes pour chaque traitement testé en fonction de l'origine des semis

La station est également une source de variation de hauteur puisque les plants les plus hauts, soit les plants reboisés ou issus de l'ensemencement, sont ceux retrouvés sur site mésique. L'origine des plants (ensemencés ou plantés) ne semble pas ici être en cause pour expliquer les taux de croissance observés puisque les plants issus de l'ensemencement sont de hauteur similaires à ceux reboisés. Dans ce cas précis, ce serait plutôt la présence d'une compétition agressive combinée à de meilleures ressources nutritionnelles et hydriques qui ont probablement permis ces taux de croissance. En effet, comme le démontre la figure 13, les chênes dominants mesurés semblent présenter des hauteurs supérieures lorsque la hauteur moyenne de la compétition est plus haute. Ainsi, plus la hauteur moyenne de la cohorte entourant les chênes serait élevée, plus ces derniers répartitionnaient leur biomasse de façon à conserver leur statut en terme de luminosité.



**Figure 13 -** Hauteur du chêne rouge en fonction de la hauteur moyenne de la compétition

### **Question 5**

---

#### **Les traitements sylvicoles réalisés en 1997 ont-ils eu un impact sur la survie et la croissance de la régénération en chêne rouge ?**

Oui. On peut considérer que les opérations de préparation de terrain en combinaison avec l'origine des plants ont entraîné une distribution du chêne passablement différente. Ainsi, les opérations d'ensemencement avec ou sans débroussaillage sur site mésique n'ont pas amené les résultats espérés et très peu de chênes sur ces blocs sont encore vivants.

Comme l'on pouvait s'y attendre, les sites avec semenciers ont engendré les meilleurs résultats de régénération, probablement en raison de la meilleure compétitivité du chêne sur site xérique.

Les meilleures croissances des chênes ont été associées aux traitements de scarification, suivis par les traitements de débroussaillage. Les chênes bien que moins nombreux sur site mésique, présentent des hauteurs supérieures sur ces sites. Des ressources moins limitées associées à une compétition plus agressive ont probablement entraîné les chênes dominants à de plus forts taux de croissance au cours des dernières années.



### **Question 6**

---

**Les plants ensemencés ou plantés ont-ils des taux de survie et de croissance similaires à celui de la régénération naturelle, cinq ans après leur mise en terre ?**

Il nous est impossible de prédire si la régénération naturelle présente des taux de survie similaires aux plants issus de régénération artificielle car ces deux types de plants croissent sur des stations différentes. Sur site xérique, où l'on retrouve généralement des semenciers, on peut s'attendre à un coefficient de distribution d'environ 53 % par débroussaillage. Sur site mésique des distributions moindres sont retrouvées en raison de la compétition interspécifique plus élevée retrouvée dans ce genre de condition.

Le type de station influence le taux de croissance observé chez les plants, qui est plus élevé sur les sites mésiques et ce, pour des raisons nutritionnelles et morphologiques. Ainsi, les plants qui manquent de lumière ont tendance à allouer plus de ressources sur la croissance en hauteur, et ce, dans un but de survie. Encore ici, il nous est impossible de prédire si la régénération naturelle aurait aussi bien performé sur ce genre de station car aucun semencier de chêne n'était présent dans ces blocs.

### 6.3.2 Influence des traitements de préparation de terrain sur le niveau de compétition

Cinq ans après les traitements de contrôle de la végétation compétitrice, le nombre total de compétiteurs ne semble pas varier selon les traitements, c'est-à-dire que les témoins non débroussaillés présentaient les mêmes densités totales en espèces non commerciales que les traitements débroussaillés ou scarifiés et débroussaillés.

De toutes les espèces recensées, l'érable de Pennsylvanie et la viorne à feuilles d'aulne sont celles dont le nombre varie le plus selon les traitements (tableau 10). Ainsi, un nombre supérieur d'érable de Pennsylvanie dans les parcelles non débroussaillées a été retrouvé en comparaison avec le traitement de débroussaillage, ce qui était le but visé par le traitement.

Pour ce qui est du coefficient de distribution, seuls le framboisier et la viorne présentent des variations selon les traitements. Chez le framboisier, les blocs scarifiés et ceux n'ayant pas été débroussaillés présentent des distributions supérieures aux blocs débroussaillés dont la perturbation du sol a été moindre.

Le hêtre présente des coefficients de distribution et des densités similaires en 2001, peu importe le traitement de préparation de terrain appliqué à l'origine. Des niveaux de compétition légèrement supérieurs chez cette essence sont toutefois retrouvés dans les blocs non débroussaillés et scarifiés (densités variant entre 42 580 et 39 897 ti/ha, respectivement).



**Figure 14** - Chêne croissant parmi la végétation compétitrice

**Tableau 10** - Coefficient de distribution et nombre de tiges/ha de la compétition non commerciales rencontrées par type de préparation de terrain appliqué.

Type de plants	Préparation de terrain	CD	Nb ti/ha
<b>COMP</b>	<b>A</b>	95% ± 6%	28026 ± 13281
	<b>B</b>	89% ± 7%	23824 ± 7330
	<b>C</b>	90% ± 9%	32054 ± 11536
	<b>D</b>	100% ± 0%	28750 ± 21681
<b>ERP</b>	<b>A</b>	81% ± 10%	10864 ± 5897
	<b>B</b>	68% ± 10%	7773 ± 3937
	<b>C</b>	85% ± 11%	16898 ± 8556
	<b>D</b>	77% ± 24%	10362 ± 10763
<b>PRP</b>	<b>A</b>	4% ± 6%	207 ± 704
	<b>B</b>	6% ± 7%	290 ± 922
	<b>C</b>	2% ± 6%	0 ± 0
	<b>D</b>	0% ± 50%	10 ± 183195
<b>RUI</b>	<b>A</b>	44% ± 16%	6755 ± 10186
	<b>B</b>	12% ± 8%	5503 ± 7793
	<b>C</b>	39% ± 18%	11577 ± 16653
	<b>D</b>	11% ± 27%	3267 ± 17061
<b>VIL</b>	<b>A</b>	11% ± 9%	1055 ± 2579
	<b>B</b>	34% ± 15%	2380 ± 3404
	<b>C</b>	16% ± 12%	2055 ± 4039
	<b>D</b>	61% ± 27%	13624 ± 26641
<b>HEG</b>	<b>A</b>	87% ± 6%	39897 ± 13294
	<b>B</b>	86% ± 5%	26999 ± 8455
	<b>C</b>	94% ± 6%	42580 ± 17228
	<b>D</b>	98% ± 18%	19688 ± 27682

A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul; D=Débroussaillage seul.

Selon nos observations, la hauteur de l'érable de Pennsylvanie varie selon les traitements de préparation de terrain appliqués, mais pas celle du cerisier, du framboisier ou de la viorne à feuilles d'aulne. Le fait que le débroussaillage sous couvert visait principalement la végétation sous couvert présente au moment du traitement explique probablement le fait que la hauteur de l'érable ait été influencée par les traitements.



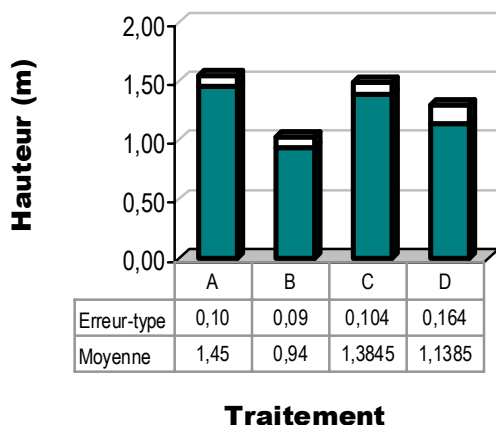
**Figure 15** - Cépée d'érable à épis

compétition non commerciale forme deux groupes.

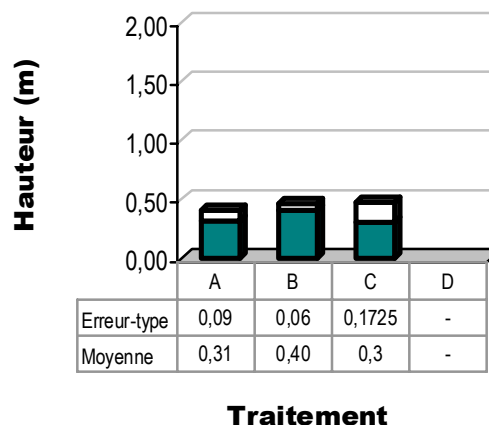
Les traitements de scarification avec débroussaillage et le traitement de débardage où il n'y a pas eu de débroussaillage sont ceux où la compétition est la plus haute (1,12 m et 1,11 m, respectivement). À l'opposé, le débroussaillage assure une compétition de moins forte taille (0,81 m). Les traitements incluant le scarifiage apportent des niveaux de compétition similaires aux traitements où il n'y a eu aucun débroussaillage. En considérant ces éléments, la hauteur moyenne de la

Dans le cas du hêtre, les traitements ont entraîné une hauteur supérieure dans les blocs non débroussaillés par rapport à ceux ayant subi un débroussaillage. Par conséquent, même le type de préparation de terrain ne réduit ni la distribution, ni le nombre de tiges de cette essence, il réduit au moins la hauteur moyenne des hêtres lors de la période d'établissement.

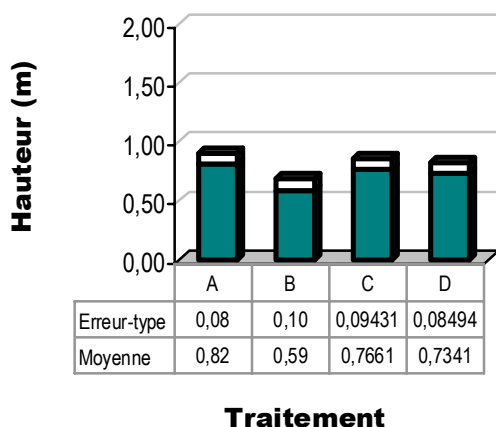
a) ERP



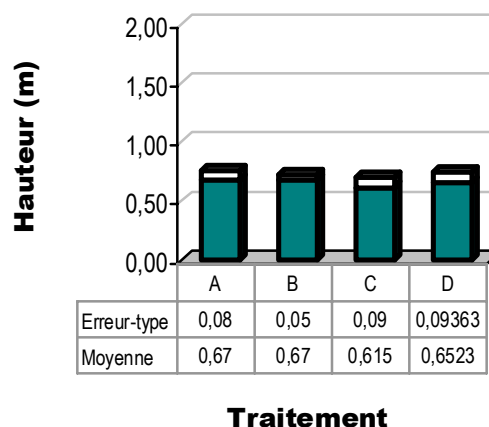
b) PRP



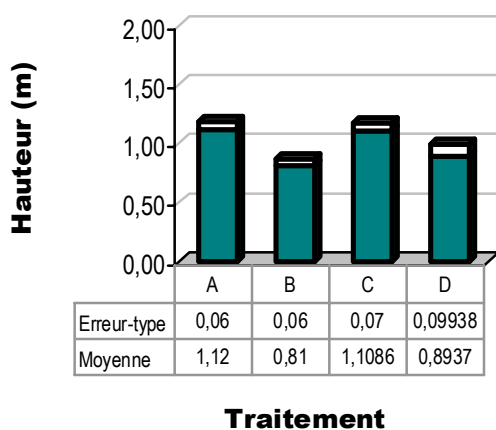
c) RUI



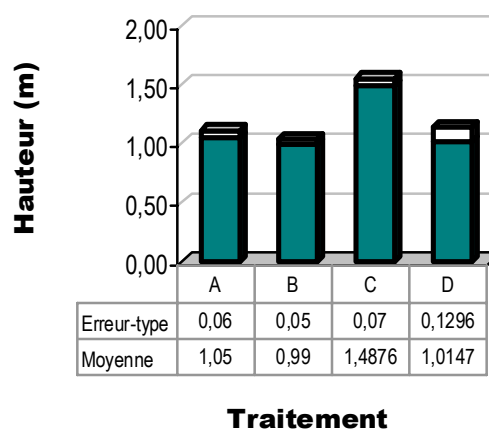
d) VIL



e) COMP



f) HEG



A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul; D=Débroussaillage seul.

**Figure 16 -** Hauteur moyenne des espèces de compétition en fonction de la préparation de terrain appliquée

### ***Question 7***

---

**Les travaux de préparation de terrain réalisés en 1997 ont-ils eu un impact sur la composition et l'agressivité de la compétition ?**

Oui. Dans certains cas, des types de préparation de terrain ont favorisé l'émergence de certaines espèces (ex : framboisier sur sites scarifiés) qui n'apparaissent pas ou peu dans les autres traitements. Par ailleurs, les travaux de débroussaillage ont réduit le nombre de tiges d'érable de Pennsylvanie, mais les coefficients de distribution de cette espèce demeurent tout de même à plus de 60 %. Ce type de préparation de terrain a cependant rabattu la hauteur moyenne de cette espèce à moins de 1 mètre ce qui la rend moins nuisible pour les chênes.

L'établissement du hêtre, suite à la préparation de terrain, semble uniforme dans le dispositif au niveau de la distribution et de la densité. On note toutefois que la hauteur de cette espèce est significativement supérieure dans les blocs non débroussaillés ce qui signifie que le débroussaillage a engendré un retard dans la croissance en hauteur de cette essence, notamment en éliminant les tiges et en entraînant la croissance de rejets plus petits, ce qui a alors laissé la chance aux chênes de profiter d'une plus forte intensité lumineuse lors de leur établissement.

### 6.3.3 Degré d'oppression ressenti par les plants

La grande majorité des tiges d'avenir de chêne rouge retrouvées dans le dispositif ne peuvent être considérées libres de croître (tableau 11), c'est-à-dire que l'on retrouve au moins un compétiteur de hauteur égale ou supérieure au deux tiers de la tige dans un rayon de 75 cm autour du plant (figure 17).



**Figure 17 -** Illustration de chênes considérés libres de croître (droite) et opprimés (gauche) par un taillis d'érable de Pennsylvanie

Cinq ans après les opérations, les blocs débroussaillés (traitements A, B et D) se comparent aux blocs témoins non débroussaillés (traitement C), laissant présager que le débroussaillage réalisé en 1997 ne semble plus être effectif. Comme l'intensité lumineuse au sol apparaît alors comme le principal facteur limitatif à la survie des semis lors des années subséquentes à l'établissement, il semble donc nécessaire de réaliser un dégagement pour assurer le maintien de la position des tiges d'avenir de chêne dans le peuplement.

**Tableau 11** - Niveau d'oppression ressenti par les semis inventoriés. (A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul; D=Débroussaillage seul).

Origine des plants	Préparation de terrain	Non libre		Libre		Total	
		Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Naturel	A	2	0,9	0	0,0	2	0,9
	B	23	10,6	4	1,8	27	12,4
	D	14	6,4	1	0,5	15	6,9
	<b>Somme</b>	<b>39</b>	<b>17,9</b>	<b>5</b>	<b>2,3</b>	<b>44</b>	<b>20,2</b>
Ensemenc +	A	24	11,0	0	0,0	24	11,0
	B	28	12,8	0	0,0	28	12,8
	<b>Somme</b>	<b>52</b>	<b>23,9</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>52</b>	<b>23,9</b>
Plantation +	A	35	16,1	0	0,0	35	16,1
	B	25	11,5	0	0,0	25	11,5
	<b>Somme</b>	<b>60</b>	<b>27,5</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>60</b>	<b>27,5</b>
Ensemenc	B	9	4,1	0	0,0	9	4,1
	C	1	4,6	0	0,0	10	4,6
	<b>Somme</b>	<b>19</b>	<b>8,7</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>19</b>	<b>8,7</b>
Plantation	B	23	10,6	1	0,5	24	11,0
	C	18	8,3	1	0,5	19	8,7
	<b>Somme</b>	<b>41</b>	<b>18,8</b>	<b>2</b>	<b>0,9</b>	<b>43</b>	<b>19,7</b>
<b>Total</b>		<b>211</b>	<b>96,8</b>	<b>7</b>	<b>3,2</b>	<b>218</b>	<b>100,0</b>

Le signe + indique un apport supplémentaire des semences par les semenciers.

A=Débardage, débroussaillage, scarifiage; B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul; D=Débroussaillage seul.



### **Question 8**

---

#### **Les chênes rouges sont-ils présentement libres de croître ?**

Non. Presque toutes les tiges d'avenir de chêne subissent présentement une compétition dans un rayon de 75 cm au pourtour du tiers supérieur de leur cime et ne peuvent donc être considérés libres de croître.

Étant donné que le chêne nécessite une certaine quantité de lumière pour son maintien dans le peuplement et que la coupe totale qui a été pratiquée en 2001 risque de favoriser les espèces à croissance rapide, il serait souhaitable de dégager les chênes dans un futur rapproché.

### **6.3.4 Comparaison entre les plants en récipients et les plants à racines nues**

Les résultats présentés à la section précédente indiquent un bon potentiel pour la plantation sous couvert : sur les sites xériques comme sur sites mésiques, les distributions en chênes ont été améliorées par ce traitement. Aussi, afin de vérifier si un type de plant particulier (à racines nues ou en récipients) devrait être privilégié, des comparaisons ont été effectuées entre ces deux types de plants croissant sur station mésique<sup>6</sup>. Celles-ci indiquent des taux de survie similaires chez les plants en récipients, que le site ait ou non été débroussaillé, alors que chez les plants à racines nues, les meilleurs résultats sont retrouvés dans les parcelles débroussaillées. Ceci laisse supposer que les plants à racines nues sont moins prompts à réagir face à la compétition déjà en place, peut-être en raison des adaptations qu'il doivent faire au niveau de leur système racinaire.

---

<sup>6</sup> Cette station a été retenue car sur site xérique, la présence de chênes naturels aurait pu fausser les données.

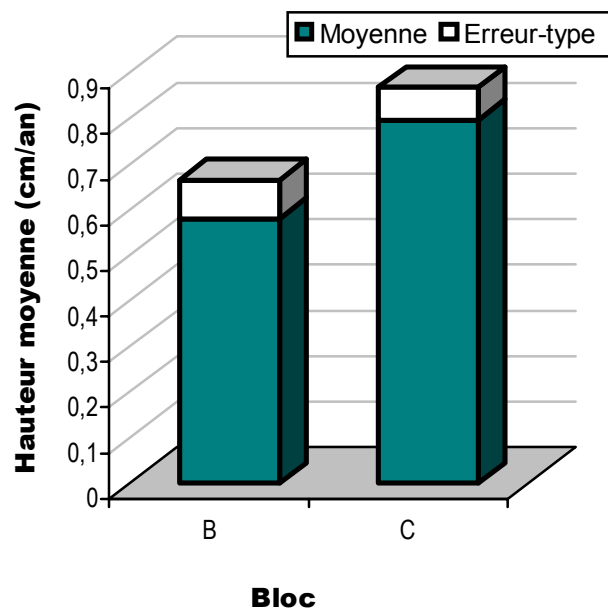
**Tableau 12** - Coefficient de distribution et nombre moyen de tiges à l'hectare en fonction du traitement de préparation de terrain et selon le type de plant reboisé

Type de plants	Préparation de terrain	CD	Nb ti/ha
Récipients	B	42% ± 17%	1563 ± 2325
	C	54% ± 17%	2857 ± 3095
Racines nues	B	50% ± 17%	2500 ± 2708
	C	19% ± 14%	1563 ± 2325
<b>Moyenne</b>	<b>B</b>	<b>46% ± 14%</b>	<b>2031 ± 1613</b>
	<b>C</b>	<b>37% ± 20%</b>	<b>2167 ± 1720</b>
	<i>Récipients</i>	<i>48% ± 19%</i>	<i>2167 ± 1724</i>
	<i>Racines nues</i>	<i>35% ± 18%</i>	<i>2031 ± 1616</i>

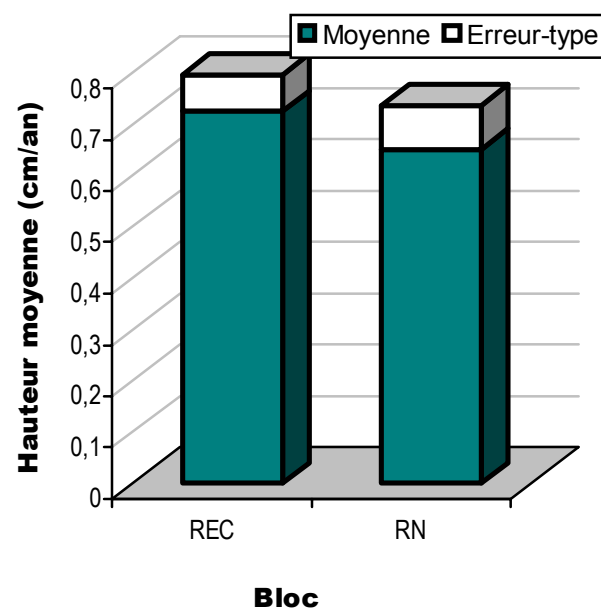
B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul.

Pour ce qui est de la hauteur, nos observations indiquent que les plants à racines nues présentent une hauteur comparable à celle des plants en récipients, cinq ans après leur mise en terre. Le type de traitement de préparation de terrain (avec ou sans débroussaillage) semble donc avoir plus d'influence sur la hauteur des plants retrouvés après cinq ans que ne l'a le mode de culture en pépinière.

a) selon le traitement de préparation de terrain



b) selon le type de plants



B= Débardage, débroussaillage; C=Débardage seul.

**Figure 18 -** Hauteur moyenne des chênes pour chaque traitement testé en fonction a) de la préparation de terrain appliquée ou b) du type de plants reboisés.

### **Question 9**

---

**Les plants à racines nues présentent-ils des taux de survie et de croissance similaires à ceux des plants en récipients ?**

Cela dépend du type de préparation de terrain appliqué. Ainsi, sur les sites débroussaillés, les deux types de plants présentent des distributions similaires mais sur sites non débroussaillés, de fortes mortalités sont à prévoir chez les plants à racines nues.

La croissance observée chez les chênes à racines nues et en récipients ne s'est pas avérée différente chez les deux types de plants, quoique ceux en récipients présentaient une hauteur légèrement supérieure. La meilleure conformation du système racinaire chez les plants en récipients, telle que dénotée par certains auteurs (Crunkilton *et al.*, 1992), de même que le fait que le plant conserve sa motte de terre au pourtour des racines ont probablement contribué à réduire le choc de transplantation chez les plants reboisés.

# 7. Discussion

---

## 7.1 Influence de la station sur la régénération en chêne

Le chêne est une espèce particulièrement bien adaptée aux milieux pauvres, grâce notamment à son système racinaire bien développé. Aussi, en absence de perturbation importante, il est fréquent de retrouver les plus grandes quantités de chênes sur les sites peu fertiles et secs, telles que déjà observées par de nombreux auteurs (Dawson *et al.*, 1990; Ward, 1992; Dey et Parker, 1996). Le dispositif faisant l'objet de ce rapport n'échappe pas à cette règle: tous les semenciers de chênes conservés lors de la coupe d'ensemencement étaient situés sur un sommet où les affleurements rocheux étaient fréquents.



**Figure 19 -** Chêne croissant sur site très mince (affleurement rocheux à l'arrière)

Le fait que ce ne soit pas toutes les espèces ligneuses qui puissent survivre dans de telles conditions s'explique par les caractéristiques morphologiques de chacune d'elles. En champ, les arbres sont confrontés à un dilemme entre l'absorption de CO<sub>2</sub> par les feuilles et la perte d'eau par transpiration qui survient lors de cette même absorption. Les chênes sont relativement bien adaptés aux stress hydriques en raison de leur système racinaire imposant, de leur morphologie foliaire et de leur capacité à maintenir des échanges gazeux à des niveaux de déshydratation avancée (Abrams, 1990). La figure 19 illustre bien cette tolérance aux stress hydriques élevés en mi-journée qui surviennent rapidement sur les sites minces et secs; on y voit que la compétition présente semble perdre sa turgescence alors que le plant de chêne le plant de chêne ne semble pas avoir atteint ce niveau de stress physiologique. Les caractéristiques foliaires (morphologie réduisant la transpiration tout en maintenant les échanges gazeux) et racinaires (pivot développé pour

permettre l'absorption de l'eau dans les couches profondes du sol) permettent sans doute au chêne de bien réagir face aux déficits hydriques, ce qui assure au plant une meilleure compétitivité sur de tels sites.

Il est difficile de déterminer dans quelle mesure la station a été responsable des distributions et de densités observées dans le dispositif en raison du fait que sur cette station, des semenciers

étaient présents pour assurer le recrutement de nouveaux semis et ainsi atténuer l'importance de la mortalité. Au niveau de la croissance toutefois, il est clair que les stations mésiques ont engendré des plants de plus forte taille. Cette situation a été notée par Larson (1980) qui a observé que même si le chêne est tolérant au stress hydrique, cela ne l'empêche pas de subir des contrecoups de la sécheresse en présentant, sur ce type de station, des niveaux de croissance inférieurs et des taux de mortalité plus élevés. Les auteurs notent à cet effet que lorsque soumis à des stress hydriques importants, les chênes présentent de plus faibles surfaces foliaires, des croissances en hauteur réduites et une augmentation des taux de mortalité des pousses annuelles.

Il semble donc qu'un compromis doit être fait quant au type de station qui sied le mieux au chêne. Sur les sites riches, la régénération en chêne est forte en jeune âge mais tend à diminuer par la suite en raison de la forte compétition. En revanche, sur les sites plus pauvres, la germination est abondante mais le taux de survie des semis y est meilleur, grâce notamment à de meilleures conditions lumineuses en sous-bois (Dey et Parker, 1996). Ces observations sont appuyées par d'autres études qui démontrent que les semis de chêne sont plus nombreux sur les sites secs où la couverture arbustive et herbacée n'est pas aussi dense (Lorimer et al., 1994).

## 7.2 Surface terrière optimale à conserver lors de la coupe d'ensemencement

Comme les chênes rouges établis dans une coupe totale ne croissent pas suffisamment rapidement pour supplanter la compétition (Sander, 1979), l'utilisation de coupe progressive constitue un moyen tout désigné pour limiter l'expansion de la végétation indésirable tout en favorisant la croissance des semis en sous-bois.

Il est difficile de déterminer les surfaces terrières optimales à conserver puisque celles-ci sont faiblement corrélées au pourcentage de couvert résiduel qui sera retrouvé après la coupe. En règle générale, on peut affirmer que des coupes laissant entre 9 et 12 m<sup>2</sup>/ha produisent suffisamment de lumière (45 % de la pleine lumière) pour augmenter significativement la croissance des espèces semi-tolérantes (Godman et Tubbs, 1973, Kelty, 1987).

Nos résultats indiquent que la surface terrière optimale à conserver dans le cas du chêne se situe entre 10 et 14 m<sup>2</sup>/ha. À ces niveaux, la croissance du chêne est légèrement supérieure et celle des espèces de compétition est en régression. Par ailleurs, nous avons noté une augmentation de la taille des hêtres dans les parcelles présentant des surfaces terrières supérieures à 14 m<sup>2</sup>/ha, ce qui indique que sur les sites présentant une problématique d'envahissement par cette espèce, des surfaces terrières résiduelles d'au maximum 14 m<sup>2</sup>/ha doivent être conservées. À ce prélèvement, on peut s'attendre à des probabilités de blessures sur moins de 10 % des tiges d'avenir.

Il nous est impossible de déterminer à quel pourcentage de couverture ces surfaces terrières correspondent et comment elles peuvent être rattachées aux données de 1997 puisque le verglas de janvier 1998 a entraîné des bris de cimes dans le peuplement. On peut toutefois supposer qu'ils se rapprochent du taux maximum de photosynthèse chez le chêne qui est atteint à 30 % de la pleine lumière (Sander, 1979)<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Les niveaux observés en sous-bois, dans un peuplement pleinement stocké, correspondent à moins de 10 % de la pleine lumière

## 7.3 Mode de régénération à privilégier

### 7.3.1 Régénération naturelle

En tout temps, la régénération naturelle demeure une solution peu coûteuse pour la régénération du chêne : les distributions obtenues par cette méthode sur station xérique équivalent celles obtenues par ensemencement ou par plantation.

Sur sites xériques et lorsque des semenciers sont présents, les niveaux de régénération engendrés par la conservation de semenciers semblent suffisants pour régénérer adéquatement le chêne<sup>8</sup>, laissant entrevoir qu'une production prioritaire en chêne est possible sur de tels sites. Des coefficients de distribution de plus de 50 % ont été obtenus en alliant la coupe progressive et le débroussaillage sous couvert<sup>9</sup>. Cet aspect sera d'ailleurs discuté à la section 6.

Sur sites mésiques, il est peu probable que la régénération du chêne puisse être aussi facile : la compétition qui y est présente risque d'éliminer progressivement les chênes naturellement installés, car ceux-ci orientent leur croissance juvénile principalement sur leur système racinaire. Aussi, sur de tels sites, les travaux d'entretien devraient être plus fréquents pour assurer un retour bien stocké en chêne. Ceci devrait être fait en gardant à l'esprit que les chênes présentent des croissances largement supérieures sur ces stations et devraient engendrer des volumes commerciaux plus rapidement que sur station xérique.

### 7.3.2 Supplément à la régénération naturelle

Lorsque la régénération naturelle est insuffisante, un supplément en régénération, soit par ensemencement, soit par plantation peut être souhaitable. Nous avons observé une forte réduction de la variabilité de la distribution par ce type de traitement, ce qui indique que des distributions plus uniformes sont obtenues de cette façon. Ceci s'explique par le fait que les meilleurs sites ont été recherchés pour la mise en terre des plants et des glands, ce qui n'est pas nécessairement assuré par les activités des écureuils qui constituent un mode de dispersion secondaire important pour le chêne (Crow *et al.*, 1994).

La plantation est un mode de supplément à la régénération efficace, car elle permet l'obtention de meilleurs taux de survie. Les chênes reboisés possèdent en effet un système racinaire qui s'est développé sous des conditions optimales au niveau nutritionnel et dont les réserves pourront permettre la subsistance des plants sur une plus longue période. Les chênes sont de bons candidats à la plantation sous couvert car non seulement ils peuvent réagir promptement à une

<sup>8</sup> Si un débroussaillage a été initialement effectué

<sup>9</sup> Le manuel d'aménagement recommande, pour une production prioritaire de feuillus peu tolérants, un coefficient de distribution à atteindre d'entre 30 et 40 % selon le fait que la strate de retour sera composée à dominance de chêne ou de chêne associé aux érables, et ce, deux et huit ans après la coupe finale (MRNQ, 1997).

coupe finale, mais en plus, ils possèdent une bonne capacité à rejeter à la suite de blessures qui auraient pu être causées par les opérations mécanisées (Tworkoski *et al.*, 1986).

Les chênes ensemencés ne possèdent pas cet avantage compétitif des plants issus de pépinière et ils doivent, tout comme la régénération naturelle, bâtir eux-mêmes leur système racinaire.

Sur les sites présentant de très faibles niveaux de compétition et où il existe très peu de semenciers, ce mode de régénération peut être préférable à la plantation car il est moins dispendieux mais les niveaux de régénération qui seront apportés par cette technique ne seront pas aussi élevés que ceux qui auraient été amenés par plantation.

### 7.3.3 Réintroduction du chêne par régénération artificielle

Nos résultats démontrent qu'il est possible de réintroduire le chêne rouge à des coefficients de distribution équivalents à ceux retrouvés sur sites xériques, en autant que des traitements appropriés soient appliqués lors de la coupe progressive. Ainsi, par plantation, des coefficients de distribution de 46 % ont été obtenus grâce un débroussaillage du sous-bois lors de la coupe. Ces distributions sont sensiblement les mêmes que celles observées par Myers *et al.* (1989) qui ont évalué à 50 %, le taux de survie après 6 ans dans une plantation sous couvert de chênes en terrain débroussaillé.

Le but de la plantation sous couvert est fréquemment, en plus de suppléer à la régénération, de s'assurer que les plants auront un avantage compétitif certain face à la régénération préexistante (Dey et Parker, 1996), fournie, entre autres, par une morphologie optimale. Toutefois et contrairement à ce que l'on pourrait penser, les plants reboisés n'ont pas nécessairement une longueur d'avance sur les semis de par leur plus forte taille. Au contraire, ceux-ci subissent souvent une période où la croissance et les processus physiologiques sont inhibés (choc de transplantation) (Dey et Parker, 1996). Ceci arrive en raison 1) de blessures lors de la manutention des plants, de l'emménagement des plants pour l'hiver, de la plantation; 2) du faible contact initial entre les racines et l'eau; 3) le ratio cime : racine des plants qui est peu adaptée aux conditions environnementales. Nous avons observé ce genre de choc de transplantation pour une grande majorité des plants comme en font foi les densités en semis qui étaient plus élevées en 2001 qu'en 1997 malgré l'absence de semenciers sur le parterre, de même que les croissances en hauteur qui étaient semblables pour les plants reboisés et ensemencés. Encore ici, la grande capacité de réserve du système racinaire des chênes reboisés aura sauvé une bonne partie des plants en permettant la formation de nouvelles tiges.

On peut considérer que l'ensemencement sur site mésique présente un succès plutôt mitigé avec un coefficient de distribution de 18 % et un nombre moyen de 385 semis à l'hectare, cinq ans après la mise en terre des glands. Ce type d'opération ne permettrait donc pas une réintroduction efficace du chêne si celui-ci est absent du site, et ce, même si un débroussaillage est réalisé avant l'ensemencement. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette situation : le fait notamment que les chênes ensemencés n'ont probablement pas suffisamment profité des conditions de lumière créées par la coupe pour se constituer un système racinaire vigoureux. Lorsque le couvert s'est refermé en raison de la compétition, les chênes n'auront alors pas été suffisamment hauts pour



profiter de la lumière et ils auront probablement succombé avec les années. Les opérations de débardage blessant les racines de hêtre auront sûrement contribué à cette compétition. De nombreux auteurs ont en effet noté qu'une grande proportion des drageons de hêtre tiraient leur origine de blessures sur les racines sises dans l'horizon de surface (Jones et Raynal, 1986; Jones et Raynal, 1988; Held, 1983), blessures qui auraient été faites au moment de la récolte.

### 7.3.4 Type de plants à reboiser

Les observations indiquant que les plants à racines nues de forte dimension mènent à de meilleures performances au champ ont entraîné la perception que le choix des plants à reboiser devrait se porter sur des plants de forte taille (Johnson *et al.*, 1984). Cependant, la croissance des pousses est généralement faiblement corrélée à la taille initiale de la tige (Thomson et Shultz, 1995) et il est faux de croire que plus un plant est de taille impressionnante, mieux il se débrouillera face à la compétition. Au contraire, nous avons observé une incidence importante de chocs de transplantation qui, en entraînant la mortalité de la tige principale, ramenaient à zéro la taille initiale des plants.

C'est plutôt le ratio tige : racine qui devrait être l'élément le plus important à considérer pour évaluer les chances de succès de la plantation (Johnson, 1984; Gottshalk et Marquis, 1982). À ce sujet, plusieurs études démontrent que le système racinaire de plants en récipients est généralement mieux développé au champ que celui des plants à racines nues, un an après leur mise en terre (Crunkilton *et al.*, 1992), ce qui entraîne de meilleures croissances (Teclaw et Isebrand, 1993; Myers *et al.*, 1989). Nos résultats corroborent ces affirmations et indiquent une tendance à de meilleures croissances chez les plants en récipients. Ceci s'explique par le fait que ce type de plants, bien que généralement de plus faible taille que les plants à racines nues présentent une initialisation rapide de leur croissance racinaire après la mise en terre (Johnson *et al.*, 1984). La motte qui protège les racines lors des manutentions et de la plantation, explique sans doute la meilleure reprise de la croissance de ce type de plants au cours de la première saison de croissance en champ (Dey et Parker, 1996).

Les taux de survie des plants que nous avons observés concordent avec ceux de Myers *et al.* (1989) où de meilleurs taux de survie chez les plants en récipients que chez les plants à racines nues 2+0 plantés sur sol mince. Encore ici, le système racinaire mieux protégé chez les plants en récipients peut leur permettre de mieux recouvrir suite à un choc de transplantation. De plus, la grosseur des plants à racines nues (plus difficiles à planter adéquatement sur un sol mince), les rend probablement plus vulnérables à la sécheresse (mauvais contact entre les racines et le sol).

## 7.4 Traitements de contrôle de la végétation compétitrice

Le succès de la régénération du chêne rouge dépend plus de la disponibilité lumineuse que de tout autre élément (Abrams, 1992; Schlesinger *et al.*, 1993). Un environnement ombragé prolongé résulte en une faible croissance, de faibles niveaux de réserves en carbohydrates (sucres), un faible pouvoir de rejets et éventuellement la mortalité des semis (Dey et Parker, 1996; Johnson, 1984). Lorsque 30 % du territoire est dominé par des espèces de compétition et que les chênes font moins de 30 cm, il est recommandé de contrôler la végétation compétitrice (OMNR, 1990).

Les traitements de retrait de la végétation lorsqu'associés à une augmentation de la luminosité en sous-couvert conduisent à de meilleurs taux de survie et de croissance des semis naturels comme de ceux issus de régénération artificielle (Johnson, 1984; Gottschalk et Marquis, 1982). En tout temps, l'élimination du sous-couvert est donc recommandée pour assurer le succès de la régénération (Loftis, 1990; Dey et Parker, 1996; Hill et Dickmann, 1988). Les effets du débroussaillage peuvent par la suite se poursuivre jusqu'à 10 ans après l'établissement (Schlesinger *et al.*, 1993).

### 7.4.1 Débroussaillage

L'abondance de la régénération de chêne retrouvée sur un site donné est moins reliée à la dispersion et la germination des semences qu'aux facteurs environnementaux dans lesquels les plants évoluent. Ainsi, même si la présence de la compétition fournit des conditions environnementales intéressantes pour la germination (abri, réduction des écarts de température au niveau du sol), une compétition sévère et des niveaux de luminosité trop faibles réduisent à la fois l'établissement et la croissance des semis de chêne, ce qui conduit inévitablement à la formation d'une régénération trop éparse et non suffisamment rigoureuse pour dominer le site (Crow, 1992; Dey et Parker, 1996).

Avec des coefficients de distribution de 60 % en espèces compétitrices, le chêne peut bien s'établir (Johnson, 1984), mais au-delà, des risques de mortalité sont à prévoir. Ainsi, Lorimer *et al.* (1994) ont observé une diminution substantielle du nombre de chênes rouges (de 1467 à 33 semis/ha en 5 ans) dans les parcelles non dégagées en comparaison avec une diminution de 3167 à 1433 dans les parcelles débroussaillées. Par ailleurs, sur les sites secs, ils ont même dénoté une augmentation du nombre de semis de 2000 à 3933 semis/ha dans les parcelles débroussaillées, ce qui suggère que la compétition en sous-bois est l'un des principaux facteurs inhibant la croissance des semis de chênes.

Les travaux de débroussaillage sous couvert, tels que pratiqués sur le site, ont été réalisés en novembre 1996, lors de la période de dormance des plants. Les plantes ligneuses, lors de la période hivernale, stockent une grande partie de leurs réserves dans leurs racines jusqu'au printemps ce qui rend parfois inefficace un traitement qui vise l'éradication de la tige. Les racines

provoquent alors le rejet de celle-ci grâce aux réserves contenues dans les racines. C'est probablement ce qui s'est passé avec le hêtre et l'érable de Pennsylvanie dont le nombre de tiges a été décuplé par l'application du traitement de débroussaillage.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, le contrôle de la végétation n'entraîne nécessairement pas de meilleures croissances. Ainsi, selon certains, les chênes plantés sous couvert sont substantiellement plus hauts lorsque la végétation n'était pas contrôlée car cette dernière les protège contre le broutage et le gel (Gordon *et al.*, 1995), alors que d'autres observent des hauteurs moyennes plus hautes dans les parcelles éclaircies en comparaison avec les parcelles non éclaircies (Myers *et al.*, 1989; Johnson, 1984). Nos résultats reflètent cette ambiguïté car nous avons observé que les tiges dominantes de chêne étaient significativement plus hautes à mesure que la taille moyenne de la compétition augmentait. Cependant si l'on considère les chênes ensemencés (dont certains présentant des caractéristiques morphologiques semblables aux chênes naturels), on s'aperçoit que c'est le débroussaillage qui entraîne les meilleures croissances.

L'origine des semis semble donc engendrer des besoins de dégagement qui diffèrent : chez les semis qui doivent construire leur système racinaire, un traitement de débroussaillage semble essentiel pour permettre sa constitution. À l'opposé, les plants reboisés dont les racines sont déjà imposantes ne semblent pas avoir besoin de ce traitement pour croître de façon optimale. Dans ce cas précis, la nécessité d'un traitement de débroussaillage passe donc plutôt par la notion d'une distribution minimum à maintenir dans le peuplement. Il est certain que celui-ci sera légèrement inférieur dans les parcelles non traitées que dans celles qui ont été débroussaillées.

## 7.4.2 Scarification

La préparation de terrain peut améliorer le potentiel du site pour l'établissement du chêne (OMNR, 1990) en permettant la création de microsites d'ensemencement favorables et en contrôlant la végétation compétitrice. La scarification peut aussi être utilisée pour contrôler la compétition en affectant le système racinaire des compétiteurs et en les déracinant. La scarification, réalisée en combinaison avec une bonne année semencière, augmentera le nombre de semis initialement établis (Schlesinger *et al.*, 1993).

La scarification a été retenue comme préparation de terrain à tester en raison du fait qu'elle améliore la germination et que les semis de chêne sont généralement plus nombreux lorsque la surface du sol a été perturbée (Schlesinger *et al.*, 1993). À moyen terme, nos observations indiquent que ce traitement a engendré des distributions équivalentes à celles rencontrées dans les blocs non scarifiés. Tel que mentionné au **point 4.2**, la présence d'un semencier stérile dans le bloc 1 rend impossible l'évaluation de l'effet de la scarification sur la régénération naturelle. En effet, on notait déjà après un an que la régénération dans ce bloc était déficiente malgré la présence d'un semencier occupant 16 % du couvert résiduel après intervention (Lessard *et al.*, 1999).

# 8. Recommandations

---

## 8.1 Essence principale objectif

Selon certains auteurs, entre 1000 et 10 000 semis /ha de chênes sont nécessaires pour assurer la régénération du chêne (Clark et Watt, 1971). Schlesinger *et al.* (1993) mentionnent pour leur part qu'une régénération adéquate peut être obtenue à partir de 1087 ti/ha. Si l'on s'en tient à ces barèmes, il est possible d'affirmer que huit des onze blocs répondent à ce critère.

On peut donc affirmer que le traitement de coupe progressive avec débroussaillage semble en bonne voie d'assurer au dispositif une production prioritaire de chêne sur les sites xériques, et ce, même sans apport extérieur de plants par régénération artificielle. En effet, le manuel d'aménagement recommande, pour une production prioritaire de feuillus peu tolérants, une distribution à atteindre entre 30 et 40 % selon le fait que la strate de retour sera composée à dominance de chêne ou de chêne associé aux érables, et ce, deux et huit ans après la coupe finale (MRNQ, 1997). Encore ici, on peut assumer que la coupe progressive atteint ces critères dans presque tous les blocs et seuls les blocsensemencés sur site mésique (blocs 7 et 9) et le bloc 1, où le semencier était stérile n'ont pas atteint cet objectif. Étant donné la taille des parcelles échantillon (1,13 m de rayon), on peut toutefois estimer que les coefficients de distribution évalués dans le dispositif sont très conservateurs en comparaison avec des parcelles de 25 m<sup>2</sup>.

## 8.2 Choix du traitement de contrôle de la végétation compétitrice

La régénération du chêne passe par le contrôle de la végétation non seulement pour son installation mais également une fois celle-ci établie (Crow, 1988). Ce contrôle est essentiel au maintien de la régénération en chêne dans les peuplements, particulièrement en jeune âge, moment où le chêne oriente sa croissance sur son système racinaire plutôt que sur sa tige.

Nous recommandons particulièrement un contrôle de la végétation pour les chênes originant d'ensemencement artificiel ou naturel et dont le système racinaire a besoin de lumière pour se constituer.

En regard des résultats obtenus, nous ne recommandons pas la scarification du site lors de la coupe d'ensemencement. Les distributions à moyen terme obtenues à la suite de ce type d'intervention, évalué lors du rapport initial à 375 \$/ha (Lessard *et al.*, 1999), ne justifient pas de tels coûts.

C'est après une période de plus de 2 ans en milieu ombragé que la mortalité chez les semis survient (Johnson, 1984). Aussi, il est essentiel de suivre minutieusement la régénération tant que celle-ci n'est pas partie intégrante des tiges dominantes en un nombre et un coefficient de distribution adéquats.

Comme un contrôle de la végétation sera probablement nécessaire pour maintenir le chêne dans sa position actuelle dans le peuplement et éviter que les tiges opprimées ne disparaissent, nous recommandons d'effectuer un second dégagement des plants dans un délai assez court afin de permettre aux chênes de profiter pleinement de l'élimination du couvert créé par la coupe finale. Afin de limiter la formation de nouveaux rejets, nous recommandons également que cette intervention soit pratiquée avant l'aoûtement des arbres feuillus, soit en juin ou juillet. Un dégagement à ce moment précis aura sans doute comme effet d'assurer un avantage indéniable aux chênes qui profiteraient de l'absence de compétition pour croître rapidement.

### 8.3 Regarni et réintroduction du chêne rouge

Les coûts engendrés par les regarnis ne valent peut-être pas l'effort qu'ils nécessitent car les distributions moyennes engendrées par ce type de régénération sont les mêmes que celles obtenues par régénération naturelle. En fait, les seuls avantages que nous avons observés par cette méthode sont de réduire les écarts dans la distribution des tiges et d'ainsi assurer une régénération uniforme sur le parterre de coupe.

Dans le cas où un regarni s'avère essentiel, nous recommandons l'ensemencement artificiel qui, même s'il engendre de moins bons coefficients de distribution, présente un coût moins prohibitif. Dans ce cas, des taux d'ensemencement plus élevés que ceux pratiqués dans le cadre de ce projet sont à prévoir.

Les résultats de l'ensemencement artificiel nous indiquent que cette méthode n'apporte pas les résultats escomptés pour une réintroduction du chêne, particulièrement sur les sites riches. Sur ce type de station, la plantation semble de loin préférable en raison de la meilleure conformation racinaire des plants. Si une réintroduction est souhaitée sur sites xériques, nous recommandons l'utilisation de l'ensemencement.

Nous ne recommandons pas l'utilisation de l'ensemencement artificiel pour la réintroduction du chêne sur les sites mésiques où il est absent. Les faibles distributions rencontrées indiquent que les plants issus de ce mode d'ensemencement ne sont pas suffisamment compétitifs face à des essences à croissance plus rapide d'où la disparition progressive des semis. En effet, les semis issus d'ensemencement artificiel doivent former leur système racinaire en jeune âge et ne consacrent pas suffisamment de ressources à la croissance en hauteur pour se maintenir dans une position dominante ou co-dominante parmi les espèces en régénération. Par conséquent, si une réintroduction est envisagée nous recommandons qu'elle le soit par plantation à l'aide de plants en récipients, de préférence.

## 8.4 Suivis

Tel que démontré dans ce rapport, les plants de chêne, bien que présentant des abondances et des distributions acceptables ne sont pas nécessairement en position dominante dans la cohorte de régénération. Aussi, nous soulignons l'importance des suivis afin de suivre leur évolution sur le parterre de coupe.

La croissance des chênes étant par la suite supérieure en conditions de coupe totale qu'en conditions de coupes partielles, il est fort probable que la croissance des chênes accélère fortement au cours des prochaines saisons. À ce sujet, il serait intéressant de réaliser un remesurage dans un intervalle de deux années afin de suivre la croissance des tiges d'avenir à la suite de la coupe finale.

# 9. Conclusion

---

Le signal d'alarme pour une problématique de biodiversité des espèces est venu d'un forestier d'une compagnie (Pro-Folia) inquiète de la régression du chêne rouge sur l'ensemble de son territoire et du peu de mesures entreprises pour la contrer. Un projet d'étude sur les méthodes de restauration fut réalisé par le CERFO en partenariat avec les entreprises Pro-Folia, les Industries James MacLaren et le MRN-Buckingham.

Actuellement, le projet a permis de valider les principales recettes suggérées pour assurer le retour du chêne rouge. Les facteurs de réussite (présence de semenciers, année semencière, ouverture du couvert, élimination des gaulis et lit de germination) ont été décrits dans un premier rapport (Lessard et al., 1999) et il y a lieu de considérer un potentiel de production de haute qualité étant donné l'abondance étonnante et la diversité des espèces suite aux interventions réalisées.

Le régime de la futaie régulière et la coupe progressive semblent convenir au chêne qui possède des semences lourdes. La possibilité de regarnir par ensemencement manuel représente une alternative valable sur sites xériques. Le présent rapport fait d'ailleurs ressortir toute l'importance de la station dans la constitution d'une régénération comportant une portion importante de chêne. Ainsi, l'aménagiste doit garder en tête que sur les sites où le chêne est compétitif, le nombre d'interventions au niveau de la compétition sera réduit. Restaurer le chêne sera plus facile et moins coûteux aux endroits où il en demeure encore sur pied, mais il ne faudrait pas exclure la possibilité de le réintroduire ailleurs, par plantation notamment. À ce sujet, les plants en récipients semblent démontrer une bonne capacité d'adaptation et de meilleures croissances, même sur sites non débroussaillés.

La coupe finale ayant été réalisée, il est permis de croire que le chêne conservera un statut important dans le peuplement en autant que des interventions de maintien sont pratiquées avant qu'une mortalité importante ne survienne parmi les tiges codominantes et intermédiaires. Des suivis sur les besoins éventuels des chênes en matière de dégagement seront alors nécessaires pour assurer la réussite du traitement.

# Références

---

- Abrams, M.D., 1990.** Adaptations and responses to drought in *Quercus* species of North America. *Tree Physiol.* 7 : 227-238.
- Abrams, M.D., 1992.** Fire and the development of oak forests. *Biosci.* 42 : 346-351.
- Clark, F.B. et R.F. Watt. 1971.** Silvicultural methods for regenerating oaks. In Proc. of Oak Symp. at Morgantown, W. Va., 27-43. Upper Darby, Pa.: Northeast. For. Expt. Sta., USDA.
- Crow, T.R. 1988.** Reproductive Mode and Mechanisms for Self-Replacement of Northern Red Oak (*Quercus rubra*)-A Review. *For. Sci.* 34(1):19-40.
- Crow, T.R. 1992.** Population dynamics and growth patterns for cohort of northern red oak (*Quercus rubra*) seedlings. *Oecologia.* 91:192-200.
- Crow, T.R., W.C. Johnson et C.S. Adkisson, 1994.** Fire and recruitment of *Quercus* in a postagricultural field. *Amer. Mid. Natur.* 131 : 84-97.
- Crunkilton, D.D, S.G. Pallardy et H.E. Garrett. 1992.** Water relations and gas exchange of northern red oak seedlings planted in central Missouri clearcut and shelterwood. *For. Ecol. Manage.* 53:117-129.
- Dawson, J.O., J. McCarthy, J. rousch et D.M. Stenger, 1990.** Oak regeneration by clearcutting after a series of partial cuts. North Central Forest Experiment Station, USDA Forest Service, Gen. Tech. Rep NC-132. p 181-184.
- Dey, D.C. et W.C. Parker. 1996.** Regeneration of Red Oak (*Quercus rubra* L.) Using Shelterwood Systems: Ecophysiology, Silviculture and Management Recommendations. Ontario MNR, Ontario For. Res. Institute. Sault Ste. Marie, Ontario, For. Res. Inf. Pap. N° 126, 59 p.
- Dumont, M. 1995.** Plantation des feuillus nobles : guide. Les publications du Québec, 126 p.
- Godman, R.M. et C.H. Tubbs, 1973.** Establishing even-age northern hardwood regeneration by the shelterwood method – a preliminary guide. North Central Forest Experiment Station, USDA Forest Service, Res. Pap. NC-99. 9 p.
- Gordon, A.M., J.A. Simpson et P.A. Williams. 1995.** Six-year response of red oak seedlings planted under a shelterwood in central Ontario. *Can. J. For. Res.* 25:603-613.
- Gottschalk, K.W. et D.A. Marquis. 1982.** Survival and Growth of Planted Red Oak and White Ash as Affected By Residual Overstory Density, Stock Size, and Deer Browsing. In Proc. of Fourth Central Hardwood Forest Conf. at Univ. of Ky.. R.N. Muller Ed. p.125-140.
- Hill, J.P. et D.I. Dickmann. 1988.** A Comparison of Three Methods for Naturally Reproducing Oak in Southern Michigan. *North. J. Appl. For.* 5:113-117.
- Johnson, P.S. 1984.** Responses of planted northern red oak to three overstory treatments. *Can. J. For. Res.* 14:536-542.
- Johnson, P.S., 1977.** Predicting oak stump sprouting and sprout development in the Missouri Ozarks. North Central Forest Experiment Station, USDA Forest Service. Research Paper NC-149. 11 p.



- Johnson, P.S., S.L. Sovinger et W.G. Mares, 1984.** Root, shoot and leaf area growth potential of northern red oak planting stock. *For. Sci.* 30 : 1017-1026.
- Jones, R.H. et D.J. Raynal, 1986.** Spatial distribution and development of root sprouts in *Fagus grandifolia* (Fagaceae). *Am. J. Bot.* 73 : 1723-1731.
- Jones, R.H. et D.J. Raynal, 1988.** Root sprouting of American beech (*Fagus grandifolia*) : effects of root injury, root exposure and season. *For. Ecol. Manag.* 25 : 79-90.
- Kelty, M.J., 1987.** Shelterwood cutting as an even-aged reproduction method. Dans : *Proc. Managing northern hardwoods symposium*. SAF Publ. no 87-03. p 128-142.
- Kolb, T.E., T.W. Bowersox et L.H. McCormick.** Influences of light intensity on weed-induced stresses of tree seedlings. *Can. J. For. Res.* 20:503-507.
- Larsen, D.R. et P.S. Johnson. 1998.** Linking the ecology of natural oak regeneration to silviculture. pp. 1-7 In R. Rogers et H. Spiecker (Guest Eds.). *Aspects of natural regeneration of oak. Selected papers from an IUFRO conference symposium*. Tampere, Finland, August 1995.
- Larsen, M. M., 1980.** Effects of atmospheric humidity and zonal soil water stress on initial growth of planted red oak seedlings. *Can. J. For. Res.* 10 : 549-554.
- Lessard, G., D. Blouin, N. Zenadocchio et G. van der Kelen, 1999.** Étude de l'impact de divers travaux sylvicoles sur la régénération de feuillus tolérants dans l'Outaouais. Centre d'enseignement et de recherche de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 99-03. 53 p., 4 annexes.
- Loftis, D.L., 1983.** Regenerating southern Appalachian mixed hardwood stands with the shelterwood method. *South. J. Appl. For.* 7 (4) : 212-217.
- Loftis, D.L. 1990.** Preharvest herbicide treatment improves regeneration in southern Appalachian hardwoods. *South. J. Appl. For.* 9(3): 177-180.
- Lorimer, C.G., J.W. Chapman and W.D. Lambert. 1994.** Tall understory vegetation as a factor in the poor development of oak seedlings beneath mature stands. *J. of Ecology*, 82: 227-237.
- Marquis, D.A., P.L. Eckert and B.A. Roach. 1976.** Acorns weevils, rodents and deer all contribute to oak-regeneration difficulties in Pennsylvania. USDA. *For. Serv. Res. Pap.* NE-365. 5 p.
- MRNQ, 1997.** Manuel d'aménagement forestier. Gouvernement du Québec 122 p.
- Muller, G. 1987.** Le chêne rouge d'Amérique dans le Nord-est de la France : croissance en hauteur et fertilité des stations. Mémoire de stage de 3<sup>e</sup> année de l'ENITEF.
- Myers, R.K., B.C. Fischer and G.M. Wright. 1989.** Survival and Development of Underplanted Northern Red Oak Seedlings: 6-year Results. In *Proc. of Seventh Central Hardwood Forest Conference at Carbondale, Ill.* edited by G. Rink, General Technical Report, 150-155. Carbondale: Southern Ill. Un.
- OMNR. 1990.** A silvicultural guide for the tolerant hardwood. 34-37, 106-116.
- Robitaille, A. et J.P. Saucier. 1998.** Paysage régionaux du Québec méridional. Les publications du Québec, Québec.
- Sander, I.L. 1979.** Regenerating oaks with the shelterwood system. pp. 54-60 In H. Holt (Ed.). *Regenerating oaks in upland forests. The 1979 John S. Wright For. Conf. Proc.* Purdue Univ., W. Lafayette, IN.
- Sander, I.L., 1990.** Northern Red Oak in *Sylvics of North America Hardwood*. Vol. 2, Forest Service, USDA, p. 727-733.

- Schlesinger, R.C., I.L. Sander et K.R. Davidson. 1993.** Oak regeneration potential increased by shelterwood treatments. USDA Forest Service, North Central For. Expt. Sta. 149-153.
- Teclaw, R.M. et J.G. Isebrands. 1993.** An artificial regeneration system for establishing northern red oak on dry-mesic sites in Lake States, USA. Ann. Sci. For. 50:543-552.
- Thomson, J.R. et R.C. Schultz, 1995.** Root system morphology of *Quercus rubra* L. planting stock and 3-year field performances in Iowa. New For. 9 : 225-236.
- Tubbs, C.H et D.R. Houston.** American Beech – *Fagus grandifolia* Ehrh. Dans : Silvics of the forest trees.
- Tworkoski, T.J., D.W. Smith et D.J. Parrish. 1986.** Regeneration of Red Oak, White Oak, and White Pine by Underplanting Prior to Canopy Removal in Virginia Piedmont. South. J. Appl. For. 10:206-210.
- Ward, J.S., 1992.** Response of woody regeneration to thinning mature upland oak stands in Connecticut, USA. For. Ecol. Manage. 49 : 219-231.

# **ANNEXE 1**

---

## INDEX DES NOMS LATINS DES ESPÈCES

Nom français	Nom latin	Abbréviation
Cerisier de Pennsylvanie	<i>Prunus pensylvanica</i>	PRP
Érable de Pennsylvanie	<i>Acer pensylvanicum</i>	ERP
Framboisiers	<i>Rubus sp.</i>	RUI
Mûrier	<i>Rubus occidentalis</i>	RUO
Viornes	<i>Viburnum sp.</i>	VIL
Chêne rouge	<i>Quercus rubra</i>	CHR
Hêtre à grandes feuilles	<i>Fagus grandifolia</i>	HEG
Érable rouge	<i>Acer rubrum</i>	ERR
Érable à sucre	<i>Acer saccharum</i>	ERS
Cerisier tardif	<i>Prunus serotina</i>	CET
Bouleau jaune	<i>Betula alleghaniensis</i>	BOJ
Peuplier faux-tremble	<i>Populus tremuloïdes</i>	PET
Abies balsamea	<i>Sapin baumier</i>	SAB

# **ANNEXE 2**

---

## INVENTAIRE DU BOIS SUR PIED ET DE LA RÉGÉNÉRATION – DISPOSITION DES PARCELLES

# **ANNEXE 3**

---

## INVENTAIRE DE RÉGÉNÉRATION AUTOUR DES CHÊNES ROUGES – DISPOSITION DES PARCELLES

# **ANNEXE 4**

---

## PHOTOS