

PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DU MILIEU FORESTIER – VOLET 1

Rapport final

DÉGAGEMENT DE LA RÉGÉNÉRATION DE CHÊNE ROUGE, 13 ANS APRÈS UNE COUPE PROGRESSIVE D'ENSE- MENCEMENT ET 8 ANS APRÈS LA COUPE FINALE

Ministère des Ressources naturelles
et de la Faune

M^{me} Lise Guay, ing.f.

Et

La Compagnie Commonwealth Plywood Ltée

M. Christian Picard, ing.f.

Par :



Donald Blouin, ing.f., M.Sc.
Juliane Laliberté, ing.f.
Philippe Bournival, ing.f., M.Sc.
Guy Lessard, ing.f., M.Sc.

Avril 2010

BÉNÉFICIAIRE DU PROJET

- **La Compagnie Commonwealth Plywood Ltée**
M. Christian Picard, ing.f.

PARTENAIRES DU PROJET

- **Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO)**
M. Donald Blouin, ing.f., M.Sc.
M^{me} Juliane Laliberté, ing.f.
M. Philippe Bournival, ing.f., M.Sc.
M. Guy Lessard, ing.f., M.Sc.
- **Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec**
Mme Lise Guay, ing.f.
M. Jean-Michel Labbé, ing.f.
M. Philippe Scantland
- **Del Degan, Massé et Associés**
M. Alain Jacques, ing.f.
- **Symatech foresterie**
M. Martin Dinelle
M. Sylvain Rozon

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	III
LISTE DES TABLEAUX.....	III
REMERCIEMENTS	IV
RÉSUMÉ	V
INTRODUCTION.....	1
1. OBJECTIFS.....	2
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	3
2.1. SECTEUR À L'ÉTUDE	3
2.2. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL.....	4
3. RÉSULTATS	8
3.1. PORTRAIT DU DISPOSITIF APRÈS DÉGAGEMENT DE LA RÉGÉNÉRATION (2009)	8
3.2. PORTRAIT DES 500 PLUS BELLES TIGES À L'HECTARE	9
3.3. CARACTÉRISTIQUES DES TIGES COMPÉTITRICES DES 500 PLUS BELLES TIGES À L'HECTARE	14
4. DISCUSSION.....	17
4.1. VALIDATION DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL	17
4.2. VALIDATION DE LA PRESCRIPTION SYLVICOLE	17
4.3. LIBRE CROISSANCE DES TIGES D'AVENIR	18
4.4. PRÉSENCE DES ESSENCES DÉSIRÉES	18
4.5. PORTRAIT DE LA COMPÉTITION ET DE LA PRÉSENCE D'ESSENCES NON DÉSIRÉES	19
5. RECOMMANDATIONS POUR LE SUIVI.....	20
5.1. QUALITÉ DES TIGES	20
5.2. EFFET DU TRAITEMENT SUR LA LIBERTÉ DE CROISSANCE.....	20
5.3. SUIVI	20
CONCLUSION	21
RÉFÉRENCES.....	22
ANNEXE 1. DÉFINITION – LIBRE DE CROÎTRE	24
ANNEXE 2. MESURE DE LA LARGEUR ET DU DÉGAGEMENT DE LA CIME.....	25

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation générale du dispositif expérimental.....	3
Figure 2. Dispositif de suivi du dégagement du chêne rouge.....	5
Figure 3. Mesure de l'angle vertical d'influence	6
Figure 4. Ratio observé des 500 plus belles tiges à l'hectare martelées positivement	11

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Description des traitements.....	4
Tableau 2. Densité moyenne (ti/ha) après dégagement par bloc et par traitement des principales espèces rencontrées dans le dispositif en 2009.....	8
Tableau 3. Densité moyenne (ti/ha) par unité expérimentale et par classe de DHP dans le dispositif en 2009	9
Tableau 4. Densité moyenne (ti/ha), après dégagement, des tiges d'essences désirées de plus de 3,0 cm au DHP	9
Tableau 5. Densité moyenne (ti/ha) des 500 plus belles tiges à l'hectare après dégagement	9
Tableau 6. Ratio observé des essences des 500 plus belles tiges à l'hectare après dégagement.....	10
Tableau 7. Ratio observé des 500 plus belles tiges à l'hectare martelées positivement par bloc et par traitement	10
Tableau 8. DHP moyen des 500 plus belles tiges à l'hectare par essence, selon le bloc et le traitement	11
Tableau 9. Hauteur moyenne des 500 plus belles tiges à l'hectare par essence, selon le bloc et le traitement	12
Tableau 10. Proportion de hauteur sans branches des 500 plus belles tiges à l'hectare, selon le bloc et le traitement	13
Tableau 11. Répartition des 500 plus belles tiges à l'hectare par classe de dégagement de la cime.....	13
Tableau 12. Proportion des 500 plus belles tiges à l'hectare libres de croître après dégagement	14
Tableau 13. Ratio observé par essence pour la liberté de croissance des tiges d'avenir	14
Tableau 14. Proportion en essences des tiges compétitrices des tiges non libres de croître.....	15
Tableau 15. Hauteur moyenne (m) des tiges compétitrices des tiges non libres de croître.....	16
Tableau 16. Valeurs moyennes des indices de compétition par bloc et par traitement	16

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce aux financements de la Compagnie Commonwealth Plywood Ltée (CCPL), du programme de mise en valeur des ressources naturelles du milieu forestier-Volet 1 (PMVRMF) ainsi que du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF).

Nous aimerions souligner l'appui de M. Christian Picard, directeur forestier de la Compagnie Commonwealth Plywood Ltée (CCPL) ainsi que la collaboration de MM. Philippe Scotland et Jean-Michel Labbé du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF).

Nous remercions le groupe Del Degan, Massé et Associés sous la supervision de M. Alain Jacques pour leur contribution technique au niveau de l'inventaire forestier et l'équipe de Symatech foresterie sous la responsabilité de MM Martin Dinelle et Sylvain Rozon pour la réalisation des travaux d'éducation de la régénération.

RÉSUMÉ

Un dispositif de recherche de coupe progressive d'ensemencement du chêne rouge (*Quercus rubra* [L.]) a été établi en 1996 dans une érablière à feuillus tolérants dégradée de faible vigueur régénérée en hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia* [Ehrh.]), érable de Pennsylvanie (*Acer pensylvanicum* [L.]) et en érable à sucre (*Acer saccharum* [Marsh.]) du domaine bioclimatique de l'érablière à tilleul. Entre 2001 et 2008, les résultats ont recensé des baisses importantes du coefficient de distribution et de la densité en chêne rouge dans tous les traitements de préparation de terrain et toutes les origines de semis. Il est reconnu que des interventions d'éclaircies précoces présentent l'avantage de profiter au mieux de l'effet de sélection des arbres en fonction des caractéristiques de la tige (Schütz, 1993).

Face à cette forte compétition, un dégagement a été réalisé à l'automne 2009, soit 13 ans après la coupe d'ensemencement et 8 ans après la coupe finale, pour permettre aux essences désirées de profiter d'une mise en lumière complète. Un nouveau dispositif de recherche a donc été établi pour comparer deux densités de dégagement à l'européenne avec un témoin.

Les résultats démontrent que l'intervention sylvicole a été convenablement réalisée, permettant ainsi d'atteindre un ratio important de tiges d'avenir et d'essences désirées, libres de croître. Actuellement, cinq des onze unités expérimentales comportent moins de 400 tiges par hectare de chêne rouge. Par contre, si l'ensemble des essences désirées sont considérées, la totalité des unités expérimentales a plus de 400 tiges à l'hectare d'essences désirées.

L'intervention sylvicole a également eu un effet positif sur le dégagement des cimes. Bien que le chêne rouge soit une essence de tolérance intermédiaire à l'ombre, sa croissance est rapide en pleine lumière et peut être supérieure à celle des autres essences tolérantes. Le dégagement des cimes permettra donc au chêne d'augmenter sa croissance en hauteur et de dépasser ses compétiteurs.

L'effet des compétiteurs des tiges d'avenir non libres de croître sur la composition du peuplement futur sera potentiellement négligeable, notamment en raison d'une compétition principalement composée de tiges d'essences désirées ou d'essences dont l'impact diminue dans le temps, comme l'érable de Pennsylvanie. Un suivi dans le temps pour mesurer la croissance en hauteur et en diamètre devra être réalisée ainsi qu'un suivi pour mesurer l'effet du dégagement sur la qualité des tiges.

INTRODUCTION

Dans l'aire commune 72-01 (Outaouais), plusieurs peuplements forestiers soulèvent des interrogations quant à la méthode officielle de les traiter. Ceux-ci n'ont ni la structure, ni une répartition de vigueur adéquate parmi les tiges désirées pour être considérés jardinables à la première intervention selon les normes actuelles. D'autre part, la raréfaction des espèces compagnes de l'érablière, comme le chêne rouge et le cerisier tardif (*Prunus serotina* [Ehrh.]), a été identifiée comme un des enjeux majeurs de biodiversité relatifs à la composition forestière (Grondin et Cimon, 2003). De plus, d'anciens rapports de coupe révèlent une proportion plus grande de chêne rouge et de pin blanc que celle qu'on trouve actuellement (Charles St-Julien, communication personnelle, 1996).

La régénération du chêne rouge est problématique sur les sites mésiques puisqu'elle subit souvent des niveaux de compétition élevés, ce qui limite souvent la croissance et la survie des semis. Afin de perpétuer le chêne rouge, certains auteurs affirment que la coupe progressive serait l'une des meilleures méthodes (Grondin et Cimon, 2003).

En 1996, un dispositif expérimental a été élaboré afin de vérifier l'effet d'une coupe progressive d'ensemencement, et l'impact de différentes modalités d'application, dans une érablière à hêtre dégradée de faible vigueur située sur un sol mince.

Le projet consistait à comparer l'impact de différents traitements sylvicoles pour favoriser la régénération en chêne rouge en présence de quelques semenciers sur pied. Ce dispositif a fait l'objet d'une coupe finale en 2001 et d'un suivi en 2001 et en 2008 afin de quantifier les impacts des différents traitements sylvicoles qui ont été utilisés pour favoriser la régénération en chêne rouge. Un suivi de la régénération en 2008 indiquait que 61 % du dispositif était régénéré en essences désirées, mais que 52 % de ces tiges ne sont pas libres de croître (Blouin, Bournival et Lessard, 2009). Un dégagement de la régénération a donc été réalisé à l'automne 2009. Il s'agissait de régler la forme du jeune peuplement afin d'obtenir un gaulis équienne qui favorisera la croissance des tiges d'avenir.

Ce rapport fait état des résultats obtenus suite à la mise en place d'un nouveau dispositif expérimental pour faire le suivi du dégagement de la régénération du chêne rouge 13 ans après la coupe progressive d'ensemencement et huit ans après la coupe finale.

1. OBJECTIFS

Les objectifs énoncés à la mise en place du projet en 1996-1997 étaient les suivants :

1. Évaluer le développement de la régénération en essences désirées;
2. Évaluer le développement 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 hypothèses suivantes :

1. Le dispositif expérimental est valide.
2. La prescription sylvicole a été convenablement réalisée.
3. Le traitement a eu un effet positif sur le pourcentage de dégagement des cimes.
4. Le dégagement de la régénération a permis d'atteindre une proportion satisfaisante de tiges libres de croître.
5. La densité des tiges de chêne rouge est supérieure à 400 tiges à l'hectare.
6. La densité des tiges d'essences désirées permet d'atteindre une densité (tiges/hectare) suffisante si la densité en chêne rouge est inférieure à 400 tiges par hectare
7. L'impact des compétiteurs sur les tiges d'avenir sera négligeable.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. SECTEUR À L'ÉTUDE

Le dispositif est situé en Outaouais sur l'aire commune 72-01. Ce secteur est situé dans le domaine bioclimatique de l'érablière à tilleul (figure 1) et dans la région écologique des Collines de la Basse-Gatineau (Robitaille et Saucier, 1998).

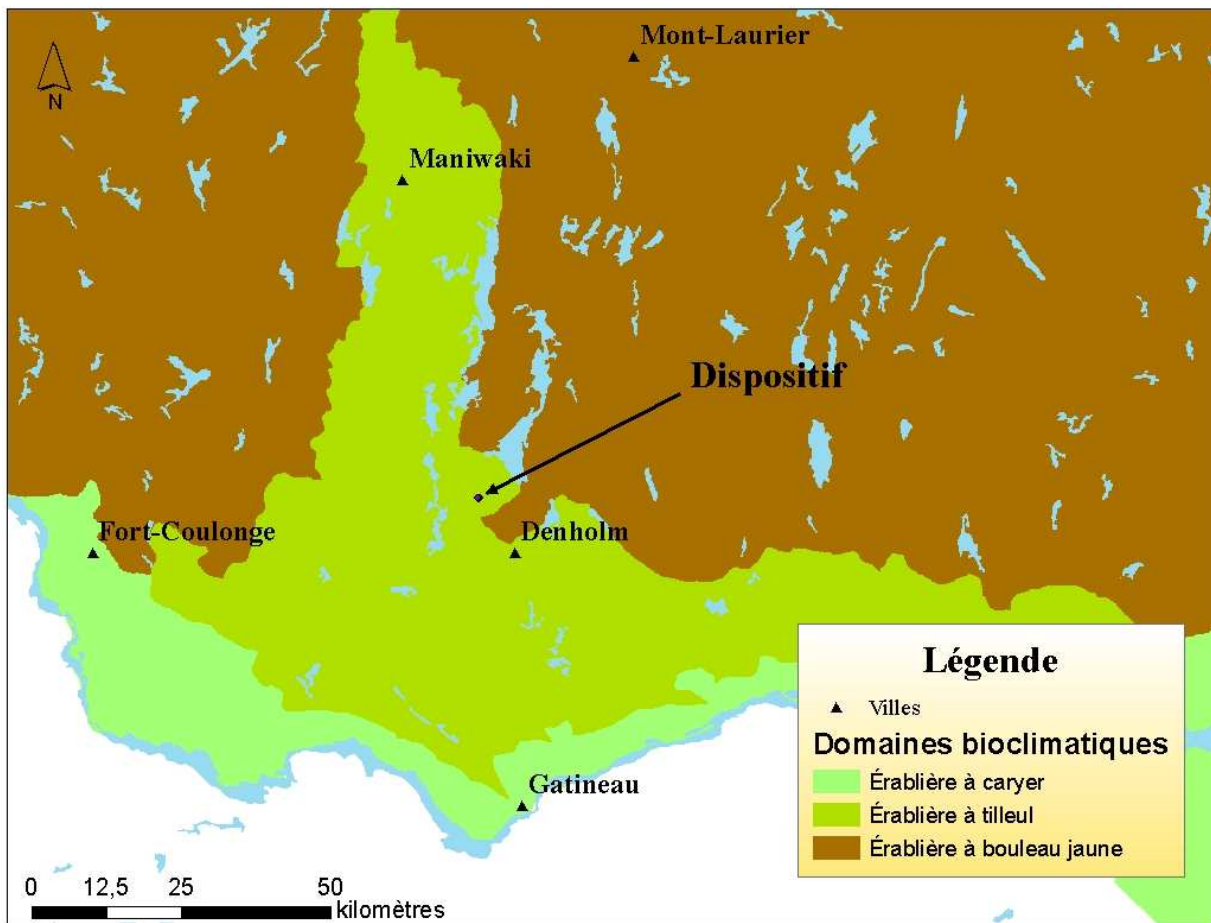


Figure 1. Localisation générale du dispositif expérimental

Le peuplement à l'étude est une érablière à feuillus tolérants dégradée de faible vigueur située sur un sommet à till mince et sec. Avant la coupe progressive d'ensemencement, quelques semenciers en essences désirées¹ étaient présents dans le dispositif. Les gaulis étaient alors composés principalement de hêtre à grandes feuilles, 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.

¹ Les essences désirées sont dans l'ordre : le chêne rouge, le cerisier tardif, le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* [Britt.]) et l'érable à sucre.

Un suivi de la régénération effectué en 2008 indique que 61 % du dispositif est régénéré en essences désirées, huit ans après la coupe finale. Cependant, 52 % de ces tiges n'étaient pas libres de croître (Blouin, Bournival et Lessard, 2009).

L'inventaire de 2008 a révélé que le hêtre à grandes feuilles et l'érable de Pennsylvanie ont vu leur distribution se maintenir et même augmenter dans tous les traitements de préparation de terrain. En 2008, il y avait en moyenne 48 879 tiges par hectare dans ce dispositif expérimental.

2.2. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

2.2.1. Description des traitements

Le dispositif expérimental couvre une superficie de 2,1 ha. Deux modalités de dégagement à l'europpéenne sont comparées à des stations témoin non éclaircies dans un dispositif en blocs complets aléatoire (figure 2). Le dégagement à l'europpéenne conserve les tiges non-nuisibles sur pied. Cette technique permet de conserver une pression latérale sur la tige d'avenir et ainsi inhiber le développement des branches tout en stimulant la croissance en hauteur.

Pour vérifier les effets des traitements et effectuer les suivis, un réseau de 42 placettes semi-permanentes a été implanté (figure 2). Les placettes semi-permanentes sont réparties dans 11 unités expérimentales (trois unités n'ayant subi aucune intervention de dégagement) et font office de témoin, quatre ont été traitées par un dégagement à l'europpéenne qui visait une densité résiduelle en espèces désirées se situant à près de 400 ti/ha et quatre ont été traitées par un dégagement à l'europpéenne qui visait une densité résiduelle de 800 ti/ha en espèces désirées (tableau 1).

Tableau 1. Description des traitements

Traitements	Description
Témoin (TEM)	Aucune intervention
Traitement 1 (T1)	Dégagement à l'europpéenne de 400 ti/ha 5 m entre les tiges résiduelles (minimum 3,5 m, maximum 6 m) Priorité : CET, CHR, BOJ, ERS, BOP, ERR, HEG, SAB, PET
Traitement 2 (T2)	Dégagement à l'europpéenne de 800 ti/ha 3,5 m entre les tiges résiduelles (minimum 2 m, maximum 4,5 m) Priorité : CET, CHR, BOJ, ERS, BOP, ERR, HEG, SAB, PET

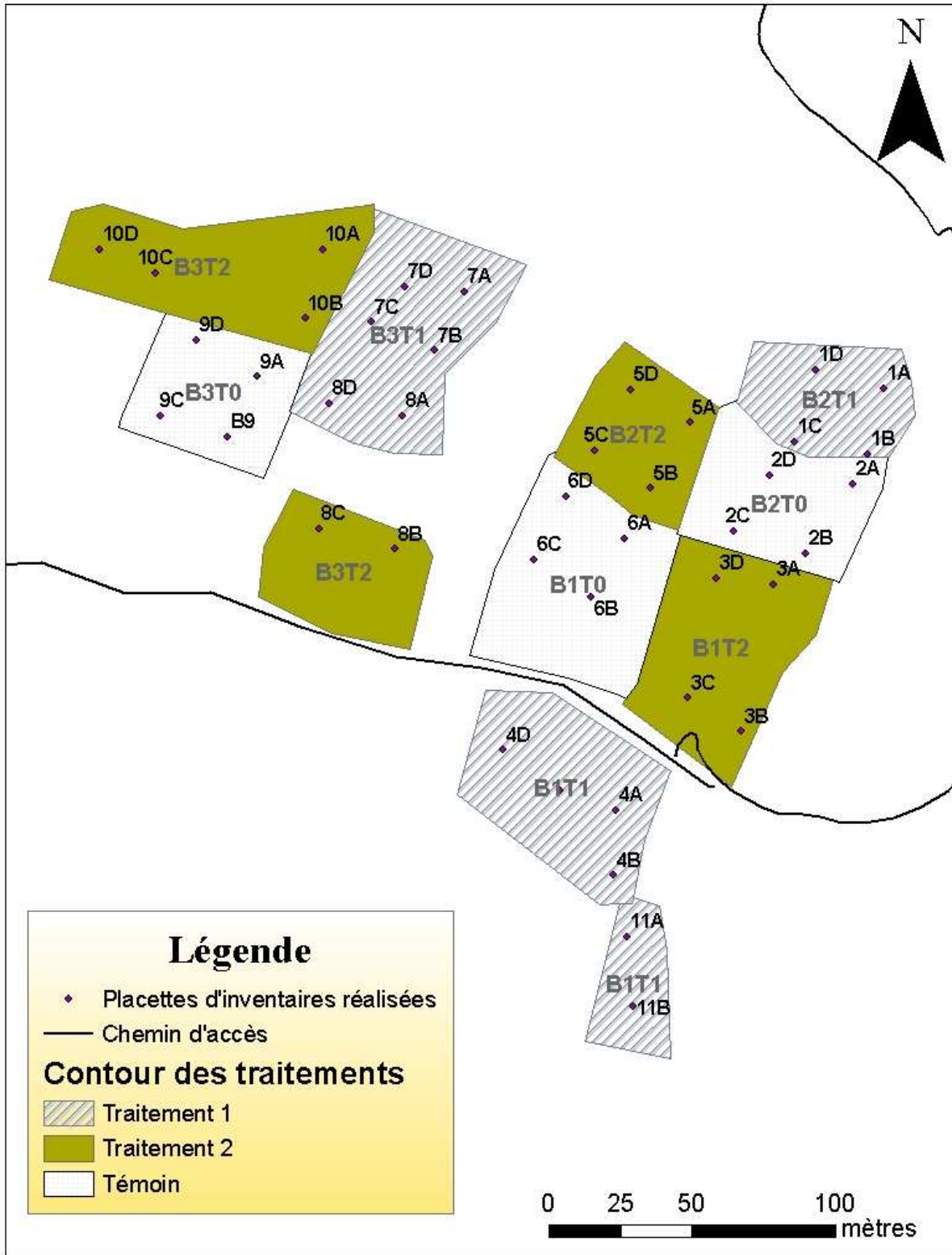


Figure 2. Dispositif de suivi du dégagement du chêne rouge

2.2.2. Collecte de données

L'inventaire a été réalisé dans des placettes semi-permanentes constituées de deux cercles concentriques de 2,82 m (25 m²) et de 5,64 m (100 m²) de rayon. La placette de 2,82 m a servi à évaluer la densité (ti/ha) toutes essences confondues, tandis que la placette de 5,64 m a servi à évaluer les caractéristiques des tiges d'avenir (5 tiges par placette de 5,64 m) d'essence désirée (CHR, CET, BOJ ou ERS, lorsque présent).

Sur chaque tige d'avenir, l'essence, la hauteur (cm), le diamètre à hauteur de poitrine (DHP, mm), le niveau de compétition (libre de croître ou non²) la dimension de la cime dégagée (annexe 2) et la hauteur de la dernière branche vivante ont été mesurés.

Lorsque la tige d'avenir était non libre de croître, l'essence, la distance et la hauteur de la compétition ont été mesurées. Un indice de compétition a été calculé pour relier la distance et la hauteur des compétiteurs avec la hauteur des tiges d'avenir. Cet indice est calculé de la façon suivante :

$$\text{Arctan (hauteur compétiteur/distance entre tige avenir/compétiteur)}$$

Cet indice est inspiré des travaux de Rouvinen et Kuuluvainen (1997). Il permet de mesurer l'angle vertical d'influence de la tige compétitrice sur la tige d'avenir. La figure 3 explique cette mesure d'influence.

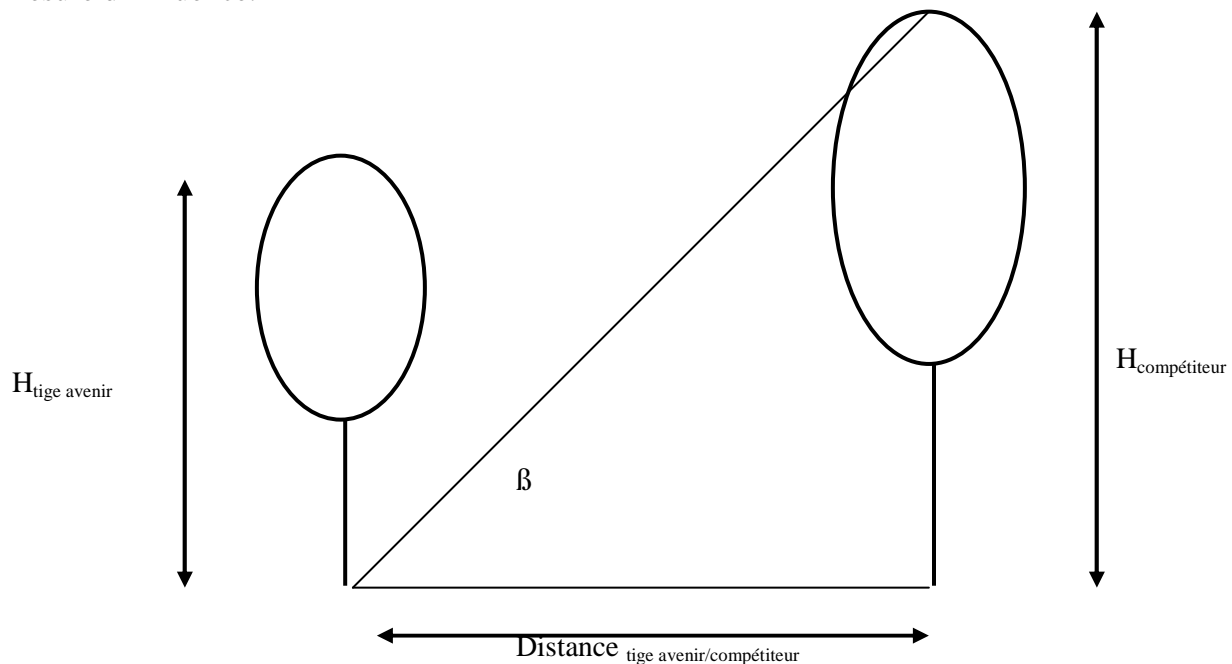


Figure 3. Mesure de l'angle vertical d'influence
Adaptée de Rouvinen et Kuuluvainen, 1997

² La notion libre de croître réfère ici au fait que le tiers supérieur de la cime soit libre de compétition (voir annexe 1).

2.2.3. Compilation et analyses statistiques

Les moyennes présentées ont été réalisées à partir des données à l'échelle de l'unité expérimentale (UEXP), soit par réplicat de traitement. L'intervalle de confiance (IC) représente la limite de variation de la moyenne à un seuil de probabilité de 95 %. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R version 2.10.1 (R Development Core Team (2009)). La théorie des modèles mixtes, où les traitements sylvicoles constituent les effets fixes et les blocs constituent les effets aléatoires, a été retenue comme base pour les analyses lorsque cela s'appliquait. Les analyses ont été réalisées à l'aide de la fonction « lme » du package *nlme* (Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-93.). Les résultats des analyses ont été considérés significatifs à un niveau de signification α^3 inférieur ou égal à 5 %. Dans le cas où les analyses de variance ont révélé une différence significative, le critère LSD⁴ de Bayes a été utilisé pour discerner les moyennes significativement différentes les unes des autres. La fonction « waller.test » (qui correspond au LSD de Bayes) du package *agricolae* (Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.0-9) a été utilisée pour faire les comparaisons de moyennes. Les postulats de l'analyse de variance, soit la normalité des données et l'homogénéité des variances, ont été vérifiées et les ajustements nécessaires ont été effectués lorsque la situation l'exigeait.

³ Le niveau de signification α désigne la chance que les résultats observés soient dus au seul effet du hasard.

⁴ LSD : Least Square Difference.

3. RÉSULTATS

3.1. PORTRAIT DU DISPOSITIF APRÈS DÉGAGEMENT DE LA RÉGÉNÉRATION (2009)

La densité à l'hectare des tiges par essence, par bloc et par traitement après dégagement est présentée au tableau 2. Il s'agit de la densité des tiges mesurées dans la placette de 2,82 m de rayon. La densité en HEG est plus élevée dans les unités témoin que dans les unités traitées. La répartition des essences est très variable sur le terrain, le CHR et le CET étant absents de certaines unités expérimentales.

Tableau 2. Densité moyenne (ti/ha) après dégagement par bloc et par traitement des principales espèces rencontrées dans le dispositif en 2009⁵

Essence/Bloc	Traitement											
	Témoin				T1				T2			
	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy
BOJ	0	0	500	167	667	0	67	244	500	100	200	267
BOP	0	100	500	200	67	100	0	56	500	0	0	167
CET	700	0	0	233	867	0	67	311	0	100	200	100
CHR	1 300	0	500	600	333	0	0	111	1 300	100	733	711
ERP	5 100	8 400	5 400	6 300	2 933	5 200	3 200	3 778	500	1 100	2 200	1 267
ERR	8 900	1 500	1 300	3 900	3 867	100	1 000	1 656	2 000	2 100	467	1 522
ERS	0	2 400	8 300	3 567	200	400	1 200	600	0	200	467	222
HEG	8 400	7 000	5 100	6 833 a	4 267	2 900	3 533	3 567 b	4 700	1 800	2 467	2 989 b
OSV	0	400	1 400	600	0	0	0	0	0	0	600	200
PET	0	0	1 200	400	0	0	0	0	0	100	0	33
PRP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAB	100	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0
SOA	0	0	0	0	67	0	0	22	0	0	0	0
TIL	0	0	100	33	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyennes par traitement												
	Témoin				T1				T2			
Totale	22 867 a				10 550 b				7 457 b			
Essences désirées	4 567				1 267				1 300			

La majorité des tiges sont dans les classes de DHP 2, 4 ou 6 (tableau 3). Les unités témoin comportent une densité à l'hectare plus élevée pour ces tiges que pour les traitements.

⁵ Des lettres différentes indiquent les différences significatives entre les traitements, les essences désirées sont, dans l'ordre, CHR, CET, BOJ et ERS.

Tableau 3. Densité moyenne (ti/ha) par unité expérimentale et par classe de DHP dans le dispositif en 2009⁶

Classe_dhp/Bloc	Traitement											
	Témoïn				T1				T2			
	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy
cl_2	19 900	15 500	19 400	18 267 a	12 000	6 800	6 867	8 556 b	8 000	5 000	5 600	6 200 b
cl_4	3 900	3 900	3 800	3 867 a	1 067	1 600	2 133	1 600 b	1 500	600	1 267	1 122 b
cl_6	700	400	900	667 a	67	0	0	22 b	0	0	333	111 b
cl_8	0	0	100	33	133	0	0	44	0	0	133	44
cl_12	0	0	0	0	0	100	0	33	0	0	0	0
cl_14	0	0	0	0	0	0	67	22	0	0	0	0
cl_18	0	0	100	33	0	0	0	0	0	0	0	0
cl_24	0	0	0	0	0	100	0	33	0	0	0	0
cl_28	0	0	0	0	0	100	0	33	0	0	0	0

Le tableau suivant présente la densité à l'hectare des tiges d'essences désirées de plus de 4 cm de DHP.

Tableau 4. Densité moyenne (ti/ha), après dégagement, des tiges d'essences désirées de plus de 3,0 cm au DHP

Bloc	Traitement														
	T0					T1					T2				
	B1	B2	B3	moy	IC	B1	B2	B3	moy	IC	B1	B2	B3	moy	IC
Essences désirées	1600	0	7200	2933	$\pm 2 183$	2000	1600	1200	1600	± 231	2800	1200	3600	2533	± 706

3.2. PORTRAIT DES 500 PLUS BELLES TIGES À L'HECTARE

3.2.1. Proportion en essences et densité des tiges d'avenir

Le tableau suivant présente la densité des 500 plus belles tiges à l'hectare par essence, par bloc et par traitement. Les données ont été obtenues par l'inventaire d'une placette de 5,64 m de rayon. La densité de chêne rouge est plus importante dans le témoin et le traitement 2. Les comparaisons entre les traitements sont présentées au tableau 6.

Tableau 5. Densité moyenne (ti/ha) des 500 plus belles tiges à l'hectare après dégagement

Essence/Bloc	Traitement											
	Témoïn				T1				T2			
	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy
BOJ	25	50	175	83	67	125	33	75	100	50	17	56
BOP	0	25	0	8	17	0	17	11	25	0	0	8
CET	250	25	0	92	167	0	17	61	50	25	50	42
CHR	200	100	100	133	150	25	17	64	300	200	200	233
ERR	25	75	0	33	50	75	167	97	25	175	33	78
ERS	0	125	225	117	0	100	167	89	0	25	17	14
HEG	0	100	0	33	50	175	83	103	0	25	183	69

⁶ Des lettres différentes indiquent les différences significatives entre les traitements.

Le tableau 6 présente la proportion en essence des 500 plus belles tiges à l'hectare (tiges d'avenir) selon le bloc et le traitement. La proportion de CHR varie de 13 % à 47 % selon les traitements, la proportion de CET varie de 8 % à 18 %. Il est important de souligner la faible proportion de CHR et de CET dans certains blocs. La proportion de CHR est plus élevée dans le traitement 2 que dans le traitement 1. La proportion d'ERS est plus élevée dans le témoin que dans le traitement 2. La proportion en essences désirées est élevée dans le témoin (85 %), mais tout de même supérieure à 50 % dans les deux types de dégagement. La différence entre les proportions d'essences désirées pour les traitements n'est pas significative.

Tableau 6. Ratio observé des essences des 500 plus belles tiges à l'hectare après dégagement⁷

Essences	Traitement											
	Témoin				T1				T2			
	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy
BOJ	5%	10%	35%	17%	13%	25%	7%	15%	20%	10%	3%	11%
BOP	0%	5%	0%	2%	3%	0%	3%	2%	5%	0%	0%	2%
CET	50%	5%	0%	18%	33%	0%	3%	12%	10%	5%	10%	8%
CHR	40%	20%	20%	27% ab	30%	5%	3%	13% b	60%	40%	40%	47% a
ERR	5%	15%	0%	7%	10%	15%	33%	19%	5%	35%	7%	16%
ERS	0%	25%	45%	23% a	0%	20%	33%	18 % ab	0%	5%	3%	3% b
HEG	0%	20%	0%	7%	10%	35%	17%	21%	0%	5%	37%	14%
Essences désirées	95%	60%	100%	85%	77%	50%	47%	58%	90%	60%	57%	69%

3.2.2. Proportion des tiges martelées positivement

Le ratio observé des tiges martelées positivement est présenté au tableau 7 et à la figure 4. Presque la totalité des tiges d'avenir sélectionnées dans le traitement 2 ont été martelées positivement avant le dégagement.

Tableau 7. Ratio observé des 500 plus belles tiges à l'hectare martelées positivement par bloc et par traitement⁸

Martelage/Bloc	Traitement											
	T0				T1				T2			
	B1	B2	B3	moy± IC	B1	B2	B3	moy± IC	B1	B2	B3	moy± IC
Positif	0%	0%	0%	0% a ± 0,00	53%	80%	67%	67% b ± 0,15	100%	100%	93%	98% c ± 0,04

⁷ Des lettres différentes indiquent les différences significatives entre les traitements

⁸ Des lettres différentes indiquent les différences significatives entre les traitements

La différence entre les deux traitements est significative.

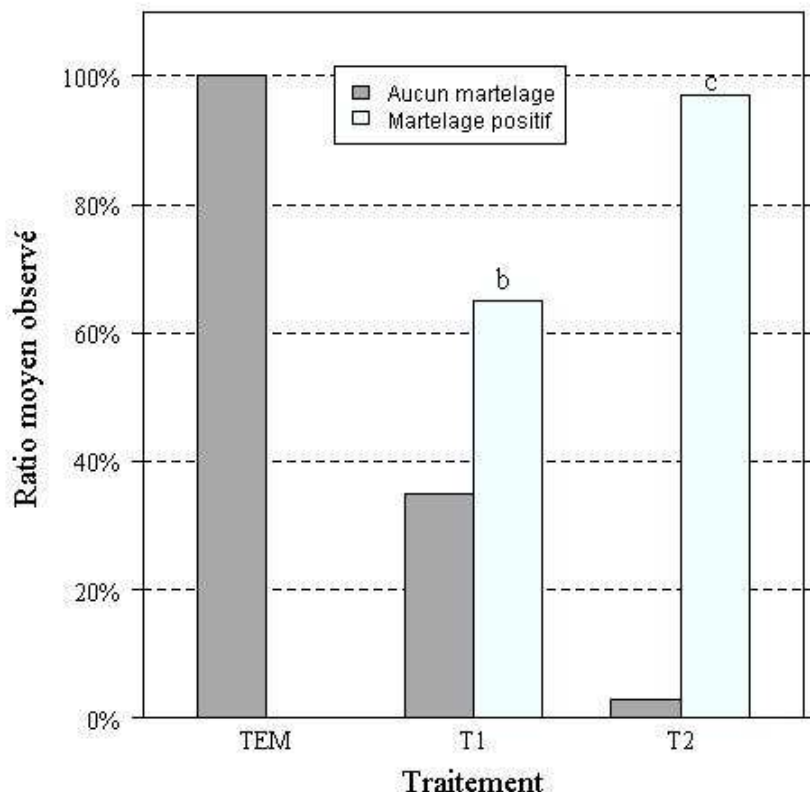


Figure 4. Ratio observé des 500 plus belles tiges à l'hectare martelées positivement

3.2.3. DHP moyen par essence des 500 plus belles tiges à l'hectare

Le DHP moyen par essence, par bloc et par traitement est présenté au tableau 8. Mis à part pour l'ERS et l'ERR, il n'existe pas de différence entre les traitements pour le DHP moyen.

Tableau 8. DHP moyen des 500 plus belles tiges à l'hectare par essence, selon le bloc et le traitement⁹

Essence/Bloc	Traitement											
	Témoin				T1				T2			
	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy
BOJ	60,0	30,5	64,5	51,7	38,8	51,0	28,5	39,4	45,2	34,5	61,0	46,9
BOP	-----	63,0	-----	63,0	70,0	-----	105,0	87,5	85,0	-----	-----	85,0
CET	34,1	72,0	-----	53,1	42,6	-----	145,0	93,8	49,5	23,0	29,5	34,0
CHR	33,8	26,8	33,8	31,5	42,4	30,0	30,0	34,1	33,6	27,5	34,9	32,0
ERR	19,0	33,7	-----	26,3a	53,3	52,3	42,4	49,3b	45,0	35,2	32,0	37,4ab
ERS	-----	49,4	43,6	46,5a	-----	20,2	28,5	24,3b	-----	54,0	58,0	56,0a
HEG	-----	26,3	-----	26,3	34,3	25,0	40,3	33,2	-----	27,0	47,9	37,4
Moyenne globale	42,2				49,0				42,5			

⁹ Des lettres différentes indiquent les différences significatives entre les traitements

3.2.4. Hauteur moyenne par essence

La hauteur moyenne ne varie pas selon les traitements. Il existe par contre une différence entre les traitements pour la hauteur moyenne de l'ERR. Celle-ci est plus basse dans le témoin que dans le traitement 1. Le traitement 2 ne diffère pas des autres traitements. Le tableau 9 présente les hauteurs moyennes des 500 plus belles tiges par essence, par bloc et par traitement.

Tableau 9. Hauteur moyenne des 500 plus belles tiges à l'hectare par essence, selon le bloc et le traitement ¹⁰

Essence/Bloc	Traitement											
	Témoin				T1				T2			
	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy
BOJ	8,9	6,43	7,69	7,67	6,58	7,78	5,68	6,68	6,93	5,43	8,20	6,85
BOP	-----	8,63	-----	8,63	8,13	-----	9,63	8,88	8,55	-----	-----	8,55
CET	5,03	7,23	-----	6,13	6,07	-----	11,05	8,56	7,17	4,23	5,04	5,48
CHR	5,053	5,43	4,97	5,15	6,06	4,83	4,40	5,10	5,50	4,45	5,32	5,09
ERR	3,76	5,98	-----	4,86 a	8,33	7,77	7,08	7,73 b	6,00	5,89	6,23	6,04 ab
ERS	-----	4,73	6,89	5,81	-----	4,63	5,71	5,17	-----	7,25	6,30	6,78
HEG	-----	4,41	-----	4,41	6,15	4,45	5,26	5,29	-----	4,10	5,88	4,99
Moyenne globale	6,07				6,64				6,03			

3.2.5. Proportion de hauteur sans branche

Afin de pouvoir suivre la qualité des tiges dans le temps, une mesure a été prise pour la hauteur de la première branche vivante. Cette mesure permettra d'avoir une idée de la longueur de la première bille claire de nœuds. Pour tenir compte des différences de hauteur totale entre les essences, le ratio entre la hauteur de la première branche sur la hauteur totale de la tige a été utilisé pour comparer les traitements et les essences. Ceci représente en fait le pourcentage du tronc sans branche. Les valeurs moyennes des ratios sont présentées au tableau 12. Il n'existe pas de différence entre les traitements pour la hauteur de la première branche. Par contre, à l'intérieur du traitement 1 et du traitement 2, il existe certaines différences entre les essences. Il est possible de constater globalement que la longueur de tige sans branche est plus importante pour le CHR, l'ERR et l'ERS. Par contre, le HEG et les bouleaux (BOJ et BOP) semblent avoir une longue cime vivante.

¹⁰ Idem que 9.

Tableau 10. Proportion de hauteur sans branches des 500 plus belles tiges à l'hectare, selon le bloc et le traitement ¹¹

Essence/Bloc	Traitement											
	Témoïn				T1				T2			
	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy
BOJ	13%	45%	30%	29%	42%	36%	45%	41% a	31%	36%	37%	35% ab
BOP	-----	36%	-----	36%	30%	-----	18%	24% b	25%	-----	-----	25% b
CET	36%	27%	-----	32%	33%	-----	15%	24% b	29%	46%	32%	36% abc
CHR	33%	47%	50%	43%	38%	59%	42%	46% a	52%	53%	48%	51 % c
ERR	49%	38%	-----	44%	33%	35%	29%	32% ab	48%	31%	45%	41% ac
ERS	-----	26%	36%	31%	-----	39%	44%	42% a	-----	38%	28%	33% ab
HEG	-----	25%	-----	25%	29%	37%	28%	31% ab	-----	36%	31%	34% ab
Moyenne globale	35%				35%				38%			

3.2.6. Pourcentage moyen de dégagement des cimes

Le pourcentage de dégagement des cimes a été mesuré de la façon suivante :

$$\frac{100 * (\text{Largeur ouverture} - \text{largeur cime})}{\text{Largeur ouverture}}$$

Le tableau 11 présente les moyennes obtenues pour chaque traitement, par classe de dégagement des cimes. Le pourcentage de dégagement des cimes est significativement plus élevé dans le cas des peuplements dégagés que dans les témoins. Dans les peuplements témoins, seulement 5 à 15 % des tiges ont une cime dégagée à plus de 60 % et de 40 à 70 % des tiges ont une cime dégagée à moins de 20 %. Bien que la différence soit non significative, le traitement 2 semble favoriser un meilleur dégagement des cimes que le traitement 1.

Tableau 11. Répartition des 500 plus belles tiges à l'hectare par classe de dégagement de la cime ¹²

Classe	Traitement											
	Témoïn				T1				T2			
	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy
0-20%	40%	70%	45%	52%	10%	0%	7%	6%	0%	0%	0%	0%
21-41%	30%	10%	45%	28%	13%	0%	7%	7%	10%	0%	3%	4%
41-60%	15%	10%	5%	10%	10%	5%	7%	7%	5%	0%	13%	6%
61-80%	15%	10%	0%	8%	20%	20%	7%	16%	20%	0%	20%	13%
81 % et +	0%	0%	5%	2%	47%	75%	73%	65%	65%	100%	63%	76%
Moyenne globale	22% a				81% b				90% b			

¹¹ Des lettres différentes indiquent les différences significatives entre les essences pour un même traitement

¹² Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les traitements

3.3. CARACTÉRISTIQUES DES TIGES COMPÉTITRICES DES 500 PLUS BELLES TIGES À L'HECTARE

Cette section dresse le portrait des tiges compétitrices, c'est-à-dire le plus proche compétiteur des tiges d'avenir non libres de croître (voir annexe 1).

3.3.1. Pourcentage de tiges libres de croître

Le tableau 12 présente le pourcentage de tiges libres de croître par bloc et par traitement. Une très faible proportion de tiges (2 %) est considérée comme libre de croître dans les peuplements témoins. Cette proportion monte à 68 % dans le cas du traitement 1 et à 84 % dans le cas du traitement 2.

Tableau 12. Proportion des 500 plus belles tiges à l'hectare libres de croître après dégagement¹³

Traitement	Bloc			moy	IC
	B1	B2	B3		
TEM	0%	5%	0%	2% a	± 0,03
T1	53%	80%	70%	68% b	± 0,15
T2	70%	100%	83%	84% b	±0,17

Le tableau suivant présente le ratio des tiges libres de croître, par essence. Dans le cas du traitement 1, 65 % des tiges d'avenir d'essences désirées sont libres de croître. Cette proportion monte à 77 % dans le cas du traitement 2.

Tableau 13. Ratio observé par essence pour la liberté de croissance des tiges d'avenir

Essence/Bloc	Traitement											
	Témoin				T1				T2			
	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy
BOJ	0%	0%	0%	0%	50%	60%	100%	70%	75%	100%	0%	58%
BOP	----	0%	----	0%	100%	----	100%	100%	0%	----	----	0%
CET	0%	0%	----	0%	50%	----	100%	75%	0%	100%	100%	67%
CHR	0%	0%	0%	0%	44%	100%	0%	48%	83%	100%	67%	83%
ERR	0%	33%	----	17%	100%	67%	70%	79%	100%	100%	100%	100%
ERS	----	0%	0%	0%	----	75%	60%	68%	----	100%	100%	100%
HEG	----	0%	----	0%	33%	100%	80%	71%	----	100%	100%	100%
Essences désirées	0%	0%	0%	0%	48%	78%	65%	65%	53%	100%	67%	77%

¹³ Idem que 12.

3.3.2. Proportion en essences des tiges compétitrices

Le tableau 14 présente la répartition des tiges compétitrices par essence selon les blocs et les traitements. Dans le traitement 2, dans 90 % des cas où une tige n'est pas libre de croître, elle est concurrencée par une tige d'essence désirée. L'érable de Pennsylvanie et le hêtre à grandes feuilles représentent près de 45 % des tiges compétitrices dans le témoin et le traitement 1. Le lecteur peut également se référer au tableau 12 pour observer la proportion de tiges libres de croître dans chaque traitement.

Tableau 14. Proportion en essences des tiges compétitrices des tiges non libres de croître

Essences	Traitement											
	Témoin				T1				T2			
	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy
BOJ	5%	0%	20%	8%	21%	0%	0%	7%	67%	----	40%	53%
BOP	10%	5%	5%	7%	0%	25%	0%	8%	0%	----	0%	0%
CET	5%	5%	0%	3%	21%	0%	0%	7%	0%	----	0%	0%
CHR	5%	0%	0%	2%	7%	0%	0%	2%	33%	----	0%	17%
ERP	40%	37%	20%	32%	7%	50%	33%	30%	0%	----	0%	0%
ERR	15%	16%	5%	12%	7%	0%	44%	17%	0%	----	0%	0%
ERS	0%	16%	35%	17%	0%	25%	11%	12%	0%	----	40%	20%
FRA	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	2%	0%	----	0%	0%
HEG	20%	16%	0%	12%	29%	0%	11%	13%	0%	----	0%	0%
OSV	0%	5%	15%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	----	20%	10%
Essences désirées	30%				29%				90%			

3.3.3. Hauteur moyenne des tiges compétitrices

Le tableau 15 illustre la hauteur moyenne des tiges compétitrices. Il n'existe aucune différence entre les traitements ou entre les essences d'un même traitement. On peut toutefois remarquer que les tiges de HEG et d'ERP sont souvent plus petites que les autres essences compétitrices.

Tableau 15. Hauteur moyenne (m) des tiges compétitrices des tiges non libres de croître

Essences	Traitement											
	Témoin				T1				T2			
	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy	B1	B2	B3	moy
BOJ	5,30	-----	8,28	6,79	6,81	-----	-----	6,81	7,33	-----	8,20	7,77
BOP	4,62	6,85	5,15	5,54	-----	10,08	-----	10,08	-----	-----	-----	-----
CET	5,00	7,10	-----	6,05	6,60	-----	-----	6,60	-----	-----	-----	-----
CHR	5,90	-----	-----	5,90	6,20	-----	-----	6,20	6,94	-----	-----	6,94
ERP	5,05	5,46	6,25	5,59	5,00	5,39	5,66	5,35	-----	-----	-----	-----
ERR	6,31	5,81	4,93	5,68	5,70	-----	6,09	5,89	-----	-----	-----	-----
ERS	-----	4,16	6,50	5,33	-----	9,60	4,55	7,08	-----	-----	5,25	5,25
FRA	-----	-----	-----	-----	7,28	-----	-----	7,28	-----	-----	-----	-----
HEG	4,46	5,38	-----	4,92	5,78	-----	4,63	5,21	-----	-----	-----	-----
OSV	-----	5,42	8,06	6,74	-----	-----	-----	-----	-----	-----	7,40	7,40
Moyenne globale	5,80				6,38				7,02			

3.3.4. Indice de compétition

Un indice de compétition a été utilisé pour relier la distance et la hauteur des compétiteurs avec la hauteur de l'arbre étude. Cette étude permet de mesurer l'ampleur de la compétition exercée par une tige compétitrice sur un arbre d'avenir afin de comparer entre eux les traitements.

Le tableau 16 présente les valeurs moyennes des indices de compétition pour les tiges non libres de croître.

Tableau 16. Valeurs moyennes des indices de compétition par bloc et par traitement

Traitement	Bloc			moy ±IC
	B1	B2	B3	
Témoin	1,43	1,47	1,46	1,46 ±0,02
T1	1,43	1,34	1,39	1,40 ±0,02
T2	1,44	-----	1,45	1,44 ±0,05

4. DISCUSSION

4.1. VALIDATION DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Pour être en mesure de suivre le dispositif dans le temps afin d'observer les différences au niveau des différentes densités de dégagement à l'européenne (traitement), il est nécessaire que le dispositif expérimental soit valide. C'est pourquoi nous avons comparé le DHP moyen, la hauteur moyenne et la hauteur sans branche du témoin et des traitements. Immédiatement après dégagement, nous ne devrions pas observer de différence entre les traitements et le témoin pour ces 3 éléments.

Hypothèse 1. Le dispositif expérimental est valide

Oui. À l'exception de légères différences pour l'ERR et l'ERS, il n'y a pas de différence entre les traitements. Les effets du dégagement sur le DHP, la hauteur et la hauteur sans branche pourront donc être mesurés dans le temps et analysés en fonction du traitement.

4.2. VALIDATION DE LA PRESCRIPTION SYLVICOLE

Les données de l'inventaire réalisé après dégagement ne nous permettent pas de valider la prescription sylvicole pour l'ensemble des tiges puisque nous n'avons pas recueilli d'information sur la densité des tiges martelées positivement. Par contre, la proportion des tiges d'avenir martelées positivement a été recensée (tableau 7). Pour le traitement 1, l'opération consistait à marteler 400 ti/ha et, pour le traitement 2, à marteler 800 ti/ha. La différence qui devrait être observée entre les deux traitements est donc de l'ordre de 1 tige martelée positivement dans le traitement 1 pour 2 tiges martelées positivement dans le traitement 2.

Hypothèse 2. La prescription sylvicole a été convenablement réalisée

Oui. Les données d'inventaire montrent que 98 % des tiges d'avenir du traitement 2 sont martelées positivement. Cette proportion baisse à 67 % dans le cas du traitement 1. La différence entre les deux traitements est significative. Ceci nous indique que la prescription sylvicole a probablement été réalisée de façon satisfaisante et conforme à l'objectif de favoriser les tiges de bonne qualité en éliminant les compétiteurs (Schütz, 1990).

Hypothèse 3. Le traitement a eu un effet positif sur le dégagement des cimes

Oui. L'intervention sylvicole a eu un effet positif sur le dégagement des cimes. Le chêne rouge étant une essence de tolérance intermédiaire à l'ombre, sa croissance rapide en pleine lumière peut être supérieure à celle des autres essences tolérantes. Le dégagement des cimes permettra donc au chêne d'augmenter sa croissance en hauteur et de dépasser ses compétiteurs.

4.3. LIBRE CROISSANCE DES TIGES D'AVENIR

Les résultats démontrent que la proportion des tiges d'avenir libres de croître est de 68 % dans le cas du traitement 1 et de 84 % dans le cas du traitement 2 (tableau 12). Pour ce qui est des tiges d'avenir des essences désirées (CHR, CET, BOJ, ERS), le ratio des tiges libres de croître est de 65 % (T1) et de 77 % (T2) (tableau 13). En 2008, la proportion des essences désirées libres de croître était de 52 % (Blouin *et al.* 2008). Il n'y a aucune tige d'essence désirée libre de croître dans le témoin.

Hypothèse 4. Le dégagement de la régénération a permis d'atteindre une proportion satisfaisante de tiges libres de croître

Oui. Le dégagement effectué à l'automne 2009 a permis de dégager de façon satisfaisante la régénération et de libérer les tiges d'avenir de la compétition par les tiges nuisibles.

4.4. PRÉSENCE DES ESSENCES DÉSIRÉES

La densité de tiges à l'hectare d'essences désirées est de 1 267 tiges (T1) et de 1 300 tiges (T2) (tableau 2). En 2008, sur l'ensemble du dispositif, la moyenne était de 7 244 tiges/ha en essences désirées (Blouin *et al.* 2008). L'objectif du traitement était de conserver un minimum de 400 tiges (T1) et 800 tiges (T2) d'essences désirées libres de croître. Il faut comprendre que dans le cas d'un dégagement à l'européenne, les tiges non-nuisibles sont laissées sur pied. De plus, une consigne avait été donnée pour qu'aucune tige de chêne rouge, de cerisier tardif ou de bouleau jaune ne soit éliminée (même si elles nuisaient à une tige d'avenir). Ces éléments expliquent la forte densité de tiges à l'hectare malgré des prescriptions de 400 et 800 tiges à l'hectare.

Hypothèse 5. La densité des tiges de chêne rouge est supérieure à 400 tiges par hectare.

Hypothèse 6. La densité des tiges d'essences désirées permet d'atteindre une densité (tiges/hectare) suffisante si la densité en chêne rouge est inférieure à 400 tiges par hectare

Non et oui. Selon certains auteurs, entre 1 000 et 10 000 semis/ha de chêne 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. Aujourd'hui, la régénération étant parvenue au stage gaulis, une densité de 400 tiges/ha serait adéquate. Selon ce critère, cinq des onze unités expérimentales ne sont pas régénérées adéquatement en chêne rouge. Par contre, si l'ensemble des essences désirées sont considérées, la totalité des unités expérimentales répondent positivement à ce critère.

4.5. PORTRAIT DE LA COMPÉTITION ET DE LA PRÉSENCE D'ESSENCES NON DÉSIRÉES

La densité de tiges à l'hectare de hêtre à grandes feuilles a diminué de façon importante dans les traitements par rapport au niveau de 2008 (26 500 tiges à l'hectare) (Blouin *et al.* 2009). La densité du hêtre est de 6 800 tiges/ha dans les témoins et de moins de 2 000 tiges/ha dans les traitements. De même, les densités d'érable de Pennsylvanie et d'érable rouge ont également diminué. Leurs densités restent toutefois élevées. Il faut savoir que le hêtre à grandes feuilles a une forte capacité à produire des drageons et des rejets de souche. De plus, l'érable rouge peut compter sur une production abondante de rejets de souche lorsque la tige est coupée. Par contre, la coupe ou l'annélation des grosses tiges d'érable de Pennsylvanie lors des opérations ne contribuerait pas à la prolifération de cette espèce. Les débroussailliers avaient pour consigne de dégager le tiers supérieur de la cime afin de maintenir une certaine compétition autour de la tige et ainsi inhiber le développement des branches tout en stimulant la croissance en hauteur.

Hypothèse 7. L'impact des compétiteurs sur les tiges d'avenir sera négligeable.

Oui. Au niveau des tiges d'avenir, l'impact futur des compétiteurs sera potentiellement négligeable.

Il est intéressant de noter que dans le cas du traitement 2, 16% des tiges d'avenir sont non libres de croître. Par contre, dans 90% des cas, les compétiteurs de ces tiges sont des tiges d'essences désirées. L'impact de la compétition sur la composition du peuplement futur est donc moindre dans ce cas. De plus, seulement 22% des tiges du traitement 1 sont non-libres de croître. Dans 30 % des cas, les tiges non libre de croître sont concurrencées par des tiges d'essences désirées. Un autre 30 % de la compétition est formée par de l'érable de Pennsylvanie qui pourrait causer des dommages à la croissance des tiges puisqu'il est capable de persister à l'ombre (Nyland *et al.*, 2006b). L'érable de Pennsylvanie atteint toutefois une hauteur maximale de 15 m en moyenne (Nyland *et al.*, 2006a). Son effet de compétition à long terme s'en trouve donc diminué, d'autant plus que des études démontrent qu'il meure vers 50 ans (Nyland *et al.*, 2006a).

5. RECOMMANDATIONS POUR LE SUIVI

5.1. QUALITÉ DES TIGES

Le dispositif permettra de faire un suivi de la qualité des tiges, principalement au niveau de la longueur de tige sans branches. Présentement, pour le chêne rouge, le pourcentage de longueur de tronc sans branches est supérieur à 40 %. Ceci est conforme au niveau de 50 % de tronc sans branches observé habituellement pour le chêne rouge (OMNR, 1998). Des interventions d'éclaircies précoces présentent par ailleurs l'avantage incontestable de profiter au mieux de l'effet de sélection des arbres en fonction des propriétés de la tige (Schütz, 1993). De plus, le chêne est une espèce peu encline à développer des branches adventives et il s'élague bien en peuplement (Hubert, 1994; OIFQ, 1996). Même après des éclaircies assez dynamiques, la production de gourmands demeure limitée sur cette espèce de chêne (Ginisty, 1994). Ce sera un élément à vérifier lors des suivis subséquents.

5.2. EFFET DU TRAITEMENT SUR LA LIBERTÉ DE CROISSANCE

Le contrôle de la compétition est essentiel au maintien du chêne rouge dans les peuplements. Idéalement, le contrôle de la compétition aurait dû être pratiqué avant l'aoûtement des arbres feuillus, soit en juin ou juillet. Un dégagement à ce moment précis aurait sans doute eu pour effet d'assurer un avantage indéniable aux chênes qui auraient alors pu profiter d'une période d'absence de compétition pour croître. Le dégagement a plutôt eu lieu à la fin de l'automne. Par contre, en raison de la hauteur moyenne du chêne rouge (plus de 5 mètres), ceci ne devrait pas causer de problèmes.

5.3. SUIVI

Pour étudier les effets des différentes densités de dégagement à l'européenne sur les tiges d'avenir pour le DHP, la hauteur et le ratio de tiges sans branches, il est recommandé de réaliser un suivi dans un intervalle de cinq ans. Cet inventaire permettra également de suivre la densité et le coefficient de distribution des essences, de même que la qualité et la liberté de croissance des tiges d'avenir.

CONCLUSION

Le signal d'alarme face à la 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. En 1996, un dispositif expérimental a été élaboré afin de vérifier l'effet d'une coupe progressive d'ensemencement, et l'impact de différentes modalités d'application, dans une érablière à hêtre dégradée de faible vigueur située sur un sol mince.

Actuellement, le projet a permis de valider les principales solutions suggérées pour assurer le retour du chêne rouge. Les facteurs de réussite (présence de semenciers, année semencière, ouverture graduelle du couvert, élimination des gaullis 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.

Un autre rapport (Blouin, Bournival et Lessard, 2008) a d'ailleurs fait ressortir toute l'importance de l'origine des semis dans la constitution d'une régénération comportant une portion importante de chêne. Ce rapport a également sonné l'alarme face à la diminution importante de la distribution et de la densité du chêne rouge et de la proportion de ces tiges libres de croître. Un dégagement aurait dû être pratiqué peu de temps après la coupe finale pour permettre aux essences désirées de profiter d'une mise en lumière complète.

Ce rapport fait suite au dégagement de la régénération à l'automne 2009. Il fait état des résultats obtenus suite à la mise en place d'un nouveau dispositif expérimental pour faire le suivi du dégagement de la régénération du chêne rouge 13 ans après la coupe progressive d'ensemencement et huit ans après la coupe finale.

L'intervention sylvicole a permis de dégager de façon satisfaisante les tiges d'avenir d'essences désirées. Un suivi du dispositif devra être réalisé pour suivre dans le temps la densité des tiges d'essences désirées et comparer entre eux les deux traitements de dégagement à l'européenne.

RÉFÉRENCES

- Blouin, D., P. Bournival et G. Lessard. 2009.** *Suivi après 12 ans dans un dispositif de coupe progressive d'ensemencement du chêne rouge sur les sommets de l'aire commune 72-01.* Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2009-22. 57 p.
- 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.
- Ginisty, C. 1994.** *Suivi d'une futaie de chêne rouge issue de régénération naturelle : la «glandée d'Amérique» des Barres.* Le Chêne rouge d'Amérique. A. K. J. Timbal, N. Le Goff et G. Nepveu (Éds.). Paris, INRA: 219-226.
- Grondin, P. et A. Cimon. 2003.** *Les enjeux de biodiversité relatifs à la composition forestière.* Direction de l'Environnement. MRNF, Gouvernement du Québec. 216 p.
- Hubert, M. 1994.** *Élagage et taille de formation des arbres forestiers.* Lavoisier. Paris, France. 303 p.
- 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 en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 99-03. 53 p., 4 annexes.
- Nyland, R.D., et al. 2006a.** *Interference to hardwood regeneration in northeastern North America: Ecologic characteristics of American beech, striped maple, and hobblebush.* North. J. Appl. For. **23**(1): 53-61.
- Nyland, R.D., et al. 2006b.** *Interference to hardwood regeneration in northeastern North America: Controlling effects of American beech, striped maple, and hobblebush.* North. J. Appl. For. **23**(2): 122-132.
- OIFQ. 1996.** *Manuel de foresterie.* Presses de l'Université Laval, Sainte-Foy. 1428 p.

- OMNR. 1998.** *A silvicultural guide for the Great Lakes-St. Lawrence conifer forest in Ontario.* Ont. Min. Nat. Resour. Queen's Printer for Ontario. Toronto. 424 p.
- R Development Core Team. 2009.** *R: A language and environment for statistical computing.* R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Robitaille, A. et J.P. Saucier. 1998.** *Paysages régionaux du Québec méridional.* Les publications du Québec, Québec.
- Rouvinen S. et T. Kuuluvainen. 1997.** *Structure and assymetry of tree crowns in relation to local competition in a natural mature Scots pine forest.* Can. J. For. Res. **27** : 890-902.
- Schlesinger, R.C., I.L. Sander, et K.R. Davidson. 1993.** *Oak regeneration potential increased by shelterwood treatments.* North. J. Appl. For. **10**(4): 149-153.
- Schütz, J.-P. 1990.** *Sylviculture 1 : Principes d'éducation des forêts. Comment gérer l'environnement.* Lauzanne, Suisse, Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Schütz, J.-P. 1993.** *La sylviculture de haute qualité du chêne en Suisse : concepts d'éducation et de traitement dans des conditions écologiquement marginales.* Ann. Sci. For. **50** : 553-562.

ANNEXE 1. DÉFINITION – LIBRE DE CROÎTRE

La notion « libre de croître » permet de déterminer les besoins de dégagement d'une tige.

Définition :

Libre de croître : Caractéristiques environnementales favorables au développement d'une tige utile.

Non libre de croître : Lorsqu'une partie d'une tige nuisible d'une essence différente que celle de la tige utile est présente dans un cône de 45° à partir du $2/3$ de la hauteur totale de la tige utile (figure 1).

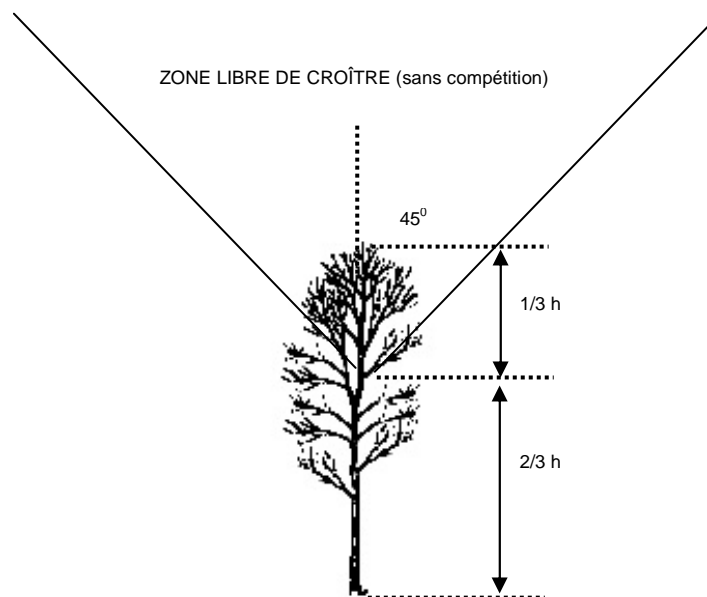
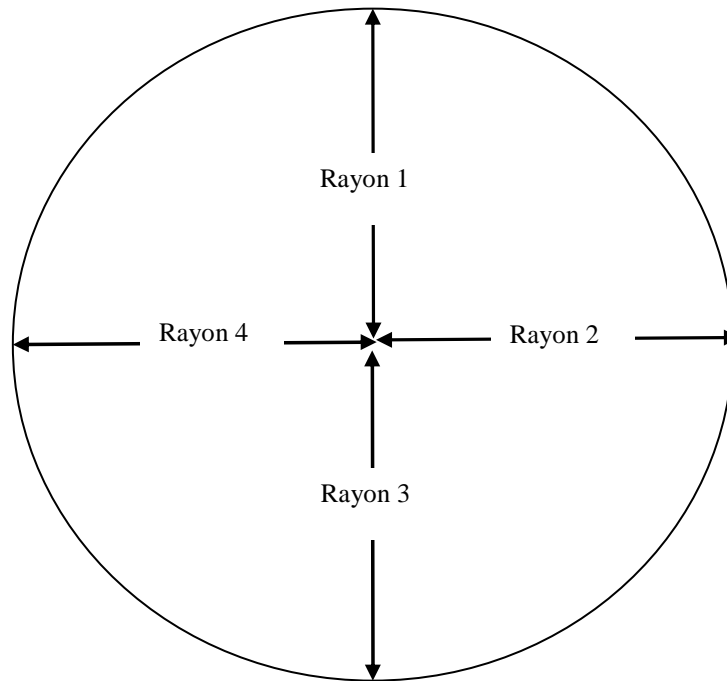


Figure 1. Méthode pour déterminer la libre croissance d'une tige utile

ANNEXE 2. MESURE DE LA LARGEUR ET DU DÉGAGEMENT DE LA CIME

Les mesures de largeur des cimes ont été prises de la façon suivante (vue de haut) :



La largeur de cime dégagée a été mesurée dans le cône du premier tiers supérieur (voir annexe 1) de la cime, jusqu'à concurrence de 2 fois la largeur du rayon de la cime.