

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

---

Rapport final – PMV1-04-07-0904 (42-19-03)

## Essai de coupe progressive irrégulière dans un peuplement mixte de la sapinière à bouleau jaune (Dispositif du lac Turcotte, La Tuque Suivi de la régénération)

Présenté au :

**Ministère des Ressources naturelles  
et de la Faune**

Kenny Walsh, ing.f.  
Véronique Drolet, ing.f.  
Alain Tremblay

Et

**La Compagnie Commonwealth Plywood Ltée**

Christian Picard, ing.f.  
André Fortin, ing.f.  
Alain Devault, tech. for.

Par :



**CERFO**  
Centre d'enseignement et de recherche  
en foresterie de Sainte-Foy inc.

Juliane Laliberté, ing.f.  
Donald Blouin, ing.f., M.Sc.  
Guy Lessard, ing.f., M.Sc.  
Emmanuelle Boulfroy, M.Sc.

---

Décembre 2010

**Référence à citer :**

Laliberté, J., D. Blouin, G. Lessard et E. Boulfroy. 2010. Essai de coupe progressive irrégulière dans un peuplement mixte de la sapinière à bouleau jaune (Dispositif du lac Turcotte, La Tuque) - Suivi de la régénération. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2010-29. 37 pages + 4 annexes.

## BÉNÉFICIAIRE DU PROJET

---

- **La Compagnie Commonwealth Plywood**  
*Christian Picard, ing.f.*  
*André Fortin, ing.f.*  
*Alain Devault, tech. for.*

## PARTENAIRES DU PROJET

---

- **Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO)**  
*Donald Blouin, ing.f., M.Sc.*  
*Juliane Laliberté, ing.f.*  
*Guy Lessard, ing.f., M.Sc.*  
*Emmanuelle Boulfroy, M.Sc.*
- **Sémafor**  
*Jean-Louis Martel, ing.f.*
- **Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec**  
*Alain Tremblay, tech.f.*  
*Sébastien Leduc, ing.f.*  
*Kenny Walsh, ing.f.*  
*Véronique Drolet, ing.f.*

# TABLE DES MATIÈRES

---

BÉNÉFICIAIRE DU PROJET .....	I
PARTENAIRES DU PROJET.....	I
LISTE DES FIGURES .....	III
LISTE DES TABLEAUX .....	III
REMERCIEMENTS .....	IV
RÉSUMÉ .....	V
INTRODUCTION.....	1
1. OBJECTIFS .....	2
2. HYPOTHÈSES DE RECHERCHE .....	3
3. MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	4
3.1. LOCALISATION DU SECTEUR À L'ÉTUDE.....	4
3.2. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL .....	5
3.2.1. Description des interventions.....	7
3.2.2. Collecte des données.....	10
3.2.3. Compilation et analyses statistiques .....	11
4. RÉSULTATS.....	12
4.1. PORTRAIT DE LA DISTRIBUTION DE LA RÉGÉNÉRATION DE L'ENSEMBLE DU DISPOSITIF EN 2009 .....	12
4.2. PORTRAIT DE L'ABONDANCE DE LA RÉGÉNÉRATION POUR L'ENSEMBLE DU DISPOSITIF EN 2009 .....	15
4.2.1. Classes d'abondance 1 et 3.....	15
4.2.2. Classe d'abondance 2 .....	15
4.3. PORTRAIT DE LA DISTRIBUTION DE LA RÉGÉNÉRATION DANS LE TRAITEMENT 3 (CPI PAR TROUÉES) .....	17
4.4. PORTRAIT DE LA SUPERFICIE SCARIFIÉE MÉCANIQUEMENT PAR TRAITEMENT .....	18
4.5. PORTRAIT DE LA PROPORTION DES MICROSITES PAR TRAITEMENT .....	19
4.6. ANALYSE DE LA PRÉSENCE DES ESSENCES PAR TYPE DE MICROSITE .....	20
5. DISCUSSION .....	22
5.1. ESSENCES DÉSIRÉES .....	22
5.2. ESSENCES NON-DÉSIRÉES ET COMPÉTITION .....	24
5.3. ÉVALUATION DU SCARIFIAGE ET DE LA PERTURBATION DU SOL .....	25
5.4. EFFET DU LIT DE GERMINATION .....	25
6. RECOMMANDATIONS POUR LE SUIVI.....	27
6.1. SUIVI .....	27
6.2. ÉDUCATION DES TIGES .....	27
CONCLUSION .....	28
RÉFÉRENCES.....	29
ANNEXE 1. COEFFICIENTS DE DISTRIBUTION, CODE D'ABONDANCE 1 (1 À 5 TIGES PAR PLACETTE) .....	31
ANNEXE 2. COEFFICIENTS DE DISTRIBUTION, CODE D'ABONDANCE 2 (PLUS DE 5 TIGES, MOINS DE 25 % DE RECOUVREMENT).....	32
ANNEXE 3. COEFFICIENTS DE DISTRIBUTION, CODE D'ABONDANCE 3 (PLUS DE 5 TIGES, PLUS DE 25 % DE RECOUVREMENT .....	33
ANNEXE 4. PRÉSENCE DES ESSENCES SELON LE TYPE DE MICROSITE.....	34

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1. Localisation du secteur à l'étude.....	4
Figure 2. Dispositif expérimental de coupe progressive irrégulière (secteur du lac Turcotte) et emplacement des points d'observation.....	6
Figure 3. Relevé des points scarifiés dans le dispositif du lac Turcotte.....	9
Figure 4. Disposition des microplacettes dans le traitement 3.....	10

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1. Superficie des unités expérimentales.....	7
Tableau 2. Coefficient de distribution des essences, hauteur de 0 à 60 cm.....	12
Tableau 3. Coefficient de distribution des essences, hauteur de 61 cm à 1,6 m.....	13
Tableau 4. Caractéristiques statistiques et probabilités associées aux variables retenues pour le modèle de coefficient de distribution moyen des essences d'une hauteur de 0 à 60 cm.....	14
Tableau 5. Caractéristiques statistiques et probabilités associées aux variables retenues pour le modèle de coefficient de distribution moyen des essences d'une hauteur de 61 cm à 1,6 m.....	15
Tableau 6. Coefficients de distribution des essences, classe d'abondance 2 et hauteur de 0 à 60 cm.....	16
Tableau 7. Caractéristiques statistiques et probabilités associées aux variables retenues pour le modèle de coefficient de distribution moyen des essences d'une hauteur de 0 à 60 cm (classe d'abondance 2).....	16
Tableau 8. Coefficient de distribution des essences dans le traitement 3, hauteur de 0 à 60 cm.....	17
Tableau 9. Coefficient de distribution des essences dans le traitement 3, hauteur de 61 cm à 1,6 m.....	18
Tableau 10. Pourcentage minimal de superficie scarifiée.....	19
Tableau 11. Proportion de chaque type de microsite par traitement.....	19
Tableau 12. Caractéristiques statistiques et probabilités associées aux variables retenues pour le modèle de proportion de chaque type de microsite.....	20
Tableau 13. Probabilités associées aux variables retenues pour le modèle d'analyse de la présence des essences d'une hauteur de 0 à 60 cm selon le type de microsite.....	21
Tableau 14. Coefficients de distribution des essences, classe d'abondance 1 et hauteur de 0 à 60 cm.....	31
Tableau 15. Coefficients de distribution des essences, classe d'abondance 1 et hauteur de 61 cm à 1,6 m.....	31
Tableau 16. Coefficients de distribution des essences, classe d'abondance 2 et hauteur de 61 cm à 1,6 m.....	32
Tableau 17. Coefficients de distribution des essences, classe d'abondance 3 et hauteur de 0 à 60 cm.....	33
Tableau 18. Coefficients de distribution des essences, classe d'abondance 3 et hauteur de 61 cm à 1,6 m.....	33
Tableau 19. Présence des essences selon le traitement et le type de microsite.....	34

## REMERCIEMENTS

---

Nous souhaitons remercier le ministère des Ressources naturelles et de la Faune pour le financement de ce projet par l'intermédiaire du Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier – volet 1. Un merci particulier s'adresse à M. Sébastien Leduc du MRNF pour l'initiation de ce projet et son ouverture aux changements. Nous remercions MM. Christian Picard, André Fortin et Alain Devault de la Compagnie Commonwealth Plywood pour leur volonté d'innovation et d'identification des pratiques adaptées au contexte forestier mauricien. Nous voulons également remercier l'équipe de Sémafor pour la réalisation des travaux d'inventaire.

## RÉSUMÉ

---

Un essai visant à comparer deux types de coupes progressives irrégulières et la coupe sélective mixte de résineux à bouleau du Manuel d'aménagement forestier (MRNFP 2004) à un témoin a été établi en 2007-2008. Le projet vise à optimiser le rendement forestier par la mise en application du procédé de régénération par la coupe progressive irrégulière dans des peuplements mixtes de structure irrégulière de la région écologique (4c-M) des Hautes-Collines du Lac Édouard (Moyen St-Maurice) afin de favoriser l'épinette rouge (*Picea rubens* [Sarg.]) et le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* [Britton]).

Un inventaire un an après intervention de préparation de terrain a été réalisé à l'automne 2009 pour mesurer la régénération. Le dispositif de recherche permettra d'assurer le suivi de l'évolution de la régénération dans le temps et de comparer entre eux les différents traitements sylvicoles.

Les résultats démontrent que les travaux de préparation de terrain ont permis d'augmenter la présence du bouleau jaune. Les coupes progressives irrégulières se sont avérées être les plus efficaces pour régénérer cette essence avec une présence de plus de 12 500 tiges par hectare dans 55 % et plus des placettes de 4 m<sup>2</sup>. La coupe progressive offre les conditions climatiques et la luminosité optimale pour le bouleau jaune (van der Kelen et Lessard 2004). Le bouleau jaune s'est installé de préférence sur les sites où le sol avait été perturbé.

Les différentes interventions sylvicoles n'ont pas permis l'installation de l'épinette rouge de façon satisfaisante pour l'instant. Il faut noter que le coefficient de distribution des semis d'épinette rouge dans les témoins n'est que de 7 % en moyenne. La susceptibilité élevée de l'épinette rouge à la sécheresse des couches superficielles du sol est une des hypothèses pour expliquer l'insuccès des différents traitements à régénérer cette essence. Il peut y avoir un délai dans l'installation de cette essence et des suivis seront nécessaires pour voir l'évolution de l'installation de l'épinette rouge.

À moyen terme, il faudra vérifier la survie de la régénération en essences désirées. Ce suivi permettra de déterminer la pertinence d'effectuer des travaux de contrôle de la végétation compétitrice. Il sera également très important de suivre l'évolution de la régénération par rapport au broutage du chevreuil et trouver des solutions si celui-ci devient problématique.

# INTRODUCTION

---

Tel que mentionné par le comité du Manuel d'aménagement forestier (MRNFP 2004), le défi de la biodiversité repose sur la nécessité de développer et de mettre en œuvre des approches sylvicoles plus diversifiées qui permettront de reproduire des peuplements et des paysages forestiers qui incorporent davantage toute la complexité et l'irrégularité des forêts naturelles. Les écosystèmes des forêts mixtes du sud du Québec sont extrêmement productifs, mais difficiles à aménager en raison de la présence de multiples essences (Archambault *et al.* 2009). Pour minimiser les problèmes potentiels, comme un changement indésirable dans la composition du couvert forestier, il est important de continuer à développer de nouvelles pratiques sylvicoles qui assureront le développement durable des écosystèmes et qui atténueront les effets négatifs des opérations de récolte (Archambault *et al.* 2009).

Appartenant au régime de la futaie irrégulière, la coupe progressive irrégulière est un ensemble d'interventions qui constituent un compromis entre les coupes totales et progressives classiques et les coupes jardinatoires afin d'assurer la régénération de façon non homogène (Otto 1998). La période de régénération est plus longue que dans la coupe progressive par trouées et s'étend de 1/5 à 1/2 de la révolution (Lanier 1986). Pendant cette période, le peuplement ressemble à une forêt jardinée par trouées ou bouquets, mais ne développera pas une structure équilibrée en J inversé. Ce procédé de régénération serait des plus pertinents pour la gestion de peuplements composés d'essences à longévité et à tolérance variables. Il permet de tempérer le fait que la coupe progressive pratiquée sur de grandes superficies avec une courte période de régénération remplace peu à peu les peuplements mixtes par des monocultures équiennes. L'objectif principal est la création de peuplements mixtes et mélangés de différents âges, en utilisant de préférence l'ensemencement naturel.

Selon les recommandations du Manuel d'aménagement forestier, il faut également que les industriels québécois acquièrent la capacité de déployer une sylviculture qui soit davantage diversifiée. Bien que la coupe progressive irrégulière soit connue et pratiquée depuis plus d'un siècle par les forestiers européens (*femelschlag* en Suisse, régénération lente par trouées en France, *irregular shelterwood cutting* en Angleterre), les modalités d'intervention demeurent à développer en fonction de la réalité écologique et opérationnelle québécoise. Notamment, les aspects suivants doivent être développés : débardage des bois; martelage des tiges; distribution des trouées pour libérer les taches de régénération ou pour en installer; et programmation dans le temps des interventions subséquentes.



# 1. OBJECTIFS

---

Ce projet est la suite logique des activités réalisées jusqu'à maintenant. Le suivi des travaux permettra de qualifier et quantifier les effets réels des traitements sur la régénération.

Le suivi de la régénération un an après intervention de préparation de terrain a pour objectifs généraux de :

- Déterminer le type de coupe qui donne les meilleurs résultats pour l'implantation des essences désirées (bouleau jaune et épinette rouge);
- Comparer l'effet des traitements à une zone témoin;
- Servir de référence pour le suivi à long terme des interventions;
- Comparer la coupe progressive irrégulière uniforme et par trouées.

Plus spécifiquement, le suivi permettra de :

- Tracer le portrait de la régénération en essences désirées;
- Tracer le portrait des essences compagnes;
- Identifier les risques potentiels de compétition;
- Évaluer la préparation de terrain après l'intervention;
- Évaluer les facteurs favorisant l'installation de la régénération en essences désirées.

## 2. HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

---

Les hypothèses de recherche pour cette étude sont les suivantes :

1. Les deux types de coupes progressives irrégulières favorisent la régénération en bouleau jaune davantage que l'éclaircie sélective mixte.
2. Dans la coupe progressive irrégulière par trouées, le bouleau jaune est davantage présent dans les trouées que dans les bordures.
3. La réalisation d'un traitement sylvicole favorise la régénération de l'épinette rouge.
4. Les essences compétitrices seront stimulées par l'ouverture du couvert suite aux traitements sylvicoles.
5. La perturbation du sol est plus importante dans la CPI par trouées que dans les autres traitements.
6. La perturbation du sol (lit de germination) a un effet positif sur la présence du bouleau jaune.
7. La perturbation du sol (lit de germination) a un effet positif sur la présence de l'épinette rouge.

### 3. MATÉRIEL ET MÉTHODE

#### 3.1. LOCALISATION DU SECTEUR À L'ÉTUDE

Le secteur à l'étude se trouve à l'ouest du Lac Turcotte dans les secteurs d'intervention de l'année 2007 dans la région de La Tuque (figure 1). Il se trouve dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'ouest dans la sous-région écologique des collines de la rivière Vermillon (4cT).

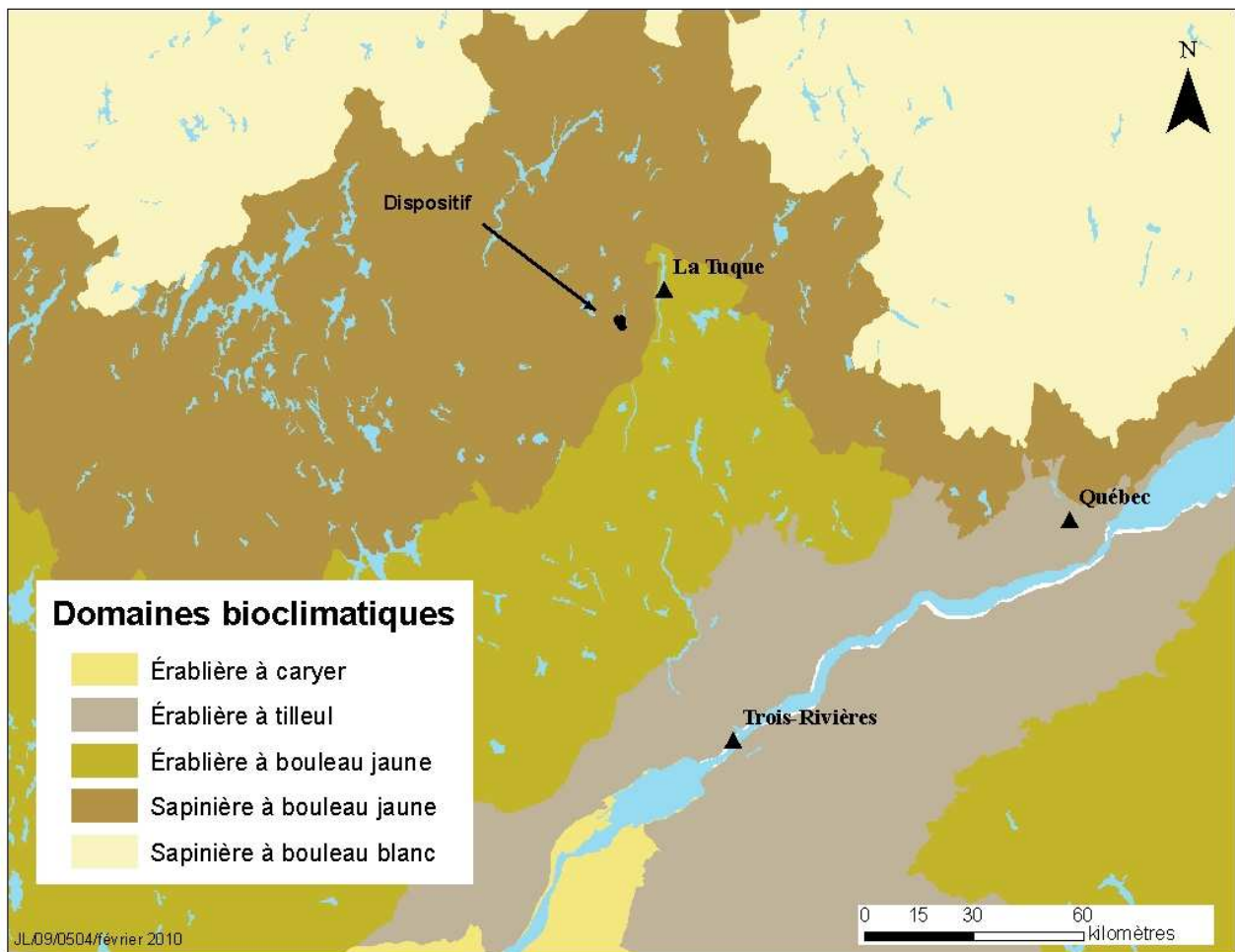


Figure 1. Localisation du secteur à l'étude

## 3.2. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif couvre une superficie de 183,4 hectares et comprend cinq blocs (tableau 1). La détermination des limites des différents blocs s'est faite en fonction des caractéristiques écologiques des stations. Pour plus d'informations sur la délimitation des blocs, le lecteur pourra se référer aux rapports précédents (Blouin *et al.* 2010 et 2009). Les traitements ont été répartis aléatoirement à l'intérieur de chacun des blocs (figure 2).

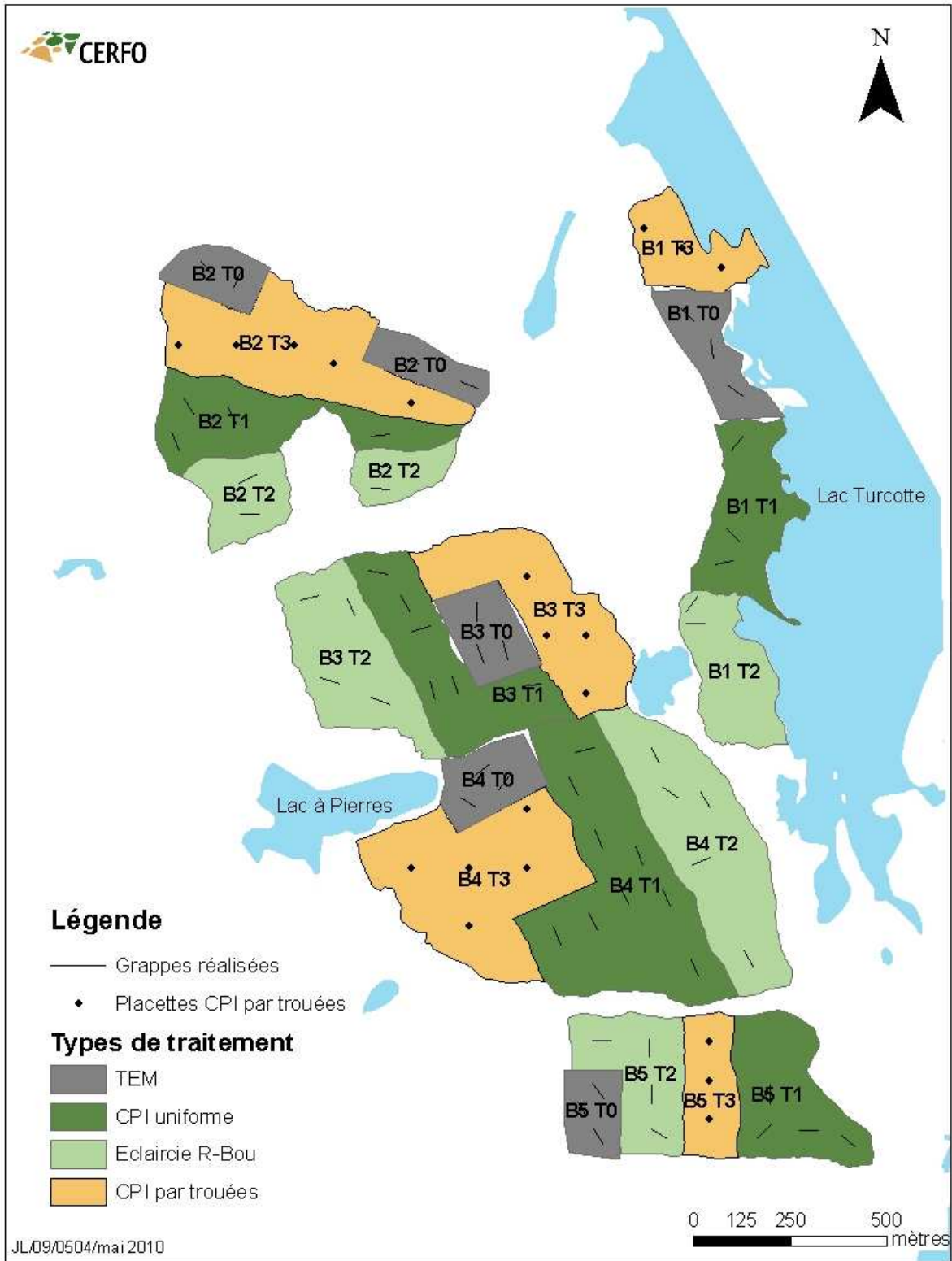


Figure 2. Dispositif expérimental de coupe progressive irrégulière (secteur du lac Turcotte) et emplacement des points d'observation

**Tableau 1. Superficie des unités expérimentales**

Bloc	Superficie par traitement (ha)				Total
	TEM	T1	T2	T3	
B1	4,8	7,3	6,5	4,9	<b>23,5</b>
B2	6,3	10,0	8,0	14,6	<b>38,9</b>
B3	4,2	11,7	10,4	11,9	<b>38,2</b>
B4	4,2	21,2	14,6	16,9	<b>56,9</b>
B5	3,2	9,1	8,0	5,6	<b>25,9</b>
<b>Total</b>	<b>22,7</b>	<b>59,4</b>	<b>47,5</b>	<b>53,9</b>	<b>183,4</b>

### **3.2.1. Description des interventions**

Les quatre traitements à l'étude sont :

- Témoin (TEM)
- Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein (T1)
- Éclaircie RBOU telle que définie dans le Manuel d'aménagement forestier (T2)
- Coupe progressive irrégulière par trouées (T3)

Les trois types d'intervention sont décrits succinctement dans les sections suivantes dans le but d'exposer les objectifs de régénération visés par les traitements. Pour de plus amples informations sur les différents traitements, le lecteur pourra se référer au rapport d'établissement du dispositif (Blouin *et al.* 2009).

#### **3.2.1.1. Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein (T1)**

Les objectifs de ce type de coupe sont d'installer une régénération abondante en essences désirées (bouleau jaune et épinette rouge), de maintenir un couvert protecteur résiduel uniforme pour protéger l'installation de la régénération (entre 50 et 60 %), de poursuivre la croissance des tiges sur pied, et de favoriser la croissance des perches, s'il y a lieu. Le peuplement résiduel sera formé de deux cohortes jusqu'à la récolte finale des tiges résiduelles.

#### **3.2.1.2. Éclaircie sélective mixte de résineux à bouleaux (EC-R-BOU) (T2)**

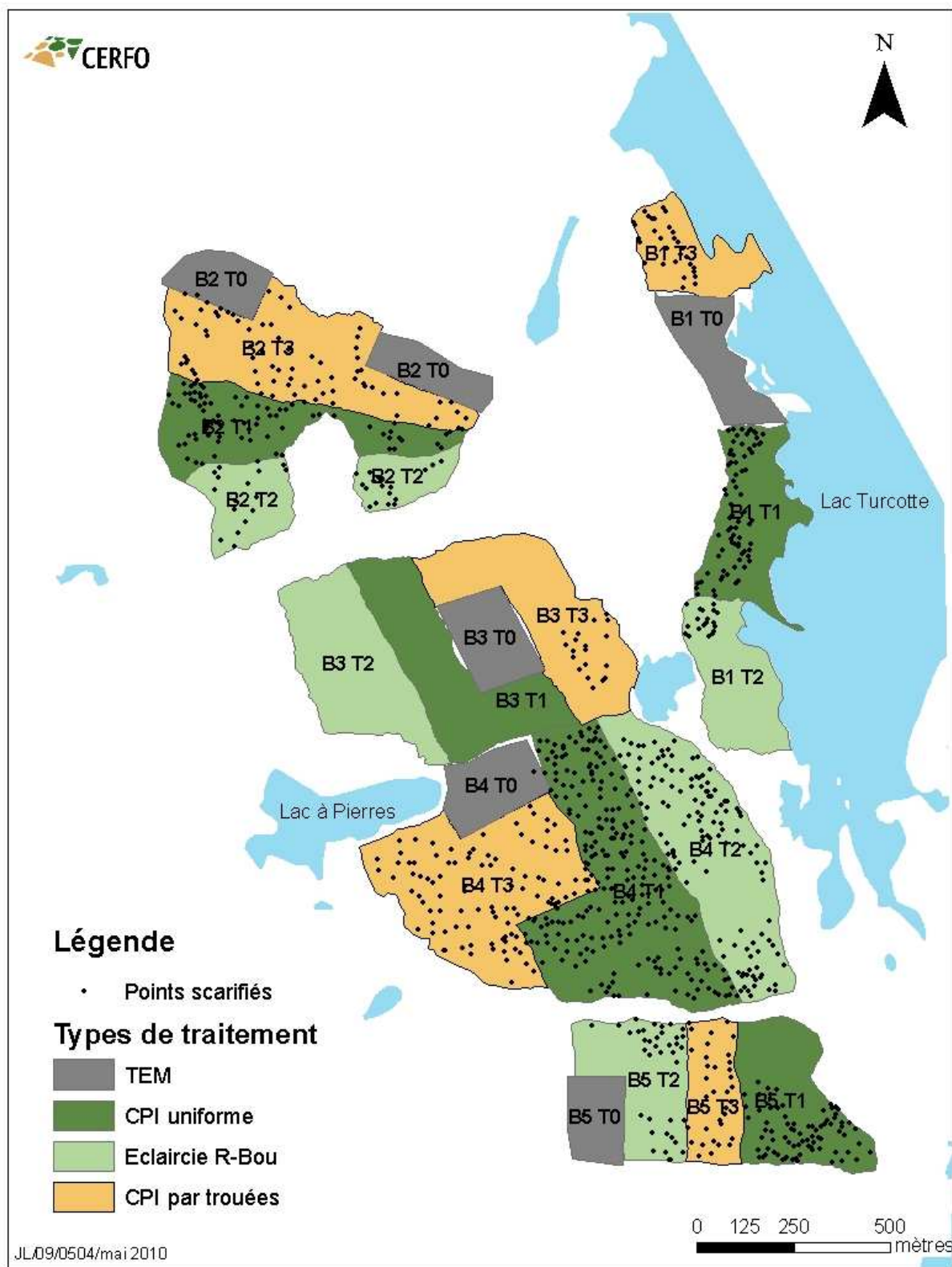
Ce type de coupe se définit comme étant l'abattage ou la récolte périodique d'arbres choisis, individuellement ou par petits groupes, dans un peuplement mélangé résineux/bouleaux, de structure irrégulière, dans le but de récolter toutes les tiges résineuses parvenues à maturité et ensuite de dégager les tiges d'avenir feuillues les plus aptes à constituer le peuplement futur. Le prélèvement se situe entre 30 et 40 % de la surface terrière marchande initiale, mais il peut atteindre 50 % dans le cas où cela s'avère nécessaire pour récolter tous les sapins parvenus à maturité ou susceptibles d'être irrécupérables avant la prochaine récolte (Blouin *et al.* 2009). Ce traitement vise également à installer la régénération en essences désirées dans les ouvertures.

### **3.2.1.3. Coupe progressive irrégulière par trouées (T3)**

Cette forme de coupe progressive vise à constituer plusieurs cohortes se juxtaposant. Pour ce type de coupe, les objectifs visés sont notamment d'installer une régénération abondante dans les trouées, de favoriser la régénération sur le pourtour des trouées par l'obtention d'un effet de bordure et de laisser le couvert résiduel poursuivre sa croissance. Un équilibre est nécessaire lors de la détermination de la dimension de la trouée entre le contrôle de l'envahissement des espèces de lumière et un éclairage suffisant pour la croissance des espèces semi-tolérantes comme le bouleau jaune.

### **3.2.1.4. Scarifiage**

Le scarifiage en plein a été réalisé à l'aide d'une débusqueuse à peigne à la fin de l'été 2008. L'ensemble du dispositif a été scarifié à l'exception des secteurs témoins et de certains traitements du bloc 3. Celui-ci était généralement constitué d'un trop grand nombre de tiges de petit diamètre, rendant difficile la réalisation des travaux sans bris aux tiges résiduelles. Un relevé des points ayant été scarifiés sur une superficie minimale de 100 m<sup>2</sup> est présenté à la figure 3.



**Figure 3. Relevé des points scarifiés dans le dispositif du lac Turcotte**

**Note :** Chaque point représente une superficie minimale de 100 m<sup>2</sup>.



### 3.2.2. Collecte des données

Un inventaire de régénération a été réalisé à l'automne 2009. Pour le témoin et les traitements 1 et 2, l'inventaire a été réalisé par grappe linéaire de 10 microplacettes de 4 m<sup>2</sup> (rayon de 1,13 m) dont les centres étaient espacés de cinq mètres. Dans le cas du traitement 3, des grappes de cinq microplacettes ont été réalisées dans les trouées et des grappes de cinq microplacettes ont également été mesurées dans les bordures (figure 4). Le lecteur peut se référer à la figure 2 pour voir l'emplacement des placettes et des grappes dans chaque unité expérimentale.

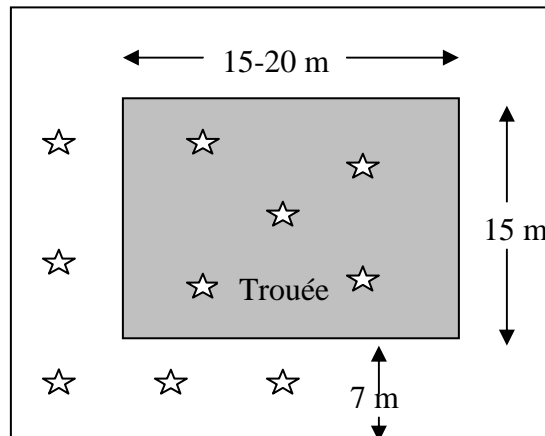


Figure 4. Disposition des microplacettes dans le traitement 3

Les essences commerciales et non commerciales présentes dans les microplacettes ont été identifiées selon quatre classes d'abondance :

- 0 : Absence
- 1 : 1 à 5 tiges dans la placette (densité de 2 500 à 12 500 ti/ha)
- 2 : Plus de 5 tiges et moins de 25 % de recouvrement de l'essence dans la placette (densité de plus de 12 500 ti/ha)
- 3 : Plus de 5 tiges et plus de 25 % de recouvrement dans la placette (densité de plus de 12 500 ti/ha)

La présence/absence du scarifiage a également été notée. De plus, le type de microsite présent a été identifié selon une des quatre possibilités suivantes :

- 0 : Sol non perturbé (humus, mousses, litière, etc.)
- 1 : Sol perturbé (présence de sol minéral) sur moins de 50 % de la superficie de la placette
- 2 : Sol perturbé sur plus de 50 % de la superficie de la placette
- 3 : Sol minéral sur 100 % de la superficie de la placette

### **3.2.3. Compilation et analyses statistiques**

Les moyennes présentées ont été réalisées à partir des données à l'échelle de l'unité expérimentale (UEXP). Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R version 2.10.1 (R Development Core Team (2009)).

Dans le cas des analyses portant sur le coefficient de distribution, la théorie des modèles mixtes, où les traitements sylvicoles constituent les effets fixes et les grappes 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<sup>1</sup>  $\alpha$  inférieur ou égal à 5 %. Dans le cas où les analyses de variance ont révélé une différence significative, des contrastes qualificatifs ont été utilisés pour discerner les moyennes significativement différentes les unes des autres. Les postulats de l'analyse de variance, soit la normalité des données et l'homogénéité des variances, ont été vérifiés et les ajustements nécessaires ont été effectués lorsque la situation l'exigeait.

Pour les analyses de présence/absence en fonction des types de microsite, les analyses ont été réalisées à l'aide de la fonction « lmer » du package *lme4* (Fit linear and generalized linear mixed-effects models, R package version 0.999375-32). Une distribution binomiale a été utilisée pour tenir compte de la nature des données (présence ou absence). La théorie des modèles mixtes a été respectée. Des contrastes qualitatifs ont aussi été effectués pour révéler les différences entre les types de microsites.

---

<sup>1</sup> Le niveau de signification  $\alpha$  désigne la chance que les résultats observés soient dus au seul effet du hasard.

## 4. RÉSULTATS

### 4.1. PORTRAIT DE LA DISTRIBUTION DE LA RÉGÉNÉRATION DE L'ENSEMBLE DU DISPOSITIF EN 2009

Le tableau 2 présente les coefficients de distribution moyens des principales essences rencontrées d'une hauteur de 0 à 60 cm dans le dispositif, toutes classes d'abondance confondues. Le sapin baumier (*Abies balsamea* [(L.) Mill]), l'érable rouge (*Acer rubrum* [L.]) et le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* [Britton]) constituent les principales essences présentes avec des distributions moyennes supérieures à 50 %. Le bouleau blanc (*Betula papyrifera* [Marsh.]) et l'érable à sucre (*Acer saccharum* [Marsh.]) sont également présents dans une proportion moyenne allant de 10 à 30 %.

Les essences non commerciales ont été regroupées selon trois classes : la végétation de sous-bois (graminées et fougères), les éricacées (*Ledum groenlandicum* [Oeder], *Kalmia angustifolia* [L.], *Vaccinium myrtilloides* [Michx.], *Vaccinium angustifolium* [Ait.], et *Rubus idaeus* [L.]) et les feuillus non-commerciaux (*Alnus rugosa* [Spreng.], *Corylus cornuta* [Marsh.], *Acer spicatum* [Lamb.], *Acer pensylvanicum* [L.], *Viburnum alnifolium* [Marsh.] et *Prunus pensylvanica* [L.f.]). Selon les traitements, les feuillus non-commerciaux sont représentés sur 77 à 86 % de la superficie du territoire.

**Tableau 2. Coefficient de distribution des essences, hauteur de 0 à 60 cm**

Traitement	TEM						T1						T2						T3					
	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy
BOJ	0%	28%	7%	17%	20%	<b>14%</b>	57%	63%	73%	60%	45%	<b>60%</b>	25%	43%	43%	67%	35%	<b>42%</b>	58%	56%	88%	55%	73%	<b>66%</b>
BOP	5%	0%	0%	3%	0%	<b>2%</b>	37%	8%	13%	44%	5%	<b>21%</b>	0%	25%	13%	17%	23%	<b>15%</b>	32%	37%	23%	40%	18%	<b>30%</b>
EPB	5%	6%	0%	0%	3%	<b>3%</b>	3%	8%	2%	4%	5%	<b>4%</b>	5%	3%	0%	0%	0%	<b>2%</b>	8%	5%	0%	2%	3%	<b>4%</b>
EPN	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	20%	<b>4%</b>	0%	0%	5%	0%	2%	<b>1%</b>
EPR	0%	10%	3%	20%	0%	<b>7%</b>	0%	5%	10%	3%	0%	<b>4%</b>	0%	5%	5%	0%	5%	<b>3%</b>	2%	8%	0%	2%	2%	<b>3%</b>
ERR	10%	60%	70%	77%	90%	<b>61%</b>	17%	95%	93%	91%	40%	<b>67%</b>	60%	83%	90%	77%	45%	<b>71%</b>	57%	83%	75%	94%	80%	<b>78%</b>
ERS	0%	2%	93%	0%	63%	<b>32%</b>	0%	5%	30%	5%	10%	<b>10%</b>	0%	0%	33%	45%	8%	<b>17%</b>	0%	13%	18%	2%	25%	<b>11%</b>
PET	5%	0%	0%	0%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	3%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	2%	1%	0%	1%	2%	<b>1%</b>
PIB	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	5%	0%	0%	0%	<b>1%</b>	2%	0%	0%	2%	0%	<b>1%</b>
SAB	45%	86%	13%	83%	50%	<b>56%</b>	47%	73%	60%	58%	50%	<b>57%</b>	90%	68%	73%	55%	55%	<b>68%</b>	63%	64%	63%	68%	68%	<b>65%</b>
THO	0%	0%	0%	0%	3%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	1%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	25%	<b>5%</b>	0%	0%	0%	2%	3%	<b>1%</b>
Basse	55%	70%	77%	67%	60%	<b>66%</b>	47%	60%	63%	73%	65%	<b>62%</b>	45%	38%	53%	62%	75%	<b>54%</b>	70%	67%	60%	49%	48%	<b>59%</b>
Ericacees	0%	10%	0%	10%	0%	<b>4%</b>	63%	0%	3%	29%	8%	<b>21%</b>	20%	15%	15%	18%	55%	<b>25%</b>	27%	25%	33%	20%	20%	<b>25%</b>
FNC	70%	84%	100%	60%	97%	<b>82%</b>	83%	90%	98%	81%	75%	<b>86%</b>	85%	70%	95%	97%	38%	<b>77%</b>	82%	78%	75%	75%	92%	<b>80%</b>

**Traitements :** TEM : Témoin; T1 : Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein; T2 : Éclaircie RBOU telle que définie dans le Manuel d'aménagement forestier; T3 : Coupe progressive irrégulière par trouées

Le tableau 3 présente les coefficients de distribution moyens pour la régénération de 61 cm à 1,6 mètre de hauteur.

**Tableau 3. Coefficient de distribution des essences, hauteur de 61 cm à 1,6 m**

Traitement	TEM						T1						T2						T3					
	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy
BOJ	0%	4%	3%	7%	7%	<b>4%</b>	7%	3%	5%	1%	0%	<b>3%</b>	0%	0%	10%	7%	8%	<b>5%</b>	5%	3%	3%	4%	3%	<b>3%</b>
BOP	0%	0%	0%	7%	0%	<b>1%</b>	3%	0%	0%	4%	0%	<b>1%</b>	0%	3%	3%	0%	0%	<b>1%</b>	0%	3%	3%	7%	2%	<b>3%</b>
EPB	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	2%	1%	3%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	2%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	1%	2%	<b>1%</b>
EPN	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	3%	<b>1%</b>	0%	0%	3%	0%	0%	<b>1%</b>
EPR	0%	2%	0%	20%	0%	<b>4%</b>	0%	0%	3%	3%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	3%	0%	5%	<b>2%</b>	0%	2%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
ERR	0%	10%	10%	17%	7%	<b>9%</b>	0%	8%	30%	18%	3%	<b>12%</b>	10%	3%	20%	10%	8%	<b>10%</b>	7%	19%	23%	19%	12%	<b>16%</b>
ERS	0%	2%	30%	0%	17%	<b>10%</b>	0%	0%	7%	0%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	5%	2%	0%	<b>1%</b>	0%	1%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
PET	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	3%	0%	0%	0%	0%	<b>1%</b>
PIB	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	3%	0%	0%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
SAB	10%	18%	7%	13%	13%	<b>12%</b>	7%	5%	17%	6%	10%	<b>9%</b>	25%	18%	13%	2%	10%	<b>13%</b>	10%	6%	5%	7%	10%	<b>8%</b>
THO	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	1%	0%	<b>0%</b>

**Traitements :** TEM : Témoin; T1 : Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein; T2 : Éclaircie RBOU telle que définie dans le Manuel d'aménagement forestier; T3 : Coupe progressive irrégulière par trouées

Le traitement, l'essence, et la classe de hauteur interagissent pour expliquer une partie de la variation du coefficient de distribution. Des analyses distinctes ont été réalisées par essence et par classe de hauteur pour distinguer l'effet du traitement sur le coefficient de distribution moyen. Seuls les résultats significatifs à un seuil de 5 % sont présentés aux tableaux 4 et 5.

Pour la régénération d'une hauteur de 0 à 60 cm (tableau 4), le coefficient de distribution du bouleau jaune est plus élevé dans les traitements que dans le témoin; il est également plus élevé dans les deux types de CPI que dans l'éclaircie (T2). Il en est de même pour le bouleau blanc. L'érable à sucre est davantage présent dans les peuplements témoins que dans les traitements. Les essences du groupe « éricacées » sont plus largement distribuées dans les trois traitements que dans le témoin.

**Tableau 4. Caractéristiques statistiques et probabilités associées aux variables retenues pour le modèle de coefficient de distribution moyen des essences d'une hauteur de 0 à 60 cm<sup>2</sup>**

Essence	Comparaison	Estimé	Erreur-type	Prob t	Diff.Sign
BOJ	TEM vs Autres	-0,0705	0,012	<0,0001	***
	Tr1 vs Tr3	-0,0052	0,022	0,8298	N.S.
	CPI vs ECF	0,0315	0,015	0,0410	*
BOP	TEM vs Autres	-0,0465	0,009	<0,0001	***
	Tr1 vs Tr3	-0,0362	0,180	0,1122	N.S.
	CPI vs ECF	0,0264	0,012	0,0279	*
ERS	TEM vs Autres	0,0249	0,012	0,0146	*
	Tr1 vs Tr3	-0,0087	0,018	0,6544	N.S.
	CPI vs ECF	0,0207	0,015	0,1769	N.S.
Éricacées	TEM vs Autres	-0,0360	0,011	0,0011	**
	Tr1 vs Tr3	-0,0275	0,020	0,2415	N.S.
	CPI vs ECF	0,0098	0,013	0,4652	N.S.

Pour la régénération d'une hauteur de 61 cm à 1,6 m, seuls les coefficients de distribution de l'épinette rouge et de l'érable à sucre sont plus élevés dans le témoin que dans les trois traitements (tableau 5).

<sup>2</sup> N.S. Aucune différence significative à un niveau de probabilité de 95 %

\*\*\* Différence significative à un niveau de probabilité de 99,9 %

\*\* Différence significative à un niveau de probabilité de 99 %

\* Différence significative à un niveau de probabilité de 95 %

**Tableau 5. Caractéristiques statistiques et probabilités associées aux variables retenues pour le modèle de coefficient de distribution moyen des essences d'une hauteur de 61 cm à 1,6 m<sup>3</sup>**

Essence	Comparaison	Estimé	Erreur-type	Prob t	Diff.Sign
EPR	TEM vs Autres	0,0071	0,003	0,0257	*
	Tr1 vs Tr3	0,0055	0,006	0,3788	N.S.
	CPI vs ECF	0,0012	0,004	0,7606	N.S.
ERS	TEM vs Autres	0,0174	0,004	<0,0001	***
	Tr1 vs Tr3	0,0022	0,007	0,7644	N.S.
	CPI vs ECF	0,0011	0,005	0,8218	N.S.

## 4.2. PORTRAIT DE L'ABONDANCE DE LA RÉGÉNÉRATION POUR L'ENSEMBLE DU DISPOSITIF EN 2009

### 4.2.1. Classes d'abondance 1 et 3

Les tableaux relatifs aux classes d'abondance 1 (1 à 5 tiges par microplacette) et 3 (plus de cinq tiges par microplacette et plus de 25 % de recouvrement) sont présentés uniquement en annexe (annexes 1 et 3). Les coefficients de distribution moyens pour ces deux classes sont relativement faibles (0 à 8 %) et il n'y a pas de différence significative entre les traitements pour une même essence.

### 4.2.2. Classe d'abondance 2

La classe d'abondance 2 (plus de cinq tiges et moins de 25 % de recouvrement) est celle qui est le mieux représentée dans le dispositif; elle varie selon l'essence, la classe de hauteur et le traitement. Le bouleau jaune a un coefficient de distribution moyen qui varie de 42 à 60 % dans les traitements, mais qui n'est que de 11 % dans le témoin. L'épinette rouge est faiblement représentée dans l'ensemble des traitements. Seuls les résultats pour la classe de hauteur de 0 à 60 cm sont présentés ici. La classe de hauteur supérieure ne présente aucune différence significative et est présentée à l'annexe 2.

<sup>3</sup> N.S. Aucune différence significative à un niveau de probabilité de 95 %.

\*\*\* Différence significative à un niveau de probabilité de 99,9 %.

\*\* Différence significative à un niveau de probabilité de 99 %.

\* Différence significative à un niveau de probabilité de 95 %.

**Tableau 6. Coefficients de distribution des essences, classe d'abondance 2 et hauteur de 0 à 60 cm**

Traitement	TEM						T1					T2					T3							
	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy
BOJ	0%	20%	7%	10%	20%	<b>11%</b>	57%	58%	67%	58%	35%	<b>55%</b>	25%	43%	43%	67%	35%	<b>42%</b>	52%	50%	78%	49%	70%	<b>60%</b>
BOP	5%	0%	0%	0%	0%	<b>1%</b>	37%	8%	13%	43%	5%	<b>21%</b>	0%	23%	13%	17%	10%	<b>12%</b>	23%	33%	23%	39%	18%	<b>27%</b>
EPB	5%	2%	0%	0%	3%	<b>2%</b>	0%	8%	0%	1%	0%	<b>2%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	3%	1%	0%	1%	0%	<b>1%</b>
EPN	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	10%	<b>2%</b>	0%	0%	3%	0%	0%	<b>1%</b>
EPR	0%	4%	0%	3%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	2%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	3%	<b>1%</b>	0%	3%	0%	1%	2%	<b>1%</b>
ERR	5%	58%	67%	73%	87%	<b>58%</b>	13%	95%	92%	89%	35%	<b>65%</b>	60%	78%	90%	77%	40%	<b>69%</b>	48%	80%	58%	93%	77%	<b>71%</b>
ERS	0%	2%	93%	0%	60%	<b>31%</b>	0%	3%	22%	5%	8%	<b>7%</b>	0%	0%	30%	42%	8%	<b>16%</b>	0%	10%	10%	0%	20%	<b>8%</b>
PET	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	3%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	2%	<b>0%</b>
PIB	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	1%	0%	<b>0%</b>
SAB	35%	76%	7%	80%	50%	<b>50%</b>	37%	68%	50%	48%	38%	<b>48%</b>	90%	58%	55%	53%	50%	<b>61%</b>	50%	53%	55%	61%	63%	<b>57%</b>
THO	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	1%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	13%	<b>3%</b>	0%	0%	0%	2%	2%	<b>1%</b>
Sous-bois	55%	70%	73%	67%	60%	<b>65%</b>	43%	60%	63%	70%	53%	<b>58%</b>	45%	38%	53%	62%	65%	<b>52%</b>	67%	60%	48%	47%	48%	<b>54%</b>
Éricacées	0%	10%	0%	10%	0%	<b>4%</b>	57%	0%	3%	29%	8%	<b>19%</b>	20%	15%	18%	50%	<b>24%</b>	27%	25%	28%	18%	18%	<b>23%</b>	
FNC	55%	78%	100%	57%	93%	<b>77%</b>	80%	88%	97%	81%	65%	<b>82%</b>	80%	68%	93%	95%	38%	<b>75%</b>	80%	77%	68%	73%	92%	<b>78%</b>

**Traitements :** TEM : Témoin; T1 : Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein; T2 : Éclaircie RBOU telle que définie dans le Manuel d'aménagement forestier; T3 : Coupe progressive irrégulière par trouées

Le coefficient de distribution varie à la fois selon l'essence, le traitement et la classe de hauteur. Cette triple interaction nous amène à devoir analyser individuellement l'effet du traitement par essence et par classe de hauteur (tableau 7). Les résultats pour les classes supérieures de hauteur ne sont pas présentés ici puisqu'il n'y a aucune différence significative entre les essences.

**Tableau 7. Caractéristiques statistiques et probabilités associées aux variables retenues pour le modèle de coefficient de distribution moyen des essences d'une hauteur de 0 à 60 cm (classe d'abondance 2)<sup>4</sup>**

Essence	Comparaison	Estimé	Erreur-type	Prob t	Diff.Sign
BOJ	TEM vs Autres	-0,0727	0,012	0,0000	***
	Tr1 vs Tr3	-0,0009	0,022	0,9710	N.S.
	CPI vs ECF	-0,0204	0,015	0,1734	N.S.
BOP	TEM vs Autres	-0,0436	0,009	0,0000	****
	Tr1 vs Tr3	-0,0283	0,017	0,1756	N.S.
	CPI vs ECF	-0,0308	0,011	0,0083	**
Éricacées	TEM vs Autres	-0,0343	0,010	0,0012	**
	Tr1 vs Tr3	-0,0244	0,019	0,2748	N.S.
	CPI vs ECF	0,0103	0,013	0,4256	N.S.
ERS	TEM vs Autres	0,0285	0,012	0,0180	*
	Tr1 vs Tr3	0,0060	0,015	0,7107	N.S.
	CPI vs ECF	0,0241	0,015	0,1091	N.S.

<sup>4</sup> N.S. Aucune différence significative à un niveau de probabilité de 95 %.

\*\*\* Différence significative à un niveau de probabilité de 99,9 %.

\*\* Différence significative à un niveau de probabilité de 99 %.

\* Différence significative à un niveau de probabilité de 95 %.

Dans la classe de hauteur 0 à 60 cm, quatre essences ou groupes d'essence ont un coefficient de distribution qui varie significativement selon le traitement. Le bouleau jaune, le bouleau blanc et les éricacées sont influencés positivement par les interventions sylvicoles, tandis que le coefficient de distribution de l'érable à sucre diminue significativement lorsqu'il y a une intervention sylvicole.

### 4.3. PORTRAIT DE LA DISTRIBUTION DE LA RÉGÉNÉRATION DANS LE TRAITEMENT 3 (CPI PAR TROUÉES)

En raison des particularités de ce traitement (présence de trouées et de bordures), des analyses spécifiques ont été réalisées pour comparer les coefficients de distribution moyens des essences entre les trouées et les bordures. Encore une fois, on observe une interaction entre la localisation, l'essence et la classe de hauteur qui amène des analyses distinctes par classe de hauteur et par essence pour être en mesure de capter les différences entre les localisations. Le tableau 8 présente les coefficients de distribution et les résultats des comparaisons de moyennes.

Tableau 8. Coefficient de distribution des essences dans le traitement 3, hauteur de 0 à 60 cm<sup>5</sup>

Localisation	Bordures						Trouées					
	Essence/Bloc	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5
BOJ	53%	32%	80%	42%	53%	<b>52% a</b>	63%	80%	95%	68%	93%	<b>80% b</b>
BOP	20%	8%	0%	6%	3%	<b>8% a</b>	43%	65%	45%	74%	33%	<b>52% b</b>
EPB	17%	5%	0%	2%	7%	<b>6%</b>	0%	5%	0%	2%	0%	<b>1%</b>
EPN	0%	0%	10%	0%	0%	<b>2%</b>	0%	0%	0%	0%	3%	<b>1%</b>
EPR	0%	12%	0%	0%	3%	<b>3%</b>	3%	3%	0%	4%	0%	<b>2%</b>
ERR	50%	87%	80%	90%	83%	<b>78%</b>	63%	83%	75%	98%	77%	<b>79%</b>
ERS	0%	23%	25%	4%	27%	<b>16%</b>	0%	2%	10%	0%	23%	<b>7%</b>
PET	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	3%	2%	0%	2%	3%	<b>2%</b>
PIB	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	3%	0%	0%	4%	0%	<b>1%</b>
SAB	80%	73%	80%	74%	80%	<b>77% a</b>	47%	55%	45%	62%	57%	<b>53% b</b>
THO	0%	0%	0%	4%	7%	<b>2%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
Sous-bois	77%	52%	60%	38%	37%	<b>53%</b>	63%	82%	60%	60%	60%	<b>65%</b>
Éricacées	13%	13%	15%	6%	3%	<b>10% a</b>	40%	37%	50%	34%	37%	<b>39% b</b>
FNC	77%	75%	70%	74%	87%	<b>76%</b>	87%	82%	80%	76%	97%	<b>84%</b>

Pour la classe de hauteur 0-60 cm, les coefficients de distribution sont plus élevés dans les trouées que dans les bordures, pour le bouleau jaune, le bouleau blanc et les éricacées. Dans le cas du sapin baumier, le coefficient de distribution est plus élevé dans les bordures.

<sup>5</sup> Des lettres différentes indiquent une différence significative entre les bordures et la trouée pour une même essence.



Pour la régénération de 61 cm à 1,6 m, la distribution du bouleau jaune est également plus élevée dans les trouées (tableau 9). Bien que cette tendance soit non significative dû à la grande variabilité, l'érable rouge semble s'installer de préférence dans les trouées.

**Tableau 9. Coefficient de distribution des essences dans le traitement 3, hauteur de 61 cm à 1,6 m<sup>6</sup>**

Localisation	Bordures						Trouées					
	Essence/Bloc	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5
BOJ	3%	2%	0%	2%	0%	<b>1% a</b>	7%	3%	5%	6%	7%	<b>6% b</b>
BOP	0%	5%	0%	4%	3%	<b>2%</b>	0%	0%	5%	10%	0%	<b>3%</b>
EPB	0%	0%	0%	0%	3%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	2%	0%	<b>0%</b>
EPN	0%	0%	5%	0%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
EPR	0%	2%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	2%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
ERR	7%	13%	10%	6%	13%	<b>10%</b>	7%	25%	35%	32%	10%	<b>22%</b>
ERS	0%	2%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
PET	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	7%	0%	0%	0%	0%	<b>1%</b>
PIB	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
SAB	10%	7%	10%	10%	7%	<b>9%</b>	10%	5%	0%	4%	13%	<b>6%</b>
THO	0%	0%	0%	2%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>

#### 4.4. PORTRAIT DE LA SUPERFICIE SCARIFIÉE MÉCANIQUEMENT PAR TRAITEMENT

Le tableau 10 présente la proportion moyenne minimale de superficie scarifiée par bloc et par traitement. Ces valeurs ont été obtenues en considérant que chaque point de la figure 3 est d'une superficie minimale de 100 m<sup>2</sup> et que, dans le traitement 3, seules les trouées ont été scarifiées mécaniquement. Celles-ci occupent environ 9 % de la superficie dans le traitement 3 (*Blouin et al.* 2009). La moyenne de superficie perturbée est de 66 % pour les trouées. En considérant l'ensemble du traitement (trouées + bordures), cette proportion tombe à 6 %, une proportion semblable au traitement 2 (ECF).

<sup>6</sup> Des lettres différentes indiquent une différence significative entre les bordures et la trouée pour une même essence

**Tableau 10. Pourcentage minimal de superficie scarifiée**

Bloc	pourcentage scarifié (minimum)			
	T1	T2	T3 (trouées)	T3 (ensemble)
B1	11%	3%	68%	6%
B2	8%	4%	56%	5%
B3	NA	NA	NA	NA
B4	11%	8%	70%	6%
B5	9%	5%	68%	6%
<b>Moyenne</b>	<b>10%</b>	<b>5%</b>	<b>66%</b>	<b>6%</b>

**Traitements :** TEM : Témoin; T1 : Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein; T2 : Éclaircie RBOU telle que définie dans le Manuel d'aménagement forestier; T3 : Coupe progressive irrégulière par trouées

#### 4.5. PORTRAIT DE LA PROPORTION DES MICROSITES PAR TRAITEMENT

Le tableau suivant montre la proportion moyenne de chaque type de microsite par traitement. Il faut comprendre que les microsites sont des endroits où le sol a été perturbé, soit par les opérations de récolte, soit par un scarifiage mécanique.

**Tableau 11. Proportion de chaque type de microsite par traitement**

Microsite/Traitement	TEM	T1	T2	T3
Sol non-perturbé	100%	76%	86%	74%
Sol perturbé - 50%	0%	14%	7%	13%
Sol perturbé +50%	0%	4%	3%	7%
Sol perturbé 100%	0%	6%	4%	6%

**Traitements :** TEM : Témoin; T1 : Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein; T2 : Éclaircie RBOU telle que définie dans le Manuel d'aménagement forestier; T3 : Coupe progressive irrégulière par trouées

Des comparaisons entre les traitements sylvicoles ont été effectuées pour voir où se situaient les différences au niveau des proportions de microsite. Les résultats sont présentés au tableau 12.

Il y a plus de microsites où le sol est non perturbé dans les témoins que dans l'ensemble des traitements sylvicoles. Également, il y a une proportion moins importante de microsites non-perturbés dans les deux types de CPI que dans l'ECF.

La proportion de microsite 1 (sol perturbé à moins de 50 %) est plus grande dans les deux types de CPI quand dans l'ECF. Il y a également une proportion plus importante de ce type de microsite dans les traitements que dans les témoins.

Finalement, il y a une plus grande proportion de microsites perturbés à plus de 50 % dans les traitements que dans les témoins.

**Tableau 12. Caractéristiques statistiques et probabilités associées aux variables retenues pour le modèle de proportion de chaque type de microsite<sup>7</sup>**

Microsite	Comparaison	Estimé	Erreur-type	Prob t	Diff.Sign
Sol non-perturbé	TEM vs Autres	0,0526	0,012	<0,0001	***
	Tr1 vs Tr3	0,0085	0,022	0,7164	N.S.
	CPI vs ECF	-0,0387	0,015	0,0110	*
Sol perturbé - 50%	TEM vs Autres	-0,0278	0,008	0,0048	**
	Tr1 vs Tr3	0,0036	0,016	0,8283	N.S.
	CPI vs ECF	0,0229	0,010	0,0465	*
Sol perturbé + 50%	TEM vs Autres	-0,0131	0,005	0,0259	*
	Tr1 vs Tr3	-0,0173	0,010	0,1001	N.S.
	CPI vs ECF	-0,0118	0,006	0,0932	N.S.
Sol perturbé 100%	TEM vs Autres	-0,0121	0,007	0,0981	N.S.
	Tr1 vs Tr3	-0,0035	0,013	0,7896	N.S.
	CPI vs ECF	-0,0041	0,008	0,6384	N.S.

#### 4.6. ANALYSE DE LA PRÉSENCE DES ESSENCES PAR TYPE DE MICROSITE

Le tableau 13 présente les comparaisons entre les types de microsite qui expliquent la présence de chaque essence dans le dispositif.

Cette analyse démontre que la végétation de sous-bois, les éricacées, le bouleau jaune et le bouleau blanc semblent favorisés par les stations où le sol a été perturbé. De plus, les éricacées, le bouleau jaune et le bouleau blanc sont davantage présents sur les sites où le sol minéral est complètement exposé (perturbé 100 %) comparativement aux sites où le sol minéral est exposé à plus de 50 %.

<sup>7</sup> N.S. Aucune différence significative à un niveau de probabilité de 95 %.

\*\*\* Différence significative à un niveau de probabilité de 99,9 %.

\*\* Différence significative à un niveau de probabilité de 99 %.

\* Différence significative à un niveau de probabilité de 95 %.

L'épinette rouge et l'érable à sucre s'installent de préférence sur les sites non-perturbés. Plus la perturbation du sol est importante, plus la probabilité de présence de l'érable rouge diminue.

Le tableau 19 à l'annexe 4 présente le pourcentage de présence de chaque essence selon le type de microsite et le traitement.

**Tableau 13. Probabilités associées aux variables retenues pour le modèle d'analyse de la présence des essences d'une hauteur de 0 à 60 cm selon le type de microsite <sup>8</sup>**

Essence	Comparaison	Estimé	Erreur-type	Prob> t	Diff.sign.
<b>Éricacées</b>	Non-perturbé vs perturbé	-0,4708	0,054	<0,0001	***
	Perturbé - 50% vs perturbé +50%	-0,4877	0,209	0,0197	*
	Perturbé + 50% vs perturbé 100%	-0,5281	0,264	0,0453	*
<b>FNC</b>	Non-perturbé vs perturbé	-0,1791	0,054	<0,0001	***
	Perturbé - 50% vs perturbé +50%	-0,3449	0,234	0,1402	N.S.
	Perturbé + 50% vs perturbé 100%	-0,4760	0,299	0,1118	N.S.
<b>BOJ</b>	Non-perturbé vs perturbé	-0,4302	0,066	<0,0001	***
	Perturbé - 50% vs perturbé +50%	-0,6237	0,280	0,0262	*
	Perturbé + 50% vs perturbé 100%	-1,1033	0,433	0,0109	*
<b>BOP</b>	Non-perturbé vs perturbé	-0,5675	0,054	<0,0001	***
	Perturbé - 50% vs perturbé +50%	-0,6517	0,214	0,0023	**
	Perturbé + 50% vs perturbé 100%	-0,7069	0,283	0,0125	*
<b>EPR</b>	Non-perturbé vs perturbé	0,2462	0,118	0,0363	*
	Perturbé - 50% vs perturbé +50%	0,6507	0,503	0,1955	N.S.
	Perturbé + 50% vs perturbé 100%	-0,5704	0,753	0,4487	N.S.
<b>ERR</b>	Non-perturbé vs perturbé	0,0930	0,060	0,1149	N.S.
	Perturbé - 50% vs perturbé +50%	0,7816	0,267	0,0034	**
	Perturbé + 50% vs perturbé 100%	0,9680	0,289	0,0008	***
<b>ERS</b>	Non-perturbé vs perturbé	0,2462	0,118	0,0363	*
	Perturbé - 50% vs perturbé +50%	0,6507	0,503	0,1955	N.S.
	Perturbé + 50% vs perturbé 100%	-0,5704	0,753	0,4487	N.S.
<b>Sous-bois</b>	Non-perturbé vs perturbé	0,2019	0,050	<0,0001	***
	Perturbé - 50% vs perturbé +50%	-0,0264	0,221	0,9049	N.S.
	Perturbé + 50% vs perturbé 100%	0,1161	0,268	0,6646	N.S.

<sup>8</sup> N.S. Aucune différence significative à un niveau de probabilité de 95 %.

\*\*\* Différence significative à un niveau de probabilité de 99,9 %.

\*\* Différence significative à un niveau de probabilité de 99 %.

\* Différence significative à un niveau de probabilité de 95 %.

## 5. DISCUSSION

---

### 5.1. ESSENCES DÉSIRÉES

L'inventaire réalisé ne nous permet pas de présenter la densité exacte en tiges par hectare des essences rencontrées dû à leur petite taille. Dans le cas des semis nouvellement installés (hauteur de 0 à 60 cm), le bouleau jaune a un coefficient de distribution de 14 % dans les témoins et de 42 % dans l'éclaircie sélective mixte (ECF). Dans les deux coupes progressives irrégulières (CPI), le coefficient de distribution est égal ou supérieur à 60 %.

En moyenne, on observe une distribution de 42 à 60 % du bouleau jaune dont la densité de semis est supérieure à 12 500 tiges par hectare (tableau 6). Cette proportion n'est que de 11 % dans le témoin. La présence du bouleau jaune varie également à l'intérieur des sites de la CPI par trouées. Le bouleau jaune est présent dans 80 % des sites dans les trouées. Cette proportion baisse à 52 % dans les bordures.

L'épinette rouge est faiblement distribuée dans l'ensemble des traitements avec un coefficient de distribution de 3 à 4 %. Cette proportion est à peine supérieure dans les témoins où l'épinette rouge est présente dans 7 % des sites.

Dans le cas des essences présentes avant traitement (hauteur supérieure à 60 cm), les coefficients de distribution sont faibles. Pour les tiges déjà présentes au moment du traitement, l'épinette rouge est davantage présente dans les sites témoins que dans les sites traités.

#### **Objectif 1 : Portrait de la régénération des essences désirées**

**Hypothèse 1 : Les deux types de coupes progressives irrégulières favorisent la régénération en bouleau jaune davantage que l'éclaircie sélective mixte.**

**Oui.** La réalisation d'un traitement sylvicole permet d'augmenter la présence de bouleau jaune. De plus, les coupes progressives irrégulières (CPI) présentent de meilleurs coefficients de distribution du bouleau jaune que l'éclaircie sélective mixte (ECF).

La coupe progressive offre les conditions climatiques et la luminosité optimales pour le bouleau jaune tout en permettant un certain contrôle de la compétition des espèces intolérantes défavorisées par cette lumière partielle (van Der Kelen et Lessard 2004).

**Hypothèse 2 : Dans la coupe progressive irrégulière par trouées, le bouleau jaune est davantage présent dans les trouées que dans les bordures**

**Oui.** Au niveau de la CPI par trouées, le bouleau jaune semble s'installer de préférence dans la trouée que dans les bordures. Ceci s'explique bien par le fait que le bouleau jaune est une espèce semi-tolérante à l'ombre qui est reconnue pour s'installer de préférence sur les sites perturbés (Burns *et al.* 1990). L'absence de passage de la machinerie et de préparation de terrain dans les bordures n'a pas permis la création de conditions favorables au développement du bouleau jaune. La forte densité de bouleau jaune (plus de 12 500 tiges/ha dans plus de 40 % des cas) s'explique par son haut taux de succès de germination (plus de 90 % dans les bonnes années semencières).

**Hypothèse 3 : La réalisation d'un traitement sylvicole favorise la régénération de l'épinette rouge**

**Non.** L'application d'un traitement sylvicole n'a pas permis d'augmenter la régénération en épinette rouge. Le taux d'humidité du sol est le facteur clé dans l'établissement des semis d'épinette rouge et le sol minéral est le meilleur substrat pour la germination (Burns *et al.* 1990). La survie des semis est le facteur limitant pour la régénération naturelle de l'épinette rouge, davantage que les conditions de germination (Burns *et al.* 1990). La susceptibilité élevée de l'épinette rouge à la sécheresse des couches superficielles du sol est une des hypothèses pour expliquer l'insuccès des différents traitements à régénérer cette essence. Les données climatiques de la saison de croissance indiquent d'ailleurs que le printemps 2009 a été plus sec que la moyenne (Environnement Canada 2010); ceci pourrait avoir affecté la survie des semis. Après intervention, la surface terrière en épinette rouge dans les traitements varie de 1,1 à 3,9 m<sup>2</sup>/ha et est de 2,6 m<sup>2</sup>/ha dans les témoins. La présence de semenciers d'épinette rouge est possiblement insuffisante pour assurer la régénération adéquate de cette essence. Il faudra suivre la régénération de cette essence dans le temps pour vérifier s'il y a un délai d'installation des semis d'épinette rouge. Il faut par contre souligner que l'épinette rouge est une essence qui réagit bien à la suppression et qui peut survivre sous couvert (Burns *et al.* 1990).

Les conditions optimales de régénération du bouleau jaune et de l'épinette rouge diffèrent, le premier étant une essence reconnue comme intermédiaire à l'ombre. Les opinions divergent toutefois à savoir si l'épinette rouge est tolérante ou très tolérante à l'ombre. Quoiqu'il en soit, il est reconnu que sa tolérance varie selon le climat et la fertilité du sol (Burns *et al.* 1990). Il est donc difficile de créer simultanément des conditions d'établissement adéquates aux deux essences.

## 5.2. ESSENCES NON-DÉSIRÉES ET COMPÉTITION

L'érable rouge est fortement représenté sur l'ensemble du dispositif, tant dans les témoins que dans les traitements. Les coefficients de distribution moyens varient de 61 à 78 %. La densité en érables rouges est supérieure à 12 500 tiges par hectare dans plus de 65 % des placettes des traitements (tableau 6) et dans 58 % des placettes témoins.

Le sapin baumier est également largement distribué avec un coefficient de distribution allant de 56 % (témoin) à 68 % (ECF). La végétation de sous-bois (graminés et fougères) est présente à plus de 54 % dans le témoin et l'ensemble des traitements. Les feuillus non-commerciaux sont présents dans plus de 77 % des placettes, tandis que les éricacées et le framboisier sont présents environ une fois sur cinq (20 à 25 %) dans les traitements.

**Objectif 2 : Portrait des essences compagnes**  
**Objectif 3 : Identification des risques de compétition**

**Hypothèse 4 : Les essences compétitrices seront stimulées par l'ouverture du couvert et la perturbation du sol suite aux traitements sylvicoles.**

**Oui.** La présence de compétiteurs est à surveiller. Il faut noter que la présence des éricacées est supérieure dans les traitements que dans le témoin. L'envahissement par les éricacées provoque souvent une réduction de la croissance des semis de conifères et une chlorose de leur feuillage (Bradley 2005). La pratique d'éclaircies et de coupes partielles peut aggraver le problème. Par contre, le scarifiage pourrait réduire l'impact de ces espèces nuisibles sur la croissance des conifères (Bradley 2005).

La compétition de certaines essences en mesure d'envahir rapidement les parterres de coupe (framboisier, érable de Pennsylvanie et cerisier de Pennsylvanie par exemple) peut compromettre la survie des semis de bouleau jaune. Le broutage par les cervidés est également un facteur de risque important pour la survie du bouleau jaune (Élie *et al.* 2009).

Par contre, bien que le bouleau jaune soit une essence semi-tolérante à l'ombre, sa capacité de croissance en hauteur et en diamètre peut être plus élevée que celle des essences tolérantes à l'ombre, comme l'érable à sucre, sous des conditions de couvert ou de pleine lumière (Bellefleur et Larocque 1983). Le bouleau jaune pourrait ainsi concurrencer efficacement certaines essences compétitrices.

Les fougères (identifiées ici dans le groupe « sous-bois »), le framboisier et les semis d'érable sont les principaux compétiteurs de l'épinette rouge (Burns *et al.* 1990). La compétition par le bouleau est moins problématique en raison de sa cime étroite (Burns *et al.* 1990). L'épinette rouge est par contre une essence qui survit sous couvert et qui garde la capacité à réagir à une ouverture tardive du couvert.

### 5.3. ÉVALUATION DU SCARIFIAGE ET DE LA PERTURBATION DU SOL

Au moins 10 % de la superficie est scarifiée dans la CPI uniforme (T1). Cette proportion minimale tombe à 5 % dans le cas de l'ECF (T2) et la CPI par trouées (T3). Par contre, lorsqu'on considère que le scarifiage mécanique ne s'est fait que dans les trouées, cette proportion monte à 66 % pour les trouées du traitement 3.

Il y a une proportion moins importante de microsites non-perturbés dans les deux types de CPI que dans l'ECF.

#### **Objectif 4 : Évaluer la préparation de terrain après intervention**

##### **Hypothèse 5 : La perturbation du sol est plus importante dans la CPI par trouées que dans les deux traitements.**

**Oui, si on considère les trouées.** Il y a une proportion plus importante de microsites perturbés dans les deux types de CPI que dans l'ECF. Pour le traitement 2 (ECF), la plus grande quantité de tiges résiduelles, principalement dans la classe de DHP 10 à 22 cm, rend difficile le déplacement de la machinerie sans affliger de blessures aux tiges. Le scarifiage était prescrit seulement aux endroits où la surface terrière des tiges en essences désirées de 10 à 22 cm était inférieure à 1 m<sup>2</sup>/ha. Or, le suivi après intervention démontre que la surface terrière de la classe 10 à 22 cm était en moyenne de 10,7 m<sup>2</sup>/ha (Blouin *et al.* 2010). Ceci pourrait expliquer la plus faible proportion de sites scarifiés et de microsites perturbés pour le traitement 2.

### 5.4. EFFET DU LIT DE GERMINATION

Une analyse de présence/absence a permis d'étudier l'installation des essences selon le type de microsite (tableau 11). Le bouleau jaune, le bouleau blanc, les feuillus non-commerciaux et les éricacées sont davantage présents dans les sites perturbés que dans les sites non-perturbés.



L'épinette rouge, l'érable à sucre et la végétation de sous-bois sont représentés dans une proportion plus importante sur les sites non-perturbés.

**Objectif 5 : Évaluation des facteurs favorisant l'installation de certaines essences**

**Hypothèse 6 : La perturbation du sol a un effet positif sur la présence du bouleau jaune.**

**Oui.** Il est habituellement reconnu qu'une exposition du sol minéral combinée à des semenciers de qualité permet l'établissement satisfaisant du bouleau jaune (Archambault *et al.* 2009, Gastaldello 2007). Cette essence a besoin d'une perturbation du sol et d'une ouverture du couvert pour s'installer (Burns *et al.* 1990). Sur les sites non-perturbés, le bouleau jaune ne peut s'installer que sur du bois mort au sol et sur des souches. La litière de feuilles au sol n'est pas favorable à la survie des semis (Burns *et al.* 1990).

**Hypothèse 7 : La perturbation du sol a un effet positif sur la présence de l'épinette rouge.**

**Non.** Bien que l'épinette rouge s'installe de préférence sur sol minéral, sa germination peut se faire sur la plupart des substrats : bois en décomposition, humus (Burns *et al.* 1990). L'humidité est un facteur clé dans l'installation des semis d'épinette rouge. C'est une hypothèse qui explique pourquoi il est davantage présent sur les sites non-perturbés de l'étude.

## 6. RECOMMANDATIONS POUR LE SUIVI

---

### 6.1. SUIVI

Pour suivre la survie et l'installation de la régénération, ainsi que la pression exercée par les essences de compétition, il est recommandé d'effectuer un inventaire trois ans et cinq ans après intervention. Ces suivis permettront de déterminer la nécessité d'effectuer des travaux de contrôle de la végétation compétitrice. Il sera très important de suivre l'évolution de la régénération par rapport au brout du chevreuil et trouver des solutions si celui-ci devient problématique. La présence importante de compétiteurs nous porte à croire que des travaux de dégagement de la régénération seront possiblement nécessaires à court/moyen terme. Des travaux précédents en Estrie et en Mauricie signalent la disparition de nombreux bouleaux jaunes au profit d'autres espèces intolérantes lorsque ceux-ci ne sont pas dégagés.

### 6.2. ÉDUCATION DES TIGES

Le bouleau jaune est une essence de valeur, prisée par l'industrie de la transformation du bois. Par contre, il a tendance à devenir branchu dans des conditions de pleine lumière. À moyen terme, il faudra peut-être envisager des travaux de dégagement à l'européenne pour assurer le développement de tiges de qualité. Ce type de dégagement permettra de conserver une pression latérale en favorisant la compétition intra-spécifique, minimisant ainsi la formation de broussins et de branches adventives qui peuvent mener à la diminution de la qualité des fûts (Erdmann *et al.* 1981). Les besoins de dégagement et de taille de formation seront évalués au moyen des suivis.

## CONCLUSION

---

Le projet a permis de tester deux modalités de mise en application de la coupe progressive irrégulière dans les peuplements mixtes de la sapinière à bouleau jaune de la région de La Tuque. Ce rapport fait suite à l'inventaire de la régénération à l'automne 2009.

Le suivi un an après l'intervention de préparation de terrain a démontré que les coupes progressives irrégulières ont permis d'installer une régénération abondante en bouleau jaune. Actuellement, l'épinette rouge n'est pas suffisamment distribuée dans l'ensemble des traitements sylvicoles.

Les analyses illustrent bien la préférence du bouleau jaune pour les sites où le sol a été perturbé. D'ailleurs, il est habituellement reconnu qu'une exposition du sol minéral combinée à des semenciers de qualité permet l'établissement satisfaisant du bouleau jaune (Archambault *et al.* 2009, Gastaldello 2007).

La compétition de certaines essences en mesure d'envahir rapidement les parterres de coupe (framboisier, érable de Pennsylvanie et cerisier de Pennsylvanie par exemple) peut compromettre la survie des semis de bouleau jaune. Des suivis à moyen terme seront nécessaires pour évaluer les conséquences de la compétition. Également, il faudra vérifier les dommages causés par le chevreuil.

À court terme, les suivis permettront de déterminer la nécessité d'effectuer des travaux de contrôle de la végétation compétitrice. À moyen terme, ces suivis permettront d'évaluer le besoin de travaux d'éducation, comme le dégagement à l'européenne, si l'on observe une dégradation des tiges ou encore pour assurer le développement de tiges de plus grande qualité de bouleau jaune.

## RÉFÉRENCES

---

- Archambault, L., C. Delisle et G.R. Larocque. 2009.** *Forest regeneration 50 years following partial cutting in mixedwood ecosystems of southern Quebec, Canada.* For. Ecol. Manage. **257** : 703-711.
- Bellefleur, P. et G.R. Larocque. 1983.** Comparaison de la croissance d'espèces ligneuses en milieu ouvert et sous-couvert forestier. Can. J. For. Res. **13**: 508-513.
- Blouin, D., G. Lessard, E. Boulfroy et G. Joanisse. 2009.** *Essai de coupe progressive irrégulière dans un peuplement mixte de la sapinière à bouleau jaune (La Tuque).* Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2009-12. 35 p.
- Blouin, D., G. Lessard, E. Boulfroy et G. Joanisse. 2010.** *Essai de coupe progressive irrégulière dans un peuplement mixte de la sapinière à bouleau jaune (Dispositif du Lac Turcotte - La Tuque - Suivi après intervention).* Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2010-13. 76 p.
- Bradley, R. 2005.** *Gestion des impacts du Kalmia et du salal sur la croissance des arbres.* RGDF Série de notes de recherche, No **10**. 4 p.
- Burns, R.M. et B.H. Honkala.** *Silvics of North America : 2. Hardwoods.* [En ligne], [http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics\\_manual/table\\_of\\_contents.htm](http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/table_of_contents.htm) (Page consultée le 2 mars 2010).
- Elie, J-G., J-C. Ruel et J-M. Lussier. 2009.** *Effect of Browsing, Seedbed, and Composition on the Development of Yellow Birch Seedlings in High-Graded Stands.* North. J. Appl. For. **26** (3) : 99-105.
- Environnement Canada.** *Conditions climatiques et météorologie historique,* [En ligne]. [http://climate.weatheroffice.gc.ca/climateData/canada\\_f.html](http://climate.weatheroffice.gc.ca/climateData/canada_f.html) (Page consultée le 2 mars 2010).
- Gastaldello, P., J-C. Ruel et J-M. Lussier. 2007.** *Remise en production des bétulaies jaunes résineuses dégradées : étude du succès d'installation de la régénération.* For. Chron. **83** (5) : 742-753.
- Lanier, L. 1986.** *Précis de sylviculture.* École nationale du génie rural, des eaux et des forêts, Nancy, France.

- MRNFP. 2004.** *Manuel d'aménagement forestier*. 4<sup>e</sup> édition mise à jour en février 2004. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec.
- Otto, H.-J. 1998.** *Écologie forestière*. Institut pour le développement forestier, Paris, France. 397 p.
- R Development Core Team. 2009.** *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Van der Kelen, G. et G. Lessard. 2004.** *Entre les coupes progressives et le jardinage par trouées : le cas des coupes progressives irrégulières*. Synthèse de littérature. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). 124 p.

# ANNEXE 1. COEFFICIENTS DE DISTRIBUTION, CODE D'ABONDANCE 1 (1 À 5 TIGES PAR PLACETTE)

Tableau 14. Coefficients de distribution des essences, classe d'abondance 1 et hauteur de 0 à 60 cm

Traitement	TEM						T1					T2					T3							
Essence/Bloc	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy
BOJ	0%	8%	0%	7%	0%	<b>3%</b>	0%	5%	7%	3%	5%	<b>4%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	3%	4%	3%	5%	3%	<b>4%</b>
BOP	0%	0%	0%	3%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	1%	0%	<b>0%</b>	0%	3%	0%	0%	13%	<b>3%</b>	7%	4%	0%	1%	0%	<b>2%</b>
EPB	0%	4%	0%	0%	0%	<b>1%</b>	3%	0%	2%	3%	5%	<b>3%</b>	5%	3%	0%	0%	0%	<b>2%</b>	5%	4%	0%	1%	3%	<b>3%</b>
EPN	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	10%	<b>2%</b>	0%	0%	3%	0%	2%	<b>1%</b>
EPR	0%	6%	3%	13%	0%	<b>5%</b>	0%	5%	8%	3%	0%	<b>3%</b>	0%	5%	5%	0%	3%	<b>3%</b>	2%	6%	0%	1%	0%	<b>2%</b>
ERR	5%	2%	3%	3%	3%	<b>3%</b>	3%	0%	2%	1%	3%	<b>2%</b>	0%	5%	0%	0%	5%	<b>2%</b>	8%	1%	5%	1%	2%	<b>3%</b>
ERS	0%	0%	0%	0%	3%	<b>1%</b>	0%	3%	8%	0%	3%	<b>3%</b>	0%	0%	3%	3%	0%	<b>1%</b>	0%	3%	8%	2%	5%	<b>3%</b>
PET	5%	0%	0%	0%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	2%	1%	0%	1%	0%	<b>1%</b>
PIB	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	5%	0%	0%	0%	<b>1%</b>	2%	0%	0%	1%	0%	<b>1%</b>
SAB	10%	10%	7%	3%	0%	<b>6%</b>	10%	5%	10%	9%	13%	<b>9%</b>	0%	10%	13%	2%	5%	<b>6%</b>	12%	11%	8%	6%	5%	<b>8%</b>
THO	0%	0%	0%	0%	3%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	13%	<b>3%</b>	0%	0%	0%	0%	2%	<b>0%</b>
Sous-bois	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	1%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
Éricacées	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	3%	0%	0%	0%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	0%	5%	<b>1%</b>	0%	0%	3%	1%	0%	<b>1%</b>
FNC	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	1%	5%	<b>1%</b>	5%	3%	0%	0%	0%	<b>2%</b>	0%	1%	0%	1%	2%	<b>1%</b>

Traitements : TEM : Témoin; T1 : Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein; T2 : Éclaircie RBOU telle que définie dans le Manuel d'aménagement forestier; T3 : Coupe progressive irrégulière par trouées

Tableau 15. Coefficients de distribution des essences, classe d'abondance 1 et hauteur de 61 cm à 1,6 m

Traitement	TEM						T1					T2					T3							
Essence/Bloc	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy
BOJ	0%	4%	3%	7%	3%	<b>3%</b>	7%	3%	5%	1%	0%	<b>3%</b>	0%	0%	8%	7%	8%	<b>4%</b>	5%	3%	3%	3%	2%	<b>3%</b>
BOP	0%	0%	0%	7%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	1%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	2%	3%	5%	2%	<b>2%</b>
EPB	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	2%	1%	3%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	2%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	1%	2%	<b>1%</b>
EPN	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	3%	0%	0%	<b>1%</b>
EPR	0%	0%	0%	17%	0%	<b>3%</b>	0%	0%	3%	3%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	3%	0%	5%	<b>2%</b>	0%	2%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
ERR	0%	8%	10%	13%	7%	<b>8%</b>	0%	3%	22%	9%	0%	<b>7%</b>	5%	3%	5%	7%	8%	<b>5%</b>	7%	13%	10%	9%	12%	<b>10%</b>
ERS	0%	2%	27%	0%	7%	<b>7%</b>	0%	0%	5%	0%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	3%	2%	0%	<b>1%</b>	0%	1%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
PET	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	3%	0%	0%	0%	0%	<b>1%</b>
PIB	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	3%	0%	0%	0%	<b>1%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
SAB	10%	16%	7%	10%	13%	<b>11%</b>	7%	5%	13%	6%	8%	<b>8%</b>	20%	15%	5%	2%	10%	<b>10%</b>	10%	6%	5%	6%	10%	<b>7%</b>
THO	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	1%	0%	<b>0%</b>
Sous-bois	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
Éricacées	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>
FNC	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>	0%	0%	0%	0%	0%	<b>0%</b>

Traitements : TEM : Témoin; T1 : Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein; T2 : Éclaircie RBOU telle que définie dans le Manuel d'aménagement forestier; T3 : Coupe progressive irrégulière par trouées

## ANNEXE 2. COEFFICIENTS DE DISTRIBUTION, CODE D'ABONDANCE 2 (PLUS DE 5 TIGES, MOINS DE 25 % DE RECOUVREMENT)

Tableau 16. Coefficients de distribution des essences, classe d'abondance 2 et hauteur de 61 cm à 1,6 m

Traitement	TEM						T1						T2						T3					
Essence/Bloc	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy
BOJ	0%	0%	0%	0%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	2%	1%
BOP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	3%	0%	1%	0%	3%	3%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	2%	0%	1%
EPB	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
EPN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
EPR	0%	2%	0%	3%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ERR	0%	2%	0%	3%	0%	1%	0%	5%	8%	9%	0%	4%	5%	0%	15%	3%	0%	5%	0%	5%	5%	10%	0%	4%
ERS	0%	0%	3%	0%	10%	3%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PET	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PIB	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SAB	0%	2%	0%	3%	0%	1%	0%	0%	2%	0%	3%	1%	5%	3%	5%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
THO	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sous-bois	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Éricacées	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FNC	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Traitements : TEM : Témoin; T1 : Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein; T2 : Éclaircie RBOU telle que définie dans le Manuel d'aménagement forestier; T3 : Coupe progressive irrégulière par trouées

## ANNEXE 3. COEFFICIENTS DE DISTRIBUTION, CODE D'ABONDANCE 3 (PLUS DE 5 TIGES, PLUS DE 25 % DE RECOUVREMENT)

Tableau 17. Coefficients de distribution des essences, classe d'abondance 3 et hauteur de 0 à 60 cm

Traitement	TEM						T1						T2						T3					
Essence/Bloc	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy
BOJ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	2%	8%	1%	0%	3%
BOP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%
EPB	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
EPN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
EPR	0%	0%	0%	3%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ERR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	13%	0%	2%	3%
ERS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PET	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PIB	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SAB	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	1%	2%	0%	0%	1%	0%	1%
THO	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sous-bois	0%	0%	3%	0%	0%	1%	3%	0%	0%	4%	15%	4%	0%	0%	0%	0%	10%	2%	3%	6%	15%	3%	0%	5%
Éricacées	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	1%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	1%	2%	1%
FNC	20%	14%	3%	10%	27%	15%	3%	5%	13%	1%	18%	8%	20%	0%	18%	10%	0%	10%	7%	10%	15%	2%	2%	7%

Traitements : TEM : Témoin; T1 : Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein; T2 : Éclaircie RBOU telle que définie dans le Manuel d'aménagement forestier; T3 : Coupe progressive irrégulière par trouées

Tableau 18. Coefficients de distribution des essences, classe d'abondance 3 et hauteur de 61 cm à 1,6 m

Traitement	TEM						T1						T2						T3					
Essence/Bloc	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy	B1	B2	B3	B4	B5	moy
BOJ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
BOP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
EPB	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
EPN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
EPR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ERR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	8%	0%	0%	2%
ERS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PET	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PIB	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SAB	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
THO	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sous-bois	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Éricacées	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FNC	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Traitements : TEM : Témoin; T1 : Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein; T2 : Éclaircie RBOU telle que définie dans le Manuel d'aménagement forestier; T3 : Coupe progressive irrégulière par trouées



## ANNEXE 4. PRÉSENCE DES ESSENCES SELON LE TYPE DE MICROSITE

Le tableau suivant présente le pourcentage de présence des essences selon le traitement et le type de microsite. Voici un exemple pour bien lire le tableau :

Prenons le bouleau jaune et le traitement 1 : dans 54 % des placettes où le microsite est de type 0, il y a du bouleau jaune. Dans 77 % des placettes où le microsite est de type 1, il y a du bouleau jaune. Dans 100 % des placettes où le microsite est de type 3, il y a du bouleau jaune.

**Tableau 19. Présence des essences selon le traitement et le type de microsite**

Essence	Microsite				
	Traitement	0	1	2	3
BOJ	TEM	17%	0%	0%	0%
	Tr1	54%	77%	75%	100%
	Tr2	42%	77%	83%	75%
	Tr3	56%	71%	75%	95%
BOP	TEM	1%	0%	0%	0%
	Tr1	16%	34%	58%	83%
	Tr2	12%	69%	33%	25%
	Tr3	19%	55%	75%	91%
EPR	TEM	30%	0%	0%	0%
	Tr1	14%	3%	0%	0%
	Tr2	23%	15%	17%	13%
	Tr3	12%	10%	3%	0%
ERA	TEM	54%	0%	0%	0%
	Tr1	53%	43%	42%	50%
	Tr2	51%	46%	50%	63%
	Tr3	49%	55%	28%	36%
ERR	TEM	64%	0%	0%	0%
	Tr1	77%	80%	75%	33%
	Tr2	75%	77%	67%	13%
	Tr3	81%	86%	81%	59%
ERS	TEM	30%	0%	0%	0%
	Tr1	14%	3%	0%	0%
	Tr2	23%	15%	17%	13%
	Tr3	12%	10%	3%	0%
Éricacées	TEM	5%	0%	0%	0%
	Tr1	13%	31%	33%	58%
	Tr2	19%	54%	50%	75%
	Tr3	14%	39%	53%	73%
FNC	TEM	83%	0%	0%	0%
	Tr1	87%	83%	75%	83%
	Tr2	79%	69%	83%	75%
	Tr3	77%	88%	84%	91%
Sous-bois	TEM	67%	0%	0%	0%
	Tr1	62%	69%	75%	75%
	Tr2	55%	62%	50%	75%
	Tr3	52%	78%	81%	68%

### Microsites :

- 0 : Sol non perturbé (humus, mousses, litière, etc.)
- 1 : Sol perturbé (présence de sol minéral) sur moins de 50 % de la superficie de la placette
- 2 : Sol perturbé sur plus de 50 % de la superficie de la placette
- 3 : Sol minéral sur 100 % de la superficie de la placette

### Traitements :

- TEM : Témoin
- T1 : Coupe progressive irrégulière uniforme avec régénération en plein
- T2 : Éclaircie RBOU telle que définie dans le Manuel d'aménagement forestier
- T3 : Coupe progressive irrégulière par trouées