

**ÉTABLISSEMENT, CROISSANCE ET SURVIE DU BOULEAU BLANC ET DE
L'ÉPINETTE BLANCHE APRES L'APPLICATION DE TRAITEMENTS DE
SCARIFIAGE PAR POQUETS : PHASE II**

Rapport d'étape
préparé pour

Éric Harnois



et



**Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
Direction régionale de la Mauricie**

Avril 2009



**Institut québécois d'Aménagement
de la Forêt feuillue**

Équipe de réalisation de l'IQAFF*

Coordonnateurs scientifique :

Sylvain Delagrance, Ph.D.
Philippe Nolet, M.Sc.

Équipe technique :

Pascal Rochon, M.Sc.
Régis Pouliot

*IQAFF : Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue
58 Principale, Ripon, Québec, J0V 1V0
Tél : 819-983-6589 ; Fax : 819-983-6588
Courriel : igaff@iqaff.qc.ca
Site internet : www.iqaff.qc.ca

Pour citation :

Delagrance S, et Nolet P. 2009. Établissement, croissance et survie du bouleau blanc et de l'épinette blanche après l'application de traitements de scarifiage par poquets. Phase II. Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue, Ripon, Québec. Rapport technique, 24 p.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier spécialement Stéphane Nolet (Produits Forestier RBF pour les industries John Lewis Ltée.) pour son aide technique, logistique et professionnel apporté au cours de ce projet. Nous tenons également à souligner le travail précieux de Régis Pouliot, Pascal Rochon et Julie Poirier lors de la réalisation des travaux d'inventaire. Enfin, la concrétisation de ce projet de recherche a été rendue possible grâce à l'appui financier du Programme de mise en valeur du milieu forestier (Volet I) du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (Direction régionale de la Mauricie).

Table des matières

ÉQUIPE DE REALISATION DE L'IQAFF*	I
REMERCIEMENTS	II
TABLE DES MATIERES	III
I. INTRODUCTION	1
II. METHODOLOGIE	3
II.1. ZONE D'ETUDE	3
II.2. SELECTION DES SITES A INVENTORIER	4
II.3. SELECTION DES POQUETS ET DES INDIVIDUS	5
II.4. VARIABLES MESUREES	5
II.5. ANALYSES DES PHOTOS HEMISPHERIQUES	6
II.6. ANALYSES STATISTIQUES	6
III. RESULTATS PRELIMINAIRES ET DISCUSSION	7
III.1. PORTRAIT DU SITE AVEC FAIBLE PRESENCE DE PET (SITE 1)	7
<i>III.1.1. Environnement lumineux et compétition sur le site 1</i>	<i>7</i>
<i>III.1.2. Survie, croissance et morphologie du BOP et de l'EPB sur le site 1</i>	<i>9</i>
III.2. SITE AVEC FORTE PRESENCE DE PET (SITE 2)	12
<i>III.2.1. Environnement lumineux et compétition sur le site 2</i>	<i>12</i>
<i>III.2.2. Survie, croissance et morphologie du BOP et de l'EPB sur le site 2</i>	<i>14</i>
III.3. COMPARAISON DES DEUX SITES	17
<i>III.3.1. Le BOP</i>	<i>17</i>
<i>III.3.1. L'EPB</i>	<i>18</i>
IV. A SUIVRE	21
REFERENCES	22
ANNEXES	24

I. Introduction

Dans la zone de la sapinière à bouleau blanc, certaines essences à intérêts économiques importants telles que le bouleau blanc (BOP) et l'épinette blanche (EPB), nécessitent des conditions très particulières pour leur régénération. En effet, des facteurs tels que la disponibilité en semenciers, le lit de germination et le type de végétation concurrente sont reconnus comme primordiaux pour l'établissement et la croissance initiale de ces espèces peu tolérantes à l'ombre (Nienstaedt & Zasada 1990; Doyon et al. 2001). Ainsi, à la fin des années 1990, une nouvelle technique (le scarifiage par poquet) a été mise en place pour favoriser l'établissement de ces espèces. Le scarifiage du sol est reconnu pour être un traitement très efficace pour l'établissement d'espèces peu tolérantes à l'ombre et à petites graines (Erdmann 1990; Perala & Alm 1990; Bouffard & Nolet 2003). En effet, l'un des principaux effets de l'application de ce traitement est la création de lits de germination à base minéral (Nolet & Poirier 2001), qui sont généralement nécessaires à l'établissement de ces espèces. De plus, ce traitement permet également le retrait de la compétition préétablie qui est reconnue pour intercepter une grande proportion de la lumière disponible pour la régénération (Aubin et al. 2000). Cependant, il a déjà été montré chez le bouleau jaune que la croissance des individus établis dans le poquet était inférieure à celle des individus établis en bordure du poquet (Morin et al. 2003). Cela s'expliquerait par une plus faible compétition intra- et interspécifique autour du poquet comparativement à l'intérieur du poquet.

D'après des observations préliminaires du MRNF, la technique de scarifiage par poquet dans la région de la sapinière à bouleau blanc, semble tout à fait appropriée pour l'amélioration de l'établissement (germination et survie initiale) des deux espèces. Pour la croissance juvénile et la survie de la régénération installée, les constats sont moins clairs. Pour le BOP, la croissance dans les premières années semble favorisée par l'absence de compétition autour des semis. Toutefois, lorsque la compétition autour du poquet est dominée par le peuplier, il a déjà été suggéré que les semis de bouleau blanc pourraient nécessiter la réalisation d'un traitement d'éclaircie précommerciale (Doyon et al. 2001). Pour ce qui est de l'EPB, la croissance des semis semble très lente dans les premières

années de telle sorte que l'on ignore si ceux-ci pourront survivre à la compétition présente dans les poquets. Il n'est donc pas exclu qu'il pourrait être nécessaire de coupler l'installation de poquets à un enrichissement en EPB pour assurer une régénération de cette espèce.

L'objectif principal de cette étude est donc d'évaluer, dans la zone de la sapinière à bouleau blanc, l'effet de la création de poquets sur la régénération en BOP et en EPB à moyen terme, tout en offrant la possibilité d'un suivi à plus long terme. Plus précisément, les objectifs spécifiques sont :

- i) d'évaluer l'efficacité de la technique de scarifiage par poquet sur l'établissement du BOP et de l'EPB en dressant un portrait du stocking (établissement) des deux espèces à l'échelle du parterre de coupe.
- ii) de suivre l'évolution de l'environnement de compétition et de la vigueur des semis de BOP et d'EPB (à l'échelle de l'individu) en évaluant la survie et des indices de vigueur pendant la durée de l'étude tout en caractérisant, en parallèle, l'évolution de l'environnement de compétition.
- iii) de relier la croissance et la survie des deux espèces avec l'environnement (lumineux et compétitif) créé par le traitement de scarifiage par poquet, étape qui sera réalisé sur un sous échantillon d'individus où la compétition et le profil vertical de lumière seront comparés à la croissance mesurée.

Les livrables de la phase II sont i) le suivi du dispositif (mortalité, vigueur et croissance) de la régénération de BOP et d'EPB après création de poquet et ii) la caractérisation de l'environnement compétitif et lumineux dans les deux sites sélectionnés Le présent rapport comprend donc une méthodologie descriptive où l'on expose les caractéristiques du territoire de l'étude, le type de dispositif expérimental utilisé et la procédure d'implantation de celui-ci sur le terrain ainsi que la nature des composantes mesurées sur le terrain et leurs interprétations préliminaires.

II. Méthodologie

II.1. Zone d'étude

La présente étude a été réalisée dans l'aire commune 042-02 appartenant à l'unité d'aménagement forestier 042-51 de la région administrative de la Mauricie (Figure 1). Les deux peuplements sélectionnés, localisés respectivement à 170 et 260 km à vol d'oiseau au nord de Québec et Montréal, se retrouvent dans l'unité du paysage régionale « Lac Blanc ». Cette unité correspond à la portion médiane du bassin versant de la rivière Saint-Maurice (Robitaille & Saucier 1998). Elle est comprise dans le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune, est caractérisée au niveau du dépôt par la présence abondante d'un till indifférencié épais associé au relief, ainsi que par un till plus mince sur les versants avec des pentes modérées à fortes et par des affleurements rocheux et des épandages fluvioglaciaires respectivement sur les sommets et dans les larges vallées.

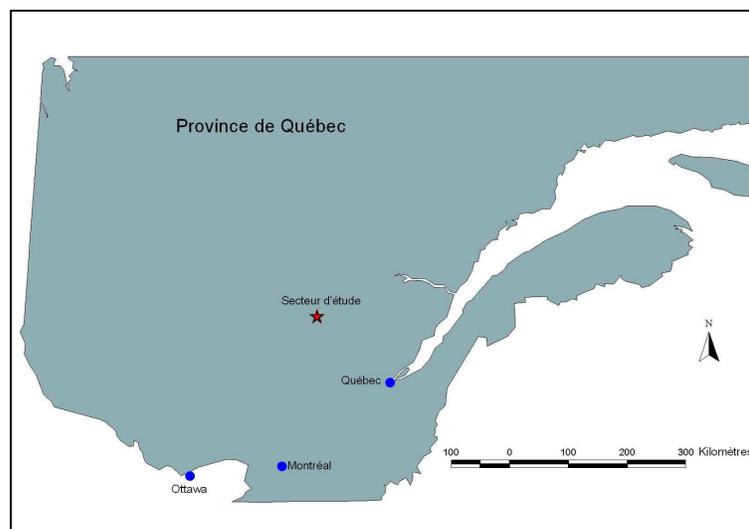


Figure 1. Localisation au Québec du dispositif expérimental.

Le relief, légèrement accidenté avec une altitude moyenne de 367 m, est formé de collines aux versants en pentes faibles et modérées où le substrat rocheux est de nature cristalline (Robitaille & Saucier 1998). La température et les précipitations annuelles moyennes observées dans cette unité de paysage sont respectivement de 2.5 °C et 900 à 1000 mm (avec 25 % sous forme de neige), alors que la longueur de la saison de croissance se situe entre 160 et 170 jours. Selon Robitaille & Saucier (1998). Bien que la végétation potentielle des sites mésiques est la bétulaie jaune à sapin, la sapinière à bouleau blanc et à érable à épis est la plus présente en ces lieux. Enfin, la pessière noire à mousse occupe les sites bien drainés, tandis que la sapinière à érable rouge et la sapinière à épinette noire colonisent les endroits moins bien drainés.

II.2. Sélection des sites à inventorier

Au début de l'été 2007, différents parterres de coupe ayant été traités avec un scarifiage du sol par poquet ont été visités au nord de La Tuque (Figure 1). Parmi ceux-ci, deux ont été sélectionnés en fonction de leurs caractéristiques avant coupe (Tableau 1). En effet, le choix de ces deux sites repose sur leur similitude vis-à-vis de leurs caractéristiques topographiques, mais également sur leurs différences de structure et de composition (Tableau 1). Ainsi il va être possible d'étudier le stocking et l'évolution de la croissance et de la compétition en fonction de deux systèmes distincts ; l'un provenant d'un peuplement jeune avec une forte proportion de feuillus (Site 1) et l'autre provenant d'un peuplement plus âgé comportant une proportion importante de conifères (Site 2). On notera que la réalisation des poquets a été faite en 2002-03 pour le Site 1 et 2003-04 pour le Site 2.

Tableau 1. Caractéristiques avant coupe des deux sites sélectionnés.

Site	Caractéristiques avant coupe										Topographie		
	Groupe d'essences	Âge	Densité	Hauteur	Ep*	Sab*	Bop*	Peu*	Boj*	Err*	Pib*	Pente	Dépôt
1	M BbPeS	50	C	3	21	28	22	14	11	4	0	C	1AY
2	M RFi	90	D	2	31	10	13	0	0	0	10	C	1AY

* : Proportion (%) calculée à partir du volume mesuré sur le terrain

II.3. Sélection des poquets et des individus

Dans un premier temps, à l'intérieur de chaque site, les poquets ont été visités en suivant une série de transects perpendiculaires. Dans le Site 1, 45 poquets ont été retenus pour suivre 40 individus de BOP et 40 individus d'EPB. Dans le second site, 41 poquets ont été sélectionnés pour suivre le même nombre de BOP et d'EPB. A l'intérieur des poquets, l'individu suivi pour chacune des 2 essences a été choisi comme celui présentant la meilleure vigueur parmi ceux de leur espèce. La position (distance et azimuth) de ces individus a été relevée par rapport au centre du poquet (identifié par une tige métallique) afin de faciliter leur remesure dans les années à venir.

II.4. Variables mesurées

La hauteur et le diamètre à 10 cm des plants ainsi que la longueur et la largeur de la cime vivante (moyenne du diamètre le plus large ainsi que du diamètre perpendiculaire) ont été évaluées sur chaque individu des deux espèces. La compétition (hauteur moyenne et essences dominantes) a été caractérisée à l'intérieur du poquet ainsi que dans une zone (beigne) de 2 m autour du poquet. Ensuite, une mesure de lumière (photo hémisphérique) a été prise dans l'axe vertical de la tige des individus de BOP et d'EPB sélectionnés et à leur sommet.

Finalement, pour mieux caractériser l'environnement lumineux disponible pour les semis, un profil vertical de lumière a été réalisé au centre de 10 poquets dans chacun des 2 sites. Dans les deux sites, les poquets ont été choisis aléatoirement. La détermination du profile s'est faite par 5 mesures de lumière (photo hémisphérique) à des hauteurs fixes (4, 3, 2, 1 et 0.4 m) du sol. Les photos ont été prises à l'horizontal grâce à la fixation d'un niveau à bulle sur la barre télescopique.

II.5. Analyses des photos hémisphériques

L'analyse des photographies hémisphériques a été faite en suivant exactement la même méthodologie que celle décrite dans (Delagrange et al. 2008).

II.6. Analyses statistiques

L'ensemble des analyses statistiques préliminaires a été réalisé à l'aide du logiciel NCSS (Hintze 2004). Les deux essences ont été analysées séparément. Les comparaisons entre les deux sites pour les variables de croissance, de vigueur et de compétition, ont été exclusivement faites par analyse de variance (ANOVA) à un facteur principal (le Site). Le niveau de la signification statistique des différences a été établi à 5% ($\alpha = 0.05$).

Il est important de noter que les individus suivis de BOP et d'EPB dans les analyses présentées ci-après, sont les plus grands individus de leur espèce trouvés dans chaque poquet visité (excepté pour les analyses de stocking où aucune distinction n'a été faite sur la taille des individus).

III. Résultats préliminaires et discussion

III.1. Portrait du site avec faible présence du PET (Site 1)

III.1.1. Environnement lumineux et compétition sur le site 1

Sur ce site, la disponibilité en lumière au dessus de 3m demeure très élevée (>92%), mais celle-ci diminue rapidement et relativement constamment de 3 à 0.3 m (Figure 2). Ainsi entre 4 et 0.3 m, la disponibilité en lumière est passée de 97 à 37% (soit une perte de 60%).

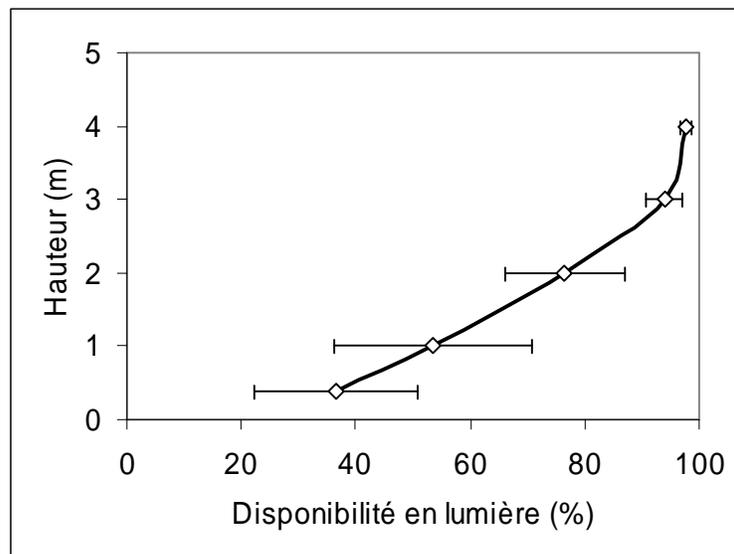


Figure 2. Profil de lumière vertical sur le site 1 (avec présence faible de PET)

En moyenne, la hauteur de la végétation à l'intérieur des poquets se situe à 1.14 m alors qu'à l'extérieur celle-ci atteint déjà 3.07 m (Figure 3). Il est donc possible d'attribuer la forte diminution de la disponibilité en lumière (observée entre 3 et 1 m) à la végétation compétitrice présente à l'extérieur du poquet. La végétation présente dans le poquet possède quant à elle une disponibilité avoisinant les 50% de lumière.

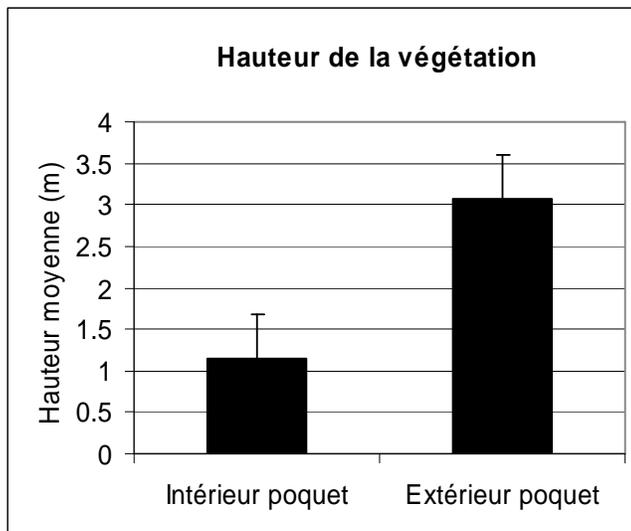


Figure 3. Hauteur moyenne de la végétation sur le site 1

Sur ce site où le PET est quasiment absent de la régénération, l'étude de la composition de la végétation a révélé une certaine homogénéité dans l'installation des dominances à l'intérieur comme à l'extérieur des poquets (Figure 4 et 5). Sur ce site, le BOP domine l'intérieur des poquets pour plus de 80% du temps, alors que le CEP domine l'extérieur des poquets pour plus de 75% du temps. A noter que pour l'intérieur comme pour l'extérieur, la dominance des autres essences est reléguée à des pourcentages inférieurs à 12%.

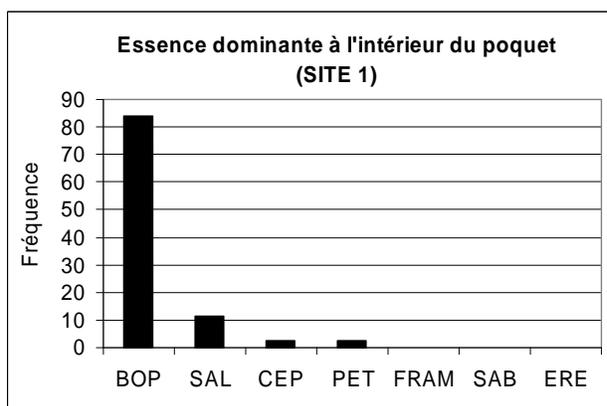


Figure 4. Fréquence des essences compétitrices dans la végétation à l'intérieur des poquets du site 1

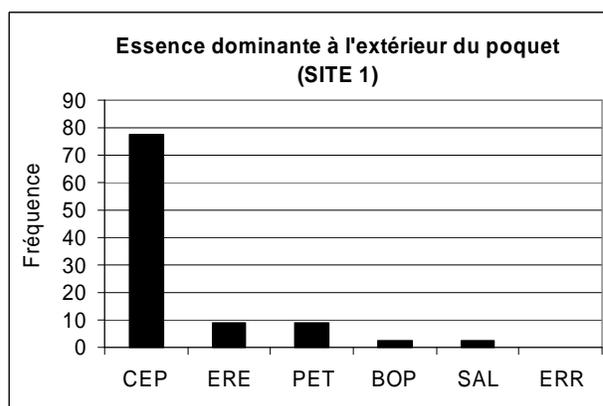


Figure 5. Fréquence des essences compétitrices dans la végétation à l'extérieur des poquets du site 1

A retenir : Sur ce site où le PET est peu présent, l'installation du BOP dans les poquets s'est très bien faite, alors qu'à l'extérieur du poquet le CEP domine au détriment de toute autre essence dans la régénération. Évidemment, l'EPB n'est pas considérée dans cette partie puisqu'elle n'est en aucun cas dominante. On peut également observé que sur ce site, l'environnement lumineux disponible pour le BOP est directement façonné par la végétation présente autour du poquet (c'est-à-dire le CEP).

III.1.2. Survie, croissance et morphologie du BOP et de l'EPB sur le site 1

La survie des 2 essences est encore très bonne (100% pour le BOP et 98% pour l'EPB) 6 saisons de croissance après le scarifiage. Généralement, la vigueur des 2 essences sur ce site était bonne. On notera tout de même que certains signes de vigueur plus faible ont été notés chez les individus d'EPB (principalement, jaunissement de certaines parties de la cime).

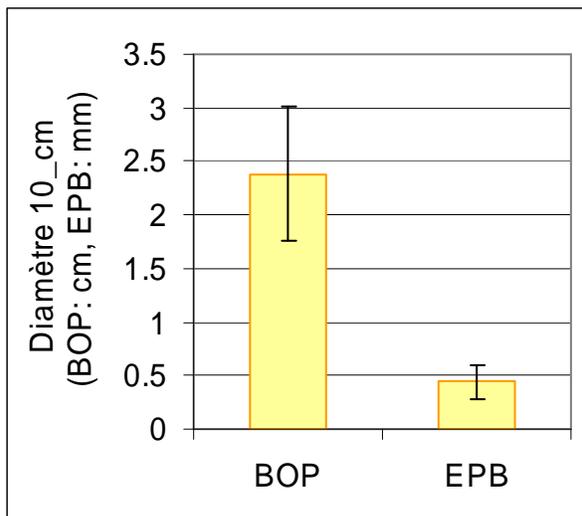


Figure 6. Diamètre à 10 cm du sol (BOP) et au collet (EPB) sur le site 1.

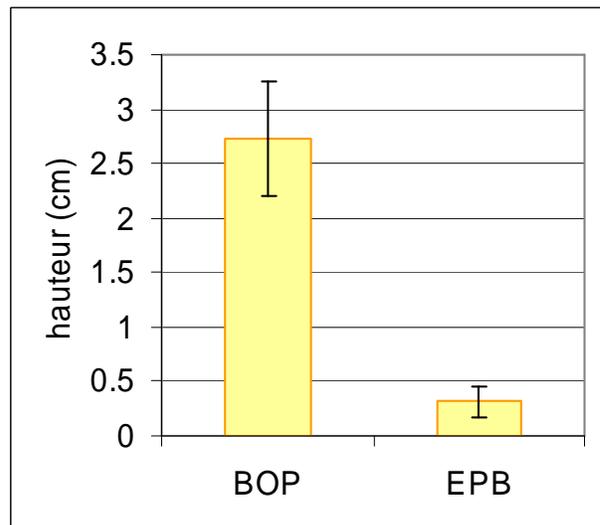


Figure 7. Hauteur des individus de BOP et d'EPB sur le site 1.

En ce qui concerne la croissance 6 ans après le scarifiage, le BOP a atteint une taille moyenne de 2.73 m pour un diamètre à 10 cm du sol de 2.38 cm (Figure 6 et 7). Pour l'EPB, la taille moyenne atteinte fut de 0.32 m pour un diamètre moyen à 10 cm du sol de 0.44 cm (Figure 6 et 7).

Au niveau de la morphologie de l'arbre ou de la cime, les valeurs mesurées ont évolué dans le sens logique (c'est-à-dire une diminution) avec le développement en taille des individus (Delagrangé et al. 2004; Claveau et al. 2005) et cela pour les 2 essences (données non montrées). De plus, ces valeurs sont restées dans le même ordre d'idée que celles observées l'année précédente (Delagrangé et al. 2008) confirmant que pour le BOP, aucune de caractéristiques de vigueur n'est actuellement affectée par les conditions environnementales présentes dans ce site, mais que pour l'EPB, un stress léger est perceptible (cf. Delagrangé et al. 2008).

Finalement, une mesure directe au sommet des individus a conduit à des valeurs de disponibilité en lumière de 89 et 36% de lumière totale pour le BOP et l'EPB respectivement. Ces valeurs sont tout à fait acceptables pour le bon développement du BOP (Safford et al. 1990), mais légèrement en dessous des besoins de semis d'EPB qui nécessitent généralement près de 50% de la lumière totale (Nienstaedt & Zasada 1990). Cette mesure directe au sommet des individus a pu être confirmée par l'utilisation de la hauteur moyenne des individus et les profils verticaux de lumières réalisés dans les poquets (cf. Figure 8). En effet, par cette méthode indirecte, il est possible d'estimer que les individus de BOP (2.73 m) et d'EPN (0.32 m) avaient sur ce site des disponibilités en lumière de 90 et 37% (Figure X).

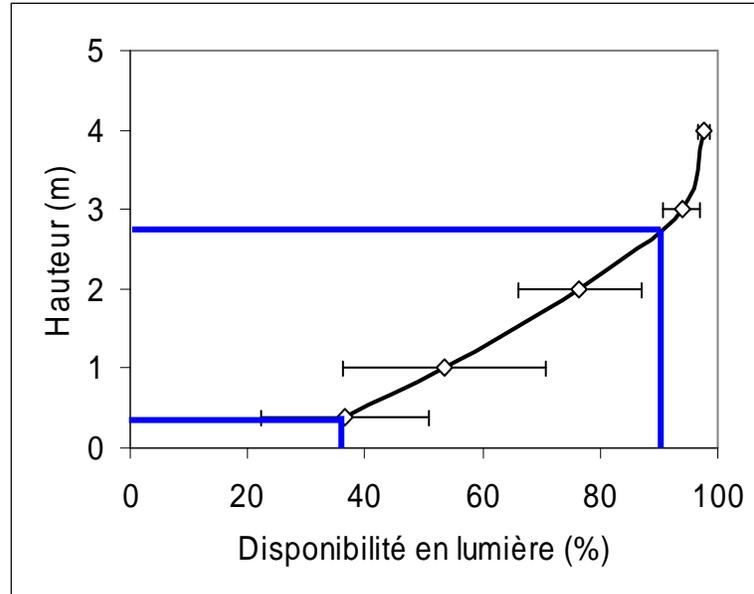


Figure 8. Modèle d'estimation de la lumière disponible des BOP et des EPB à l'aide du profil moyen de lumière disponible et de leur hauteur moyenne sur le site 1

A retenir : Sur ce site, la survie, la croissance et la vigueur des 2 essences sont tout à fait acceptables 6 ans après l'application du scarifiage. De plus, les valeurs de disponibilité en lumière au sommet des individus de BOP demeurent très élevées et adaptées à son développement. Par ailleurs, la disponibilité en lumière au sommet des individus d'EPB s'avère faible et en baisse par rapport à l'année précédente (Delagrangue et al. 2008). Un suivi de l'évolution de la fermeture du couvert devra donc être fait sur ce site.

III.2. Site avec forte présence de PET (Site 2)

III.2.1. Environnement lumineux et compétition sur le site 2

Avant toute analyse de l'environnement lumineux, il faut noter que ce site est établi sur une pente ce qui amène à obstruer une portion du ciel lors de la prise (horizontale) des photos. C'est pourquoi, la valeur de disponibilité à 4 m est inférieure à celle espérée (entre 98 et 100%) alors que celle-ci est prise au dessus de la végétation. Du fait de la pente, les valeurs de lumière de ce site sont donc légèrement inférieures (de 5 à 7%) comparativement à un même site qui n'aurait pas de pente. Cependant, le profil vertical de lumière sur ce site s'avère très intéressant. La diminution de la disponibilité en lumière débute dès la section comprise entre 3 et 4 m (-9%) (Figure 9). En revanche, celle-ci diminue relativement lentement pour s'élever à 50% à 0.3 m (Figure 9). Ainsi entre 4 et 0.3 m, la disponibilité en lumière est passée de 93 à 50% (soit une perte de 43%).

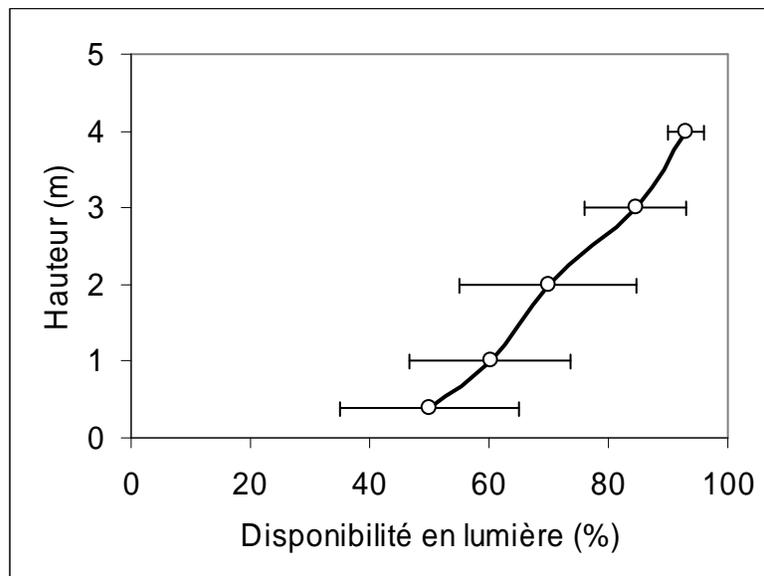


Figure 9. Profil de lumière vertical sur le site 2 (avec forte présence de PET)

Au niveau de la compétition, la hauteur de la végétation à l'intérieur des poquets se situe à 1.47 m de hauteur alors qu'à l'extérieur des poquets, celle-ci atteint une hauteur de 3.18 m (Figure 10). Ainsi, Il est donc possible d'attribuer la diminution de la disponibilité en lumière (observée dès la section 3 - 4 m) à la végétation compétitrice présente à l'extérieur du poquet qui a déjà atteint ces hauteurs.

De plus, la végétation dominant l'intérieur du poquet possède donc une disponibilité en lumière avoisinant les 65% de lumière alors que la végétation à l'extérieur du poquet approche les 90% de lumière totale.

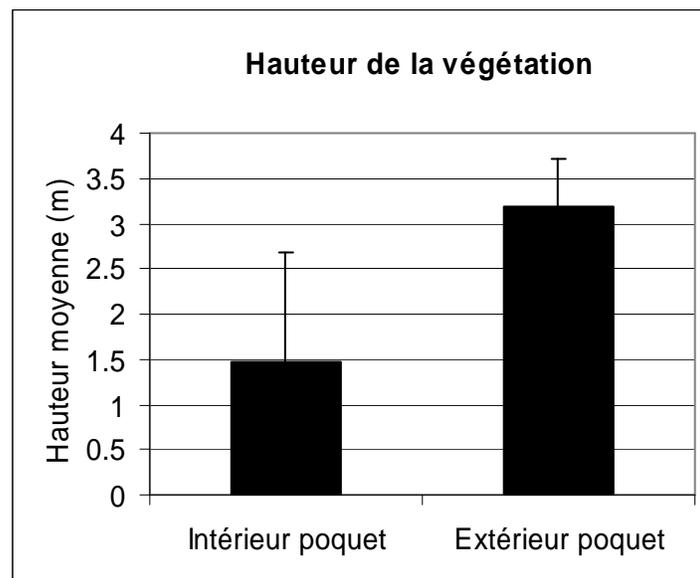


Figure 10. Hauteur moyenne de la végétation sur le site 2

Sur ce site où le PET est très présent dans la régénération, la dominance de la végétation compétitrice s'avère être très hétérogène (Figure 11 et 12). Sur ce site, si le BOP reste fréquemment (32%) l'espèce dominante à l'intérieur du poquet. Toutefois, sa fréquence n'est que légèrement supérieure à celle du PET et du CEP (Figure 11). A l'extérieur des poquets, la végétation est très largement dominée par le PET ou le CEP (plus de 90% des occurrences) alors que la dominance de toute autre essence est relativement rare (<5%).

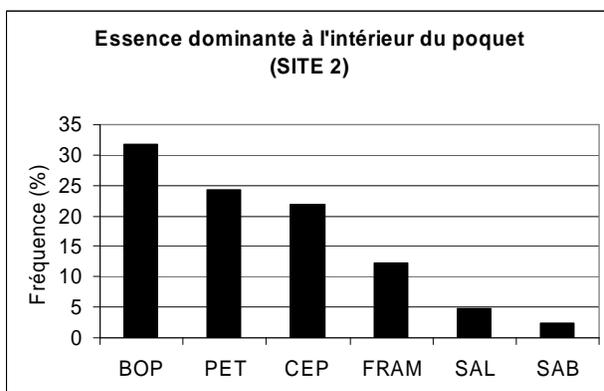


Figure 11. Fréquence des essences compétitrices dans la végétation à l'intérieur des poquets du site 2

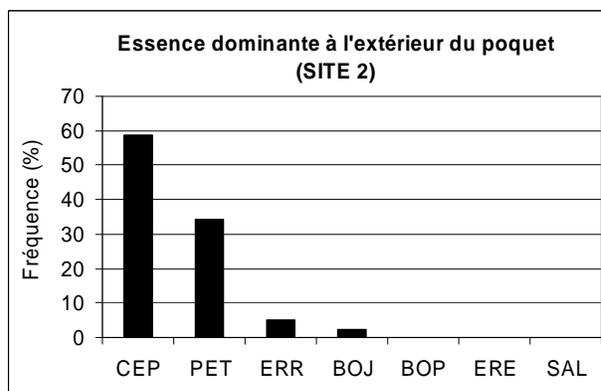


Figure 12. Fréquence des essences compétitrices dans la végétation à l'extérieur des poquets du site 2

A retenir : Sur ce site où le PET est très présent à l'intérieur comme à l'extérieur des poquets, l'installation du BOP dans les poquets est plus difficile. La forte croissance en hauteur du PET (surtout à l'extérieur des poquets) créé un environnement lumineux ombragé à des hauteurs de 3 m que le BOP n'a pas encore atteintes, limitant donc sa disponibilité en lumière. Cependant, si la présence du PET diminue la disponibilité en lumière dans la section 2-3 m, elle semble l'augmenter dans la section 0.3-1 m.

III.2.2. Survie, croissance et morphologie du BOP et de l'EPB sur le site 2

La survie des 2 essences est encore très bonne (100% pour le BOP et 98% pour l'EPB) 5 saisons de croissance après le scarifiage. Généralement, la vigueur de l'EPB sur ce site était bonne mais celle du BOP était pour plusieurs individus déficiente (perte de cime, jaunissement des feuilles).

En ce qui concerne la croissance 5 ans après le scarifiage, le BOP a atteint une taille moyenne de 1.85 m pour un diamètre à 10 cm du sol de 1.5 cm (Figure X et Y). Pour l'EPB, la taille moyenne atteinte fut de 0.32 m pour un diamètre moyen à 10 cm du sol de 0.43 cm (Figure 13 et 14).

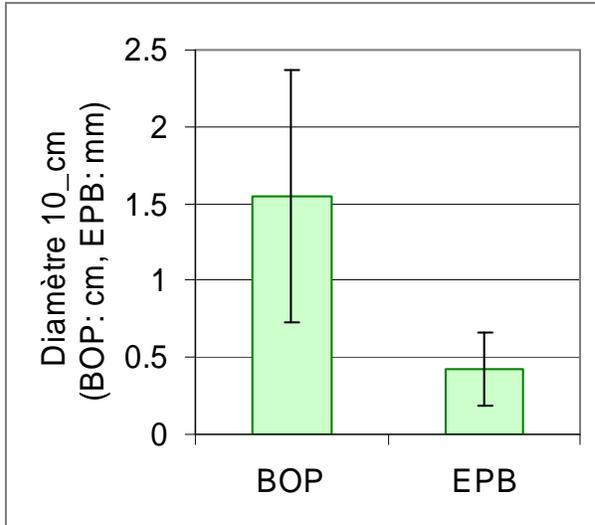


Figure 13. Diamètre à 10 cm du sol (BOP) et au collet (EPB) sur le site 2.

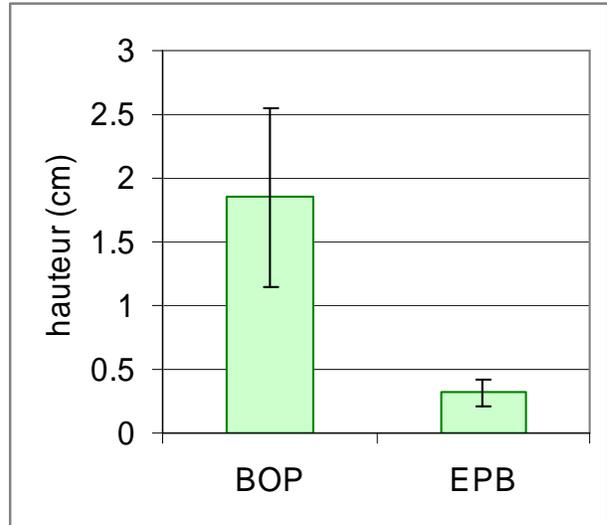


Figure 14. Hauteur des individus de BOP et d'EPB sur le site 2.

Pour la morphologie de l'arbre ou de la cime, les valeurs mesurées, comme pour l'autre site, ont évolué pour les 2 essences dans le sens logique (c'est-à-dire une diminution) avec le développement en taille des individus (Delagrange et al. 2004; Claveau et al. 2005). Cependant, comme pour le premier site, ces valeurs sont restées dans le même ordre d'idée que celle observée l'année précédente (Delagrange et al. 2008) confirmant une baisse de vigueur pour le BOP et aucune anomalie de vigueur pour l'EPB (cf. Delagrange et al. 2008).

La mesure directe de lumière au sommet des individus a conduit à des valeurs de disponibilité de 71 et 40% de lumière totale pour le BOP et l'EPB respectivement. Ces valeurs demeurent tout à fait acceptables pour le bon développement du BOP (Safford et al. 1990), mais sont encore légèrement en dessous des besoins de semis d'EPB (Nienstaedt & Zasada 1990). La confirmation de ces valeurs via les profils verticaux de lumière et la hauteur moyenne des individus nous amène à des valeurs de disponibilité en lumière de 69 et 48% pour le BOP et l'EPB respectivement (Figure 15).

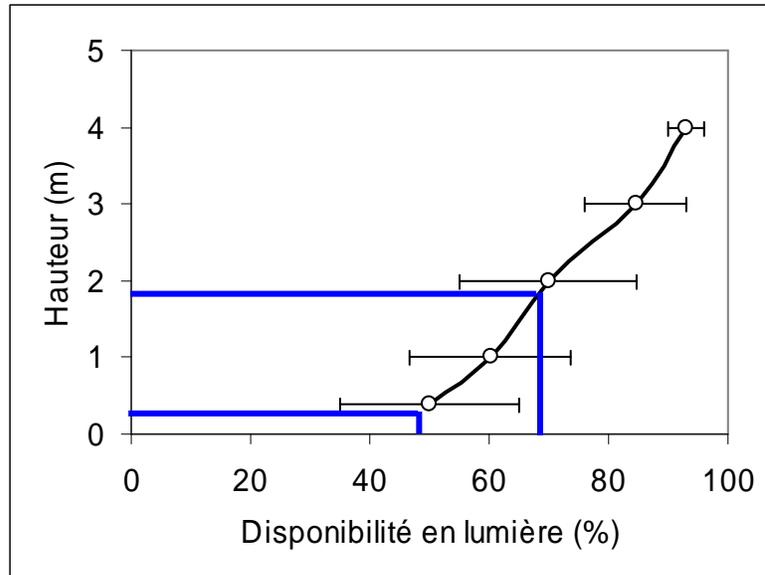


Figure 15. Modèle d'estimation de la lumière disponible des BOP et des EPB à l'aide du profil moyen de lumière disponible et de leur hauteur moyenne sur le site 1

A retenir : Sur ce site où le PET est très présent, la survie, la croissance et la vigueur de l'EPB 5 ans après le scarifiage sont acceptables mais celles du BOP démontrent une diminution visible. Parallèlement, les valeurs de disponibilité en lumière au sommet des individus de BOP demeurent élevées bien qu'elles soient en baisse par rapport à l'année précédente (Delagrangre et al. 2008). Pour l'EPB, la disponibilité en lumière au sommet des individus est quant à elle en augmentation par rapport à l'année précédente (Delagrangre et al. 2008) et son suivi s'avèrera primordial pour bien comprendre l'évolution de la performance de cette espèce.

III.3. Comparaison des deux sites

Pour mieux comprendre les problématiques impliquées dans chacun des 2 sites, une comparaison de certaines caractéristiques a été faite. Cependant, il est important de noter que les années de scarifiage sont décalées d'un an entre les 2 sites, ce qui signifie que les hauteurs absolues ainsi que certains ratios influencés par la taille absolue des individus doivent être analysés avec précaution. Lors de la 3^{ème} phase du projet, une remesure de l'ensemble des paramètres sur le site le plus récemment scarifié (le site 2) permettra de juxtaposer l'ensemble de ces données sans risque de biais.

III.3.1. Le BOP

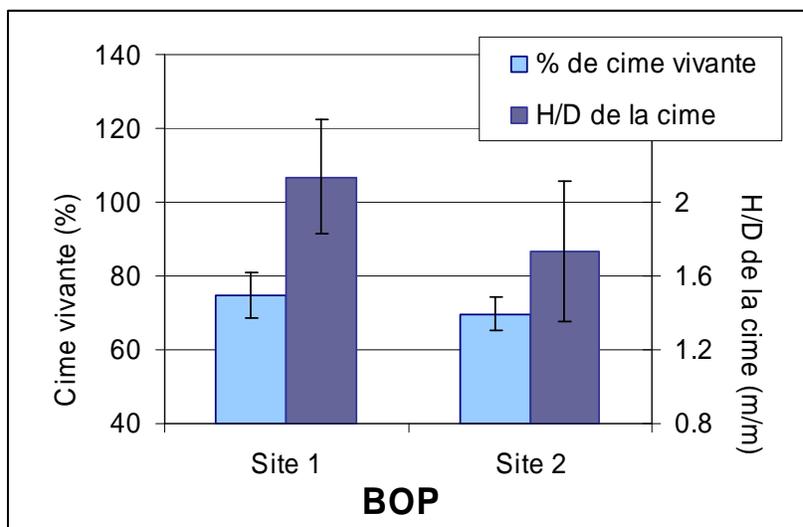


Figure 16. Vigueur du BOP en fonction des deux sites

Pour ce qui concerne le BOP, la vigueur de cette essence bien qu'encore acceptable dans les 2 sites, démontre une baisse significative pour le site 2 (Figure 16). Le pourcentage de cime vivante passe en effet de 75% pour le site 1 à 69% pour le site 2 ce qui dénote une vigueur plus faible (Claveau et al. 2002) sur ce 2^{ème} site. En considérant que ce pourcentage diminue avec l'âge (Delagrangé et al. 2004) et que les individus du site 1 sont plus âgés d'un an, la différence pourrait donc être plus importante que celle observée. De

plus, un autre indice de vigueur, le ratio H/D de la cime montre bien une diminution de l'ampleur de la cime sur le site 2 (Figure 16). Comme pour le paramètre précédent, en considérant l'âge des individus dans les deux sites, on devrait pourtant observer un patron inverse.

La principale (mais probablement pas la seule) raison de cette baisse de vigueur peut être trouvée dans la relation entre la hauteur du BOP et celle de la compétition avoisinante (Figure 17). En effet, sur le site 1, la hauteur du bop est quasiment égale à celle de la compétition, ce qui lui offre une disponibilité en lumière élevée (89%). Par contre sur le site 2, la hauteur du BOP atteint en moyenne 60% de la hauteur de la compétition avoisinante ce qui lui confère une disponibilité en lumière significativement inférieure (71%).

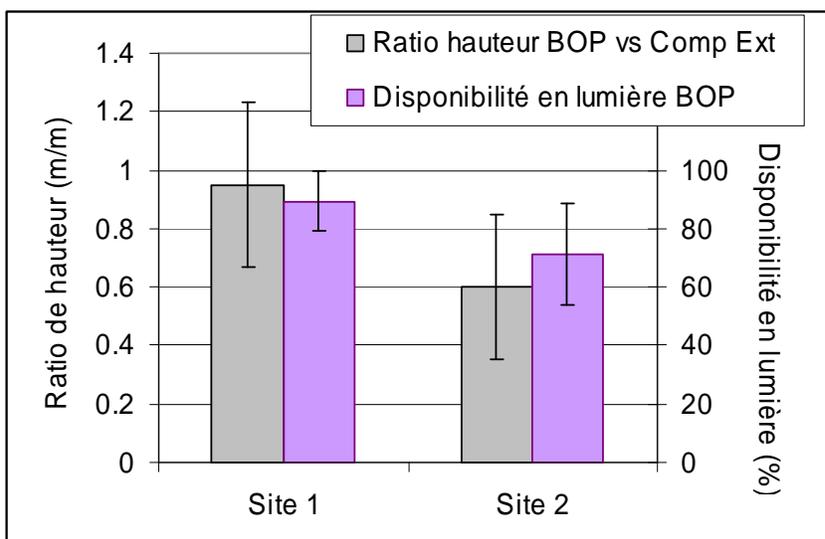


Figure 17. Ratio de hauteur du BOP et de la compétition et disponibilité en lumière au sommet des BOP

III.3.1. L'EPB

Du côté de l'EPB, le patron de vigueur est inverse à celui du BOP. En effet, cette essence semble plus vigoureuse sur le site 2 que le site 1 (Figure 18) même si aucune mortalité

n'est observée et que les caractéristiques absolues de vigueur sont encore acceptables. Par exemple, le pourcentage de cime vivante de l'EPB est significativement supérieur sur le site 2 (82%) mais encore acceptable sur le site 1 (77%) (Figure 18). De même, aucune différence statistique n'est observée dans la morphologie de cime de l'EPB entre les deux sites (Figure 18). Par contre, le fait que l'EPB ait atteint la même taille et le même diamètre entre les deux sites, et ce malgré une différence d'installation d'un an, suggère une meilleure croissance sur le site 2.

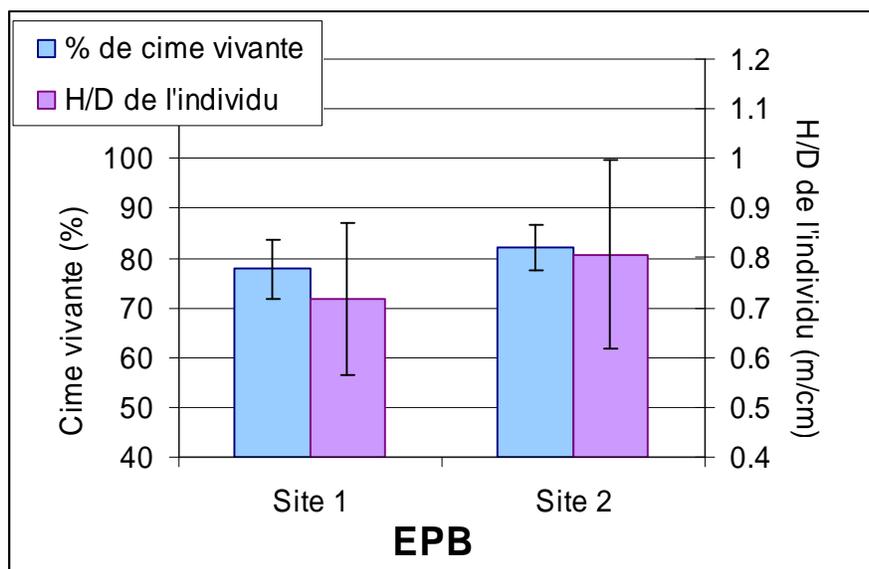


Figure 18. Vigueur de l'EPB en fonction des deux sites

Là encore, une partie de la réponse semble se trouver dans la disponibilité en lumière plus forte sur le site 2 (41%) à la hauteur des semis d'EPB que dans le site 1 (36%), mais ces faibles différences de lumière ne peuvent à elles seules expliquer ces différences de croissance.

A retenir : Il est évident que la présence ou non du PET dans la végétation compétitrice autour (mais aussi à l'intérieur) du poquet génère un environnement compétitif et lumineux totalement différent entre les 2 sites. Dans un cas, l'absence de PET favorise grandement le développement d'un BOP dominant et vigoureux. Ce

dernier établit d'ailleurs une cime large qui capture beaucoup de lumière en laissant finalement peu pour l'EPB. Dans l'autre cas, la dominance du PET dans la compétition semble générer un ombrage suffisant pour grandement baisser la vigueur du BOP. Le PET laissant passer à travers sa cime plus de lumière que le BOP lorsqu'il est vigoureux, la disponibilité en lumière à hauteur des semis d'EPB est alors plus élevée qu'en l'absence du PET. Encore, une fois, une problématique associée à la disponibilité en eau ou en nutriment doit également entrer en jeu en présence ou en absence du PET, car la disponibilité en lumière seule ne peut expliquer l'ensemble des différences observées.

IV. A suivre...

La deuxième phase du projet de recherche intitulé "Établissement, croissance et survie du bouleau blanc et de l'épinette blanche après l'application de traitements de scarifiage par poquets" a été menée à bien. La remesure des sites et le suivi de la vigueur ont été faits et la dernière campagne de remesure peut maintenant être planifiée. En effet, il sera important pour enlever le biais lié au décalage d'un an dans le scarifiage des 2 sites d'effectuer une remesure du site le plus récemment scarifié.

D'ailleurs en plus du suivi initialement développé (mortalité, croissance, vigueur, disponibilité en lumière) la prise de données additionnelles devrait être entreprise afin de mieux comprendre la problématique reliée à la présence du PET et de son impact sur la disponibilité en eau et en nutriments. Pour cela, un suivi de la photosynthèse foliaire, de l'azote foliaire, de la capacité de conductance stomatique et l'humidité relative du sol pourrait être réalisé.

Références

- Aubin, I., Beaudet, M., and Messier, C. 2000. Light extinction coefficients specific to the understory vegetation of the southern boreal forest, Quebec. *Can. J. For. Res.* 30: 168-177.
- Bouffard, D. and Nolet, P. 2003. Étude de l'établissement de la régénération en bouleau jaune deux ans après un essai opérationnel de diverses méthodes de scarifiage intégré aux opérations de récolte dans les trouées.
- Claveau, Y., Messier, C., and Comeau, P.G. 2005. Interacting influence of light and size on aboveground biomass distribution in sub-boreal conifer saplings with contrasting shade tolerance. *Tree Physiol.* 25: 373-384.
- Claveau, Y., Messier, C., Comeau, P.G., and Coates, K.D. 2002. Growth and crown morphological responses of boreal conifer seedlings and saplings with contrasting shade tolerance to a gradient of light and height. *Can. J. For. Res.* 32: 458-468.
- Delagrangé, S., Nolet, P., and Bouffard, D. 2008. Établissement, croissance et survie du bouleau blanc et de l'épinette blanche après l'application de traitements de scarifiage par poquets. Rep. Rapport technique.
- Delagrangé, S., Messier, C., Lechowicz, M.J., and Dizengremel, P. 2004. Physiological, morphological and allocational plasticity in understory deciduous trees: Importance of individual size and light availability. *Tree Physiol.* 24: 775-784.
- Doyon, F., Nolet, P., and Lorenzetti, F. 2001. Suivi de la régénération du bouleau blanc cinq ans après coupe progressive d'ensemencement avec et sans scarifiage. Rep. Rapport Technique.
- Erdmann, G.G. 1990. *Betula alleghaniensis* Britton, Yellow Birch. In *Silvics of North America, Volume 2 : Hardwoods*. E.U. Forest service, Washington. pp. 133-147.
- Hintze, J.L. NCSS and Pass. Number Cruncher Statistical Systems. Kaysville, Utah. www.ncss.com. 2004.
Ref Type: Serial (Book, Monograph)
- Morin, A., Beaudet, M., Delagrangé, S., Swift, L., Greene, D., Messier, C., and Kneeshaw, D.D. 2003. Revue de littérature; Principales causes de mortalité et principes de modélisation de la régénération chez les semis de bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*).
- Nienstaedt, H. and Zasada, J.C. 1990. *Picea glauca* (Moench) Voss, White Spruce. In *Silvics of North America, Volume 1 : Conifers*. E.U. Forest service, Washington. pp. http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/Volume_1/picea/glauca.htm.
- Nolet, P. and Poirier, J. Essai opérationnel de diverses méthodes de scarifiage intégré aux opérations dans les trouées et mise en place d'un dispositif de suivi. 25 p. 2001. Ripon, Qc, Canada, Institut Québécois d'Aménagement de la Forêt Feuillue.
Ref Type: Serial (Book, Monograph)
- Perala, D.A. and Alm, A.A. 1990. Regeneration silviculture of birch: A review. *For. Ecol. Manage.* 32: 39-77.

Robitaille,A. and Saucier,J.-P. 1998. Paysages régionaux du Québec méridional. Les Publications du Québec. 213 p., Québec, QC, Canada.

Safford,L.O., Bjorkbom,J.C., and Zasada,J.C. 1990. *Betula papyrifera* Marsh. Paper birch. U.S. For. Serv. Agric. Handb. 654. pp. . *In* Silvics of North America, Volume 2: Hardwoods. R.M. Burns and B.H. Honkala. ed. U.S. Forest service, Washington. pp. 158-171.

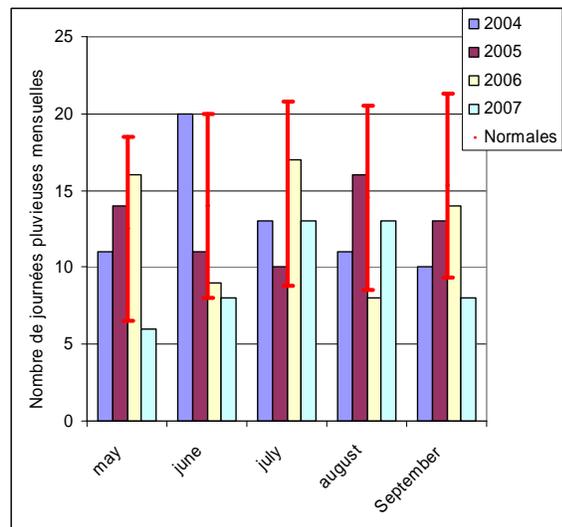
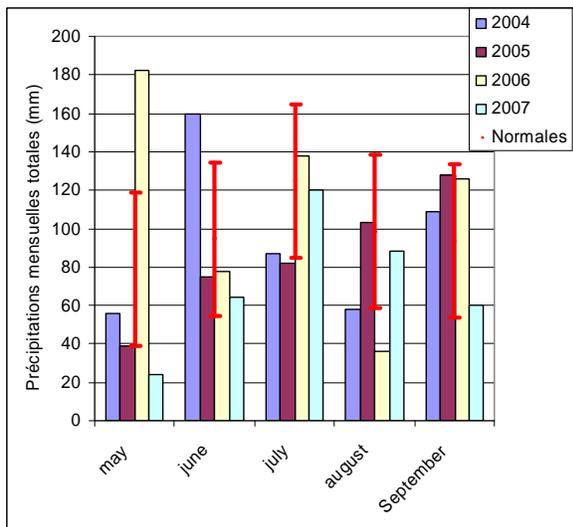
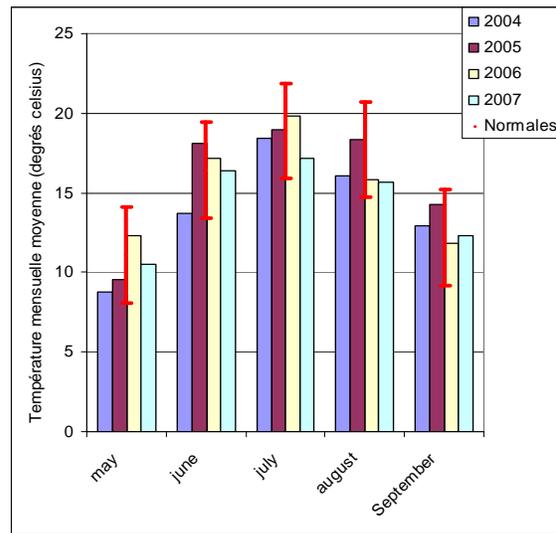
Annexes

Annexe 1 : Résumé des données climatiques de 2004-2007 pour la station météorologique de La Tuque

Année	Temp. Moyenne °C	Précip totales mm
2004	13.98 (±3)	470 (±40)
2005	15.86 (±3)	426.7 (±40)
2006	15.38 (±3)	559.7 (±40)
2007	14.42 (±3)	356.1 (±40)

Moyenne estival (mai-septembre) de températures et précipitation estivale (mai-septembre) totale. Entre parenthèse sont indiqués les écart types calculés sur les valeurs normales de ces paramètres pour la période estivale (mai-septembre). La seule différence notable est une année particulièrement pluvieuse en 2006. Aucune limitation n'est donc visible pour ces 4 années.

La température moyenne mensuelle n'a pas grandement variée entre les années et ne s'écarte pas des valeurs normales (fenêtre de valeurs symbolisée par le segment rouge).



Plus d'écart sont visibles du côté des précipitations mensuelles. 2006 est une année qui a été plus pluvieuse. Au niveau de possible limitation, seuls les mois de mai 2007 et août 2006 ont montré des valeurs extérieures à la fenêtre de valeurs des normales (symbolisée par les segments rouges). Cependant, 2006 ayant été autrement une année où les précipitations n'ont pas été limitantes et 2007 n'étant pas une année d'installation des individus mesurés, l'impact de ces événements l'impact peut assurément être négligé.