

**Suivi du reboisement résineux à faible densité  
(1350 plants/ha)  
- Étude comparative après dégagement -**

Pierre Belleau ing. f. M. Sc.  
Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent

et

Nadia Tremblay étudiante en génie forestier  
Université Laval

Rimouski  
Mars 2003

## Remerciements

Nous tenons à remercier le ministère des Ressources naturelles du Québec qui a financé cette étude par l'entremise du Volet 1 de son programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier. Messieurs Vincent Roy, chercheur à la direction de la recherche forestière du MRN et Hank Margolis, professeur à la Faculté de Foresterie de l'Université Laval, ont encadré les décisions en matière de protocole expérimental. Nous leur exprimons notre gratitude. Finalement, il nous faut mentionner la participation de la Société d'exploitation des ressources de la Métis qui a été déterminante pour la réussite de l'étude, nous facilitant ainsi l'identification et l'accès à des sites sur leur territoire.

# Table des matières

Introduction .....	6
Objectifs .....	7
Description de la technique .....	7
Travaux antérieurs .....	8
Matériel et méthode .....	8
Sites .....	8
Mesures.....	11
Résultats et discussion .....	12
1350 plants/ha vs 2500 plants/ha .....	12
Régénération naturelle complémentaire .....	14
Conclusion .....	16

## Bibliographie

### Annexe 1 :

Caractéristiques biophysiques des plantations étudiées

### Annexe 2 :

Nombre de tiges à l'hectare et hauteur de la régénération dans chacune des placettes

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des plantations à faible densité (1350 plants/ha) .....	9
Tableau 2 : Caractéristiques des plantations traditionnelles (2500 plants/ha) .....	9
Tableau 3 : Caractéristiques des provenances.....	10
Tableau 4 : Fraction du rayonnement incident disponible pour l'activité photosynthétique.....	14
Tableau 5 : Répartition de la densité des semis à l'hectare par essence commerciale .....	15

## Liste des figures

Figure 1 : Schéma illustrant une placette-échantillon dans une plantation 1350 dégagée ..... 10

Figure 2 : Croissance en hauteur mesurée dans les différentes plantations ..... 13

## Introduction

Le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune couvre une superficie de 94 800 km<sup>2</sup> ce qui représente environ 6% de l'ensemble du territoire québécois. Il s'étend du Témiscamingue jusqu'à l'extrémité est de la Gaspésie sur une bande d'environ 100 km de largeur (Bérard, 1996) et le Bas-Saint-Laurent appartient presque exclusivement à ce domaine climatique. La sapinière à bouleau jaune est la plus méridionale des sapinières du Québec et elle se caractérise par des proportions équivalentes d'essences feuillues et conifériennes. Certaines espèces ne se retrouvent que dans ce type de sapinière comme le bouleau jaune, l'érable à sucre, l'épinette blanche, le pin blanc et l'érable rouge. Elle possède également l'un des sous-bois les plus riches avec une strate arbustive composée d'érables à épis, de viornes à feuilles d'aulne et d'ifs du Canada. Sa strate herbacée comprend plusieurs plantes acidophiles, entre autres, la Clintonie boréale et le Maianthème du Canada (Sicard, 1986).

Le caractère mixte de la sapinière à bouleau jaune représente une grande difficulté en terme d'aménagement pour les forestiers (Dorion, 1994). Les interventions qui y sont pratiquées entraînent souvent l'élimination de la composante feuillue, ce qui conduit à un enrésinement (Vézina, 1994). C'est cette problématique que la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent cherchait à solutionner en instaurant, en 1995, une nouvelle technique de reboisement requérant une plus faible densité de plants résineux, souvent identifiée sous le vocable « reboisement 1350 ».

La conservation de la biodiversité étant, depuis 1994, un principe fondamental de la stratégie de protection des forêts (MRNQ, 1994), le reboisement à faible densité apparaît comme une alternative des plus intéressantes. Cette technique permet de subvenir aux besoins de plusieurs espèces en fournissant à certaines une nourriture abondante et de qualité, et à d'autres un abri. De plus, les volumes en essences feuillues qui seront générés par ce traitement contribueront à soutenir l'approvisionnement de nombreuses usines dans la région.

Plusieurs visites ont été organisées par la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent jusqu'ici, dans des plantations de ce type, ce qui a eu pour effet de mousser la popularité du traitement. L'Agence régionale de mise en valeur des forêts privées du Bas-Saint-Laurent adopta le reboisement 1350 dans son cahier d'instructions techniques dès 1997. L'intérêt semble assez manifeste aussi du côté de la forêt publique. En effet, à la Direction de la recherche forestière du ministère des Ressources Naturelles on a débuté récemment l'étude d'un traitement qui s'inspire du reboisement à 1350 plants à l'hectare. Il est destiné à des secteurs qui doivent être remis en production en y conservant quelques semenciers.

La densité de reboisement expérimentée est de 1000 plants/ha. L'espacement entre les plants est de 2m et l'espacement entre les rangées est de 5m. Le dégagement se fera aussi de façon linéaire, sur une bande de 1m de chaque côté de la rangée de plants.

Un doute subsiste cependant quant au rendement attendu des plants résineux dans un patron de reboisement tel que le 1350 et c'est principalement ce questionnement qui est à l'origine de la présente étude. Selon Jobidon (2000), le ratio hauteur/diamètre est un bon indicateur des effets de la compétition pour la lumière et il traduit bien le potentiel de croissance des plants. La quantité de lumière reçue par le plant est un autre indice de l'ampleur de la compétition avec les espèces accompagnatrices.

Le projet qui suit a été réalisé à l'été 2002 et il s'inscrit dans la foulée des efforts mis de l'avant jusqu'à maintenant par la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent pour documenter la technique du reboisement 1350. De même, il vise à répondre aux exigences du cours « Projet de fin d'études en sylviculture (FOR-20169) » au baccalauréat en génie forestier de l'Université Laval.

## Objectifs

Le projet visait essentiellement à comparer le potentiel de croissance des plants résineux dans les plantations traditionnelles (2500 plants /ha) à celui de leurs homologues dans les plantations à plus faible densité (1350 plants/ha). On a aussi cherché à décrire la composition de la végétation naturelle complémentaire dans les plantations 1350 après qu'il y ait eu dégagement.

## Description de la technique

Par la technique du reboisement résineux à faible densité, la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent voulait mettre au point un outil efficace pour freiner l'enrésinement systématique des parterres de coupe lorsque les caractéristiques écologiques se prêtent davantage à l'établissement d'une forêt de composition mixte. La technique consiste à reboiser des plants espacés de 2,0 mètres, en rangées elles-mêmes distantes de 3,7 mètres. À la lumière des premières observations qui ont été faites, les plants à fortes dimensions (PFD) donnaient de meilleurs résultats étant donné leur résistance en situation de compétition. En conséquence, les plantations 1350 ne s'adressent aujourd'hui qu'à cette catégorie de plant. Dans tous les cas, l'automne précédant la mise en terre des semis, une préparation de terrain mécanique par mise en andains est pratiquée.

Cela favorise la germination des espèces compagnes et facilite aussi le travail des reboiseurs. Deux à trois ans après la plantation, les rangées de plants sont dégagées de façon mécanique sur une largeur de 1,0 mètre de part et d'autre.

## Travaux antérieurs

En 1995, la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent entreprenait un vaste projet qui avait pour but de valoriser la sylviculture des forêts mixtes et parmi les traitements mis à l'essai on retrouvait le reboisement 1350. Dans leur rapport, Bell et Bélanger (1997) apportaient une première réponse en confirmant la faisabilité de la technique.

Puis, pour en connaître davantage sur l'efficacité du 1350, la Forêt modèle installait en 1999 avec l'aide du volet 1 du programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, un réseau de placettes permanentes dans des plantations âgées de 2 ans. Une foule de données ont été récoltées l'année même pour décrire l'abondance et la distribution de la régénération tant artificielle que naturelle, l'accroissement en hauteur des plants, le rayonnement solaire disponible pour la photosynthèse et la végétation naturelle aussi bien herbacée qu'arbustive.

Bien que le principal objectif de ce suivi était de décrire l'état des plantations pour permettre ultérieurement d'en suivre l'évolution, les analyses ont tout de même permis de faire quelques observations intéressantes. L'une d'elles étant qu'une régénération naturelle feuillue de qualité s'installe en abondance dans la portion de la plantation qui est réservée à cette fin et un autre qu'il semble possible de repousser le dégagement à la 3<sup>ème</sup> voire à la 4<sup>ème</sup> année de la plantation.

## Matériel et méthode

### *Sites*

Le territoire à l'étude englobe une partie des seigneuries du Lac Métis et de Nicolas Riou ainsi qu'une série de lots privés situés dans les municipalités de Sayabec, Saint-Cléophas, Saint-Damase, Saint-Moise et Padoue. L'ensemble de ce territoire appartient au domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'est et à la région écologique 4f nommée Collines des moyennes Appalaches.

Pour les besoins de la présente étude, nous avons d'abord sélectionné sur les territoires de la forêt modèle six plantations 1350 ayant des caractéristiques biophysiques similaires et ayant subi les mêmes interventions. Toutes se trouvent sur un type écologique MS12 qui correspond à la sapinière à bouleau jaune sur dépôt mince à épais, de texture moyenne et de drainage mésique. La moitié de ces plantations ont été reboisées en épinette blanche, l'autre en épinette noire.

**Tableau 1 : Caractéristiques des plantations à faible densité (1350 plants/ha)**

NUMÉRO SITE	LOCALISATION	SÉQUENCE DES TRAVAUX				TYPE ÉCOLOGIQUE
		Préparation de terrain	Reboisement		Entretien	
			Date	Essences		
1	Seigneurie Métis	Automne 1997	1998	EPN	2000	MS12
2	Seigneurie Métis	Automne 1997	1998	EPN	2000	MS12
3	Seigneurie Métis	Automne 1997	1998	EPN	2000	MS12
4	Seigneurie Nicolas Riou	Automne 1997	1998	EPB	2000	MS12
5	Seigneurie Nicolas Riou	Automne 1997	1998	EPB	2000	MS12
6	Seigneurie Nicolas Riou	Automne 1997	1998	EPB	2000	MS12

Puis, pour nos comparaisons, nous avons dû identifier des plantations résineuses traditionnelles (2500 plants/ha) possédant des caractéristiques semblables à celles du groupe de plantations 1350. La Société d'exploitation des ressources de la Métis nous a fourni une aide appréciable pour rechercher des sites sur le territoire qu'il desserve.

**Tableau 2 : Caractéristiques des plantations traditionnelles (2500 plants/ha)**

NUMÉRO SITE	LOCALISATION	SÉQUENCE DES TRAVAUX				TYPE ÉCOLOGIQUE
		Préparation de terrain	Reboisement		Entretien	
			Date	Essences		
1	Seigneurie Métis	Automne 1997	1998	EPN	2000	MS12
2	Sayabec	Automne 1997	1998	EPN	2000	MS12
3	Padoue	Automne 1997	1998	EPN	2000	MS12
4	St-Cléophas	Automne 1997	1998	EPB	2000	MS12
5	St-Damase	Automne 1997	1998	EPB	2000	MS12
6	St-Moise	Automne 1997	1998	EPB	2000	MS12

Nous avons également tenu compte de la provenance des plants. Cette autre donnée nous renseigne sur la nature des plants avant le reboisement. Les plantations en épinettes noires ont toutes la même provenance alors que celles en épinettes blanches en regroupent deux selon les secteurs. Ces dernières ont cependant des caractéristiques dendrométriques comparables. Le tableau qui suit énumèrent les principaux attributs des provenances en question.

**Tableau 3 : Caractéristiques des provenances**

**Provenance des plants d'épinettes blanches**

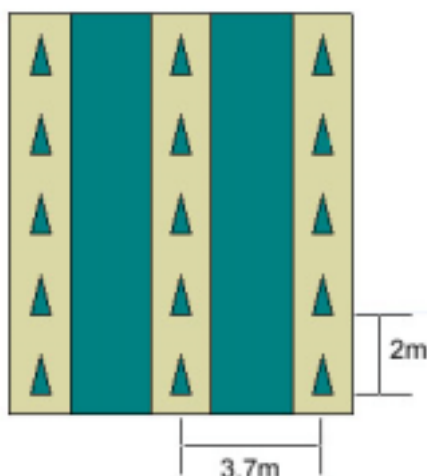
Site	Pépinière	Numéro	Âge (année)	Hauteur (cm)	Diamètre (mm)	Rapport H/D
Propriété privée	Ste-Luce	EPB-A1-8A-D53-12-92	4	43,0	9,40	4.6
Seigneurie Nicolas Riou	St-Modeste	EPB-N1-5C-RG1				
		EPB-N1-5C-J02-12-90	4	42,7	9,27	4.6
		EPB-N1-5C-J23-12-92	5	42.7	9.27	4.6

**Provenance des plants d'épinettes noires**

Propriété privée	Ste-Luce	EPN-N1-5C-Y22-12-84	4	49,4	8,71	5.7
Seigneurie du LacMétis	Ste-Luce	EPN-N1-5C-Y22-12-84	4	49,4	8,71	5.7

Le dispositif final comporte donc 12 sites. Sur chacun de ces sites, nous avons délimité deux placettes rectangulaires de dimensions variables englobant 15 plants et distantes d'au moins 50 mètres. Sur les Seigneuries du Lac Métis et Nicolas Riou, quelques-unes des placettes permanentes installées en 1999 ont pu être utilisées puisque rencontrant parfaitement les critères recherchés.

**Figure 1 : Schéma illustrant une placette-échantillon dans une plantation 1350 dégagée**



## *Mesures*

La collecte de données fut répartie sur deux épisodes. Lors de la première visite, qui a eu lieu au cours du mois de juillet, nous avons effectué quelques observations qui avaient pour but de caractériser la station, de décrire la compétition végétale et de mesurer le rayonnement solaire disponible.

Nous avons d'abord dénombré tous les semis d'essences commerciales situés à l'intérieur des placettes-échantillons. Le dégagement des plantations 1350 laisse des bandes intactes de 1,7 m de largeur (figure 1) de sorte que la superficie occupée par la végétation complémentaire dans les placettes couvrait environ 27,2 m<sup>2</sup>.

Nous avons par la suite évalué la fraction du rayonnement solaire disponible pour la photosynthèse des semis naturels et des plants. Le rayonnement solaire a été mesuré à l'aide d'un radiomètre linéaire (SF-40 de Decagon Devices inc.). Deux mesures perpendiculaires ont été saisies par temps ensoleillé à différentes hauteurs pour chaque sujet:

- ◆ au niveau du sol
- ◆ mi-hauteur du plant
- ◆ sommet du plant

Le rayonnement incident fut aussi mesuré à quelques reprises dans chaque placette.

Le pourcentage de transmission du rayonnement solaire a finalement été calculé en utilisant les mesures sous couvert comme numérateur et les mesures de rayonnement incident (sans obstruction) comme dénominateur.

La deuxième période de prise de données s'est tenue en septembre alors que la croissance des semis était définitivement complétée. Pour chaque plant, nous avons mesuré le diamètre au collet à l'aide d'un vernier électronique digital puis la hauteur totale du plant ainsi que la longueur de la pousse annuelle des deux dernières années à l'aide d'une tige graduée. Grâce à ces mesures, il a été possible de calculer le ratio hauteur/diamètre pour comparer les deux techniques de reboisement. La hauteur de la régénération naturelle a également été recueillie à ce moment. Nous avons finalement évalué l'état des semis et le taux de survie dans chaque placette.



Au fil des sorties sur le terrain, nous avons procédé à la description de certains paramètres biophysiques à l'intérieur des placettes tels que le dépôt, le drainage, la pente et l'exposition dans le but, entre autres, de vérifier l'appellation du type écologique. La méthode utilisée pour récolter ces diverses données est décrite dans « Le point d'observation écologique » et le « Programme de connaissance des écosystèmes forestiers du Québec méridional ». L'annexe 1 présente le résultat de ces relevés.

Nous avons utilisé 0,05 comme seuil de signification pour les tests statistiques.

## Résultats et discussion

### *1350 plants/ha vs 2500 plants/ha*

Toutes les conditions étant similaires entre les groupes de plantations pour une même espèce et puisque l'emplacement des placettes a été déterminé de façon aléatoire, on eu recours à l'analyse de variance pour comparer entre eux les deux traitements. Les variables dépendantes qui ont été utilisées sont le diamètre, la hauteur, le ratio hauteur/diamètre, la croissance en hauteur et la fraction de rayonnement solaire disponible pour l'activité photosynthétique. Nous n'avons pas cherché à comparer entre elles les essences résineuses.

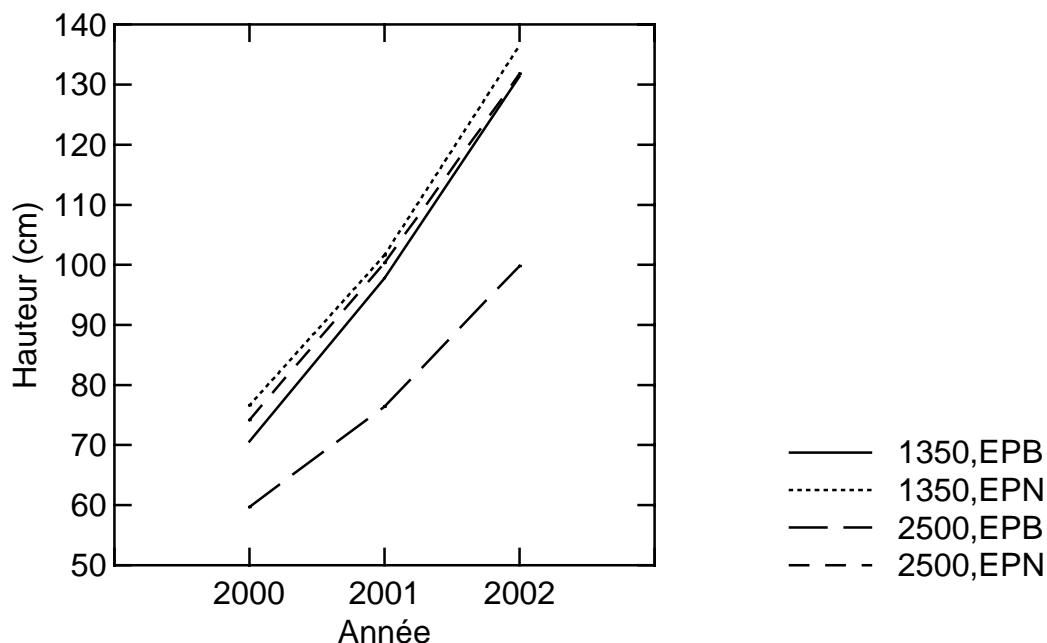
On a observé une différence significative ( $p=0,009$ ) du diamètre des plants entre les deux traitements chez l'épinette blanche mais non chez l'épinette noire ( $p=0,375$ ). Le diamètre moyen est de 27,9 mm pour les plantations à 1350 plants/ha contre 19,0 mm pour les plantations à 2500 plants/ha, avec la première espèce. Le tableau est fort différent pour l'épinette noire puisque nous avons obtenu des diamètres moyens très similaires c'est-à-dire 21,7 mm pour les plantations 1350 comparativement à 22,9 mm pour les plantations 2500.

En ce qui à trait à la hauteur totale des plants, un paramètre plus sensible à la compétition que ne l'est le diamètre, les différences ne sont pas significatives entre les traitements et ce pour les deux essences. Cependant, l'écart entre les moyennes reste important chez l'épinette blanche ( $p=0,057$ ) où la hauteur moyenne est de 131,2 cm dans les plantations 1350 contre 100,1 cm dans les plantations traditionnelles à 2500 plants/ha, soit un écart de plus de 30 %.

À partir de ces deux valeurs, il est possible de calculer le ratio hauteur/diamètre (H/D). Rappelons que cette valeur est un indicateur-clé pour évaluer l'effet de la compétition pour la lumière selon Jobidon (2000) et qu'en ce sens elle traduit bien le potentiel de croissance des semis dans une plantation. Nous n'avons observé aucune différence significative de cette variable, peu importe l'essence considérée. En effet, pour l'épinette blanche, la valeur moyenne du rapport H/D dans les plantations 1350 est de 4,8 comparativement à 5,4 pour

les plantations 2500. Chez l'épinette noire, l'écart est plus marqué avec des moyennes de 6,6 et 5,9 respectivement.

*Figure 2 : Croissance en hauteur mesurée dans les différentes plantations*



Les résultats révèlent un meilleur accroissement en hauteur (figure 2) des plants pour la saison 2002 en plantation 1350 pour l'épinette blanche ( $p=0,000$ ) et on peut presque en dire autant pour l'épinette noire ( $p=0,055$ ). Toutefois, cette différence entre les deux modes de reboisement n'était vraisemblablement perceptible, l'année qui a précédé, que pour la première essence. Les accroissements en hauteur enregistré pour l'épinette blanche, reboisée à faible densité, ont été supérieurs par 55,1 % et 42,9% à ceux de l'autre technique de reboisement en 2001 et 2002 respectivement.

Le rayonnement solaire a été mesuré à trois niveaux le long de la tige : au sol, à mi-hauteur et au sommet. Ces données ont par la suite été utilisées pour calculer à chaque niveau un ratio à partir du rayonnement incident, comme nous l'avons mentionné précédemment. Les résultats des analyses nous indiquent qu'il n'existe aucune différence significative entre les deux techniques de reboisement par rapport à ce nouvel indice.

**Tableau 4 : Fraction du rayonnement incident disponible pour l'activité photosynthétique**

	1350 plants/ha		2500 plants/ha	
	EPB	EPN	EPB	EPN
Sommet	0,18	0,14	0,17	0,17
Mi-hauteur	0,70	0,77	0,56	0,64
Sol	0,93	0,97	0,84	0,96
Moyenne	0,44	0,45	0,37	0,41

Comme le montre bien le tableau qui précède, les plants dans l'une ou l'autre des conditions semblent sujets à une compétition équivalente pour la lumière. Ces observations peuvent très bien expliquer l'absence de différences entre les traitements mise en évidence auparavant sur le plan de la hauteur et ou encore du diamètre.

En résumé, les plants reboisés selon la technique du 1350 n'apparaissent pas plus opprimés que leurs homologues qu'il s'agisse d'une essence ou de l'autre. Le ratio hauteur/diamètre ne met en évidence aucune différence appréciable entre les deux techniques. Chez l'épinette blanche, la balance semble même pencher en faveur du 1350 si on s'attarde aux résultats obtenus au niveau du diamètre, de l'accroissement en hauteur au cours des deux années qui ont suivi le dégagement et, à la limite du seuil de signification, de la hauteur totale du plant.

### ***Régénération naturelle complémentaire***

L'objectif poursuivi avec le reboisement résineux à faible densité est de recréer un peuplement mixte, de façon accélérée, grâce à l'établissement de semis d'essences feuillues commerciales à l'intérieur des inter-bandes. Pour la première fois, nous avons étudié la composition de cette végétation complémentaire afin de connaître les performances du traitement à cet égard deux ans après dégagement. La superficie disponible pour les essences feuillues dans les placettes-échantillons rectangulaires couvrait approximativement 27,2 m<sup>2</sup>. En fait, l'espacement entre les plants n'étant pas parfaitement régulier, cette valeur pouvait varier. Pour chaque placette-échantillon nous avons calculé le nombre de tiges à l'hectare puis la hauteur moyenne des tiges par essence ( Annexe 2). Une des douze placettes ne contenait aucune essence commerciale, un phénomène peut-être lié à l'agressivité des essences non commerciales ou encore à l'absence de semenciers.

**Tableau 5 : Répartition de la densité des semis à l'hectare par essence commerciale**

<b>Essence</b>	<b>Tiges/ha</b>	<b>%</b>	<b>Hauteur moyenne</b>
PET	2298	42,6	82,9 cm
ERR	950	17,6	113,5 cm
BOP	827	15,3	69,9 cm
ERS	735	13,6	105,2 cm
BOJ	273	5,1	81,6 cm
SAB	184	3,4	62,8 cm
PEB	92	1,7	66,7 cm
THO	31	0,6	53,0 cm
<b>TOTAL</b>	<b>5392</b>	<b>100</b>	<b>79,5 cm</b>

On compte une densité d'environ 5400 tiges à l'hectare en essences commerciales entre les rangées de plants et la hauteur des semis naturels est de l'ordre de 80 cm cinq ans après reboisement. Le peuplier faux-tremble est l'essence la plus abondante et elle est présente dans presque toutes les placettes. Cette essence envahit rapidement les parterres de coupe (White, 1991) surtout par drageonnement (Ek et Brodie, 1975). Cependant, en forêt mixte, le nombre de tiges tend à diminuer rapidement dû à la grande compétition (Bella et DeFranceschi, 1972; Ek et Brodie, 1975). L'érable rouge, le bouleau à papier et l'érable à sucre sont aussi très prolifiques. Ces trois espèces ont la capacité de se reproduire par voies végétative (Sakai, 1990; Hibbs, 1983) et sexuée. Près de 90 % des essences ayant colonisé l'espace libre entre les rangées de plants sont à caractère intolérant ce qui n'a rien d'étonnant étant donné les conditions du couvert. Le bouleau jaune est une essence intermédiaire et s'il peut s'établir sous couvert, il ne parvient pas à survivre bien longtemps sous des conditions d'ombre. Un grand nombre d'espèces compétitrices peut donc nuire à la survie du bouleau jaune (Erdmann et al., 1981; White et al., 1985) dans les inter-bandes et pour cette raison on peut penser qu'il faille dans le futur le dégager.

Nous avons aussi remarqué la présence de plusieurs essences non-commerciales dans les inter-bandes : le saule, le cerisier de Pennsylvanie, l'érable à épis, le sorbier d'Amérique, le sureau pubescent et le framboisier. Ces arbustes constituent une source alimentaire importante pour la faune. Par exemple, le reboisement à faible densité crée un environnement très apprécié par la gélinotte huppée. En plus de retrouver dans ce jeune peuplement un couvert où se combinent feuillus et conifères, elle bénéficie de petits fruits en été et de bourgeons de bouleaux, de cerisiers et de trembles en hiver pour se nourrir (Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 1988). Le lièvre d'Amérique peut également y trouver son compte surtout en période hivernale où la nourriture se fait plus rare. Bien que la diète de cet animal diffère d'une région à l'autre, les ramilles de bouleau, de saule, d'aulne et de peuplier semblent généralement convoitées par celui-ci. Il peut aussi arriver qu'il broute quelques essences résineuses (Keith, 1990). En ce qui a trait aux grands mammifères, l'orignal et le cerf

de Virginie peuvent trouver une partie de leur nourriture dans de tels peuplements. En effet, ces animaux affectionnent particulièrement les espèces décidues comme le bouleau à papier et l'érable à épis (Ministère du loisir, de la chasse et de la pêche, 1988; Courtois, 1993). Ils peuvent également se servir des peuplements matures à proximité comme couvert de protection.

À ce stade de développement des plantations 1350 visitées, la régénération naturelle atteignait 60 % de la hauteur des plants résineux. Difficile pour l'instant d'anticiper comment cet assemblage d'essences intolérantes et intermédiaires évoluera dans le temps, ce qui justifie d'autant qu'on poursuive notre quête de réponses.

## Conclusion

À la lumière des différents indices que nous avons retenus pour comparer le potentiel des plants résineux dans un arrangement à 1350 plants/ha plutôt qu'à 2500 plants/ha, il ressort nettement que la croissance des plants n'est pas compromise par la compétition qu'engendre la végétation complémentaire. À certaines occasions, les résultats indiquent même des conditions plus favorables avec le reboisement 1350. Pour l'épinette blanche notamment, l'accroissement en hauteur durant les deux saisons qui ont succédé à l'entretien de la plantation a été près d'une fois et demie supérieur dans cet environnement. Il est donc permis de repousser momentanément l'hypothèse voulant qu'en combinant dans un espace donné feuillus et résineux, le rendement de la plantation soit fortement affecté.

La majorité des essences commerciales ayant occupé la zone réservée à la régénération naturelle dans les plantations 1350 sont dites intolérantes à l'ombre. Dans l'optique de recréer un peuplement mixte, la dynamique entre la régénération naturelle et artificielle, appartenant à des catégories de tolérance différentes est difficile à prévoir et demande qu'on maintienne un suivi. Par ailleurs, les conditions apparaissent des plus propices à une utilisation du milieu par la faune. Un projet est actuellement en développement à la forêt modèle du Bas-Saint-Laurent en collaboration avec le département d'aménagement de la faune de l'UQAR et d'autres acteurs. Il aura spécifiquement pour objectif de démontrer les bénéfices du 1350 à divers stades dans l'évolution de ces plantations.

## Bibliographie

- Archambault, L., V. Laflèche et J.C. Ruel. 2000. Évaluation de la coupe avec protection de la régénération et des sols comme méthode de régénération de peuplements mélangés du domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'est du Québec, Canada. *The Forestry Chronicle* (July-August) : 653-663.
- Bell, Y. et Bélanger, E. 1997. Valorisation de la sylviculture des forêts mixtes. Préparé pour La Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent et Papier Cascades (Cabano). 56 pages
- Bella, I.E. et DeFranceschi, J.P. 1972. The effect of logging practices on the development of new aspen stands, Hudson Bay, Saskatchewan. *Can. For. Serv. North. For. Res. Cent. Inf. Rep. NOR-X-33*. 12 p. Dans Jobidon, 1995.
- Belleau, P. 2000. Suivi des reboisements résineux à faible densité sur type écologique mélangé : Dispositif et première analyse. *Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent*. 15 p.
- Bérard, J. 1996. Manuel de foresterie. Les Presses de l'université Laval. Québec. 1428 p.
- Burton, D.H., H.W. Anderson et L.F. Riley. 1969. Natural regeneration of yellow birch in Canada. Dans Archambault et al., 2000
- Courtois, R. 1993. Description d'un indice de qualité d'habitat pour l'orignal (*Alces Alces*) au Québec. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 56 p.
- Dorion, F. 1994. La régénération de la zone mixte de la forêt mixte : Approche et vision d'un aménagiste forestier. Dans Archambault et al., 2000.
- Ek, A.R. et Brodie, J.D. 1975. A preliminary analysis of short-rotation aspen management. *Can. J. For. Res.* 5: 245-258. Dans Jobidon, 1995.
- Erdmann, G.G. 1990 *Betula alleghaniensis* Britton-Yellow Birch. Dans Archambault et al., 2000.
- Erdmann, G.G., R.M. Peterson Jr. et R.M. Godman. 1981. Cleaning yellow birch seedling stands to increase survival, growth, and crown development. *Can. J. For. Res.* 11: 62-68. Dans Archambault et al., 2000.
- Farrar, J.L. 1995. Les arbres du Canada. Service canadien des forêts. 502 p.
- Guay, S. 1994. Modèle d'indice de qualité d'habitat pour le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*) au Québec. Ministère des Ressources naturelles du Québec. 59 p.

- Jobidon, R. 1995. Autécologie de quelques espèces de compétition d'importance pour la régénération forestière au Québec. Revue de littérature. Ministère des Ressources naturelles du Québec. 180 p.
- Jobidon, R. 2000. Density-dependent effects of northern hardwood competition on selected environmental resources and young white spruce (*Picea glauca*) plantation growth, mineral nutrition, and stand structural development- a 5-year study. Forest Ecology and Management 130: 77-97.
- Keith, L.B. 1990. Dynamics of snowshoe hare populations. Current Mammalogy. H.H. Genoways editor. Plenum Press. New York. Dans Guay, 1994.
- Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. 1988. La faune du Québec et son habitat. Série de 15 brochures. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec.
- Ministère des Ressources naturelles du Québec. 1994. Une stratégie : Aménager pour mieux protéger les forêts. Ministère des Ressources naturelles du Québec. 197 p. Dans Archambault et al., 2000.
- Sakai, A.K. 1990. Sexual reproduction of red maple (*Acer rubrum*) in northern lower Michigan. Ecology 71: 571-580. Dans Jobidon, 1995.
- Sicard, V. 1986. La sapinière : une variété d'écosystèmes. Forêt conservation. 53, no 6, oct. 1986: 18-21.
- Vézina, A. 1994. De la foresterie de cueillette à la sylviculture. Forêt et Conservation (mai-juin) : 11-16. Dans Archambault et al., 2000.
- White, A.S. 1991. The importance of different forms of regeneration to secondary succession in a Maine hardwood forest. Bull. Torrey Bot. Club 118: 303-311. Dans Jobidon, 1995.
- White, P.S., M.D. Mackenzie et R.T. Busing. 1985. Natural disturbance and gap phase dynamics in southern Appalachian spruce-fir forests. Can. J. For. Res. 15: 233-240. Dans Archambault et al., 2000.

# Annexe 1

## Caractéristiques biophysiques des plantations étudiées

### Plantations 1350

site	placette	Essences	Dépôt	Drainage	Texture	Pente	Exposition	Position
1	1	EPN	1A	3	loam limono-argileux	10	194 S	Bas de pente
1	2	EPN	1A	3	loam limono-argileux	1	185 S	Bas de pente
2	1	EPN	1A	4	argile limoneuse	7	334 N-O	Haut de pente
2	2	EPN	1A	4	argile limoneuse	10	339 N	Haut de pente
3	1	EPN	1A	4	loam			
3	2	EPN	1A	4	loam			
4	1	EPB	1A	4	loam limono-argileux	7	290 O	Bas de pente (plat)
4	2	EPB	1A	4	loam limono-argileux	6	275 O	Bas de pente (plat)
5	1	EPB	1A	4	loam limono-argileux	1	172 S	Plat
5	2	EPB	1A	4	loam limono-argileux	9	171 S	Plat
6	1	EPB	1A	4	loam limono-argileux	17	254 O	Plat
6	2	EPB	1A	4	loam limono-argileux	1	302 N-O	Plat

### Plantations 2500

site	no_parcelle	Essences	Dépôt	Drainage	Texture	Pente	Exposition	Position
1	1	EPN	1A	4	Argile-limoneuse	9	290 O	Haut pente
1	2	EPN	1A	4	Argile-limoneuse	5	322 NO	Haut pente
2	1	EPN	1A	2	Loam limono-argileux	9	160 S	Mi-pente
2	2	EPN	1A	2	Loam limono-argileux	2	194 S	Mi-pente
3	1	EPN	1A	4	Loam argileux	9	248 O	Sommet arrondi
3	2	EPN	1A	4	Loam argileux	27	273 O	Sommet arrondi
4	1	EPB	1A	3	Limon	15	179 S	Bas pente
4	2	EPB	1A	3	Limon	6	181 S	Bas pente
5	1	EPB	1A	4	Loam sablo-argileux	4	343 N-NO	Bas pente
5	2	EPB	1A	4	Loam sablo-argileux	1	343 N-NO	Bas pente
6	1	EPB	1A	5	Argile-limoneuse	6	208 SO	Plat
6	2	EPB	1A	5	Argile-limoneuse	2	194 S	Plat

## Annexe 2

### Nombre de tiges à l'hectare et hauteur de la régénération dans chacune des placettes

no_site	parcelle	PET		BOP		BOJ		PEB		ERS		ERR		SAB		THO	
		Densité (tige/ha)	Hauteur (cm)	Densité (tige/ha)	Hauteur (cm)	Densité (tige/ha)	Hauteur (cm)	Densité (tige/ha)	Hauteur (cm)	Densité (tige/ha)	Hauteur (cm)	Densité (tige/ha)	Hauteur (cm)	Densité (tige/ha)	Hauteur (cm)	Densité (tige/ha)	Hauteur (cm)
1	1	735	123,5	0		0		0		0		0		0		0	
1	2	735	90,5	1838	52,2	0		0		0		0		0		0	
2	1	3677	72,3	0		735	73,5	1103	66,7	1103	124,0	0		0		0	
2	2	0		0		368	63,0	0		0	0	1103	86,0	0		0	
3	1	0		0		0		0		0	0	1838	160,0	368	40,0	0	
3	2	0		4044	70,4	0		0		0	0	1471	101,0	0		368	53,0
4	1	9927	75,7	0		0		0		0	0	735	135,5	0		0	
4	2	4779	96,1	735	98,0	0		0		0	0	735	164,0	0		0	
5	1	0		0		0		0		0		0		0		0	
5	2	2574	71,8	368	56,0	0		0		0	0	2206	90,8	0		0	
6	1	3309	69,3	1471	72,3	368	126,0	0		6618	124,6	0		0		0	
6	2	1838	64,4	1471	70,5	1838	63,8	0		1103	67,0	3309	57,4	1838	85,6	0	

PET: Peuplier faux-tremble

BOP: Bouleau à papier

BOJ: Bouleau jaune

PEB: Peuplier baumier

ERS: Érable à sucre

ERR: Érable rouge

SAB: Sapin baumier

THO: Thuya occidental