

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

Mesure de la compétition de l'épinette noire par le sapin baumier
en Gaspésie

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ À

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

Comme exigence partielle de la

Maîtrise en ressources renouvelables

PAR

Gilles Fortier, B. SC.

Février 2012

RÉSUMÉ

Résumé

Un des enjeux importants pour la conservation de la biodiversité dans l'environnement forestier est la raréfaction de l'épinette noire et l'ensapinage des anciennes pessières noires suite à une coupe de régénération (Grondin et Cimon 2003). Nous avons voulu vérifier le phénomène d'envahissement par le sapin baumier (ensapinage) dans le secteur de la Gaspésie où les pessières noires sont concentrées, soit au centre-est de la région, plus particulièrement sur les bassins supérieurs des rivières York, Saint-Jean, Dartmouth et Madeleine.

Ce document fait donc état de la forêt résineuse présente sur ce territoire antérieurement à la coupe, de l'ensapinage qu'y subissent les pessières ainsi que de l'utilisation de l'éclaircie précommerciale comme moyen de contrôler ce phénomène, d'une part en augmentant la proportion d'épinette noire par rapport au sapin baumier et d'autre part en diminuant la compétition exercée par ce dernier sur les épinettes éclaircies.

Plus de 63 parcelles de 1/100 d'hectare ont été implantées sur cinq sites coupés il y a dix à quinze ans et ayant contenu d'anciennes pessières noires. Les résultats montrent que, sur l'ensemble des parcelles, la proportion des tiges d'épinette noire a évolué de la façon suivante :

- Avant la coupe de régénération, l'épinette noire représentait plus de 64 % du nombre de tiges totales dans les peuplements analysés;
- Avant l'éclaircie précommerciale, elle ne représentait plus que 28 % de l'ensemble des tiges;
- La priorité accordée à l'épinette lors de ce traitement a permis de faire augmenter le pourcentage des tiges d'épinette noire à 43 %.

L'ensapinage est donc bien présent dans ces peuplements et l'éclaircie précommerciale a permis d'augmenter de façon souvent importante la proportion en tiges d'épinette noire. Cette étude a également fait ressortir une problématique particulière en ce qui concerne les espèces compagnes, qui disparaissent presque complètement après l'éclaircie. De plus, l'étude n'a pas démontré de différence notable entre les équipes de travailleurs en ce qui concerne la variation en épinette noire avant et après traitement.

Par la suite, 119 parcelles de quatre mètres carrés ont été implantées sur trois sites éclaircis depuis 3 ou 4 ans pour comparer la croissance des épinettes dégagées et des sapins et analyser la compétition exercée par le sapin sur les épinettes noires éclaircies. Si les résultats montrent une réaction positive à l'éclaircie de l'épinette noire au niveau de la croissance en diamètre et en hauteur, les analyses suggèrent que les épinettes dégagées ne subissent pas de compétition quatre ans après l'éclaircie. Les résultats indiquent également que la croissance en hauteur des épinettes noires est égale ou supérieure aux sapins baumiers de même grandeur et que les gaules plus petites ne semblent pas exercer de compétition sur les tiges éclaircies.

AVANT-PROPOS

Avant-propos

À mon arrivée en Gaspésie, je fus étonné de l'importance des pessières noires dans le paysage forestier gaspésien alors que durant mes études en génie forestier, la région me fût souvent décrite comme étant le royaume du sapin baumier et évidemment de la Tordeuse des bourgeons de l'épinette *Choristoneura fumiferana* (Clemens). M'intéressant aux récits historiques, j'ai relevé plusieurs rapports d'explorateurs décrivant des étendues à perte de vue de peuplements d'épinette noire et le sapin baumier y était souvent décrit comme étant de piètre qualité. C'est ce qui m'a amené à m'intéresser à la situation de l'épinette noire. Est-ce qu'il y a eu effectivement une régression des pessières noires au 20^{ème} siècle? Est-ce que cette régression se continue? Existe-t-il des outils pour atténuer ce phénomène?

REMERCIEMENTS

Remerciements

Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé dans cette étude, en particulier :

Pour les travaux d'inventaires :

- Danny Cloutier et Dan Dupuis, des Entreprises agricoles et forestières de la Péninsule;
- Barbara Hébert et Vanessa Richard, du Consortium en Foresterie Gaspésie-les-Îles;
- Denis Walsh, de l'UQAC;
- Sylvain Parent, de Québec (anciennement de l'UQAC);
- Aaron Hatty, du Cégep de la Gaspésie et des Îles;
- Mes étudiants de troisième année en Technologie forestière.

Pour les travaux de mesure des accroissements radiaux :

- Peggy Brimsacle, du Cégep de la Gaspésie et des Îles.

Je tiens tout particulièrement à remercier Barbara Hébert et Sylvain Parent pour leur aide dans l'analyse des résultats.

Je tiens également à remercier Hubert Morin, professeur au Département des sciences fondamentales de l'UQAC pour son aide précieuse dans l'élaboration de mon mémoire de fin d'études.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	III
AVANT-PROPOS	V
REMERCIEMENTS	VII
1. INTRODUCTION	2
1.1 HYPOTHÈSES SOULEVÉS ET OBJECTIFS POURSUIVIS	5
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	7
2.1. VÉGÉTATION PRÉSENTE SUITE À L'ÉCLAIRCIE PRÉCOMMERCIALE	7
2.1.1 <i>Sélection des sites</i>	7
2.1.2 <i>Échantillonnage</i>	8
2.1.2.1 Peuplement d'origine avant la CPRS	9
2.1.2.2. Peuplement suite à l'EPC	9
2.1.3 <i>Par entreprise</i>	10
2.2 3 À 4 ANS APRÈS L'ÉCLAIRCIE PRÉCOMMERCIALE	11
2.2.1 <i>Sélection des sites</i>	11
2.2.2 <i>Échantillonnage</i>	13
2.2.2.1 Sélection des parcelles	13
2.2.2.2 Récolte des données	13
2.2.2.2.1 Sélectionner des EPN éclaircies	13
2.2.2.2.2 Mesure de la compétition	14
2.2.2.2.3 Estimation du futur peuplement	15
2.2.2.3 <i>Comparaison de la croissance des EPN éclaircies et des SAB</i>	16
3. RÉSULTATS ET DISCUSSION	18
3.1 EFFETS IMMÉDIATS DE L'ÉCLAIRCIE PRÉCOMMERCIALE (EPC) APPLIQUÉE DANS UNE CPRS	18
3.1.1 <i>Impacts généraux de l'EPC dans les peuplements</i>	18
3.1.2.1 Pessières noires (EE)	20
3.1.2.2 Pessières noires à sapin baumier (ES)	22
3.1.2.3 Sapinières à épinette noire (SE)	22
3.1.2.4 Sur l'ensemble des parcelles	23
3.1.2 <i>Impact du mauvais choix des tiges</i>	24
3.1.3 <i>Résultats globaux</i>	25
3.1.3 <i>Comparaison des hauteurs des tiges d'EPN et de SAB</i>	26
3.1.4 <i>Évolution probable des peuplements analysés</i>	27
3.1.4.1 Pessières noires (EE)	27
3.1.4.2 Pessières noires à sapin baumier (ES)	27
3.1.4.3 Sapinières à épinette noire (SE)	27
3.1.4 <i>Paramètres complémentaires</i>	28
3.1.4.1 Facteur humain	28
3.1.4.2 Influence du nombre de tiges avant traitement	28
3.2 IMPACTS L'EPC DANS LES PEUPEMENTS 3 À 4 ANS APRÈS LE TRAITEMENT	29
3.2.1 <i>Impact de l'éclaircie sur l'EPN dégagée</i>	29
3.2.1.1 Variation de croissance sur les EPN	29
3.2.1.2 Variation dans la période de réaction	31
3.2.2 <i>Compétition du SAB sur les EPN éclaircies</i>	32
3.2.2.1 Les sapins à l'intérieur de la parcelle	32
3.2.2.2 Gaules de 1 m et plus à l'intérieur de la parcelle :	33
3.2.2.3 Les branches de sapin baumier	35
3.2.2.4 Les indices de compétitions	36
3.2.3 <i>Estimation du futur peuplement</i>	38

3.2.4 Comparaison de la croissance des EPN éclaircies et des SAB.....	39
3.2.4.1 Influence du rapport de la cime vivante sur la croissance	41
3.2.4.2 Influence de la hauteur de la tige sur la croissance	42
3.3 IMPLICATIONS POUR L'AMÉNAGEMENT.....	44
3.3.1 <i>Recommandations</i>	46
4. CONCLUSION	48
5. BIBLIOGRAPHIE	51
6. ANNEXES	59

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 LOCALISATION DES SITES.....	8
FIGURE 2 LOCALISATION DES SITES.....	12
FIGURE 3 SCHÉMA D'UNE PLACETTE.....	15
FIGURE 4 RAPPORT ENTRE LE RAPPORT EPN / SAB EN POURCENTAGE AVANT ET APRÈS L'EPC.....	19
FIGURE 5 POURCENTAGE MOYEN ET ÉCART-TYPE DU NOMBRE DE GAULES D'EPN PAR RAPPORT AU NOMBRE TOTAL DE GAULES AVANT ET APRÈS L'EPC (N (EE) = 13, N (ES) = 34, N (SE) = 16).....	20
FIGURE 6 MOYENNE ET ÉCART-TYPE DE LA VARIATION DU POURCENTAGE DE TIGES DE SAB ET D'EPN AVANT ET APRÈS LE L'EPC.	23
FIGURE 7 MOYENNE ET ÉCART-TYPE DE LA PROPORTION DE SAB ET D'EPN AVANT ET APRÈS L'EPC.	24
FIGURE 8 RAPPORT ENTRE LE RAPPORT D'EPN / SAB EN % AVANT ET APRÈS L'EPC EN TENANT COMPTE DU MAUVAIS CHOIX DE TIGE.....	25
FIGURE 9 HAUTEUR MOYENNE DES GAULES PAR GROUPEMENT D'ESSENCES.	26
FIGURE 10 RELATION ENTRE LA MOYENNE DU NOMBRE D'EPN PAR PARCELLE AVANT TRAITEMENT ET DE LA PROPORTION DE GAULES D'EPN PAR RAPPORT AU NOMBRE DE TIGES TOTALES.	29
FIGURE 11 MOYENNE ET ECART-TYPE DE L'ACCROISSEMENT EN HAUTEUR ET RADIAL DES EPN.....	30
FIGURE 12 ÉLONGATION ET ACCROISSEMENT RADIALE DES EPN SUITE À L'EPC.	32
FIGURE 13 MOYENNE DE L'ACCROISSEMENT RADIAL ET L'ÉLONGATION DES SAB ET EPN (SAB SUPERIEUR = ENSEMBLE DES SAB DONT LA HAUTEUR > 80% DE LA HAUTEUR DE L'EPN ECLAIRCIE ; SAB PARCELLE = ENSEMBLE DES SAB > 50 CM DE HAUTEUR PRESENTS DANS LA PARCELLE)..	40
FIGURE 14 MOYENNE DE L'ACCROISSEMENT RADIAL DES SAB > 50CM ET DES EPN SUR UN SITE ÉCLAIRCI DEUX FOIS.....	41

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 CARACTÉRISTIQUES DES SITES.....	7
TABLEAU 2 COMPILATION DES RELEVÉS POUR L'ENSEMBLE DES 63 PARCELLES (FEUILLUS : 87% BOULEAU BLANC, 8% PEUPLIER FAUX TREMBLE, 5% PEUPLIER BAUMIER ET 1% ÉRABLE ROUGE / AUTRES RÉSINEUX : 71% THUYA DE L'EST, 19% PIN BLANC, 10% ÉPINETTE BLANCHE).....	9
TABLEAU 3 NOMBRE DE PARCELLES PAR CONTRACTEUR	10
TABLEAU 4 CARACTÉRISTIQUE DES SITES	11
TABLEAU 5 REPRÉSENTATION DES ESSENCES DANS LES SITES	13
TABLEAU 6 COMPILATIONS DES RÉSULTATS POUR L'ENSEMBLE DES PARCELLES AVANT ET APRÈS EPC	18
TABLEAU 7 RÉSULTATS POUR 13 PARCELLES DANS LES STRATES EE.....	21
TABLEAU 8 RÉSULTATS POUR 34 PARCELLES DANS LES STRATES ES.....	22
TABLEAU 9 RÉSULTATS POUR 13 PARCELLES DANS LES STRATES SE.....	22
TABLEAU 10 HAUTEUR DES GAULES D'EPN ET DE SAB.....	26
TABLEAU 11 SAB POTENTIELLEMENT COMPÉTITEURS	32
TABLEAU 12 INVENTAIRE DES GAULES DE PLUS DE 1 M. DE HAUTEUR.....	34
TABLEAU 13 INVENTAIRES DE BRANCHES DE SAB (K10 = 43 PARCELLES, BJ = 38 PARCELLES, CSJ = 35 PARCELLES, COMPILATION DES TROIS SITES = 116) (HAUTEUR TOT. = HAUTEUR TOTALE DU SAB; HAUTEUR SOL = HAUTEUR DE LA BRANCHE À PARTIR DU SOL; LONG = LONGUEUR DE LA BRANCHE À L'INTÉRIEUR DE LA PARCELLE; ÂGE = NOMBRE D'ÉLONGATION ANNUELLE À L'INTÉRIEUR DE LA PARCELLE. TIGES COMPÉTITRICES > 1/3 DE LA HAUTEUR DE LA TIGE ÉCLAIRCIE).....	35
TABLEAU 14 INVENTAIRES DES BRANCHES EN COMPÉTITION	36
TABLEAU 15 INFLUENCE DE LA COMPÉTITION POTENTIELLE SUR LA CROISSANCE	36
TABLEAU 16 INFLUENCE DE LA COMPÉTITION POTENTIELLE SUR LA CROISSANCE POUR LE SITE CSJ	37
TABLEAU 17 INVENTAIRE DES SEMIS DE MOINS DE 50 CM DE HAUTEUR.....	39
TABLEAU 18 INFLUENCE DE LA PROPORTION DE CIME VERTE SUR CERTAINS PARAMÈTRES.....	42
TABLEAU 19 INFLUENCE DE LA HAUTEUR DE LA TIGE SUR CERTAINS PARAMÈTRES	43

INTRODUCTION

1. Introduction

La Gaspésie, avec ses 20 520 km², présente un couvert végétal très diversifié (MRNF 2006). Avec 49% des domaines bioclimatique, la sapinière à bouleau blanc, typique de la forêt boréale, domine le territoire gaspésien et influence grandement l'activité économique liée à la foresterie. Les domaines de la sapinière à épinette noire et de la sapinière à bouleau jaune suivent avec 24% et 15% du territoire respectivement (MRNF 2006). Mais à la lumière des rapports et observations des spécialistes ayant effectué des travaux en Gaspésie (Langelier 1900, Blouin 1904, Fafard 1916, Gagné 1920, Anonyme 1926, Gobeil 1938, etc), le portrait actuel de la forêt gaspésienne semble très différent de ce qu'il était au début du 20^{ème} siècle, en particulier en ce qui concerne la situation du sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.) (SAB) dont la présence a doublé entre 1930 et 1950, à l'inverse de l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.) (EPN), qui a fortement régressé durant la même période.

Le maintien des écosystèmes forestiers et de la biodiversité constitue une des bases du développement durable. Il est également reconnu que les pratiques sylvicoles doivent s'inspirer de la dynamique des écosystèmes forestiers (Bergeron 2002) afin d'assurer le maintien à long terme de leur productivité et de leur diversité biologique. C'est d'ailleurs l'esprit de l'aménagement écosystémique. La nature, la sévérité et la fréquence des perturbations sont des connaissances essentielles à la compréhension de la dynamique des écosystèmes forestiers, en particulier l'expansion de certaines espèces forestières. La question de l'accroissement de la superficie des peuplements dominés par le SAB au détriment de l'EPN et la raréfaction de cette dernière essence dans les pessières noires à sapin ainsi que dans les sapinières à épinette noire fait d'ailleurs partie des enjeux de composition et de structure des peuplements selon l'orientation ministérielle 2003-15.¹ Ce changement dans la composition forestière serait relié à des facteurs naturels et anthropiques. Par exemple, les épidémies de *Dendroctonus rufipennis* (Kby) et de *Gilpinia hercyniae* (Htg.) seraient responsables de la perte de 65% du volume de

¹ Orientation ministérielle 2003-15 pour les PGAF 2005-2010, MRNFQ.

l'EPN vers la fin des années 1930 (Lachance et al. 1990). Le contrôle des feux (Doucet et Boily, 1995), des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* (Clemens) (TBE) et de l'arpenteuse de la pruche (Wilson 1909; Hatcher 1960; Fye et Thomas, 1963; Vézina et Falardeau 1986) ainsi que les coupes forestières dans les anciennes pessières (Grondin et Cimon, 2003) favoriseraient également le SAB au détriment de l'EPN.

Certaines études ont relevé l'augmentation de la régénération en SAB après coupe. Ainsi MacArthur (1964) rapporte que la proportion EPN/SAB est plus élevée dans les jeunes peuplements adjacents issus de coupe que dans les anciens brûlés. Fortin (2003) rapporte également le recul de l'épinette noire en Gaspésie face au SAB, ce dernier prenant progressivement le dessus sur l'EPN dans le cadre des méthodes de récolte et d'aménagement actuelles. Pour sa part, Webb (1961) effectua une étude sur l'abondante régénération en sapin après une coupe à blanc dans les peuplements de SAB et d'EPN de la Gaspésie. Sur plus de cent parcelles, il a relevé des moyennes de 19 000 tiges de sapin par hectare de plus de 1 pouce au DHP comparé à 65 tiges d'épinette.

Par ailleurs, certaines études ont comparé la croissance de l'épinette noire et du sapin. Selon Doucet et Boily (1995) et Doucet (2000), après une coupe, la régénération en épinette croît d'abord lentement mais poursuit son ascension pendant plusieurs années alors que le sapin augmente rapidement puis décline après quelques années. En effet, le sapin profite du changement dans le régime de lumière pour échapper à sa forme parapluie (Maufette 2006) et peut répondre immédiatement et positivement à une ouverture brutale (Parent et Ruel 2002). Par la suite, il perd l'avantage qu'il avait d'abord acquis sur l'épinette (Doucette et Boily 1995). Selon Ruel (1992), les sapins sous couvert gardent la capacité de réagir à l'élimination du couvert, ce qui leur permet d'assurer la régénération du peuplement à la suite de perturbations telles que la coupe, le chablis ou les épidémies d'insectes.

L'éclaircie précommerciale (EPC), qui vise principalement à diminuer la compétition intra et interspécifique qui nuit à la croissance des arbres choisis dans un jeune peuplement (Legris et Couture 1999) pourrait être un outil utile pour diminuer l'ensapinage après coupe. De plus, ce traitement sylvicole a plusieurs effets positifs aussi bien sur les arbres sélectionnés que sur les peuplements traités. En particulier, il augmente la valeur des tiges produites et facilite les interventions ultérieures. L'EPC peut réduire l'âge d'exploitabilité de dix ans (Zhang, Corneau et Chauret 1999). Parmi les autres effets bénéfiques de l'éclaircie précommerciale, notons l'augmentation de la croissance en diamètre et du volume moyen des tiges éclaircies (Tremblay 2005, Simard 2006) ainsi que l'atténuation de l'ampleur des chablis dans les peuplements résineux (Simard 2006). On note également que l'EPC peut améliorer la qualité du site (Doucet et Boily 1996, Comité consultatif 2002). Selon Parizeau et Bélanger (2004), ce traitement continuera d'être utilisé dans l'avenir pour contrôler la compétition, car les effets négatifs sur la croissance des tiges d'une densité trop forte ne sont plus à démontrer (Doucet 1990). D'autre part, des chercheurs indiquent que l'EPC peut avoir comme conséquence de diminuer la présence de certaines espèces secondaires, telles que le pin blanc, le thuya et certains arbustes fruitiers (Comité consultatif 2002, Tremblay et Martel 2002).

Dans le cadre de cette étude, nous nous intéressons à la compétition du SAB sur l'EPN (en quantité et au niveau de la croissance) et à l'ensapinage des anciennes pessières noires où les tiges matures ont été récoltées. Dans le secteur retenu pour l'étude, soit au centre-est de la région, plus particulièrement sur les bassins supérieurs des rivières York, Saint-Jean, Dartmouth et Madeleine, l'EPN semble en régression. La proportion des tiges de SAB dans la régénération des pessières noires et des sapinières à épinette noire semble de beaucoup supérieure à celle des tiges formant le peuplement présent avant la coupe. Cette situation a été également constatée ailleurs au Québec (Grondin et Cimon 2003).

Le présent projet vise donc à documenter la situation en ce qui concerne l'ensapinage des peuplements à épinette noire situés dans le centre de la Gaspésie. En particulier, à analyser les changements qu'ont subi les paysages forestiers du secteur retenu pour étude afin de prévoir des alternatives et de limiter une expansion du sapin baumier au détriment des autres espèces résineuses de valeur dans ce secteur. Il est important de tenter d'éviter les multiples problèmes reliés aux sapinières pures de seconde venue, dans un contexte de prévention des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette et de conservation de la biodiversité de la forêt boréale de l'Est.

1.1 Hypothèses soulevées et objectifs poursuivis

Les informations recueillies ainsi que la lecture de documents anciens (voir annexe) nous ont amené à formuler un certain nombre d'hypothèses :

- 1) On observe un ensapinage des pessières du centre de la Gaspésie et on assiste par conséquent à une régression de ces pessières après la CPRS
- 2) L'éclaircie précommerciale peut être un outil efficace pour contrôler l'ensapinage;
- 3) L'épinette noire éclaircie conserve sa dominance sur le sapin baumier après l'éclaircie.

L'objectif principal de l'étude consiste à mesurer l'effet de l'éclaircie précommerciale sur le maintien de l'épinette noire et le contrôle de l'ensapinage dans les anciennes pessières noires et sapinières à épinette noire. L'objectif spécifique est d'analyser les impacts de l'EPC sur l'ensapinage des anciennes pessières suite à une coupe avec protection de la régénération des sols (CPRS) en rapport :

- a) Avec la composition du peuplement, par un inventaire effectué sur des sites nouvellement éclaircis;
- b) Avec le degré de compétition du sapin sur l'épinette, par un inventaire effectué sur des sites éclaircis il y a 3 ou 4 ans.

CHAPITRE II
MATÉRIEL ET MÉTHODES

2. Matériel et méthodes

2.1. Végétation présente suite à l'éclaircie précommerciale

2.1.1 Sélection des sites

Le secteur retenu l'étude est le centre-est de la Gaspésie couvert par les bassins supérieurs des rivières Saint-Jean, York et Dartmouth; il renferme les principales concentrations d'EPN en Gaspésie. Ce secteur a été soumis par le passé à plusieurs perturbations majeures, parfois en rafales, qui ont couvert de vastes étendues, entrecoupées de perturbations mineures, surtout des chablis partiels et qui ont profondément modifié le paysage forestier (Gagnon, 1970). La sélection des sites s'est fait selon un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié. Ces derniers devaient avoir comme peuplement d'origine une pessière noire (EE), une pessière noire à sapin baumier (ES) ou une sapinière à épinette noire (SE), avoir subi une CPRS et ne pas avoir été reboisé ou avoir subi d'autres perturbations que l'éclaircie précommerciale depuis la coupe. L'éclaircie devait avoir eu lieu pendant l'année. Ils devaient également avoir une pente faible ou moyenne et régime hydrique mésique (Tableau 1 et Figure 1).

Tableau 1 Caractéristiques des sites

Secteur	Site	Pente	Dépôt de surface	Localisation	Peuplement d'origine	Nb parcelles
	51	Moyenne	Till indif.	48° 59' 21" N	Bloc 51-1 : EE	7
				65° 05' 01" O	Bloc 51-2 : ES	9
					Bloc 51-3 : SE	5
Lac-aux-oies	55	Moyenne	Tills	48° 59' 58" N 65° 04' 31" O	Bloc 55-1 : EE	3
	56	Moyenne	Tills	48° 58' 44" N 65° 04' 11" O	Bloc 56-1 : SE	3
Sirois	52	Moyenne	Till indif.	48° 47' 55" N	Bloc 52-1 : ES	15
				65° 11' 57" O	Bloc 52-2 : EE	3
					Bloc 52-3 : SE	3
Camp 53	53	Faible	Altér.	48° 40' 49" N	Bloc 53-1 : ES	5
				65° 02' 48" O	Bloc 53-2 : SE	7
Pudding Stone	54	Faible	Tills	48° 43' 27" N	Bloc 54-1 : SE	3

2. Matériel et méthodes

2.1. Végétation présente suite à l'éclaircie précommerciale

2.1.1 Sélection des sites

Le secteur retenu l'étude est le centre-est de la Gaspésie couvert par les bassins supérieurs des rivières Saint-Jean, York et Dartmouth; il renferme les principales concentrations d'EPN en Gaspésie. Ce secteur a été soumis par le passé à plusieurs perturbations majeures, parfois en rafales, qui ont couvert de vastes étendues, entrecoupées de perturbations mineures, surtout des chablis partiels et qui ont profondément modifié le paysage forestier (Gagnon, 1970). La sélection des sites s'est fait selon un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié. Ces derniers devaient avoir comme peuplement d'origine une pessière noire (EE), une pessière noire à sapin baumier (ES) ou une sapinière à épinette noire (SE), avoir subi une CPRS et ne pas avoir été reboisé ou avoir subi d'autres perturbations que l'éclaircie précommerciale depuis la coupe. L'éclaircie devait avoir eu lieu pendant l'année. Ils devaient également avoir une pente faible ou moyenne et régime hydrique mésique (Tableau 1 et Figure 1).

Tableau 1 Caractéristiques des sites

Secteur	Site	Pente	Dépôt de surface	Localisation	Peuplement d'origine	Nb parcelles
	51	Moyenne	Till indif.	48° 59' 21" N	Bloc 51-1 : EE	7
				65° 05' 01" O	Bloc 51-2 : ES	9
					Bloc 51-3 : SE	5
Lac-aux-oies	55	Moyenne	Tills	48° 59' 58" N	Bloc 55-1 : EE	3
				65° 04' 31" O		
	56	Moyenne	Tills	48° 58' 44" N	Bloc 56-1 : SE	3
				65° 04' 11" O		
Sirois	52	Moyenne	Till indif.	48° 47' 55" N	Bloc 52-1 : ES	15
				65° 11' 57" O	Bloc 52-2 : EE	3
					Bloc 52-3 : SE	3
Camp 53	53	Faible	Altér.	48° 40' 49" N	Bloc 53-1 : ES	5
				65° 02' 48" O	Bloc 53-2 : SE	7
Pudding Stone	54	Faible	Tills	48° 43' 27" N	Bloc 54-1 : SE	3
				64° 39' 52" O		

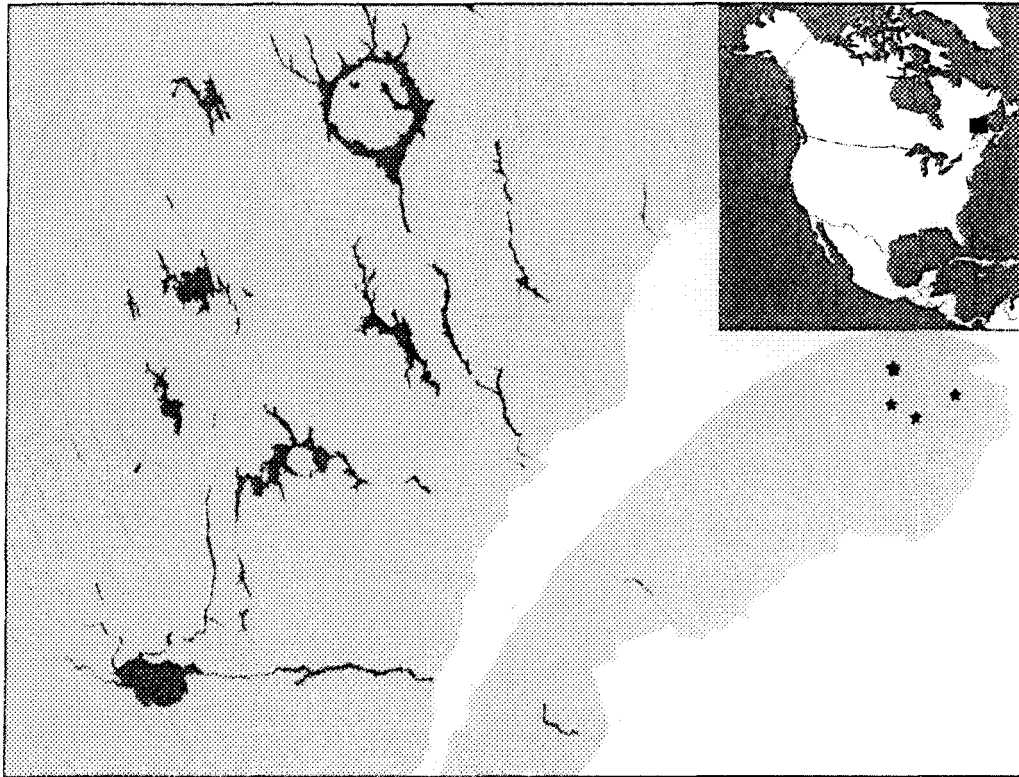


Figure 1 Localisation des sites

2.1.2. Échantillonnage

Les plus grands sites ont été subdivisés en plusieurs blocs afin d'obtenir une plus grande homogénéité dans les paramètres, dont le peuplement d'origine. Les blocs sont de grandeur variable, mais relativement homogènes au point de vue peuplement d'origine, exposition, drainage et dépôt de surface, afin de limiter les variables possibles.

À l'intérieur des ces blocs, des parcelles de 5.64 m de rayon ont été réparties, à tous les 50 m, le long de virées. Ces dernières devaient se situer à plus de 50 m les unes des autres et du chemin d'accès afin d'éviter les effets de bordure.

2.1.2.1 Peuplement d'origine avant la CPRS

Pour connaître le peuplement d'origine des sites à l'étude, le calcul de la surface occupée par l'ensemble des souches ainsi que le nombre de souches à l'hectare par parcelle a été réalisé. L'identification des groupements d'essences d'origine selon les données recueillies a également été effectuée selon la façon suivante : Calcul de la moyenne de la surface occupée par les souches par bloc puis calcul en pourcentage d'EPN et de SAB (Tableau 2). Nous n'avons relevé aucune souche de feuillus ou de résineux autres que l'EPN ou le SAB issue de la CPRS dans les parcelles.

La vérification sur le terrain par le dénombrement des souches dans les parcelles a permis de redistribuer les parcelles par groupement d'essences d'origine (tableau 1), en utilisant le pourcentage de surface occupée par les souches dans la parcelle, comptabilisé par bloc. Sur un bloc de 3 parcelles (site 54), les souches étaient trop détériorées pour identifier l'essence. Nous avons dans ce cas utilisé les paramètres de bandes adjacentes qui avaient été préservées lors de la CPRS.

Tableau 2 Compilation des relevés pour l'ensemble des 63 parcelles (Feuillus : 87% bouleau blanc, 8% peuplier faux tremble, 5% peuplier baumier et 1% érable rouge / Autres résineux : 71% thuya de l'Est, 19% pin blanc, 10% épinette blanche)

	Avant CPRS (tiges/ha)	Avant CPRS (%)	Après CPRS (tiges/ha)	Après CPRS (%)
EPN	1962	64	3944	28
SAB	1101	36	8878	62
Feuillus	0	0	1416	10
Autres R	0	0	40	0

2.1.2.2. Peuplement suite à l'EPC

À l'intérieur des parcelles, le dénombrement et l'identification de tiges d'essences commerciales de plus de 1,5 m de diamètre à la souche, avant et après l'EPC a été réalisé selon les directives du MRNFQ². Sur 3 parcelles choisies au hasard dans l'ensemble des blocs, le dénombrement de toutes les tiges commerciales coupées et non coupées, comprenant la régénération a été réalisé. La hauteur

moyenne et le groupement des tiges éclaircies dans la parcelle et dans le secteur adjacent ont été relevés. La sélection des tiges a été faite s'est fait selon un choix oculaire pour avoir les tiges les plus représentatives.

Sur environ la moitié des parcelles (26 sur 60), le nombre de mauvais choix de tige, c'est-à-dire les cas où le travailleur aurait pu sélectionner une tige d'EPN au lieu d'une tige de SAB, a été évalué. Une tige éclaircie devrait être de l'essence recherchée, dans ce cas-ci de l'EPN, d'une hauteur d'au moins 1,0 mètre et ne pas avoir d'autre tige résineuse, de tige feuillue non commerciale ou d'arbuste fruitier de plus du tiers de sa hauteur dans un rayon d'un mètre (deux mètres dans le cas d'une tige feuillue). Les tiges éclaircies doivent être coupées le plus près possible du sol (maximum 20 cm), toujours en dessous du dernier verticille de branches vivantes si la plus longue branche vivante dépasse le tiers de la hauteur de la tige éclaircie ou mesure plus d'un mètre de hauteur.

2.1.3 Par entreprise

Le facteur humain étant un des paramètres importants à considérer dans cette étude, nous avons privilégié les travaux de plus d'une entreprise sylvicole. Seules les entreprises G et F ont utilisé les mêmes équipes sur chacun des sites inventoriés.

Tableau 3 Nombre de parcelles par contracteur

G	F	R	Total
36 parcelles	21 parcelles	6 parcelles	63 parcelles

2.2 3 à 4 ans après l'éclaircie précommerciale

2.2.1 Sélection des sites

Afin de vérifier si l'EPN réussissait à maintenir sa position dans le peuplement éclairci face à la compétition par le SAB, des relevés ont été effectués en 2005 et 2006 sur des sites ayant été éclaircis précommercialement depuis 3 ou 4 ans. L'âge de trois ans a une signification biologique, car si l'accroissement radial réagit rapidement à un dégagement, la croissance en hauteur réagit plus lentement. Les sites retenus devaient contenir un nombre suffisant d'EPN éclaircies, le drainage et le dépôt devaient être le plus similaires possibles; en effet, ces paramètres influencent la réponse au traitement et possiblement le délai de réponse. Tous les sites étaient situés sur une pente faible ou moyenne et avaient un régime hydrique mésique (Tableau 4 et 5, Figure 2).

Tableau 4 Caractéristique des sites

Site	Dépôt de surface	Localisation	Peuplement d'origine	Nb. Parcelles	Année CPRS	Année EPC
K10	Till indif.	48° 56' N 65° 05' O	ES	8	1990	2002
BJ	Till indif.	48° 52' 47" N 64° 45' 28" O	ES	5	1984	2001
CSJ	Till indif.	48° 57' N 64° 43' O	n/d	4	1991	2002

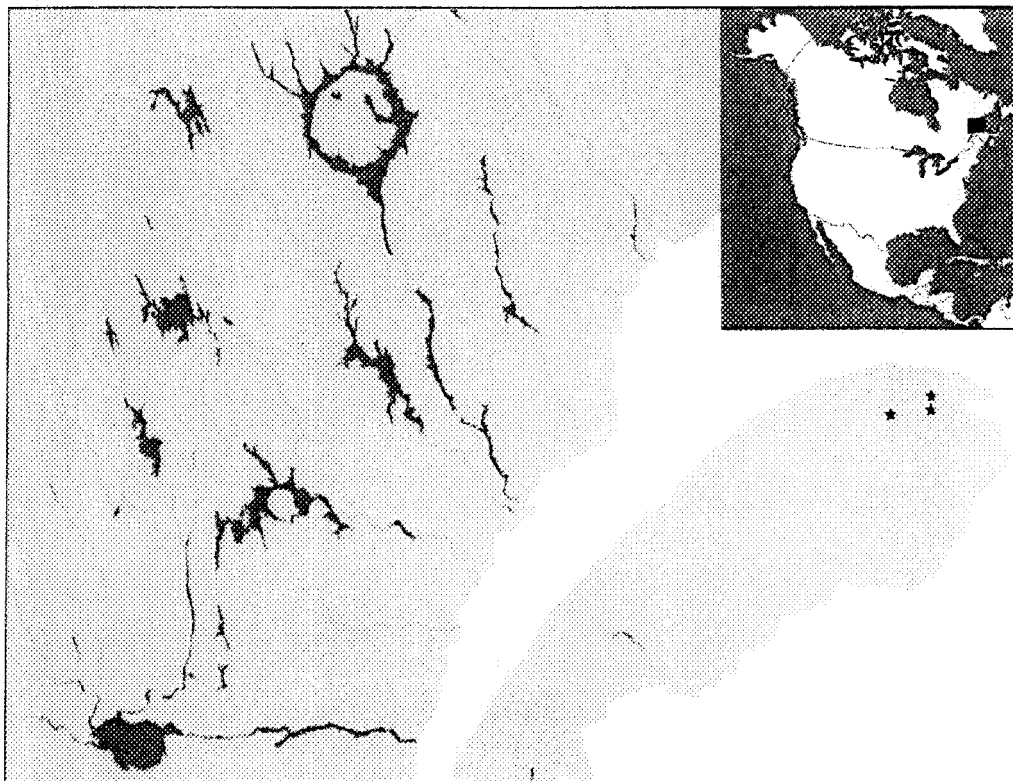


Figure 2 Localisation des sites

Tableau 5 Représentation des essences dans les sites

Site	SAB	EPN	EPB	BOP	PET
K	2188 tiges/ha 66.5%	925 tiges/ha 28.2%	75 tiges/ha 2.3%	50 tiges/ha 1.5%	50 tiges/ha 1.5%
BJ	1400 tiges/ha 49.7%	1380 tiges/ha 48.9%	40 tiges/ha 1.4%		
CSJ	2850 tiges/ha 89.0%	275 tiges/ha 8.6%	50 tiges/ha 1.6%	25 tiges/ha 0.8%	
Total	2112 tiges/ha 67.0%	906 tiges/ha 29.0%	59 tiges/ha 2.0%	29 tiges/ha 1.0%	24 tiges/ha 1.0%

2.2.2 Échantillonnage

2.2.2.1 Sélection des parcelles

Le départ de chacune des virées était choisi de façon aléatoire et la première parcelle était sélectionnée à un minimum de 30 mètres d'une bordure pour éviter l'effet de bordure. L'orientation était choisie en fonction de la partie la plus large du peuplement éclairci. Les parcelles étaient implantées à tous les 10 mètres s'il y avait présence à proximité d'une EPN de hauteur moyenne, avec une pousse terminale unique. En cas d'absence, on continuait pour une autre distance de 10 mètres. Les parcelles avaient un rayon de 1,13 m (Ruel 1992), le centre devant être une EPN éclaircie (voir Figure 1).

2.2.2.2 Récolte des données

2.2.2.2.1 Sélectionner des EPN éclaircies

Le long d'une ligne d'échantillonnage, 10 EPN éclaircies précommercialement ont été sélectionné selon les critères suivants : elles devaient être saines, exemptes de maladie ou de blessure, et avoir une seule flèche terminale, du moins depuis le moment de l'éclaircie. Par la suite, les EPN ont été coupé à la base, les derniers accroissements en hauteur, incluaient les trois années avant l'éclaircie ainsi que la

base de la cime vivante et la hauteur totale ont été mesurés. Des rondelles ont été récoltées à la souche (15 cm), à 30 cm et à 1.3 m pour des analyses dendrométriques.

2.2.2.2.2 Mesure de la compétition

Il est difficile de tenter de mesurer la compétition au moment de l'éclaircie, car la plupart des tiges compétitrices ont été enlevées, ce qui est d'ailleurs un des objectifs de l'éclaircie précommerciale. On peut tenter d'évaluer la compétition actuellement en utilisant des paramètres représentant la couverture par les espèces compétitrices, leur hauteur moyenne ainsi leur hauteur relative par rapport à l'EPN dégagée.

Dans une placette de 1,13 m de rayon autour de ces EPN, l'espèce et la hauteur de tous les arbres commerciaux ou non de plus 50 cm ont été notés (Ruel 1992). Cette procédure a pour but de donner une image des arbres qui poussent dans le cercle autour de l'EPN. Les individus dont la hauteur est inférieure à 50 cm devraient rester en sous-étage. Les individus de plus de 50 cm pourraient également rester en sous-étage ou évoluer vers d'autres stades en fonction de divers facteurs dont la hauteur de l'EPN éclaircie et des autres tiges avoisinantes, de la densité du peuplement, etc.

En divisant la placette en quatre quarts, (N-S-E-W, Figure 3), le plus grand SAB de chaque quart a été sélectionné, ces derniers devant mesurer au moins 50 cm de hauteur. Par la suite, le SAB a été coupé à la base, les derniers accroissements en hauteur, incluaient les trois années avant l'éclaircie ainsi que la base de la cime vivante et la hauteur totale ont été mesurés (Ruel 1992). Des rondelles ont été récoltées à la souche (15 cm), à 30 cm et à 1.3 m (si disponible) pour des analyses dendrométriques. Il y a donc un maximum de 4 SAB à récolter de plus de 50 cm en hauteur par EPN dégagée.

Pour avoir une idée de l'envahissement de la placette dégagée par le feuillage des SAB établis en périphérie, on a mesuré les branches vivantes de SAB qui sont à l'intérieur du cercle. On a sélectionné de préférence un SAB par quart dont le feuillage empiète à l'intérieur du cercle. Pour ces SAB, on a estimé leur hauteur; puis, en prenant la plus grande branche empiétant dans le cercle, on a mesuré sa hauteur à partir du sol, sa longueur ainsi que son âge. On a répété la procédure pour les 3 autres quarts.

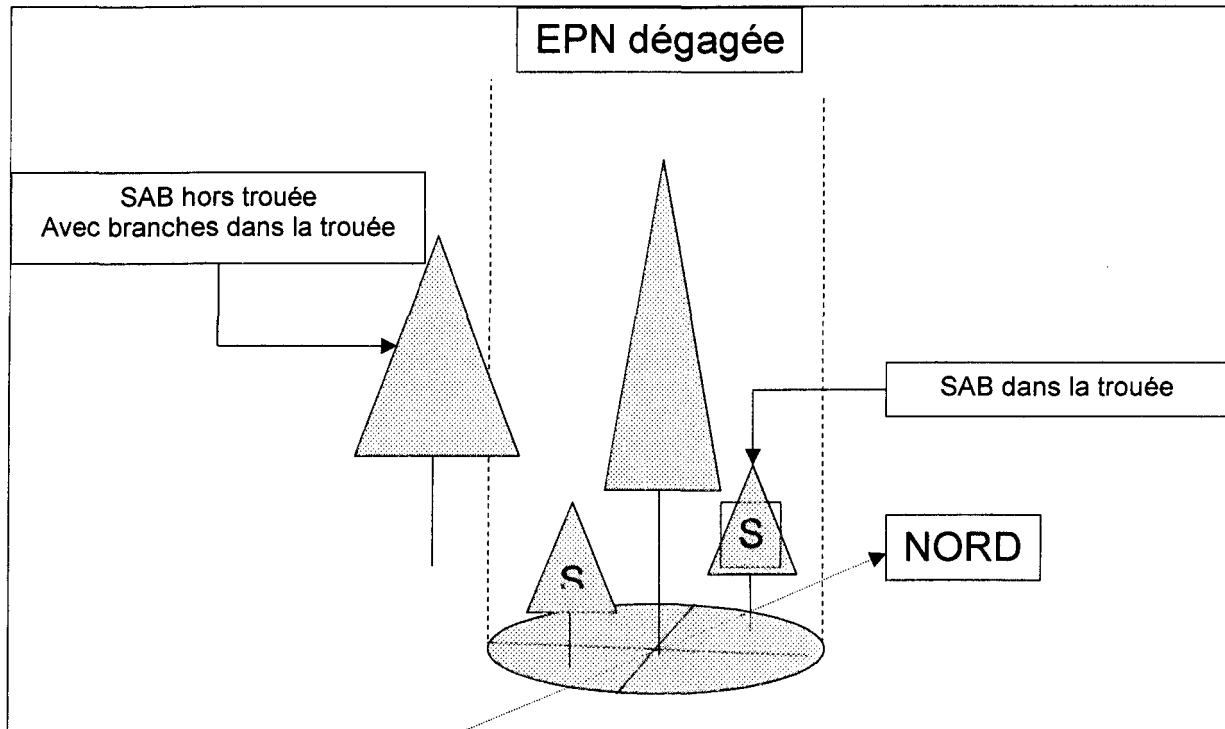


Figure 3 Schéma d'une placette

2.2.2.2.3 Estimation du futur peuplement

À toutes les cinq parcelles, les tiges éclaircies sont dénombrées par essence. De plus, dans un quadrat de 1 m² situé dans le quart nord des placettes, un décompte de toutes les essences commerciales de moins de 50 cm de hauteur a été fait dans le but d'estimer le groupement d'essence du futur peuplement.

2.2.2.3 Comparaison de la croissance des EPN éclaircies et des SAB

À toutes les dix parcelles, trois SAB de hauteur comparable ou supérieure à l'EPN éclaircie ont été récoltés pour compléter les tests de comparaison de croissance entre les SAB et les EPN éclaircies.

Les principaux paramètres de croissance retenus pour évaluer la réaction de la tige à un dégagement décrits par Ruel (1992) sont la croissance radiale avant et après l'éclaircie, basée sur la moyenne des trois années avant traitement (1999-2000-2001) et trois années suivant le traitement (2003-2004-2005) ainsi que la croissance en hauteur, également avant et après l'éclaircie et le rapport de cime vivante (longueur de la cime vivante sur la hauteur totale). Doucet et Boily (1996) ont utilisé l'accroissement en diamètre pour évaluer la capacité de l'EPN à réagir à un dégagement. L'accroissement en diamètre a augmenté de façon importante et dans certains cas la croissance en hauteur a également été stimulée. Trottier et Im (1995) ont utilisé également la croissance en hauteur et en diamètre pour évaluer les effets du dégagement sur la croissance des espèces résineuses. Le rapport de cime vivante est quant à lui considéré comme l'un des meilleurs indices de vigueur pour les espèces tolérantes à l'ombre (Ruel, Messier, Doucet, Claveau et Comeau 2000).

CHAPITRE III
RÉSULTATS ET DISCUSSION

3. Résultats et discussion

3.1 Effets immédiats de l'éclaircie précommerciale (EPC) appliquée dans une CPRS

3.1.1 Impacts généraux de l'EPC dans les peuplements

Le traitement a réussi à augmenter la proportion en EPN, celle-ci passant de 28 % des tiges avant l'EPC à 43 % des tiges après EPC (tableau 6). Ce sont des résultats très encourageants en ce qui concerne le maintien de l'EPN sur les sites d'anciennes pessières. Au départ, les peuplements d'origine analysés étaient dominés par l'EPN; puis la coupe a favorisé une évolution vers la sapinière. Grâce à l'éclaircie précommerciale, on a pu renverser le processus, les deux essences principales étant presque en proportion égales sur les sites inventoriés.

Suite à l'EPC, on remarquera que les essences feuillues (Bop, Pet, Peb et Err) ont pratiquement disparues passant de 1 416 tiges par hectare avant traitement à moins de 26 tiges après traitement. Pour leur part, les autres résineux (Tho, Pib et Epb), déjà peu nombreux, ont subi le même sort.

Tableau 6 Compilations des résultats pour l'ensemble des parcelles avant et après EPC

	Avant EPC (tiges/ha)	Avant EPC (%)	Après EPC (tiges/ha)	Après EPC (%)
EPN	3944	28	1282	43
SAB	8878	62	1633	55
Feuillus	1416	10	26	1
Autres R	40	0	9	0

En ce qui concerne plus spécifiquement la proportion EPN / SAB, le test de corrélation illustré à la figure 2 montre que le travail semble avoir été bien exécuté en fonction de la priorité à accorder aux EPN. On constate même une relation directe entre le pourcentage d'EPN avant et après l'EPC, selon un rapport de $0,88 \pm 0,06$:

$$[\% \text{ EPN / SAB Après EPC}] = 11,3 + 0,88 [\% \text{ EPN / SAB Avant EPC}]$$

$$R^2 = 0,76, P < 0,0001$$

où N = 63

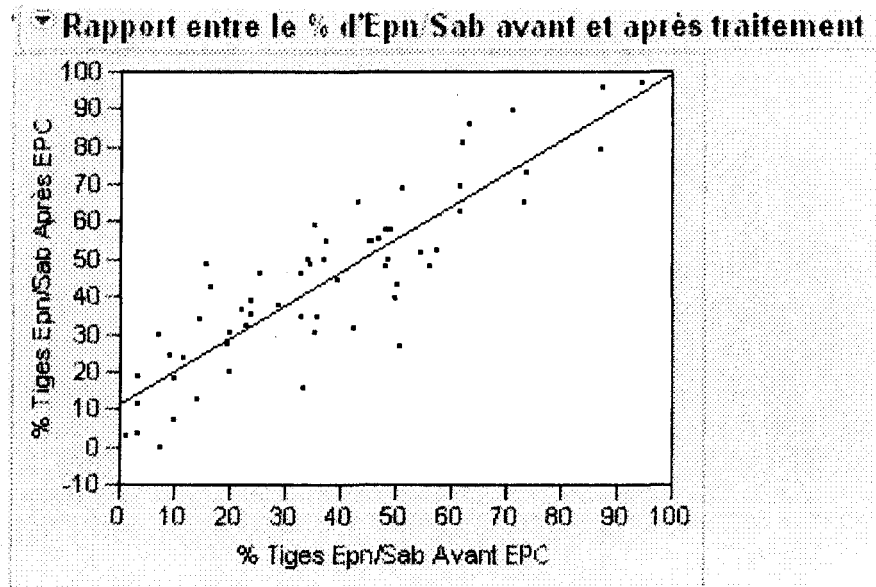


Figure 4 Rapport entre le rapport EPN / SAB en pourcentage avant et après l'EPC.

Les résultats illustrés à la figure 4 suggèrent que la priorité donnée à l'EPN est difficile à contrôler en fonction des normes actuelles, car si le pourcentage en EPN augmente d'environ 10 % après le traitement, ce pourcentage tend à diminuer lorsque le pourcentage en EPN est plus élevé avant le traitement.

Une nouvelle évaluation en tenant compte du mauvais choix de tiges semble donner de meilleurs résultats lorsque le pourcentage de tiges d'EPN avant l'éclaircie est plus faible (Figure 8). Plus de marge de manœuvre au travailleur en ce qui concerne l'espacement en priorisant en premier lieu les tiges supérieures d'EPN pourrait permettre d'améliorer les résultats lorsque le pourcentage de tiges d'EPN avant l'éclaircie est plus élevé.

3.1.2 Impacts de l'EPC dans les peuplements regroupés selon le groupement d'essences

Le graphique ci-contre compare le pourcentage moyen de gaules d'EPN par rapport au nombre de gaules totales avant et après le traitement. On constate une augmentation importante du pourcentage en EPN dans tous les groupements d'essences analysés.

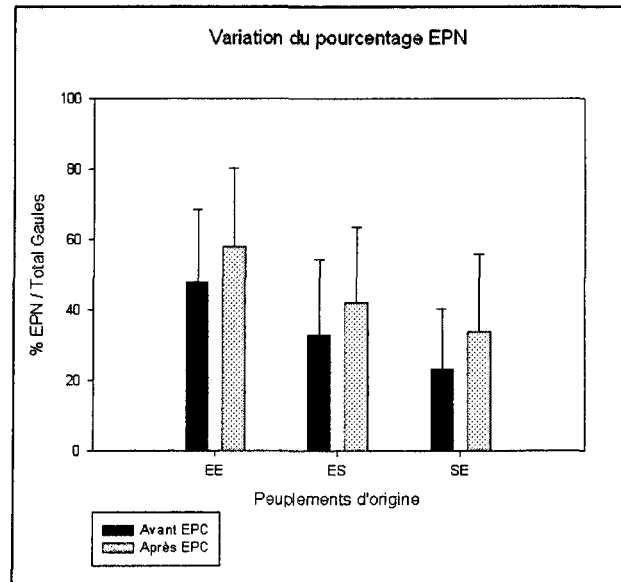


Figure 5 Pourcentage moyen et écart-type du nombre de gaules d'EPN par rapport au nombre total de gaules avant et après l'EPC (n (EE) = 13, n (ES) = 34, n (SE) = 16).

3.1.2.1 Pessières noires (EE)

Le pourcentage des tiges d'EPN à l'hectare a augmenté de 15 % alors que celui du SAB a diminué de 8 %. Ces résultats devraient permettre à ces anciennes pessières, qui auraient évolué vers la sapinière sans traitement, de conserver leur attribut de pessière, même si le pourcentage en SAB est relativement élevé.

Tableau 7 Résultats pour 13 parcelles dans les strates EE

	Avant CPRS	Avant CPRS	Avant EPC	Avant EPC	Après EPC	Après EPC
	(tiges/ha)	(%)	(tiges/ha)	(%)	(tiges/ha)	(%)
EPN	2324	89	4719	43	1738	58
SAB	290	11	5499	50	1254	42
Feuillus	0	0	790	7	15	1
Autres R	0	0	89	1	7	0

3.1.2.2 Pessières noires à sapin baumier (ES)

Dans les pessières noires à sapin baumier, les résultats sont également intéressants, car le pourcentage en EPN a augmenté de façon substantielle, passant de 27 % du nombre de tiges par hectare avant l'EPC à plus de 40 % après l'EPC. Par contre, on remarquera que la proportion de SAB n'a pratiquement pas changé, passant de 62 % du nombre de tiges par ha à 58 % après l'EPC et que c'est la coupe des tiges feuillues qui a surtout fait la différence (passant de 11 % à 1 %).

Tableau 8 Résultats pour 34 parcelles dans les strates ES

	Avant CPRS (tiges/ha)	Avant CPRS (%)	Avant EPC (tiges/ha)	Avant EPC (%)	Après EPC (tiges/ha)	Après EPC (%)
EPN	2031	62	3550	27	1206	40
SAB	1235	38	8132	62	1744	58
Feuillus	0	0	1482	11	28	1
Autres R	0	0	22	0	13	0

3.1.2.3 Sapinières à épinette noire (SE)

Dans ce cas-ci, la proportion d'EPN a également augmenté, passant de 21 % à 37 % du nombre de tiges par ha, mais contrairement au dernier regroupement, la proportion de SAB a baissé de façon significative (passant de 70 % à 62 %).

Tableau 9 Résultats pour 13 parcelles dans les strates SE

	Avant CPRS (tiges/ha)	Avant CPRS (%)	Avant EPC (tiges/ha)	Avant EPC (%)	Après EPC (tiges/ha)	Après EPC (%)
EPN	1254	42	4200	21	1023	37
SAB	1701	58	14 208	70	1723	62
Feuillus	0	0	1868	9	31	1
Autres R	0	0	38	0	0	0

3.1.2.4 Sur l'ensemble des parcelles

En considérant l'ensemble des parcelles, dans la très grande majorité de celles-ci (49 sur 63), on voit la proportion d'EPN par rapport au nombre de tiges totales augmenter, souvent de façon importante. De plus, les analyses indiquent que l'éclaircie précommerciale a un effet positif sur l'augmentation du pourcentage d'EPN, quel que soit le groupement d'essences (Figure 9).

Une autre façon d'illustrer ce constat est de calculer la variation en % d'EPN et de SAB avant et après le traitement. On constate qu'en moyenne la proportion en pourcentage d'EPN a augmenté de 10 % (Figure 4) alors que dans tous les groupements d'essence, le SAB a subi une diminution de sa proportion dans le peuplement.

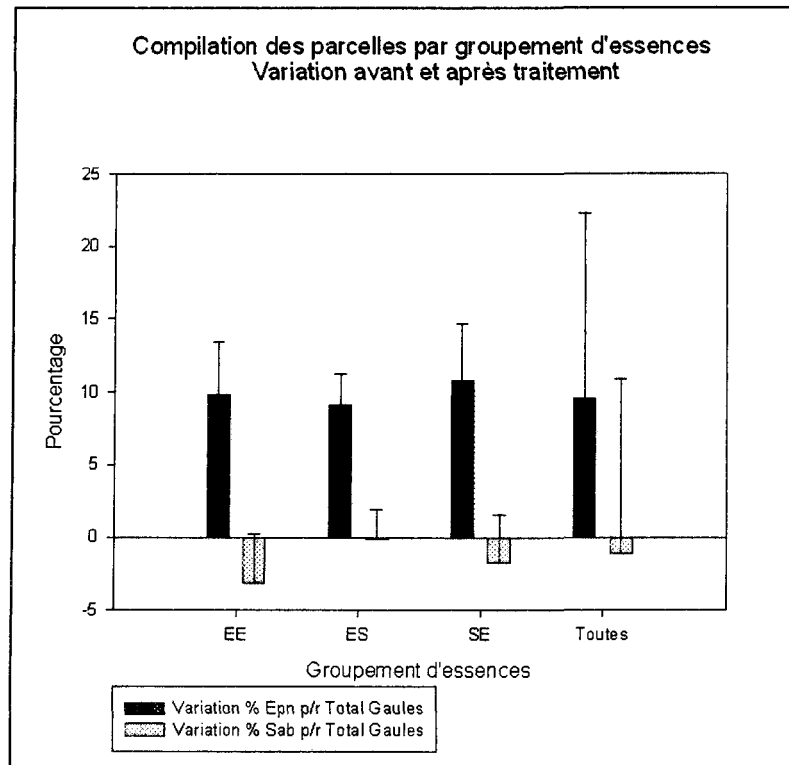


Figure 6 Moyenne et écart-type de la variation du pourcentage de tiges de SAB et d'EPN avant et après le l'EPC.

Si on vérifie les résultats de l'EPC en termes de nombre de tiges par hectare, on constate que l'EPN a été nettement favorisée par rapport au SAB. La figure 7 dresse un portrait de la diminution du nombre

de tiges par hectare pour chacune des essences pour l'ensemble des parcelles. On constate la quasi disparition des espèces compagne après le traitement. On remarque également la forte variation des moyennes pour le SAB avant traitement.

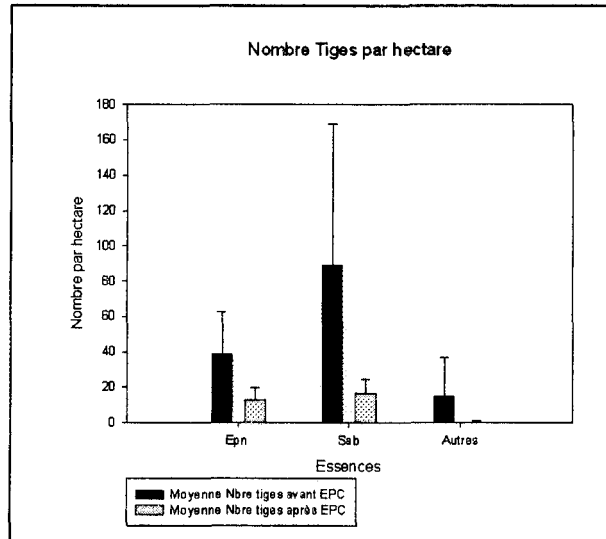


Figure 7 Moyenne et écart-type de la proportion de SAB et d'EPN avant et après l'EPC.

3.1.2 Impact du mauvais choix des tiges

Est-ce que un meilleur choix des tiges à éclaircir aurait amélioré la proportion EPN/SAB après le traitement ? Oui, si on compare la figure 8 avec la figure 4. L'évaluation des mauvais choix de tiges donne un échantillonnage très variable. C'est un paramètre qui est long à évaluer, car il faut retrouver la tige coupée d'EPN correspondant à la souche puis la comparer avec la tige éclaircie. Les données semblent indiquer que si les travailleurs avaient respecté intégralement la priorité à donner à l'EPN par rapport au SAB, les résultats finaux auraient influencé positivement l'évolution du peuplement. Malheureusement, nous avons peu de données pour les pourcentages élevés. L'augmentation moyenne du rapport E/S est de 5 % (1,4 tiges) par parcelle.

Le rapport EPN / SAB est calculé en tenant compte du mauvais choix de tige (en remplaçant un SAB par une EPN à chacun des mauvais choix).

Rapport EPN / SAB avant EPC = $17,4 + 0,82$ Rapport EPN / SAB après EPC
 où : $R^2 = 0,8$ F Ratio = 126 P < 0,001
 N = 33

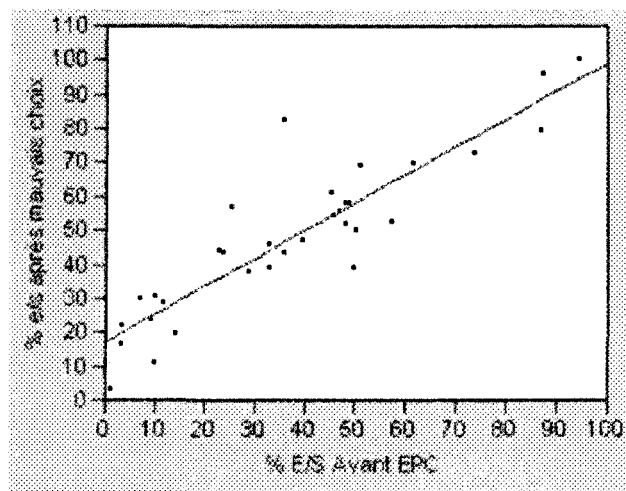


Figure 8 Rapport entre le rapport d'EPN / SAB en % avant et après l'EPC en tenant compte du mauvais choix de tige.

3.1.3 Résultats globaux

Les résultats obtenus en ce qui concerne la situation de l'EPN après une éclaircie précommerciale dans des anciennes pessières noires ou sapinières à épinette noires sont donc positifs. Une analyse sur la variation en pourcentage de l'EPN avant et après l'éclaircie indique un effet positif significatif de l'éclaircie avec une augmentation moyenne de 10 % (écart-type de 12 %, N = 63). La variation est positive sur 55 parcelles (soit 87 % des parcelles). On peut en conclure que l'éclaircie précommerciale permet d'augmenter la proportion d'EPN dans les anciennes pessières noires et sapinières à épinette noire. Ainsi l'éclaircie précommerciale peut constituer un outil efficace pour limiter l'ensapinage dans ces peuplements. En ajoutant les mauvais choix, on obtient une augmentation du pourcentage d'EPN après l'éclaircie par rapport au pourcentage avant l'EPC de plus de 5 % (écart-type de 16 %, N = 33).

3.1.3 Comparaison des hauteurs des tiges d'EPN et de SAB

Quelle est la hauteur moyenne des tiges éclaircies ? Est-ce que le SAB est en général plus haut que l'EPN? On constate qu'en moyenne les tiges éclaircies avaient une hauteur de deux mètres et que dans les sapinières, la hauteur moyenne était plus élevée (Figure 9).

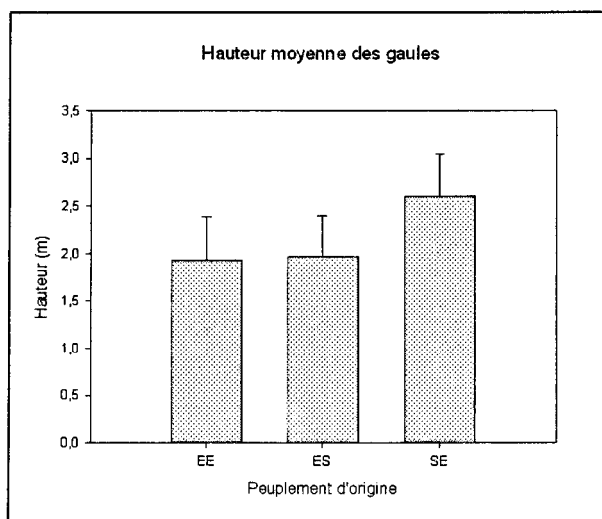


Figure 9 Hauteur moyenne des gaules par groupement d'essences.

Sur un site (site 51), nous avons pris la hauteur de toutes les tiges commerciales (coupées et éclaircies) dans les trois premières parcelles. Les tiges coupées y étant peu nombreuses, il était possible de retracer les tiges qui provenaient de la parcelle. Par la suite, nous avons abandonné cette méthode, qui était beaucoup trop consommatrice de temps. Mais les résultats obtenus sont intéressants en ce sens qu'ils montrent que, dans ce secteur, les tiges de SAB et d'EPN étaient sensiblement de la même hauteur au moment du traitement (Tableau 10).

Tableau 10 Hauteur des gaules d'EPN et de SAB

	Hauteur moyenne (m)		
	Éclaircie	Coupée	Toute
EPN	1.9 (n=52)	1.1 (n=34)	1.6 (86)
SAB	1.9 (n=12)	1.1 (n=19)	1.4 (31)

3.1.4 Évolution probable des peuplements analysés

À l'aide du nombre de tiges en EPN et SAB, il est possible de prévoir le portrait futur potentiel des peuplements analysés sans traitement et avec traitement, évidemment en tenant pas compte des perturbations futures.

3.1.4.1 Pessières noires (EE)

Sur les sites d'anciennes pessières noires à mousse, le peuplement avant l'éclaircie évoluait vers une sapinière à épinette noire. Selon les résultats obtenus, le traitement permettrait de ramener une proportion suffisante d'EPN pour que l'évolution probable du peuplement tende vers une pessière à sapin baumier.

3.1.4.2 Pessières noires à sapin baumier (ES)

Sur les sites contenant des anciennes pessières à sapin baumier, l'évolution des peuplements avant le traitement tendait vers une sapinière avec une faible proportion d'EPN (moins de 27 % du nombre de tiges par hectare). Après traitement, les peuplements devraient tendre vers la sapinière à épinette noire, avec une proportion importante d'EPN.

3.1.4.3 Sapinières à épinette noire (SE)

Finalement, en ce qui concerne les sites contenant des sapinières à épinette noire, avant le traitement, ces peuplements tendaient vers la sapinière à sapin baumier. Le traitement a permis de doubler la proportion en EPN, ce qui a comme résultat que les peuplements semblent vouloir évoluer vers la sapinière à épinette noire.

3.1.4 Paramètres complémentaires

3.1.4.1 Facteur humain

En fonction du facteur humain qui est important dans toute perturbation anthropique, on prévoyait que le paramètre *Contracteur* influencerait les effets de ce traitement sur la variation en pourcentage de tiges d'EPN après l'éclaircie précommerciale. Mais ce n'est pas le cas. Une analyse de variance n'a pas permis de relever d'influence notable de ce paramètre. En fait, il n'y a pas de relation significative entre la variation en pourcentage de gaules d'EPN avant et après le traitement et le contracteur :

$N = 63$; $R^2 = 0,00$; F Ratio = 0,03; $P = 0,9$.

Le mauvais choix de tiges n'est pas le fait d'une équipe par rapport à une autre, car il n'y a pas de relation significative entre le mauvais choix de tiges et le contracteur :

$N = 33$; $R^2 = 0,11$; F Ratio = 1,88; $P = 0,2$.

3.1.4.2 Influence du nombre de tiges avant traitement

Une relation intéressante peut être faite entre le pourcentage de tiges d'EPN par rapport au nombre total de tiges après traitement tel qu'illustré à la figure 10 ($N = 63$; $R^2 = 0,33$; FRatio = 28,8; $P < 0,0001$).

On peut interpréter cette relation de la façon suivante : Moins on a de tiges d'EPN avant l'éclaircie, plus il sera difficile de choisir une EPN et d'augmenter ainsi la proportion d'EPN.

Ce constat, mis en relation avec les résultats illustrés à la figure 4 nous amène à suggérer que si on veut augmenter le pourcentage d'EPN, il faudrait prioriser l'espèce avant l'espacement dans les peuplements anciennement dominés par l'EPN.

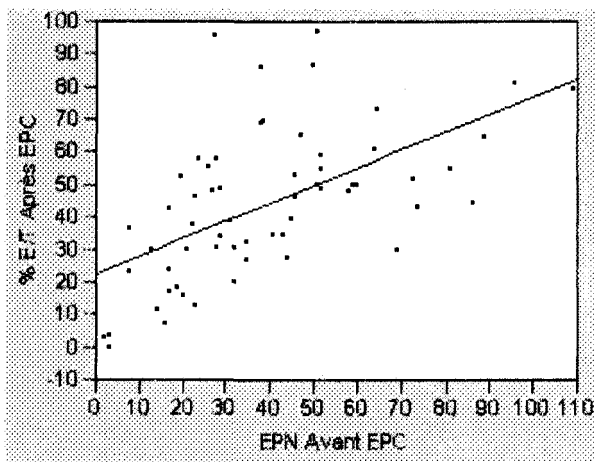


Figure 10 Relation entre la moyenne du nombre d'EPN par parcelle avant traitement et de la proportion de gaules d'EPN par rapport au nombre de tiges totales.

3.2 Impacts l'EPC dans les peuplements 3 à 4 ans après le traitement

3.2.1 Impact de l'éclaircie sur l'EPN dégagée

3.2.1.1 Variation de croissance sur les EPN

L'accroissement en hauteur variait déjà beaucoup avant l'EPC et cette variation se continue après l'EPC. Au contraire, la variation sur l'accroissement radial augmente de façon importante après l'EPC, ce qui indique que les EPN n'ont pas réagi de façon identique au traitement (Figure 11). La variation peut s'expliquer par des facteurs de sites, par la compétition pour les éléments nutritifs ou par d'autres facteurs.

Selon les critères analysés par Ruel, Messier, Doucet, Claveau et Comeau (2000), la croissance en hauteur des EPN sur les trois sites indiquent des gaules en bonne santé et vigoureuses. On peut faire le même constat lorsque l'on vérifie le pourcentage de cime vivante qui est très élevé.

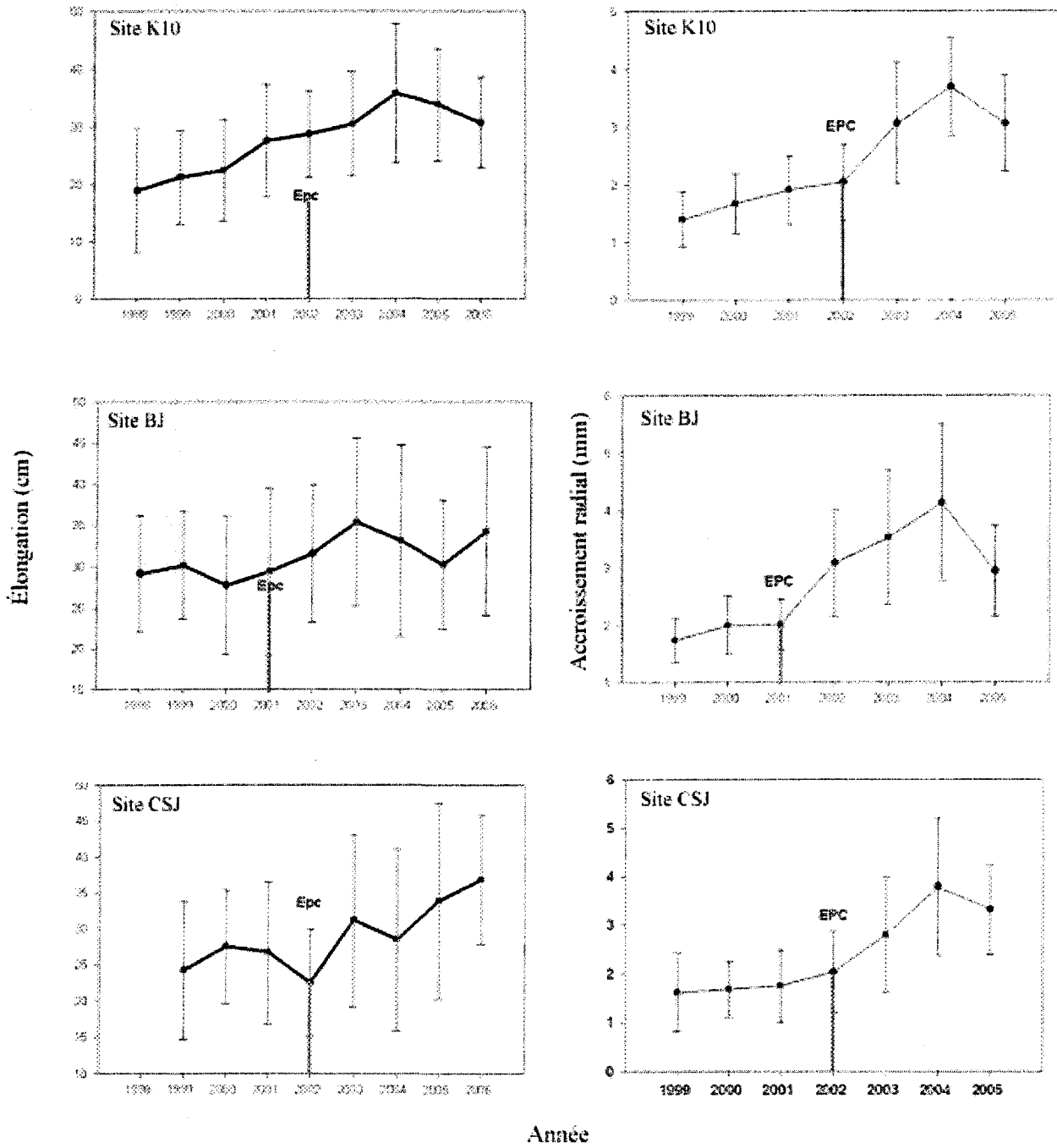


Figure 11 Moyenne et écart-type de l'accroissement en hauteur et radial des EPN.

3.2.1.2 Variation dans la période de réaction

Sur l'ensemble des sites, on remarque que l'accroissement radial a réagi positivement et l'année même de l'éclaircie alors que l'élongation annuelle a réagi de façon moins claire et plus tardivement (un an après l'éclaircie sur les sites K10 et CSJ) (Figure 12).

Ces résultats rejoignent ceux obtenus par Parent et Ruel (2002) lors d'analyses effectuées sur des SAB après une CPRS mécanisée. En effet, ils avaient noté un démarrage immédiat de la croissance radiale après l'ouverture du peuplement, suivi du démarrage de la croissance en hauteur, un an plus tard pour la majorité des semis étudiés. Ils expliquent ce délai par le fait que chez la plupart des Pinacées, la longueur de la pousse de l'année est déterminée par la taille du bourgeon apical qui lui-même reflète les conditions environnementales prévalant lors de la formation du bourgeon. Selon Tremblay, Morin et Parent (2002), qui ont analysé l'accroissement annuel en hauteur et l'accroissement spécifique en volume dans des peuplements éclaircis de SAB et d'EPN dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean, la réaction positive de l'éclaircie dure de 2 à 6 ans pour ensuite se stabiliser à des niveaux plus élevés qu'avant l'EPC.

On peut remarquer, sur les deux premiers sites, la baisse marquée de la croissance en 2004, que l'on peut également observer dans l'accroissement radial du troisième site.

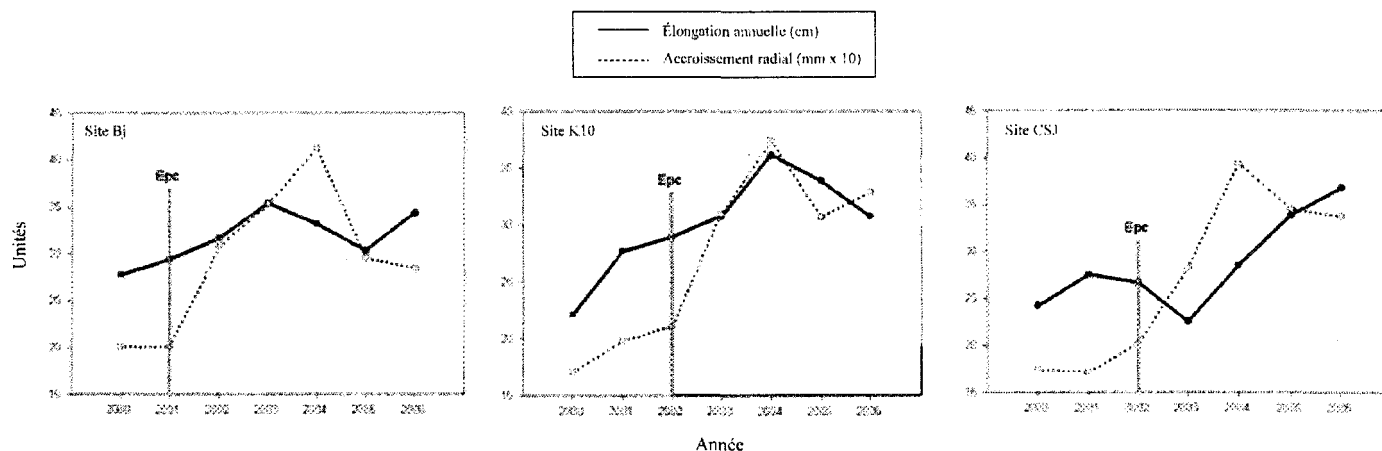


Figure 12 Élongation et accroissement radiale des EPN suite à l'EPC.

3.2.2 Compétition du SAB sur les EPN éclaircies

3.2.2.1 Les sapins à l'intérieur de la parcelle

Dans le site K10, plus de la moitié des parcelles (22 sur 43) contiennent au moins un SAB de plus de 1/3 de la hauteur de l'EPN centre. Seulement un petit nombre de parcelles (5 sur 29) contiennent au moins un SAB de plus de 1/3 de la hauteur de l'EPN centre dans le site BJ. Près des deux tiers des parcelles (21 sur 35) du site CSJ contiennent au moins un SAB de plus de 1/3 de la hauteur de l'EPN centre. Les SAB pouvant compétitionner les EPN éclaircies sont beaucoup moins nombreux sur le site BJ que dans les autres sites (Tableau 11).

Tableau 11 SAB potentiellement compétiteurs

Site		Moyenne	Écart-type	Nb.	Maximum	Minimum
K10	Hauteur (cm)	141.62	108.87	66	494	50
	Cime verte (cm)	75.81	15.45	58	97.14	36.36
BJ	Hauteur (cm)	137.75	106.27	28	500	45
	Cime verte (cm)	57.83	17.07	28	90	22.22
CSJ	Hauteur (cm)	110.25	60.7	100	352	50
	Cime verte (cm)	75.08	13.65	100	95.6	33.91

3.2.2.2 Gaules de 1 m et plus à l'intérieur de la parcelle :

Toutes les tiges commerciales ou non ainsi que les arbres fruitiers de 50 cm et plus de hauteur ont été dénombrés à l'intérieur de la parcelle de 1,13 m de rayon. Pour les calculs, les gaules dont la hauteur dépassait 1 mètre ont été retenus, car celles-ci avaient un plus fort potentiel de compétition (Tableau 12).

Tableau 12 Inventaire des gaules de plus de 1 m. de hauteur

Site	SAB	EPN	BOP	PET	SOA	AML	ERR	CEP	PIB	THO	Total
K10	Nb. Tige	22	38	21	7			6		2	96
	Densité (tige/ha)	1196	2065	1141	380			326		109	5 217
	Pourcentage	23	40	22	7			6		2	100
	Hauteur moyenne (m)	3,48	2,82	2,90	2,84			1,10		1,70	2,93
BJ	Nb. Tige	12	18	6				1	1		38
	Densité (tige/ha)	1 034	1 552	517				86	86		3 276
	Pourcentage	32	47	16				3	3		100
	Hauteur moyenne (m)	1,22	1,27	1,3				1,92	200		1,30
CSJ	Nb. Tige	60	4	469	7	77	10	58			685
	Densité (tige/ha)	4 286	286	33 500	500	5 500	714	4 143			48 929
	Pourcentage	9	1	68	1	11	1	8			100
	Hauteur moyenne (m)	1,47	1,79	1,75	1,63	1,63	1,01	1,54			1,69
Total	Nb. Tige	94	60	496	14	56	10	58	7	1	796
	Densité (tige/ha)	2 136		11 273	318	1 273	227	1 318	159		16 705
	Pourcentage	12	8	62	2	7	1	7	1	0	100
	Hauteur moyenne (m)	1,49	1,39	1,73	1,46	1,72	0,97	1,54	1,46	2,00	1,65

Les sites K10 et BJ se ressemblent par la présence marquée de gaules d'EPN, la quasi-absence d'autres résineux que le SAB ou l'EPN ainsi que par une forte présence de bouleau blanc (environ 20 %). Le site CSJ est littéralement envahi par les rejets de souches en bouleau blanc surtout; l'EPN est relativement rare (1 %) (Tableau 23).

3.2.2.3 Les branches de sapin baumier

Lorsque l'on compare la hauteur moyenne des branches et celle des EPN éclaircies, on constate que les branches se situent à moins de la mi-hauteur des EPN (41 % de la hauteur moyenne). Leur influence devrait donc être peu importante, du moins sur la croissance en hauteur des EPN (Tableaux 13 et 14).

Tableau 13 Inventaires de branches de SAB (K10 = 43 parcelles, BJ = 38 parcelles, CSJ = 35 parcelles, compilation des trois sites = 116) (Hauteur tot. = Hauteur totale du SAB; Hauteur sol = Hauteur de la branche à partir du sol; Long = Longueur de la branche à l'intérieur de la parcelle; Âge = Nombre d'élongation annuelle à l'intérieur de la parcelle. Tiges compétitrices > 1/3 de la hauteur de la tige éclaircie)

Site	Conditions	Nb.	Hauteur		Longueur (cm)	Âge	Hauteur EPN
			Hauteur tot. (cm)	sol			
K10	Toutes les branches	53	327	118	49	5	333
	Branche en compétition	35	333	140	54	5	326
BJ	Toutes les branches	34	344	131	50	6	468
	Branche en compétition	33	350	133	51	6	466
CSJ	Toutes les branches	43	327	113	46	5	355
	Branche en compétition	24	323	139	50	5	340
Compilation	Toutes les branches	126	332	119	48	5	369
3 sites	Branche en compétition	82	346	140	52	5	373

Tableau 14 Inventaires des branches en compétition

Site	Orientation des branches	N	S	E	O
K10	Nb. Non compétitrices (< 1/3 H)	5	7	3	3
	Nb. Compétitrices (> 1/3 H)	8	8	9	10
BJ	Nb. Non compétitrices (< 1/3 H)	0	1	0	0
	Nb. Compétitrices (> 1/3 H)	7	7	8	11
CSJ	Nb. Non compétitrices (< 1/3 H)	4	5	5	5
	Nb. Compétitrices (> 1/3 H)	6	7	3	8
Compilation	Nb. Non compétitrices (< 1/3 H)	9	13	8	8
3 sites	Nb. Compétitrices (> 1/3 H)	21	22	20	29

3.2.2.4 Les indices de compétitions

Des analyses de covariance ont été effectuées sur le site K10 pour vérifier l'impact des tiges potentiellement compétitrices sur la croissance de l'EPN. Les résultats suggèrent que les EPN éclaircies continuent à bénéficier d'effets de l'EPC. Rappelons que, selon Ruel (1992), la croissance en hauteur est moins sensible à la compétition que ne l'est la croissance en diamètre, que l'ensemble de la végétation se trouvant à l'intérieur d'un rayon de 1,13 m est en mesure d'affecter la croissance du plant et que la compétition de la végétation basse n'a pas beaucoup d'impact sur la croissance du plant.

Tableau 15 Influence de la compétition potentielle sur la croissance

Paramètre	Facteur	R	F ratio	p
Croissance en hauteur relative	\sum % SAB > EPN	0.04	0.06	0.8
	\sum % branches > EPN	0.22	2.1	0.16
	\sum gaules > 1 m	0.22	2.1	0.16
	Nb. gaules > 1m	0.17	1.2	0.28
	S 1/3	0.1	0.46	0.49
Croissance radiale rel. fct. hauteur	\sum % SAB > 1/3	0.19	1.56	0.22
	\sum % branches > 1/3	0.22	2.32	0.14
	\sum gaules > 1 m	0.07	0.19	0.66
	Nb. gaules > 1m	0.07	0.19	0.66
	Nb. SAB > 1/3	0.17	1.12	0.29

(Test de corrélation pairée)

Description des facteurs de compétition utilisés

Croissance en hauteur relative = Pousse annuelle de 2005 \ Hauteur totale de l'EPN X 10

Croissance radiale rel. fct hauteur = Accroissement radial pour 2005 \ Hauteur totale de l'EPN X 100

\sum % Sapins > EPN = Sommation des pourcentages Hauteur SAB \ Hauteur EPN pour tous les SAB dans la parcelle plus grands que l'EPN.

\sum % Sapins > 1/3 = Sommation des pourcentages Hauteur SAB \ Hauteur EPN pour tous les SAB dans la parcelle plus grands que 1/3 de la hauteur de l'EPN.

Nbre Sapins > 1/3 = Nombre des SAB dans la parcelle plus grands que 1/3 de la hauteur de l'EPN.

\sum % Branches > EPN = Sommation des pourcentages Hauteur Branche \ Hauteur EPN pour toutes les branches dans la parcelle plus hautes que l'EPN.

\sum % Branches > 1/3 = Sommation des pourcentages Hauteur Branche \ Hauteur EPN pour toutes les branches dans la parcelle plus hautes que 1/3 de la hauteur de l'EPN.

Nbre Gaules > 1m. = Nombre de gaules dans la parcelle dépassant 1 mètre de hauteur.

\sum Gaules > 1m. = Moyenne de hauteur des gaules dans la parcelle X leur nombre \ Hauteur de l'EPN X 100

Des analyses complémentaires ont été effectuées sur le site CSJ, où le nombre de rejets de souche est très élevé comparativement aux autres sites. Comme on pouvait s'y attendre, les gaules commencent à créer une compétition sur les EPN, mais seulement sur la croissance radiale (N = 21, R² = 0,34 F = 9,9 P = 0,005). La croissance en hauteur n'est aucunement affectée (N = 35, P = 0,6) (Tableau 16).

Tableau 16 Influence de la compétition potentielle sur la croissance pour le site CSJ

Paramètre	Facteur	R	F ratio	p
Croissance radiale (2005)	Nb. Gaules > 1m	0.08	0.2	0.6
	\sum gaules > 1m	0.02	0.02	0.89
	Nb. SAB > 1/3	0.18	9.9	0.005
	\sum % SAB > 1/3	0.39	3.36	0.82
Croissance hauteur relative (2005)	Nb. Gaules > 1m	0.64	13.4	0.002
	\sum gaules > 1m	0.59	10.3	0.005
Croissance radiale rel. fct. haut. (2005)	Nb. Gaules > 1m	0.44	4.5	0.05
	\sum gaules > 1m	0.26	1.4	0.24
	Nb. SAB > 1/3	0.10	0.19	0.66
	\sum % SAB > 1/3	0.01	0.0008	0.97

Aucune des analyses effectuées n'a permis de démontrer une relation significative entre l'accroissement et la présence de gaules (de SAB et d'autres espèces) ou de branches de SAB potentiellement compétitrices quatre ans après l'éclaircie sur le site K10 qui offre le plus grand potentiel de compétition des EPN par le SAB (en hauteur relative). Le pourcentage élevé de cime

vivante des EPN correspond à des tiges qui sont déjà vigoureuses, même si l'éclaircie a eu un impact positif. Mais trop de facteurs peuvent entrer en jeu pour expliquer la réaction des EPN à l'éclaircie, par exemple l'effet d'amélioration de la qualité du site par l'éclaircie (Doucet et Boily 1996, Comité consultatif 2002). Ce que les analyses suggèrent, c'est que quatre ans après l'éclaircie, les EPN ne subissent pas de compétition des SAB ou des autres espèces sur le site K10.

Diverses études ont montré des résultats parfois contradictoires sur la réaction de l'EPN à la compétition. Trottier et Im. (1995) rapportent que le dégagement de jeunes tiges d'EPN n'a pas eu d'effet significatif sur la croissance en hauteur, mais que l'accroissement cumulatif en diamètre affiche une augmentation significative de 35% après deux ans. Par ailleurs, le dégagement a également favorisé le taux de survie des jeunes tiges.

3.2.3 Estimation du futur peuplement

Les semis de 50 cm et moins ont été dénombrés dans le quadrat Nord à l'intérieur d'une parcelle de un mètre carré. Le résultat nous donne une indication sur la possible deuxième génération du peuplement. Pour l'ensemble des sites, le SAB domine nettement au stade de la régénération naturelle, mais l'EPN est présente dans une proportion intéressante. On peut noter la très faible représentativité des espèces compagnes. De plus, sur le site CSJ, malgré la présence de semenciers et de gaules de pin blanc, cette espèce est absente de la régénération. Près de la moitié des parcelles contiennent au moins une tige d'essence commerciale de moins de 50 cm, dont un tiers renferment du SAB (Tableau 17). Moins de 17 % des parcelles renferment au moins un semis d'EPN. Cela reflète bien le caractère aléatoire de la régénération de l'EPN.

Tableau 17 Inventaire des semis de moins de 50 cm de hauteur

Site		SAB	EPN	EPB	BOP	PET	THO	Total
K10	Coef. Dist.	35	33	2	0	2	2	57
	Semis/ha	5 217	5 870	217	0	217	217	10 435
BJ	Coef. Dist.	29	16	0	0	0	0	39
	Semis/ha	5 789	2 368	0	0	0	0	8 158
CSJ	Coef. Dist.	49	9	0	9	6	0	51
	Semis/ha	22 571	1 714	0	1 143	857	0	17 143
Total	Coef. Dist.	37	20	1	3	3	1	50
	Semis/ha	10 504	3 529	84	336	336	84	11 681

3.2.4 Comparaison de la croissance des EPN éclaircies et des SAB

Par cette analyse, on veut vérifier si le SAB a une croissance plus rapide que celle de l'EPN sur les sites inventoriés. Pour ce faire, on a utilisé les SAB à l'intérieur des parcelles ainsi que des SAB témoins récoltés à proximité des EPN éclaircies.

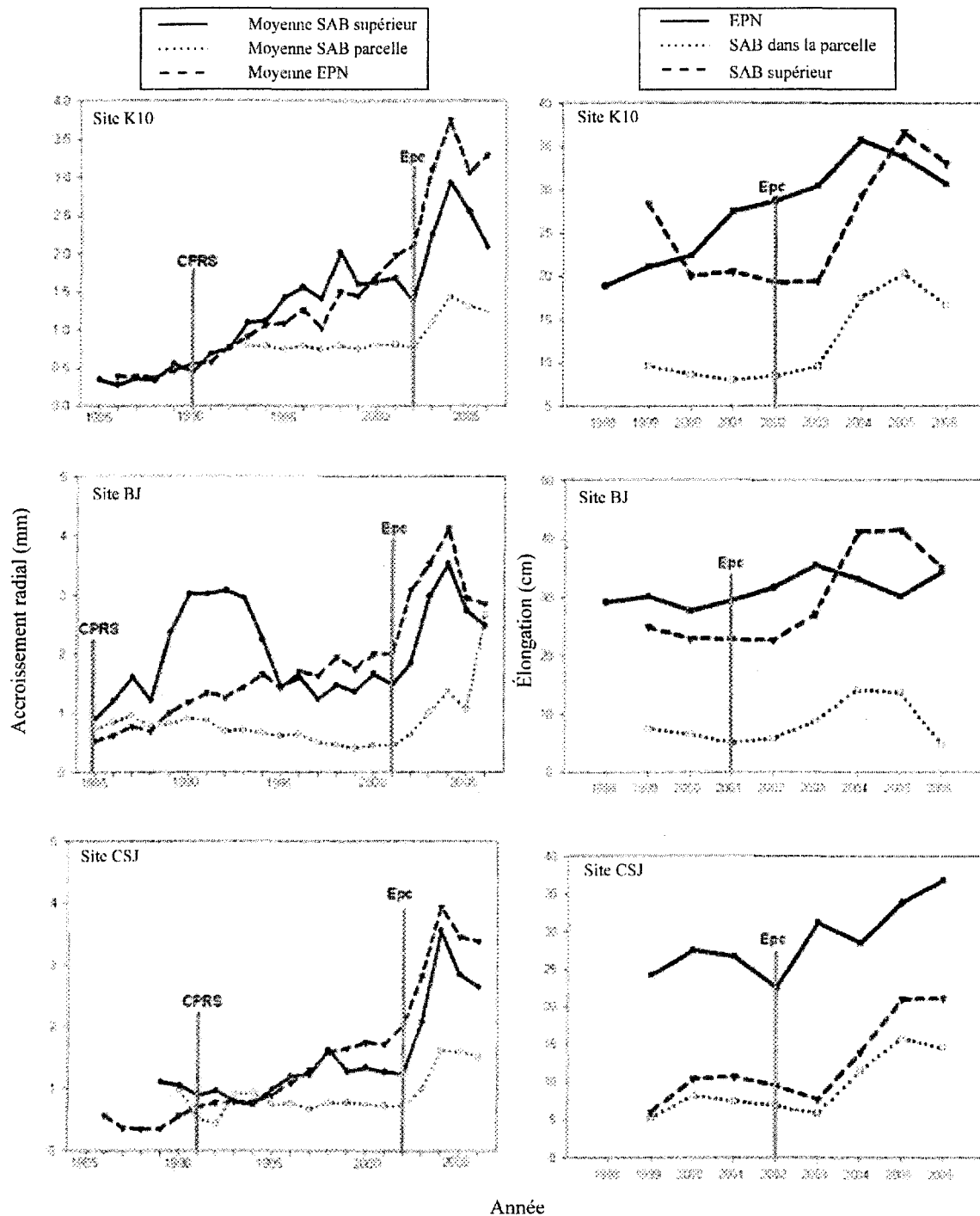


Figure 13 Moyenne de l'accroissement radial et l'élongation des SAB et EPN (SAB supérieur = ensemble des SAB dont la hauteur > 80% de la hauteur de l'EPN éclaircie ; SAB parcelle = ensemble des SAB > 50 cm de hauteur présents dans la parcelle).

Site éclairci à deux reprises

On constate que dans tous les sites analysés, l'EPN éclaircie a un accroissement en hauteur supérieur à celui des SAB qui l'entourent, ce qui nous indique que quatre ans après l'éclaircie, l'EPN a conservé sa

dominance. D'ailleurs, les travaux de Thibault, Tanguay et Hotte (1998) indiquent que dans la région écologique dont fait partie le territoire sous étude (9a et 9b), l'EPN a un indice âge/hauteur supérieur au SAB.

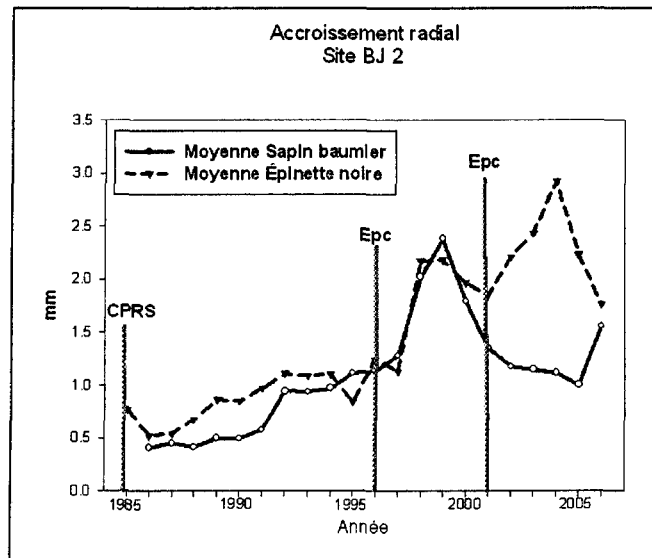


Figure 14 Moyenne de l'accroissement radial des SAB > 50cm et des EPN sur un site éclairci deux fois.

3.2.4.1 Influence du rapport de la cime vivante sur la croissance

Le pourcentage élevé de cime verte sur les tiges d'EPN indiquait qu'il ne semblait pas y avoir de signe de compétition lors de l'éclaircie. Par contre, la tige ayant réagi au traitement, on peut envisager que les tiges d'EPN subissaient une certaine compétition des tiges voisines au moment de l'éclaircie.

La proportion de cime verte lors de l'éclaircie ne semble pas être un indice pouvant expliquer les différences d'accroissement, selon les résultats obtenus. Seuls les accroissements radiaux avant traitement sur les sites K10 et CSJ semblent avoir été influencés par la proportion de cime verte, c'est-à-dire que la croissance radiale a été plus forte pour les EPN ayant la plus grande proportion de cime verte. On remarque également une certaine influence du rapport de cime verte sur l'élongation en hauteur sur les sites BJ et CSJ. En moyenne, les EPN éclaircies présentaient un rapport très élevé de cime verte ($83 \% \pm 10$), ce qui explique le peu de réaction positive en fonction de ce facteur.

Tableau 18 Influence de la proportion de cime verte sur certains paramètres

Site	Paramètre	<i>R</i>	<i>F ratio</i>	<i>p</i>
K10	Accroissement radial avant traitement	0.058	5.5774	0.022
	Accroissement radial après traitement	0.034	3.0343	0.088
	Pousse annuelle avant traitement	0.0023	0.1668	0.685
	Pousse annuelle après traitement	0.004	0.3407	0.562
BJ	Accroissement radial avant traitement	0.0034	0.1318	0.721
	Accroissement radial après traitement	0.00005	0.0025	0.96
	Pousse annuelle avant traitement	0.087	5.7132	0.024
	Pousse annuelle après traitement	0.038	2.2686	0.144
CSJ	Accroissement radial avant traitement	0.231	16.328	0.001
	Accroissement radial après traitement	0.068	3.0049	0.099
	Pousse annuelle avant traitement	0.0025	0.0767	0.786
	Pousse annuelle après traitement	0.138	12.631	0.001

(Test de corrélation pairée)

3.2.4.2 Influence de la hauteur de la tige sur la croissance

La hauteur de l'arbre éclairci est ciblée comme un autre indice pouvant expliquer la croissance des tiges. On notera que pour les calculs, la hauteur au moment de l'éclaircie sera utilisée pour la croissance avant le traitement.

McAlpine et Hobbs (1994) ont analysé ce qui pouvait influencer la hauteur de la cime vivante chez l'EPN en plantation. Ils ont trouvé une forte relation linéaire entre la hauteur de l'arbre et la hauteur de la cime verte ($P < 0.0001$) alors que l'impact de la densité du peuplement est beaucoup moins évident ($P = 0.1$). Le pourcentage de cime vivante augmente également en fonction de la hauteur de l'EPN.

Sur les sites K10 et BJ, l'indice d'accroissement annuel courant semble avoir réagi favorablement en fonction de la hauteur ($\rho = 0,004$ et $0,008$) alors qu'il est moins évident de trouver une relation entre la croissance de la pousse annuelle et la hauteur sur les trois sites. Une des conclusions de cette analyse serait qu'entre deux arbres de la même hauteur, il serait logique de prioriser celui de plus fort diamètre.

Sur le site CSJ, l'accroissement radial commence à être affecté par les nombreux rejets de souche présents sur le site. Par contre, la croissance en hauteur n'est pas affectée, ce qui s'explique par le fait que la hauteur moyenne des gaules autres que l'EPN est de 1,7 mètres comparativement à 3, 4 mètres pour les EPN éclaircies. En ce qui concerne les gaules de SAB, celles-ci ne devraient avoir peu ou pas d'influence sur l'accroissement, car la hauteur moyenne des SAB sur le site CSJ est la plus basse des trois sites. Les tests statistiques sur l'accroissement radial qui ont donné des résultats avec P plus grand ou égal à 0,05 ainsi que le faible nombre d'échantillons pour l'accroissement radial (21) ne permettent pas de conclure à un effet significatif de la présence des gaules de SAB sur la croissance radiale des EPN éclaircies. La croissance en hauteur des EPN éclaircies ne subit pour sa part aucune influence.

Tableau 19 Influence de la hauteur de la tige sur certains paramètres

Site	Paramètres	R	F ratio	p
K10	Accroissement radial avant traitement	0.229	35.761	< 0.001
	Accroissement radial après traitement	0.129	13.244	0.004
	Pousse annuelle avant traitement	0.259	37.431	<0.001
	Pousse annuelle après traitement	0.024	2.1138	0.153
BJ	Accroissement radial avant traitement	0.011	0.4441	0.513
	Accroissement radial après traitement	0.162	10.847	0.004
	Pousse annuelle avant traitement	0.116	8.1893	0.008
	Pousse annuelle après traitement	0.074	4.6901	0.039
CSJ	Accroissement radial avant traitement	0.0009	0.0336	0.856
	Accroissement radial après traitement	0.092	6.4859	0.016
	Pousse annuelle avant traitement	0.095	3.5267	0.080
	Pousse annuelle après traitement	0.082	8.4895	0.016

(Test de corrélation pairée)

AAC moyen **avant** l'éclaircie en fonction de la hauteur lors de l'éclaircie :

$$1,1 + 0,003 \text{ Hauteur } (\rho < 0,001)$$

AAC moyen **après** l'éclaircie en fonction de la hauteur lors de l'éclaircie :

$$2,4 + 0,004 \text{ Hauteur } (\rho = 0,0004)$$

Pousse annuelle moyenne **avant** l'éclaircie en fonction de la hauteur lors de l'éclaircie :

$$13,4 + 0,05 \text{ Hauteur } (\rho < 0,001)$$

Pousse annuelle moyenne **après** l'éclaircie en fonction de la hauteur lors de l'éclaircie :

$$31,9 - 0,001 \text{ Hauteur } (\rho = 0,153)$$

3.3 Implications pour l'aménagement

Les analyses ont démontré que, dans le cadre des limites de cette étude, l'éclaircie précommerciale est un bon outil pour contrôler l'ensapinage des anciennes pessières noires.

Si, pour l'ensemble des parcelles, les peuplements d'origine étaient nettement dominés par l'EPN, la coupe avec protection de la régénération a nettement favorisé l'installation de peuplements dominés par le SAB. De plus, on constate que les pessières noires n'ont besoin que d'un nombre limité de semenciers de SAB pour voir s'établir une banque importante de semis de cette dernière espèce.

L'éclaircie précommerciale a permis d'améliorer de façon marquée la proportion en EPN, celle-ci passant de 28% avant traitement à plus de 43% après traitement. Et, plus important, la proportion de SAB a diminuée sur tous les sites. Mais le traitement a été néfaste pour les espèces secondaires, les essences feuillues ainsi que les espèces résineuses autres que le SAB ou l'EPN ayant pratiquement disparues.

Pour cette raison, les résultats suggèrent que des ajustements devraient être apportés aux façons de faire en ce qui concerne ce traitement afin d'une part de mieux contrôler la priorité donnée aux autres résineux que le SAB, dont l'EPN, et d'autre part de diminuer son impact sur la régénération et les jeunes tiges non compétitrices.

Rappelons que les résultats de cette étude montrent que les petites tiges ne compétitionnent pas les tiges dominantes, ce qui rejoint les résultats des travaux de chercheurs cités dans ce rapport, dont Doucet et Boily (1996) qui indiquent que la coupe au niveau du sol afin d'éliminer toutes les branches vivantes et les petites tiges n'a eu aucun effet notable sur l'accroissement des tiges dégagées comparativement à une éclaircie avec souche plus haute (50 cm). De plus, les branches vivantes sur les souches de SAB

ne compétitionnent pas les tiges éclaircies. Dans ce contexte, nous recommandons de limiter la coupe des petites tiges et de la régénération, en évitant les souches trop basses; actuellement, le travailleur ne prend pas de chance et coupe plus de tiges que nécessaire afin d'éviter d'être pénalisé.

Une étude plus ancienne, effectuée par MacArthur en 1961 dans le secteur de la rivière Pabos en Gaspésie, indique également le peu de compétition exercée par les tiges basses. Pour ce faire, il a effectué deux types d'éclaircie. Dans la première, toutes les gaules qui pouvaient compétitionner les tiges éclaircies à un interval régulier ont été coupées au niveau du sol. Dans la deuxième éclaircie, on a porté moins d'attention à l'espacement et on s'est limité à couper seulement les tiges qui offraient une compétition sévère aux tiges éclaircies, plusieurs des gaules étant seulement étêtées; ainsi, on a conservé plusieurs souches vivantes possédant une ou plusieurs branches. Ses résultats indiquent que les réactions des sujets libérés dans les deux types d'éclaircies n'ont pas été différentes, quant à la croissance en hauteur et à la croissance en diamètre, alors que la croissance des sujets dominants était significativement plus grande dans les places traités que chez les témoins non traités..

Nous avons voulu savoir si l'EPN éclaircie bénéficiait d'un avantage sur les tiges potentiellement compétitrices. Des sites furent sélectionnés sur des secteurs ayant été éclaircis depuis 3 à 4 ans. Nous n'avons relevé aucun indice de compétition ni par les tiges secondaires situées dans un périmètre de 1,13 mètres autour de l'EPN éclaircie, ni par les branches situées à l'extérieure de ce périmètre. On constate que l'EPN éclaircie a un accroissement radial et en hauteur qui se compare avantageusement à ceux des SAB témoins. Seul un site montrait un ralentissement de la croissance radiale à cause des nombreux rejets de souches d'essences feuillues.

De plus, nous avons constaté une augmentation importante de l'accroissement radial l'année suivant le traitement, ainsi qu'une augmentation de l'accroissement en hauteur, mais de façon plus variable.

Selon les critères analysés par Ruel, Messier, Doucet, Claveau et Comeau (200), la croissance en hauteur des épionettes noires ainsi que leur pourcentage de cime vivante suggèrent des tiges éclaircies en bonne santé et vigoureuses.

3.3.1 Recommandations

Voici les autres recommandations suite aux résultats de cette étude :

La priorité accordée à l'EPN vs le SAB demeure valable, en particulier sur les sites d'anciennes pessières noires;

- a) Nous avons constaté que le pin blanc et le thuya disparaissent presque complètement après l'éclaircie; ces deux espèces mériteraient un traitement spécial mais, pour éviter que leur présence entraîne des pénalités, ils pourraient être considérés comme arbres fantômes; de plus, on devra apprendre aux travailleurs à différencier un tronc de SAB et un tronc de pin;
- b) On devrait garder des sites témoins à l'intérieur des secteurs à éclaircir pour être en mesure de mieux évaluer les impacts de l'éclaircie précommerciale;
- c) Les normes devraient être assouplies pour donner une plus grande marge de manœuvre au travailleur dans le choix des essences; par exemple, l'espacement pourrait être en 2^{ème} priorité après le choix d'essence, en particulier dans les sites occupés par l'EPN avant la coupe de régénération;
- d) Une courte formation pratique sur l'identification des principales essences forestières et sur les raisons des priorités accordées à certaines essences commerciales dont le pin blanc, le thuya et l'EPN devrait être dispensées aux travailleurs

CHAPITRE IV

CONCLUSION

4. Conclusion

La présente étude analyse l'augmentation du SAB (ensapinage) sur des sites anciennement occupés par l'EPN ainsi que l'utilisation de l'éclaircie précommerciale comme outil de contrôle de cet ensapinage.

Au début de cette étude, nous émettions trois hypothèses en rapport avec l'envahissement du SAB dans les anciennes pessières du centre de la Gaspésie ainsi qu'avec la diminution de la biodiversité végétale, à savoir :

- 1) On observe un ensapinage des pessières du centre de la Gaspésie et on assiste à une régression de ces pessières durant le 20^{ème} siècle;
- 2) L'éclaircie précommerciale peut être un outil efficace pour contrôler l'ensapinage;
- 3) L'épinette noire éclaircie conserve sa dominance sur le sapin baumier après l'éclaircie.

Les résultats de cette étude indiquent que les trois hypothèses sont démontrées dans le cadre des limites de l'étude, en ce qui concerne le territoire et le type de peuplements analysés.

Historiquement, le territoire analysé situé dans le centre-est de la Péninsule gaspésienne, plus précisément dans les bassins supérieurs des rivières York, Saint-Jean, Dartmouth et Madeleine, était dominé par l'EPN. Même si celle-ci est encore bien présente dans le paysage, les diverses perturbations ayant affecté les peuplements depuis les dernières décennies, en particulier les coupes de régénération, ont eu un effet néfaste sur la proportion de tiges d'EPN par rapport au SAB dans les peuplements de seconde venue, la présence de ce dernier ayant augmenté de façon notable. Dans leur rapport, Grondin et Cimon (2003) jugent que l'ensapinage des anciens peuplements d'EPN demeure une préoccupation constante en regard de la biodiversité. À long terme, on pose l'hypothèse qu'une plus grande abondance du SAB dans ces peuplements pourrait accroître la vulnérabilité de la forêt à la

tordeuse des bourgeons de l'épinette et aux autres problèmes qui affectent le SAB (carie, chablis, arpentouse de la pruche, etc.).

L'analyse des données recueillies sur d'anciennes pessières à mousse et pessières à sapin montre que l'EPC constitue un moyen efficace à notre disposition pour limiter l'ensapinage de ces peuplements et pour ramener une certaine proportion d'EPN dans le peuplement, ce qui rejoint les avis du comité consultatif scientifique du Manuel d'aménagement forestier (Comité consultatif 2002) à l'effet que l'EPC peut être un outil sylvicole efficace pour ajuster la composition et la structure des peuplements au stade juvénile dans le but d'orienter l'évolution du peuplement de façon à se rapprocher de la trajectoire de la dynamique naturelle. Rappelons que l'aménagement écosystémique cherche à réduire les écarts entre la forêt aménagée et la forêt naturelle (MRNFQ 2011). Dans le cas des anciennes pessières noires, la modification de la composition végétale des forêts suite à la coupe constitue un des enjeux majeurs liés à la diversité biologique. L'éclaircie précommerciale demeure un outil d'aménagement pour gérer la composition du peuplement; des modulations à son application peuvent par ailleurs être apportées afin de maximiser son efficacité (Grenon 2010).

Sans traitement précommercial, la plupart des peuplements analysés semblaient évoluer vers des peuplements contenant une forte proportion de SAB (principalement des sapinières ou des sapinières à épinette). Cette situation, avec tous les inconvénients relatifs à ce type de peuplements dominés par le SAB, nous éloigne également de la forêt d'origine. On a vu que l'éclaircie précommerciale a réussi à contrôler en partie l'ensapinage. En ce qui concerne les travailleurs, le résultat des analyses ne permet pas de conclure à une influence de l'entrepreneur sur les effets de l'éclaircie en ce qui concerne l'augmentation en proportion de l'EPN. Les analyses effectuées indiquent qu'il faudrait faire davantage attention au mauvais choix de tiges en fonction de l'essence, aux espèces compagnes surtout résineuses ainsi qu'aux petites tiges non compétitrices. Sur le terrain, on a pu constater que plusieurs

travailleurs sylvicoles ne connaissent pas les raisons de mettre en priorité certaines espèces par rapport à d'autres. C'est pourquoi on suggère de sensibiliser les superviseurs et les contremaîtres aux objectifs visés par cette mesure pour qu'ils puissent à leur tour informer leurs travailleurs.

Les normes actuelles qui pénalisent le travailleur lorsque les branches vivantes dépassent un certain seuil mériteraient d'être questionnées, car elles ont comme impact d'amener le travailleur à couper trop au niveau du sol, ce qui élimine une bonne partie des semis (jusqu'à 75 % sur les sites inventoriés).

Finalement, on remarque que les essences secondaires sont pratiquement éliminées suite à l'éclaircie précommerciale. Dans le cas des feuillus qui rejettent de souche, l'éclaircie peut produire une abondance de rejets de souches quelques années plus tard, comme on peut l'observer sur le site CSJ; mais pour les autres résineux, en particulier le pin blanc et le thuya occidental, c'est problématique, car ils disparaissent presque complètement.

5. Bibliographie

- Anonyme, 1926. La Gaspésie, ses ressources naturelles et son développement économique. Service de Renseignements sur les Ressources naturelles, Ministère de l'Intérieur. Ottawa. 42 p. + carte.
- Anonyme. 1995. L'éclaircie précommerciale actuelle aurait-elle un impact négatif sur le bois de sciage ? Service d'Extension en foresterie de l'Est du Québec. Du côté de la Recherche, Vol. 3, No 2 ; décembre 1995. 2 p.
- Anonyme. 2003a. Éclaircie précommerciale Guide d'application 2003-2004. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec, région Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine. Québec. 4 p.
- Anonyme. 2003b. Objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier proposés pour les plans généraux d'aménagement forestier de 2005-2010. Document de consultation. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. Québec. 46 p.
- Balch, R.E. 1942. Estimation of forest insect damage. Pulp and Paper Magazine of Canada. November. 900-904.
- Bauce, E. 1999. Utilisation de l'éclaircie pour accroître la résistance des sapins baumiers à la tordeuse des bourgeons de l'épinette : Processus biologiques et modes d'utilisation. Conférence au colloque *L'éclaircie précommerciale : Le point*. Gîte du Mont-Albert. UTTGIM. 30 septembre 1999.
- Berger, C. et B. Hébert 2004. Travaux irréguliers visant le contrôle de l'expansion du peuplier faux-tremble après coupe en Gaspésie- phase 2. Rapport de recherche au MRNQ dans le cadre du Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, Volet 1. Cégep de la Gaspésie et des Îles. Gaspé. 109 p.
- Blais, J. R. 1961. Spruce Budworm outbreaks in the Lower St. Lawrence and Gaspé regions. Forestry Chronicle. Septembre 1961 : 192-202.

- Blais, J.R. 1983. Trends in the frequency, extent, and severity of spruce budworm outbreaks in eastern Canada. *Can. J. For. Res.* Vol. 13. no 4 : 539–547.
- Blanchette, M. 2002. Instructions relatives à l'application du règlement sur la valeur des traitements sylvicoles admissibles en paiement des droits (annuel). Ministère des ressources naturelles, direction de l'assistance technique. Québec. 88 p.
- Blouin, A., A. G. 1904. Rapport de son exploration de certains territoires situés sur les hautes eaux des rivières York et Petit Pabos, comté de Gaspé (Avec plan), 19 mai 1904.
- Brown, C.E. ca 1970. Cartons montrant les infestations de la Tordeuse des bourgeons de l'épinette dans l'Est du Canada, de 1909 à 1966. Publication no 1263. Service canadien des Forêts. Ministère des Pêches et des Forêts. Ottawa. n.p.
- Bureau, J. 1884. Rapport de l'exploration des comtés de Gaspé, Rimouski et Bonaventure. Commissaire des terres de la couronne, Québec. 25 p.
- Chabot, M. 1999. Problématique des éclaircies précommerciales (EPC) en période épidémique. MRNFQ, Conservation des forêts. Colloque sur l'éclaircie précommerciale organisé par l'UTTGIM, Gîte du Mont-Albert, 30 septembre 1999.
- Comité consultatif du Manuel d'aménagement forestier 2002. Le traitement d'éclaircie précommerciale pour le groupe de production prioritaire SEPM. Gouvernement du Québec. Québec. 15 p.
- Cyr G. 2005. Gestion de la végétation de compétition en plantation d'épinettes : impact des feuillus après éclaircie précommerciale et effet de l'intensité des traitements sur la diversité floristique. Résumé des présentations, Forum de transfert de connaissances, Saguenay, 29 novembre 2005. Direction de la recherche forestière. 25-28. Résumé des présentations, Forum de transfert de connaissances, Saguenay, 29 novembre 2005. Direction de la recherche forestière. 13-16.
- Doucet, R. 1990. Les travaux d'éclaircie précommerciale : la théorie. Conférence prononcée à l'occasion du colloque sur l'éclaircie commerciale et précommerciale, organisé par l'Ordre des

ingénieurs forestiers du Québec, Amos 7-8 juin 1990. Direction de la recherche et du développement, Ministère de l'Énergie et des Ressources. Sainte-Foy. pp 28-49.

Doucet, R. 2000. L'épinette noire : aussi prolifique que le sapin. Info Forêt, no 63, fév. 2000. MRNQ. Québec. p. 6.

Doucet, R. et J. Boily 1995. Croissance en hauteur de la régénération d'épinette noire et de sapin baumier après coupe. Note de recherche forestière no 68. MRNQ, Direction de la recherche forestière. Québec. 4 p.

Doucet, R. et J. Boily 1996. Accroissement quinquennal de peuplements d'épinette noire soumis au dépressage. Note de recherche forestière no 75. MRNQ, Direction de la recherche forestière. Québec. 12 p.

Ewers, F.W. and M.H. Zimmermann 1984. The hydraulic architecture of balsam fir (*Abies balsamea*). *Physiol. Plant.* 60: 453-458.

Fafard, E. 1916. Relevé de la rivière York. Dans Rapport du Ministère des terres et forêts. Appendice No 45, p. 109-111.

Fortier, G. 2004. Problématique du pin blanc en Gaspésie. Rapport présenté dans le cadre du programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, Volet 1. Cégep de la Gaspésie et des Îles. 153 p.

Fortier, G. 2005. Plan de conservation du Pin blanc comme essence secondaire en forêt publique gaspésienne. Rapport présenté dans le cadre du programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, Volet 1. Cégep de la Gaspésie et des Îles. 66 p.

Fortier, G. 2006. L'industrie forestière à Gaspé. Travaux de recherches non publiés disponible sur le site gaspesie.cgaspesie/gfortier

Fortier, G. 2007. Références sur l'histoire de la forêt gaspésienne et les perturbations naturelles (avant 1960). Travaux de recherches non publiés disponible sur le site gaspesie.cgaspesie/gfortier

- Fortin, S. 2003. Observations et réflexions concernant quelques enjeux liés au maintien de la biodiversité forestière en Gaspésie. Rapport de recherche au MRNQ dans le cadre du Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, Volet 1. Cégep de la Gaspésie et des Îles. Gaspé. 29 p.
- Gagné, E. 1920. Rapport d'inspection de limites pour chablis sur la rivière York. Gaspé. 24 p.
- Gagnon, J. D. 1973. Le grand brûlé de 1938-41 de la rivière York : son histoire, son évolution naturelle et sa restauration forestière. Rapport d'information LAU-X-7. Centre de recherches forestières des Laurentides, ministère de l'Environnement. Service canadien des forêts. Sainte-Foy. 57 p.
- Gagnon, R. 1998. Les bases écologiques de fonctionnement des forêts commerciales d'épinette noire du Saguenay-Lac-Saint-Jean-Chibougamau-Chapais : vers un aménagement forestier durable. Université du Québec à Chicoutimi. Chicoutimi. 27 p.
- Gobeil, J. R. 1938. Dommages causés aux forêts de la Gaspésie par les insectes. Quebec Dept. Lands and Forests. Bull. 2:1-16
- Grenon, F. 2010. Manuel de référence pour l'aménagement écosystémique des forêts du Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement et de la protection des forêts. Québec. 60 p.
- Grondin, P. et A. Cimon 2003. Les enjeux de biodiversité relatifs à la composition forestière. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec. Gouvernement du Québec. 216 p.
- Joncas P. 1932. Seigneurie de Pabos, Cantons de Pellegrin, Joncas et Fortin. Rapport du Ministre des Terres et Forêts de la Province de Québec 1933-34. Gouvernement du Québec. Imprimé à Québec p. 146-161.

- Lachance, D., C. Monnier, J.-P. Bérubé et R. Paquet 1990. Insectes et maladies des forêts dans la région du Bas-Saint-Laurent/Gaspésie de 1936 à 1987. Rapport d'information LAU-X-93. Forêts Canada, Région du Québec. Ottawa. 215 p.
- Langelier, J.C. 1900. La rivière Madeleine, ses pouvoirs d'eau et ses ressources. Dans Rapport du Ministère des terres et forêts. Appendice No 32, p. 145-158.
- Lapointe, M-A. 2006. Impact des travaux sylvicoles sur les communautés. Université de Sherbrooke. Canadiansilviculture.com. 2 p.
- Legris, J. et G. Couture 1999. L'éclaircie précommerciale au Québec dans un cadre d'aménagement durable des forêts. Ministère des Ressources naturelles, Direction de l'Environnement forestier. Québec. 79 p.
- MacArthur, J. D. 1964. A study of Regeneration After Fire in the Gaspé Region. Catalogue No Fo. 47-1074. Minister of Forestry. Ottawa. 20 p.
- Martineau, R. 1948. Observations sur l'état de santé du bouleau et du merisier dans le Québec. Service de la protection des forêts. Ministère des terres et Forêts. Québec. Contribution No 22, 35 p.
- Maufette, Y. 2006. Rôle des épidémies de la livrée des forêts dans la dynamique forestière : effets potentiels sur les trajectoires successionales. UQAM. Montréal. 7 p.
- McAlpine, R.S. and M.W. Hobbs 1994. Predicting the Height to Live Crown Base in Plantations of Four Boreal Forest Species. Int. J. Wildland Fire, IAWF, U.S.A. 4 (2) : 103-106.
- MRNF, 2006. Portrait territorial. Gaspésie-îles-de-la-Madeleine.
<http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/territoire/planification/portrait-gaspesie.pdf>
- MRNFQ. 2006. L'éclaircie précommerciale.
<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/comprendre/eclaircie.pdf>
- MRNFQ. 2011. L'aménagement écosystémique : au cœur de la gestion des forêts.
<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/amenagement/amenagement-ecosystemique.jsp>

- Nolet, P., D. Bouffard et F. Lorenzetti 2006. Développement d'un indice objectif d'évaluation de la compétition afin d'identifier les semis de pins blancs aptes au dégagement suite à une coupe de jardinage par trouées. Fiche de transfert scientifique FT-03-06. IQAFF. 2 p.
- Parent, S. et J.-C. Ruel 2002. Chronologie de la croissance chez les semis de sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.) après une coupe à blanc avec protection de la régénération. *Forestry Chronicle*. 78 (6) : 876-885.
- Parizeau, L. et L. Bélanger 2004. Les impacts à moyen terme de l'éclaircie précommerciale et de deux mesures d'atténuation sur le lièvre d'Amérique et les passereaux nicheurs. Université Laval et Fonds de recherche sur la nature et les technologies. Québec. 6 p.
- Pothier, D. 2001. Twenty-year results of precommercial thinning in a balsam fir stand. *Forest Ecology and Management* 168 (2002) :177-186.
- Roy, G. 1944. Aperçu du problème forestier dans les comtés du Bas-St-Laurent et de la Gaspésie. *La Forêt Québécoise*. Juillet-Août 1944. pp 65-81.
- Ruel, J.-C. 1992. Impact de la compétition exercée par le framboisier et les feuillus de lumières sur la croissance du sapin en régénération. *Canadian Journal of Forest Research*.
- Ruel, J.-C., C. Messier, R. Doucet, Y. Claveau and P. Comeau 2000. Morphological indicators of growth response on coniferous advance regeneration to overstory removal in the boreal forest. *For. Chron.* 76 : 633-641.
- Simard, F. 2006. Quel est l'avenir de l'éclaircie précommerciale au Québec? AETSQ. Canadiansilviculture.com. 1 p.
- Swain, J.M., F.C. Craighead and I.W. Bailey 1924. Studies on the Spruce Budworm. Dominion of Canada, department of Agriculture. Bulletin no 37. Ottawa. 91 p. + tableaux.
- Thibault, M., M. Tanguay et D. Hotte 1998. Productivité des principaux arbres selon les régions écologiques (Proposition de régions de croissance). Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. 75 p.

- Tremblay, G. et P-O Martel 2002. Impact de l'éclaircie précommerciale sur la biodiversité. Cégep de Saint-Félicien. Rapport interne. 7 p.
- Tremblay, M., H. Morin et S. Parent 2002. Effets des vieilles éclaircies précommerciales sur la croissance d'épinettes et de sapins dans la région du Saguenay Lac-Saint-Jean. Université du Québec à Chicoutimi. 8 p.
- Tremblay, S. 2005. La mesure des effets réels des traitements sylvicoles et les travaux de recherche en peuplement résineux : un suivi à long terme. Résumé des présentations, Forum de transfert de connaissances, Saguenay, 29 novembre 2005. Direction de la recherche forestière. 25-28. Résumé des présentations, Forum de transfert de connaissances, Saguenay, 29 novembre 2005. Direction de la recherche forestière. 25-28.
- Trottier, F. et P. Im 1995. Effets du dégagement sur la croissance d'espèces résineuses et sur la végétation concurrente. Direction de l'assistance technique, Ministère des ressources naturelles. Québec. 21 p.
- Webb. L.S. 1957. The Growth and Development of Balsam Fir in Gaspé. Pulp and Paper Magazine of Canada, Woodlands Review section, Sept 1957. pp. 42 et ss.
- Webb. L.S. 1961. Clear Cutting of Pulpwood in the Balsam Fir Spruce Forest of Gaspé. Pulp and Paper Magazine of Canada, Woodlands Review section, Convention Issue 1961. 6 p.
- Zhang, S.Y. 1999. Impact de la gestion de la densité du peuplement sur la croissance, la qualité des produits et la rentabilité chez les essences d'épinette, de pin et de sapin. Partenariat Innovation Forêt, Développement Économique Canada. Fiche technique, 1 p.
- Zhang, S.Y., Y Corneau et G. Chauret. 1999. Impact de l'éclaircie précommerciale sur la qualité et la valeur des produits du sapin baumier. Conférence au colloque *L'éclaircie précommerciale : Le point*. Gîte du Mont-Albert. UTTGIM. 30 septembre 1999.

ANNEXES

6. Annexes

A) Historique des pessières noires

Le centre-est de la Gaspésie : Un territoire anciennement dominé par l'épinette noire



FIGURE 29 : PESSIÈRE À MOUSSE

D'après les plus anciens documents disponibles, le territoire sous étude est le domaine de l'épinette noire. Il resta relativement à l'abri des activités humaines jusqu'à la fin du 19^{ème} siècle. Peu de documents existent pour décrire la forêt préindustrielle dans ce secteur; en annexe, on trouvera la liste commentée des divers documents disponibles. On doit donc se tourner vers des preuves indirectes, soit le récit des explorateurs, l'impact des maladies, feux et insectes, ainsi que quelques inventaires partiels. Pour les besoins de l'étude, nous avons choisi la période avant 1940 pour décrire la forêt préindustrielle du secteur délimité à la section 1.1 pour les raisons suivantes :

- Suite au grand feu de 1941, une coupe intensive fût effectuée par la C.I.P. sur la partie supérieure des bassins des rivières York et Saint-Jean;
- L'introduction par l'homme du diprion européen de l'épinette, *Gilpinia hercyniae* (Htg.), causa une mortalité très importante de l'épinette durant les années trente;
- La coupe était déjà débutée durant les années trente (Milot 1934). Déjà en 1940, plus de 10% de la superficie du canton Holland (près de l'actuelle ville de Murdochville) était coupée (Guay 1940).

B) Sources historiques consultées

- Les rapports des explorateurs :

Les premiers rapports remontent à 1884. Les récits des explorateurs, qui furent chargés par le gouvernement d'explorer les territoires au centre de la Gaspésie afin de trouver de nouvelles sources de matière ligneuse, nous donnent un aperçu de la forêt d'après des observations qualitatives, peu de données quantitatives étant disponibles dans ces rapports. En 1884, Bureau explore les bassins supérieurs des rivières York et Darmouth; à cette époque, on s'intéresse plus particulièrement au pin blanc et à l'épinette blanche. Il ne trouve rien d'intéressant car souligne-t-il toute la hauteur des terres est stérile mais riche en caribous. En 1902, Carter a exploré une limite bornée à l'ouest par le ruisseau d'Argent et située dans le canton de Gaspé Sud; il a trouvé beaucoup d'épinette blanche, un peu de jeunes pins, d'épinette noire et de bouleau blanc mais en petite quantité. La même année, Bignell explora les limites de la rivière Madeleine. Puis en 1904, Blouin remonte la rivière York jusqu'à sa source. Il indique que «*Le territoire de la rivière York est depuis nombre d'années le rendez-vous favori des chasseurs de Gaspé. le caribou... y abonde. Sur les bords de la rivière York, il y a beaucoup de jardins à caribous²*». En 1916, Fafard rapporte que «*«Le bois de pulpe, l'épinette noire surtout, se trouve en immense quantité sur tout le bassin de la York..»*

- Les inventaires forestiers

Il n'existe que des inventaires partiels avant 1940. Ainsi, La forêt du bassin de la rivière York est ainsi décrite en 1930, soit avant les feux de 1938 et 1941 : «*Les peuplements, constitués d'épinettes noires, étaient de faible densité. Les arbres, disposés en touffes, croissaient lentement sur une végétation de cladonies, communément appelées lichens de caribous, à côté d'arbustes nains, tels le kalmia et l'airelle. Cette description du peuplement et de la végétation du sous-bois, par Boutin et Goodfellow, concorde bien avec celle de Dansereau qui décrivit la région comme étant du type taïga sub-artique.* » (Gagnon 1973, Lortie 1979).

En 1938, le gouvernement fédéral effectue un inventaire sur les secteurs affectés par *Gilpinia hercyniae* (Htg.). Gobeil (1938) indiquent les données suivantes pour le secteur de Gaspé :

TABLEAU 38 : ESTIMÉ DES SUPERFICIES ET DU VOLUME DE BOIS (GOBEIL 1938)

Bassins de la Darmouth, York et St-Jean (en millions pieds cubes):
Superficie : 1 527 milles carrés.
Épinette : 391 (41%)
Sapin : 357 (38%)
Cèdre : 28 (3%)
Pin : 6 (0,6%)
Feuillus : 166 (18%)

- Le relevé des perturbations naturelles

Les perturbations naturelles, souvent en rafales (insectes-feu, feu-chablis, etc.), suivies de perturbations anthropiques semblent avoir une grande influence sur l'évolution des peuplements forestiers de ce territoire. Si la mortalité des arbres-hôtes causée par les infestations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette a été relativement limitée avant 1950 (Blais 1961 et 1983, Brown

² Jardins à caribou : pessière noire à cladonie.

1970), d'autres insectes ont eu un impact majeur. En effet, après les infestations de *Dendroctonus rufipennis* (Kby) et de *Gilpinia hercyniae* (Htg.), Lachance, Monnier, Bérubé et Paquet (1990) rapportent que la composition de la forêt gaspésienne a été fortement modifiée. Ainsi en 1938 on considérait que les peuplements d'épinettes constituaient 34 % du volume total de la Gaspésie et que 65 % de ce volume avait été détruit par l'action de ces deux insectes. Plus précisément, Gobeil, lors de la compilation de ses travaux en 1938, a décrit la composition des peuplements forestiers par groupe de bassins versants. Pour les rivières St-Jean, York et Dartmouth, on trouve les épinettes à une proportion de 41 %. Avant 1950, la TBE n'aurait pas eu l'effet régulateur permettant de limiter l'expansion du sapin baumier en Gaspésie, comme on le rapporte dans d'autres régions (Sarazin 1991, Morin 1994, cités dans Grondin et Cimon 2003). Les grandes campagnes d'arrosages contre la TBE (et aussi contre l'arpeuteuse de la pruche) effectuées lors des deux épidémies ayant touché le secteur après 1950 auraient plutôt eu l'effet inverse, en préservant de grands massifs de sapins baumiers qui se sont développés suite à divers facteurs, dont la diminution très importante des épinettes durant les années trente et quarante, le dépérissement du bouleau durant les années quarante, les coupes forestières ainsi que les grands chablis.

Le secteur a été régulièrement affecté par de grands incendies de forêt entre 1860 et 1941, dont l'impact a été très variable. Par ailleurs, on sait que le feu joue un rôle essentiel pour le maintien de l'épinette noire dans les peuplements forestiers (Gagnon 1998). Certains de ces grands feux auraient ainsi favorisé la régénération en épinette noire.

- Les perturbations anthropiques

La complexité des changements apportés au paysage forestier par les perturbations naturelles est accentuée par les impacts des divers types de coupes exercées par l'homme depuis les débuts de l'exploitation forestière. Au 19^{ème} siècle, l'exploitation forestière se concentre le long des berges des rivières flottables; le bois est souvent coupé au complet, mais l'exploitation ne s'étend jamais très loin de la rivière. On recherche particulièrement le pin et l'épinette blanche, mais le peu de contrôle sur les coupes causent une surexploitation de la ressource dans les bassins des principales rivières de la Gaspésie. Puis de 1944 à 1952, on commence l'expédition de bois brûlé vers Trois-Rivières à partir des vastes étendues touchées par l'immense feu de 1941 sur le haut des rivières York et St-Jean; le bois brûlé est expédié par bateau et par train. Depuis les années cinquante, l'exploitation forestière a considérablement augmenté pour répondre aux besoins des usines de sciage et de pâtes et papiers de la région (Fortier 2006).

Parmi les autres activités anthropiques ayant eu une influence sur les changements apportés aux paysages forestiers du secteur étudié, notons la construction de nouveaux chemins d'accès, le contrôle des feux et des épidémies, la colonisation et les abattis, etc.

En annexe, on trouvera le détail de l'ensemble des sources consultées.

C) Reconstitution de la forêt préindustrielle en Gaspésie centrale

Diverses méthodes peuvent être utilisées pour dresser un tableau de la forêt préindustrielle; elles sont décrites par Pinna (2009) dans son guide pour l'élaboration d'un portrait de la forêt préindustrielle. La période avant 1940 a été retenue comme cible pour décrire la forêt préindustrielle dans le secteur sous-

étude, qui comprend les superficies dévastées par le feu de la York en 1941. Voici un bref résumé des recherches historiques effectuées concernant ce territoire :

1- Données historiques provenant des archives

- Les rapports des explorateurs

En 1884, Bureau rapporte que « *Toute la hauteur des terres des rivières York et Darmouth est stérile, mais abondante en caribou.* » Puis en 1904, Blouin indique que « *Le territoire de la rivière York est depuis nombre d'années le rendez-vous favori des chasseurs de Gaspé. Le caribou... y abonde. Sur les bords de la rivière York, il y a beaucoup de jardins à caribous.*³ ».

Le territoire couvert par Blouin en 1904 sur la partie supérieure des bassins des rivières York et Saint-Jean s'étend sur 500 milles carrés (mi.c.) et est très montagneux. La forêt est assez clairsemée en certains endroits. L'épinette noire compose 90 % du couvert forestier, les autres essences étant l'épinette blanche, le sapin, le bouleau, le tremble, le cèdre, le peuplier et le pin. On trouve de l'épinette de commerce en quantité assez appréciable surtout dans la partie ouest du territoire; pour sa part, le sapin est peu abondant, petit et de médiocre qualité. On trouve du pin en bouquet dans la section la plus à l'est. Le bouleau est petit et de qualité médiocre; on le retrouve dans la moitié est. Le tremble est abondant, long et très gros. Le secteur comprend également 25 mi.c. de dénudés, dont un brûlé de 7 m.c.

Nous avons numérisé les blocs tels que défini par Blouin (figure 31) et avons compilé les volumes par essences sur les secteurs (tableau 39).

Voici l'évaluation du disponible par bloc :

TABLEAU 39 : VOLUMES DES BLOCS EN

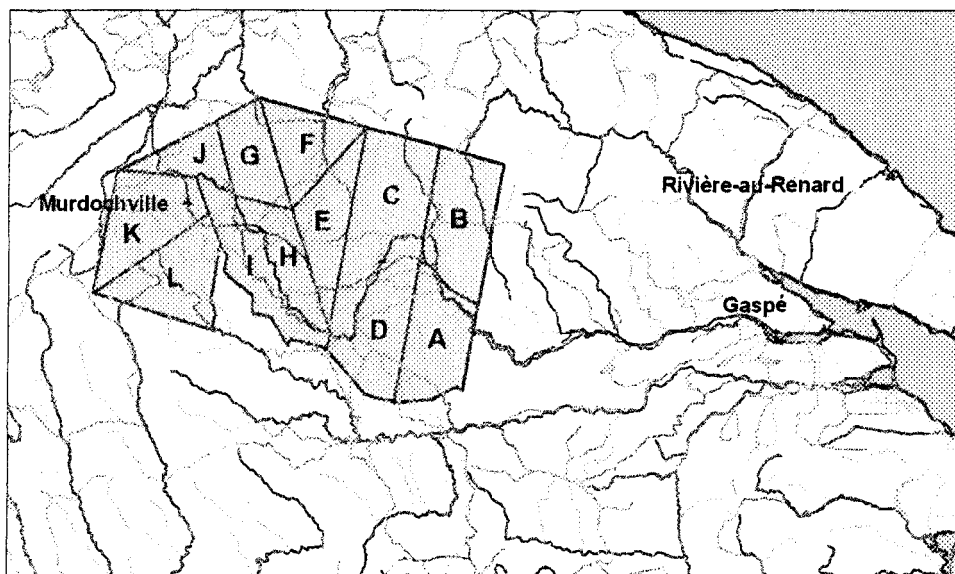
Bloc	Estimation Blouin 1904 (en volume)	
	% Épinette	% Sapin
A	48	30
B	58	36
C	56	33
D	59	29
E	80	20
F	75	25
G	87	9
H	89	11
I	70	30
J	97	3
K	70	27
L	67	33

volume de bois de sciage

1904

³ Jardins à caribou : pessière noire à cladonie.

FIGURE 30 : SITUATION DES BLOCS BLOUIN 1904



En 1916, Fafard, effectue le relevé de la rivière York; il rapporte que « *Le bois de pulpe, l'épinette noire surtout, se trouve en immense quantité sur tout le bassin de la York et, dût-on en couper pour équivaloir à dix millions de pieds par année qu'on en aurait encore pour bien des années à venir. L'affermage des coupes de bois se répartit entre les compagnies John Beakey, Sheppard & Morse, York Lumber, J. B. Jalbert et St-Maurice Lumber. Pour l'heure, seule la St-Maurice Lumber y opère depuis 4 ou 5 ans* ».

- Les inventaires forestiers

Certains inventaires partiels ont été effectués en 1921 et après. En 1920, E. Gagné effectue un inventaire le long de la rivière Mississippi, un affluent de la York. Il décrit la forêt parcourue comme étant une forêt relativement pauvre. Sur le sommet des montagnes pousse l'épinette noire, alors que le long des versants on trouve l'épinette, le sapin, le cèdre, le bouleau et le peuplier. Le sapin est en proportion grandissante, de 30 à 40 %, favorisé par les grands chablis.

Un inventaire du gouvernement datant de 1930 couvrant une partie du secteur existe, malheureusement je n'ai trouvé qu'un résumé. Dans sa recherche, Brunet (2002) utilise les plus anciens inventaires disponibles (tous postérieurs à 1940) pour effectuer une reconstitution historique de la forêt située dans la MRC de la Côte-de-Gaspé. Ses conclusions font ressortir le danger d'extrapoler des résultats à l'ensemble d'un territoire à partir d'une analyse effectuée sur une superficie restreinte (4 km²).

- Les rapports d'arpenteurs :

C'est la méthode employée par le Consortium en Foresterie pour décrire la forêt préindustrielle de la Gaspésie (Penna (2009)⁴). Si les cantons le long de la côte ont été arpentés relativement tôt, il faudra attendre les années trente avant que les cantons du centre de la Gaspésie voient les premiers arpenteurs, à l'exception de l'arpentage des rivières elle-même. Ainsi, la rivière Madeleine fût analysée par Langelier en 1900, puis de nouveau par Leclerc en 1919. Les cantons couvrant le territoire sous étude ne furent arpentés qu'en 1940. Ces relevés sont trop tardifs pour avoir une idée précise de la composition de la forêt préindustrielle. À titre d'exemple, voici une compilation que j'ai effectué à partir du carnet de note de l'arpenteur Guay pour le canton de Holland en 1940 :

TABLEAU 40 : CANTON HOLLAND EN 1940

Canton de Holland					
Observations			1940		
GES	Perturb	Non-For	Long (M)	Pourcent	Pourc GES
		AL	162	0.2	
		EAU	362	0.4	
	CT		7089	7.8	
C			160	0.2	0.2
EE			4989	5.5	6.0
ES			6982	7.7	8.4
SE			54098	59.7	65.1
SS			16813	18.5	20.2

- Les photographies aériennes anciennes

Les plus anciennes photographies aériennes ont été prises par la Compagnie franco-canadienne en 1926. Elles permettent de distinguer les perturbations ainsi que les types de peuplements. Voici le résultat de la photointerprétation effectuée par le Consortium en Foresterie sur une portion du canton Holland :

FIGURE 31 : EMPLACEMENT DU SECTEUR PHOTOINTERPRÉTÉ

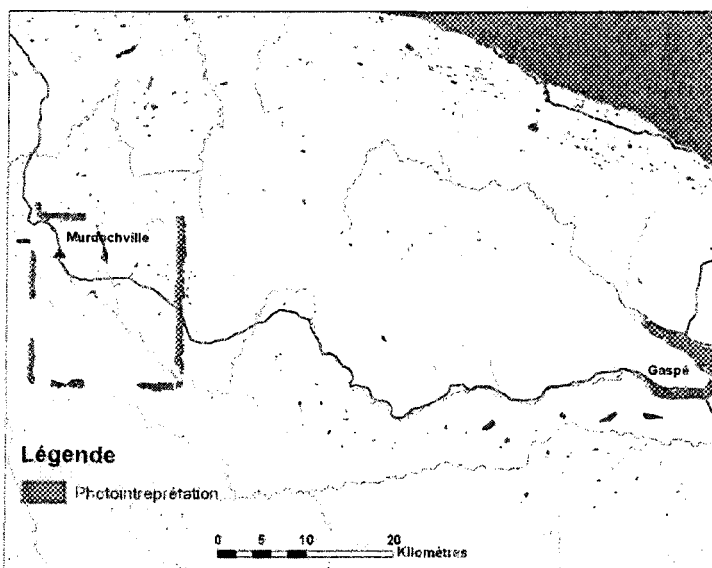


TABLEAU 41 : RÉSULTATS SUR 3165 HECTARES

Classe d'âge	Pourcentage
Aucune	0.1%
Mature	83.0%
Jeune	16.0%
Groupement d'essences	
Aucun	0.1%
Mélangé à dominance feuillue	16.2%
Mélangé à dominance résineuse	49.3%
Résineux	34.4%
Densité	
Aucune	0.1%
Faible	2.8%
Forte	67.8%
Moyenne	29.3%
Perturbation légère	
Absence	54.1%
Présence	45.9%

- **Anciennes cartes forestières**

Les premières cartes topographiques ont été élaborées en 1930 d'après les photographies aériennes de 1926. Elles ne différencient les sapinières des pessières; elles sont surtout utiles pour les perturbations..

- **Relevés des perturbations naturelles**

a) Les insectes

Le dendroctone de l'épinette, *Dendroctonus rufipennis* (Kby)

1887-1901 : Invasions dans les bassins des rivières York et Dartmouth (Lachance, Monnier, Bérubé et Paquet 1990)

1915-1921 : Infestations dans les bassins des rivières York, St-Jean et Dartmouth, suite à des chablis (Lachance, Monnier, Bérubé et Paquet 1990)

1928-1934 : Importants dégâts dans le bassin de la rivière York. (Lachance, Monnier, Bérubé et Paquet 1990)

1937 : Mortalité élevée dans les bassins des rivières York et Dartmouth (Lachance, Monnier, Bérubé et Paquet 1990)

Le diprion européen de l'épinette, *Gilpinia hercyniae* (Htg.)

Selon Lachance, Monnier, Bébé et Paquet (1990), les dégâts causés par cet insecte exotique auraient été remarqués à partir de 1930 au centre de la Gaspésie. L'épidémie aurait débuté au sud de Murdochville pour se répandre par la suite à l'ensemble de la région et même au-delà. La défoliation devient rapidement très importante et la mortalité des épinettes devient sérieuse à partir de 1939. À partir de 1940, une maladie virale cause une mortalité croissante chez les larves.

La tordeuse des bourgeons de l'épinette

Avant 1950, on trouve très peu de mention d'infestations de la TBE dans la région (Blais 1961 et 1983, Brown 1970). D'ailleurs, Swain, Craighead et Bailey (1924) suite à des analyses dendrochronologiques n'ont pas rapporté d'épidémie récente en Gaspésie. De plus, dans les rapports sur les inventaires de la concession de la Gaspésia en 1945, on rapporte les infestations du dendroctone de l'épinette en 1915 et 1921, mais il n'y a aucune mention de la TBE. Blais en 1961 indique que l'épidémie de TBE de 1915-20 a surtout été sévère en 1917 dans la partie ouest de la Gaspésie (MRC d'Avignon), qu'elle a été faible dans la partie est et qu'il n'y a pas d'évidence de son action au centre de la Gaspésie.

Le dépérissement du bouleau

Selon Lachance, Monnier, Bébé et Paquet (1990), le phénomène a débuté dans l'Est du Québec vers la fin des années 30 et la décadence des bouleaux blanc et jaune est devenue très importante en Gaspésie dans les années 1943 et 1944. Le dépérissement demeure grave jusqu'au début des années 50. La mortalité dépasse 50 % des tiges. Selon Martineau (1948), la mortalité du bouleau jaune et du bouleau blanc a été très élevée en Gaspésie, la proportion des tiges affectées étant la suivante :

Bop : Attaqués = 94 % ; Morts = 60 %

Boj : Attaqués = 97 % ; Morts = 68 % »

Acleris variana (Fern.)

Selon Lachance, Monnier, Bébé et Paquet (1990), cet insecte causa de sévères dommages dans des peuplements de sapin baumier et d'épinette blanche en 1947 et 1948, entre autres dans le bassin de la rivière St-Jean.

b) Les chablis

La plupart des explorateurs et des arpenteurs ayant œuvré en Gaspésie à la fin du 19^{ème} siècle et au début du siècle dernier ont rapporté de vastes chablis, particulièrement dans le centre ouest de la Gaspésie, à l'exemple de Joncas en 1932 : « *Sur les sommets, la forêt est le plus souvent ravagée par le vent...c'est ce qui explique le grand nombre et l'étendue considérable des chablis* » (Fortier 2007). Quelques auteurs font également état des chablis en Gaspésie. Brunet (2002) relate que les chablis sur le côté nord de la Gaspésie pouvaient être fréquents et couvrir de vastes superficies et Lévesque (1997) qualifie les chablis de perturbation prépondérante historiquement (Consortium 2004). Pour sa part, Gagné (1920) a effectué un inventaire sur les limites de la Howard Smith et St-Maurice Lumber, soit les blocs 41, 33, 37 et 39, le long du Mississipi et de la Grande-Fourche, sur le bassin de la rivière

York. Après les grands chablis de 1914, il rapporte un jardinage par le vent pour les années subséquentes.

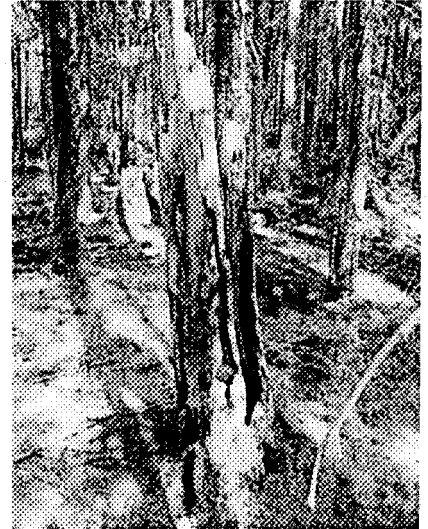
Roy (1944) indique que depuis 25 ans les incendies forestiers ont détruit plus de 1 600 mi.c. de forêt sur un total de 5 684 mi.c. et que les chablis sont nombreux et couvrent d'assez vastes espaces

c) Les feux

Entre 1860 et 1941, la région de Gaspé a connu de grands feux de forêts qui ont eu un impact majeur sur l'évolution de la forêt, en particulier la régénération des pessières noires. Si certains ont facilité le maintien de l'épinette noire, d'autres feux d'envergure ont eu un impact plus négatif. Voici une brève revue des principaux feux de forêt ayant affecté le secteur dans l'histoire récente.

Le grand feu de 1869, qui a couvert les bassins inférieurs des rivières York et St-Jean jusqu'à Gaspé, a détruit une partie des approvisionnements des scieries. Ainsi, l'arpenteur Bourget note qu'à Douglastown, « *on voit avec chagrin des troncs calcinés de pins gigantesques ...* ».

FIGURE 32 : INSTALLATION DE L'EPN APRÈS FEU



En 1921, un feu d'envergure détruit plus de 70 milles carrés sur le bassin de la rivière York. Il favorisa l'installation de pessières noires et de tremblaies.

FIGURE 33 : PESSIÈRE ISSUE DU FEU DE 1921

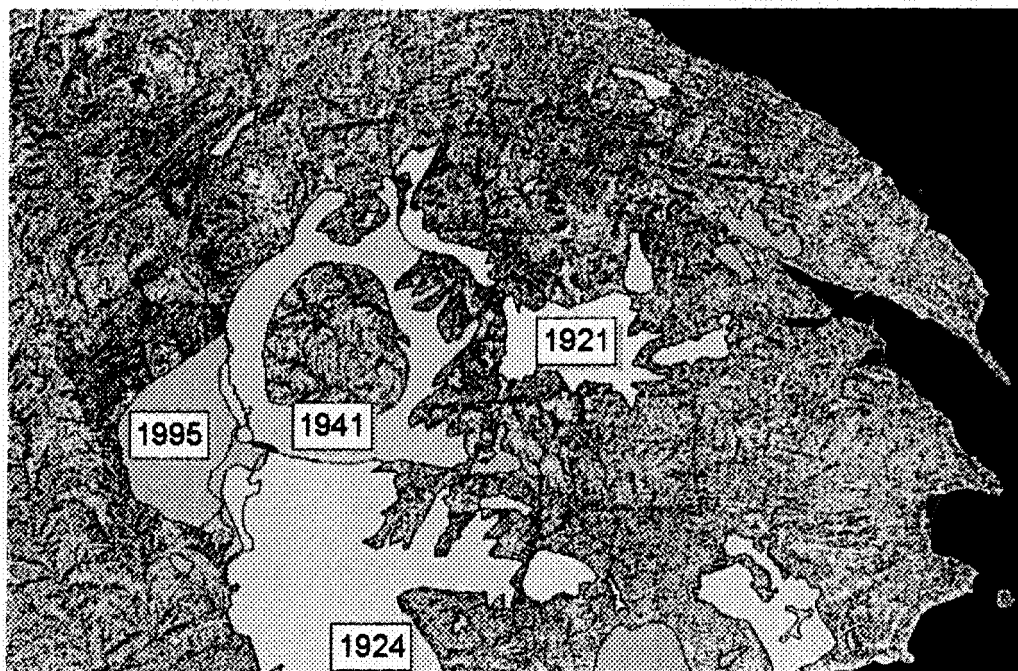


FIGURE 34 : LE FEU DE 1941



Finalement, les grands feux de la York de 1938 et 1941, étudiés par Gagnon (1973), ont eu un impact négatif sur la régénération des peuplements à cause de leur intensité. Trente ans après la perturbation, Gagnon note que de grands secteurs sont encore peu ou pas régénérés, surtout là où le feu a passé deux fois de suite (1938 et 1941), comme en témoigne la photographie ci-contre, prise par Gagnon en 1971.

FIGURE 35: LES GRANDS FEUX DU 20^{ÈME} SIÈCLE AU CENTRE DE LA GASPÉSIE.



- Les récits des géologues

Plusieurs géologues ont exploré le centre de la Gaspésie, en commençant par William Logan en 1844, qui fût le premier blanc à traverser la Gaspésie. Plusieurs géologues ont exploré le centre de la Gaspésie, le premier étant W. E. Logan en 1843. Il fût suivi par A. Murray (1844), J. Rihardson (1857), R. Bell (1862). Les premiers géologues à effectuer la cartographie de ce territoire fûrent H. W. McGerrigle pour le bassin de la St-Jean en 1937-40 et I. W. Jones pour les bassins des rivières York et Darmouth en 1934-35. Même si leurs recherches portaient sur la géologie, ils décrivent également les ressources forestières. Ainsi, selon F. J. Alcock (1927), l'arbre le plus abondant dans la région est l'épinette.

- Autres sources

Une étude du Service de Renseignements sur les Ressources naturelles du fédéral en 1926 indique que les feux ont fait d'énormes ravages et de grandes quantités de bois ont été coupées depuis les dernières 40 années. L'essence la plus répandue est l'épinette, le sapin vient en second lieu. Le feuillu le plus abondant est le bouleau. On trouve également de l'érable, du thuya et du bouleau jaune dans la plupart des vallées.

2- Données historiques issues des écosystèmes forestiers actuels

- Paysages et peuplements vierges

Quelques vieilles pessière existent encore dans le secteur. Deux peuplements adjacents (site 16, près de Murdochville) sont particulièrement intéressants. Ce sont une pinède à épinette noire sur mousse et une pessière à pin blanc sur mousse (Hypnacées). Ils sont âgés de plus de deux cents ans selon les relevés et sont issus d'un feu (présence de charbon de bois). Les peuplements visités contiennent un nombre significatif de pins semenciers, répartis sur deux versants de



vallées. Alors que dans les stations analysées jusqu'ici, le pin blanc se concentre sur les versants les plus favorables (sud, sud-ouest ou sud-est), ce n'est pas le cas ici. On constate beaucoup de lichen arboricole et un épais tapis de mousse au sol (*Hypnum scheberi*). Il y a passablement de chablis au niveau de l'épinette noire. On constate peu de régénération en Epn et Pib.

Le sol est un podzol très pierreux (présence de pierres d'altération). L'horizon Ae est très épais et éluvié, d'une épaisseur d'environ 10 cm. La texture de l'horizon Bf est constitué de sable et d'un peu de limon. Le sol est relativement épais (25 cm) et la matière organique a une épaisseur de 10 cm. La croissance des arbres est particulièrement lente :

FIGURE 36 : CROISSANCE ANNUELLE COMPARÉE

