

**Comparaison des caractéristiques dendrométriques, du panier de produits et des coûts d'opération de différentes modalités d'éclaircie commerciale mécanisée en plantation dans le Bas-Saint-Laurent**



**Laurent Gagné  
Luc Lavoie**



**Décembre 2014**

**CONFÉRENCE RÉGIONALE DES ÉLUES DU BAS-SAINT-LAURENT**

186, rue Lavoie

Rimouski (Québec) G5L 5Z1

Téléphone : 418 724-6440 — Télécopieur : 418 724-6054

Courriel : [llavoie@crebsl.org](mailto:llavoie@crebsl.org)

Site Internet : [www.crebsl.org](http://www.crebsl.org)

## **TABLE DES MATIÈRES**

---

<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	<b>III</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>V</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>VII</b>
<b>MISE EN CONTEXTE</b> .....	<b>1</b>
<b>MÉTHODOLOGIE</b> .....	<b>3</b>
Historique des plantations .....	3
Description des sites d'expérimentation et des modalités d'éclaircie.....	3
▪ Éclaircie par le bas .....	5
▪ Éclaircie par le bas à densité variable .....	5
▪ Éclaircie par le bas avec espacement .....	5
▪ Éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites .....	5
▪ Éclaircie par le haut .....	5
Inventaire avant et après les éclaircies .....	7
Évaluation de la valeur des peuplements avant et après les éclaircies.....	8
Martelage et prescription .....	8
Récolte en forêt .....	9
Évaluation des coûts de récolte .....	10
Test de sciage .....	11
Comparaisons entre les modalités d'éclaircie .....	12
<b>RÉSULTATS</b> .....	<b>13</b>
Caractéristiques dendrométriques avant et après les éclaircies.....	13
Valeur du peuplement résiduel .....	24
Panier de produits.....	31
Coûts de récolte.....	33
Synthèse des différences entre les modalités d'éclaircie commerciale.....	34
▪ L'éclaircie par le bas .....	34
▪ L'éclaircie par le bas à densité variable .....	34
▪ L'éclaircie par le bas avec espacement.....	35
▪ L'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites .....	35
▪ L'éclaircie par le haut .....	35

<b>RECOMMANDATIONS TECHNIQUES ET SYLVICOLES .....</b>	<b>37</b>
Martelage, récolte et sentiers de débardage .....	37
Nombre d'arbres élites à dégager et nombre de compétiteurs à prélever .....	39
Nombre et dimension des trouées .....	45
Mesure de hauteur d'arbres .....	46
Suivis futurs .....	46
Choix de la modalité d'éclaircie commerciale à appliquer dans un peuplement .....	47
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>49</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>51</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>55</b>
Annexe 1. Classification de la vigueur des tiges devant être ajustée pour les essais (basée sur l'analyse des six mètres inférieurs de la tige) .....	57
Annexe 2. Critères de qualité d'un arbre élite .....	58
Annexe 3. Prescription d'une éclaircie par le bas pour la plantation d'épinette blanche ....	59
Annexe 4. Prescription d'une éclaircie par le bas à densité variable pour la plantation d'épinette blanche .....	60
Annexe 5. Prescription d'une éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites pour la plantation d'épinette blanche .....	61
Annexe 6. Normes de martelage utilisées dans l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites .....	62
Annexe 7. Prescription d'une éclaircie par le bas avec espacement pour la plantation d'épinette blanche .....	63
Annexe 8. Prescription d'une éclaircie par le bas pour la plantation d'épinette noire .....	64
Annexe 9. Prescription d'une éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites pour la plantation d'épinette noire .....	65

## **LISTE DES FIGURES**

---

Figure 1 - Localisation des expérimentations réalisées dans les plantations d'épinette blanche et d'épinette noire (EPN) situées près du lac du Castor dans la Réserve faunique de Rimouski .....	4
Figure 2 - Représentation schématique de différentes modalités d'éclaircie commerciale (A) peuplement initial, (B) éclaircie par le bas, (C) éclaircie par le haut et (D) éclaircie par le bas avec espacement .....	6
Figure 3 - Représentation schématique d'un peuplement non éclairci (A) et de l'éclaircie commerciale neutre par dégagement d'arbres élites (B) .....	7
Figure 4 - Structure diamétrale des arbres avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche .....	14
Figure 5 - Structure diamétrale des arbres avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire .....	15
Figure 6 - DHP moyen quadratique avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche .....	16
Figure 7 - DHP moyen quadratique avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire .....	16
Figure 8 - Hauteur moyenne des arbres avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche .....	17
Figure 9 - Hauteur moyenne des arbres avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire .....	17
Figure 10 - Volume moyen par tige avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche .....	18
Figure 11 - Volume moyen par tige avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire .....	19
Figure 12 - Densité moyenne du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche .....	20
Figure 13 - Densité moyenne du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire .....	20
Figure 14 - Surface terrière du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche .....	21
Figure 15 - Surface terrière du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire .....	22
Figure 16 - Volume total du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche .....	23

Figure 17 - Volume total du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire.....	23
Figure 18 - Valeur monétaire du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche .....	24
Figure 19 - Valeur monétaire du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire.....	25
Figure 20 - Qualité des tiges, selon la classification MSCR, avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche .....	25
Figure 21 - Qualité des tiges, selon la classification MSCR, avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire .....	26
Figure 22 - Qualité des tiges avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche .....	26
Figure 23 - Qualité des tiges avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire .....	27
Figure 24 - Proportions de sciage, de copeaux et de sciures obtenues à la suite des différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans des plantations d'épinette blanche (EPB) et d'épinette noire (EPN).....	31
Figure 25 - Rendement matière obtenu à la suite du sciage des bois issus des différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans des plantations d'épinette blanche (EPB) et d'épinette noire (EPN).....	32
Figure 26 - Diamètre au fin bout moyen des bois issus des différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans des plantations d'épinette blanche (EPB) et d'épinette noire (EPN).....	32
Figure 27 - Types de produits obtenus à la suite du sciage des bois issus des différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans des plantations d'épinette blanche (EPB) et d'épinette noire (EPN).....	33
Figure 28 - Coûts de récolte (abattage-façonnage et débardage) des bois dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans des plantations d'épinette blanche (EPB) et d'épinette noire (EPN).....	34

## **LISTE DES TABLEAUX**

---

Tableau 1 - Modalités d'éclaircie commerciale testées dans les plantations d'épinette blanche et d'épinette noire .....	3
Tableau 2 - Superficies traitées dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale .....	9
Tableau 3 - Caractéristiques de la machinerie utilisée dans les expérimentations .....	10
Tableau 4 - Répartition des billes sélectionnées pour le test de sciage en usine dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale .....	11
Tableau 5 - Variables dendrométriques et économiques comparées entre les modalités d'éclaircie commerciale .....	12
Tableau 6 - Valeurs avant et après le traitement des variables mesurées dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans les plantations d'épinette blanche et d'épinette noire .....	29
Tableau 7 - Nombre de compétiteurs à prélever, nombre d'arbres élites à dégager et distance moyenne entre les arbres élites, en première et en deuxième éclaircie, en fonction de la qualité des tiges, de la surface terrière et du nombre de tiges à l'hectare avant traitement .....	43
Tableau 8 - Clé décisionnelle quant à la création de trouées en fonction de la présence de trouées naturelles et de la vulnérabilité au chablis .....	45





## MISE EN CONTEXTE

---

La forêt du Bas-Saint-Laurent est composée à près de 40 % de jeunes forêts de moins de 40 ans. Parmi ces jeunes forêts, on compte 250 000 hectares (ha) de plantations (forêts publique et privée) et environ 440 000 ha de peuplements régénérés naturellement dont plus de 100 000 ha ont été traités par une éclaircie précommerciale. Bon nombre de ces jeunes forêts atteignent ou atteindront dans un proche avenir le stade de l'éclaircie commerciale. Une évaluation du potentiel d'éclaircie commerciale dans la région (Gagné et Lavoie 2014) démontre que près de 29 000 ha pourront être traités en première éclaircie d'ici 2022 en forêt publique et 51 000 ha en forêt privée pour la même période. Devant l'ampleur des superficies à traiter, il apparaît clair que la région devra se tourner vers la mécanisation des éclaircies, du moins pour l'exécution d'une partie de celles-ci, la main-d'œuvre manuelle étant insuffisante pour la réalisation de toutes les superficies éligibles (Anonyme 2013). Toutefois, il existe peu de résultats et d'expériences en première éclaircie commerciale mécanisée avec ou sans martelage dans la région, de telle sorte qu'il y a un manque de connaissances, particulièrement en ce qui concerne la productivité, les coûts de récolte et le panier de produits.

D'autre part, la *Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier* « [...] vise l'implantation d'un aménagement durable des forêts, notamment par un aménagement écosystémique » (Gouvernement du Québec 2010). L'aménagement écosystémique a pour objectif de réduire les écarts observés entre la forêt aménagée et la forêt naturelle (ou préindustrielle). Dans la région, il existe des écarts entre ces forêts, entre autres, dans la proportion de vieilles forêts et la proportion de peuplements à structure complexe (irréguliers ou inéquiennes). Pour réduire ces écarts, différentes stratégies et moyens sylvicoles ont été proposés, dont la réalisation d'éclaircies commerciales modulées de manière à favoriser les espèces longévives dans les plantations et les peuplements naturels éduqués et à générer une structure plus complexe après traitement (Lavoie *et al.* 2013). Il faut préciser qu'une partie des éclaircies commerciales pourraient être modulées et non la totalité des superficies admissibles, la proportion dépendra particulièrement de l'écart observé entre la forêt naturelle et la forêt aménagée. Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs prévoit qu'entre 10 % et 20 % des éclaircies commerciales seront modulées dans la région.

Parmi les modulations possibles, l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites, combinée à la création de trouées, pourrait être une avenue intéressante pour amorcer la complexification de la structure du peuplement et éventuellement favoriser le recrutement de vieilles forêts ou de peuplements irréguliers ou inéquiennes à moyen terme (Gagné *et al.* en préparation). Toutefois, des interrogations sont soulevées quant au panier de produits générés par cette modalité d'éclaircie et au coût de récolte par rapport aux autres modalités d'éclaircie commerciale utilisées dans la région. C'est pour répondre aux différentes interrogations et accroître nos connaissances sur l'éclaircie commerciale mécanisée que nous avons initié une expérimentation de différentes modalités d'éclaircie commerciale mécanisée.

L'objectif de cette expérimentation est de comparer les paramètres dendrométriques avant et après les éclaircies, la valeur du peuplement résiduel, le panier de produits et les coûts de récolte entre les différentes modalités d'éclaircie commerciale mécanisée en plantation.

## MÉTHODOLOGIE

### HISTORIQUE DES PLANTATIONS

Les expérimentations ont eu lieu dans deux plantations situées près du lac du Castor dans la Réserve faunique de Rimouski, soit une d'épinette blanche (Indice de qualité de station [IQS] de 11 mètres à 25 ans) sur type écologique MS12 d'une superficie de 83 ha et une autre d'épinette noire (IQS de 10 mètres à 25 ans) sur type écologique RS22 d'une superficie de 86 ha (Figure 1). Les types écologiques ont été validés sur le terrain. Pour les deux plantations, la préparation de terrain a été effectuée en 1983 par écrasage ainsi qu'à l'aide de disques mécaniques. La mise en terre des plants d'épinette blanche et d'épinette noire a été faite en 1984. En 1987, il y a eu un regarni en épinette blanche ou en épinette noire sur la majorité des superficies. Un dégagement de régénération à l'aide de phytocides a été effectué en 1988 alors que certains secteurs ont été dégagés une deuxième fois en 1990. Finalement, une éclaircie précommerciale a été réalisée en 1999 sur l'ensemble des secteurs (Luc Gagnon MRN-DGR-01, communication personnelle janvier 2014).

### DESCRIPTION DES SITES D'EXPÉRIMENTATION ET DES MODALITÉS D'ÉCLAIRCIE

La plantation d'épinette blanche comporte cinq modalités d'éclaircie, chacune étant constituée d'un nombre de blocs prédéterminés d'une superficie approximative de 1 ha chacun (Tableau 1). Pour des fins de suivi à long terme, les blocs sont séparés les uns des autres par une zone tampon de 10 mètres. La zone tampon a pour rôle de réduire l'effet que pourrait avoir un sentier de débardage ou une trouée sur la croissance des tiges en bordure de l'éclaircie. Pour la plantation d'épinette noire, ce sont deux modalités d'éclaircie qui ont été testées (Tableau 1). Dans ce cas-ci, les blocs ayant été traités par une des trois modalités d'éclaircie ont une superficie variant de 8 à 9 ha chacun. Quant aux blocs témoins, ceux-ci ont une superficie d'environ 1 ha chacun (Figure 1). Dans les deux dispositifs, les blocs témoins vont servir de comparatifs pour le suivi et les analyses futures.

Tableau 1 - Modalités d'éclaircie commerciale testées dans les plantations d'épinette blanche et d'épinette noire

Modalité d'éclaircie	Nombre de blocs	
	Plantation d'épinette blanche	Plantation d'épinette noire
Par le bas	15	4
Par le bas à densité variable	8	-
Par le bas avec espacement	14	-
Neutre par dégagement d'arbres élites	14	4
Par le haut	1	-
Témoin	3	4

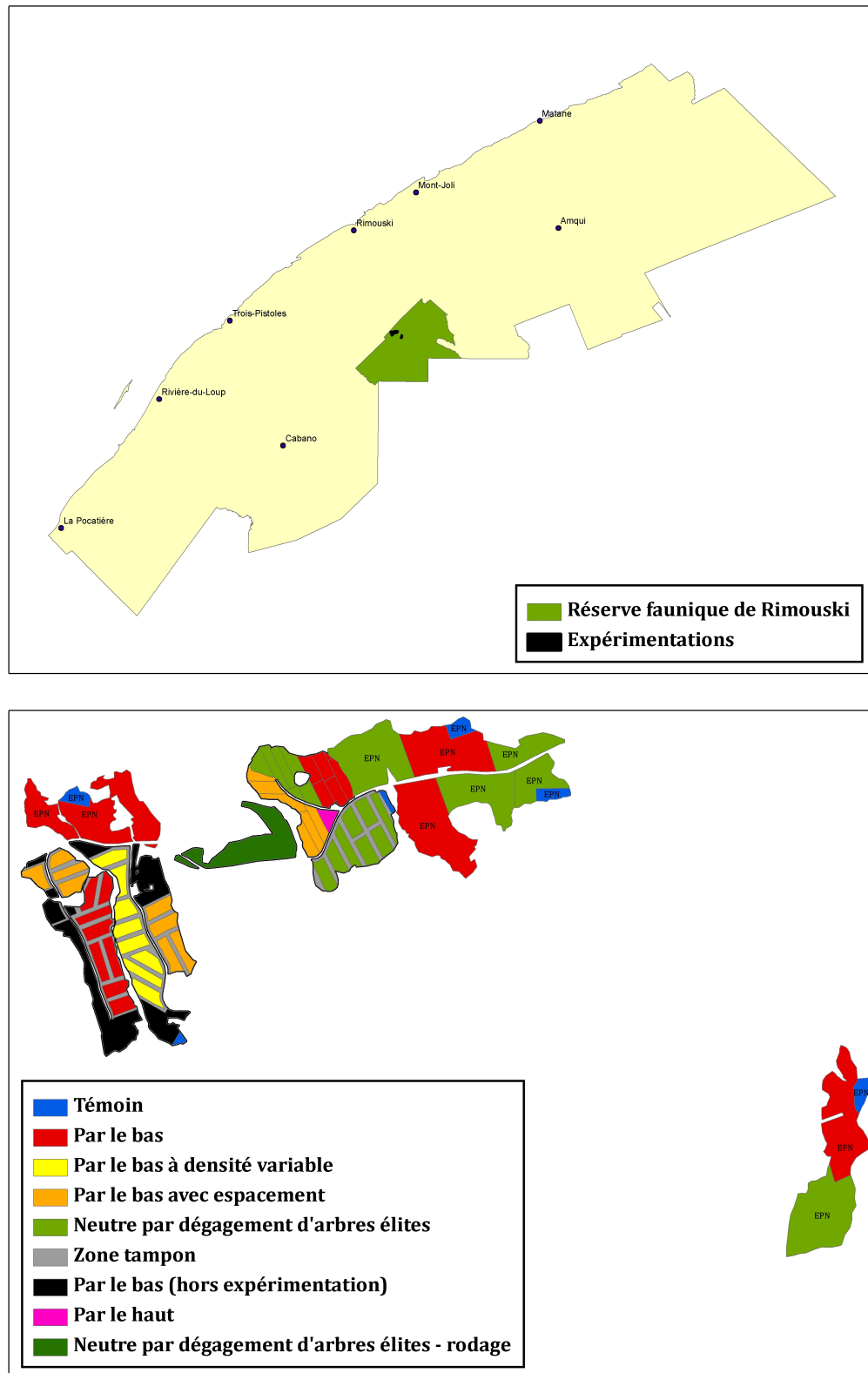


Figure 1 - Localisation des expérimentations réalisées dans les plantations d'épinette blanche et d'épinette noire (EPN) situées près du lac du Castor dans la Réserve faunique de Rimouski

Toutes les modalités d'éclaircie qui ont été testées ont pour objectif commun de permettre la libre croissance des plus belles tiges du peuplement. Toutefois, le type de prélèvement varie entre les modalités.

- **Éclaircie par le bas**

Dans cette modalité d'éclaircie, la récolte des tiges se fait chez les tiges opprimées et intermédiaires, mais rarement dans les étages supérieurs (Smith *et al.* 1997). Ce traitement a pour avantage d'assainir le peuplement et de redistribuer le potentiel de croissance sur un nombre réduit de tiges (Figure 2). Cette modalité d'éclaircie vise exclusivement la production de la matière ligneuse à long terme, mais la récolte de petites tiges permet difficilement la rentabilisation des opérations. Cette modalité s'insère dans un régime d'aménagement équienne.

- **Éclaircie par le bas à densité variable**

Comme son nom l'indique, ce traitement consiste à éclaircir un peuplement d'après trois patrons de prélèvement. Pour chaque hectare traité, on trouve : 1) une éclaircie par le bas, par le haut ou neutre par dégagement d'arbres élites sur 60 % de la superficie; 2) des zones laissées intactes distribuées aléatoirement et représentant 20 % de la superficie et 3) des petites trouées de 300 mètres carrés (m<sup>2</sup>), soit 6 à 7 trouées à l'hectare réparties aléatoirement et représentant 20 % de la superficie (Franklin *et al.* 2007). Cette forme d'éclaircie permet à la fois de diminuer les coûts de récolte et la production de la matière ligneuse. Cette modalité d'éclaircie s'insère dans un régime d'aménagement équienne ou inéquienne.

- **Éclaircie par le bas avec espacement**

Cette éclaircie est une variante de l'éclaircie par le bas (Figure 2). Elle vise à récolter une tige sur trois de moindre qualité, peu importe son diamètre. Deux objectifs sont visés dans cette modalité d'éclaircie, soit un espacement régulier entre les tiges ainsi que la récolte des tiges de moindre qualité. Le critère d'espacement régulier est prépondérant par rapport au diamètre des tiges. Cette modalité s'insère dans un régime d'aménagement équienne.

- **Éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites**

L'éclaircie commerciale neutre par dégagement d'arbres élites consiste à dégager aléatoirement un nombre prédéterminé de tiges d'avenir à haut potentiel de croissance de leurs compétiteurs directs (Schütz 1997) (Figure 3). Le nombre d'arbres élites à dégager est en fonction de la qualité du peuplement d'origine, de la productivité du site et de la proportion en essences longévives. Ce nombre peut varier de 100 à 300 arbres élites à l'hectare et parfois plus (Davies *et al.* 2008). Cette éclaircie vise à la fois de diminuer les coûts en récoltant de plus gros arbres et la production de la matière ligneuse par le dégagement des tiges les plus performantes du peuplement (arbres élites). Cette modalité d'éclaircie peut être utilisée tant pour le régime équienne que inéquienne/irrégulier.

- **Éclaircie par le haut**

L'éclaircie par le haut prévoit la récolte de tiges principalement dans les classes des dominants et des codominants afin de dégager les arbres d'avenir dans la classe des dominants (Figure 2).

Il n'est pas nécessaire que la tige récoltée soit malade ou présente des défauts de formes. Toutefois, la sélection des tiges malades demeure la priorité de récolte. Cette modalité vise prioritairement à rentabiliser les opérations par la récolte de plus grosses tiges. Il y a toutefois un risque de décapitaliser la valeur du peuplement si le prélèvement est trop intense (Smith *et al.* 1997).

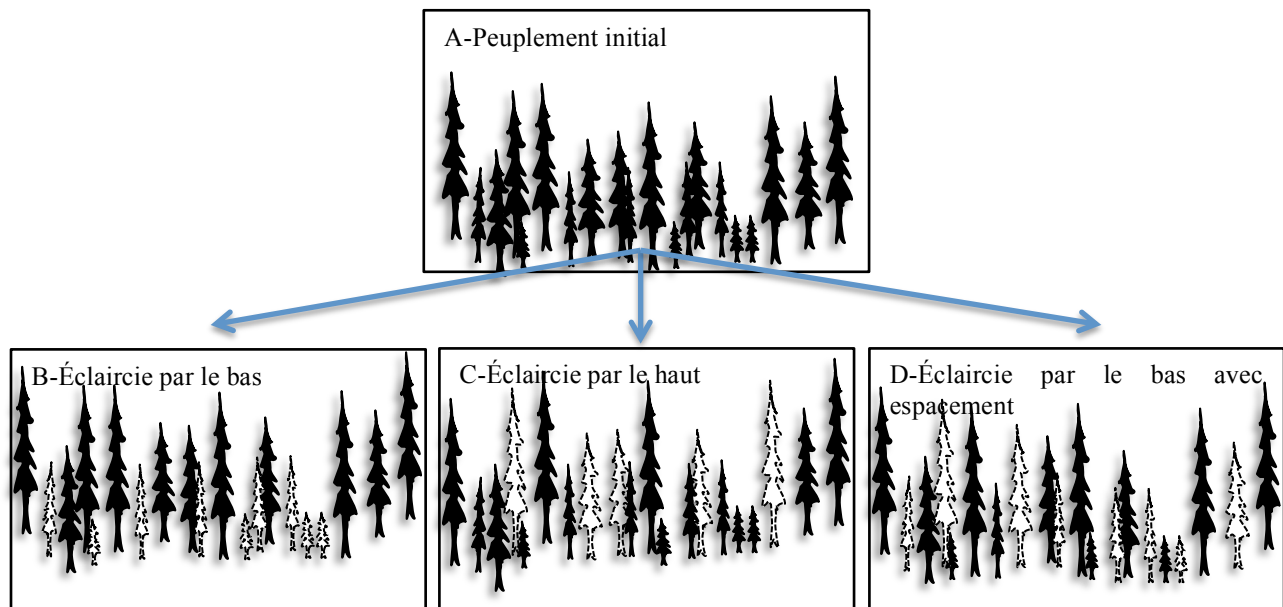


Figure 2 - Représentation schématique de différentes modalités d'éclaircie commerciale (A) peuplement initial, (B) éclaircie par le bas, (C) éclaircie par le haut et (D) éclaircie par le bas avec espacement

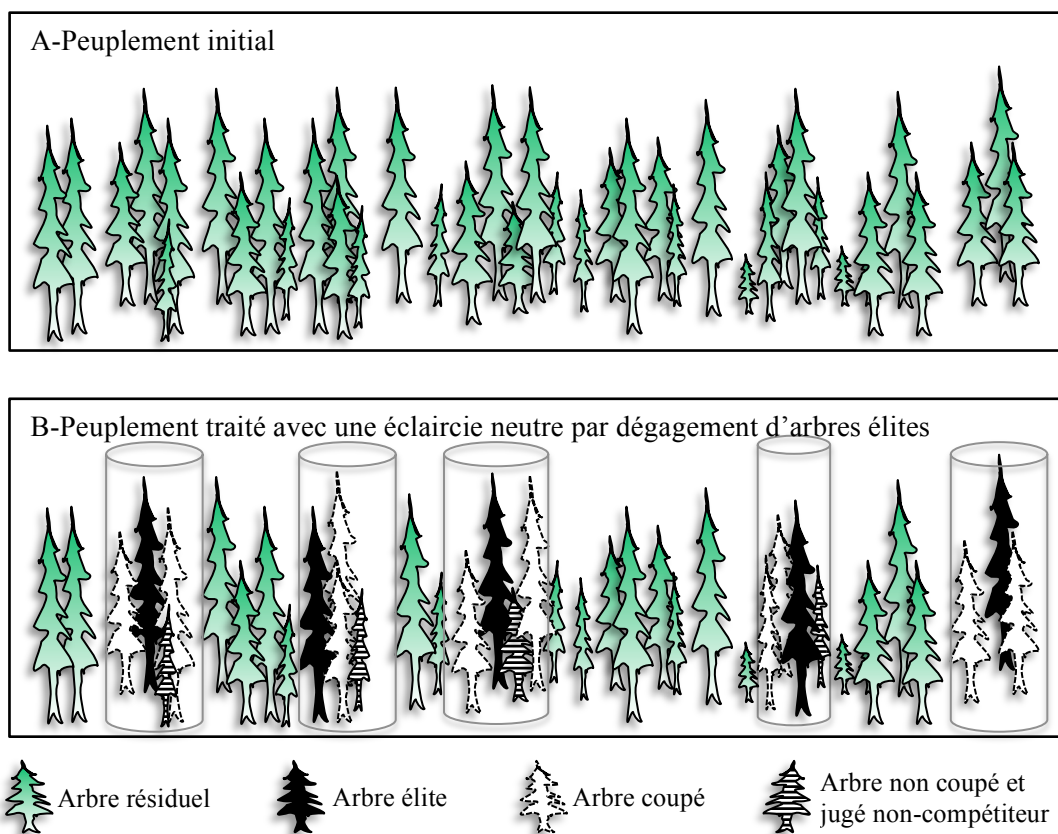


Figure 3 - Représentation schématique d'un peuplement non éclairci (A) et de l'éclaircie commerciale neutre par dégagement d'arbres élités (B)

## INVENTAIRE AVANT ET APRÈS LES ÉCLAIRCIES

Avant la réalisation des éclaircies, l'ensemble des dispositifs a fait l'objet d'un inventaire. Dans la plantation d'épinette blanche, l'inventaire s'est fait à l'aide de parcelles échantillons (PE) circulaires de 5,64 mètres de rayon à raison de trois PE par hectare. Pour la plantation d'épinette noire, nous avons effectué deux PE rectangulaires de 200 m<sup>2</sup> (400 m<sup>2</sup>) par 4 ha. Dans chaque PE, les données<sup>1</sup> suivantes ont été récoltées :

- coordonnées GPS du centre de chaque parcelle échantillon;
- diamètre à hauteur de poitrine au millimètre près (DHP) des tiges de plus de 7 cm de diamètre dans la plantation d'épinette blanche et de plus de 9 cm de diamètre dans la plantation d'épinette noire;
- essence de chaque tige;
- code de classification MSCR pour chaque tige;
- classe de vigueur ou de qualité selon les critères de FPInnovations (Annexe 1);

<sup>1</sup> Pour le dispositif situé dans la plantation d'épinette noire, toutes les tiges ont été numérotées à l'aide d'une étiquette métallique.

- hauteur de trois arbres dominants choisis aléatoirement dans une PE sur trois;
- dénombrement des feuillus non commerciaux d'intérêt faunique<sup>2</sup> de 1 mètre et plus de hauteur, dans une sous-parcelle de 1,13 mètre de rayon située au centre de la PE et recouvrement latéral dans la portion 0-1 mètre et 1-2 mètres. Ces données ont été recueillies, mais n'apparaissent pas dans les résultats du présent rapport.

Après les éclaircies, nous avons identifié les tiges prélevées, refait le dénombrement des feuillus non commerciaux et estimé le recouvrement latéral dans les mêmes parcelles échantillons. Cela a permis de comparer les mesures avant et après le traitement pour les différentes modalités d'éclaircie.

## **ÉVALUATION DE LA VALEUR DES PEUPELEMENTS AVANT ET APRÈS LES ÉCLAIRCIES**

Pour calculer la valeur monétaire du peuplement avant et après les éclaircies, nous avons utilisé la méthode de Duchesne et Tanguay (2011). Selon cette méthode, un panier de produits correspond à chaque classe de diamètre. La valeur de chaque tige a ainsi pu être calculée selon la quantité de sciage, de copeaux et de sciures qu'elle produit. La valeur des produits du sciage a été obtenue sur la base des prix courants des différents produits du sciage (2x3, 2x4, etc.) en 2009 pour le marché des Grands Lacs (Indec 2009). Pour les copeaux et les sciures, le prix était fixé à 105 \$CAN2009/TMA et 60 \$CAN2009/TMA respectivement (Duchesne et Tanguay 2011). La somme des valeurs de l'ensemble des tiges a permis d'obtenir la valeur monétaire (\$CAN2009/ha) du peuplement d'origine (avant traitement) et du peuplement résiduel (après éclaircie). Dans cette étude, le sapin baumier possède la même valeur que l'épinette blanche, comme c'est le cas sur le marché du bois d'œuvre (Indec 2009).

## **MARTELAGE ET PRESCRIPTION**

Pour certaines modalités d'éclaircie, toutes les superficies à traiter ont été martelées (Tableau 2). Pour les autres modalités, une partie des superficies ont été martelées et d'autres ne l'ont pas été afin de vérifier l'effet du martelage sur les différents résultats. Le Tableau 2 fait une synthèse des superficies traitées selon les différentes modalités d'éclaircie avec ou sans martelage.

Pour chacune des modalités d'éclaircie et pour chaque type de plantation, nous avons préparé une prescription sylvicole différente, sauf pour l'éclaircie commerciale par le haut (Voir Annexes 3 à 9). Nous avons convenu d'appliquer cette modalité d'éclaircie une fois les opérations entamées, donc aucune prescription n'a été préparée au préalable. De plus, la superficie qu'occupe cette modalité d'éclaircie est marginale comparativement aux autres. Étant donné le caractère novateur de l'éclaircie commerciale neutre par dégagement d'arbres élites, nous avons accompagné les prescriptions d'une fiche descriptive d'un arbre élite et les spécifications quant à leur choix au moment du martelage (Annexe 2).

---

<sup>2</sup> Feuillus non commerciaux d'intérêt faunique: érable à épis, noisetier, cerisier de Pennsylvanie, aulnes, saules, viornes.



Tableau 2 - Superficies traitées dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale

Plantation d'épinette blanche					
Modalité d'éclaircie	%	ha			
	Prélèvement surface terrière maximale visé	Superficie martelée	Superficie non martelée	Autre superficie	Total
Par le bas	40	25	3	0	28
Par le bas à densité variable	40	8	0	0	8
Par le bas avec espacement	40	12	3	0	15
Neutre par dégagement d'arbres élites (200/ha)	40	16	7	0	23
Par le haut	40	0,5	0,5	0	1
Témoin	0	0	0	4	4
Zone tampon	0	0	0	4	4
<b>Total</b>		<b>61,5</b>	<b>13,5</b>	<b>8</b>	<b>83</b>

Plantation d'épinette noire					
Modalité d'éclaircie	%	ha			
	Prélèvement surface terrière maximale visé	Superficie martelée	Superficie non martelée	Autre superficie	Total
Par le bas	40	17	21	0	38
Neutre par dégagement d'arbres élites (300/ha)	40	22	22	0	44
Témoin	0	0	0	4	4
<b>Total</b>		<b>39</b>	<b>43</b>	<b>4</b>	<b>86</b>

## RÉCOLTE EN FORÊT

Les travaux de récolte se sont déroulés de novembre 2012 à mars 2013 et ont eu lieu principalement dans des conditions hivernales avec les contraintes opérationnelles qui s'y rattachent. Dans la plantation d'épinette blanche, une abatteuse-façonneuse John Deere 1070D a été utilisée et le transport du bois de la forêt jusqu'au chemin de camionnage a été réalisé par un porteur Rottné (modèle *Rapid*). Dans la plantation d'épinette noire, une abatteuse-façonneuse Neuson 11002 HV a réalisé la récolte et était accompagnée d'un porteur Turboforest. Dans cette même plantation, l'abatteuse-façonneuse John Deere 1070D a également été utilisée vers la fin des travaux. Les caractéristiques de la machinerie sont présentées dans le Tableau 3. Il est important de mentionner

que les normes de façonnage étaient identiques dans toutes les modalités d'éclaircie et dans les deux types de plantation.

**Tableau 3 - Caractéristiques de la machinerie utilisée dans les expérimentations**

<b>Abatteuse-façonneuse</b>	<b>Neuson 11002 HV</b>	<b>John Deere 1070D</b>
Type de traction	chenilles	6 roues motrices
Puissance (kW)	75	136
Largeur	2,4 mètres	2,8 mètres
Longueur	3,4 mètres	6,3 mètres
Poids	11 600 kg	15 550 kg
Portée du mât	9,1 mètres	10 mètres
Taux horaire	145,23 \$/HMP	153,25 \$/HMP
<b>Tête d'abattage</b>	<b>Logmax 3000</b>	<b>Waratah (H412)</b>
Poids	525 kg	870 kg
Capacité coupe	50 cm	60 cm
<b>Porteur associé</b>	<b>Turboforest</b>	<b>Rottne</b>
Type de traction	6 roues motrices	6 roues motrices
Largeur	2,4 mètres	3,3 mètres
Capacité du panier	≈ 5 m <sup>3</sup> s	13 500 kg (≈ 15 m <sup>3</sup> s)
Taux horaire	-	121,46 \$/HMP

## ÉVALUATION DES COÛTS DE RÉCOLTE

Dans le but de comparer les coûts de récolte entre les modalités d'éclaircie, une étude de productivité des opérations de récolte et de débardage a été confiée à FPInnovations. Des études chronométriques combinées à des mesurages détaillés des produits leur ont permis de calculer la productivité de chaque abatteuse-façonneuse ainsi que du porteur Rottne. Nous avons pris la décision de n'étudier que le porteur Rottne avec les budgets dont nous disposions, car il est fréquemment utilisé dans la région contrairement au porteur Turboforest dont l'utilisation est marginale en forêt publique. Pour chaque modalité d'éclaircie, les abatteuses-façonneuses ont été observées pendant environ quatre heures-machines productives (300 à 400 cycles-tiges). Le cycle de travail des abatteuses-façonneuses a été décomposé en différents éléments : déplacement, débroussaillage, positionnement de la tête, abattage, façonnage, manipulation des billes/déchets et les délais opérationnels. Le dénombrement des tiges et des billes-produits a été réalisé pour chaque cycle. Le mesurage d'un échantillon de billes-produits pris aléatoirement a complété l'observation de productivité (Gaudreau 2013). En ce qui concerne le porteur, sa productivité a été mesurée par chronométrage détaillé de 10 cycles complets (déplacements à vide, en charge ou en cours de chargement, chargement, déchargement et délais opérationnels) dans quelques types de traitement.

Les dénombrements des billes-produits, des points de chargement et des actions du grappin se sont ajoutés au mesurage pour le calcul de la productivité. Des dispositions ont été tenues pour s'assurer que les cycles de porteur observés impliquaient des charges complètes (Gaudreau 2013).

Les données récoltées ont permis de calculer la productivité, exprimée en mètre cube (m<sup>3</sup>) par heure-machine productive (HMP), pour chaque abatteuse-façonneuse et pour le porteur. À partir du taux horaire (\$/HMP), établi par FPInnovations, il a été possible de calculer le coût de récolte et de débardage par m<sup>3</sup> pour chaque machine utilisée.

## TEST DE SCIAGE

Afin d'obtenir des résultats sur le panier de produits issu des billes récoltées dans les différentes modalités d'éclaircie, nous avons procédé à un test de sciage en usine qui s'est déroulé en deux étapes. La première consistait à sélectionner aléatoirement des billes provenant uniquement de l'éclaircie (aucune bille issue des sentiers de débardage n'a été utilisée pour le test de sciage), dans des blocs martelés choisis aléatoirement, pour chaque modalité d'éclaircie. Au total, 769 billes ont été sélectionnées, identifiées et transportées en usine (Tableau 4).

La deuxième étape consistait à procéder au débitage des billes en usine. Chacun des lots de billes, correspondant à une modalité d'éclaircie, a été scié séparément. Pour chaque lot, les billes ont été déposées dans le bassin de trempage, écorcées et accumulées. Une ligne de débitage des bois destinés au sciage a été utilisée. Cette ligne de débitage pouvait accueillir les billes d'un diamètre maximal au fin bout de 16 cm. Les billes correspondant à ces diamètres ont été passées dans un lecteur optique, enregistrées en format deux axes dans le logiciel Optitek pour ensuite être sciées. Les données d'Optitek ont permis d'obtenir les volumes des différents produits du sciage ainsi que les volumes de sciures et de copeaux pour chacun des lots de billes. Il est à noter que les billes ont été tronçonnées à la longueur standard, soit 8 pieds.

**Tableau 4 - Répartition des billes sélectionnées pour le test de sciage en usine dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale**

Modalités d'éclaircie	Nombre de billes		Total
	Plantation d'épinette blanche	Plantation d'épinette noire	
Par le bas	137 (4) <sup>1</sup>	265 (4)	402 (8)
Par le bas avec espacement	78 (9)	Ne s'applique pas	78 (9)
Neutre par dégagement d'arbres élites	65 (9)	182 (16)	247 (25)
	<b>Total</b>		<b>727 (42)</b>

<sup>1</sup> Les chiffres entre parenthèses représentent les billes trop grosses pour la ligne de sciage utilisée lors du test. Ces billes n'ont pas été sciées, mais font partie des résultats.

Au total, 42 billes, ayant un diamètre plus gros que 16 cm au fin bout, ont été rejetées et n'ont donc pas été passées au lecteur optique (Tableau 4), mais elles ont été mesurées manuellement. Nous avons mesuré le diamètre sur deux axes perpendiculaires au fin bout et au gros bout, la longueur ainsi que la courbure maximale sur ces billes. Ces données ont permis de trouver, pour chacune des billes rejetées, une bille correspondante dans la banque de billes de FPIInnovations. Ces billes ont été simulées dans le logiciel Optitek avec un modèle d'usine correspondant à celui du test de sciage pour obtenir le panier de produits.

Les compilations du test de sciage et de la simulation pour les billes rejetées lors du test de sciage ont permis d'obtenir, pour chaque modalité d'éclaircie, le volume de produits par bille, la quantité de sciures, la quantité de copeaux et le nombre de pieds mesure de planche (pmp) par type de produits de sciage. Le rendement matière, correspondant au nombre de m<sup>3</sup> nécessaire pour produire 1 000 pmp de sciage, a ensuite été calculé pour chaque modalité d'éclaircie.

## COMPARAISONS ENTRE LES MODALITÉS D'ÉCLAIRCIE

Globalement, les données d'inventaire avant et après les éclaircies, le test de sciage en usine ainsi que l'étude temps et mouvement des opérations de récolte nous ont permis de comparer les résultats pour des variables dendrométriques et économiques entre les différentes modalités d'éclaircie commerciale (Tableau 5). Pour l'estimation de la hauteur moyenne, nous avons utilisé les formules de Fortin et al. (2009) pour le sapin baumier, le peuplier faux-tremble et le bouleau à papier et nous avons utilisé les formules élaborées par Prégent et al. (1996) pour l'épinette noire et Prégent (2010) pour l'épinette blanche. Pour le calcul du volume moyen par tige nous avons utilisé le tarif de cubage élaboré par Fortin et al. (2007) pour le sapin baumier et le tarif de cubage élaboré par Prégent et al. (1996) pour l'épinette noire et Prégent (2010) pour l'épinette blanche.

**Tableau 5 - Variables dendrométriques et économiques comparées entre les modalités d'éclaircie commerciale**

Variable dendrométrique	Variable économique
Structure diamétrale	Valeur du peuplement résiduel
DHP moyen quadratique	Qualité des tiges
Hauteur moyenne	Proportion de sciage, sciures et copeaux
Volume moyen par tige	Rendement matière en sciage
Densité du peuplement	Diamètre au fin bout des tiges récoltées
Surface terrière du peuplement	Proportion des différents produits du sciage
Volume total du peuplement	Coût de récolte

## **RÉSULTATS**

---

### **CARACTÉRISTIQUES DENDROMÉTRIQUES AVANT ET APRÈS LES ÉCLAIRCIES**

Il est important de préciser que les résultats après les éclaircies incluent les sentiers de débardage. Dans la plantation d'épinette blanche, les sentiers représentent un prélèvement moyen de 17 % de la surface terrière alors que dans la plantation d'épinette noire, ceux-ci correspondent à 12 % de la surface terrière.

La comparaison des structures diamétrales avant et après le traitement permet de constater les différences dans le prélèvement des tiges entre les modalités d'éclaircie commerciale dans la plantation d'épinette blanche et celle d'épinette noire :

- l'éclaircie par le bas récolte les tiges de petits diamètres, principalement de 10 et de 12 cm (Figures 4 et 5).
- l'éclaircie par le bas avec espacement vise la récolte d'une tige sur trois (celle de moindre qualité), peu importe le diamètre. Il s'ensuit une récolte plus importante de tiges de plus gros diamètres (14 cm et plus) que dans l'éclaircie par le bas (Figure 4).
- l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites vise la récolte de deux compétiteurs pour chaque arbre élite. Cela se traduit en une récolte de tiges dans toutes les classes de diamètre, mais avec davantage de récolte dans les plus grosses tiges (Figures 4 et 5). Le type de prélèvement dans cette éclaircie s'apparente à celui de l'éclaircie par le bas avec espacement, mais avec une plus forte intensité dans les classes de DHP supérieures à la moyenne.
- l'éclaircie par le bas à densité variable est une éclaircie par le bas avec la présence de trouées et de zones non traitées. La récolte est donc axée vers les petites tiges, mais la présence de trouées fait en sorte que des tiges de plus gros diamètres sont récoltées (Figure 4).
- l'éclaircie par le haut concentre la récolte sur les tiges codominantes et dominantes du peuplement afin de dégager des tiges dominantes. On observe donc qu'une partie de la récolte s'est faite dans les tiges de plus gros diamètres (Figure 4).

De façon générale, dans les éclaircies sans martelage, on remarque que davantage de grosses tiges ont été récoltées par rapport aux éclaircies avec martelage (Figures 4 et 5).

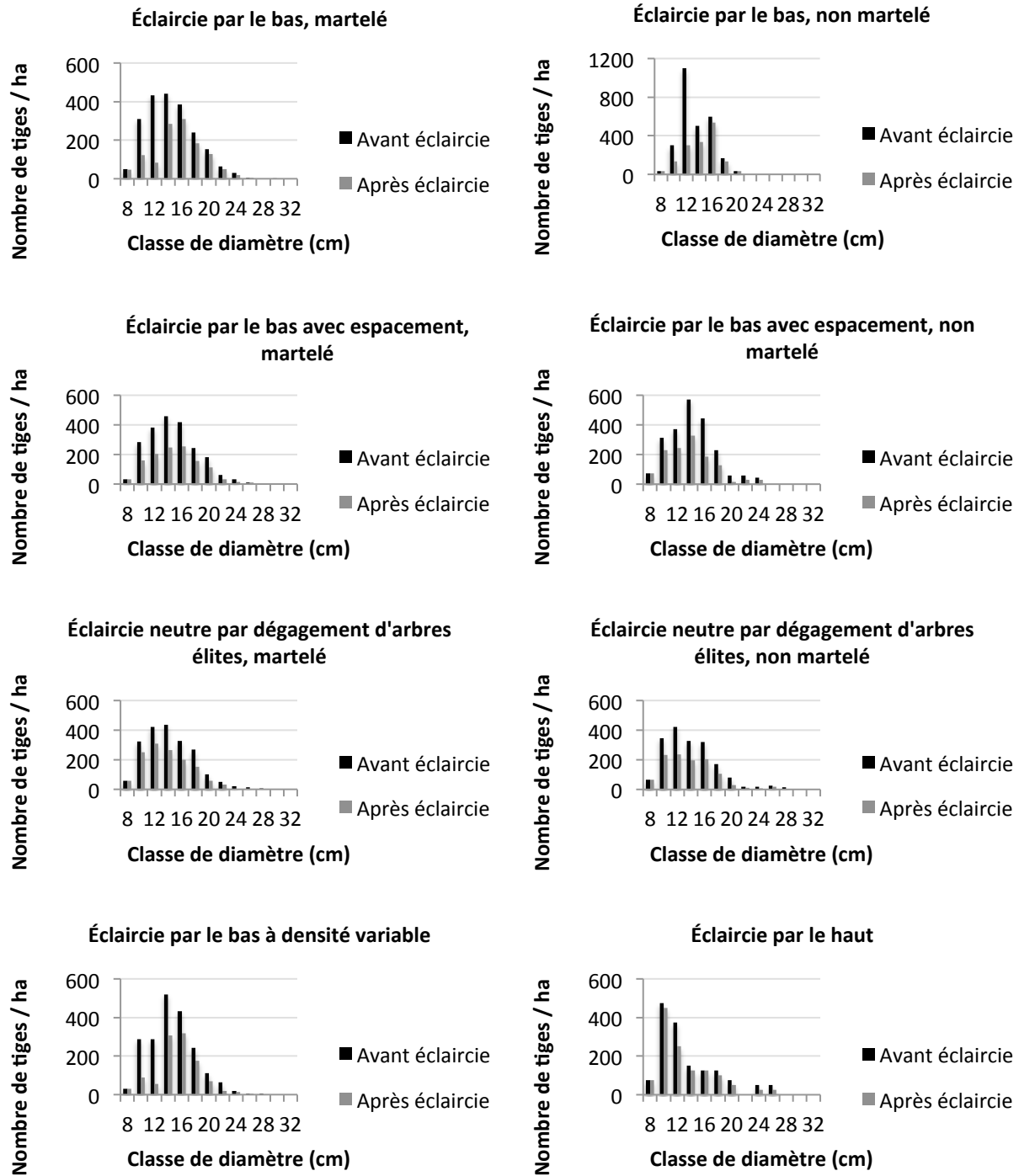
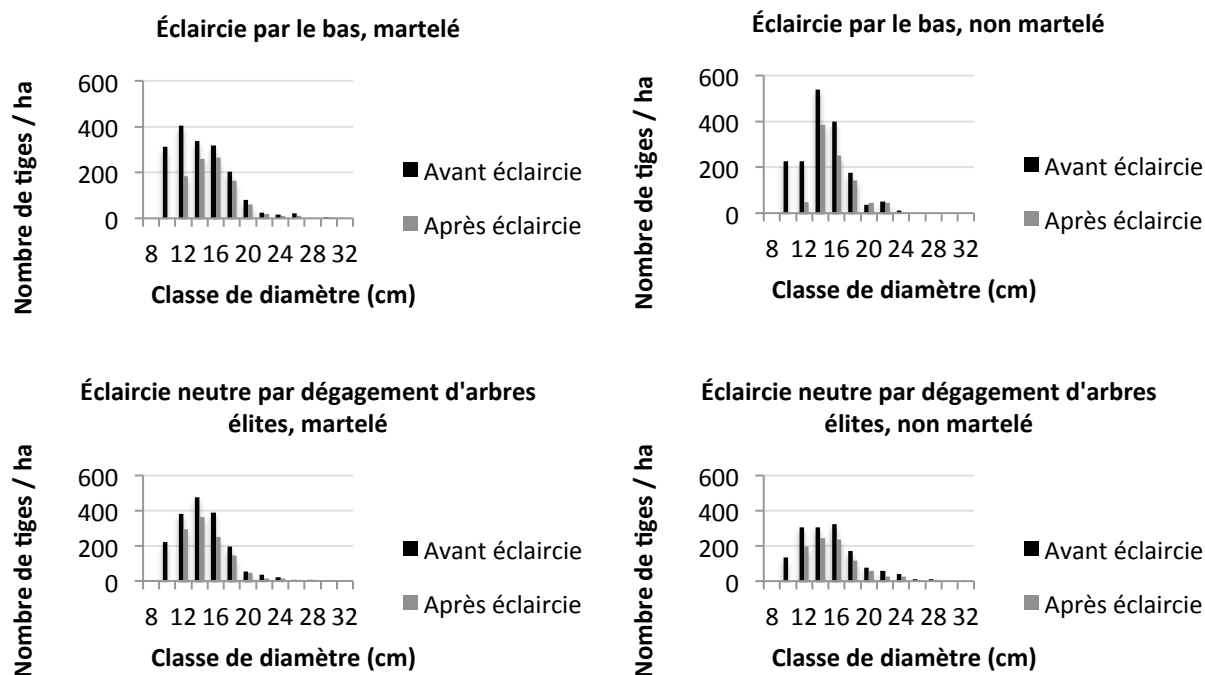


Figure 4 - Structure diamétrale des arbres avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche



**Figure 5 - Structure diamétrale des arbres avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire**

La comparaison des différentes caractéristiques dendrométriques entre les modalités d'éclaircie commerciale permet de constater que le DHP (1,30 mètre au-dessus du sol) moyen quadratique augmente à la suite du traitement dans l'éclaircie par le bas d'environ 7 % alors que dans les autres modalités d'éclaircie, il se maintient ou diminue légèrement (Figures 6 et 7). Les différences observées sont attribuables à la sélection des tiges propre à chaque modalité d'éclaircie et à la priorité de récolte appliquée au sapin. Comme l'éclaircie par le bas vise le prélèvement des petites tiges, principalement de 10 et de 12 cm; il est donc normal que l'on observe une augmentation du DHP moyen à la suite du traitement. L'éclaircie par le bas avec espacement, qui vise la récolte d'une tige sur trois, amène la récolte de tiges de plus gros diamètres que dans l'éclaircie par le bas de telle sorte que cela a peu d'effet sur la moyenne du DHP. Dans l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites, la récolte des deux plus gros compétiteurs (majoritairement le sapin) pour chaque arbre élite fait en sorte que de plus grosses tiges sont récoltées dans ce traitement, ce qui amène une légère diminution du DHP moyen quadratique. L'éclaircie par le bas à densité variable est une éclaircie par le bas avec la présence de trouées, il est donc normal d'y voir une légère augmentation du DHP moyen. Finalement, l'éclaircie par le haut prélève les tiges dominantes et codominantes uniformément sur la surface traitée afin de dégager des tiges dominantes. La récolte de grosses tiges explique la légère diminution du DHP moyen quadratique. Hormis pour l'éclaircie par le bas avec espacement, le fait de marteler ou non amène des résultats similaires quant aux changements dans le DHP moyen quadratique après le traitement, peu importe l'origine de la plantation (Figures 6 et 7).

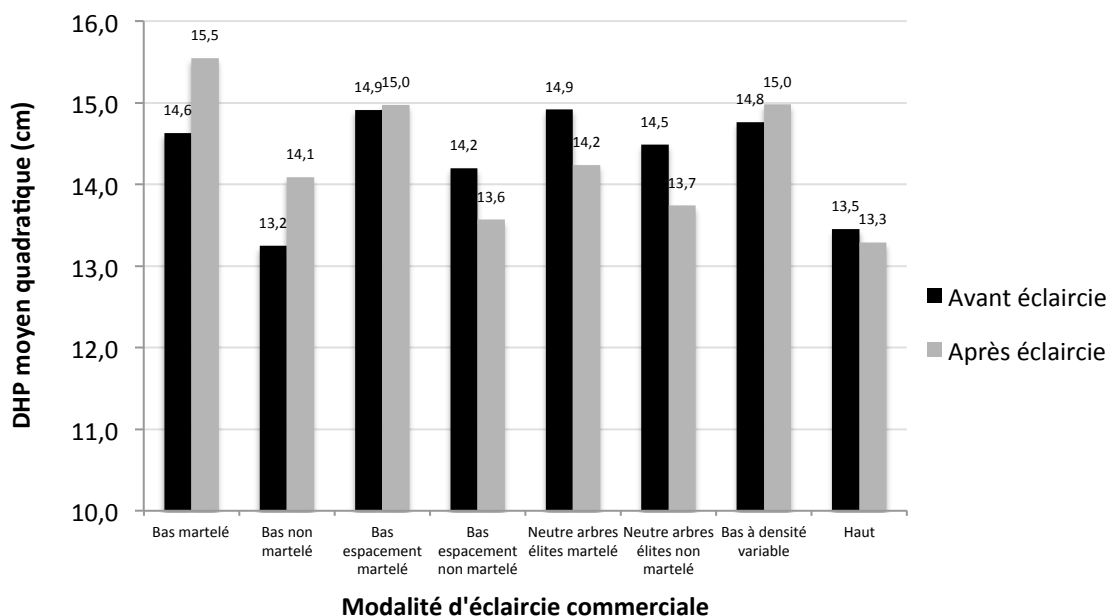


Figure 6 - DHP moyen quadratique avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche

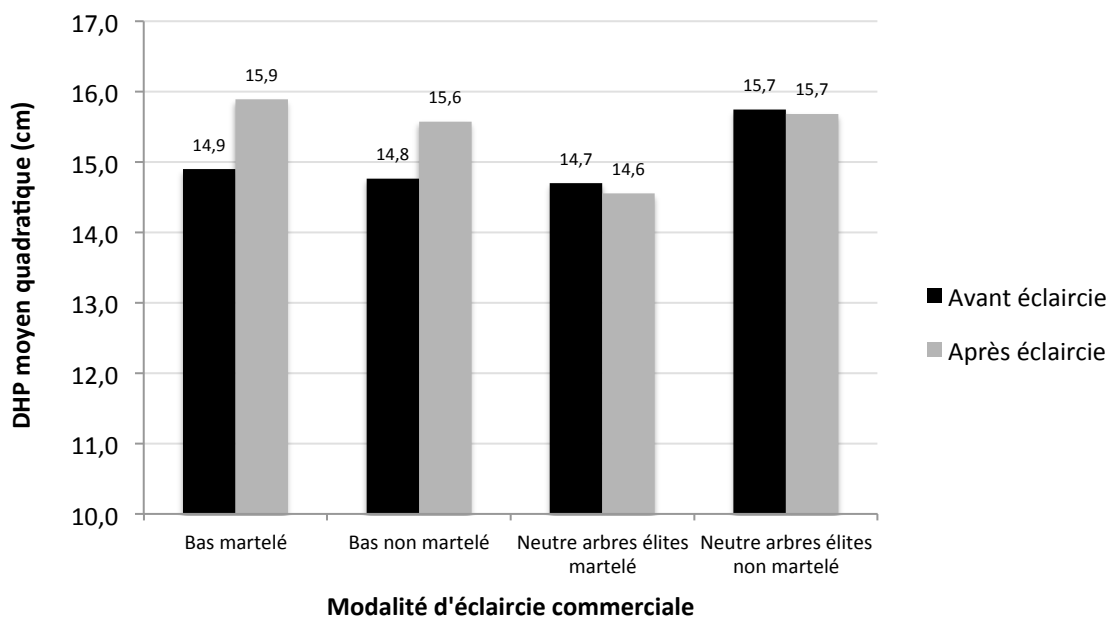
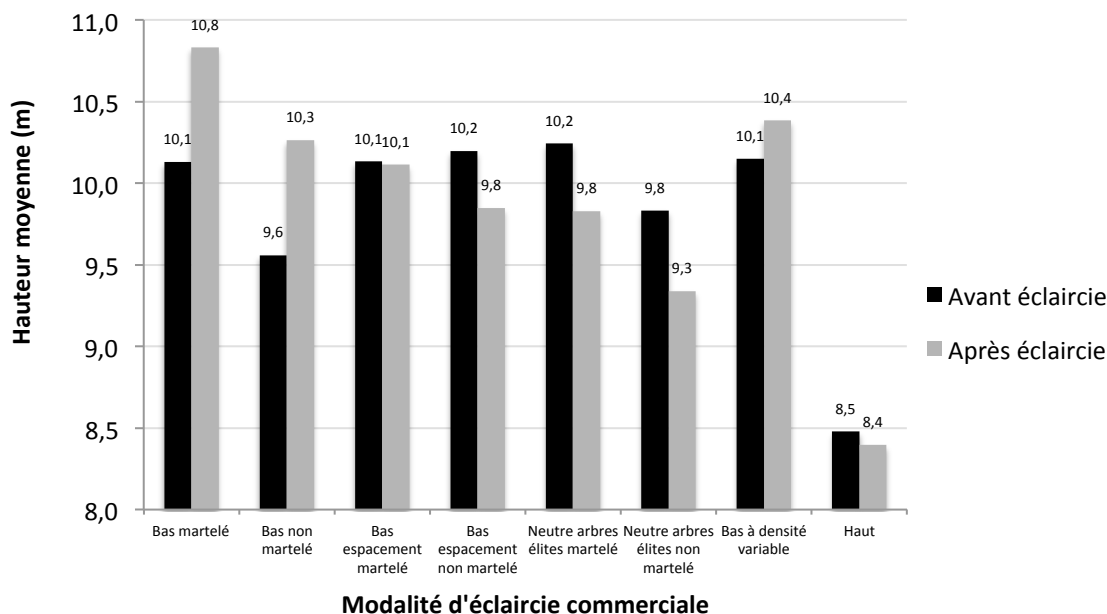


Figure 7 - DHP moyen quadratique avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire

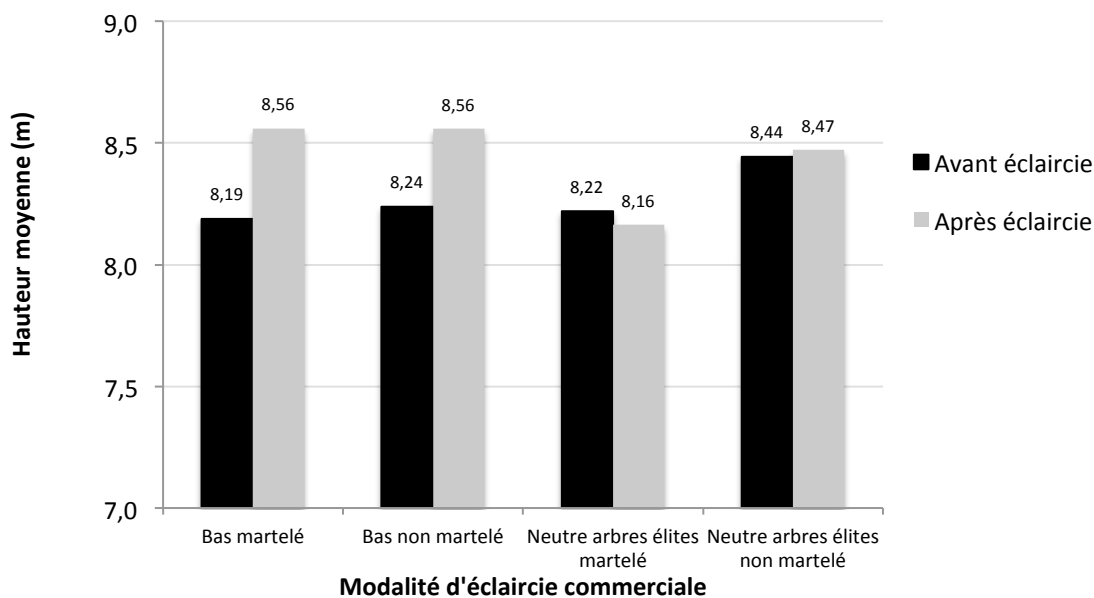
Globalement, la hauteur des tiges est supérieure dans la plantation d'épinette blanche par rapport à celles de la plantation d'épinette noire. (Figure 8 et 9). On observe une augmentation de la hauteur moyenne dans l'éclaircie par le bas, dans l'éclaircie par le bas à densité variable (éclaircie par le bas



avec trouées) ainsi que dans l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites dans la plantation d'épinette noire. Dans toutes les autres modalités d'éclaircie, la hauteur moyenne diminue légèrement après le traitement (Figures 8 et 9). Cette diminution est toutefois inférieure à 50 cm et parfois inférieure à 10 cm. Les modalités de prélèvement expliquent ces différences comme dans le cas du DHP moyen quadratique.



**Figure 8 - Hauteur moyenne des arbres avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche**



**Figure 9 - Hauteur moyenne des arbres avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire**

En ce qui a trait au volume moyen par tige, les résultats sont similaires à ceux observés pour le DHP moyen quadratique et de la hauteur moyenne (Figures 10 et 11) et les différences entre les éclaircies sont attribuables au type de prélèvement de chaque traitement et à la priorité de récolte appliquée au sapin. Ce résultat est normal puisque le volume d'une tige est directement relié à son diamètre et que le sapin est généralement plus gros que l'épinette.

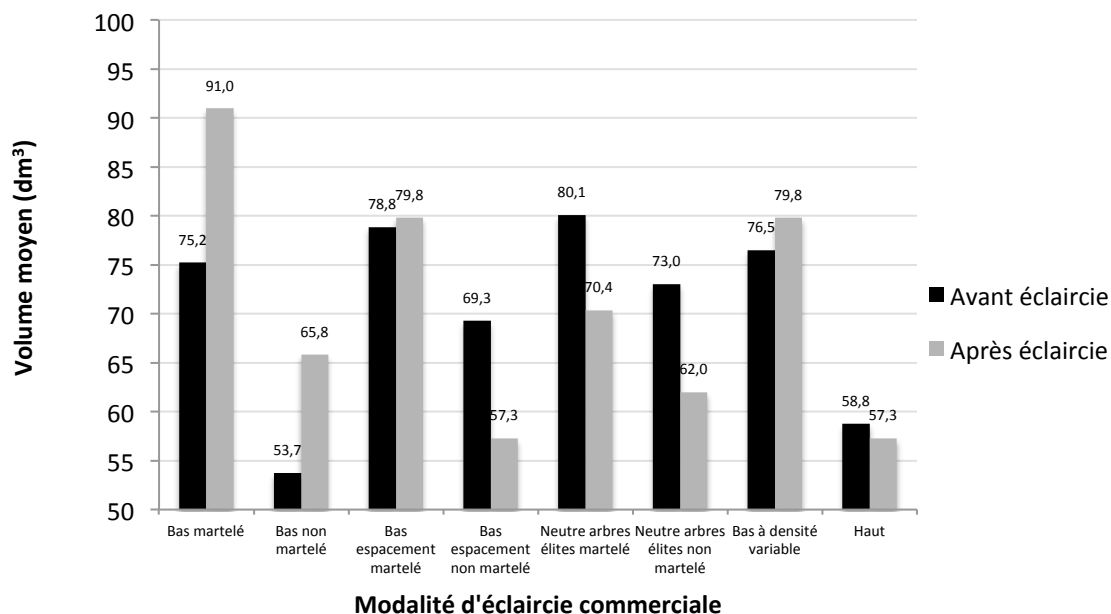
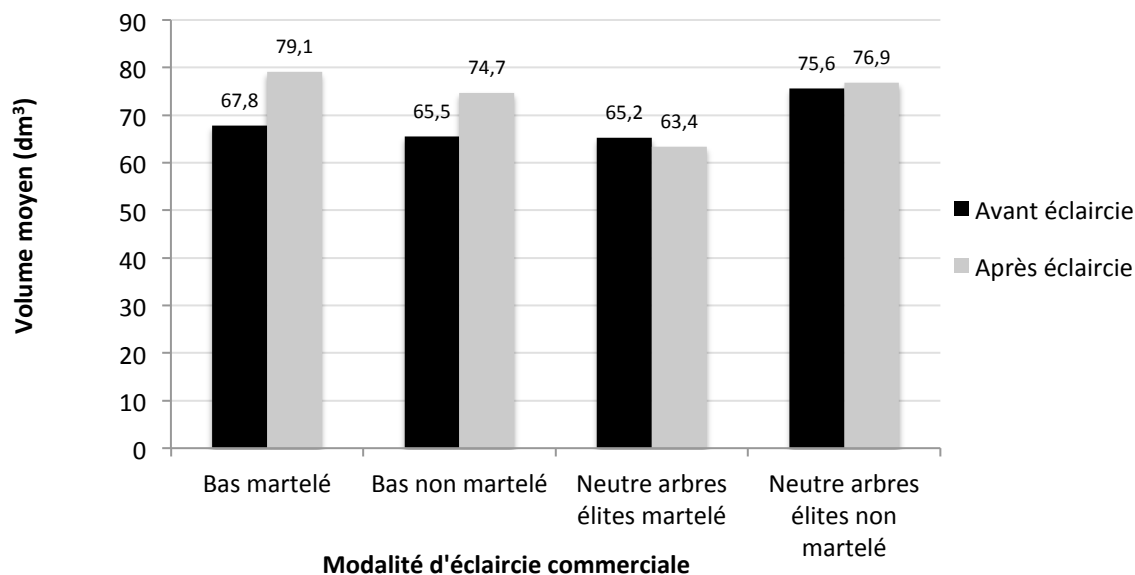


Figure 10 - Volume moyen par tige avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche



**Figure 11 - Volume moyen par tige avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire**

La densité moyenne de tiges se situe autour de 1 200 tiges/ha après les éclaircies dans la plantation d'épinette blanche (Figure 12) et autour de 1 000 tiges/ha dans la plantation d'épinette noire (Figure 13). Les éclaircies par le bas et par le bas à densité variable montrent une plus forte réduction du nombre de tiges, en proportion, que l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites ou l'éclaircie par le haut (Figure 12). On peut également remarquer que le prélèvement a été plus intense dans les parcelles sans martelage par rapport aux parcelles avec martelage pour une même modalité d'éclaircie.

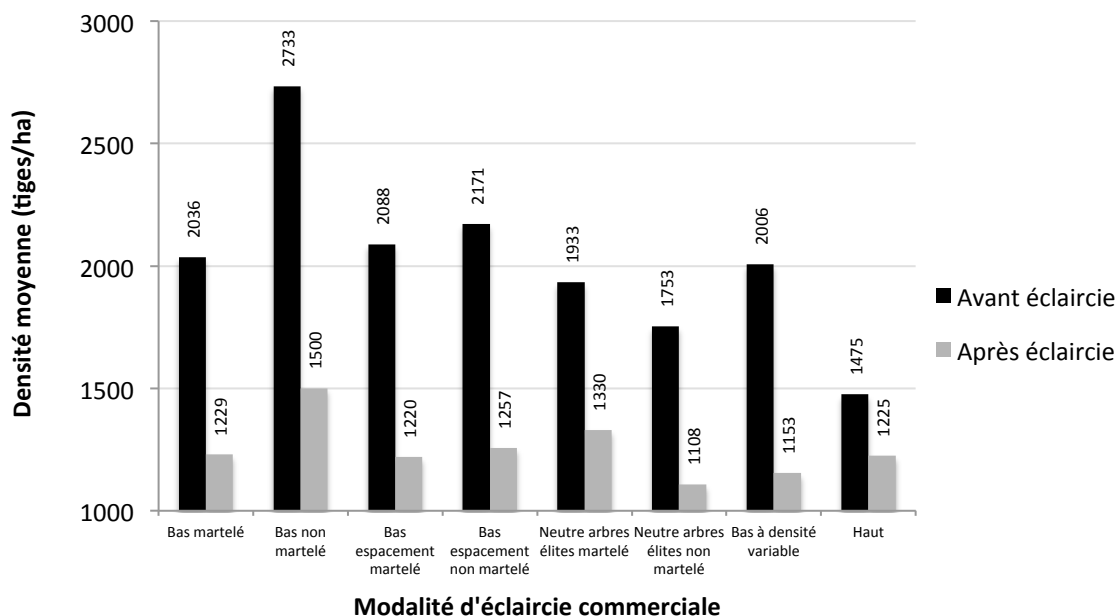


Figure 12 - Densité moyenne du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche

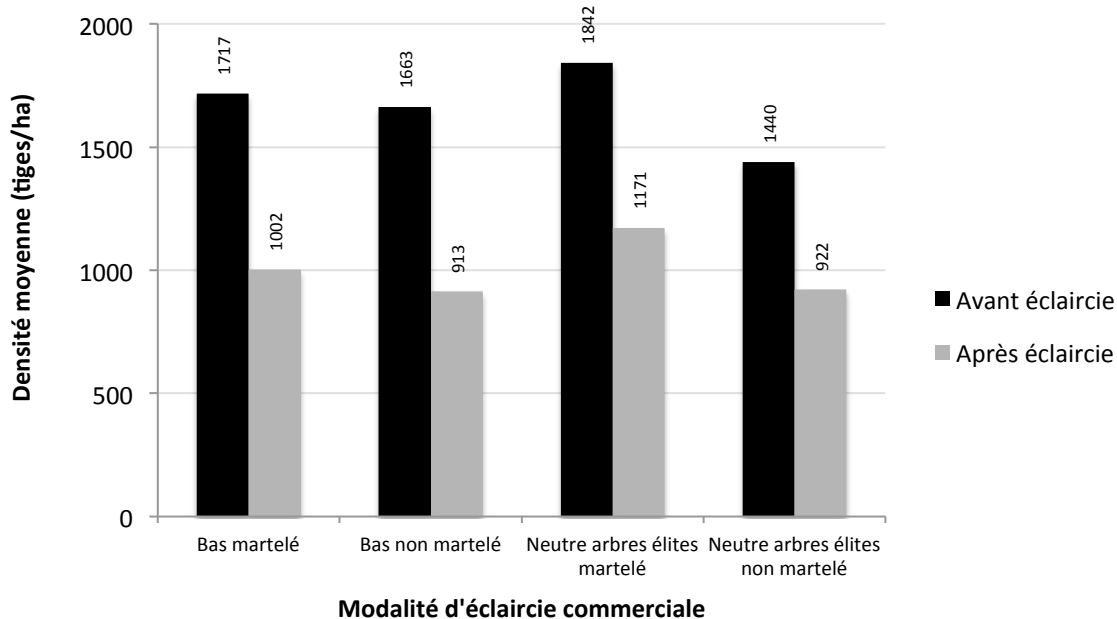


Figure 13 - Densité moyenne du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire

La surface terrière après traitement est plus élevée dans toutes les modalités d'éclaircie par le bas que dans les autres modalités d'éclaircie dans la plantation d'épinette blanche (Figure 14) alors

qu'elle est similaire dans les différentes modalités d'éclaircie dans la plantation d'épinette noire (Figure 15). En proportion, c'est dans l'éclaircie par le bas que la surface terrière a le moins diminué. Bien que plus de tiges aient été récoltées dans l'éclaircie par le bas, celles-ci sont de plus petits diamètres que dans les autres modalités d'éclaircie, ce qui explique une diminution moindre de la surface terrière. De façon générale, on observe une plus forte diminution de la surface terrière dans les parcelles sans martelage (Figures 14 et 15).

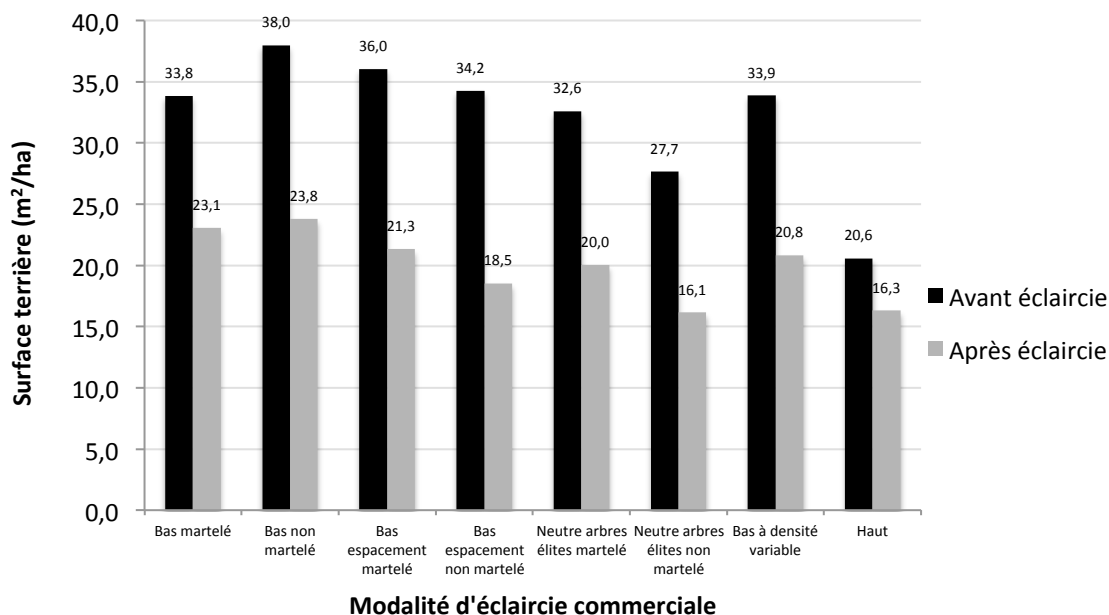


Figure 14 - Surface terrière du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche

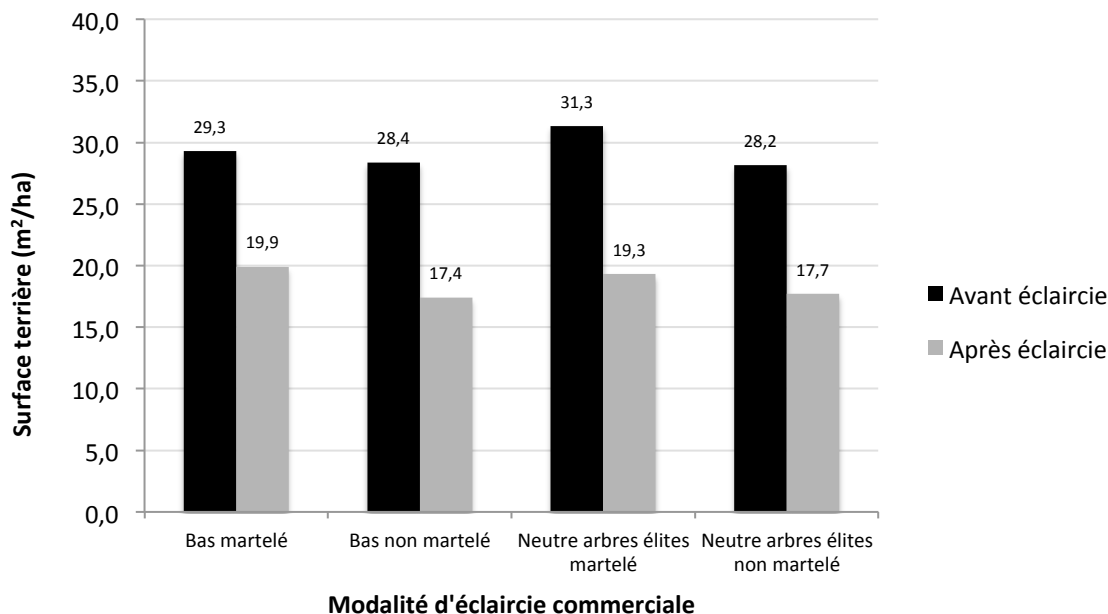


Figure 15 - Surface terrière du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire

Le volume est généralement plus élevé dans la plantation d'épinette blanche. L'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites présente le plus fort prélèvement en volume, en proportion, avec des valeurs qui se rapprochent de l'éclaircie par le bas avec espacement (Figures 16 et 17). La récolte se situe près de 60 m<sup>3</sup>/ha. C'est dans l'éclaircie par le bas que l'on observe les plus faibles prélèvements en volume, tant en valeur absolue qu'en proportion. Dans ce cas, c'est environ 30 m<sup>3</sup>/ha qui ont été récoltés dans la plantation d'épinette noire et plus de 40 m<sup>3</sup>/ha dans la plantation d'épinette blanche. Le prélèvement en volume a été plus élevé dans les parcelles sans martelage que dans les parcelles avec martelage, sauf dans l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites dans la plantation d'épinette noire (Figures 16 et 17).

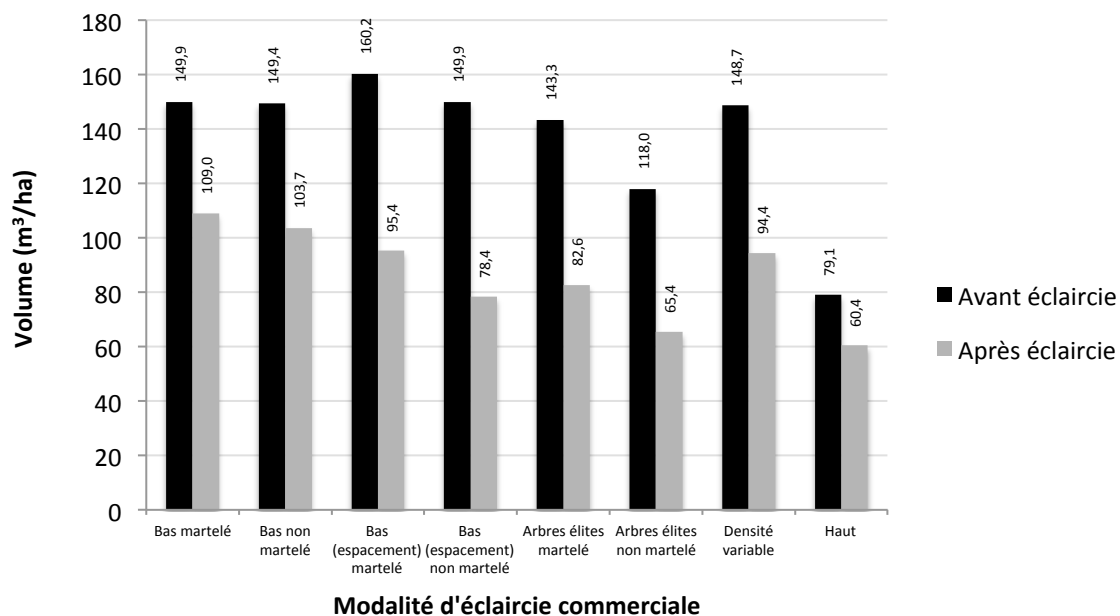


Figure 16 - Volume total du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche

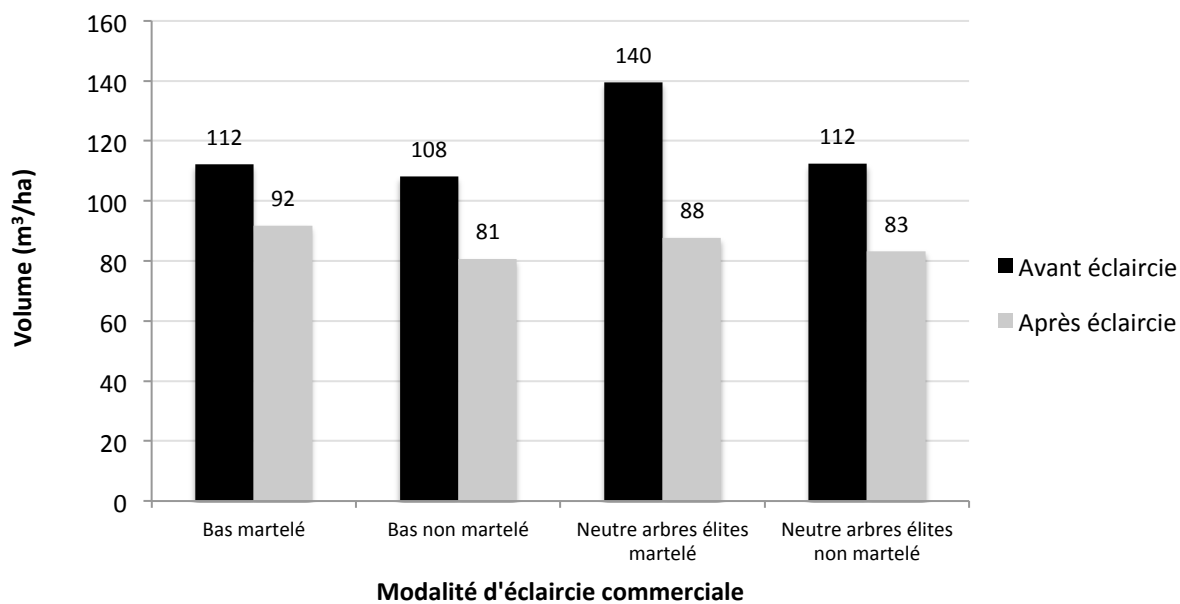
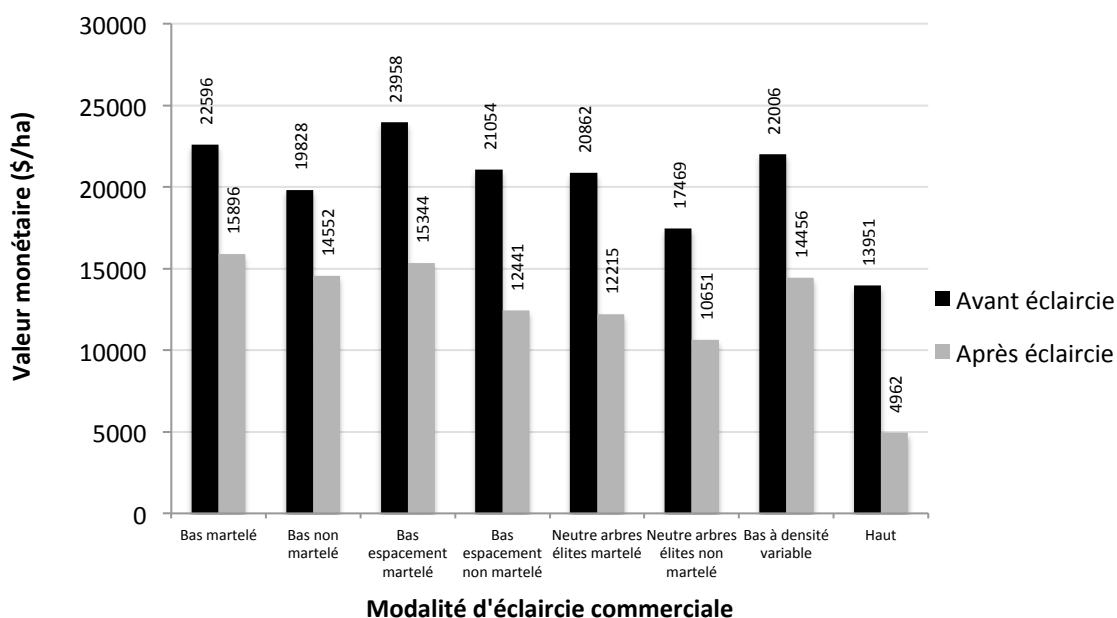


Figure 17 - Volume total du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire

## VALEUR DU PEUPEMENT RÉSIDUEL

L'éclaircie par le bas génère les peuplements après traitement ayant la plus forte valeur (Figures 18 et 19). La récolte équivaut dans ce cas à un peu plus de 30 % de la valeur du peuplement. Dans les autres modalités d'éclaircie, la récolte correspond à environ 40 % de la valeur du peuplement. La récolte de petites tiges de moindre valeur explique ces différences entre l'éclaircie par le bas et les autres modalités d'éclaircie. Les parcelles sans martelage montrent généralement une diminution de la valeur du peuplement plus forte en raison de la récolte plus importante que dans les parcelles avec martelage dans la plantation d'épinette blanche (Figure 18), ce qui n'est pas observé dans la plantation d'épinette noire (Figure 19).

D'autre part, on constate que la qualité globale des peuplements était très bonne au moment de l'éclaircie; la proportion de tiges classées M et S était inférieure à 10 % et celle des tiges classées de qualité 1 était généralement supérieure à 80 %. Par ailleurs, la proportion de tiges de meilleure qualité (R), selon la classification MSCR, augmente dans toutes les modalités d'éclaircie (Figures 20 et 21). C'est dans l'éclaircie par le bas où l'on observe la plus faible proportion des tiges de moindre qualité (M et S) après traitement (Figures 20 et 21). Si on utilise la classification des tiges développée par FPInnovations (Annexe 1), on remarque un maintien ou une légère augmentation de la qualité des tiges après traitement dans la plupart des modalités d'éclaircie, sauf dans l'éclaircie par le bas sans martelage dans la plantation d'épinette blanche où la proportion de tiges de qualité 1 a diminué (Figures 22 et 23). Dans cette même plantation, la proportion de tiges de qualité 1 a légèrement diminué après l'éclaircie par le haut (Figure 22).



**Figure 18 - Valeur monétaire du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche**



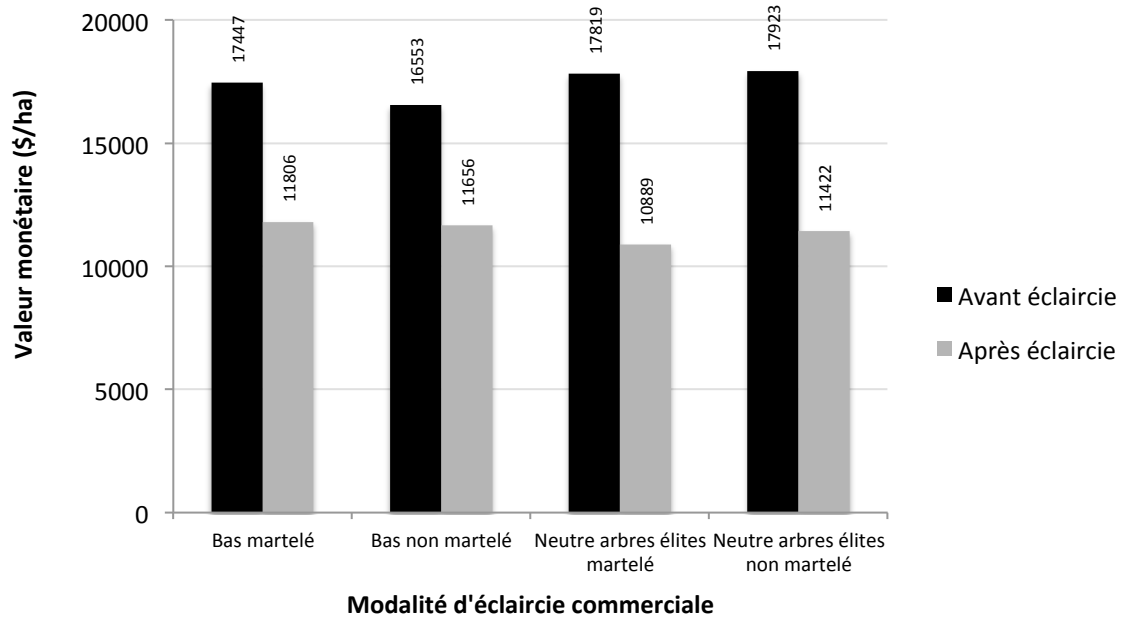


Figure 19 - Valeur monétaire du peuplement avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire

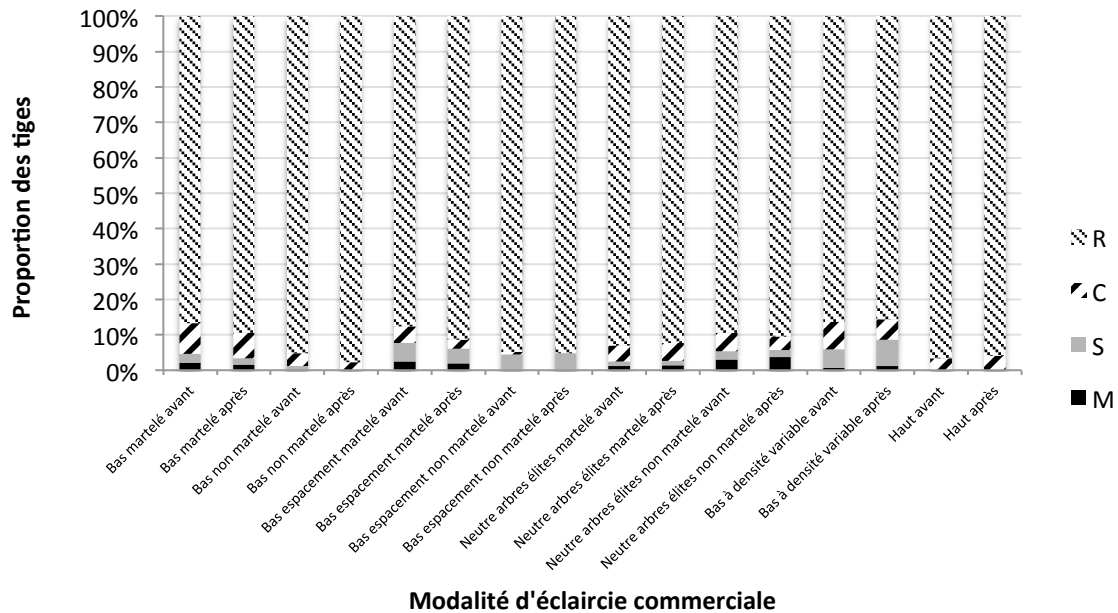


Figure 20 - Qualité des tiges, selon la classification MSCR, avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche

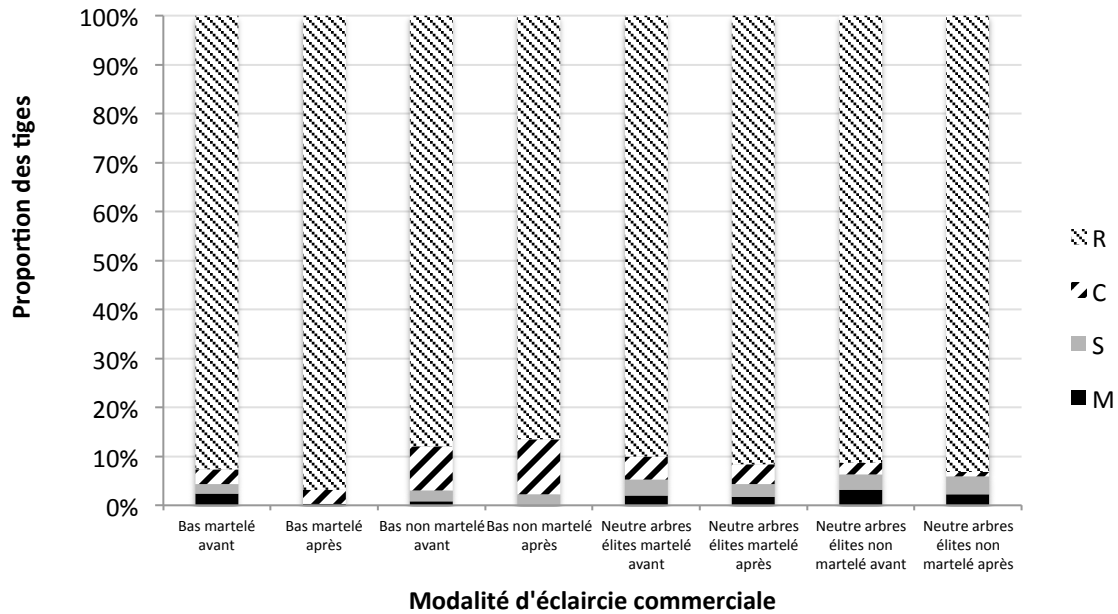


Figure 21 - Qualité des tiges, selon la classification MSCR, avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire

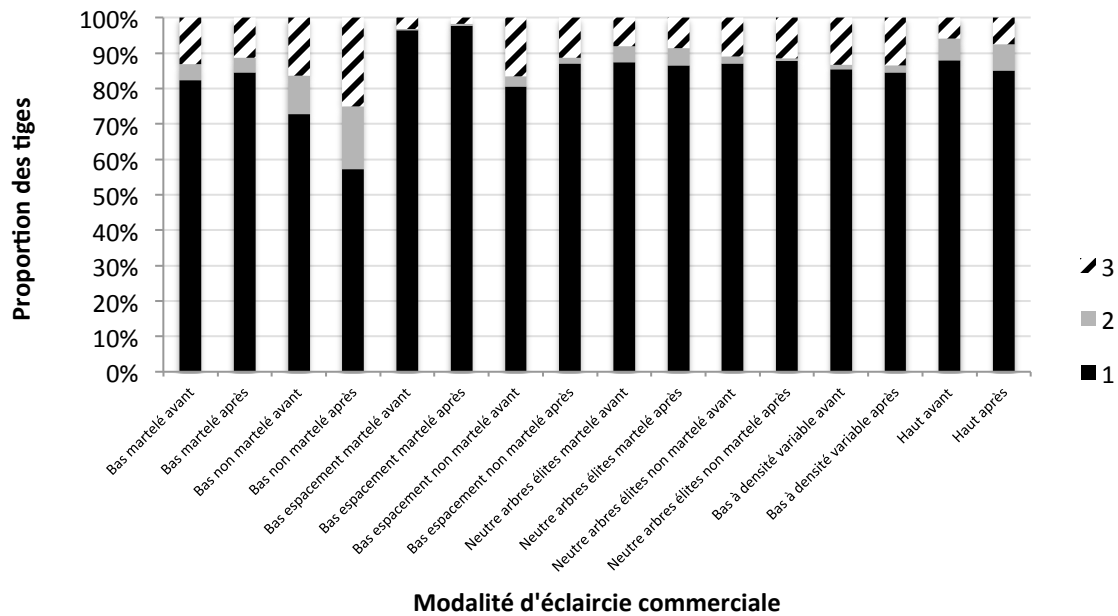
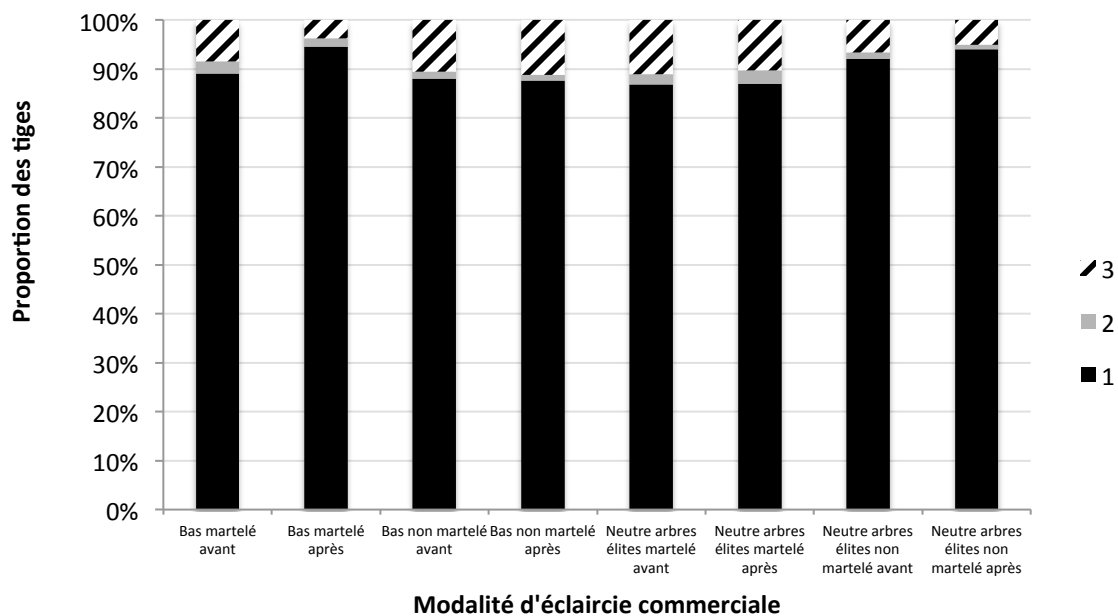


Figure 22 - Qualité des tiges avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette blanche



**Figure 23 - Qualité des tiges avant et après les éclaircies dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans la plantation d'épinette noire**

On retrouve au Tableau 6 une synthèse des valeurs des variables mesurées avant et après le traitement pour les différentes modalités d'éclaircie commerciale.



*Comparaison des caractéristiques dendrométriques, du panier de produits et des coûts d'opération de différentes modalités d'éclaircie commerciale mécanisée en plantation dans le Bas-Saint-Laurent*

**Tableau 6 - Valeurs avant et après le traitement des variables mesurées dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans les plantations d'épinette blanche et d'épinette noire**

Modalité d'éclaircie	DHP moyen quadratique (cm)			Hauteur moyenne (m)			Volume moyen par tige (dm <sup>3</sup> )			Densité moyenne (tiges/ha)			Surface terrière moyenne (m <sup>2</sup> /ha)			Volume moyen (m <sup>3</sup> /ha)			Valeur résiduelle moyenne (\$/ha)			
	Av. <sup>1</sup>	Ap. <sup>2</sup>	Var. <sup>3</sup>	Av.	Ap.	Var.	Av.	Ap.	Var.	Av.	Ap.	Var.	Av.	Ap.	Var.	Av.	Ap.	Var.	Av.	Ap.	Var.	
Épinette blanche	Bas martelé	14,6	15,5	+6 %	10,1	10,8	+7 %	75	91	+21 %	2036	1 229	-40 %	33,8	23,1	-32 %	150	109	-27 %	22 596	15 896	-30 %
	Bas non martelé	13,2	14,1	+7 %	9,6	10,3	+7 %	54	66	+22 %	2 733	1 500	-45 %	38,0	23,8	-37 %	149	104	-30 %	19 828	14 552	-27 %
	Bas espacement martelé	14,9	15,0	+1 %	10,1	10,1	0 %	79	80	+1 %	2 088	1 220	-42 %	36,0	21,3	-41 %	160	95	-41 %	23 958	15 344	-36 %
	Bas espacement non martelé	14,2	13,6	-4 %	10,2	9,8	-4 %	69	57	-17 %	2 171	1 257	-42 %	34,2	18,5	-46 %	150	78	-48 %	21 054	12 441	-41 %
	Neutre arbre élite martelé	14,9	14,2	-5 %	10,2	9,8	-4 %	80	70	-12 %	1 933	1 330	-31 %	32,6	20,0	-39 %	143	83	-42 %	20 862	12 215	-41 %
	Neutre arbre élite non martelé	14,5	13,7	-6 %	9,8	9,3	-5 %	73	62	-15 %	1 753	1 108	-37 %	27,7	16,1	-42 %	118	65	-45 %	17 469	10 651	-39 %
	Bas à densité variable	14,8	15,0	+1 %	10,1	10,4	+3 %	77	80	+4 %	2 006	1 153	-43 %	33,9	20,8	-39 %	149	94	-37 %	22 006	14 456	-34 %
	Haut	13,5	13,3	-1 %	8,5	8,4	-1 %	59	57	-3 %	1 475	1 225	-17 %	20,6	16,3	-21 %	79	60	-24 %	13 951	4 962	-64 %
Épinette noire	Bas martelé	14,9	15,9	+7 %	8,19	8,56	+4,5 %	67,8	79,1	+17 %	1 717	1 002	-42 %	29,3	19,9	-32 %	112	92	-18 %	17 447	11 806	-32 %
	Bas non martelé	14,8	15,6	+5 %	8,24	8,56	+3,9 %	65,5	74,7	+14 %	1 663	913	-45 %	28,4	17,4	-39 %	108	81	-25 %	16 553	11 656	-30 %
	Neutre arbre élite martelé	14,7	14,6	-1 %	8,22	8,16	-1 %	65,2	63,4	-3 %	1 842	1 171	-36 %	31,3	19,3	-38 %	140	88	-37 %	17 819	10 889	-39 %
	Neutre arbre élite non martelé	15,7	15,7	0 %	8,44	8,47	+0,1 %	75,6	76,9	+1,7 %	1 440	922	-36 %	28,2	17,7	-37 %	112	83	-26 %	17 923	11 422	-36 %

<sup>1</sup> Avant le traitement.

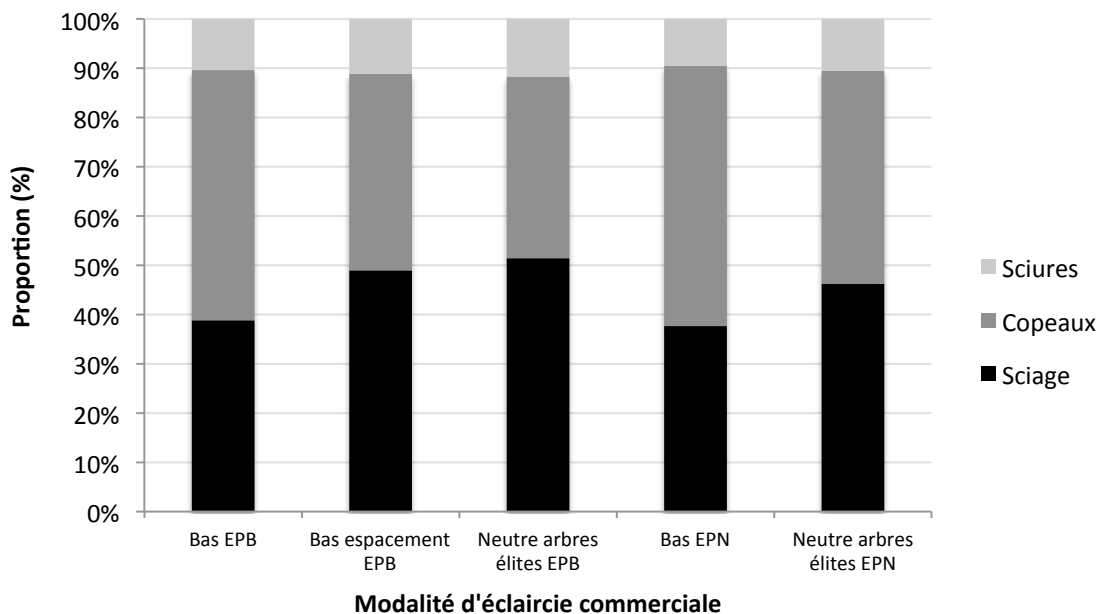
<sup>2</sup> Après le traitement.

<sup>3</sup> Variation en pourcentage de la valeur après le traitement par rapport à la valeur avant le traitement.



## PANIER DE PRODUITS

L'évaluation du panier de produits obtenu à partir des billes récoltées après la première éclaircie permet de constater que l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites génère davantage de sciage que l'éclaircie par le bas; on remarque un écart d'environ 10 % (Figure 24). L'éclaircie par le bas avec espacement se rapproche de l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites. Les billes issues de l'éclaircie par le bas produisent plus de 60 % de copeaux et de sciures. Pour cette raison, on observe que le rendement matière, qui représente le volume de bois nécessaire pour produire une certaine quantité de sciage, est plus élevé dans l'éclaircie par le bas (Figure 25). L'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites présente les meilleurs rendements matières avec des valeurs qui se rapprochent du sciage de bois issus de coupes avec protection de la régénération et des sols (CPRS) dans la plantation d'épinette blanche (Figure 25). Puisque les volumes moyens par tige étaient similaires avant traitement entre les modalités d'éclaircie (Figures 10 et 11), les différences observées dans le panier de produits et le rendement matière s'expliquent par le fait que l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites permet la récolte de plus grosses tiges alors que l'éclaircie par le bas concentre la récolte sur les petites tiges qui contiennent moins de sciage. On peut d'ailleurs l'observer dans la Figure 26 qui montre que le diamètre au fin bout des billes issues de l'éclaircie par le bas est nettement inférieur à celui des billes issues de l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites.



**Figure 24 - Proportions de sciage, de copeaux et de sciures obtenues à la suite des différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans des plantations d'épinette blanche (EPB) et d'épinette noire (EPN)**

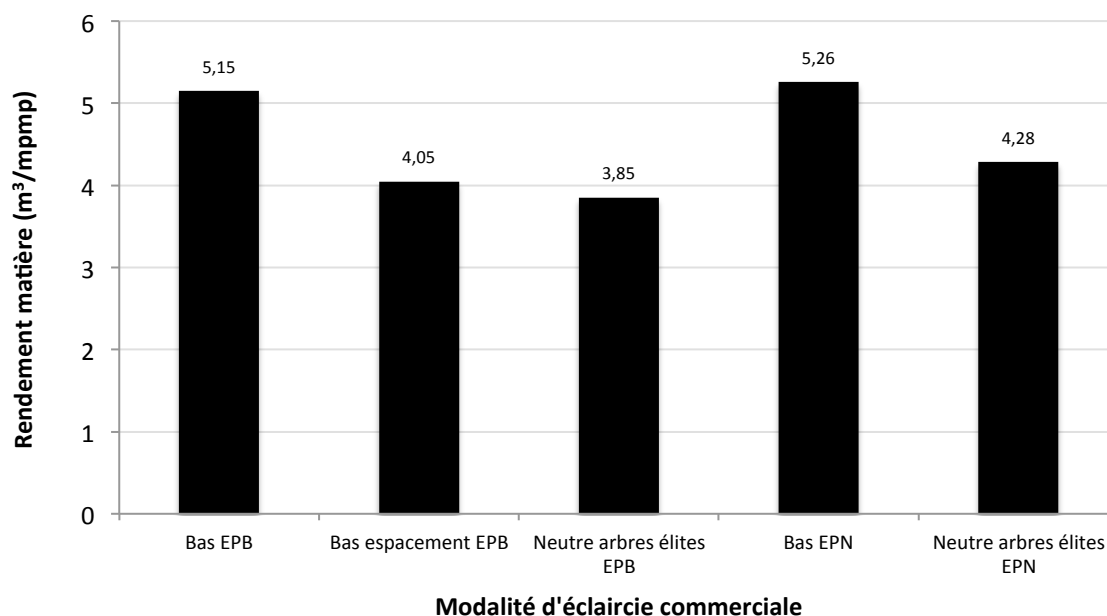


Figure 25 - Rendement matière obtenu à la suite du sciage des bois issus des différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans des plantations d'épinette blanche (EPB) et d'épinette noire (EPN)

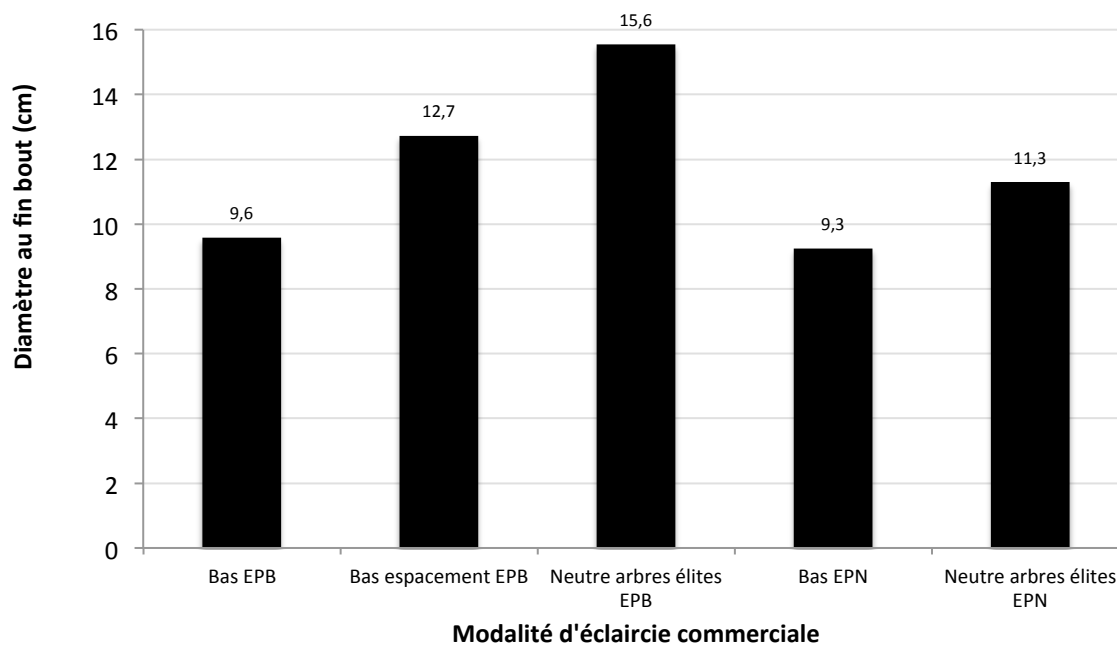
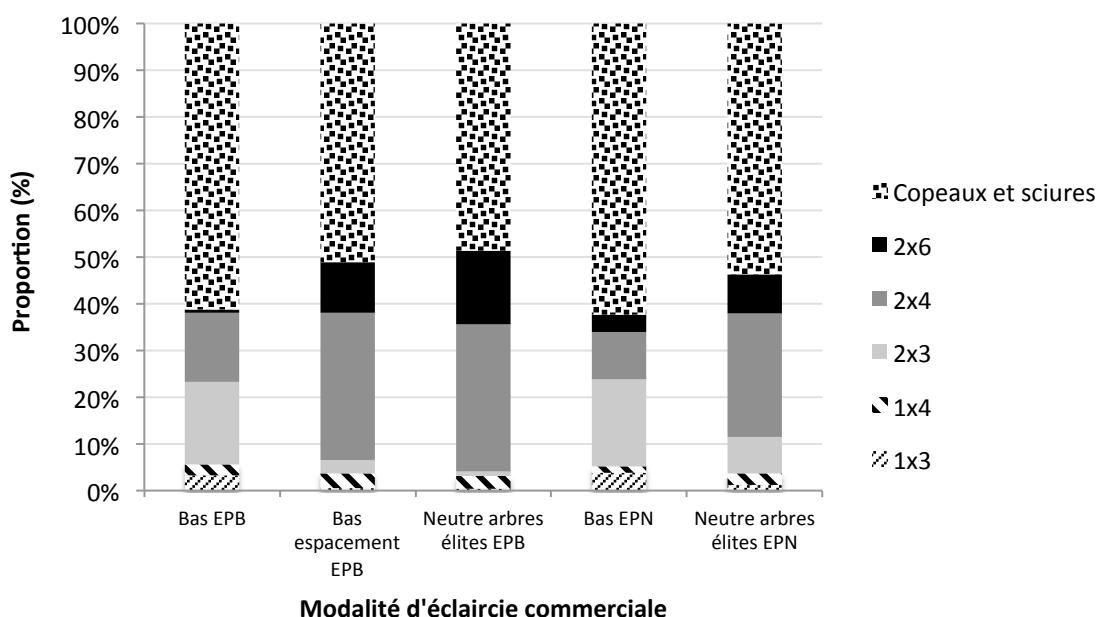


Figure 26 - Diamètre au fin bout moyen des bois issus des différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans des plantations d'épinette blanche (EPB) et d'épinette noire (EPN)



Les différences dans la sélection des tiges à récolter entre les modalités d'éclaircie se répercutent également dans les types de produits du sciage que l'on peut tirer des billes récoltées. Les petites tiges issues de l'éclaircie par le bas produisent très peu de 2x4 et de 2x6, qui sont des produits du sciage de plus grande valeur, comparativement aux autres modalités d'éclaircie (Figure 27). En proportion du volume récolté, l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites produit trois fois plus de 2x4 et de 2x6 que l'éclaircie par le bas. Ainsi, non seulement l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites génère-t-elle plus de sciage, mais également des pièces de plus grande dimension, de telle sorte que le panier de produits issus de cette modalité d'éclaircie est de plus grande valeur que celui issu des tiges récoltées dans l'éclaircie par le bas. On remarque toutefois que l'éclaircie par le bas avec espacement génère un panier de produits plus intéressant que l'éclaircie par le bas et que celui-ci se rapproche de l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites (Figure 27).



**Figure 27 - Types de produits obtenus à la suite du sciage des bois issus des différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans des plantations d'épinette blanche (EPB) et d'épinette noire (EPN)**

## COÛTS DE RÉCOLTE

Dans nos dispositifs expérimentaux, une étude réalisée par FPIinnovations (Gaudreau 2013) démontre que les coûts de récolte (abattage-façonnage et débardage) des bois sont plus élevés dans l'éclaircie par le bas que dans les autres modalités d'éclaircie (Figure 28). Ces résultats s'expliquent par la productivité (m<sup>3</sup> par heure-machine productive) de la multifonctionnelle qui est plus faible dans l'éclaircie par le bas, car les tiges récoltées y sont plus petites. Ainsi, pour produire un mètre cube, la multifonctionnelle doit récolter davantage de tiges, ce qui réduit sa productivité.

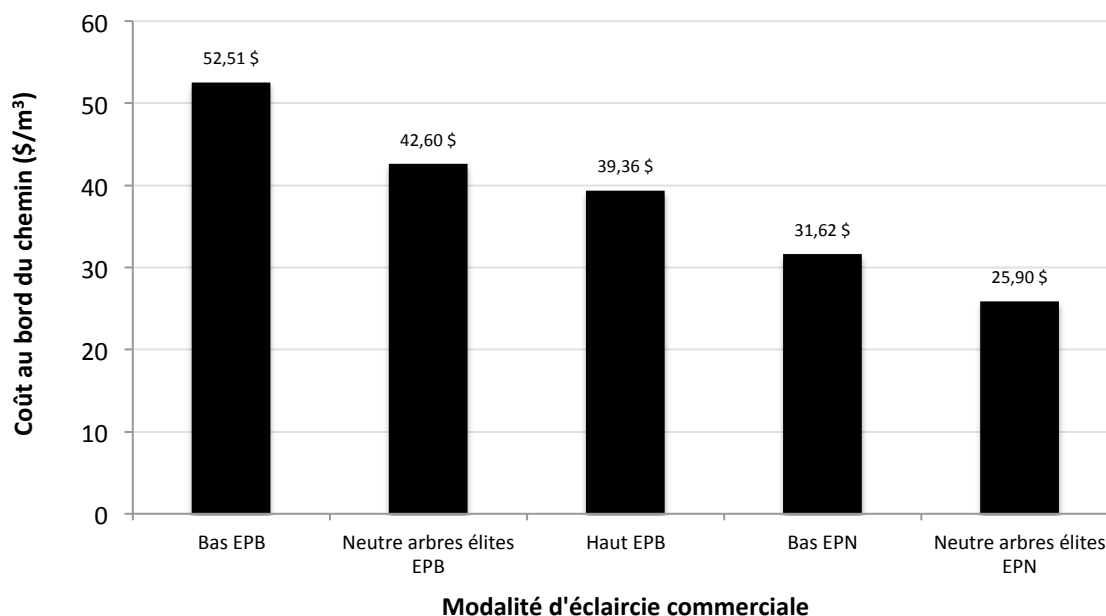


Figure 28 - Coûts de récolte (abattage-façonnage et débardage) des bois dans les différentes modalités d'éclaircie commerciale réalisée dans des plantations d'épinette blanche (EPB) et d'épinette noire (EPN)

Données calculées à partir d'informations tirées de Gaudreau (2013).

## SYNTHÈSE DES DIFFÉRENCES ENTRE LES MODALITÉS D'ÉCLAIRCIE COMMERCIALE

### ▪ L'éclaircie par le bas

L'éclaircie par le bas vise la récolte des petites tiges de la plantation. Pour cette raison, le DHP moyen quadratique, la hauteur moyenne et le volume moyen des tiges augmentent après le traitement par rapport aux valeurs avant le traitement. La récolte des tiges de moindre valeur comparativement aux autres modalités d'éclaircie fait en sorte que la valeur du peuplement après traitement est plus élevée. Toutefois, les tiges récoltées génèrent plus de copeaux que dans les autres modalités d'éclaircie et peu de sciage de plus grande dimension (2x4 et 2x6) pour un panier de produits issus de l'éclaircie de moindre valeur. Le nombre de tiges à récolter pour atteindre un même volume est plus élevé, ce qui amène une diminution de la productivité de la multifonctionnelle et par le fait même un coût de récolte supérieur aux autres éclaircies. Cette éclaircie a tendance à récolter un plus faible volume par rapport aux autres modalités.

### ▪ L'éclaircie par le bas à densité variable

L'éclaircie par le bas à densité variable est une combinaison de l'éclaircie par le bas sur 60 % de la superficie, de trouées sur 20 % de la superficie et d'absence de traitement sur 20 % de la superficie. On y retrouve donc le même type de prélèvement que dans l'éclaircie par le bas et des résultats qui s'y comparent, à savoir une augmentation du DHP moyen quadratique, de la hauteur moyenne et du volume moyen des tiges après le traitement par rapport aux valeurs avant le traitement. Du fait de la présence de trouées, la valeur du peuplement après le traitement y est

plus faible que dans l'éclaircie par le bas. Nous n'avons pas de données sur le panier de produits et sur les coûts de récolte, mais il devrait nécessairement se rapprocher de l'éclaircie par le bas puisque c'est cette modalité d'éclaircie qui a été utilisée dans les zones traitées. Toutefois, la présence de trouées, amenant la récolte de plus grosses tiges, nous permet de poser l'hypothèse que le panier de produits est plus intéressant que l'éclaircie par le bas et que les coûts de récolte y sont plus faibles.

#### ▪ **L'éclaircie par le bas avec espacement**

Cette éclaircie vise la récolte d'une tige sur trois (celle de moindre qualité), peu importe le diamètre. On y récolte donc des tiges de petite dimension, mais également des tiges plus grosses que dans l'éclaircie par le bas. Pour cette raison, il y a peu de changement dans le DHP moyen quadratique, la hauteur moyenne et le volume moyen des tiges après le traitement par rapport aux valeurs avant le traitement. La récolte de plus grosses tiges fait en sorte que la valeur du peuplement après traitement est plus faible que dans l'éclaircie par le bas. Toutefois, le panier de produits issus de l'éclaircie a une plus grande valeur, car la proportion de copeaux est plus faible et que la proportion de sciage de plus grande dimension (2x4 et 2x6) est plus élevée. Nous n'avons malheureusement pas de données sur le coût de récolte, mais on peut supposer que la récolte de plus grosses tiges augmente la productivité de la multifonctionnelle réduisant ainsi le coût de récolte par rapport à l'éclaircie par le bas. Cette éclaircie a tendance à récolter un volume plus élevé que l'éclaircie par le bas.

#### ▪ **L'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites**

L'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites a pour objectif de récolter deux compétiteurs pour chaque arbre élite. Ainsi, de plus grosses tiges sont récoltées dans ce traitement par rapport à l'éclaircie par le bas. On observe donc une légère diminution du DHP moyen quadratique, de la hauteur moyenne et du volume moyen des tiges. Du fait de la récolte de plus grosses tiges, la valeur du peuplement diminue davantage que dans l'éclaircie par le bas, mais la valeur du panier de produits issu de la première éclaircie y est plus élevée, car les tiges récoltées produisent moins de copeaux et beaucoup plus de sciage de forte dimension (2x4 et 2x6). La récolte de plus grosses tiges permet également d'augmenter la productivité de la multifonctionnelle entraînant des coûts de récolte nettement plus faibles que dans l'éclaircie par le bas. Cette éclaircie a aussi tendance à récolter un volume plus élevé que l'éclaircie par le bas.

#### ▪ **L'éclaircie par le haut**

L'éclaircie par le haut prélève les tiges dominantes et codominantes uniformément sur la surface traitée afin de dégager des tiges dominantes. La récolte de grosses tiges amène une diminution du DHP moyen quadratique, de la hauteur moyenne et du volume moyen des tiges après le traitement par rapport aux valeurs avant le traitement. Étant donné que le prélèvement se concentre davantage sur des grosses tiges, la valeur du peuplement après traitement diminue plus fortement. Nous n'avons pas de données sur le panier de produits issus des tiges récoltées dans l'éclaircie par le haut. Du fait de la récolte de grosses tiges, on peut présumer que celui-ci est similaire à celui de l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites. La récolte de grosses tiges permet également d'augmenter la productivité de la multifonctionnelle amenant des coûts de récolte plus faibles que les autres modalités d'éclaircie.



# RECOMMANDATIONS TECHNIQUES ET SYLVICOLES

---

Les expériences menées au lac du Castor représentent probablement les premiers essais sylvicoles entièrement mécanisés en plantation à l'échelle du Québec dont l'objectif était de tester simultanément la faisabilité de différentes modalités d'éclaircie commerciale avec ou sans martelage. Le volet économique représente la trame de fond des expérimentations. Toutefois, les considérations écologiques (réponses aux enjeux de l'aménagement écosystémique) ont également été prises en compte par l'entremise des modalités d'éclaircie testées, mais n'ont pas été considérées directement dans le présent rapport. Certaines modalités d'éclaircie ont un objectif de production de matière ligneuse à long terme uniquement, alors que d'autres combinent, à des degrés divers, les aspects économiques et écologiques dans un même traitement.

Nous avons élaboré une série de recommandations techniques et sylvicoles à partir des résultats présentés dans ce rapport qui pourront être adaptées en fonction des objectifs visés. Elles pourraient servir à tous les praticiens et les entrepreneurs susceptibles de réaliser ce type d'intervention puisque les modalités d'éclaircie présentées dans ce rapport seront déployées à plus grande échelle au Bas-Saint-Laurent et possiblement ailleurs au Québec.

## MARTELAGE, RÉCOLTE ET SENTIERS DE DÉBARDAGE

Le martelage a été globalement une réussite sur l'ensemble des secteurs, même pour les nouvelles modalités d'éclaircie mises à l'essai. La productivité<sup>3</sup> des marteleurs était sensiblement la même d'une modalité d'éclaircie à l'autre, peu importe le type de plantation (résultats non publiés dans ce rapport), ce qui veut dire que les coûts sont à peu près similaires. Toutefois, certaines problématiques ont été soulevées au moment de la récolte. La productivité de la machinerie forestière pouvait parfois être diminuée en raison des marques de peinture plus ou moins visibles et à une hauteur trop élevée sur le tronc. Nous proposons de faire les marques de peinture plus visibles à une hauteur de 1,3 mètre du sol et tout le tour du tronc de l'arbre pour augmenter l'efficacité des opérations de récolte lors du traitement. De plus, un trait de peinture doit être fait à la base de l'arbre jusqu'au sol, sans quoi, il est très difficile d'avoir la certitude que l'arbre était destiné à être coupé lors de l'inventaire après traitement. Des erreurs de compilation peuvent s'ensuivre. Le martelage devrait idéalement être effectué avant la période hivernale.

Pour les secteurs sans martelage, les résultats montrent une légère tendance à prélever un plus grand volume, et ce, dans toutes les modalités d'éclaircie. Ces résultats suggèrent la nécessité d'un suivi très rigoureux de la part du contremaître et une formation de base pour l'opérateur qui l'aiderait à faire le bon choix de tiges dans un contexte d'éclaircie commerciale sans martelage. Pour éviter une diminution du diamètre moyen quadratique, une notion d'augmentation du DHP devrait être inscrite

---

<sup>3</sup> Voir le rapport : Brisson, Y., Ouellet, B., Fournier, M. 2013. *Éclaircies commerciales de plantation à caractère faunique*. Société d'exploitation des ressources de la Neigette et Réserve faunique de Rimouski. 36 p. sur le site Internet de la CRÉ du Bas-Saint-Laurent : <http://www.crebsl.org/ressources-naturelles/chantier-d-eclaircie-commerciale>

dans la prescription sylvicole. Cette notion existe déjà pour les prescriptions sylvicoles actuelles, mais uniquement pour l'éclaircie par le bas. Dans une perspective où l'éclaircie par le bas, comme on la pratique actuellement, ne sera plus ou peu appliquée à la première éclaircie, cette notion devrait être révisée. Par exemple, pour les modalités d'éclaircie commerciale visant à prélever des plus grosses billes (éclaircie commerciale par le bas avec espacement, éclaircie commerciale neutre par dégagement d'arbres élités), la prescription devrait exiger une stabilisation ou une augmentation du DHP moyen quadratique après traitement, sauf exception (Tableau 7).

La récolte s'est effectuée en hiver et malgré les contraintes opérationnelles, en raison des conditions parfois extrêmes, l'exécution s'est bien déroulée. Le passage d'une modalité d'éclaircie à l'autre a eu un impact négatif sur la productivité des opérateurs au début du projet. Par la suite, la performance s'est améliorée sensiblement. Pour augmenter la productivité, particulièrement dans les nouvelles modalités d'éclaircie, il est recommandé de former les opérateurs. Le prélèvement dans les interbandes était adéquat, mais celui provenant des sentiers était parfois trop élevé, particulièrement dans la plantation d'épinette blanche. Le contremaître doit suivre rigoureusement la largeur des sentiers en tout temps et utiliser de la machinerie adaptée à l'éclaircie commerciale, peu importe la modalité. Un des porteurs utilisés était plus ou moins adapté à ce type d'intervention ce qui a entraîné des blessures excessives aux arbres en bordure des sentiers et ayant pour conséquence un dépassement du pourcentage de prélèvement cible prévu dans les sentiers, et ce, pour toutes les modalités d'éclaircie. Les sentiers de débardage représentent probablement le facteur clé qui fait la différence entre le respect ou non des normes de qualité d'exécution. La largeur maximale des sentiers devrait être de 4 mètres, sinon le pourcentage de prélèvement permis dans les sentiers risque d'être dépassé.

Lors des expérimentations, la distance entre les sentiers (centre à centre) était de 22 mètres en moyenne. Cette distance permettait de traiter toute la largeur de l'interbande à la condition que l'opérateur déplace sa machine légèrement en dehors du sentier de débardage. Le mât télescopique de 9 ou 10 mètres de longueur ne permettait pas de prélever toutes les tiges sans effectuer cette manœuvre et c'est le cas pour la majorité de la machinerie disponible sur le marché actuellement. Considérant ces éléments, trois options se présentent :

- 1) Réduire davantage la distance entre les sentiers. Cette option permettrait à la machinerie (abatteuse-façonneuse) de traiter l'entièreté de la bande sans effectuer de manœuvres supplémentaires, mais cela risque d'entraîner un prélèvement encore plus élevé. Par conséquent, l'intensité de l'éclaircie sera réduite dans l'interbande et son effet réel sur la croissance devrait être moindre à long terme.
- 2) Maintenir la distance entre les sentiers à 22 mètres en moyenne. Toutefois, cela implique la possibilité qu'une bande de 1 ou 2 mètres au centre de l'interbande soit occasionnellement non traitée. Si on oblige les opérateurs à traiter l'entièreté de l'interbande, ceci implique une légère baisse de productivité des opérateurs.
- 3) Permettre à l'opérateur de déplacer légèrement sa machine en dehors du sentier de débardage pour traiter l'entièreté de la bande éclaircie.

## NOMBRE D'ARBRES ÉLITES À DÉGAGER ET NOMBRE DE COMPÉTITEURS À PRÉLEVER

Les expérimentations au lac du Castor ont permis de constater que l'utilisation de l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites présente plusieurs avantages en termes de panier de produits issu de la première éclaircie, de rendement en usine, de coûts de récolte au mètre cube tout en conservant une bonne valeur du peuplement résiduel. Toutefois, cette modalité d'éclaircie peut présenter des risques de prélèvement trop élevé si le nombre d'arbres élites dépasse un certain seuil. D'après les inventaires, le potentiel brut d'arbres élites variait de 500 à 700/ha<sup>4</sup>. De ce potentiel brut, on doit réduire d'environ 50 % le nombre de tiges pour obtenir le potentiel net en raison des sentiers de débardage, de la proximité de deux arbres élites et des trouées naturelles. On estime que dans ce type de peuplement, le potentiel net se situe entre 150 et 300 arbres élites/ha. Dans les expérimentations, deux intensités d'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites ont été effectuées, une où l'on visait le dégagement de 300 arbres élites à l'hectare et l'autre de 200. Les inventaires après traitement nous ont permis de constater que le potentiel réel est un peu plus faible. Nos résultats montrent que pour le secteur où l'on visait 300 arbres élites à l'hectare (plantation d'épinette noire), on a obtenu en moyenne 250 arbres élites dégagés et dans le peuplement où l'on visait 200 arbres élites à l'hectare (plantation d'épinette blanche), on a obtenu en moyenne 175 arbres élites dégagés. Toutefois, on croit que le potentiel réel maximal d'arbres élites à dégager pour des peuplements qui présentent des caractéristiques dendrométriques similaires pourrait s'approcher de 300 à la première éclaircie commerciale. Considérant ces informations de base, le nombre final d'arbres élites à dégager et le nombre de compétiteurs à prélever dépendent de certaines conditions avant traitement :

- la surface terrière;
- le nombre de tiges/ha;
- la qualité des tiges selon la classification MSCR<sup>5</sup>.

Nous avons préparé un tableau synthèse pour le choix final du nombre d'arbres élites à dégager en plantation d'épinettes pour la première et la deuxième éclaircie commerciale (Tableau 7). Plus le nombre d'arbres élites sera élevé lors de la première éclaircie commerciale, plus ce nombre sera réduit lors du deuxième traitement (Balleux et Ponette 2006, Davies *et al.* 2008). Les éléments énoncés dans ce tableau s'appliquent si le DHP moyen quadratique est supérieur ou égal à 13,1 cm et que le prélèvement de 35 % de la surface terrière incluant les sentiers de débardage est la cible visée. Si le DHP moyen quadratique est inférieur à 13,1 cm, les critères pour l'application d'une première éclaircie commerciale ne sont peut-être pas atteints. Nous proposons d'utiliser *l'Outil d'aide à la décision pour le choix des peuplements résineux ou mélangés à dominance résineuse à traiter en éclaircie commerciale* (Gagné *et al.* 2014).

Le nombre et le type de compétiteurs à prélever pour chaque arbre élite est un autre facteur important pour le respect des normes de qualité d'exécution. Dans le cas de la présente étude, nous avons choisi de prélever les deux plus gros compétiteurs pour chaque arbre élite dégagé, ayant pour conséquence de provoquer une légère baisse du DHP moyen quadratique. La situation où il y a une

<sup>4</sup> Ce nombre représente généralement la réalité dans la plupart des plantations d'épinette qui ont atteint le rendement attendu. Dans le cas des plantations qui ont eu des rendements plus modestes, le potentiel d'arbres élites est probablement plus faible.

<sup>5</sup> Boulet, B. 2007. *Défauts et indices de la carie des arbres*. 2<sup>e</sup> édition. Les publications du Québec. 317 p.

baisse du DHP moyen quadratique peut être envisagée dans certains cas (Tableau 7). Il faut toutefois viser le maintien ou l'augmentation du DHP moyen quadratique dans la plupart des cas où l'éclaircie commerciale est appliquée. Pour y parvenir, nous proposons comme principe de base à la première éclaircie, de prélever deux compétiteurs dont un étant dans la classe des dominants et l'autre dans la classe des intermédiaires. Le nombre et le type de compétiteurs peuvent toutefois varier en fonction des particularités du peuplement (Tableau 7). Les suggestions proposées dans le tableau 7, sont applicables tant pour les opérations mécanisées que manuelles.





**Tableau 7 - Nombre de compétiteurs à prélever, nombre d'arbres élites à dégager et distance moyenne entre les arbres élites, en première et en deuxième éclaircie, en fonction de la qualité des tiges, de la surface terrière et du nombre de tiges à l'hectare avant traitement**

*(Inspiré de Schütz 2002, Balleux et Ponette 2006, Davies et al. 2008, Sanchez 2012, Gagné et al. en préparation)*

N <sup>bre</sup> de tiges/ha	Surface terrière initiale (m <sup>2</sup> /ha)	Qualité MSCR (% de CR)	Nombre de compétiteurs à prélever (rayon de 3 mètres) <sup>1</sup>	N <sup>bre</sup> d'arbres élites à dégager 1 <sup>re</sup> et 2 <sup>e</sup> éclaircie	Distance moyenne entre les arbres élites (m)	Ratio $\frac{dmq_{après}}{dmq_{avant}}$ (%)
1 401 à 3 000	28-35	>80	1 compétiteur classe des dominants + 0,5 compétiteur classe des intermédiaires	275 (50) <sup>2</sup>	6 (14)	≥ 1
		60-80	1 compétiteur classe des dominants + 1 compétiteur classe des codominants ou intermédiaires	225 (75)	6,5 (11,5)	≥ 1
		<60	1 compétiteur classe des dominants + 1 compétiteur classe des intermédiaires (ou codominants et dominants) <sup>3</sup>	150 (100)	8 (10)	≥ -1 <sup>4</sup>
	36-40	>80	1 compétiteur classe des dominants + 1 compétiteur classe des intermédiaires	250 (50)	6,5 (14)	≥ 1
		60-80	1 compétiteur classe des dominants + 1 compétiteur classe des codominants ou intermédiaires	200 (75)	7 (11,5)	≥ 0
		<60	1 compétiteur classe des dominants + 1 compétiteur classe des intermédiaires <sup>5</sup> (ou codominants et dominants) <sup>3-5</sup>	150 (75)	8 (11,5)	≥ -1
	>40	-	Aucune éclaircie	-	-	-
1 000 à 1 400	28-35	>80	1 compétiteur classe des dominants + 0,5 compétiteur classe des intermédiaires	200 (50)	7 (14)	≥ 1
		60-80	1 compétiteur classe des dominants + 1 compétiteur classe des intermédiaires	175 (75)	7,5 (11,5)	≥ 1
		<60	1 compétiteur classe des dominants ou codominants + 1 compétiteur classe des intermédiaires	150 <sup>6</sup> (75)	8 (11,5)	≥ -1
	36-40	>80	1 compétiteur classe des dominants + 0,5 compétiteur classe des intermédiaires	200 (50)	7 (14)	≥ 1
		60-80	1 compétiteur classe des dominants + 1 compétiteur classe des intermédiaires	150 (50)	8 (14)	≥ 0
		<60	1 compétiteur classe des dominants + 1 compétiteur classe des intermédiaires <sup>5</sup>	150 (50)	8 (14)	≥ 0
	>40	>60	1 compétiteur classe des dominants ou codominants + 1 compétiteur classe des intermédiaires	175 (50)	7,5 (14)	≥ -1

<sup>1</sup> Parmi les compétiteurs, l'ordre de priorité de récolte est le suivant : peupliers, érable rouge, bouleau blanc, sapin baumier. Sinon, pour les épinettes, le bouleau jaune et l'érable à sucre ; prélever la ou les tiges qui présentent des défauts ou malformations importantes. En période épidémique de la TBE, la priorité de récolte sera le sapin suivi des épinettes de mauvaise qualité et des feuillus dans le même ordre.

<sup>2</sup> Indique le nombre d'arbres élites à dégager lors de la deuxième éclaircie commerciale.

<sup>3</sup> Il est possible de récolter les compétiteurs dans la classe des codominants ou des dominants en période de récupération pendant ou suivant une épidémie de la TBE.

<sup>4</sup> Dans un contexte où l'on vise à assainir le peuplement ou dans un contexte épidémique et de récupération d'arbres moribonds ou morts suivant une épidémie de la TBE, on pourrait tolérer que le diamètre moyen quadratique diminue légèrement après traitement. En deuxième éclaircie commerciale, le ratio  $\frac{dmq_{après}}{dmq_{avant}}$  devrait toujours être positif.

<sup>5</sup> Le prélèvement de tous les compétiteurs est possible. Dans ce cas, on peut s'attendre à prélever entre 3 et 5 compétiteurs par arbre élite dégagé et le nombre d'arbres élites à dégager doit être de **130/ha** maximum.

<sup>6</sup> Le nombre d'arbres élites à dégager peut être de 125/ha si le risque de dépassement de prélèvement cible maximal de 37 % de la surface terrière est jugé trop grand.





## NOMBRE ET DIMENSION DES TROUÉES

Les trouées ont plusieurs rôles. D'abord, elles permettent de créer une structure un peu plus hétérogène dès la première éclaircie commerciale et elles peuvent offrir une quantité de broût pour certaines espèces comme l'original, le lièvre ou autres espèces qui recherchent des petites ouvertures. Les trouées permettent aussi de récolter un volume à peu de frais puisqu'il s'agit de petites coupes totales et elles peuvent se régénérer pour former une nouvelle cohorte de semis (Hébert *et al.* 2013) lorsque l'objectif est d'irrégulariser la structure du peuplement. Toutefois, les trouées peuvent aussi diminuer considérablement la valeur du peuplement résiduel si leur taille et/ou leur nombre à l'hectare sont trop élevés.

Différentes études effectuées dans le domaine de la sapinière à bouleau jaune et de la sapinière à bouleau blanc (Pham *et al.* 2004, De Römer *et al.* 2007, Hébert *et al.* 2013) ont démontré que la taille des trouées devrait varier de 100 m<sup>2</sup> à 500 m<sup>2</sup>. Si les trouées sont trop grandes, le risque d'envahissement par les essences non commerciales comme l'érable à épis, le framboisier ou le cerisier de Pennsylvanie est jugé trop élevé. Dans les scénarios sylvicoles qui visent à convertir la structure du peuplement et pour des raisons opérationnelles, nous proposons une trouée à l'hectare d'une superficie maximale de 300 m<sup>2</sup>. Selon le type de peuplement rencontré, quatre options sont possibles (Tableau 8).

**Tableau 8 - Clé décisionnelle quant à la création de trouées en fonction de la présence de trouées naturelles et de la vulnérabilité au chablis**

Éclaircie	Présence de trouées naturelles	Vulnérabilité au chablis	Décision
1 <sup>re</sup> ou 2 <sup>e</sup>	Oui	Oui	Aucune trouée, sauf si c'est jugé pertinent et à risque faible pour le chablis <sup>1</sup>
	Oui	Non	1 trouée de 300m <sup>2</sup> /ha avec des efforts de mise à nu du sol minéral pour la régénération <sup>2</sup>
	Non	Oui	Aucune trouée
	Non	Non	1 trouée de 300 m <sup>2</sup> /ha avec des efforts de mise à nu du sol minéral pour la régénération <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Le ratio hauteur dominante sur le diamètre (H/DHP) peut être utilisé pour évaluer la vulnérabilité d'un peuplement au chablis (Riou-Nivert 1984, Coutts *et al.* 1999).

<sup>2</sup> Applicable lors de la deuxième éclaircie commerciale, même si une trouée a déjà été réalisée lors de la première éclaircie.

Une raison supplémentaire pour créer des trouées lors des éclaircies ou lors des étapes subséquentes est de permettre à la régénération de s'installer. Dans les peuplements qui sont visés pour la conversion structurale, des efforts de mise à nu du sol minéral devraient être faits afin de permettre aux épinettes de se régénérer (ou autres essences longévives qui nécessitent le sol minéral comme substrat préférentiel). Pour des raisons d'optimisation, nous proposons de tenir compte des trouées naturelles lorsqu'elles sont présentes et dans l'affirmative de récolter quelques tiges pour former une trouée circulaire d'environ 300 m<sup>2</sup>. Si les trouées naturelles ne sont pas présentes, la création de trouées est requise.

Dans les expériences du lac du Castor, nous avons fait des tests de mise à nu du sol minéral pendant les opérations de débardage des billes, et ce, sans coûts additionnels. Au moment de faire le chargement, l'opérateur du porteur avait pour tâche de mettre à nu le sol minéral (poquets), à l'aide du grappin, à quelques endroits dans les trouées de 300 m<sup>2</sup>. Cet exercice a été réalisé jusqu'à ce que la couche de neige d'une épaisseur de 1 mètre et les froids extrêmes ne permettent plus de le faire. Si la création de trouées et la mise à nu du sol minéral sont prévues, on propose de concentrer le plus possible les opérations de récolte en éclaircie commerciale, d'août à janvier. Au-delà de cette période, la mise à nu du sol minéral avec la méthode du grappin est possible, mais plus difficile.

## **MESURE DE HAUTEUR D'ARBRES**

Actuellement, lors des inventaires forestiers, aucune hauteur d'arbres n'est mesurée. Cette donnée d'inventaire est très importante pour le calcul de l'indice de qualité de station. C'est un paramètre sylvicole indicateur de la productivité des sites et par conséquent, qui peut orienter, voire changer, la décision du sylviculteur dans son choix du traitement sylvicole. Nous considérons ce paramètre dendrométrique suffisamment important pour l'évaluer lors des inventaires forestiers futurs. Nous recommandons de prendre une hauteur d'arbres ou plus parmi la classe des dominants pour chaque parcelle d'inventaire.

## **SUIVIS FUTURS**

Le présent rapport est une première étape dans la documentation des différentes modalités d'éclaircie commerciale. Des suivis à moyen et à long termes devront être faits dans ces expérimentations ou ailleurs pour répondre à d'autres questionnements :

- la croissance des tiges et des peuplements après l'éclaircie vient en tête de liste. La croissance après l'éclaircie par le bas est bien connue, il en est tout autrement des autres modalités d'éclaircie;
- puisque des craintes sont soulevées quant aux volumes et au panier de produits qui pourront être tirés lors de la deuxième éclaircie dans certaines modalités d'éclaircie, il sera pertinent de poursuivre les expérimentations pour apporter les éclaircissements nécessaires;
- étant donné que certaines modalités d'éclaircie visent à répondre à des enjeux écologiques, notamment par la création de vieilles forêts et de peuplements à structure complexe, un suivi de la régénération (établissement et croissance en hauteur) devra être réalisé, car son établissement représente une étape cruciale de la complexification de la structure des peuplements;
- en raison de l'ampleur que prendra le chantier des éclaircies commerciales dans les deux prochaines décennies dans la région, des inquiétudes sont émises par le milieu faunique quant aux effets de ce traitement sur la faune et son habitat. Des réponses à ces inquiétudes devront être apportées;
- des analyses de rentabilité économique devront être réalisées pour le scénario sylvicole qui vise l'irrégularisation à partir de plantation d'épinette ;

- une épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) est à nos portes dans la région, il sera intéressant de mesurer la susceptibilité et la vulnérabilité des arbres à la TBE suivant les mêmes modalités d'éclaircie testées dans la présente étude;
- finalement, nous savons que les différentes modalités d'éclaircie testées dans ces expérimentations peuvent être réalisées à partir d'opérations manuelles (Gagné *et al.* en préparation). Toutefois, les coûts de récolte de telles opérations devront être documentés.

## **CHOIX DE LA MODALITÉ D'ÉCLAIRCIE COMMERCIALE À APPLIQUER DANS UN PEUPEMENT**

L'éclaircie par le bas avec espacement est en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> avril 2013 et devrait être la forme la plus employée dans la région. Quant à l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites, il est prévu qu'elle soit utilisée dans environ 10 à 20 % des superficies admissibles à une première et à une deuxième éclaircie commerciale. Rappelons que cette modalité d'éclaircie vise d'abord à convertir la structure du peuplement d'équienne à inéquienne, sans toutefois y être exclusif. Certains peuplements qui ont déjà été traités pour une première fois par l'éclaircie commerciale par le bas pourraient être traités en deuxième éclaircie selon la modalité du dégagement d'arbres élites. La proportion de peuplements à traiter en éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites dépendra, entre autres, de l'écart entre la forêt naturelle et la forêt aménagée. Pour déterminer le choix du traitement à appliquer dans chaque peuplement, nous recommandons d'utiliser l'outil d'aide à la décision développé par Gagné *et al.* (2014). Cet outil offre un choix de différentes modalités d'éclaircie à appliquer en fonction de la composition en essence, de la végétation potentielle, de la densité du peuplement, de la qualité des tiges d'essences désirées et de l'écart entre la forêt naturelle et la forêt aménagée dans le territoire où se trouve le peuplement.





## **CONCLUSION**

---

Ce projet a permis de documenter les caractéristiques dendrométriques avant et après le traitement, la valeur du peuplement résiduel, le panier de produits et les coûts de récolte de différentes modalités d'éclaircie commerciale mécanisée. Tous ces éléments sont essentiels pour le développement des connaissances compte tenu de l'ampleur que prendra le Chantier d'éclaircie commerciale dans la région au cours des deux prochaines décennies. Le premier constat des expérimentations donne la réponse quant à la faisabilité des différentes modalités d'éclaircie de façon mécanisée avec ou sans martelage. Le deuxième constat est qu'il existe des différences importantes entre les modalités d'éclaircie. L'éclaircie par le bas, qui vise avant tout la croissance des tiges après traitement, permet d'améliorer les caractéristiques dendrométriques et de maintenir la valeur du peuplement, mais génère un panier de produits moins intéressant à un coût d'opération plus élevé. L'éclaircie par le bas avec espacement, qui a également comme objectif premier la croissance des tiges, semble plus intéressante, car elle génère un meilleur panier de produits à un coût moindre. Cette modalité d'éclaircie est d'ailleurs utilisée dans la majorité des superficies à éclaircir depuis le 1<sup>er</sup> avril 2013. L'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites, dont l'objectif est d'amener de la complexité dans la structure du peuplement tout en favorisant la croissance des arbres, génère un peuplement résiduel d'une valeur légèrement moindre, mais permet de générer le panier de produits le plus intéressant à un coût plus faible. Ainsi, ce traitement, qui est ciblé dans la région comme moyen pour initier la complexification de la structure des peuplements et éventuellement assurer le recrutement à moyen terme de peuplements irréguliers/inéquiennes et de vieilles forêts, semble prometteur. Pour déterminer le choix de la modalité d'éclaircie à appliquer dans un peuplement, nous recommandons d'utiliser la grille décisionnelle (Gagné *et al.* 2014) qui fait l'objet d'un autre document.

Ces expérimentations ont également permis de constater certaines problématiques lors de l'exécution des travaux et des recommandations ont été faites concernant le martelage, les sentiers de débardage, le suivi des opérations, la formation des opérateurs, le nombre d'arbres élites à dégager ainsi que le nombre de compétiteurs à prélever et la dimension des trouées.

À la suite de ces expérimentations, des questions demeurent en suspens et devront être élucidées. On pense notamment à la croissance des tiges et des peuplements après la première éclaircie, au panier de produits qui sera généré lors de la deuxième éclaircie commerciale dans les différentes modalités et aux coûts de cette opération, au succès d'établissement et à la croissance de la régénération qui est une étape essentielle pour initier la complexification des peuplements et aux effets de ces différents traitements sur la faune et son habitat ainsi que sur la vulnérabilité à la TBE. L'ensemble des connaissances déjà acquises et à développer permettra de prendre des décisions éclairées quant à l'application d'une modalité d'éclaircie en fonction des objectifs visés. Les résultats de ce rapport pourraient également faire l'objet de différentes activités de transfert de connaissances au Bas-Saint-Laurent et ailleurs au Québec.



## BIBLIOGRAPHIE

---

- Anonyme.** 2013. *Étude de marché auprès des entreprises forestières du Bas-Saint-Laurent. Phase II.* Emploi-Québec, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent. Document confidentiel. 35 p.
- Balleux, P. et Q. Ponette.** 2006. *Dispositif d'éclaircie en épicéa, principaux enseignements de trente années d'expérience.* Forêt Wallonne. N° 83. 21 p.
- Boulet, B.** 2007. *Défauts et indices de la carie des arbres.* 2<sup>e</sup> édition. Les publications du Québec. 317 p.
- Brisson, Y., B. Ouellet et M. Fournier.** 2013. *Éclaircies commerciales de plantation à caractère faunique.* Société d'exploitation des ressources de la Neigette et Réserve faunique de Rimouski. 36 p.
- Coutts, M.P., C.C.N. Nielsen et B.C. Nicoll.** 1999. *The development of symmetry, rigidity and anchorage in the structural root system of conifers.* Plant and soil 217: 1-15.
- Davies, O., J. Haufe et A. Pommerening.** 2008. *Silvicultural principles of continuous cover forestry. A guide to best practice.* Forestry Commission Wales. Bangor University. 111p.
- De Römer, A.H., D.D. Kneeshaw et Y. Bergeron, Y.** 2007. *Small gap dynamics in the southern boreal forest of eastern Canada: Do canopy gaps influence stand development?* Journal of Vegetation Science 18 : 815-826.
- Duchesne, I. et F. Tanguay.** 2011. *Effects of initial spacing on tree and wood attributes, lumber quality and value in White spruce - The Stanley spacing trial case study.* FPInnovations, Project n° 201002863, Canadian Forest Service n° 31. Final Report 2010/11. 34 p.
- Fahey, R.T. et K.J. Puettmann.** 2007. *Ground-layer disturbance and initial conditions influence gap partitioning of understory vegetation.* Journal of Ecology 95 : 1098-1109.
- Franklin, J.F., R.J. Mitchell et B.J. Palik.** 2007. *Natural disturbance and stand development principles for ecological forestry.* USDA Forest Service. Northern Research Station. General Technical Report NRS-19. 48 p.
- Fortin, M., DeBlois, J., Bernier, S. et Blais, G.** 2007. *Mise au point d'un tarif de cubage général pour les forêts québécoises : une approche pour mieux évaluer l'incertitude associée aux prévisions.* The Forestry chronicle, 83(5) :754-765.
- Fortin, M., Bernier, S., Saucier, J-P. et Labbé, F.** 2009. *Une relation hauteur-diamètre tenant compte de l'influence de la situation et du climat pour les espèces commerciales du Québec.*

- Mémoire de recherche forestière no. 153. Gouvernement du Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Direction de la recherche forestière. 23 p.
- Gagné, L. et L. Lavoie.** 2014. *Rendement des jeunes forêts et potentiel d'éclaircie commerciale dans la forêt publique et la forêt privée du Bas-Saint-Laurent.* Conférence régionale des éluEs du Bas-Saint-Laurent. 33 p.
- Gagné, L., L. Sirois et L. Lavoie** (en préparation). *Comparaison de la valeur et de la qualité des bois issus de différentes modalités d'éclaircie commerciale.*
- Gagné, L., L. Lavoie, L. Gagnon, F. Leblanc, F. Tremblay et É. Girouard.** 2014. *Outil d'aide à la décision pour le choix des peuplements résineux ou mélangés à dominance résineuse à traiter en éclaircie commerciale.* Ouvrage collectif. Conférence régionale des éluEs du Bas-Saint-Laurent et ministère des Ressources naturelles, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent. 10 p.
- Gaudreau, J.-P.** 2013. *Analyse de coûts de variantes d'éclaircie commerciale dans des plantations au Bas-Saint-Laurent.* FPInnovations. 39 p.
- Gouvernement du Québec.** 2010. *Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier.* Projet de loi n° 57. 106 p.
- Hébert, F., V. Roy, I. Auger et M.-M. Gauthier.** 2013. *White spruce (Picea glauca) restoration in temperate mixedwood stands using patch cuts and enrichment planting.* Forestry Chronicle 89: 392-400.
- Indec.** 2009. *Le répertoire des indicateurs du marché du bois d'œuvre.* Conseil de l'industrie forestière du Québec, Service économie et marchés. 52 p.
- Lavoie, L., J.-F. Gagnon, L. Côté, D. D'Astous, P. Dumont, M. Fournier, L. Gagné, J.-P. Jetté, J. Lamoureux, P. Morin, R. Schneider et L. Sirois.** 2013. *Proposition de cibles pour l'aménagement écosystémique et l'intensification de la production ligneuse au Bas-Saint-Laurent.* Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire du Bas-Saint-Laurent. 87 p.
- Meek, P., J.-M. Lussier et V. Roy.** 2012. *Développement de la coupe partielle de jardinage 1-2-3 adaptée aux forêts résineuses.* FPInnovations. Avantage; Vol. 13, n°9. Octobre.
- Pham, A.T., L. De Grandpré, S. Gauthier et Y. Bergeron.** 2004. *Gap dynamics and replacement patterns in gaps of the northeastern boreal forest of Quebec.* Canadian Journal of Forest Research 34 : 353-364.
- Prégent, G., Bertrand, V. et Charrette, L.** 1996. Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire au Québec. Mémoire de recherche no. 118. Gouvernement du Québec. Ministère des Ressources naturelles. Direction de la recherche forestière. 84 p. ISBN : 2-550-25960-2.

- Prégent, G., Picher, G. et Auger, I.** 2010. Tarif de cubage, tables de rendement et modèles de croissance pour les plantations d'épinette blanche au Québec. Mémoire de recherche forestière no 160. Gouvernement du Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Direction de la recherche forestière. 94 p. ISBN : 978-2-550-60589-8.
- Riou-Nivert, P.** 1984. *Le facteur d'espacement : un guide pour les premières éclaircies dans les peuplements résineux.* Forêt-Entreprise 20 : 18-25.
- Sanchez, C.** 2012. *Synthèse des méthodes d'irrégularisation des pessières pour la Wallonie. Vers une sylviculture durable, des écosystèmes diversifiés et des revenus soutenus.* Forêt Wallonne asbl. 44 p.
- Schütz, J-P.** 1997. *Sylviculture 2. La gestion des forêts irrégulières et mélangées.* Presses polytechniques et universitaires romandes. 176 p.
- Schütz, J-P.** 2002. *Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structure.* Forestry 75 : 329-337.
- Smith, D.M., B.C. Larson, M.J. Kelty et P.M.S. Ashton.** 1997. *The practice of silviculture. Applied forest ecology.* Ninth edition. John Wiley and Sons. 537 p.



## **ANNEXES**

---





**Annexe 1. Classification de la vigueur des tiges devant être ajustée pour les essais (basée sur l'analyse des six mètres inférieurs de la tige)**

DÉFINITIONS	
Qualité 1	Tige n'ayant aucun défaut
Qualité 2	1 face seulement présentant 1 défaut (pas toujours visible de l'abatteuse) : fente, champignon, carie, trou, coulée de sève, etc. ou La plus grosse de deux tiges distantes de 1 mètre et moins
Qualité 3	Tige avec défaut sur 2 faces et + (toujours visible de l'abatteuse) ou Tige penchée, croche, fourchue, etc. ou La plus petite de deux tiges distantes de 1 mètre et moins

D'après Meek *et al.* (2012).

## **Annexe 2. Critères de qualité d'un arbre élite**

---

- i) Être dans la même classe d'âge que celle du peuplement;
- ii) Être dans une classe de diamètre qui est supérieure à la moyenne du peuplement (voir prescription);
- iii) Être parmi la classe sociale des dominants ou codominants;
- iv) Être de bonne vigueur;
- v) Avoir le moins possible de grosses branches;
- vi) Avoir un fût rectiligne sans défauts majeurs;
- vii) Avoir une cime vivante entre 40 et 60 % de la hauteur totale de l'arbre.

Un arbre élite doit **toujours être** à dégager, sauf dans les cas exceptionnels.

### **Définition d'un arbre compétiteur**

Un arbre est considéré comme compétiteur s'il a au moins la moitié de la hauteur de l'arbre élite et si sa cime vivante s'entremêle à celle de l'arbre élite. L'arbre élite doit être dégagé des 1 ou 2 plus gros compétiteurs. Les autres arbres considérés comme compétiteurs doivent être laissés intacts.

### Annexe 3. Prescription d'une éclaircie par le bas pour la plantation d'épinette blanche

**Prescription sylvicole - Coupes d'éclaircie ou d'amélioration**

À remplir par le bénéficiaire

réservé au MRNF

<b>Identification</b>			
Bénéficiaire désigné	<input type="text"/>	Année d'intervention	<input type="text"/>
Aire commune ou (UAF)	012-01	No. de secteur	à venir
No. d'unité d'échantillonnage	00003	Région écologique	<input type="text"/>

<b>Description du peuplement (regroupement de peuplements)</b>			
Groupement d'essence	EP	Âge	28
Densité	A	Hauteur	10,5
Superficie (ha)	9	Type(s) écologique(s)	MS12
Production prioritaire	SEPM	Groupes d'espèces indicatrices	<input type="text"/>
<b>Type de structure</b>			
RÉGULIÈRE			
<b>Coefficient de distribution de la régénération (semis, gaules et perche)</b>			
Résineux	CD (%)		Essence(s)
Feuillus tolérants			
Feuillus semi-tolérants			
Feuillus intolérants			
<b>Total</b>			
Essences	Volume (m3/ha)	ST (m <sup>2</sup> /ha)	
ERR			
ERS			
BOP			
PEU			
ERS			
<b>Total feuillus</b>	0,00	0,00	
Essences	Volume (m3/ha)	ST (m <sup>2</sup> /ha)	
EPN	27,20	5,60	
EPB	130,90	27,40	
SAB	15,10	2,50	
Autres résineux			
<b>Total résineux</b>	173,20	35,50	
<b>Volume total toutes essences (m3/ha)</b>	173,20		
<b>Surface terrière marchande (m<sup>2</sup>/ha)</b>	35,50		
<b>Capital forestier (m<sup>2</sup>/ha)</b>	35,10		
<b>Capital forestier en croissance (m<sup>2</sup>/ha)</b>	33,30		

<b>Prescription sylvicole</b>											
Traitement proposé:	Éclaircie commerciale par le bas										
Utilisation de la méthode des sentiers espacés à tous les 33 mètres	<input type="checkbox"/> Oui	<input checked="" type="checkbox"/> Non	± 22 mètres								
Saison de récolte recommandée:	Automne ou hiver	Prélèvement (%)	<table border="1"> <tr><td>Cible</td><td>Planifié</td></tr> <tr><td>35%</td><td>39%</td></tr> </table>	Cible	Planifié	35%	39%				
Cible	Planifié										
35%	39%										
Volume récolté (estimation en m <sup>3</sup> /ha)	59,61	Surface terrière marchande résiduelle (m <sup>2</sup> /ha)	<table border="1"> <tr><td>Cible</td><td>Planifiée</td></tr> <tr><td></td><td>21,5</td></tr> </table>	Cible	Planifiée		21,5				
Cible	Planifiée										
	21,5										
Capital forestier résiduel (m <sup>2</sup> /ha)	<table border="1"> <tr><td>Cible</td><td>Planifié</td></tr> <tr><td></td><td>21,5</td></tr> </table>	Cible	Planifié		21,5	Capital forestier en croissance résiduel (m <sup>2</sup> /ha)	<table border="1"> <tr><td>Cible</td><td>Planifié</td></tr> <tr><td></td><td>21,5</td></tr> </table>	Cible	Planifié		21,5
Cible	Planifié										
	21,5										
Cible	Planifié										
	21,5										
Nombre de tiges d'avenir éclaircies à l'hectare	<table border="1"> <tr><td>Cible</td><td>Planifiée</td></tr> <tr><td></td><td>937</td></tr> </table>	Cible	Planifiée		937	Pourcentage d'augmentation du diamètre	<table border="1"> <tr><td>Cible</td><td>Planifié</td></tr> <tr><td></td><td>12%</td></tr> </table>	Cible	Planifié		12%
Cible	Planifiée										
	937										
Cible	Planifié										
	12%										

<b>Directive de martelage</b>						
<b>Martelage positif</b>						
	1	2	3	4	5	Total
Essences recherchées (ordre de priorité)	BOJ	ERS	BOP	THO	ERR	
Description						
S.T. m <sup>2</sup> /ha						
<b>Martelage négatif</b>						
Ordre de prélèvement	Priorité de récolte MSCR	Groupe d'essences	Diamètre de récolte ou d'exploitabilité (cm)	Prélèvement		
				S.T. m2/ha	%	m <sup>3</sup>
1	M+S	SEPM	10 CM ET +	2,30	6,48	10,8
2	C+R	SEPM	10 ET 12 CM	6,49	18,28	19,55
3	MSCR	SENTIERS	10 CM ET +	4,26	12,00	24,93
4	MSCR	TROUÉES (1 par ha, 250 m2)	10 CM ET +	0,90	2,54	4,33
5					0,00	
<b>Total:</b>				13,95	39,30	59,61

**Informations additionnelles:**

Les trouées seront localisées par le marteleur, de façon à utiliser les espaces disponibles qui sont déjà très peu denses ou avec absence d'arbres commerciaux. Si la trouée recherchée n'est pas disponible le marteleur localisera celle-ci en bordure du sentier dans la zone où le volume à récolter est le plus faible possible. Les arbres dans les trouées seront martelés négativement et d'une couleur différente.

## Annexe 4. Prescription d'une éclaircie par le bas à densité variable pour la plantation d'épinette blanche

**Prescription sylvicole - Coupes d'éclaircie ou d'amélioration**

À remplir par le bénéficiaire       réservé au MRNF

---

**Identification**

Bénéficiaire désigné	<input type="text"/>	Année d'intervention	<input type="text"/>
Aire commune ou (UAF)	<input type="text" value="012-51"/>	No. de secteur	<input type="text" value="À venir"/>
No. d'unité d'échantillonnage	<input type="text" value="00002"/>	Région écologique	<input type="text"/>

---

**Description du peuplement (regroupement de peuplements)**

Groupement d'essence	<input type="text" value="EP"/>	Âge	<input type="text" value="28"/>	Densité	<input type="text" value="A"/>	Hauteur	<input type="text" value="11"/>
Superficie (ha)	<input type="text" value="9"/>	Type(s) écologique(s)	<input type="text" value="MS12 ET FE 32"/>	Groupe d'espèces indicatrices	<input type="text"/>		
Production prioritaire	<input type="text" value="SEPM"/>						

**Type de structure**

	Coefficient de distribution de la régénération (semis, gaules et perche)	
	CD (%)	Essence(s)
Résineux		
Feuillus tolérants		
Feuillus semi-tolérants		
Feuillus intolérants		
<b>Total</b>		

Essences	Volume (m3/ha)	ST (m <sup>2</sup> /ha)
ERR		
ERS		
BOP		
PEU		
ERS		
<b>Total feuillus</b>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>

Essences	Volume (m3/ha)	ST (m <sup>2</sup> /ha)
EPN	<input type="text" value="20,10"/>	<input type="text" value="4,00"/>
EPB	<input type="text" value="93,90"/>	<input type="text" value="21,30"/>
SAB	<input type="text" value="37,80"/>	<input type="text" value="6,30"/>
Autres résineux		
<b>Total résineux</b>	<input type="text" value="151,80"/>	<input type="text" value="31,60"/>

<b>Volume total toutes essences (m3/ha)</b>	<input type="text" value="151,80"/>
<b>Surface terrière marchande (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<input type="text" value="31,60"/>

<b>Capital forestier (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<input type="text" value="31,40"/>
<b>Capital forestier en croissance (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<input type="text" value="30,20"/>

---

**Prescription sylvicole**

Traitement proposé:

Utilisation de la méthode des sentiers espacés à tous les 33 mètres       Oui       Non      ± 22 mètres

Saison de récolte recommandée: <input type="text" value="Automne ou hiver"/>	Prélèvement (%)	<table border="1" style="width: 100px;"><tr><td>Cible</td><td>Planifié</td></tr><tr><td>35%</td><td>33%</td></tr></table>	Cible	Planifié	35%	33%
Cible	Planifié					
35%	33%					
Volume récolté (estimation en m <sup>3</sup> /ha) <input type="text" value="38,55"/>	Surface terrière marchande résiduelle (m <sup>2</sup> /ha)	<table border="1" style="width: 100px;"><tr><td>Cible</td><td>Planifiée</td></tr><tr><td></td><td>21,05</td></tr></table>	Cible	Planifiée		21,05
Cible	Planifiée					
	21,05					
Capital forestier résiduel (m <sup>2</sup> /ha)	Capital forestier en croissance résiduel (m <sup>2</sup> /ha)	<table border="1" style="width: 100px;"><tr><td>Cible</td><td>Planifié</td></tr><tr><td></td><td>21,05</td></tr></table>	Cible	Planifié		21,05
Cible	Planifié					
	21,05					
Nombre de tiges d'avenir éclaircies à l'hectare	Pourcentage d'augmentation du diamètre	<table border="1" style="width: 100px;"><tr><td>Cible</td><td>Planifiée</td></tr><tr><td>987</td><td>12%</td></tr></table>	Cible	Planifiée	987	12%
Cible	Planifiée					
987	12%					

---

**Directive de martelage**

Martelage positif	1	2	3	4	5	Total
Essences recherchées (ordre de priorité)	BOJ	ERS	BOP	THO	ERR	
Description						
Diamètre						
S.T. m <sup>2</sup> /ha						

Martelage négatif	Ordre de prélèvement	Priorité de récolte MSCR	Groupe d'essences	Diamètre de récolte ou d'exploitabilité (cm)	Prélèvement		
					S.T. m2/ha	%	m <sup>2</sup>
	1	M+S	SEPM	10 CM ET +	1,30	4,11	5,54
	2	C+R	SEPM	10 ET 12 CM	6,00	18,99	17,83
	3	MSCR	Sentiers	10 CM ET +	3,15	9,97	15,18
	4					0,00	
	5					0,00	
<b>Total:</b>					<b>10,45</b>	<b>33,07</b>	<b>38,55</b>

**Informations additionnelles:**

**Voir annexe 3 pour les trouées**

60

## Annexe 5. Prescription d'une éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites pour la plantation d'épinette blanche

**Prescription sylvicole - Coupes d'éclaircie ou d'amélioration**

À remplir par le bénéficiaire       réservé au MRNF

---

**Identification**

Bénéficiaire désigné		Année d'intervention	
Aire commune ou (UAF)	012-51	No. de secteur	À VENIR
No. d'unité d'échantillonnage	00001	Région écologique	

---

**Description du peuplement (regroupement de peuplements)**

Groupement d'essence	EP	Âge	28	Densité	A	Hauteur	11
Superficie (ha)	8	Type(s) écologique(s)	MS12	Groupe d'espèces indicatrices			
Production prioritaire	SEPM						

**Type de structure**

RÉGULIÈRE

Coefficient de distribution de la régénération (semis, gaules et perche)			
	CD (%)	Essence(s)	
Résineux			
Feuillus tolérants			
Feuillus semi-tolérants			
Feuillus intolérants			
<b>Total</b>			

Essences	Volume (m <sup>3</sup> /ha)	ST (m <sup>2</sup> /ha)
ERR		
ERS		
BOP		
PEU		
ERS		
<b>Total feuillus</b>	0,00	0,00

Essences	Volume (m <sup>3</sup> /ha)	ST (m <sup>2</sup> /ha)
EPN	28,60	6,10
EPB	94,50	19,80
SAB	36,00	6,00
Autres résineux		
<b>Total résineux</b>	159,10	31,90

<b>Volume total toutes essences (m<sup>3</sup>/ha)</b>	159,10
<b>Surface terrière marchande (m<sup>2</sup>/ha)</b>	31,90

<b>Capital forestier (m<sup>2</sup>/ha)</b>	31,50
<b>Capital forestier en croissance (m<sup>2</sup>/ha)</b>	31,10

---

**Prescription sylvicole**

Traitement proposé: ÉCLAIRCIE COMMERCIALE PAR ARBRES ÉLITES

Utilisation de la méthode des sentiers espacés à tous les 33 mètres       Oui       Non      ± 22 mètres

Saison de récolte recommandée: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">AUTOMNE OU HIVER</span> Prélèvement (%)	Cible	Planifié
		39%

Volume récolté (estimation en m <sup>3</sup> /ha) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">56</span> Surface terrière marchande résiduelle (m <sup>2</sup> /ha)	Cible	Planifiée

Capital forestier résiduel (m <sup>2</sup> /ha)	Cible	Planifié

Nombre de tiges élites éclaircies à l'hectare	Cible	Planifiée
	200	200

Capital forestier en croissance résiduel (m <sup>2</sup> /ha)	Cible	Planifié

Pourcentage d'augmentation du diamètre	Cible	Planifié

---

**Directive de martelage**

Martelage positif	1	2	3	4	5	Total
Essences recherchées (ordre de priorité)	EPB ET EPN					
Description	Classe R					
Diamètre	16 à 22 cm					
Tiges / ha	200					

Ordre de prélèvement	Priorité de récolte MSCR	Groupe d'essences	Diamètre de récolte ou d'exploitabilité (cm)	Prélèvement		
				S.T. m <sup>2</sup> /ha	%	m <sup>3</sup>
1	MSCR	Arbre(s) martelées par tige élites sélectionnées	10 CM ET PLUS	8,00	25,08	32
2	MSCR	SENTIERS	10 CM ET PLUS	3,80	11,91	20
3	MSCR	TROUÉES	10 CM ET PLUS	0,80	2,51	4
4					0,00	
5					0,00	
<b>Total:</b>				12,60	39,50	56

**Informations additionnelles:**

Les trouées seront localisées par le marteleur, de façon à utiliser les espaces disponibles qui sont déjà très peu denses ou avec absence d'arbres commerciaux. Si ces conditions ne sont pas rencontrées, le marteleur localisera celles-ci en bordure du sentier où le volume à récolter sera le moindre. Ces arbres seront martelés négativement et d'une couleur différente.

## **Annexe 6. Normes de martelage utilisées dans l'éclaircie neutre par dégagement d'arbres élites**

---

- **MARTELAGE POSITIF**

- Arbre élite des essences **EPB ou EPN** (exceptionnellement un sapin) et doit être **à dégager**
- DHP de 16 cm à 22 cm inclusivement
- Localiser à l'extérieur des sentiers
- Tronc sans défauts et rectiligne
- Espacement entre les arbres élites de six mètres avec un minimum de cinq mètres
- Densité recherchée d'environ 200 tiges par hectare (tolérance 15 %)
- Pour le martelage, faire un cercle autour du tronc à la hauteur du DHP
- Utiliser une couleur différente du martelage négatif

- **MARTELAGE NÉGATIF**

- Dans un rayon de trois mètres en périphérie de l'arbre élite
- Marteler maximum deux arbres
- Prioriser les plus gros diamètres
- À la suite de la sélection de l'arbre ayant le plus gros diamètre, si les deux suivants ont un diamètre identique, choisir celui qui permettra un dégagement le plus équilibré de la cime

## Annexe 7. Prescription d'une éclaircie par le bas avec espacement pour la plantation d'épinette blanche

### Prescription sylvicole - Coupes d'éclaircie ou d'amélioration

À remplir par le bénéficiaire       réservé au MRNF

<b>Identification</b>			
Bénéficiaire désigné	<input type="text"/>	Année d'intervention	<input type="text" value="2012-2013"/>
Aire commune ou (JAF)	<input type="text" value="012-51"/>	No. de secteur	<input type="text" value="3c (blocs 9 à 12-21 à 23 et 33)"/>
No. d'unité d'échantillonnage	<input type="text" value="0004"/>	Région écologique	<input type="text"/>

<b>Description du peuplement (regroupement de peuplements)</b>																																																			
Groupement d'essence	<input type="text" value="EP"/>	Âge	<input type="text" value="28"/>																																																
Densité	<input type="text" value="A"/>	Hauteur	<input type="text" value="12"/>																																																
Superficie (ha)	<input type="text" value="8"/>	Type(s) écologique(s)	<input type="text" value="MS12 ET FE32"/>																																																
Production prioritaire	<input type="text" value="SEPM"/>	Groupes d'espèces indicatrices	<input type="text"/>																																																
<table border="1"> <tr> <td rowspan="5"><b>Type de structure</b></td> <td colspan="3"><b>Coefficient de distribution de la régénération (semis, gaules et perche)</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>CD (%)</b></td> <td><b>Essence(s)</b></td> </tr> <tr> <td>Résineux</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Feuillus tolérants</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Feuillus semi-tolérants</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Feuillus intolérants</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				<b>Type de structure</b>	<b>Coefficient de distribution de la régénération (semis, gaules et perche)</b>				<b>CD (%)</b>	<b>Essence(s)</b>	Résineux			Feuillus tolérants			Feuillus semi-tolérants			Feuillus intolérants			<b>Total</b>																												
<b>Type de structure</b>	<b>Coefficient de distribution de la régénération (semis, gaules et perche)</b>																																																		
		<b>CD (%)</b>	<b>Essence(s)</b>																																																
	Résineux																																																		
	Feuillus tolérants																																																		
	Feuillus semi-tolérants																																																		
Feuillus intolérants																																																			
<b>Total</b>																																																			
<table border="1"> <tr> <th>Essences</th> <th>Volume (m3/ha)</th> <th>ST (m<sup>2</sup>/ha)</th> </tr> <tr> <td>ERR</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ERS</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>BOP</td> <td>0,10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PEU</td> <td>0,30</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>ERS</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Total feuillus</b></td> <td><b>0,40</b></td> <td><b>0,10</b></td> </tr> </table>			Essences	Volume (m3/ha)	ST (m <sup>2</sup> /ha)	ERR			ERS			BOP	0,10		PEU	0,30	0,10	ERS			<b>Total feuillus</b>	<b>0,40</b>	<b>0,10</b>	<table border="1"> <tr> <th>Essences</th> <th>Volume (m3/ha)</th> <th>ST (m<sup>2</sup>/ha)</th> </tr> <tr> <td>EPN</td> <td>8,50</td> <td>29,70</td> </tr> <tr> <td>EPB</td> <td>139,90</td> <td>1,90</td> </tr> <tr> <td>SAB</td> <td>15,20</td> <td>2,60</td> </tr> <tr> <td>Autres résineux</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Total résineux</b></td> <td><b>163,60</b></td> <td><b>34,20</b></td> </tr> </table>	Essences	Volume (m3/ha)	ST (m <sup>2</sup> /ha)	EPN	8,50	29,70	EPB	139,90	1,90	SAB	15,20	2,60	Autres résineux			<b>Total résineux</b>	<b>163,60</b>	<b>34,20</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>Volume total toutes essences (m3/ha)</b></td> <td>164,00</td> </tr> <tr> <td><b>Surface terrière marchande (m<sup>2</sup>/ha)</b></td> <td>34,30</td> </tr> <tr> <td><b>Capital forestier (m<sup>2</sup>/ha)</b></td> <td>34,00</td> </tr> <tr> <td><b>Capital forestier en croissance (m<sup>2</sup>/ha)</b></td> <td>32,40</td> </tr> </table>	<b>Volume total toutes essences (m3/ha)</b>	164,00	<b>Surface terrière marchande (m<sup>2</sup>/ha)</b>	34,30	<b>Capital forestier (m<sup>2</sup>/ha)</b>	34,00	<b>Capital forestier en croissance (m<sup>2</sup>/ha)</b>	32,40
Essences	Volume (m3/ha)	ST (m <sup>2</sup> /ha)																																																	
ERR																																																			
ERS																																																			
BOP	0,10																																																		
PEU	0,30	0,10																																																	
ERS																																																			
<b>Total feuillus</b>	<b>0,40</b>	<b>0,10</b>																																																	
Essences	Volume (m3/ha)	ST (m <sup>2</sup> /ha)																																																	
EPN	8,50	29,70																																																	
EPB	139,90	1,90																																																	
SAB	15,20	2,60																																																	
Autres résineux																																																			
<b>Total résineux</b>	<b>163,60</b>	<b>34,20</b>																																																	
<b>Volume total toutes essences (m3/ha)</b>	164,00																																																		
<b>Surface terrière marchande (m<sup>2</sup>/ha)</b>	34,30																																																		
<b>Capital forestier (m<sup>2</sup>/ha)</b>	34,00																																																		
<b>Capital forestier en croissance (m<sup>2</sup>/ha)</b>	32,40																																																		

<b>Prescription sylvicole</b>											
Traitement proposé:	<input type="text" value="ÉCLAIRCIE MIXTE"/>										
Utilisation de la méthode des sentiers espacés à tous les 33 mètres	<input type="checkbox"/> Oui	<input checked="" type="checkbox"/> Non	± 22 mètres								
Saison de récolte recommandée:	<input type="text" value="AUTOMNE OU HIVER"/>	Prélèvement (%)	<table border="1"> <tr> <td>Cible</td> <td>Planifié</td> </tr> <tr> <td>35%</td> <td>37,90%</td> </tr> </table>	Cible	Planifié	35%	37,90%				
Cible	Planifié										
35%	37,90%										
Volume récolté (estimation en m <sup>3</sup> /ha)	<input type="text" value="57,61"/>	Surface terrière marchande résiduelle (m <sup>2</sup> /ha)	<table border="1"> <tr> <td>Cible</td> <td>Planifiée</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td></td> </tr> </table>	Cible	Planifiée	16					
Cible	Planifiée										
16											
Capital forestier résiduel (m <sup>2</sup> /ha)	<table border="1"> <tr> <td>Cible</td> <td>Planifié</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Cible	Planifié			Capital forestier en croissance résiduel (m <sup>2</sup> /ha)	<table border="1"> <tr> <td>Cible</td> <td>Planifié</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Cible	Planifié		
Cible	Planifié										
Cible	Planifié										
Nombre de tiges d'avenir éclaircies à l'hectare	<table border="1"> <tr> <td>Cible</td> <td>Planifiée</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1146</td> </tr> </table>	Cible	Planifiée		1146	Pourcentage d'augmentation du diamètre	<table border="1"> <tr> <td>Cible</td> <td>Planifié</td> </tr> <tr> <td>+ ou - 1%</td> <td>3%</td> </tr> </table>	Cible	Planifié	+ ou - 1%	3%
Cible	Planifiée										
	1146										
Cible	Planifié										
+ ou - 1%	3%										

<b>Directive de martelage</b>						
<b>Martelage positif</b>						
Essences recherchées (ordre de priorité)	1	2	3	4	5	Total
Description	BOJ	ERS	BOP	THO	ERR	
Diamètre						
S.T. m <sup>2</sup> /ha						
<b>Martelage négatif</b>						
Ordre de prélèvement	Priorité de récolte MSCR	Groupe d'essences	Diamètre de récolte ou d'exploitabilité (cm)	Prélèvement		
				S.T. m <sup>2</sup> /ha	%	m <sup>3</sup>
1		Qualité 3	10 cm et plus			
2		Qualité 2	10 cm et plus	9,50	27,70	41
3		Qualité 1	10 cm et plus			
4	MSCR	PET	10 cm et plus	0,10	0,29	0
5		Sentiers	10 cm et plus	3,40	9,91	16
<b>Total:</b>				13,00	37,90	58

Informations additionnelles:

Répartition uniforme du prélèvement

## Annexe 8. Prescription d'une éclaircie par le bas pour la plantation d'épinette noire

Prescription sylvicole - Coupes d'éclaircie ou d'amélioration						
<input type="checkbox"/> À remplir par le bénéficiaire		<input checked="" type="checkbox"/> réservé au MRNF				
<b>Identification</b>						
Bénéficiaire désigné	<input type="text"/>	Année d'intervention	<input type="text" value="2012-2013"/>			
Aire commune ou (UAF)	<input type="text" value="012-51"/>	No. de secteur	<input type="text" value="Bloc 2"/>			
No. d'unité d'échantillonnage	<input type="text" value="ECR51-0112"/>	Région écologique	<input type="text" value="4ft"/>			
<b>Description du peuplement (regroupement de peuplements)</b>						
Groupement d'essence	<input type="text" value="EN"/>	Âge	<input type="text" value="28"/>	Densité	<input type="text" value="MS12"/>	
Superficie (ha)	<input type="text" value="10"/>	Type(s) écologique(s)	<input type="text" value="MS12"/>		Hauteur	
Production prioritaire	<input type="text" value="SEPM"/>	Groupe d'espèces indicatrices		<input type="text" value="polyfor"/>		
<b>Type de structure</b>						
<input type="text" value="RÉGULIÈRE"/>						
<b>Coefficient de distribution de la régénération (semis, gaules et perche)</b>						
	CD (%)		Essence(s)			
Résineux						
Feuillus tolérants						
Feuillus semi-tolérants						
Feuillus intolérants						
<b>Total</b>						
Essences	Volume (m3/ha)	ST (m2/ha)				
PET						
ERS						
BOP						
PEU						
ERS						
<b>Total feuillus</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>				
Essences	Volume (m3/ha)	ST (m2/ha)				
EPN	135,35	26,50				
EPB	2,12	0,62				
SAB	51,64	9,14				
Autres résineux						
<b>Total résineux</b>	<b>189,11</b>	<b>36,26</b>				
<b>Volume total toutes essences (m3/ha)</b>	189,11					
<b>Surface terrière marchande (m2/ha)</b>	36,26					
<b>Capital forestier (m2/ha)</b>	35,25					
<b>Capital forestier en croissance (m2/ha)</b>	34,69					
<b>Prescription sylvicole</b>						
Traitement proposé: <input type="text" value="Éclaircie commerciale par le bas"/>						
Utilisation de la méthode des sentiers espacés à tous les 33 mètres <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non ± 22 mètres						
Saison de récolte recommandée: <input type="text"/>		Prélèvement (%)		Cible	Planifié	
				40% ± 5	37%	
Volume récolté (estimation en m <sup>3</sup> /ha) <input type="text" value="65"/>		Surface terrière marchande résiduelle (m <sup>2</sup> /ha)		Cible	Planifiée	
				NA	23	
Capital forestier résiduel (m <sup>2</sup> /ha)		Cible	Planifié	Capital forestier en croissance résiduel (m <sup>2</sup> /ha)		
		NA	23	Cible	Planifié	
				NA	23	
Nombre de tiges d'avenir éclaircies à l'hectare		Cible	Planifiée	Pourcentage d'augmentation du diamètre		
		NA	1000	Cible	Planifié	
				5%	8%	
<b>Directive de martelage</b>						
<b>Martelage positif</b>						
	1	2	3	4	5	Total
Essences recherchées (ordre de priorité)	BOJ	ERS	BOP	THO	ERR	
Description						
Diamètre						
S.T. m <sup>2</sup> /ha						
Ordre de prélèvement	Priorité de récolte MSCR	Groupe d'essences	Diamètre de récolte ou d'exploitabilité (cm)	Prélèvement		
				S.T. m2/ha	%	m <sup>3</sup>
1	MS	SEPM	10 CM ET +	1,02	2,81	4,86
2	CR	SEPM	10 CM ET 12 CM	3,64	10,14	13,07
3	MSCR	SAB	24 CM ET +	3,11	8,58	19,15
4	MSCR	SENTIERS	10 CM ET +	5,44	15,00	28,37
5						
<b>Total:</b>				13,21	36,53	65,45
<b>Informations additionnelles:</b>						
Le bloc sera martelé à 75% de sa superficie. L'autre 25% sera traité uniquement par l'opérateur de multifonctionnelle. Les intersenti ers respecteront la norme de prélèvement du 90% - 110%. Par conséquent, des tiges de SAB de 14cm et + ou des Épinettes de 14-16 cm pourront être sélectionnés dans les intersenti. Il y aura récolte de la totalité des tiges pour créer des trouées irrégulières variant de 0,2 ha à 0,3 ha à tous les 2 ha.						



