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

Pratiques sylvicoles adaptées OPMV 4 Rapport d'étape 2008-2009

Présenté à :

Bois d'œuvre Cedrico inc.
Jean-François Desbiens, ing.f.

Et

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
Mike Roy, ing.f.
Lévis Côté, ing.f.
Sylvain Champagne, ing.f.

Par :

CERFO
Centre Collégial de Transfert de Technologie en foresterie
Guy Lessard, ing.f., M.Sc.
Frank Grenon, biol., Ph.D.
Denis Durand, ing.f.
Donald Blouin, ing.f., M.Sc.
Louis Vachon ing.f.

18 mai 2009

© CERFO 2009-09

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES ..... **II**

LISTE DES TABLEAUX ..... **II**

REMERCIEMENTS ..... **III**

RESUME ..... **IV**

INTRODUCTION ..... **V**

1. OBJECTIFS 1
   - *1.1. Objectifs généraux* *1*
   - *1.2. Objectifs de l'étape* *1*
2. METHODOLOGIE 2
   - *2.1. Localisation* *2*
   - *2.2. Liste des traitements possibles* *2*
   - *2.3. Choix des secteurs potentiels* *2*
   - *2.4. Diagnostic sylvicole* *3*
   - *2.5. Accompagnement de la réalisation et suivi* *3*
3. FORMATION 4
   - *3.1. Formation* *4*
   - *3.2. Horaire* *4*
   - *3.3. Document de formation abrégé* *6*
     - **3.3.1.** Introduction 6
     - **3.3.2.** Carte des secteurs 7
     - **3.3.3.** Indicateurs de performance 8
     - **3.3.4.** Travaux pratiques sur le terrain 8
   - *3.4. Participants* *9*
4. MARQUAGE DES TIGES (MARTELAGE) 10
   - *4.1. suivi des attributs de biodiversité lors du marquage* *15*
5. VERIFICATION ET SUIVI 16
   - *5.1. Suivi de l'application par des indicateurs de performance* *16*
   - *5.2. Suivi opérationnel* *17*
   - *5.3. Suivi de l'efficacité* *18*
   - *5.4. Suivi de la pertinence* *18*

CONCLUSION **19**

REFERENCES **20**

ANNEXE 1 - PRESCRIPTIONS SYLVICOLES (HUMQUI ET FALLS-3) **21**

ANNEXE 2 - DIAGRAMMES DE DENSITE **39**

ANNEXE 3 - INDICES DE QUALITE DE STATION **42**

ANNEXE 4 - PROTOCOLE DE SUIVI FERIC **46**

ANNEXE 5 - MODALITES ET FORMULAIRE (INVENTAIRE RAYON FIXE) **50**

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Marquage Humqui **11**
Figure 2 - Marquage Falls 3 ..... **12**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Localisation des secteurs **2**
Tableau 2 - Prescriptions à appliquer pour maintenir les attributs des vieilles forêts **3**
Tableau 3 - Liste des participants **9**
Tableau 4 - Génomes en fonction du type de couvert et de diamètre des tiges **14**
Tableau 5 - Nombre de tiges conservées par secteur pour les attributs de biodiversité **15**

REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier M. Jean-François Desbiens de Bois d'œuvre Cedrico inc. pour sa confiance et son approche proactive de la foresterie. Nous désirons également remercier les représentants du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), MM. Mike Roy et Lévis Côté pour leur engagement significatif dans ce projet et le Centre de foresterie de l'Est-du-Québec inc. (M. Éric Bélanger et son équipe de marteleurs) pour son implication proactive dans la recherche de solutions lors de l'exécution du marquage sur le terrain.

RÉSUMÉ

Le présent projet proposé par Bois d'œuvre Cedrico inc. dans l'UAF 012-53 représente l'un des premiers projets pilotes de mise en application au Québec de pratiques sylvicoles adaptées dans le cadre du plan annuel d'intervention de manière à répondre en partie à l'objectif de l'OPMV 4, soit le maintien en permanence d'une quantité de forêts mûres et surannées déterminée en fonction de l'écologie régionale. Deux des quatre prescriptions sylvicoles prévues ont été martelées cette année, soit le secteur Humqui et le secteur Falls 3 représentant une superficie totale de 48.77 hectares. Une attention particulière a été portée sur la facilitation des opérations de marquage par une formation des marteleurs et le développement d'une instruction de marquage adaptable aux conditions terrain afin de couvrir l'ensemble des situations en terme de variabilité des composantes des peuplements forestiers.

Ce projet propose ainsi une nouvelle approche par de nouvelles modalités de traitement qui s'ajoute à la liste de traitements adaptés aux besoins de l'OPMV 4, une méthode de diagnostic sylvicole et une exploration du régime de la futaie irrégulière, souvent soulignée comme une sylviculture proche de la nature. La phase de réalisation des opérations forestières est prévue pour 2009-2010.

INTRODUCTION

Le MRNF prévoit, dès le prochain PGAF, la mise en application sur le terrain de pratiques sylvicoles adaptées, de manière à répondre en partie à l'objectif 4 des OPMV, soit le maintien en permanence d'une quantité de forêts mûres et surannées déterminée en fonction de l'écologie régionale. « Les pratiques sylvicoles adaptées consistent à effectuer la récolte d'une partie du volume de bois en assurant le maintien de certaines caractéristiques des forêts mûres et surannées et en permettant un retour plus rapide à ces stades de développement », selon les lignes directrices pour l'utilisation des pratiques sylvicoles adaptées dans le cadre de la mise en œuvre de l'objectif 4, produites par le MRNF (Déry et Leblanc 2005). Les pratiques sylvicoles adaptées devront assurer en fait la conservation d'attributs essentiels des vieilles forêts comme un couvert forestier arborescent minimal après intervention (au moins 40 % de recouvrement par les cimes des tiges marchandes), un certain nombre de chicots, d'arbres à valeur faunique, de débris ligneux, ainsi qu'un degré de complexité au niveau de la structure horizontale et/ou verticale du peuplement. De plus, une superficie minimale devra être considérée pour l'application des pratiques adaptées, soit 25 ha, et ces superficies devront être situées à proximité de peuplements forestiers de plus de 7 m de hauteur.

Actuellement, les industriels de la région du Bas-St-Laurent, dont Bois d'œuvre Cedrico inc., doivent cibler un minimum de 3 % des superficies planifiées dans le prochain PGAF (2008) pour la mise en application des pratiques sylvicoles adaptées. Or, ils disposent de très peu d'outils pour (1) choisir les pratiques sylvicoles adaptées qui permettent de répondre aux objectifs de maintien de certaines caractéristiques des forêts mûres et surannées, et (2) cibler les peuplements qui présentent le meilleur potentiel pour l'implantation de ces pratiques sylvicoles adaptées. En fait, s'il existe un document présentant les lignes directrices publié par le MRNF, cette référence reste très générale, présente davantage les objectifs de ces pratiques et très peu de moyens pour y arriver, et fait même mention que « pour certains groupes de production prioritaire, (…) une grande partie des pratiques sylvicoles adaptées devront être développées et faire l'objet de protocoles d'expérimentation. ». Notons en effet que plusieurs groupes de production prioritaire dont Mixte R-Ero, Mixte R-Bou, Mixte R-Fpt, Mixte R-Ers ont pour seul traitement admissible, comme pratiques sylvicoles adaptées décrites dans le MAF la coupe progressive d'ensemencement.

Le présent rapport rappelle les objectifs et la méthodologie retenus, présente les prescriptions de 2 des 4 secteurs d'intervention marqués, les modalités qui ont été appliquées pour le marquage des tiges et enfin, une description des différents suivis en prévision de la prochaine phase du projet faisant l'objet d'une demande de financement pour 2009-2010.

1. OBJECTIFS

1.1. OBJECTIFS GÉNÉRAUX

Dans ce contexte, un projet pilote de mise en application des pratiques sylvicoles adaptées de l'UAF 012-53 dans le cadre de l'OPMV 4 est élaboré. Ce projet a comme objectifs de :

1- Définir une liste la plus exhaustive possible des traitements sylvicoles et les modalités de mise en œuvre spécifiques qui s'y rattachent, permettant de répondre aux objectifs que doivent remplir les pratiques sylvicoles adaptées. Cette liste comprendra les traitements admissibles décrits dans le MAF, mais aussi et surtout d'autres traitements, comme la coupe progressive irrégulière par exemple.

2- Vérifier sur un territoire pilote, soit l'UAF 012-53, situé dans la sapinière à bouleau jaune, l'applicabilité des traitements sylvicoles retenus et des modalités particulières qui s'y rattachent.

3- Planifier et réaliser sur environ 60 à 160 ha (soit 3 à 8 % des superficies planifiées annuellement dans le cadre des opérations forestières) des pratiques sylvicoles adaptées.

1.2. OBJECTIFS DE L'ÉTAPE

1- Former le personnel exécutant le marquage des tiges (martelage) aux nouvelles modalités des traitements sylvicoles retenus.

2- Réaliser le marquage des tiges selon les modalités prescrites dans les secteurs retenus.

3- Développer des modalités pour la vérification et le suivi des travaux de marquage des tiges.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1. LOCALISATION

Le projet est situé dans le sous-domaine de la sapinière à bouleau jaune de l'est, plus spécifiquement dans la sous-région écologique 4f-S des collines du Lac Humqui. Les coordonnées géographiques des quatre secteurs de l'UAF 012-53 sont présentées au tableau suivant (tableau 1).

Tableau 1 - Localisation des secteurs

Secteur	Long.	Lat.	
Humqui	67º35'21''	48º12'57''	marquage réalisé
16 milles	66º59'18''	48º25'17''	non martelé
Falls 3	67º10'27''	48º28'04''	marquage réalisé non terminé
Falls 4	67º11'10''	48º28'25''	non martelé

Dans ce présent rapport, seuls les secteurs martelés seront documentés (Humqui et Falls 3).

2.2. LISTE DES TRAITEMENTS POSSIBLES

Une liste des traitements sylvicoles et des modalités particulières permettant de répondre aux objectifs des pratiques sylvicoles adaptées (étape 1) est dressée. Ces traitements et modalités doivent notamment permettre le maintien d'une proportion minimale du couvert forestier arborescent après intervention (environ 40 %). Ils doivent également favoriser le maintien ou la création d'une complexité au niveau des structures horizontale et/ou verticale, ce qui implique, entre autres, une protection accrue des gaules et de la régénération.

2.3. CHOIX DES SECTEURS POTENTIELS

Les données d'inventaire recueillies par Bois d'œuvre Cedrico inc. en 2006 et décrivant les 2000 ha qui sont planifiés au niveau des opérations de 2007-2008 sont compilées et analysées, de manière à identifier les peuplements désirés. Parmi les caractéristiques recherchées, on peut citer:

1- Les peuplements matures constitués d'une proportion plus grande d'épinettes blanches, ou autres espèces longévives, qui seront privilégiés lors du choix des arbres résiduels.

2- Les peuplements prématures comme les sapinières de 50 ans dans lesquels on génèrera des attributs de vieilles forêts par les méthodes de coupe (débris ligneux, étêtage sur le parterre, récolte des résineux en laissant les bouleaux blancs sur pied, qui formeront les chicots, etc.).

L'analyse des données d'inventaire porte surtout sur la structure, le bois marchand, les gaules, la régénération. Les secteurs ciblés par l'inventaire font également l'objet d'une photo-interprétation fine, de manière à mieux caractériser les peuplements, dont les différents paramètres de structure, et à identifier, entre autres, les grosses épinettes blanches ou bouleaux.

2.4. DIAGNOSTIC SYLVICOLE

Parmi les 2000 ha qui sont analysés, une superficie totale, se situant entre 60 et 160 ha, fait l'objet d'une planification pour la mise en application de pratiques adaptées. Une attention particulière est portée à la dimension et à la configuration des superficies planifiées. En effet, pour favoriser le maintien d'espèces associées aux vieilles forêts, il est important de planifier des superficies coupées d'au moins 25 ha et d'éviter de créer des secteurs de forme allongée, de s'assurer que ces superficies ne sont pas situées à proximité de peuplements forestiers de moins de 7 m de hauteur. Les regroupements de superficies traitées selon des pratiques adaptées, composés de plus d'une production prioritaire, sont également à prioriser, dans le but de favoriser le maintien de la biodiversité. Le tableau 2 présente un rappel des modalités concernant les attributs de vieilles forêts.

Tableau 2 - **Prescriptions à appliquer pour maintenir les attributs des vieilles forêts**

Attributs	Prescriptions
Chicots	Conserver de 10 à 15 gros arbres morts d'essences variées par hectare.
Arbres à valeur faunique	Conserver de 5 à 10 grosses tiges vivantes par hectare (arbres à valeur faunique et recrutement de chicots et débris ligneux).
Gros débris ligneux	Conserver une quantité de 5 m³/ha de débris ligneux répartis le plus uniformément possible sur les parterres de coupe (éviter les empilements). Dans ce cas, et afin de laisser les débris ligneux sur les parterres de coupe plutôt que de les concentrer en bordure des chemins forestiers, l'utilisation de méthodes de récolte par bois tronçonnés doit être privilégiée sur les superficies qui devront être traitées pour atteindre la cible.
Structure des peuplements	Identifier des peuplements présentant une complexité de structures verticale et horizontale ou les deux à la fois et y effectuer des traitements sylvicoles permettant de préserver la structure présente. Dans ce cadre, la protection accrue de la régénération et des gaules doit constituer un objectif à atteindre. Elle doit aussi permettre le maintien d'une proportion des tiges marchandes de façon à assurer la conservation de près de 40 % du couvert forestier marchand. Le choix des traitements sylvicoles appropriés à chacun des types de structures pourra s'inspirer de la section 1.6 du MAF. On y présente schématiquement les principaux axes de diversification qui devraient guider le travail des sylviculteurs québécois pour répondre adéquatement aux enjeux de la biodiversité.

La méthode de diagnostic sylvicole est directement inspirée de la démarche proposée par l'Université Laval utilisant le processus de solution de problèmes et enseignée dans les formations continues de l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (Lessard, 2006). Le choix de la solution puis de la prescription correspondante découle d'une analyse argumentée et documentée (présenté à l'annexe 1). Une photo-interprétation fine a été réalisée afin de préciser la variabilité interne du polygone original sur la base de la composition, de la structure verticale, de la présence éventuelle de trouées et d'une évaluation de la sociabilité (agrégation) des espèces ou des tiges. Les résultats du logiciel TIGES et du SIGIF sont également utilisés. Enfin, des diagrammes de densité ont été utilisés pour l'établissement des génomes (distance inter arbres) (présenté à l'annexe 2).

2.5. ACCOMPAGNEMENT DE LA RÉALISATION ET SUIVI

Ces étapes ont été réalisées partiellement et une partie des travaux est reportée en 2009-2010 et ont fait l'objet d'une nouvelle demande de financement.

3. FORMATION

3.1. FORMATION

Le projet de marquage a débuté le 4 novembre 2009 par un atelier de formation de trois jours permettant d'accompagner les marteleurs du Centre de foresterie de l'est du Québec dans l'application des prescriptions sylvicoles lors du marquage des tiges sur le terrain. L'horaire ainsi que le document de formation abrégé sont présentés ci-dessous.

3.2. HORAIRE

Voir horaire à la page suivante.

Horaire

Mardi 2 novembre 2008	
7 h 30	Rencontre Sélect Hôtel Présentation par CERFO (objectif, CPI, modalités)
8 h 30	Départ d'Amqui vers le secteur Humqui (30 minutes)
9 h 00	Début du martelage (accompagnement des marteleurs par CERFO au cours de l'opération marquage)
12 h 00	Dîner (prévoir un lunch)
13 h 00	Visite de la partie martelée et échange entre les participants
13 h 30	Poursuite du martelage

Mercredi 3 novembre 2008	
7 h 00	Début du martelage (accompagné par le CERFO)

Jeudi 4 novembre 2008	
7 h 00	Rencontre Sélect Hôtel et départ vers l'autre secteur
8 h 00	Début du martelage (accompagnement des marteleurs par CERFO au cours de l'opération marquage)
12 h 00	Dîner (prévoir un lunch)
13 h 00	Visite de la partie martelée et échange entre les participants
14 h 00	Poursuite du martelage et départ du CERFO

3.3. DOCUMENT DE FORMATION ABRÉGÉ

3.3.1. Introduction

Contexte

Le MRNF prévoit, dès le prochain PGAF 2008-2013, la mise en application sur le terrain de pratiques sylvicoles adaptées, de manière à répondre en partie à l'objectif 4 des OPMV, soit le maintien en permanence d'une quantité de forêts mûres et surannées, déterminée en fonction de l'écologie régionale. Les « pratiques sylvicoles adaptées » consistent à effectuer la récolte d'une partie du volume de bois en assurant le maintien de certaines caractéristiques des forêts mûres, soit la conservation d'attributs essentiels des vieilles forêts comme un couvert forestier arborescent minimal, un certain nombre de chicots, d'arbres à valeur faunique, de débris ligneux, ainsi qu'un degré de complexité au niveau de la structure horizontale et/ou verticale du peuplement.

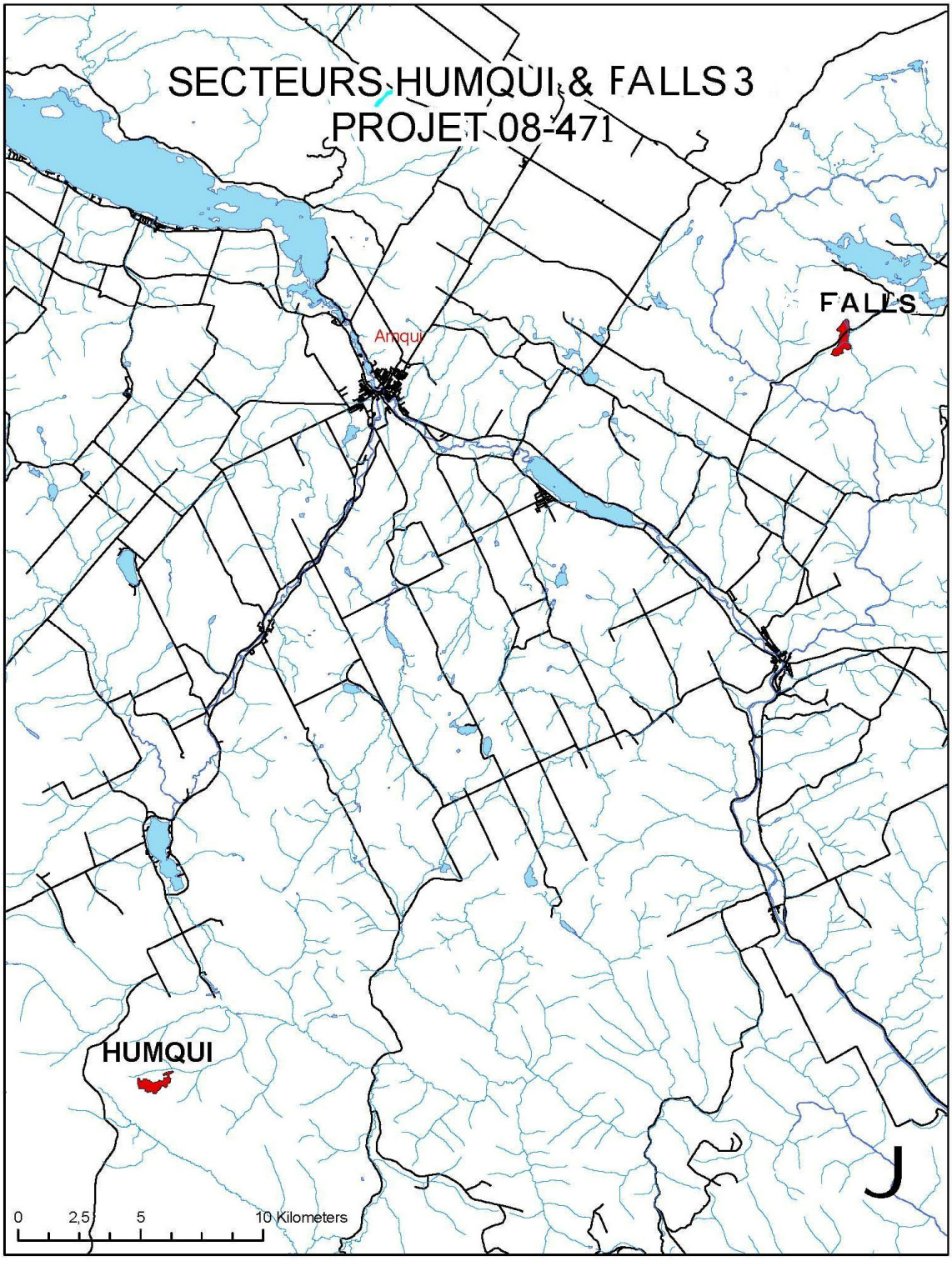
Actuellement, les industriels de la région du Bas-St-Laurent doivent cibler un minimum de 3 % des superficies planifiées dans le prochain PGAF (2008).

Les normes actuelles pour les prescriptions sylvicoles cadrent peu avec ces objectifs; c'est pourquoi il a été nécessaire de développer de nouvelles pratiques sylvicoles répondant mieux aux objectifs recherchés.

Objectifs ciblés

- Tester un nouveau traitement sylvicole (CPI) adapté aux objectifs recherchés.
- Introduire la notion d'indicateurs de performance.
- Maintenir une structure irrégulière.
- Installer la régénération sur toute la superficie en essence désirée.
- Maintenir un couvert forestier pour l'ensemencement.
- Contrôler l'envahissement des espèces de lumière.
- Favoriser la croissance des tiges désirées et des perches déjà établies.

3.3.2. Carte des secteurs



3.3.3. Indicateurs de performance

- Maintenir la complexité de la structure à l'intérieur du peuplement.
- Conserver une portion du couvert forestier marchand après traitement : au minimum 40 % de recouvrement par les cimes des tiges marchandes.
- Conserver des chicots : 10 à 15 tiges mortes/ha toutes essences.
- Conserver de gros débris ligneux de 10 cm de diamètre et plus : 5 m³/ha de débris ligneux répartis le plus uniformément possible sur le parterre de coupe.
- Conserver des arbres à valeur faunique : 5 à 10 tiges/ha de fort diamètre, vivants ou présentant des parties mortes, qui possèdent des caractéristiques indispensables (cavités, cime bien développée, tiges dépassant le couvert).
- Protéger la régénération établie gaule et perche.
- Favoriser la croissance des tiges désirées et des perches déjà établies.
- Installer la régénération sur toute la superficie en essence désirée et limiter l'envahissement par des espèces de lumières.

3.3.4. Travaux pratiques sur le terrain

Sujets

- Génomes
- Îlots de régénération à dégager
- Groupes à éclaircir (résineux, feuillus)
- Groupes à régénérer
- Sentiers espacés
- Martelage fantôme (validation par des placettes échantillons)
- Choix des tiges

3.4. PARTICIPANTS

Les marteleurs du Centre de foresterie de l'Est-du-Québec, des représentants du MRNF, de Bois d'œuvre Cedrico, de l'entrepreneur forestier la COOP forestière Matapédia et un représentant du CIFQ ont assisté à l'atelier de formation. La liste des participants est présentée au tableau 3.

Tableau 3 - Liste des participants

Marteleurs

Nom des participants	Organisme	Nombre de jours présent
Michel Boudreau	Centre de foresterie	3
André St-Pierre	Centre de foresterie	3
Francis Bergeron	Centre de foresterie	2
Cédric Perreault	Centre de foresterie	3
André Mimeault	Centre de foresterie	3
Alexandre Gagné	Centre de foresterie	1

Autres participants

Nom des participants	Organisme	Nombre de jours présent
Jean François Desbiens	CÉDRICO	1
Luc Lavallée	CÉDRICO	2
Martin Couturier	CÉDRICO	2
Florent Boivin	CIFQ	1
Marc Leblanc	MRNF	1
Lévis Côté	MRNF	1
Mike Roy	MRNF	1
Sylvain Champagne	MRNF	1
Denis Heppel	MRNF	2
Frédéric Blais	Coop forestière Matapédia	2
Eric Roussel	Coop forestière Matapédia	1
François Leblanc	Centre de foresterie	1
Éric Bélanger	Centre de foresterie	2
Simon Robichaud	Centre de foresterie	2
Daniel Carrier	Centre de foresterie	1

4. MARQUAGE DES TIGES (MARTELAGE)

Les travaux de marquage des tiges ont débuté le 4 novembre. Deux des quatre secteurs ont été réalisés partiellement, soit les secteurs Humqui et Falls 3, où 30 ha sur 55 et 18 ha sur 59 ont été marqués. Les cartes localisant le marquage des tiges sont présentées aux figures 1 et 2. Il est important de noter que le marquage du secteur Falls 3 n'est pas terminé puisque celui-ci n'était plus accessible (neige). Il sera complété lors du projet 2009-2010 ainsi que les essais sans marquage pour les deux secteurs et la vérification du marquage avant intervention (inventaire de martelage).

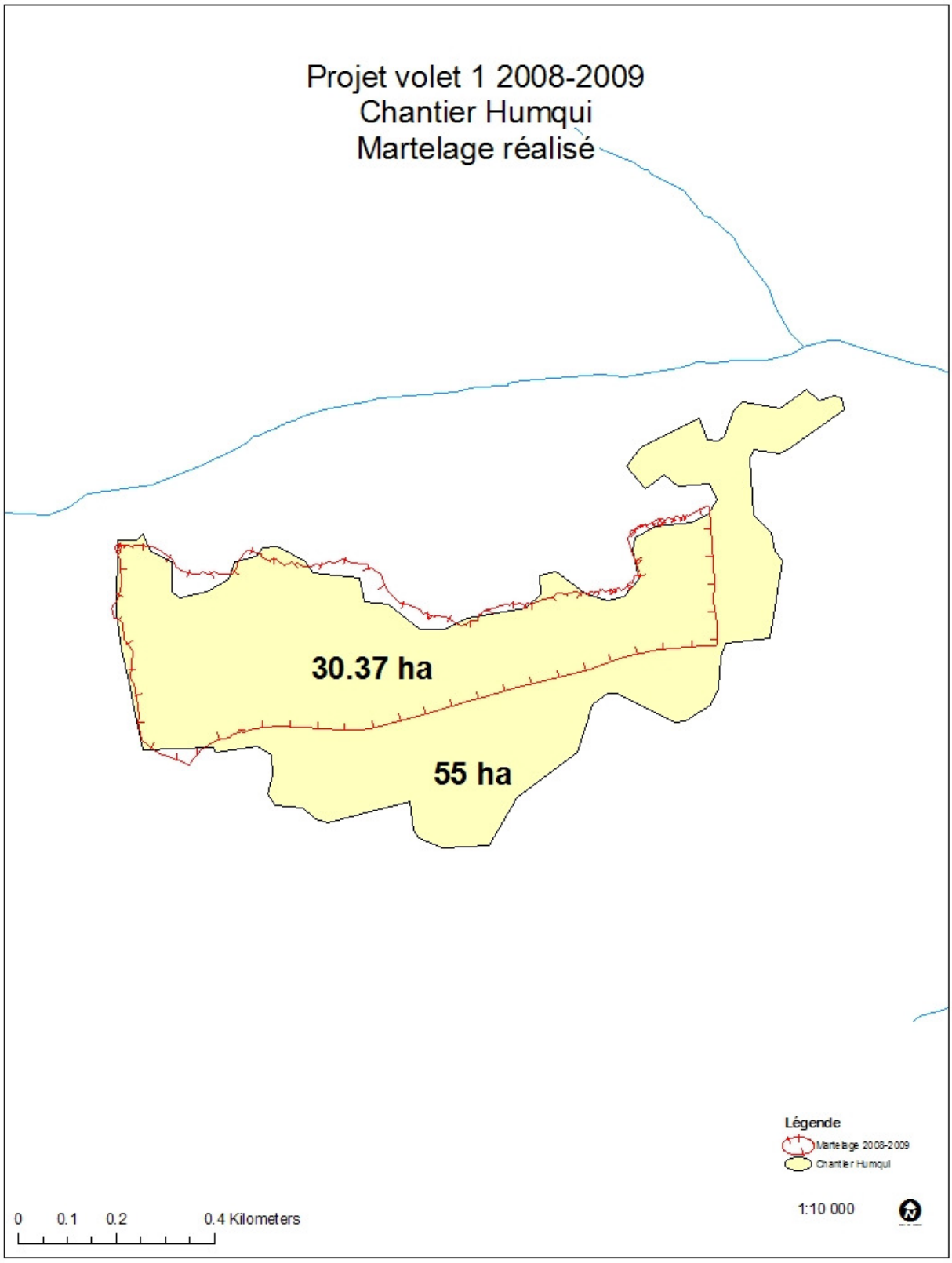


Figure 1 - Marquage Humqui

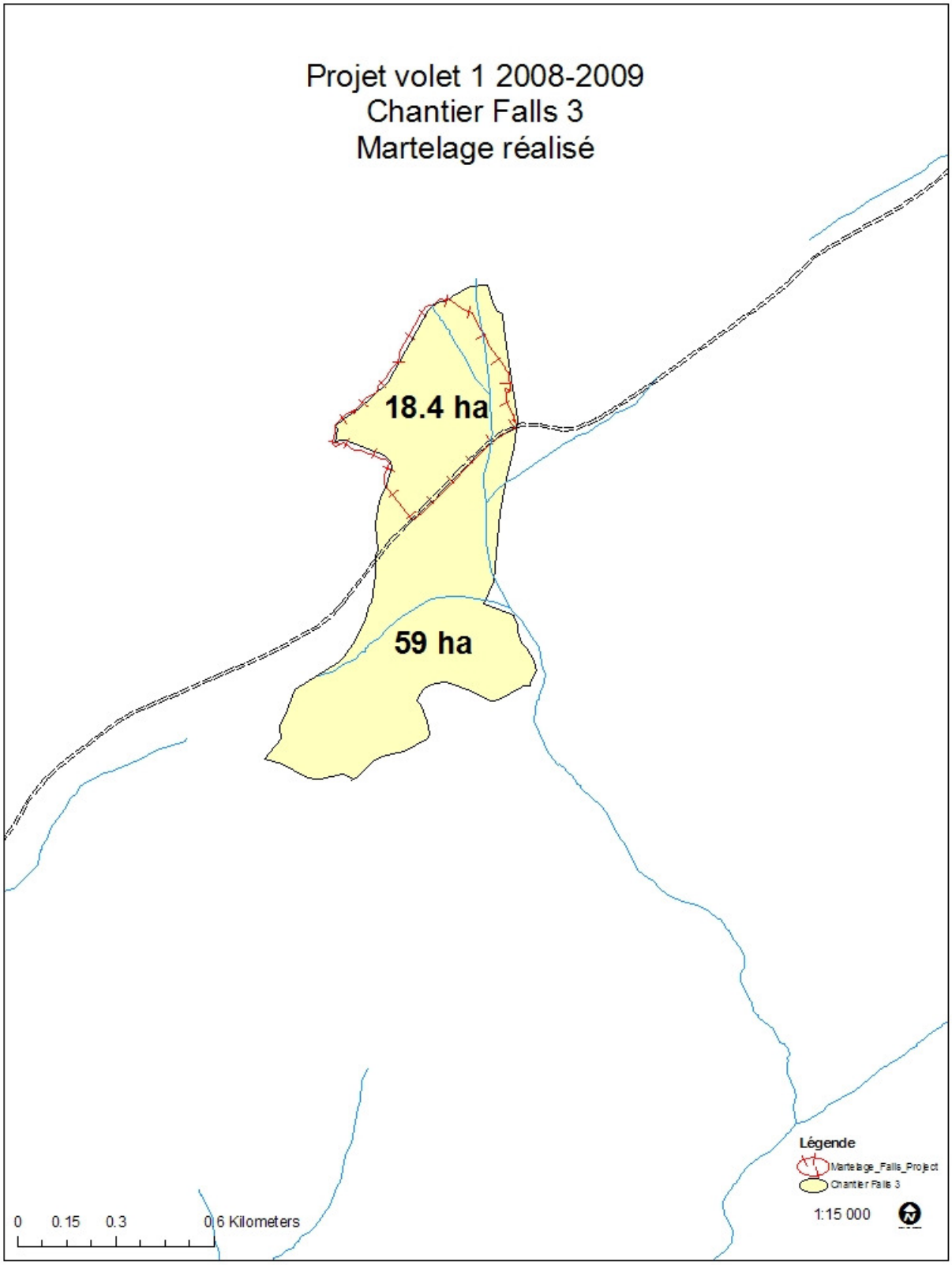


Figure 2 - Marquage Falls 3

Lors de l'atelier de formation sur le terrain, plusieurs situations sont survenues et ont suscité des interrogations de la part des marteleurs. Entre autres, ont dû être définis plus précisément : les conditions pour identifier un îlot de régénération, les génomes à utiliser en fonction du type de couvert en présence (résineux ou feuillu) en relation avec leurs diamètres et la projection de leurs cimes au sol (tableau 4). Ces cas ont amené à préciser les consignes de marquage en les rendant plus opérationnelles et adaptables aux conditions locales du terrain. Les cas et le détail des modalités et des consignes de marquage sont présentés ci-dessous.

Les situations rencontrées

1 - Présence de tiges dégradées dans une zone à marteler

- Des arbres M ou S peuvent être conservés pour une fonction de complément de couvert (remplissage) afin d'éviter l'ouverture trop grande du couvert qui favoriserait les essences de lumière.

2 - Présence de bouleaux dans les secteurs à marteler

- Éviter de trop dégager les bouleaux qui sont particulièrement susceptibles à l'insolation.

3 - Définition d'un îlot de régénération

- Celui-ci se définit comme une tache de régénération dense (obstruction latérale = opaque) de plus d'un mètre.

4 - Ajustement des génomes

Il a été nécessaire d'ajuster les génomes en fonction du type de couvert rencontré. Pour les petites tiges de résineux (10-22), la projection des cimes au sol couvrant peu de surface, l'espacement entre les tiges a dû être réduit, passant de 3 à 4 mètres à 2 à 4 mètres dans le but d'éviter une trop grande ouverture du couvert. Pour les feuillus, des ajustements ont été apportés pour les tiges supérieures à 24 cm. Les cimes des tiges de feuillus étant plus larges (projection au sol occupant plus de surface), il a été nécessaire d'augmenter l'espacement entre les tiges afin d'éviter une trop grande ouverture du couvert (voir tableau 4 pour les génomes en fonction du type de couvert et du diamètre des tiges).

Les modalités et consignes

Méthodologie

1. **Type de marquage**
   - Marquage positif (circonférence bleue) : identification sur des tiges d'avenir **d'essences désirées** composant le capital forestier en croissance que l'on choisit de favoriser et d'éclaircir et constituant le couvert principal ou supérieur du peuplement résiduel.

- La méthode utilisée vise la distribution des tiges d'avenir selon les génomes[1] suivants :

Tableau 4 - Génomes en fonction du type de couvert et de diamètre des tiges

Classes de diamètres	Feuillus (m)	Feuillus (N/400m^2)	Classes de diamètres	Résineux (m)	Résineux (N/400m2)
40 cm et plus	9 à 10	4.4			
30 à 38 cm	7 à 8	7.1			
24 à 28 cm	6 à 7	9.5	18 cm et plus	4 à 5	19.8
8 à 22 cm	3 à 5	25.0	8 à 16 cm	2 à 4	44.4

[1] *Génome = l'espacement entre les tiges en fonction de la dimension des bois déterminé en fonction du coefficient d'espace vital.*

2. Ordre de priorité des tiges à conserver suite au choix de génome

- EPB (CR), EPR (CR), BOJ (CR), BOP (CR), SAB (CR10-16), PET (CR), ERR (CR), SAB (CR 18 ET+), BOJ (MS), BOP (MS), ERR (MS), PET (MS), EPR (MS)10, EPB (MS)11, SAB (MS).
- Des arbres M ou S peuvent être conservés pour une fonction de complément de couvert (remplissage).
- Ne pas trop dégager les bouleaux qui sont particulièrement susceptibles à l'insolation.

3. En présence d'îlot de régénération

- Un îlot de régénération est définit ici comme une tache de régénération dense (obstruction latérale = opaque) de plus d'un mètre.
- Le marteleur doit enlever toutes les tiges d'érable rouge et de peuplier, ainsi que celles de sapin (MS, également CR 18 ET+), d'épinette blanche et d'épinette rouge (MS) et celles de bouleau blanc et de bouleau jaune (MS) au-dessus.
- Pour les bouleaux blancs et les bouleaux jaunes (CR) et les épinettes blanches et rouges (CR) ceux-ci sont martelés positivement à des fins d'ensemencement, de rétention pour la biodiversité et de gain de valeur marchande anticipée. Les sapins (CR 10-16) sont conservés pour atteindre la maturité technique.

4. Conservation d'attributs de vieille forêt

- Marquer positivement les chicots et les arbres à valeur faunique (barres verticales).
- Les débris ligneux sont considérés abondants pour l'instant, mais un recrutement futur dans les chicots et les arbres à valeur faunique est escompté.
- Dans le cadre du projet, dans l'espace entre deux sentiers, les chicots et les arbres à valeur faunique sont comptés distinctement (15 à 20 ti/ha sont escomptées, aux 20 m).

5. Positionnement des sentiers et opérations forestières

- Les sentiers seront rubanés avant marquage pour favoriser l'organisation du travail des marteleurs qui travaillent entre les sentiers (cloisonnement cultural).
- Les sentiers de débusquage sont rectilignes et espacés systématiquement de 30 m afin de protéger le plus possible la régénération déjà en place. Les espacements peuvent diminuer en zone plus abrupte.

- Les sentiers d'abatteuse pourront être fantômes et placés à tous les 15 m, soit entre les sentiers de débusquage.
- Si les sentiers de débusquage passent à l'endroit où se trouvent des tiges à conserver (marquées bleues), les opérateurs doivent dévier momentanément du sentier rectiligne afin de les éviter pour conserver le plus possible le couvert fermé au degré désiré (35% dans les portions en croissance, 45 % pour les portions à régénérer). L'objectif est de maintenir au minimum (<5 %) la récolte d'arbres martelés positivement.
- Aucune machinerie ne doit circuler dans les îlots de régénération à libérer, la machinerie devant circuler au pourtour de l'îlot de régénération et faire l'abattage des tiges vers l'extérieur de la trouée créée. Le contremaître indique le début et la fin de l'îlot sur la ligne rubanée du sentier afin que l'opérateur puisse savoir quand dévier momentanément de sa course.
- Par contre, si l'îlot est plus important et que le sentier doive dévier de plus de quelques mètres, le contremaître n'indique pas de début et de fin de l'îlot et la machinerie pourra, dans ce cas, traverser directement l'îlot sans dévier.
- La largeur des sentiers est de 4 m.

4.1. SUIVI DES ATTRIBUTS DE BIODIVERSITÉ LORS DU MARQUAGE

Étant donné la difficulté d'inventorier et de suivre la progression des tiges conservées lors du marquage, il a été demandé aux marteleurs de comptabiliser les arbres à valeur faunique et les chicots lors de l'exécution du marquage. La méthode utilisée était de diviser le terrain par des bandes où deux marteleurs exécutaient le marquage des tiges et comptabilisaient les tiges à valeur faunique et les chicots (les résultats sont présentés dans le tableau 5).

Les objectifs recherchés

- **Pour les tiges à valeur faunique** : conserver **5 à 10 tiges/**ha de fort diamètre, vivants ou présentant des parties mortes, qui possèdent des caractéristiques indispensables (cavités, cime bien développée, tiges dépassant le couvert).
- **Pour les chicots** : conserver de **10 à 15 gros arbres morts** d'essences variées par hectare.
- **Pour les gros débris ligneux** : un volume d'environ **5 m^3/ha** doit être conservé sur le site. On considère que ceux déjà présents et le recrutement éventuel des chicots et arbres à valeur faunique seront suffisants pour atteindre cet objectif.

En analysant les résultats fournis par les marteleurs par secteur (tableau 5), on remarque que ceux-ci tendent à se rapprocher des objectifs de conservation des attributs de vieilles forêts. Par contre, il faut être prudent dans l'interprétation de ces résultats puisqu'ils sont liés à la rigueur avec laquelle les marteleurs comptabilisaient les tiges.

Tableau 5 - Nombre de tiges conservées par secteur pour les attributs de biodiversité

Secteur	ha	Tiges à valeur faunique		Chicots conservés	
	martelé	Nombre de tiges	Tiges/ha	Nombre de tiges	Tiges/ha
Humqui	30.4	140.0	4.6	197.0	6.5
Falls 3	18.4	103.0	5.6	171.0	9.3

5. VÉRIFICATION ET SUIVI

5.1. SUIVI DE L'APPLICATION PAR DES INDICATEURS DE PERFORMANCE

Le suivi par la mesure d'indicateurs de performance constitue une bonification intéressante du projet initial. Ces indicateurs ont été ajoutés suite aux discussions et suggestions positives avec les représentants du Ministère (MM. Marc Leblanc, Lévis Côté, Denis Heppel, Mike Roy et Sylvain Champagne) présents lors de la visite terrain. Celle-ci représente l'une des premières expériences au Québec de suivi dans le temps du maintien des attributs de vieilles forêts. Elle permettra de doter les divers intervenants forestiers d'outils leur permettant de faire le suivi après intervention, et servira de base comparative avec les traitements traditionnels.

Selon les lignes directrices pour l'utilisation des pratiques sylvicoles adaptées rattachées à l'objectif sur le maintien de forêts mûres et surannées, les attributs de vieilles forêts à maintenir sont :

- La conservation d'un couvert résiduel (40 % de recouvrement par les cimes des tiges marchandes)
- La présence de gros chicots (10-15 par hectare)
- La présence d'arbres à valeur faunique (5-10 grosses tiges vivantes par hectare)
- La présence de gros débris ligneux (environ 5 m^3/ha répartis uniformément)
- La structure verticale et/ou horizontale complexe du peuplement résiduel

Autres indicateurs à suivre :

- Installer la régénération sur toute la surface en essences désirées et limiter l'envahissement par des espèces de lumières
- Protéger la régénération établie
- Favoriser la croissance des tiges désirées et des perches déjà établies

Afin de bien couvrir les objectifs recherchés par la présente étude, deux méthodes d'échantillonnage devront être utilisées pour suivre les travaux, soit un échantillonnage à rayon variable et un échantillonnage à rayon fixe de 11.28 m.

Le rayon variable a pour objectif de suivre :

- La structure horizontale et la régénération
- La documentation des effets sur prélèvement par essences, CFC, CF, etc.

Les placettes échantillons réalisées pour la prescription sylvicole du plan annuel seront utilisées et bonifiées par une intensification de l'échantillonnage afin d'en augmenter la précision.

L'échantillonnage à rayon fixe (11.28 m) a pour objectif de suivre :

- La densité en fonction des diamètres (génomes) en tenant compte des espaces vacants et de la variabilité
- La croissance du peuplement résiduel après traitement
- Les chicots et les arbres à valeur faunique
- La valeur sur pied des bois (classification A, B, C, D et hauteur utilisable)

Les modalités et le formulaire de prise de données sont présentés en annexe 5.

Afin de qualifier le respect des objectifs énoncés, un protocole de mesurage des indicateurs sera à développer plus particulièrement pour le mesurage des chicots et des arbres à valeur faunique et le % de couverture résiduel du couvert. L'utilisation de la photographie aérienne pourrait être un outil intéressant pour l'évaluation de la structure verticale des peuplements traités ainsi qu'identifier et localiser les ilots de régénération libérés. Un inventaire continu pourrait être utilisé pour évaluer les attributs de vieilles forêts.

5.2. SUIVI OPÉRATIONNEL

La réalisation des traitements sylvicoles proposés sera suivie afin de s'assurer de l'application de la prescription sylvicole et de la réussite des traitements. Une induction pour le personnel des opérations forestières est prévue et un responsable du CERFO sera présent lors des opérations, particulièrement au début de chaque traitement. Si cela est possible, des études de productivité seront réalisées sous la supervision du CERFO, selon un protocole prévu par FERIC (bavards, observations et relevés terrain). **Les essais de récolte sans marquage seront réalisés en 2009-2010.**

Une portion de la prescription sur les secteurs est réservée pour des essais de récoltes avec un marquage fantôme. L'opérateur de l'abatteuse multifonctionnelle effectuera lui-même la sélection des tiges à récolter. L'inventaire après traitement permettra de valider la qualité de travaux de récolte sans marquage en comparant les tiges récoltées par l'opérateur à celles martelées.

Méthodologie

- Un marquage fantôme sera réalisé dans les placettes échantillons à rayon fixe localisées dans ces secteurs.

- Le marquage fantôme devra déborder le rayon de la placette afin de tenir compte de la distribution des tiges au pourtour de la placette.

- Dans ces placettes, **toutes les tiges** devront être mesurées et localisées sur la feuille de tallée ainsi que la sélection des tiges martelées positivement, les chicots et les tiges à valeur faunique.

De cette façon, il sera possible de comparer les deux méthodes (marquage et sans marquage) et d'évaluer les écarts sur les choix des tiges, les impacts de l'opération sur le peuplement résiduel, les coûts associés aux diverses activités, validant ainsi la possibilité de réaliser ce traitement sans marquage.

De plus, il est aussi prévu de procéder à un suivi inspiré de la méthode FERIC (annexe 4). L'exécution rapide de la placette-échantillon tout de suite après le passage de l'abatteuse permet d'effectuer une rétroaction à très court terme sur l'action de l'opérateur et d'apporter, le cas échéant, les ajustements nécessaires.

5.3. SUIVI DE L'EFFICACITÉ

Bien que ce type de suivi dépasse largement le cadre du présent projet, il est possible d'envisager un suivi, à moyen terme, des superficies traitées afin de documenter certaines caractéristiques des peuplements résiduels :

- Stabilité au vent (résistance au chablis)
- Croissance et rendement
- Renouvellement (composition, densité et distribution de la régénération
- Maintien de legs biologiques à plus long terme

Pour ces paramètres, particulièrement pour la croissance et le rendement, il faudrait prévoir l'établissement de placettes-échantillons à rayon fixe et des mesures avec galon circonférentiel.

Dans le contexte présent, il s'agit d'essais et non de l'établissement d'un dispositif expérimental. Il est donc important de garder en tête les limites d'inférence des résultats.

5.4. SUIVI DE LA PERTINENCE

Le suivi à court, moyen et long terme des travaux réalisés dans le cadre de ces essais expérimentaux pourra servir, en complément à d'autres travaux de la région, à établir s'ils rencontrent les objectifs de maintien des attributs de vieilles forêts dans des conditions acceptables.

CONCLUSION

Le présent projet proposé par Bois d'œuvre Cedrico inc. représente l'un des premiers projets pilotes de mise en application au Québec de pratiques sylvicoles adaptées pouvant répondre aux objectifs recherchés de l'OPMV4.

La réalisation des prescriptions de pratiques sylvicoles adaptées a débuté par un atelier de formation sur le marquage des tiges permettant au personnel terrain (marteleurs) et aux divers organismes intéressés de se familiariser avec une nouvelle approche en sylviculture et l'application sur le terrain de nouvelles modalités de traitement. Cet atelier de formation sur le terrain a permis de définir plus précisément les conditions pour identifier un îlot de régénération, les génomes à utiliser en fonction du type de couvert en présence (résineux ou feuillu) en relation avec leurs diamètres et la projection de leurs cimes au sol. Les ajustements des consignes de marquage faciliteront les travaux en rendant les consignes plus opérationnelles et adaptables aux conditions locales du terrain (hétérogénéité de la structure, composition et densité du peuplement). Déjà différentes rétroactions ont permis de constater une valorisation du travail des marteleurs par une plus grande mise à contribution de leur expertise. La définition de sous prescriptions permet au MRNF de valider la réalisation du traitement.

La finalisation des travaux de marquage des tiges pour les 4 secteurs ainsi que la réalisation des opérations forestières en 2009-2010 devraient permettre de valider les modalités des traitements et de les bonifier, le cas échéant. Le suivi des indicateurs de performance dotera les divers intervenants forestiers d'outils leur permettant de faire le suivi après intervention, et servira de base comparative avec les traitements traditionnels. Enfin, les essais mis en place avec les marquages fantômes permettront de valider différentes hypothèses sur les opérations forestières, telles que l'impact du choix effectué par des opérateurs comparativement aux choix effectués par les marteleurs sur le peuplement résiduel et les impacts des opérations, le tout mis en perspective avec les coûts associés des différentes activités.

RÉFÉRENCES

De Turckheim, B. et M. Brucciamacchie, 2005. *La futaie irrégulière.* Édisud. Quercy à Cahors (Aix-en-Provence). 286 p.

Guillemette, F., G. Lessard et D. Blouin, 2005. *Création de tables de rendement pour le bouleau jaune*. CERFO. 47 p.

Lessard G, 2005. *Document de référence pour l'aide à la prescription sylvicole. Formation sur le diagnostic sylvicole.*

Lessard G. et al., 2002. *Notes de cours pour la formation sur le logiciel SYLVA II.*

Lessard G. et G. Van der Kelen, 2004. *Entre les coupes progressives et le jardinage par trouées : le cas des coupes progressives irrégulières.* Synthèse de littérature. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). 132 p.

Majcen Z., Y. Richard, M. Ménard et Y. Grenier, 1990. *Choix des tiges à marquer pour le jardinage d'érablières inéquiennes*. MRNF, *Objectifs de protection et de mise en valeur.* 96 p.

MRNF, 1998. *Manuel d'aménagement forestier. 3e édition.*

Roberge, M.R., 1988. *Effects of thinning, patch, clearcutting, site preparation, and planting on development of yellow birch in Quebec.* NJAF, **5**: 248-251.

Woods, M. *Stand Density Management Diagram*. MNR, Ontario. Logiciel.

Lessard G., F. Grenon, D. Durand, M. Béland et D. Blouin, 2008. Pratiques sylvicoles adaptées. CERFO. 67 p.

ANNEXE 1 –
PRESCRIPTIONS SYLVICOLES (HUMQUI ET FALLS-3)

LES PRESCRIPTIONS SYLVICOLES

1. Secteur Humqui

Onze placettes-échantillons au prisme sont établies dans le polygone de 55,4 ha.

1.1 Appellation sur la carte et production

M FTR B3 Jin 30 B 8A MS32 MBOFSR

1.2 Constat et problématique

1.2.1 Production

- Priorité à la production d'épinette et de bouleau jaune (peut-être BOP), le reste des espèces étant considéré comme le peuplement d'accompagnement (bourrage).
- Bonne station sans contrainte :
    - Type écologique : mélangé à érable rouge sur sol à texture mésique et à régime hydrique mésique;
    - Indice de qualité de station intéressant pour le BOJ et l'EPB (tableau 1 et annexe 3).
- Objectif de maintien d'attributs pour la biodiversité selon l'OPMV 4.
- Nécessité de maintenir des chicots, des futurs chicots et des arbres à valeur faunique.

Tableau 1 - Fertilité et maturité absolus

	BOJ[2]	BOP	EPB	ERR	PET	SAB
Indice de fertilité estimée (hauteur à 50 ans)	(15 m)	15 m	18 m	17 m	18 m	18 m
Classe de fertilité	(III)	III	I	III	III	II
Maturité absolue	60 à 85[3]	60 à 85[4]	40 à 50 ans[5]	50 ans	60-75 ans	40 à 60

1.2.2 Aptitude du peuplement à être maintenu sur pied

- Intéressant pourcentage d'espèces longévives (24 %).
- Intéressants CF et CFC (respectivement 18 m^2/ha et 15 m^2/ha sur 25,9 m^2/ha).
- Maturité de la majorité des tiges de sapin en raison de leur fort diamètre moyen et du pourcentage élevé de tiges classées M (tableaux 2 et 3).
- L'érable rouge et le peuplier peuvent être considérés matures en raison de leur âge actuel ayant dépassé la maturité absolue (utilisation pâte) (tableaux 4 et 5).
- Pour le bouleau blanc, étant donné sa qualité (67 % de tiges C et R, tableau 3) et son faible diamètre moyen, sa croissance peut être poursuivie vers une maturité technique, à condition que les ouvertures soudaines soient évitées afin de contrer l'insolation.
- Le bouleau jaune a un excellent capital forestier et un diamètre à peine marchand.

[2] Une étude du CERFO (Guillemette et al., 2007) démontre que la courbe de BOJ serait plus près de celle du BOP que celle des feuillus tolérants de Plonski, utilisée dans les calculs de possibilité. Utilisant la table de Plonski, l'indice serait à 13 m.
[3] Évidemment, il serait préférable ici d'utiliser une maturité technique ou sylvicole.
[4] Idem
[5] Idem

Tableau 2 - Diamètre moyen (écarts-types non disponibles) et âge par essence

	BOJ	BOP	EPB	ERR	PET	SAB
Diamètre moyen	24,8	17,0	30,3	18,2	24,0	20,6
Âge moyen	75,0	69,5	71,0	66,7	65,0	72,5
Écart type	**4,1**	**1,0**	**1,4**	**5,8**		**10,3**

Tableau 3 - Surfaces terrières brutes et compilées en % pour les classes M et C combinées à R des espèces échantillonnées

	$G_{Mespèce}$	% $G_{Mespèce}$	$G_{CRespèce}$	% $G_{CRespèce}$	$G_{espèce}$
BOJ	0,4	8 %	3,7	76 %	4,9
BOP	1	22 %	3,1	67 %	4,6
EPB		0 %	1	77 %	1,3
ERR	1,1	18 %	2,7	44 %	6,1
PET		0 %	0,3	43 %	0,7
SAB	4,6	55 %	3,3	40 %	8,3
	7,1	27 %	13,4	52 %	25,9

1.2.3 Structure du peuplement

- La structure diamétrale[6] du peuplement :
  - Elle est dominée par les perches et les petits bois (voir tableau 4 et figure 1).
  - On retrouve parmi les grosses et très grosses tiges :
    - 42-74 cm BOJ (6 tiges sur 14 PE);
    - 36-40 cm (EPB, ERR, PET, BOJ).
  - Si l'on prend le logiciel TIGE et qu'on le laisse choisir le facteur q [7], le résultat nous confirme cette dominance de petites tiges en nous donnant q=1,27 (ce qui est très abrupte et n'existe pas dans le catalogue de courbes de Majcen et *al.,* 1991[3]).
  - Régénération :
    - Régénération résineuse discontinue par taches, correspondant souvent aux trouées (hauteur : 1 à 4 m environ);
    - Régénération BOJ peu présente.
- La structure verticale, estimée à partir de la photo-interprétation fine (voir figure 2) :
  - Souvent bi-étagée avec ou sans trouées;
  - La majorité des micro-peuplements sont à dominance feuillue. Le peuplement numéro 2 fait exception pour sa dominance résineuse.
- Sociabilité :
  - Souvent les essences sont regroupées en bouquet (contagion, sociabilité) ex. BOP, ce qui entraîne une certaine compétition intra-spécifique.
- Début de structure irrégulière par trouées.

[6] Inspirées de la technique des triangles de structure de Franche Comté, les classes utilisées ici sont arbitraires, le petit bois étant de 24 à 28 cm, le moyen bois de 30 à 38 cm et le gros bois, de plus de 40 cm.

[7] Cette pratique très répandue serait incorrecte. Il est habituellement préférable d'utiliser une structure cible basée sur un diamètre à maturité réaliste et non maximal ainsi qu'un facteur adapté au potentiel du site. L'écart avec la situation actuelle est ensuite noté.

Tableau 4 - Répartition des structures des placettes du polygone retenu, selon la classification d'un triangle des structures

Catégories	Petit bois	Moyen bois	Irrégulière
N placettes	8	2	1

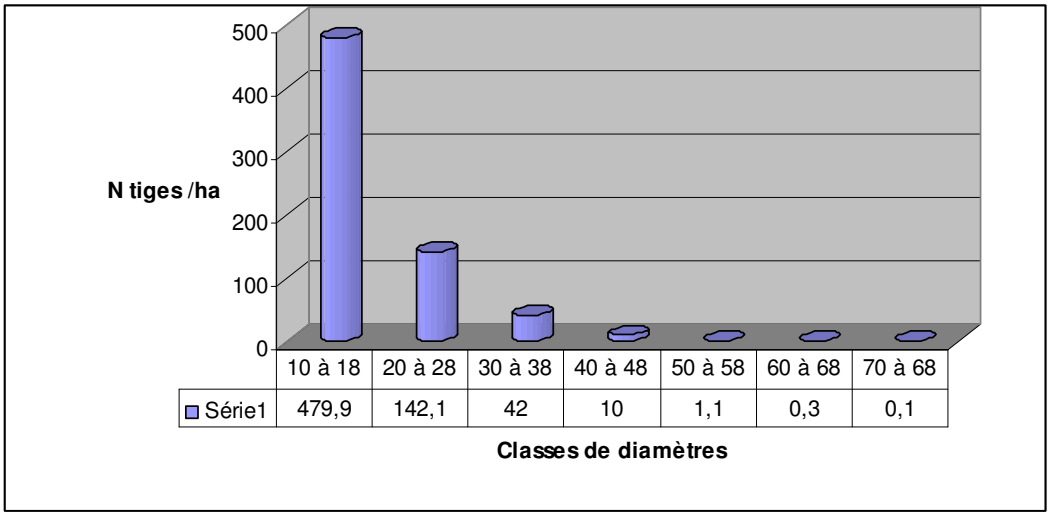
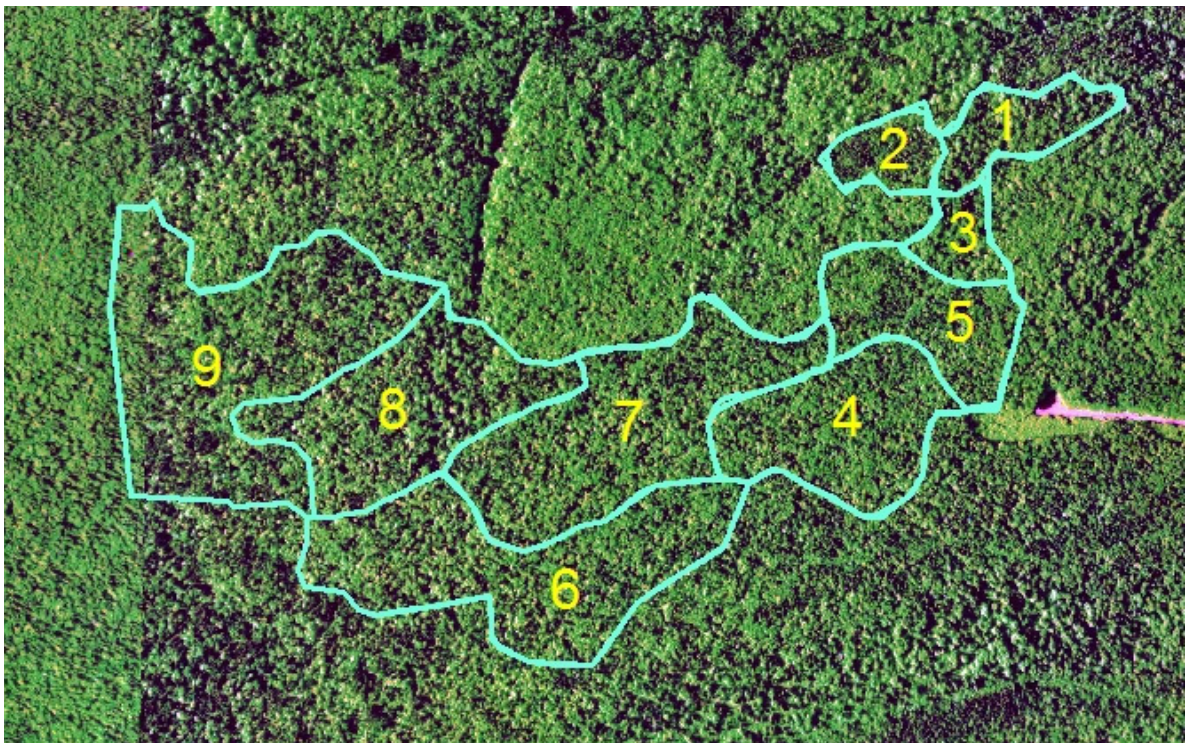


Figure 1 - Structure diamétrale de l'ensemble du peuplement



No	Type	Âge	Structure	Composition	Remarque
1	M	70-50 (30)	Bi-étagée	BOP, PET, SAB, BOJ s.-é. SAB	
2	MR	50	Régulière	SAB, EP, traces BOJ	
3	M	70-50	Bi-étagée	Idem 1	Comme 1, plus dense
4	MF	50	Régulière	ERR, BOP, BOJ, SAB, EPR	
5	MF	50	Régulière avec trouées	Idem 4	Idem 4 avec trouées
6	MF	70-50	Bi-étagée	ERR, BOP, BOJ, PET s.-é. SAB, EPR	
7	MF	70-50	Bi-étagée avec trouées	Idem 6	Idem 6 avec trouées
8	MF	70-50	Bi-étagée avec trouées	Idem 7	Idem 7 avec trouées plus nombreuses
9	MF	50-50	Bi-étagée, quelques trouées	ERR, BOJ, BOP s.-é. résineux	

Figure 2 - Photo-interprétation fine du polygone, réalisée par Denis Durand, ing.f.

1.2.4 Aptitude à la croissance

- Plusieurs sapins à l'état intermédiaire.
- Grosses épinettes encore en croissance.
- Encore une fois, bon capital forestier en croissance (15 m^2/ha sur 25 m^2/ha).
- Il n'y a pas de classe sylvicole pour estimer le nombre de tiges gênantes (aptitude à l'éclaircie).
- La croissance récente en relation avec la croissance moyenne n'est pas disponible.

1.2.5 Intérêt de la récolte

- ERR, BOP et SAB souvent à maturité.
- Il y a possibilité de récolter 40 à 50 m^3/ha de sapin.
- Peuplement de 153 m^3/ha.

1.3 Solutions possibles

1. Ne pas intervenir.
2. Tout récolter et reboiser où il y a un déficit de régénération.
3. Récolter les tiges de mauvaises venues (M et S).
4. Favoriser la régénération sur toute la superficie et le maintien de semenciers.
5. Mettre en valeur les taches de régénération (protéger et libérer).
6. Faciliter l'installation de la régénération de bouleau jaune.
7. Maintenir les espèces qui peuvent poursuivre leur croissance.
8. Diminuer la densité et favoriser la croissance des tiges d'avenir dans les bouquets et dans le peuplement résiduel.
9. Récolter les arbres matures.
10. Maintenir des chicots pour répondre aux objectifs de biodiversité de structure.
11. Contrôler l'ouverture pour répondre à l'OPMV 4 (max 60 pourcent du couvert prélevé).
12. Limiter l'ouverture à 35 % de la densité du couvert (et non de la surface terrière) en excluant les trouées.
13. Limiter l'ouverture à 40-50 % de la densité du couvert (et non de la surface terrière).

1.4 Choix des solutions retenues

La solution 1 n'est pas retenue, puisque le secteur peut faire l'objet d'une coupe partielle.

La solution 2 était la CPRS (CMO), traitement initial remplacé par l'OPMV 4.

La solution 3 serait une coupe d'amélioration (*Improvement cutting*). Elle n'est pas désirée puisque l'objectif est de régénérer et qu'elle ne permet pas de contrôler la quantité de lumière.

La solution 4 serait une coupe progressive (*Shelterwood*), mais l'intention est d'étirer la période de régénération et de récolter en 3 phases le peuplement résiduel (une immédiatement, la prochaine après 10-15 ans et la suivante, 15 ans plus tard). Ceci est possible dans le régime de la futaie irrégulière.

Une solution combinant 4 et 5 serait possible (*Group Shelterwood*) mais le régime régulier n'est pas retenu dans le cadre du projet.

La solution 13 n'est pas retenue en raison de la configuration hétérogène du degré de fermeture.

Les solutions 5 à 12 sont retenues, correspondant à la coupe progressive irrégulière par trouée avec réserve[8] (*Irregular Group Shelterwood* ou *Femelschlag*) [4].

1.5 Prescription sylvicole

1.5.1 Dénomination du traitement

La coupe correspondant à l'objectif de production et aux solutions proposées est la **coupe progressive irrégulière par groupe**.

1.5.2 Marquage

Le peuplement résiduel fait l'objet d'un marquage positif. Les diagrammes de densité (nomogrammes) sont ici utilisés comme référence pour déterminer un génome[9] à partir des diamètres moyens des essences (annexe 2). Le choix du taux de prélèvement par rapport au plein boisement est stratégique. Normalement, on prend la ligne BB correspondant au niveau maximal de prélèvement sans mortalité significative (58 % du plein boisement). Dans le cas présent, étant donné qu'un 5 % de perte doit être prévu pour les sentiers de débardage et attendu que nous estimons un 5 % préventif pour tenir compte du fait que la dispersion des tiges n'est pas homogène et du risque de dégradation du bouleau blanc réputé sensible aux insolations, un niveau de 70 % apparaît plus raisonnable que la ligne BB. En tenant compte du fait qu'il y a une tige de bouleau jaune pour deux tiges de bouleau blanc et pour une tige de résineux, une moyenne pondérée (6,0 3,8 3,8 3,5) donnerait un **génome de 4,3 m**, soit 547 tiges à l'hectare sans trouées.

Un GPS avec une grille de points au 4,3 m sera utilisé afin de s'assurer d'un repérage efficace du marteleur. L'ordre de priorité des tiges à maintenir est EPB (CR), EPR (CR), BOJ (CR), BOP (CR), SAB (CR10-18), PET (CR), ERR (CR), ERR (MS), SAB (CR 18 ET+), BOJ (MS), BOP (MS), PET (MS), EPR (MS)[10], EPB (MS)[11], SAB (MS). Le MRNF propose de favoriser l'utilisation de ces priorités de récolte pour toutes les prescriptions de pratiques sylvicoles adaptées.

---

[8] Un arbre réserve est un arbre vigoureux de forte dimension, maintenu pour des fins de biodiversité, par exemple comme arbre refuge ou perchoir, ou encore pour contrer la raréfaction. Il peut ou non être récolté dans les opérations ultérieures.

[9] Le choix du génome s'est d'abord basé sur les diagrammes de densités de l'Ontario (voir annexe 2). À titre de référence, le diamètre moyen du bouleau blanc a été retenu, en raison de son abondance potentielle dans le peuplement résiduel et par son diamètre moyen plus faible, maximisant le nombre de tiges à l'hectare du coefficient d'espace vital. Ainsi, le calcul suivant a été effectué :

Lecture sur le diagramme :	À 17 cm, le plein boisement serait d'environ 985 tiges/ha, et le nombre de tiges correspondant à 70 % est 690 et celui correspondant à la ligne BB (58 %), serait d'environ 575 tiges à l'hectare.
Application de la formule : (racine carrée (10000/N)	Génomes de 3,2 m, 3,8 m et 4,2 m.

À titre comparatif, les génomes seraient respectivement de 4,6 m, 6,0 m et 6,6 m, si on prenait le diamètre moyen du bouleau jaune comme référence (480, 279, 230 tiges/ha).

[10] Les risques de chablis, après intervention, sont élevés pour cette espèce (ERR) (M. Lévis Côté, communication personnelle).

[11] Idem pour cette autre espèce.

Attention! **Dans le micro-peuplement no 2 à dominance résineuse (figure 2), ainsi qu'à toute autre petite portion de peuplement à dominance résineuse de plus de 500 m^2** (à titre de référence générale), le génome devrait alors être ajusté pour respecter le coefficient d'espace vital plus petit pour une espèce résineuse que pour une espèce feuillue. Trouver un nomogramme de densité pour le sapin du Québec n'est pas une tâche facile ; ceux de Jean Bégin et Stéphane Tremblay sont toujours en préparation. À titre d'ordre de grandeur, si on prend le nomogramme de Bolghari sur l'épinette noire site 1, un diamètre moyen de 20,6 cm donne un plein boisement d'environ 1 100 tiges à l'hectare et, au niveau CC (ici 70 %), donne environ 800 tiges à l'hectare soit un **génome de 3,5 m.**

1.5.3 Libération de la régénération des trouées

Un marquage est nécessaire pour la sélection des tiges. Lorsque le marteleur rencontre un îlot (tache) de régénération dont la hauteur est d'un mètre et plus, il prévoit enlever toutes les tiges de sapin, d'érable rouge, de peuplier, ainsi que celles d'épinette blanche et d'épinette rouge (MS) et celles de bouleau blanc et de bouleau jaune (MS) au-dessus. Un marquage négatif est réalisé afin d'identifier les tiges à récolter en ne les martelant pas. De plus, les bouleaux blancs et les bouleaux jaunes (CR) et les épinettes blanches et rouges (CR) sont martelés positivement à des fins d'ensemencement et de rétention pour la biodiversité. La tache de régénération est rubanée afin de guider le positionnement des sentiers de débardage a posteriori du martelage et effectué par le contremaître. Aucune machinerie ne doit circuler dans les taches de régénération à libérer, la machinerie devant circuler au pourtour de la tache de régénération et faire l'abattage des tiges vers l'extérieur de la trouée créée. Par contre, si le sentier doit dévier de plus de quelques mètres, la machinerie pourrait, dans ce cas, traverser la tache de régénération.

Étant donné l'utilisation de sentiers, la largeur maximale d'une trouée installée correspondra à deux longueurs de bras d'une abatteuse multifonctionnelle (espace entre les sentiers) soit environ 16 m. Ainsi il est convenu de limiter les trouées à installer à une superficie maximale de 500 m^2 à l'hectare (5 % de la superficie). Les trouées naturelles ne font pas partie de ce calcul. En fonction de la grandeur des trouées, il est donc possible d'installer 1 à 3 trouées à l'hectare à condition que la somme de la superficie des trouées ne dépasse pas 500 m^2/ha. La distance minimale entre deux trouées est de 20 m.

1.5.4 Modalités concernant les attributs recherchés de biodiversité

Pour les chicots, il faut conserver de 10 à 15 gros arbres morts d'essences variées par hectare. Ainsi, un chicot le plus gros possible sera martelé en bleu à tous les 25 m.

Pour les arbres à valeur faunique, 5 à 10 grosses tiges vivantes par hectare (arbres à valeur faunique et recrutement de chicots et débris ligneux) doivent être maintenues et marquées en bleu (inclus dans le génome).

Un volume d'environ 5 m^3/ha de gros débris ligneux doit être conservé sur le site. On considère que ceux déjà présents et le recrutement éventuel des chicots et arbres à valeur faunique seront suffisants pour atteindre cet objectif.

Les sentiers devraient être espacés d'au moins 15 m afin de protéger le plus possible la régénération déjà en place. La largeur des sentiers est de 4 m. Les sentiers seront rubanés après martelage en ayant pour objectif de maintenir au minimum (<5 %) la récolte d'arbres martelés

positivement. Les sentiers ne devraient cependant pas être rectilignes pour conserver le plus possible le couvert fermé au degré désiré. Le patron de sentier suggéré est provisoire et devra être validé sur le terrain.

Les opérations de récolte sont effectuées par une multifonctionnelle alors que le débardage est effectué par un porteur.

2. Secteur Falls 3

Onze placettes-échantillons au prisme sont établies dans le polygone de 59,2 ha.

2.1 Appellation sur la carte et production

R SS B3 70 30 BC 8A MS22 SEPM
M BBS B3 70 20 D 8A MS22 SEPM

2.2 Constat et problématique

2.2.1 Production, potentiel forestier et contraintes de terrain

- Priorité à la production d'épinette et de sapin baumier. Les bouleaux jaunes et les bouleaux blancs possèdent également un potentiel de production de bois d'œuvre, le reste des espèces étant considéré comme le peuplement d'accompagnement (bourrage).
- Bonne station :
    - Type écologique (MS22) : mélangé à bouleau blanc sur sol à texture mésique et à régime hydrique mésique);
    - Indice de qualité de station actuelle intéressant pour l'EPB et le sapin (tableau 1 et annexe 3).
- Contrainte de pente D sur la portion nord (peuplements no 1 et 5, figure 2).
- La présence de coulées doit être tenue en compte lors de la vidange des bois.
- Objectif de maintien d'attributs pour la biodiversité selon l'OPMV 4 (% de couvert).
- Nécessité de maintenir des chicots et des futurs chicots.

Tableau 1 - Fertilité et maturité absolus

	BOJ[12]	EPB	SAB
Indice de fertilité estimée (hauteur à 50 ans)	(15 m)	18 m	18 m
Classe de fertilité	(III)	I	II
Maturité absolue	60 à 85[13]	40 à 50 ans[14]	40 à 60

2.2.2 Aptitude du peuplement à être maintenu sur pied

- Intéressant pourcentage d'espèces longévives (19,2 %).
- Surface terrière élevée (G= 34,9).
- Intéressants CF et CFC (18,9 m^2/ha dans les deux cas sur 34,9 m^2/ha, plus de 50 %).
- La moitié des tiges de sapin sont classées CR (tableaux 2 et 3).
- Le peuplier peut être considéré mature en raison de son diamètre élevé. L'érable rouge possède un diamètre moyen peu élevé et de vigueur C et R : il peut être maintenu sur pied au besoin (tableaux 2 et 3).

[12] Une étude du CERFO (Guillemette et al., 2005) démontre que la courbe du BOJ serait plus près de celle du BOP que celle des feuillus tolérants de Plonski, utilisée dans les calculs de possibilité. Avec la table de Plonski, l'indice serait à 13 m.
[13] Il serait préférable ici d'utiliser une maturité technique ou sylvicole.
[14] Idem.

- Pour les bouleaux, étant donné leur qualité particulière (le BOJ avec 86 % de tiges C et R) et leur diamètre moyen faible, la croissance peut être poursuivie en vue d'atteindre une maturité technique, à condition que les ouvertures soudaines soient évitées afin de contrer l'insolation.
- Le maintien du peuplement sur pied peut également compléter l'approvisionnement en semences, tout en permettant de contrôler la compétition par les espèces de lumière.

Tableau 2 - Diamètre moyen (écarts-types non disponibles) et âge par essence

	BOJ	BOP	EPB	EPN	ERR	PET	SAB	THO
Diamètre moyen	19,7	16,9	29,4	40,0	22,0	52,0	21,1	38,0
Âge moyen	72,0		58,0				68,7	
Écart type	**7,2**		**7,6**				**7,4**	

Tableau 3 - Surfaces terrières brutes et compilées en % pour les classes M et C combinées à R des espèces échantillonnées

	$G_{Mespèce}$	% $G_{Mespèce}$	$G_{Respèce}$	% $G_{Respèce}$	$G_{espèce}$
BOJ	0,5	14 %	3,1	86 %	3,6
BOP	1,5	39 %	2,4	61 %	3,8
EPB	1,6	55 %	1,3	45 %	2,9
EPN	0,2	100 %	0	0 %	0,2
ERR	0	0 %	0,2	100 %	0,2
PET	0	0 %	0,2	100 %	0,2
SAB	12,0	50 %	11,8	50 %	23,8
THO	0,2	100 %	0	0 %	0,2
	16,0	46 %	18,9	54 %	34,9

Dans les résultats d'inventaire, le BOJ est présent en plus grande quantité que ce que la photo-interprétation a permis d'identifier.

2.2.3 Structure du peuplement

- La structure diamétrale[15] du peuplement :
  - Elle est dominée par la structure *moyenne bois* (voir tableau 4 et figure 1).
  - On retrouve parmi les grosses et très grosses tiges:
    - 42-74 cm BOJ, SAB, EPN, PET (11 tiges sur 7 des 10 PE);
    - 36-40 cm (EPB, SAB, BOJ, THO).
  - Si l'on prend le logiciel TIGE et qu'on le laisse choisir le facteur q[16], la présence importante de perches (10-18cm) donne un facteur q=1,28 (ce qui est très abrupte et n'existe pas dans le catalogue de courbes de Majcen et *al.,* 1991[3]).
  - Régénération :
    - Régénération résineuse discontinue bien distribuée avec un coefficient de distribution de 88 % au total, mais de 4 % pour EPB;
    - Régénération BOJ présente (coeff. rég. 30 %) mais mal distribuée.

[15] Inspirées de la technique des triangles de structure de Franche Comté, les classes utilisées ici sont arbitraires, le petit bois étant de 24 à 28 cm, le moyen bois de 30 à 38 cm et le gros bois, de plus de 40 cm.

[16] Cette pratique très répandue serait incorrecte. Il est habituellement préférable d'utiliser une structure cible basée sur un diamètre à maturité réaliste et non maximal ainsi qu'un facteur adapté au potentiel du site. L'écart avec la situation actuelle est ensuite noté.

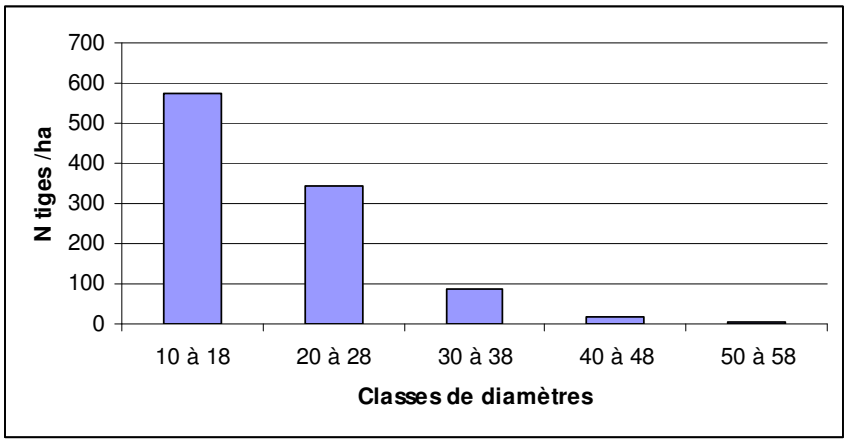


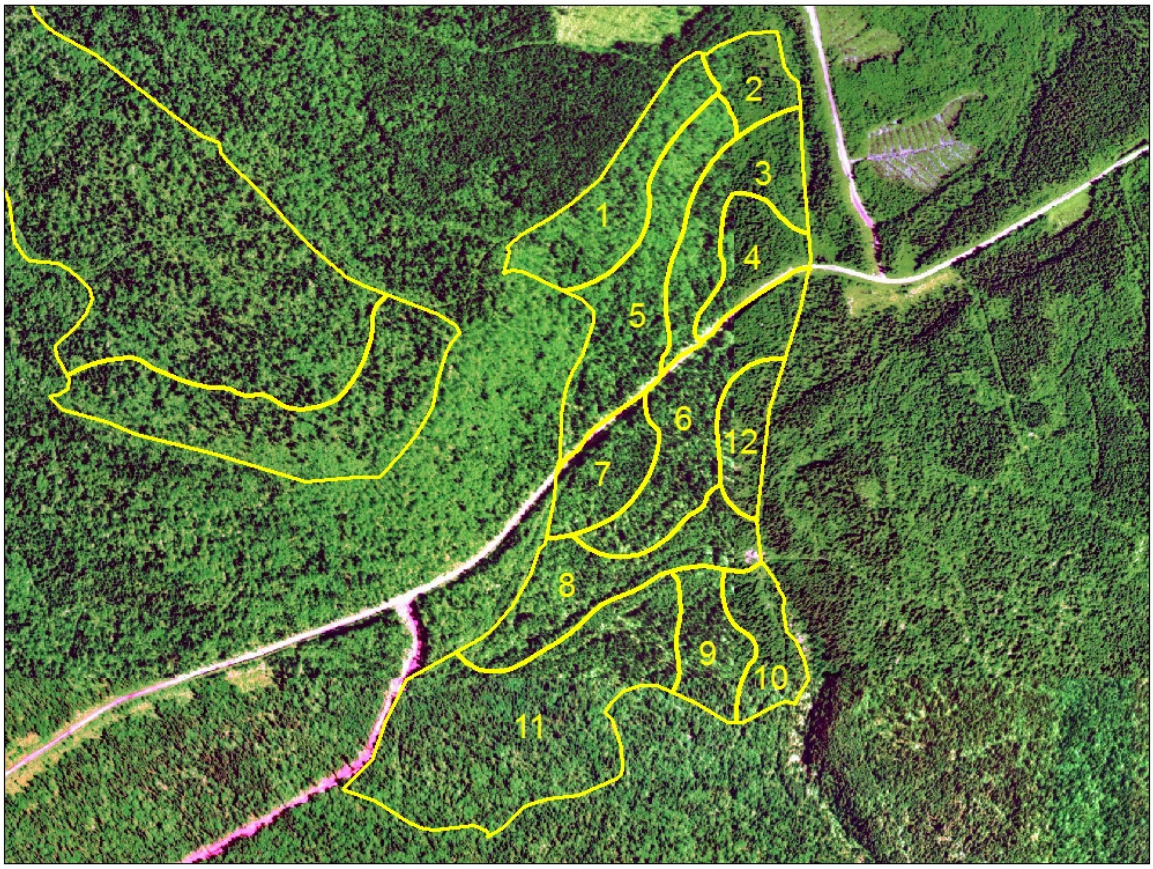
Figure 1 - Structure diamétrale de l'ensemble du peuplement[17]

Tableau 4 - Répartition des structures des placettes du polygone retenu, selon la classification d'un triangle des structures

Catégories	Moyen bois	Moyen bois Gros bois	Irrégulière
Nbr. placettes	8	1	2

- La structure verticale estimée à partir de la photo-interprétation fine (voir figure 2) :
  - Souvent bi-étagée avec ou sans trouées;
  - La majorité des micro-peuplements sont à dominance feuillue. Le peuplement no. 2 (figure 2) fait exception par sa dominance résineuse.
- Sociabilité :
  - Souvent, les essences sont regroupées en bouquet (contagion, sociabilité) ex. BOP, ce qui entraîne une certaine compétition intra-spécifique.
- Début de structures irrégulières par trouées.
- Variabilité de micro-peuplements importante reliée notamment à la variation de topographie.

[17] L:\07-0403\Données\Les Falls 3 ANNEXE 2 .doc



No	Type	Âge	Structure	Composition	Remarque
1	F	70	Trouées	BOJ, BOP, PET mûr	
2	M	60	Petites trouées	SAB, PET	
3	M	60	Trouées	BOP, SAB	
4	R	70	Trouées	SAB, BOP	
5	M	90-80	Bi-étagée + trouées	BOP, SAB s.-é. SAB	
6	M	90-70	Bi-étagée + trouées	BOP, SAB s.-é. SAB	
7	M	50-50	Bi-étagée + trouées	SAB, BOP	Coupe partielle
8	MF	70-70	Bi-étagée	BOP, SAB s.-é.SAB 30-50	
9	R	80	Régulière	SAB, BOP	Densité B
10	R	80	Régulière	SAB, BOP	Densité C
11	MR	90	Bi-étagée	SAB, EPB, BOP, BOJ	
12	MR	50-70	Peu de trouées	SAB,EPB, BOP, PET	Assez dense

Figure 2 - Photo-interprétation fine du polygone, réalisée par Denis Durand, ing.f.

2.2.4 Aptitude à la croissance

- La moitié des sapins sont classés C et R.
- BOU encore en croissance.
- Densité élevée, mais irrégulière.
- Encore une fois, bon capital forestier en croissance (18,9 m^2/ha sur 34,9 m^2/ha).

- Il n'y a pas de classe sylvicole pour estimer le nombre de tiges gênantes (aptitude à l'éclaircie).
- La croissance récente en relation avec la croissance moyenne n'est pas disponible.

2.2.5 Intérêt de la récolte

- Les SAB, EPN et PET sont à maturité. Le diamètre moyen du seul arbre-étude de PET est élevé. Le diamètre moyen du sapin (21,1 cm) est élevé et la moitié des tiges sont classées M. La moitié des EPB (peu abondantes) sont classées M ou S.
- Il y a possibilité de récolter 80 m^3/ha de sapin (M et S).
- Peuplement de volume élevé, 212 m^3/ha.

2.2.6 Résumé des problématiques

- Le peuplement est très hétérogène en termes de composition, de structure et de contrainte de pente. On retrouve cinq cas (voir figure 3) en diverses combinaisons dans le peuplement.
- La majorité des sapins sont matures.
- Densité élevée parmi les tiges de 10 à 18 cm.
- L'épinette est peu régénérée et le bouleau jaune est peu représenté (s'il est retenu comme choix de production).

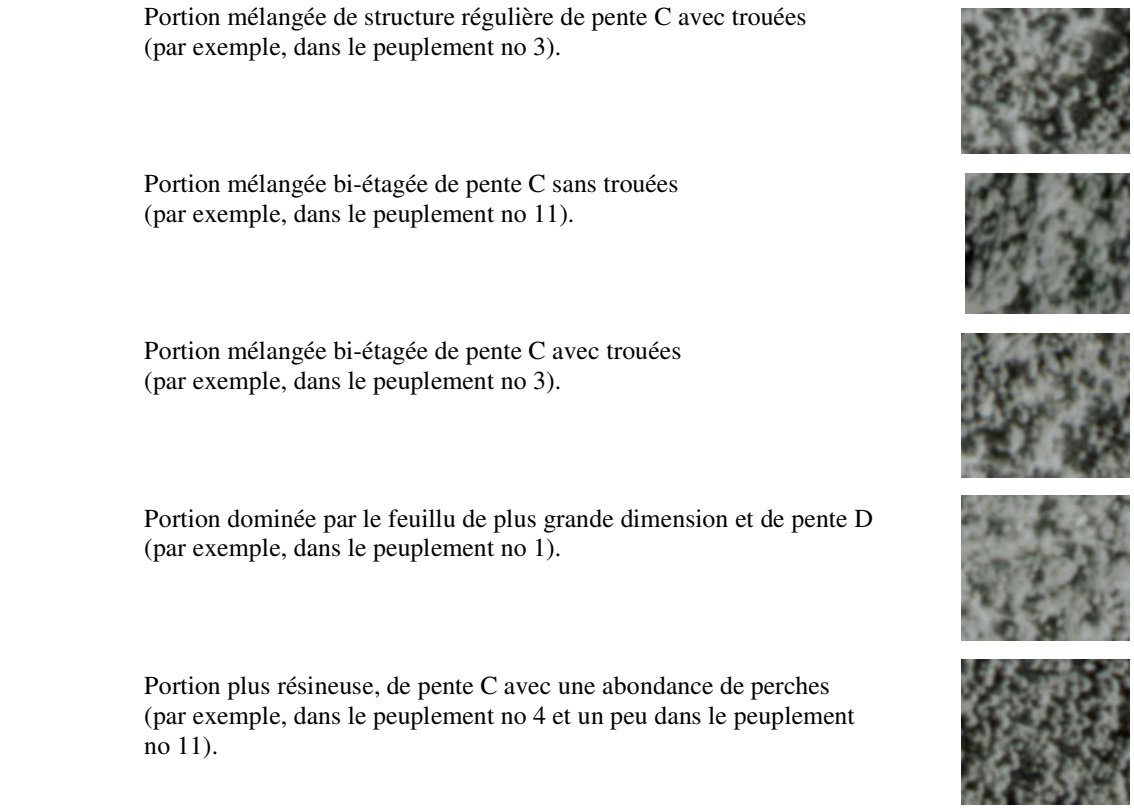


Figure 3 - Les principaux cas se retrouvant au Falls 3 (les numéros réfèrent à la figure 2)

2.3 Solutions possibles

1. Ne pas intervenir.
2. Tout récolter et reboiser où il y a un déficit de régénération.
3. Mettre en valeur les taches de régénération (protéger et libérer).
4. Favoriser l'installation d'un complément de régénération naturelle résineuse, particulièrement en épinettes, sur toute la superficie.
5. Faciliter l'installation de la régénération de bouleau jaune.
6. Diminuer uniformément la densité.
7. Maintenir les espèces longévives qui peuvent poursuivre leur croissance.
8. Favoriser la croissance des tiges d'avenir dans le peuplement résiduel en détourant les cimes.
9. Récolter les tiges de mauvaises venues (M et S).
10. Récolter les arbres matures au-delà d'un diamètre de maturité déterminé.
11. Récolter les arbres gênants ou défectueux mais également maintenir de gros chicots pour répondre aux objectifs de biodiversité de structure.
12. Récolter les arbres gênants ou défectueux mais également contrôler l'ouverture pour répondre à l'OPMV 4 (max 60 pourcent du couvert prélevé).
13. Récolter les arbres gênants ou défectueux mais également limiter l'ouverture à 35 % de la densité du couvert résiduel (et non de la surface terrière) en excluant les trouées. Maintenir des arbres à fonction remplissage ou semenciers.
14. Récolter les arbres gênants ou défectueux mais également limiter l'ouverture à 40-50 % de la densité du couvert résiduel (et non de la surface terrière) en excluant les trouées. Maintenir des arbres à fonction remplissage ou semenciers.
15. Récolter les arbres gênants ou défectueux mais également limiter l'ouverture à 40-50 % de la densité du couvert (et non de la surface terrière). Maintenir des arbres à fonction remplissage ou semenciers.

2.4 Choix des solutions retenues

La solution 1 n'est pas retenue, puisque le secteur peut faire l'objet d'une coupe partielle (volume élevé à l'hectare).

La solution 2 n'est pas retenue. Elle correspond à la solution initiale (CPRS et CMO) qui a été remplacée par le choix de l'OPMV 4.

Les solutions 3, 4 et 5 sont retenues, soit l'ensemble des moyens pour protéger les taches de régénération préétablie et pour installer la régénération en épinette et en bouleau jaune.

La solution 6 n'est pas retenue seule. L'hétérogénéité du peuplement en termes d'essences, (longévité, dimension diamétrale, coefficient d'espace vital) nécessite l'adoption de divers génomes en fonction des cas observés et non d'un seul génome uniforme. Le régime régulier n'est pas retenu dans le cadre des objectifs du projet. Le régime irrégulier est préféré, axé principalement sur l'étalement de la période de régénération et l'allongement de la révolution du peuplement. L'intention est de récolter en 3 phases le peuplement résiduel (une immédiatement, la prochaine après 10-15 ans et la suivante, 15 ans plus tard).

Une option combinant les solutions 3 et 4 serait possible mais le régime régulier n'est pas retenu dans le cadre du projet, tel que discuté dans le paragraphe précédent.

Les solutions 7, 8 et 9 sont combinées. Les tiges d'avenir sont marquées. Des diagrammes de densité (nomogrammes) sont utilisés pour déterminer les distances optimales à établir entre les tiges d'avenir en fonction des cas observés. Les tiges d'avenir sont ainsi détourées, la densité du peuplement est diminuée et les tiges MS sont récoltées en priorité. Cependant, une tige M ou S peut être maintenue pour limiter l'ouverture ou servir de semencier si la régénération n'est pas installée. La solution 9 n'est pas retenue seule puisqu'elle ne permet pas de contrôler la quantité de lumière au sol et l'envahissement par les espèces de lumière.

La solution 10 n'est par retenue pour l'instant puisqu'il n'y a pas surabondance de grosses tiges de qualité R ou C.

La solution 11 est maintenue en accord avec l'OPMV 4.

La solution 12 n'est pas spécifiquement retenue, mais ses exigences sont dépassées par les solutions 13 et 14.

La solution 14 est préférée à la 13 dans les cas de résineux pour limiter les chablis et pour limiter l'insolation des bouleaux résiduels, particulièrement pour les bouleaux blancs.

La solution 15 n'est pas retenue en raison de la configuration hétérogène du degré de fermeture (voir commentaire également pour la solution 6).

2.5 Prescription sylvicole

2.5.1 Dénomination du traitement

La coupe correspondant à l'objectif de production et aux solutions proposées est la **coupe progressive irrégulière par groupe**. Dans le peuplement, le marteleur est susceptible de rencontrer les situations suivantes : des taches de régénération résineuse, des portions de peuplements denses de résineux, des portions de peuplements mélangés de gros bouleaux, avec de grosses épinettes et du bourrage de sapin. Les peuplements 1 et 5 (figure 2) qui sont de la dernière situation présentent également une pente D.

2.5.2 Marquage

Un marquage est nécessaire pour la sélection des tiges. Le peuplement résiduel fait l'objet d'un marquage positif.

Les diagrammes de densité (nomogrammes) servent de référence pour la détermination d'un génome[18] à partir des diamètres moyens des essences. Le plein boisement, d'une sapinière pure d'un diamètre moyen quadratique de 21,1 cm et d'un indice de qualité de station de 18 m à

[18] Le choix du génome s'est d'abord basé sur les diagrammes de densité de l'Ontario (voir annexe 2). À titre de référence, le diamètre moyen du bouleau blanc a été retenu, en raison de son abondance potentielle dans le peuplement résiduel et par son diamètre moyen plus faible, maximisant le nombre de tiges à l'hectare du coefficient d'espace vital.

50 ans, donnerait en théorie une équidistance de 3 m (voir annexes 2 et 3). La ligne BB pour le bouleau blanc, pour un diamètre moyen de 16,9 cm, serait autour de 670 tiges/ha (génome de 3,9 m)[19] et pour le bouleau jaune, pour un diamètre moyen de 19,7 cm, serait de 330 tiges/ha (génome de 5,5 m). Les représentants du MRNF proposent cependant un nombre minimal de tiges de BOJ et de BOP afin de ne pas produire des tiges de qualité moindre en raison de la très grande émergence de branches (pommier) suite à une ouverture importante du couvert.

Pour les portions feuillues et mélangées à dominance feuillue, en tenant compte du fait qu'il y a une tige de bouleau jaune pour 1,4 tige de bouleau blanc, il est proposé d'utiliser un **génome de 4,5 m**, soit entre 550 et 600 tiges à l'hectare sans trouées.

Un GPS avec une grille de points au 4,5 m sera utilisé afin de s'assurer d'un repérage efficace du marteleur. L'ordre de priorité[20] des tiges à maintenir est EPB (CR), EPR (CR), BOJ (CR), BOP (CR), SAB (CR10-18), PET (CR), ERR (CR), ERR[21] (MS), SAB (CR 18 ET+), BOJ (MS), BOP (MS), PET (MS), EPR (MS), EPB (MS), SAB (MS).

Dans les portions résineuses ou à dominance résineuse de plus de 500 m^2 (à titre de référence générale), le génome devrait alors être ajusté pour respecter le coefficient d'espace vital plus petit pour une espèce résineuse que pour une espèce feuillue. Le génome de 3 m est proposé.

2.5.3 Libération de la régénération des trouées

Lorsque le marteleur rencontre un îlot (tache) de régénération dont la hauteur est d'un mètre et plus, il prévoit enlever toutes les tiges de sapin, d'érable rouge, de peuplier, d'épinette blanche et d'épinette rouge (MS) et celles de bouleau blanc et de bouleau jaune (MS) au-dessus. Un marquage négatif est réalisé afin d'identifier les tiges à récolter. De plus, les bouleaux blancs et jaunes (CR) et les épinettes blanches et rouges (CR) sont martelés positivement à des fins d'ensemencement et de rétention pour la biodiversité. Les îlots de régénération sont rubanés afin de guider le positionnement des sentiers de débardage *a posteriori* du marquage et sont effectués par le contremaître. Aucune machinerie ne doit circuler dans les îlots de régénération à libérer, la machinerie devant circuler au pourtour de l'îlot de régénération et faire l'abattage des tiges vers l'extérieur de la trouée créée. Par contre, si le sentier doit dévier de plus de quelques mètres, la machinerie pourrait traverser l'îlot de régénération.

Étant donné l'utilisation de sentiers, la largeur maximale d'une trouée installée correspondra à deux longueurs de bras de multifonctionnelle (espace entre les sentiers), soit environ 16 m de diamètre. Ainsi, il est convenu de limiter les trouées à installer à une superficie maximale de 500 m^2 à l'hectare (5 % de la superficie). Les trouées naturelles ne font pas partie de ce calcul. En fonction de la grandeur des trouées, il est donc possible d'installer 1 à 3 trouées à l'hectare à

[19] Pour le bouleau blanc, on pourrait prendre un pourcentage résiduel de 70 % plutôt que la ligne BB (58 % du plein boisement), soit un 5 % de perte pour les sentiers de débardage et un 5 % préventif pour tenir compte du fait que la dispersion des tiges n'est pas homogène et du risque de dégradation du bouleau blanc réputé sensible aux insolations.

[20] Le MRNF propose que ces priorités de récolte soient favorisées pour toutes les prescriptions de pratiques sylvicoles adaptées.

[21] Les risques de chablis, après intervention, sont élevés pour cette espèce (ERR) (M. Lévis Côté, communication personnelle).

condition que la somme de la superficie des trouées ne dépasse pas 500 m^2/ha. La distance minimale entre 2 trouées est de 20 m.

2.5.4 Modalités concernant les attributs recherchés de biodiversité

Pour les chicots, il faut conserver de 10 à 15 gros arbres morts d'essences variées par hectare. Ainsi, un chicot le plus gros possible sera martelé en bleu à tous les 25 m.

Pour les arbres à valeur faunique, 5 à 10 grosses tiges vivantes par hectare (arbres à valeur faunique et recrutement de chicots et débris ligneux) doivent être maintenues et marquées en bleu (inclus dans le génome).

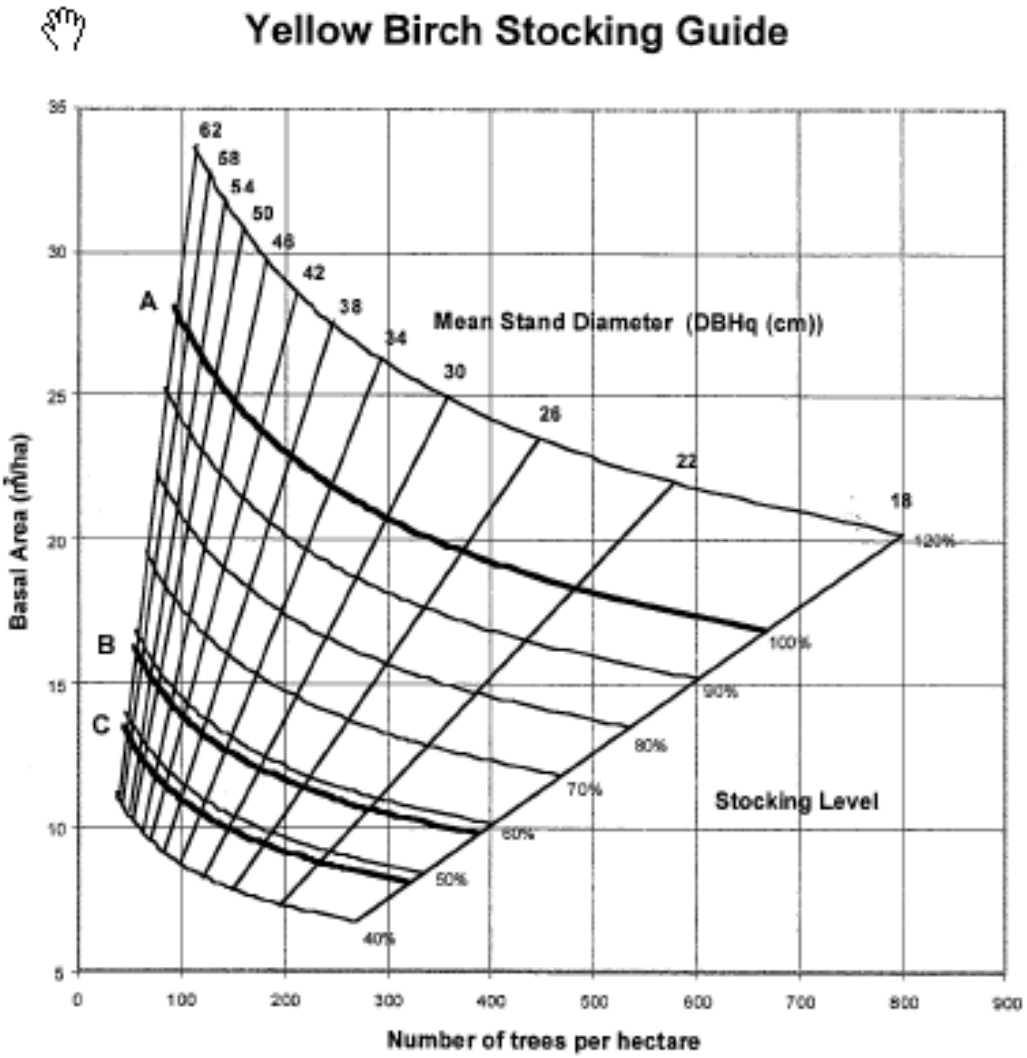
Un volume d'environ 5 m^3/ha de gros débris ligneux doit être conservé sur le site. On considère que ceux déjà présents et le recrutement éventuel des chicots et arbres à valeur faunique seront suffisants pour atteindre cet objectif.

Les sentiers devraient être espacés d'au moins 15 m afin de protéger le plus possible la régénération déjà en place. La largeur des sentiers est de 4 m. Les sentiers seront rubanés après marquage en ayant pour objectif de maintenir au minimum (<5 %) la récolte d'arbres martelés positivement. Les sentiers ne devraient cependant pas être rectilignes pour conserver le plus possible le couvert fermé au degré désiré. Le patron de sentier suggéré est provisoire et devra être validé sur le terrain.

Les opérations de récolte sont effectuées par une multifonctionnelle alors que le débardage est effectué par un porteur.

ANNEXE 2 – DIAGRAMMES DE DENSITÉ

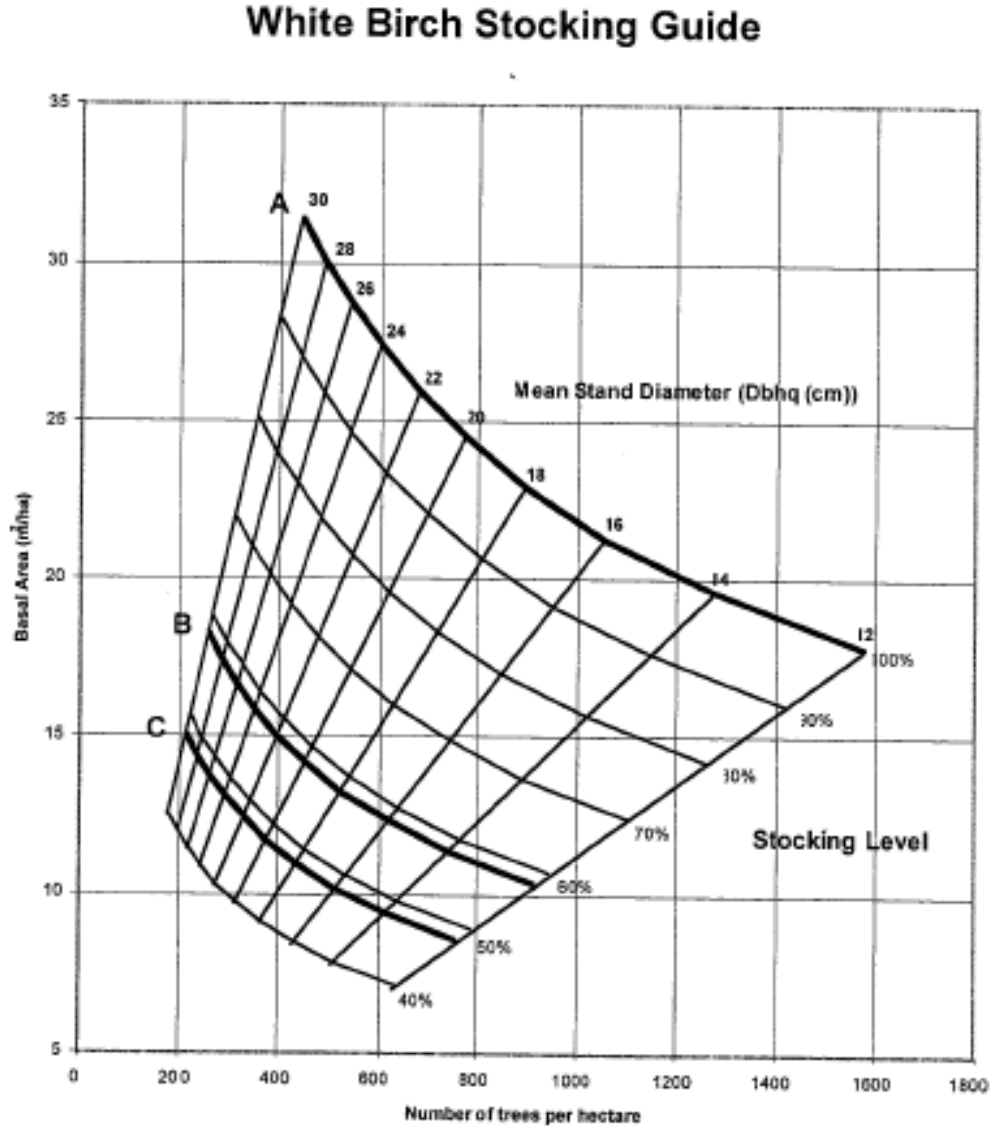
2.1. Diagramme de densité (Yellow birch stocking guide)



(from Crow and Erdman)

DBHq (cm)	120% Trees #/ha	120% BA m²/ha	A Line Trees #/ha	A Line BA m²/ha	90% Trees #/ha	90% BA m²/ha	80% Trees #/ha	80% BA m²/ha	70% Trees #/ha	70% BA m²/ha	B Line Trees #/ha	B Line BA m²/ha	60% Trees #/ha	60% BA m²/ha	C Line Trees #/ha	C Line BA m²/ha
18	800	20.3	666	16.9	600	15.2	533	13.5	466	11.8	387	9.8	333	8.5	320	8.1
22	681	22.0	484	18.3	436	16.5	388	14.7	339	12.8	281	10.6	242	9.2	233	8.8
26	446	23.6	372	19.6	334	17.7	297	15.7	260	13.8	215	11.4	186	9.8	178	9.4
30	355	25.0	296	20.8	266	18.8	237	16.7	207	14.6	172	12.1	148	10.4	142	10.0
34	291	26.3	243	21.9	218	19.7	194	17.5	170	15.4	141	12.7	121	11.0	116	10.5
38	244	27.5	203	23.0	183	20.7	163	18.4	142	16.1	118	13.3	102	11.5	98	11.0
42	208	28.7	173	23.9	156	21.5	139	19.1	121	16.7	101	13.9	87	12.0	83	11.5
46	180	29.8	150	24.8	135	22.3	120	19.8	105	17.4	87	14.4	75	12.4	72	11.9
50	158	30.8	131	25.7	118	23.1	105	20.5	92	18.0	76	14.9	66	12.8	63	12.3
54	140	31.8	116	26.5	105	23.9	93	21.2	81	18.6	67	15.4	58	13.3	56	12.7
58	125	32.6	104	27.3	93	24.6	83	21.8	73	19.1	60	15.8	52	13.6	50	13.1
62	112	33.7	93	28.1	84	25.2	75	22.4	65	19.6	54	16.3	47	14.03	45	13.9

2.2. Diagramme de densité (White birch stocking guide)



(from Marquis et al., 1988)

DBHq (cm)	A Line Trees # ha	A Line BA m²/ha	90% Trees # ha	90% BA m²/ha	80% Trees # ha	80% BA m²/ha	70% Trees # ha	70% BA m²/ha	B Line Trees # ha	B Line BA m²/ha	60% Trees # ha	60% BA m²/ha	C Line Trees # ha	C Line BA m²/ha
12	1574	17.8	1417	16.0	1259	14.2	1102	12.5	913	10.3	787	8.9	755	8.5
14	1272	19.6	1145	17.6	1018	15.7	890	13.7	738	11.4	636	9.8	611	9.4
16	1058	21.3	952	19.1	846	17.0	740	14.9	613	12.3	529	10.6	508	10.2
18	899	22.9	809	20.6	719	18.3	629	16.0	521	13.3	449	11.4	431	11.0
20	777	24.4	699	22.0	622	19.5	544	17.1	451	14.2	389	12.2	373	11.7
22	681	25.9	613	23.3	545	20.7	477	18.1	395	15.0	341	12.9	327	12.4
24	604	27.3	544	24.6	483	21.9	423	19.1	350	15.9	302	13.7	290	13.1
26	541	28.7	487	25.8	433	23.0	379	20.1	314	16.7	270	14.4	260	13.8
28	488	30.1	439	27.1	391	24.0	342	21.0	283	17.4	244	15.0	234	14.4
30	444	31.4	399	28.2	355	25.1	311	22.0	257	18.2	222	15.7	213	15.1

ANNEXE 3 – INDICES DE QUALITÉ DE STATION

3.1. IQS de sapin baumier, zone sapinière à BOJ de l'est

IQS (à 1 m) de sapin baumier, zone sapinière
à BOJ de l'est
Sources : notes de cours de Sylva II

Âge (1m)	IQS				
	9	12	15	18	21
20	5.9	8.0	10.1	12.2	14.4
25	6.6	9.0	11.4	13.8	16.2
30	7.3	9.8	12.4	15.1	17.7
35	7.8	10.5	13.3	16.1	18.9
40	8.2	11.1	14.0	17.0	19.9
45	8.5	11.6	14.6	17.7	20.7
50	8.8	11.9	15.1	18.2	21.4
55	9.1	12.3	15.5	18.7	22.0
60	9.3	12.5	15.8	19.1	22.5
65	9.4	12.7	16.1	19.5	22.9
70	9.6	12.9	16.3	19.7	23.2
75	9.7	13.1	16.5	20.0	23.4

3.2. IQS de bouleau blanc (à 1 m) en zone tempérée

IQS (à 1 m) de bouleau blanc,
zone tempérée
Sources : notes de cours de Sylva II

IQS			
12	15	18	21
6.9	9.0	11.1	13.3
8.1	10.4	12.8	15.3
9.1	11.7	14.3	16.9
10.0	12.7	15.5	18.3
10.7	13.6	16.5	19.4
11.4	14.4	17.4	20.5
11.9	15.1	18.2	21.3
12.4	15.6	18.8	22.1
12.8	16.1	19.4	22.7
13.2	16.5	19.9	23.2
13.5	16.9	20.3	23.7
13.8	17.2	20.7	24.1

3.3. IQS de l'épinette blanche (à 1 m)

IQS de l'épinette blanche (à 1 m)
Sources : notes de cours de Sylva II

Âge (1m)	IQS			
	9	12	15	18
20	5.7	7.8	9.8	11.9
25	6.5	8.8	11.1	13.5
30	7.1	9.6	12.2	14.9
35	7.6	10.4	13.2	16.0
40	8.0	11.0	14.0	17.0
45	8.4	11.5	14.7	17.9
50	8.7	12.0	15.3	18.6
55	9.0	12.4	15.8	19.2
60	9.3	12.7	16.2	19.8
65	9.5	13.0	16.6	20.3
70	9.7	13.2	16.9	20.7
75	9.8	13.5	17.2	21.0

ANNEXE 4 - PROTOCOLE DE SUIVI FERIC

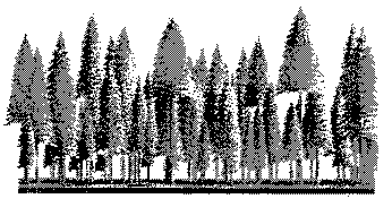
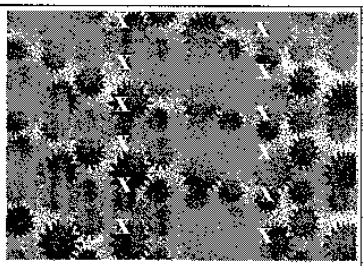
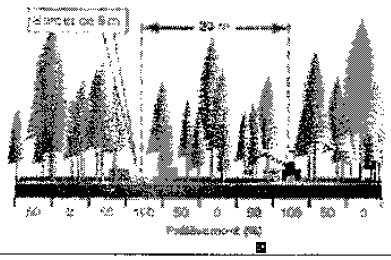
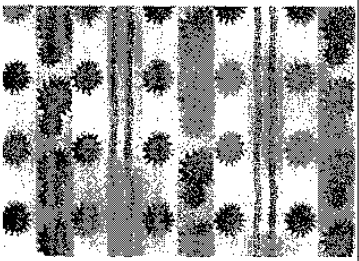
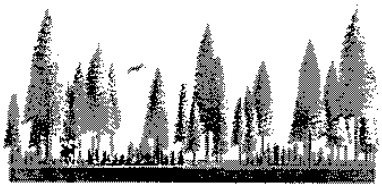
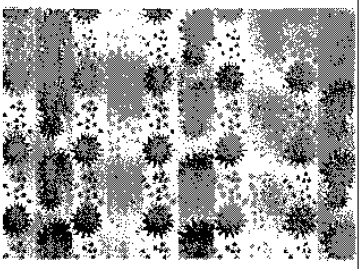
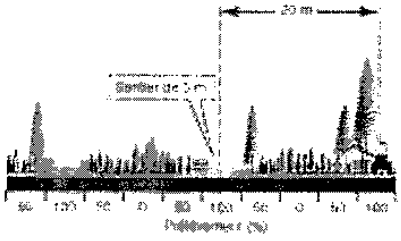
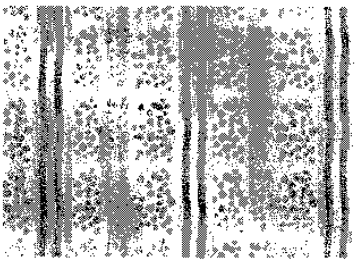
FERIC - Division de l'est
Programme des coupes partielles

Note d'implantation de la coupe progressive (Philippe Meek)

BOISACO (Labrieville)
Méthode 1-2-3 au secteur du Lac Boily

Peuplements cibles : tout peuplement résineux et mélangé (25 % résineux et plus), mature présentant une vigueur de bonne à moyenne dont les variations des dhp sont remarquables.

Description du traitement : (rapport Avantage 5-43))

Projection horizontale Avant 		II faut guider l'abatteuse sur des sentiers espacés aux 20 m avec du ruban ou un GPS.
1re phase 		Fond gris =100 % prélèvement Fond vert pale = 50 % prélèvement selon la méthode 1-2-3 Fond vert foncé = 0 % prélèvement
Période de développement de la régénération 		La régénération se développe uniformément dans les zones traitées.
2e phase 		Les zones non-traitées avec une régénération moins dense accueillent les sentiers.

Prélèvement cible : 50 % du volume

Réseau de sentiers : - Largeur : 5 m
- Espacement : 20 in

Règles de sélection : - 1 arbre sur 3, priorité au plus gros
- Aucune épinette si aucune mitre a moins de 20 m
- Si aucune tige de plus de 12 cm : aucun prélèvement sélectif, sentier seulement

Méthode de suivi et contrôle :

Inspection : Pendant la phase d'implantation, il faut particulièrement veiller à ce que les opérateurs établissent des sentiers de largeur correcte et répartissent le prélèvement uniformément dans la bande de 5 m. II faut insister pour retrouver des souches dans la zone de 3 à 5 m.

Rubanage : Pour guider les opérateurs dans le peuplement, un rubanage de contour doit être fait; un rubanage des sentiers est requis si la navigation UPS ne permet pas de déploiement régulier des sentiers.

Inventaire avant traitement :

Établissement de parcelles-échantillons temporaires à rayons variables.

Saisie des variables : - Essence, dhp
Densité suggérée : - 1/1 ha pendant la période de développement
- 1/4 ha dans un cadre opérationnel

Après traitement :

- Établissement de parcelles-échantillons temporaires de 100 m^2 (5 X 20 m) dans les lisières traitées en coupe partielle.
- Inventaire des souches (essence et dhs) et des tiges résiduelles (essence, dhp)

Variable	Cible	Tolérance
Largeur	5 m	5-6 m
Espacement	20 m	17-23 m
Prélèvement	50 %	40 % - 60%

Lorsque le volume moyen par tige récoltée sera connu, la productivité de l'abatteuse-façonneuse pourra être comparée aux informations du rapport Avantage 5-43.

Développements éventuels :

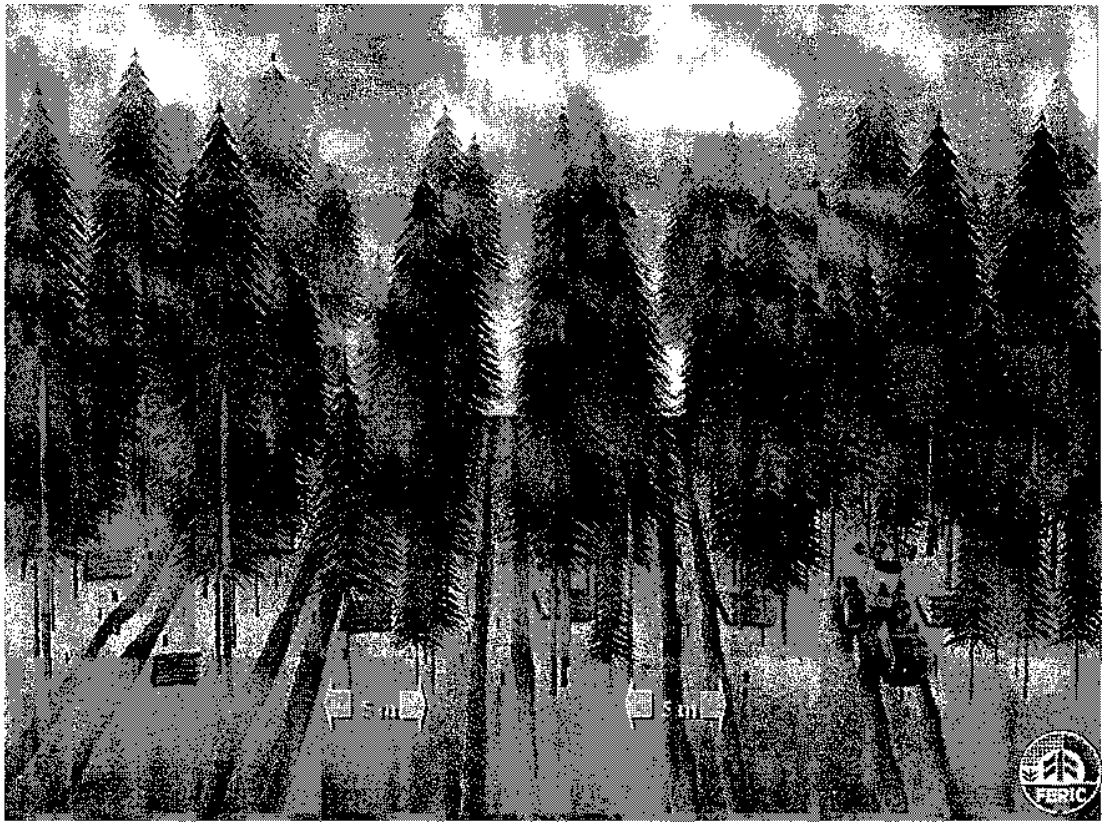
- Évaluation de la vigueur et du dégagement des couronnes pour conversion du traitement vers une éclaircie commerciale (hors-normes pour le moment).

- Faire une évaluation de la conformité vis-à-vis des objectifs d'aménagement écosystémiques.

Méthode Mini-Bandes au secteur du Lac Boily

Peuplements cibles : tout peuplement résineux et mélangé (25 % résineux et plus), mature présentant une vigueur de bonne à moyenne dont les variations des dhp sont peu importantes.

Description du traitement : (rapport Avantage 7-8).



Prélèvement cible : 50 % du volume

Réseau de sentiers : **-** Largeur : 5 m
- Espacement : 10 m

Règles de sélection : aucun abattage entre les sentiers

ANNEXE 5 –
MODALITÉS ET FORMULAIRE(INVENTAIRE RAYON FIXE)

Inventaire à rayon fixe

Cet inventaire a pour but de localiser les tiges martelées positivement ainsi que les tiges à valeur faunique et les chicots et débris ligneux sélectionnés par les marteleurs pour fin de vérification et de suivi dans le temps du projet.

Placette :

- Enregistrer la localisation du centre du point d'inventaire par GPS
- La placette devra être cachée

Utiliser la méthode par cadran pour identifier le centre de la placette soit la triangulation avec 3 points de références (arbre martelé positivement ou rocher ou autres objets permanents).

- Advenant l'obligation de déplacer une placette (exemple ruisseau, cap rocheux), les consignes sont les suivantes :

La placette doit être à un minimum de 25 mètre de la bordure du traitement et doit être à un minimum de 50 mètres entre les placettes.

Sur le formulaire, noter :

- La date
- Le nom des évaluateurs
- Le numéro de la placette
- Les coordonnées GPS
- L'emplacement sur le cadran : X : localisation des trouées (10m x 10m) ; R : localisation d'îlots de régénération ; point : tiges martelées positivement, tiges à valeur faunique, chicots/débris ligneux ainsi que leur numéro lié à la feuille de tallée.
- Le mode de traitement associé pour chacun des quartiers du cadran (**Lib**= libération de la régénération, **Cr**=croissance, **Ins**=installation de la régénération)
- La qualité marquage (arbre oublié=O, mauvais choix de tige=E)
- La localisation par un point à l'extérieur du cadran des tiges à l'**extérieur** de la placette **qui ont une influence** lors de l'analyse de la qualité du marquage.

Inscrire sur la feuille de tallée les sélections de tiges ainsi que les tiges oubliées ou en erreur :

- L'essence
- Le diamètre (classe de 2 cm)
- La qualité (classes M-S-C-R)
- Le code de défaut
- Le code de sélection de la tige : martelée positivement (+) ou chicot/ligneux (c) ou à valeur faunique (F)
- La classification des tiges A, B, C, D
- La hauteur utilisable par classe de 5 mètres
- Tout commentaire pertinent

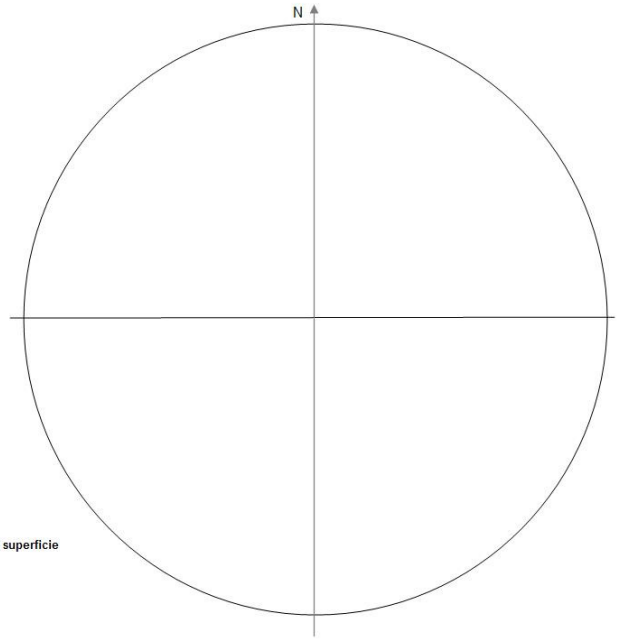
Formulaire de prise de données

Date : _____ Évaluateurs : _____ Coordonnées GPS _____

Bois sur pied (placette 11.28 m) Placette No: _____ Coordonnées GPS _____

Localisation du centre de la placette

no tige	Distance (cm)	Azimut mag (degrés)
autre		
autre		
autre		



CENTRE: _____

x =LOCALISATION TROUÉE
● =ARBRE ET NO

Gr essence	Diamètre	Génome (m)	*Nbre tiges/400m
résineux	8-16 cm	2 à 4 m	44
résineux	18 et +	4 à 5 m	20
feuillu	8-22 cm	3 à 5 m	25
feuillu	24-28 cm	6 à 7 m	10
feuillu	30-38 cm	7 à 8 m	7
feuillu	40 et +	9 à 10 m	4

*** ATT: dans hypothèse que les tiges soient réparties également et sur toute la superficie**

+	MARTELÉ POSITIVEMENT
C	CHICOT & DÉBRIS LIGNEUX
F	ARBRE À VALEUR FAUNIQUE

Numéro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Essence														
Diamètre														
MSCR														
Défauts														
+,C, F														
Haut util par classe 5 m														
Cl bois oeuvre (ABCD)														

Numéro	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Essence														
Diamètre														
MSCR														
Défauts														
+,C, F														
Haut util par classe 5 m														
Cl bois oeuvre (ABCD)														

Numéro	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Essence														
Diamètre														
MSCR														
Défauts														
+,C, F														
Haut util par classe 5 m														
Cl bois oeuvre (ABCD)														