Bilan de 50 ans de foresterie dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière

Le défi de la restauration de l'épinette rouge

Emma Côté

Marie Dallant

Alexandre Mathieu

Anne-Marie Voyer

UNIVERSITÉ LAVAL

Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique
Département des sciences du bois et de la forêt

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

LISTE DES FIGURES ..... **IV**

LISTE DES TABLEAUX ..... **V**

LISTE DES ABRÉVIATIONS ..... **VI**

AVANT-PROPOS ..... **VII**

REMERCIEMENTS ..... **VIII**

PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE ..... **IX**

LE DÉFI DE LA RESTAURATION : SOMMAIRE ..... **XI**

1.0 INTRODUCTION **1**

2.0 LA SEIGNEURIE D'AUTREFOIS : LA VISION DE LA FAMILLE JOLY **4**

2.1 Écarts entre cette forêt d'autrefois et celle d'aujourd'hui 7

3.0 MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL POUR L'ÉTABLISSEMENT D'UN DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL **14**

3.1 Les données cartographiques disponibles 14
3.2 La base théorique de la sélection des critères et des indicateurs 15
3.2.1 ÉVALUATION DE LA NATURALITÉ 15
3.2.2 L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE ET LA STATION FORESTIÈRE 15
3.3 La variabilité naturelle 19
3.3.1 LES TYPES ÉCOLOGIQUES 19
3.3.2 LES COUPES EFFECTUÉES 20
3.3.3 LE COUVERT FORESTIER 21

4.0 AVIS D'EXPERTS 22

5.0 LE DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL, LES CONSTATS ÉTABLIS 24

5.1 Le couvert forestier 24
5.2 Les coupes forestières 26
5.3 Le comparatif des types écologiques 34
5.4 Les peuplements écoforestiers et les classes d'âges 37

6.0 STRATÉGIE DE RESTAURATION DE L'ÉPINETTE ROUGE 41

6.1 Les intérêts de la restauration 41
6.1.1 LOCALISATION DES TIGES ET PEUPLEMENTS D'AVENIR 43
6.1.2 L'ÉPINETTE ROUGE : CRÉATION DE RICHESSE, UNE OPPORTUNITÉ À SAISIR 45
6.2 La mise en œuvre de la restauration 50
6.3 Nos recommandations : partenariat privé-public 53

7. CONCLUSION 56

RÉFÉRENCES 58

ANNEXE 1. VALEUR COMMERCIALE DE L'ÉPINETTE ROUGE 63

ANNEXE 2. CONTRIBUTION DE L'ÉPINETTE ROUGE AU CYCLE DU CARBONE 65

ANNEXE 3. STRATÉGIES DU MFFP EN LIEN AVEC LA RESTAURATION DE L'ÉPINETTE ROUGE 67

ANNEXE 4. VALEUR MARCHANDE DES BOIS SUR PIED 70

Liste des figures

Figure 1. Province naturelle des Basses-Terres du St-Laurent. Source : Statistique Canada, 2019. 2

Figure 2. Premier moulin à scie sur la forêt seigneuriale de Lotbinière (1830). Source : Claude Crégheur, 2017. 4

Figure 3. Comparaison d'un même secteur de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière en 1965 (à gauche) et en 2018 (à droite). Sources : Centre Géostat de l'Université Laval et Google Earth 8

Figure 4. Aire de distribution géographique de la forêt acadienne. (Source : Whitman *et al.*, 2015). 11

Figure 5. Semencier d'épinette rouge à la Forêt de la seigneurie de Lotbinière. Source : Anne-Marie Voyer, 2019. 12

Figure 6. Sère physiographique de la région 2b. Source : Gosselin, J. 2005 18

Figure 7. Comparatif des couverts forestiers des 3^{e} (1991-2003) et 5^{e} décennaux (2003-2018). 24

Figure 8. Comparatif des couverts forestiers : A) de 1991 à 2003 ; B) 2003 à 2018. 25

Figure 9. Localisation des coupes forestières et types de coupes effectués avant 1990. 27

Figure 10. Répartition de la superficie des strates de 7 m et + et de 7 m et – pour la catégorie SEPM. Source : PGAF, 1999 28

Figure 11. Comparatif des coupes effectuées pour la période 1978 à 2017. 32

Figure 12. Les types de coupes effectuées de 1978 à 2017 selon les données cartographiques 33

Figure 13. Distribution des types écologiques du : A) 3e décennal (1991-2003) ; B) 5e décennal (2003-2018). 36

Figure 14. Comparatif des superficies des types écologiques en fonction des années. (A : 1991-2003, B : 2003-2018) 37

Figure 15. Localisation des jeunes peuplements d'EPR et des semenciers potentiels. 39

Figure 16. Secteurs d'interventions en fonction de l'intensité de restauration. 44

Figure 17. Principaux avantages des coupes progressives irrégulières. 49

Figure 18. Moyennes de prix du bois de qualité dans les zones de tarification 349 et 351 du BMMB. 71

Liste des tableaux

Tableau 1. Traitements sylvicoles réalisés entre 1990 et 2000. Source : PGAF, 1999. 29

Tableau 2. Stratégies proposées en fonction de l'intensité de restauration 45

Tableau 3. Défis d'intérêt mentionnés dans la Stratégie d'aménagement durable des forêts. 69

Tableau 4. Moyennes de prix du bois de qualité dans les zones de tarification 349 et 351 du BMMB. 71

Liste des abréviations

CAAF: Contrats d'approvisionnement et d'aménagement forestier
CB : Coupe par bandes
CBA : Nouveau terme utilisé pour désigner les CB
CBPRS : Coupe par bandes avec protection de la régénération des sols
CE : Coupe partielle et épidémies légères
CJ : Coupe de jardinage
CJPG : Coupe de jardinage par pied d'arbres et groupes d'arbres
CJG : Coupe de jardinage par pied d'arbre ou groupe d'arbre
CP : Coupe partielle
CPE : Coupe progressive d'ensemencement
CPHRS : Coupe avec protection de la haute régénération et des sols
CPI-CP: Coupe progressive irrégulière à couvert permanent
CPI-RL: Coupe progressive irrégulière à régénération lente
CPRS : Coupe avec protection de la régénération et des sols
CRECA : Conseil Régional de l'environnement Chaudière-Appalaches
CT : Coupe totale
EPR : Épinette rouge
MERFTF: Mixtes à feuillus tolérants à dominance feuillus
MFFP : Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
MJ2 : Bétulaie jaune à sapin et épinette rouge
PAFIT : Plan d'aménagement forestier intégré
PGAF : Plan général d'aménagement forestier
RS5 : sapinière à épinette rouge
SADF : Stratégie d'aménagement durable des forêts
SEPM : Sapin, épinette, pin gris et mélèzes

Avant-propos

Ce projet a été mis en branle dans le cadre du cours « Projet de conservation de l'environnement » du programme de baccalauréat en environnements naturels et aménagés à l'Université Laval. Ce cours vise à « présenter des stratégies et des pratiques visant à cerner les enjeux de conservation, de gestion et de mise en valeur propres à un territoire donné dans une perspective d'aménagement écosystémique à partir de l'étude d'un cas concret ». Cette année, nous avons eu la chance de réaliser ce cours en collaboration avec la municipalité de Lotbinière.

Notre part du mandat accordé à la classe concerne l'élaboration d'une stratégie de restauration de l'épinette rouge dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière à partir d'un bilan de 50 ans de foresterie.

Il est à noter que le manque de données cartographiques et forestières nous a quelque peu limités dans l'interprétation de l'historique forestière. Une grande partie des documents liés aux Fonds de la famille Joly de Lotbinière et normalement disponible aux archives nationales du Québec, ont été envoyés à Montréal récemment pour un recensement et nous étaient donc également inaccessibles au moment de la rédaction.

Remerciements

Nous tenons à remercier tous les acteurs du milieu qui ont prêté main forte à cette démarche en prenant le temps de répondre à nos questions et d'appuyer notre travail de par leurs expertises respectives. Plus particulièrement, Louis Bélanger et Martin Joly pour leur support infaillible et toujours pertinent tout au long de la session. Grâce à leur aide, nous avons pu acquérir des connaissances et des réflexions primordiales qui feront de nous de futurs professionnels conscients de l'importance des enjeux socio-culturels, économiques et environnementaux associés à un même projet.

Également merci à Antoine Paquet et Frédéric Venne, pour leur présence soutenue, leur précieuse contribution à travers chaque étape du processus d'élaboration de ce document qu'ils ont dû réalisés eux-mêmes lors de leur cursus.

Une mention spéciale à Daniel Dumais et Marcel Prévost de la direction de la recherche forestière au MFFP (DRF) nous donnant beaucoup de leur temps permettant un apport inestimable de connaissances profondes entourant l'épinette rouge. Au travers de conversations personnelles, de leur expertise et d'un grand nombre de partage de documents références, ils ont permis la réalisation de ce travail.

Merci également à Jonathan Lasnier, ingénieur forestier au Groupement forestier Chaudière, pour sa présentation fort pertinente dans le cadre du cours Projet de conservation, ainsi que pour ses conseils avisés quant aux pratiques sylvicoles liés à la restauration de l'épinette rouge.

Présentation de l’équipe

Notre équipe se compose de quatre étudiants au baccalauréat en environnements naturels et aménagés de l’Université Laval. Possédant chacun un parcours différent, leurs compétences distinctives ont permis de mener à terme ce projet.

Anne-Marie Voyer *(coordonnatrice)* a complété deux ans au baccalauréat en agronomie et deux ans au baccalauréat en aménagement et environnement forestiers pour finalement compléter sa formation en environnements naturels et aménagés. En combinant un emploi comme auxiliaire de recherche en hydrophysique des sols pendant ses études, ses compétences les plus marquées sont la rigueur et le sens du devoir accompli. De plus, ses études au baccalauréat en aménagement lui ont permis d’apporter des notions forestières à ce travail.

Emma Côté a complété deux années d’études au baccalauréat en aménagement et environnement forestiers avant de se lancer dans le baccalauréat en environnements naturels et aménagés et un certificat en géographie. Son expérience dans le domaine de la recherche en écologie forestière lui confère un fort sens du détail et un désir profond de mettre ses connaissances au service d’une gestion durable des forêts.

Marie Dallant est une étudiante française résidant au Québec pour la totalité de son baccalauréat en environnement et actuellement en fin de cursus. Elle est dotée d’expérience à l’international grâce à sa participation à plusieurs projets sociaux, économiques et environnementaux au sein du Parc national de la Comoé en Côte d’Ivoire, qui ont su se complémentariser avec des notions de foresterie et qui se sont renforcées encore davantage grâce à la mise en œuvre de ce projet.

Alexandre Mathieu est un écologiste militant ayant œuvré au sein de l’organisme des Ami.e.s de la Terre de Québec. À travers des initiatives citoyennes, il recherche l’atteinte d’une société québécoise toujours plus éveillée.

Les effets sur les populations animales et végétales des changements climatiques lui tiennent particulièrement à cœur. À travers son sens de la responsabilité citoyenne à agir au nom de la biodiversité, il contribua particulièrement à ce document en recherchant des pistes de solutions pour faire valoir la valeur écologique et commerciale de l'épinette rouge. Son côté humain l'a amené à des discussions avec une multitudes d'acteurs concernés par le projet.

Nous autorisons l'impression et la distribution du présent rapport à des fins d'information.

Pour citer ce document : VOYER, Anne-Marie; CÔTÉ, Emma; DALLANT, Marie et Alexandre MATHIEU. 2019. *Bilan de 50 ans de foresterie dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière : Le défi de la restauration de l'épinette rouge*. Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Université Laval, Québec. 55 p.

DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL

ENJEU

Appréhension que la forêt est en perte de qualité en raison de la raréfaction de l'épinette rouge

HYPOTHÈSE

Les coupes forestières des dernières années ont modifié la composition de la forêt

INDICATEURS

- RS5 (sapinière à épinette rouge)
- MJ2 (bétulaie jaune à sapin et épinette rouge)

MÉTHODOLOGIE

1. Nous avons sélectionné les peuplements correspondant aux types écologiques choisis comme indicateurs.
2. Nous avons comparé les types de coupes forestières utilisées (figure 1).
3. Le même traitement a été fait avec les types de couverts et

Les classes d'âge et les peuplements présentant de l'épinette rouge ont été sélectionnés (figure 2).

BILAN DE 50 ANS DE FORESTERIE DANS LA FORÊT DE LA SEIGNEURIE DE LOTBINIÈRE

LE DÉFI DE LA RESTAURATION : SOMMAIRE

ANNE-MARIE VOYER, EMMA CÔTÉ, MARIE DALLANT, ET ALEXANDRE MATHIEU

La Forêt de la seigneurie de Lotbinière est une constituante cruciale du territoire de par son histoire ainsi que sa **valeur écologique et sociale**. À l'heure actuelle, la gestion forestière est assurée par le MFFP. Le dernier PAFIT a élaboré une stratégie générale pour toute la zone Chaudière-Appalaches; ainsi, il semble n'avoir effectué aucun traitement particulier pour cette forêt.

La forêt acadienne est étroitement apparentée à celle de la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent et, dans une moindre mesure, à la région boréale. L'épinette rouge (EPR) en est l'espèce emblématique. Cette forêt mixte est l'hôte d'écosystèmes forestiers très variés et elle est tout à fait unique en son genre. On se doit donc de reconnaitre et de valoriser l'EPR en tant qu'une **essence possédant un potentiel intéressant** pour le forestier québécois. Plus localement, le plan d'aménagement forestier intégré tactique (PAFIT) 2018-2023 de la région soulève un enjeu lié à la composition végétale des forêts : la **diminution de la présence de l'épinette rouge** (*Picea rubens*).

Hypothèse : Les coupes forestières auraient modifié la composition de la forêt.

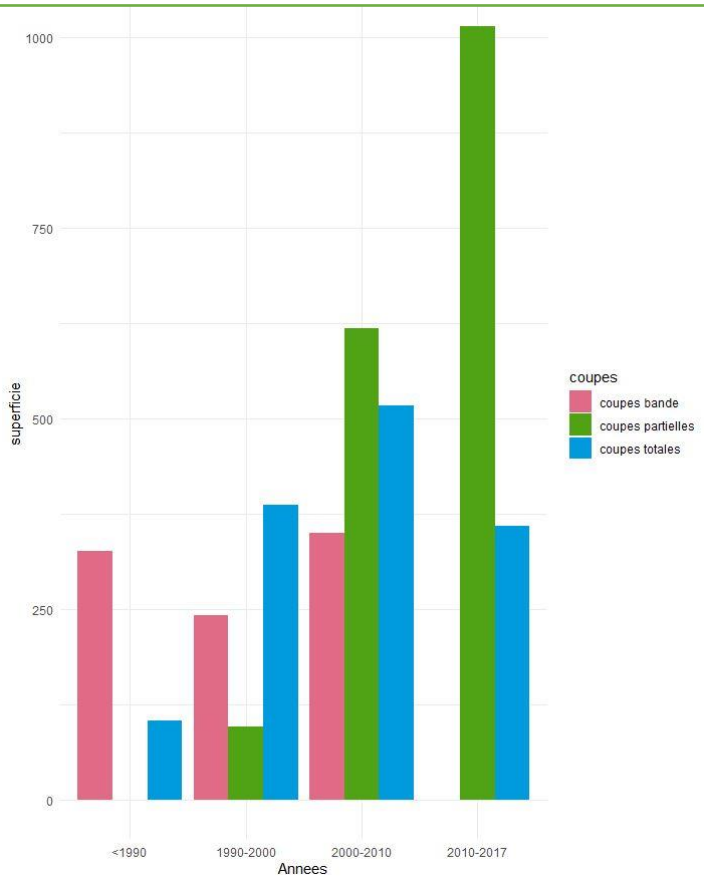


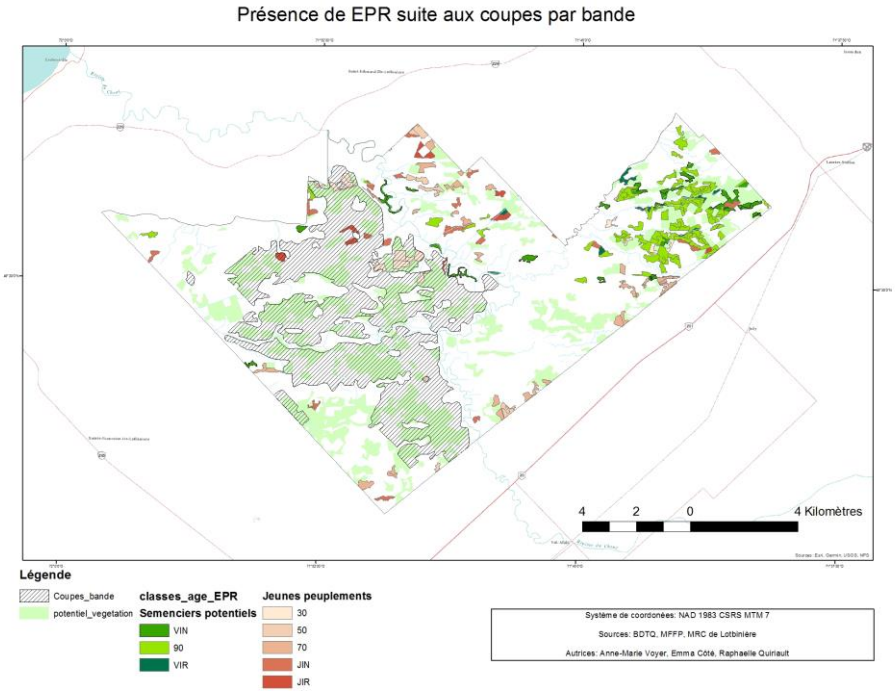
Figure 1 : Distribution des coupes effectuées par décennie

DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL

ÉTAT DE LA SITUATION

- L'ouverture du couvert forestier, favorisée par les coupes par bandes, a bénéficié aux feuillus de lumière au détriment des résineux et des espèces d'ombre telle que l'épinette rouge;
- Changements au niveau des coupes forestières : Les coupes partielles sont privilégiées;
- Présence de compétition telle que l'érable rouge et l'ensapinnage

Figure 2: Les peuplements comportant des épinettes rouges. Les coupes par bandes sont défavorables à l'établissement de cette espèce.



Un couvert forestier partiel est essentiel pour acclimater la régénération préétablie et assurer une germination adéquate des semis d'épinette rouge. Des trouées de 100 à 300 m^2 sont suggérées (Dumais, 2016).

L'épinette rouge est une espèce longévive qui se reproduit presque exclusivement par le biais de semences. Les ouvertures trop grandes (plus de 400 m^2) ne sont pas de bonnes candidates à la germination. En effet, **l'envahissement par la végétation concurrente causé par l'ouverture du couvert forestier ne permet pas un bon établissement tant au niveau des semis que de la régénération préétablie**. De plus, les changements soudains de l'intensité lumineuse, de la température et de l'humidité de l'air et du sol sont des facteurs à prendre en considération. Il s'avère donc **important de considérer les différentes coupes forestières dans le développement de cette essence**. Le type de couvert forestier ainsi que sa densité peuvent jouer un rôle important au niveau des semis (Dumais, 2019).

En ce qui a trait à **la régénération préétablie, elle est de plus en plus rare dans les forêts aménagées** en raison de la fragilité des semis, des coupes totales du passé et de l'importante récolte des semenciers lors des coupes partielles (Dumais, 2019). Le régime de perturbations naturelles dominant dans les types écologiques associés à l'épinette rouge (MJ2 et RS5) est celui des micro-trouées. L'action combinée des différentes perturbations naturelles développe une structure irrégulière. La présence de semenciers d'épinette rouge était assurée, en forêt non aménagée, par sa longévité dépassant les 200 ans. De ces faits**, la raréfaction de l'épinette rouge résulterait de l'effet conjugué de la diminution des semenciers résultant des coupes forestières et d'une sylviculture mal adaptée aux exigences écophysiologiques de cette essence** (MFFP, 2016).

Afin de contrer le phénomène d'enfeuillement, il est donc important de **miser sur des coupes partielles** permettant de ne pas modifier excessivement la composition des

LA STRATÉGIE PROPOSÉE

LES OBJECTIFS :

- Restauration écologique (valeur patrimoniale et écologique)
- Production ligneuse (valeur économique)

LES MOYENS :

- Maintien des individus présents (coupes progressives)
- Restaurer les sites possédant un potentiel de végétation adéquat (enrichissement)
- Mise en marché adaptée à l'essence
- Sylviculture fine
- Partenariat foresterie privée et publique
- Stations expérimentales

peuplements. Ainsi, cela permet d'encourager la croissance des semis d'avenir sans favoriser les espèces compétitrices.

Afin d'élaborer une stratégie de restauration, **trois secteurs d'aménagement ont été délimités** (figure 3) afin de diviser la Forêt de la seigneurie de Lotbinière en fonction de la distribution résiduelle de l'EPR sur le territoire. Les gradients d'intensité de l'aménagement restauratif vont de « faible » à « élevé » compte tenu de divers critères abordés dans le tableau 1.

Figure 3: Potentiels de la stratégie d'aménagement en fonction de la présence d'épinettes rouges ainsi que du potentiel de végétation.

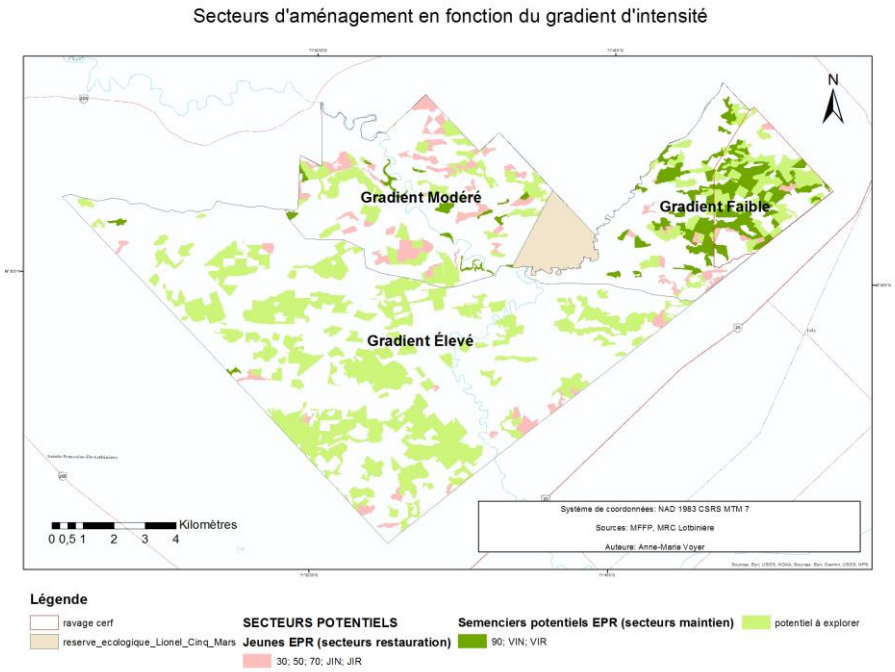


Tableau 1: Les stratégies proposées en fonction du gradient d'aménagement

Gradient	Stratégie proposée	Justification	Application
Faible	Maintien du peuplement	Présence de semenciers	Coupes progressives irrégulières Martelage Dégagement régénération
Modéré	Restauration dans les trouées	Présence de futurs semenciers	Enrichissement Scarifiage Dégagement régénération
Élevé	Expérimentation	Potentiel de végétation adéquat	Partenariat avec des équipes de recherche

1.0 Introduction

Située dans la région de la Chaudière-Appalaches, la Forêt de la seigneurie de Lotbinière représente le plus grand massif forestier public des Basses-Terres du St-Laurent (**Figure 1**) et possède la plus grande concentration de vieilles forêts de cette province naturelle. De ce fait, elle est dotée d'un potentiel écologique, économique et social important (CRECA, 2016). D'après les renseignements et la littérature dont nous disposons, il nous est apparu que les caractéristiques de cette forêt correspondent à celles de la forêt acadienne. Considérée dans le milieu forestier comme un atout écologique et forestier majeur, la forêt acadienne se caractérise notamment par la présence d'essences forestières d'une valeur inestimable tel que l'épinette rouge. Cette essence, *Picea rubens*, est méconnue par les ingénieurs forestiers, parfois au point de la confondre avec d'autres espèces d'épinettes, et son nom vernaculaire est même souvent utilisé pour désigner le mélèze, avec lequel elle a, dans les faits, très peu de similarités.

Mélèze laricin (Larix

Épinette rouge (Picea

Épinette blanche (Picea

Épinette noire (Picea

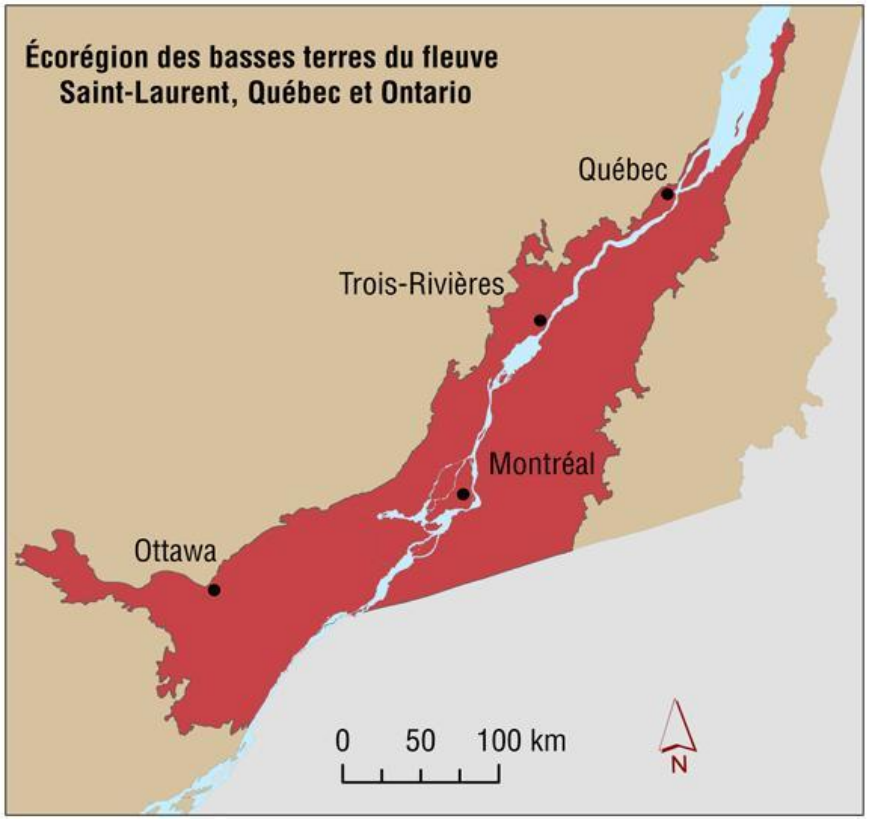


Figure 1. Province naturelle des Basses-Terres du St-Laurent. Source : Statistique Canada, 2019.

De plus, le plan d'aménagement forestier intégré tactique (PAFIT) 2018-2023 de la région (unité d'aménagement 034-51) soulève un enjeu lié à la composition végétale des forêts : la diminution de la présence de l'épinette rouge (*Picea rubens*). Cette essence présente une qualité de bois intéressante pour l'industrie, mais s'avère particulièrement vulnérable aux changements brusques des conditions environnementales et à l'exploitation forestière intensive (Brochu, 2019). C'est en grande partie pour ces raisons que l'épinette rouge est plus rare aujourd'hui dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière et même dans les Maritimes où elle était jadis si commune. Les différents traitements sylvicoles effectués auparavant semblent avoir modifié profondément cette vieille forêt, causant la perte d'attributs emblématiques tels que l'épinette rouge.

Quelles sont les causes de la modification du portrait forestier, et comment l'épinette rouge s'est-elle raréfiée sur son territoire? Est-il envisageable de restaurer cette essence tout en composant avec le profil actuel de la forêt?

L'épinette rouge peut-elle faire l'objet d'une valorisation économique et commerciale à la hauteur de son potentiel?

À l'heure actuelle, la stratégie générale élaborée dans le dernier PAFIT couvre toute la zone Chaudière-Appalaches; ainsi, le PAFIT semble n'avoir pris aucune considération particulière reflétant la valeur écologique et économique de l'épinette rouge. De ce constat émergent des questions du point de vue de la gouvernance, passée et actuelle, concernant l'unité d'aménagement de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière. Ce changement de paradigme implique une connaissance approfondie du territoire et des changements qu'il a subis. Notre équipe a été mandatée par l'organisme sans but lucratif Les Amis de la forêt seigneuriale Joly de Lotbinière qui a pour mission de redonner ses lettres de noblesse à la forêt et la replacer au cœur du développement régional [1].

Notre mandat est d'établir un bilan de 50 ans de foresterie dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière afin de proposer des stratégies favorisant la restauration de l'épinette rouge.

Le diagnostic environnemental nous permettra d'évaluer, dans un premier temps, les causes profondes de l'enjeu à travers l'histoire de l'ancienne seigneurie. Par la suite, nous décrirons les caractéristiques d'une forêt acadienne et de son importance écologique. A l'aide d'indicateurs choisis, nous ferons l'analyse du territoire afin de documenter l'état actuel de la situation en s'appuyant sur des données quantitatives. Ce diagnostic est un travail préalable, nécessaire pour déterminer la faisabilité d'une restauration de l'épinette rouge. Par la suite, nous explorerons les pistes de solutions afin d'établir une sylviculture de restauration à l'échelle de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière.

[1] https://www.foretjolydelotbiniere.org (Page consultée le 2 décembre 2013)

2.0 La seigneurie d'autrefois : la vision de la famille Joly

« L'un des secrets dans la vie est de planter avec soin et de cultiver avec persévérance »[2] *Sir Henri-Gustave Joly de Lotbinière*

Depuis la concession de la seigneurie en 1672, cinq générations de seigneurs se sont transmis la gouvernance de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière. Le territoire fait l'objet d'exploitation agricole depuis plus de 300 ans et a pris une vocation forestière en 1830. Pierre-Gustave Joly fait alors construire le premier moulin à scie à l'origine des débuts de l'activité forestière dans le secteur (**Figure 2**). Le village de Leclercville voit ainsi le jour grâce à la mise en place de camps de bûcherons ainsi que de maisons destinées aux ouvriers.

Constituante cruciale du territoire du fait de son histoire ainsi que de sa haute valeur écologique et économique, la forêt est un symbole de prospérité pour la région de Lotbinière, un moteur social et économique pour les 2500 habitants qui animaient Leclercville à l'époque (Lemay, 1998).

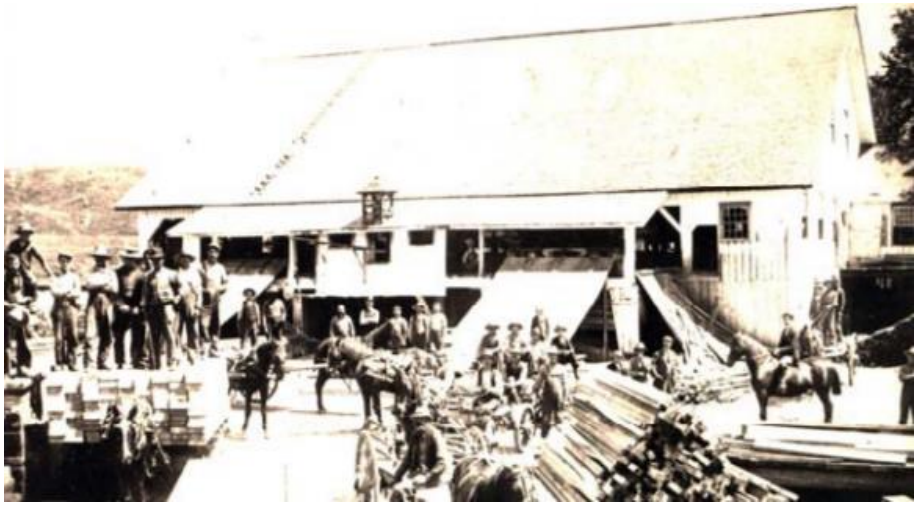


Figure 2. Premier moulin à scie sur la forêt seigneuriale de Lotbinière (1830). Source : Claude Crégheur, 2017.

[2] http://www.mrclotbiniere.org/wp-content/uploads/2017/06/seigneurie_joly_-une_foret_a_proteger.pdf (Page consultée le 2 novembre 2019)

À sa suite, son fils Henri-Gustave Joly de Lotbinière hérite de ce patrimoine envers lequel il aura une **philosophie de conservation visionnaire**. Il deviendra bientôt une figure politique reconnue au Québec et au Canada. Rythmé par son **approche conservationniste** tant à travers la valorisation des vieilles forêts que par les traitements attribués, il créera “La société pour le reboisement“ de la province de Québec en 1872, dont il sera le vice-président. À cette époque déjà, il préconise une législation plus rigoureuse pour protéger les forêts ainsi que la mise en place d’une classification des terres selon leurs intérêts respectifs (agriculture, exploitation forestière, réserve forestière, reboisement par protection des jeunes arbres...).

Tout au long de sa carrière politique, il occupera des postes décisifs à l’image de son investissement, notamment celui de premier ministre (1878-1879) ou encore de président du conseil d’agriculture du Québec où il sera sollicité pour la rédaction d’un document relatant l’état des forêts au Québec.

Dénonçant le laxisme du gouvernement en matière de conservation, il créera le Comité des bois et forêts dans le but de régulariser les coupes. Il souhaite enclencher une réelle prise de conscience dans le mouvement social et sensibiliser les générations futures à la **conservation des forêts,** notamment par l’instauration de *La Fête des arbres* le 31 août 1882 au cours du 1er congrès de l’*American Forestry Congress*. Reconnu pour son expertise inégalée, il sera demandé en Colombie-Britannique pour une mise en ordre gouvernementale et forestière (Lemay, 1998).

Dans une période où le Québec est reconnu pour être le pôle économique de la production ligneuse du pays, **il parle d’une « crise du paysage »** et met en exergue le rapport de l’homme à la nature et leur histoire commune. En 1905, les besoins grandissants en superficie forestière des compagnies augmentent la pression sur le domaine foncier québécois et la compétition entre l’exploitation forestière et la colonisation. Le ministère des Terres et Forêts, créé à cette époque, classifiera les terres en vue de séparer définitivement le domaine de la colonisation

de celui de l'exploitation forestière. Henri-Gustave Joly de Lotbinière, alors président du Comité permanent des forêts, demande qu'une division des terres publiques selon leur vocation agricole ou forestière soit réalisée (Little, 2013). On compte ainsi parvenir à délimiter clairement les utilisations du sol, mais également à confiner la colonisation et l'exploitation forestière à leurs espaces respectifs. Cette classification est aussi un moyen pour l'État d'affermir son contrôle sur le domaine public, et de promouvoir une vision moderne de la foresterie (Flamand-Hubert, 2017). De plus, le **discours conservationniste** commence tranquillement à se répandre et transforme la façon de concevoir les espaces forestiers, un capital national dont il faut prendre soin (Flamand-Hubert, 2017).

Outre ses activités politiques, Henri-Gustave s'intéresse très jeune aux activités de la seigneurie et s'initie à la sylviculture en expérimentant avec quelques plantations d'arbres. Plus tard, il préconisera un système pratique de parcelles forestières assurant une gestion équilibrée de ses ressources et tentera de dynamiser l'agriculture locale, une vision très en avance sur son temps (Lemay, 1998). Pratique plutôt rare à l'époque, il oblige le maintien de parcelles boisées sur les terres qu'il concède à la colonisation et encourage ses censitaires à reboiser les terres en friches (Flamand-Hubert, 2016). Il cédera éventuellement le domaine Lotbinière à son fils Edmond-Gustave, qui le transmettra ensuite à son fils unique, Alain, qui finalement le cédera son propre fils, Edmond Joly de Lotbinière, dernier propriétaire privé de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière.

Localement, Edmond Joly, dans une démarche d'investigation concernant la possibilité forestière de la seigneurie, supervisera la réalisation de prises de vue aériennes en 1952. Des experts proposeront par la suite un devis qui semble beaucoup trop élevé pour monsieur Edmond. Ne voulant se départir totalement de son terrain, il a dans l'idée de vendre une partie de la seigneurie pour financer les travaux de drainage trouvés nécessaires sur la partie restante.

Après discussion, monsieur Joly et le gouvernement fédéral en viennent à l'objectif commun d'instaurer un centre d'apprentissage en sciences forestières

ainsi qu'une gestion contrôlée de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière. Cependant, un dilemme se pose :

« Si le fédéral prend, c'est toute la seigneurie »[3]. Très tiraillé par cette offre, il accepte finalement pour l'unique raison que les conditions d'achat s'insèrent dans sa vision. Il travaille durant près d'un an aux côtés de Jacques Rousseau. Ensemble, ils réfléchissent au mode de gestion qu'ils veulent appliquer. Monsieur Joly signe les documents nécessaires à la transaction, à l'exception d'un, qu'il omet en attendant d'obtenir davantage d'informations sur les caractéristiques minérales du sol.

Alors que monsieur Joly prépare ainsi le plan d'aménagement et de développement pour sa forêt, le gouvernement provincial du Québec est mis au courant de la négociation en cours, et annonce à la famille Joly l'expropriation de la seigneurie en 1967. Le gouvernement prend cette décision en affirmant « qu'il constitue un obstacle sérieux au progrès agricole et industriel de cette région »[4]. Elle devient alors une terre publique gérée par l'état et fait l'objet d'une exploitation forestière plus intensive.

2.1 Écarts entre cette forêt d'autrefois et celle d'aujourd'hui

Les enjeux écosystémiques sont définis à partir de l'écart entre le portrait de la forêt naturelle et celui de la forêt aménagée. Lorsqu'il existe des écarts jugés importants entre les attributs de ces deux périodes, un enjeu écosystémique est identifié (Boucher *et al.*, 2009).

[3] Propos de Madame Françine Joly, épouse de Edmond Joly. Communication personnelle, 2019.
[4] Tiré du site https://www.foretjolydelotbiniere.org, arrêté ministériel 30 août 1967 (Page consultée le 2 décembre 2019)

Figure 3. Comparaison d'un même secteur de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière en 1965 (à gauche) et en 2018 (à droite). Sources : Centre Géostat de l'Université Laval et Google Earth

Plus spécifiquement, en ce qui concerne la forêt mixte tempérée, la raréfaction des conifères est un enjeu important pour la biodiversité et la résilience de la forêt mixte tempérée (Dumais, 2016). Les traitements sylvicoles utilisés autrefois semblent ne pas avoir été adéquats pour la régénération et le maintien des espèces compagnes telles que l'épinette rouge; ainsi, par le passé, la sylviculture n'était visiblement pas axée sur le maintien de cette espèce compagne (Dumais et Prévost, 2015). Cette essence était autrefois abondante à l'échelle du paysage dans la forêt précoloniale. Le document publié en 2003 par le Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP), intitulé « Les enjeux de biodiversité relatifs à la composition forestière » fait mention de l'enjeu de la raréfaction de l'épinette rouge pour l'ensemble du territoire québécois :

> *« **L'épinette rouge** était une espèce abondante de la forêt tempérée primitive. Elle formait des peuplements à dominance d'épinette rouge et de sapin (type écologique de la sapinière à épinette rouge) sur les terrains plats, les sommets et les escarpements. Au bas des pentes, on la retrouvait en compagnie de plusieurs autres essences, notamment le bouleau jaune et l'érable rouge (type écologique de la sapinière à bouleau jaune). Après plus d'un siècle de récolte, on estime que le taux d'occupation de cette espèce n'est plus que de 20 % par rapport à celui de la forêt primitive sur l'ensemble de son aire de distribution. À plusieurs endroits, des peuplements de structure irrégulière dominés par l'**épinette rouge** et le sapin ont fait place à des peuplements équiennes composés essentiellement de sapin ou d'un mélange de feuillus de lumière et de sapin. »*

Cette forêt précoloniale s'apparente à la forêt acadienne, qui était un moteur économique du nord-est américain lors de la colonisation. Son aire de distribution couvre largement les provinces des Maritimes et s'étend, en partie, dans le Maine ainsi qu'en Nouvelle-Angleterre (**Figure** 4). Cette forêt est étroitement apparentée à celle de la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent et, dans une moindre mesure, à la région boréale (Rowe, 1972). Le terme « forêt acadienne »

est très peu utilisé en foresterie québécoise, ce qui contraste avec nos voisins anglophones. Ce type de forêt est constitué d'un mélange rare d'essences résineuses de forêt tempérée et de bois durs méridionaux correspondant notamment à la bétulaie jaune à sapin et épinette rouge (Rowe, 1972). Cette forêt mixte est donc **l'hôte d'écosystèmes forestiers très variés** et elle est tout à fait unique en son genre. La forêt acadienne est même reconnue comme l'une des forêts tempérées les plus riches et diversifiées au monde, et **l'épinette rouge en est l'espèce emblématique** (Simpson, 2008). À ce jour, il ne reste plus que 1% des anciens massifs de forêt acadienne (The Nature Conservancy Canada, 2019).

Bien qu'elle puisse parfois former des peuplements presque purs, l'épinette rouge survient la plupart du temps accompagnée de plusieurs autres essences typiques de la forêt acadienne. Parmi les plus notables se trouvent des essences du Québec méridional telles que le bouleau jaune, l'érable à sucre, l'érable rouge, le hêtre à grandes feuilles et la pruche. Le sapin baumier, l'épinette noire, l'épinette blanche et le bouleau à papier, bien qu'ils appartiennent habituellement à des types de forêt plus septentrionaux, peuvent également partager les mêmes stations (Brochu, 2018). Dans une étude de Lafond sur les associations végétales au Québec, citée dans Brochu 2017, il est décrit que **les stations mixtes de bétulaies jaunes à sapin et épinette rouge sont les plus précieuses du patrimoine forestier québécois.**

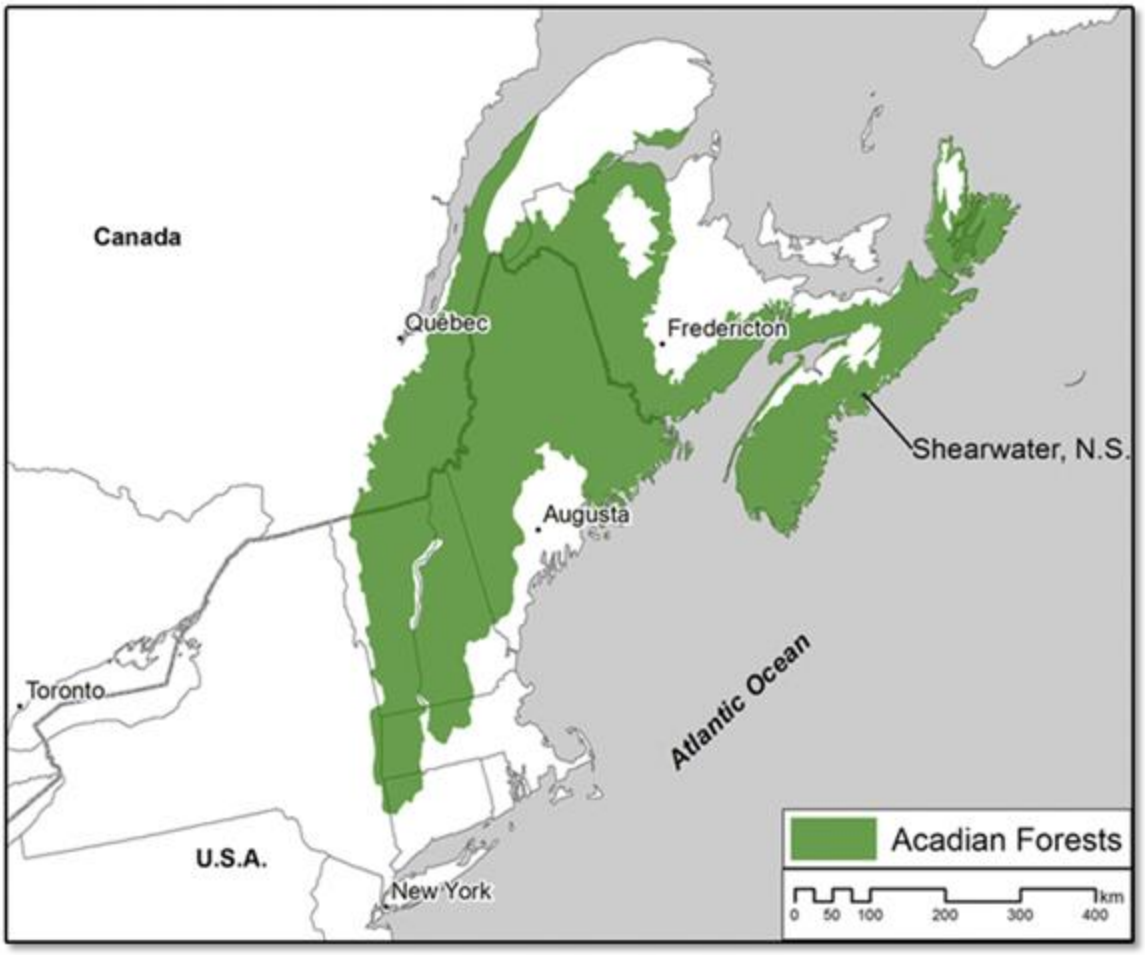


Figure 4. Aire de distribution géographique de la forêt acadienne. (Source : Whitman *et al.*, 2015).

Depuis 50 ans, à la suite de l'expropriation de la famille Joly, l'exploitation forestière a modifié profondément le paysage. Le Conseil régional de l'environnement Chaudière-Appalaches (CRECA) en fait indirectement mention dans un communiqué de 2016 :

> *« 47 km^2 de l'unité d'aménagement ont été exploités en un peu plus de 30 ans. La portion ouest du territoire a d'abord été exploitée par coupes totales par bandes, puis on a utilisé la coupe en damiers dans le secteur ouest. Depuis 4 ans, les coupes partielles hivernales sont les plus utilisées. Ce sont les forêts âgées qui sont actuellement ciblées en premier lieu par l'exploitation et leur taux de disparition est rapide » (CRECA, 2016).*

La MRC de Lotbinière ainsi que Les amis de la forêt nous ont fait part de cette problématique.

L'épinette rouge étant une espèce longévive typique des vieilles forêts mixtes, sa restauration s'agence donc bien avec l'optimisation du bilan carbone forestier (**Annexe 2**).

Lors d'une visite sur le terrain, les stations visitées étaient dépourvues de régénération d'épinette rouge, tant au niveau des semis que des gaules. La dernière station forestière visitée présentait un semencier vigoureux de *Picea rubens* (**Figure 5**) mais aucune régénération ne semblait visible sur le site. Cependant, nos coéquipiers travaillant sur les espèces longévives ont visité des secteurs où de la régénération d'épinette rouge est établie. Les stations visitées ne représentent qu'une partie du portrait forestier de la zone d'étude, mais soulèvent des questions sur la variabilité de la régénération entre les stations : Pourquoi certains secteurs en possèdent et d'autres pas? Quelles pourraient en être la ou les causes?

Figure 5. Semencier d'épinette rouge à la Forêt de la seigneurie de Lotbinière. Source : Anne-Marie Voyer, 2019.

Hypothèse : Les coupes forestières, telles que les coupes par bandes et les coupes totales, auraient causé la raréfaction de l'épinette rouge.

En effet, sachant que l'établissement de l'épinette rouge est sensible à l'ouverture du couvert forestier, et ayant à notre disposition les données des inventaires écoforestiers comme données quantitatives, nous tenterons de prouver notre hypothèse en nous appuyant sur le principe de l'évaluation de la naturalité.

3.0 Méthodologie de travail pour l'établissement d'un diagnostic environnemental

3.1 Les données cartographiques disponibles

L'inventaire écoforestier vise l'acquisition de deux types de données : les données cartographiques et les données dendrométriques. La cartographie écoforestière couvre un cycle d'environ 10 ans. Au Québec, ce sont 50 ans de foresterie qui ont été inventoriés, pour un total de cinq inventaires. Les méthodes de cartographie sont en constante évolution. La cartographie écoforestière du **troisième inventaire** a été élaborée de **1991 à 2003**. Les cartes écoforestières sont créées à partir de la photo-interprétation en fonction des données et des connaissances sur les peuplements forestiers, les dépôts de surface, le drainage et les types écologiques. **Le cinquième inventaire** a été élaboré en **2018.**

Afin d'évaluer les fondements de notre hypothèse, soit que les coupes forestières ont influencé la raréfaction de l'épinette rouge, nous avons comparé les données cartographiques des inventaires du troisième décennal (1991-2003) à celles du cinquième décennal (2003-2018).

Les cartes et les données des inventaires forestiers peuvent fournir la description historique de l'unité d'aménagement. Un comparatif entre ces inventaires décennaux permet d'observer l'**évolution du territoire à l'étude**. Pour le réaliser, des indicateurs ont été sélectionnés : les types écologiques, les coupes forestières, le type de couvert, les structures d'âge et les peuplements écoforestiers. Cette analyse rend possible l'évaluation de la trajectoire de l'enjeu afin de vérifier si certaines coupes forestières ont bel et bien raréfié l'épinette rouge sur le territoire de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière.

3.2 La base théorique de la sélection des critères et des indicateurs

3.2.1 Évaluation de la naturalité

La naturalité d'un écosystème représente le degré avec lequel un milieu se rapproche de son état non perturbé par l'homme. La plupart des interventions sylvicoles modifient les caractéristiques des peuplements. Il est important de se demander quels sont les moyens appropriés pour déterminer si un peuplement a conservé son caractère naturel après traitement et, sinon, comment il a été altéré. Afin d'évaluer la naturalité de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière, nous devons utiliser **la station forestière et sa variabilité naturelle** comme références pour définir des indicateurs (Harvey *et al.*, 2002). Ces indicateurs permettront, selon les limites des ressources disponibles, de mesurer l'écart entre la Forêt de la seigneurie de Lotbinière ayant subi des coupes et un état de référence jugé représentatif.

3.2.2 L'état de référence et la station forestière

Au Québec, le terme « forêt acadienne » n'est pas utilisé dans la littérature comme il l'est chez nos voisins du Nouveau-Brunswick. Les peuplements de forêt acadienne d'ici sont plutôt désignés sous **les types écologiques RS5 (sapinière à épinette rouge) et MJ2 (bétulaie jaune à sapin et épinette rouge)**.

La sapinière à épinette rouge constitue, en quelque sorte, la version résineuse de la forêt acadienne, c'est-à-dire la version particulièrement dominée par le sapin et l'épinette rouge, bien que les autres espèces typiques de la forêt acadienne telles que le bouleau jaune et la pruche y soient toujours présentes. Dans **la région écologique 2b**, qui englobe la Forêt de la seigneurie de Lotbinière, on retrouve la sapinière à épinette rouge surtout sur les plaines de basse altitude où le dépôt de surface est légèrement plus grossier que pour le type MJ2 (**Figure 6**). Plusieurs sous-types existent selon la qualité du drainage, dont les plus présents dans la région sont : RS51 (drainage xérique ou mésique) et RS54 (drainage subhydrique, souvent causé par une couche argileuse sous le matériel

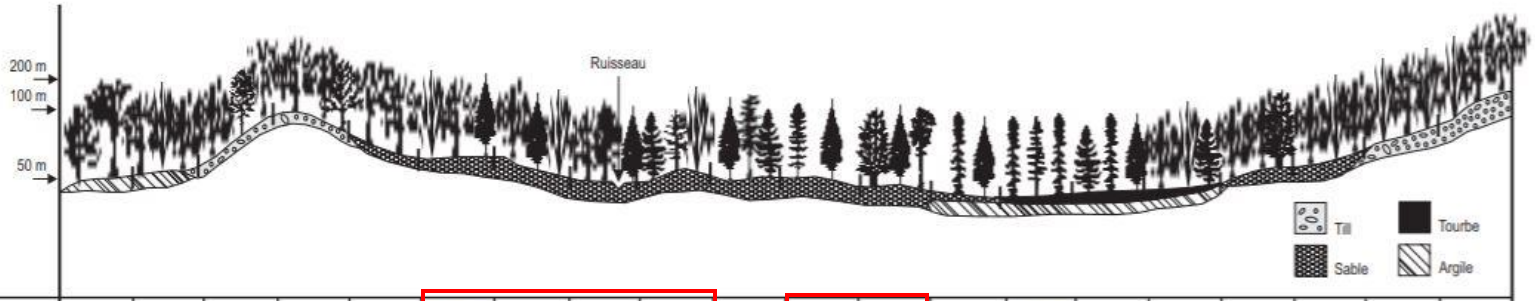
grossier en surface). Au total, le type écologique RS5 représente environ 2,85% du territoire forestier de la région écologique 2b, la variante de milieux subhydriques étant un peu moins de deux fois plus fréquente que la variante de milieux plus secs (Gosselin, 2005).

Dans les régions régulièrement affectées par les épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette, l'épinette rouge se montre beaucoup plus résistante que le sapin baumier. Cela peut mener à une raréfaction du sapin dans les sapinières à épinette rouge, favorisant la dominance de l'épinette et, éventuellement, la conversion vers une pessière rouge à sapin baumier (Brochu, 2018). La pessière rouge n'est toutefois pas mentionnée dans le Guide de reconnaissance des types écologiques de la région écologique 2b (Gosselin, 2005). La description de la pessière rouge à sapin se rapproche beaucoup de celle de la sapinière à épinette rouge, à la différence que le sapin y cède en grande partie sa place à l'épinette rouge et que le pin blanc y occupe une place plus importante.

Dans la bétulaie jaune à sapin et épinette rouge, ou la version à dominance mixte de la forêt acadienne, le sapin et l'épinette rouge partagent la canopée avec les essences feuillues de façon plus équitable. Sur l'ensemble de la région écologique 2b, ce type écologique est beaucoup plus fréquent que la sapinière à épinette rouge, puisqu'on le retrouve régulièrement sur la plaine de dépôt marin qui représente 75% de la région. Les sous-types les plus importants dans le présent contexte sont les suivants : MJ21 (texture plus grossière, drainage mésique), MJ22 (texture moyenne, drainage mésique), MJ25 (texture moyenne, drainage subhydrique) et MJ28 (tourbières minérotrophes dans des dépressions ouvertes). Le sous-type MJ25 représente à lui seul 11,12% des types écologiques de la région tandis que les trois autres en représentent 9,95% réunis (Gosselin, 2005).

Il est intéressant de noter que, selon Brochu (2018), les guides de reconnaissance des types écologiques accordent relativement peu d'importance

à l'épinette rouge comparativement au bouleau jaune dans le processus de différenciation des types écologiques. L'auteur rapporte que les stations forestières de type MJ2 sans perturbations anthropiques sont composées en majorité de sapin baumier, d'épinette rouge, de bouleau jaune et de bouleau blanc, avec une présence « sporadique » de l'érable rouge, de l'érable à sucre et de la pruche. Pourtant, le Guide de reconnaissance des types écologiques décrit les stations de type MJ25 comme « généralement colonisés par des peuplements mélangés de stade intermédiaire et dominés par l'érable rouge et le sapin. [...] La régénération résineuse y est peu abondante et fortement envahie par la végétation compétitrice » (Gosselin, 2005). Bien que l'épinette rouge figure dans la clef d'identification dichotomique des types écologiques, elle ne figure nulle part dans les descriptions des sous-types de la bétulaie jaune à sapin et épinette rouge. Cela laisse croire que les peuplements utilisés comme référence pour la rédaction du Guide sont **des peuplements qui ont subi des perturbations importantes favorisant l'érable rouge, dont le potentiel d'envahissement est bien connu, et défavorisant l'épinette rouge**. Il pourrait être pertinent de s'interroger sur la bonne représentativité de cette description pour les peuplements non perturbés correspondant au type MJ2, qui semble normaliser cet état de détérioration et nuirait à la reconnaissance de la problématique de la raréfaction de l'épinette rouge. Selon Brochu, l'attention particulière accordée au bouleau jaune (pourtant sous-dominant) dans les types écologiques correspondant à la forêt acadienne pourrait avoir contribué dans le passé à sous-estimer l'importance de l'épinette rouge dans ces mêmes types écologiques où elle joue pourtant un rôle crucial.



Type écologique[1][3]	FO18	FE23	FE22	FE32	FE21	MJ12 (MJ22)	MJ25	MJ24	MJ21	RP11	RS51	RS54	RS25	RS39 (RE39)	RS38	MJ28	MJ15	MJ11	FE25	FE32 (FE22)
Nombre de relevés[2]	4	4	17	25	34	7 (10)	9	85	52	12	18	21	0	15 (4)	14	64	4	14	9	25 (17)
Dépôt - drainage[2]	3AN-50 5S-50 5A-50 7T-50 1A-50 7T-60	5A-20 5A-30 5AM-20	5S-30 5S-20 1A-30 1A-20 6S-30 6S-20	1A-30 1AY-20 8AY-30 1AY-30 5S-20 5S-30	5S-20 5S-30 6S-20 9S-20	5S-20 5S-30 1A-30 2BD-30 (5S-30) (5S-20) (1A-30)	5S-40 1A-40	5S-40 9S-40 6S-40 3AN-40	5S-30 5S-20 6S-20 6S-30 9S-20 9S-30	5S-20 5S-30 2BD-20 2BD-30	5S-20 5S-30 3AN-30	5S-40 2BD-40 3AN-40 9S-40	5S-40	7E-60 7T-60 (7E-60) (7T-60)	5S-50 7E-60 5A-50 7T-50	5S-50 7E-60 5A-50 7T-50 1A-50	5S-40 1A-40	5S-30 5S-20 6S-30	5S-40 1A-40 6S-40	1A-30 1AY-20 1AY-30 5S-20 5S-30 (6S-30) (6S-20)
Essences forestières[2]	ERA, ORA, FRN	ERS, ERR, HEG, BOJ, TIL	ERS, ERR, HEG, TIL, BOP	ERS, BOJ, HEG, ERR	ERS, ERR PET, BOP	ERR, SAB, PET, ERS, BOJ (ERR, PET, SAB)	SAB, ERR, PET, BOP	ERR, PET, BOP, SAB, BOJ	SAB, ERR, PET, BOG	PIB, SAB, BOP, ERR	ERR, SAB, PET, BOG	ERR, PET, SAB, EPR, BOG	SAB, EPN	SAB, EPN, MEL (MEL, EPN)	SAB, EPN, MEL	ERR, SAB, BOP, BOJ, THO, FRN, PET	ERR, SAB, BOJ, PET, BOP	ERR,SAB, BOJ,BOP, ERS	ERR, ERS, PET, BOP TIL, HEG	ERS, ERR, BOJ, HEG (ERS, ERR, HEG, TIL, BOP)
Groupe d'espèces indicatrices[2]	GRS ERE RUP	ERP ERP VIL DRS ERE	ERE COA DRS ERP	ERP VIL ERP DRS ERP	ERP DRS DRS ERE RUI	ERP ERE RUI ERP VIL (ERP) (PLS) (DRS PLS)	ERE GRS ERP DRS ERE TIC	VIC AUR SPS AUR GRS DRS	DRS GRS ERE DRS ERE VAM	PLS VAM DIE DRS	VAM DRS PLS VIC	VIC VAM	VIC SPS	SPS PLS SPS VIC DRS (SPS) (PLS SPS) (VIC)	AUR SPS AUR GRS	AUR SPS AUR GRS VIC SPS	GRS COA ERE TIC	ERP DRS ERE	ERP ERE DRS ERE	ERP VIL ERP DRS ERP (ERE) (COA) (DRS ERP)

(1) Les types écologiques entre parenthèses signifient qu'ils peuvent également occuper ces positions.
(2) Les données sur les dépôts-drainage, les essences forestières et les groupes d'espèces indicatrices qui sont entre parenthèses se rapportent exclusivement aux types écologiques entre parenthèses.
(3) Certains types écologiques couvrant une faible superficie ne figurent pas sur cette sère : FE10 (1), FE11 (1), FE12 (3), FE13 (0), FE14 (6), FE15 (0), FE16 (1), FE20 (5), FE24 (16), FE26 (3), FE30 (3), FE31 (22), FE33 (2), FE34 (6), FE35 (2), FE32H (0), FE42 (0), FE50 (2), FE51 (1), FE52 (3), FE60 (0), FE61 (4), FE62 (4), FO14 (0), FO15 (8), MF14 (0), MF15 (2), MF16 (0), MF18 (42), MJ10 (1), MJ13 (4), MJ14 (18), MJ16 (3), MJ18 (11), MJ20 (4), MJ23 (2), MJ26 (10), RB11 (2), RB12 (1), RB13 (0), RB14 (1), RB15 (0), RB16 (1), RC38 (18), RE20 (0), RE21 (2), RE22 (0), RE24 (3), RE25 (0), RE26 (0), RE25S (0), RE37 (1), RE38 (0), RP10 (0), RP12 (0), RP14 (4), RP15 (0), RS10 (2), RS11 (4), RS12 (1), RS13 (1), RS14 (11), RS15 (3), RS16 (4), RS18 (16), RS20 (0), RS21 (3), RS22 (0), RS23 (0), RS24 (11), RS25 (0), RS26 (0), RS37 (3), RS42 (0), RS43 (0), RS44 (0), RS50 (3), RS52 (5), RS53 (1), RS55 (2), RS56 (2), RT10 (2), RT11 (7), RT12 (2), RT13 (1), RT14 (7), RT15 (1), RT16 (2).

Figure 6. Sère physiographique de la région 2b. Source : Gosselin, J. 2005

3.3 La variabilité naturelle

Le paysage aménagé actuel présente un état parmi d'autres. L'étendue de ces états dans l'espace et le temps constitue la variabilité naturelle. Pour reconstituer le portrait naturel de ces paysages, diverses sources d'informations peuvent être utiles. L'analyse de photographies aériennes (voir **Figure 3**) ainsi que le comparatif des données écoforestières en sont un bon exemple. **Les indicateurs primaires**, soit les types écologiques, les coupes effectuées et le couvert forestier, permettent de retracer l'évolution temporelle de la structure de la forêt. Les indicateurs secondaires, permettant éventuellement d'élaborer une stratégie, sont les classes d'âge et les peuplements écoforestiers avec de l'épinette rouge comme essence primaire et secondaire.

3.3.1 Les types écologiques

Les types écologiques constituent l'**élément de base** permettant la définition des stations forestières en aménagement écosystémique (Saucier, 2004). Cet indicateur se révèle particulièrement pertinent dans la mesure où il tient compte des **caractéristiques physiques et écologiques** propres à un milieu à l'échelle locale (Gosselin, 2005). De cette manière, il est possible de définir quelle est la végétation potentielle par rapport à ces caractéristiques. L'utilisation du type écologique nous permet donc d'estimer la composition naturelle de la forêt (MFFP, 2016). Il est alors possible d'observer l'évolution dans le temps de la représentativité des types écologiques présents dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière à travers les inventaires forestiers réalisés à différents moments. Les peuplements locaux correspondant à la forêt acadienne sont désignés par **les types écologiques RS5 (sapinière à épinette rouge) et MJ2 (bétulaie jaune à sapin et épinette rouge)**. La sélection de ces deux types écologiques associés à l'épinette rouge comme indicateurs nous permet de localiser les secteurs dans lesquels il y a un potentiel de retrouver cette essence.

3.3.2 Les coupes effectuées

Les deux variantes (résineuse et mixte) de la forêt acadienne se trouvent à des latitudes peu propices aux feux de forêt sévères, avec des cycles de feux naturels estimés à près d'un millénaire (Brochu, 2018). Ces peuplements ont également une résistance accrue aux épidémies d'insectes, entre autres en raison de la résistance de l'épinette rouge à la tordeuse. C'est donc un régime de petites trouées qui façonne la structure de ces forêts, notamment par sénescence et, plus rarement, par chablis léger. Certains feux de petite envergure peuvent également survenir sans altérer de façon significative la structure des peuplements.

La composition végétale des paysages aménagés est un enjeu que le MRNFP reconnaît. Il semble qu'il existe un **lien direct entre les coupes forestière et l'ouverture du couvert forestier** qu'elles engendrent et la raréfaction des essences tolérantes à l'ombre. En effet, dans les secteurs soumis aux coupes, la dynamique forestière des peuplements sous aménagement semble différente de celle des peuplements naturels (MRNFP, 2003). Plusieurs essences longévives et tolérantes à l'ombre se sont raréfiées dans les forêt aménagées (Forestier en chef, 2013). Les coupes forestières ont généralement créé des conditions de régénération inadéquates pour certaines essences telles que l'épinette rouge (MRNFP, 2003). Le changement des conditions à la suite de coupes forestières telles que les coupe par bandes influence la dynamique des écosystèmes forestiers ainsi que la diversité et la qualité des produits forestiers ligneux (Forestier en chef, 2013). Une sylviculture mal adaptée aux exigences de l'épinette rouge semble être néfaste à sa régénération (Brochu, 2017). Il s'avère donc essentiel d'évaluer l'effet des coupes forestières effectuées sur le territoire à l'étude.

3.3.3 Le couvert forestier

L'effet des coupes intensives dans les bétulaies jaunes à sapin et épinette rouge aménagées se traduit généralement par l'envahissement du peuplement par la végétation plus compétitrice composée essentiellement d'arbustes et de feuillus de lumière. Ce phénomène reconnu, couramment appelé *enfeuillement*, se ressent particulièrement lorsque la régénération préétablie est déficiente (MRNFP, 2003). Il a été observé que le bouleau jaune est apte dans ces circonstances à dominer promptement la régénération résineuse. Il est donc intéressant d'évaluer le changement de dynamique du couvert forestier après coupe, notamment en ce qui concerne l'enfeuillement. Tel que mentionné dans les PGAF de l'unité d'aménagement, l'enfeuillement fait partie des enjeux liés à la raréfaction de l'épinette rouge. De plus, lors d'une visite sur le terrain, des chasseurs nous ont fait part de leurs inquiétudes par rapport à ce phénomène. Chassant l'orignal dans la forêt depuis plusieurs années, ils ont remarqué une diminution des espèces résineuses et une augmentation des espèces feuillues.

Choix des indicateurs

Types écologiques : permettent de définir la végétation potentielle et, par le fait même, la possibilité de retrouver de l'épinette rouge. De plus, cet indicateur peut nous permettre d'estimer l'état naturel de la forêt.

Coupes forestières : permettent de vérifier si celles-ci ont une influence sur la dynamique forestière et la variabilité naturelle.

Les classes d'âge : permettent de vérifier la présence de semenciers d'épinettes rouges.

Les peuplements écoforestiers : permettent de sélectionner les endroits ayant une présence d'épinettes rouges.

4.0 Avis d'experts

L'épinette rouge est un conifère thermophile de la forêt tempérée (Brochu, 2017). Les gros débris ligneux en décomposition, qui accumulent peu de litière et procurent une humidité adéquate, sont essentiels à la germination des semis. Un couvert forestier partiel est également essentiel pour permettre l'acclimatation graduelle de la régénération préétablie et assurer une germination adéquate des semis. Dumais *et al.* (2016) suggère des trouées d'une superficie entre 100 et 300 m^2.

L'épinette rouge est une espèce longévive qui se reproduit presque exclusivement par semences, mais peut aussi, dans de très rares cas, le faire par marcottage. Très tolérante à l'ombre, cette essence peut survivre plus de 60 ans sous couvert forestier. L'épinette rouge débute la production de ses semences tardivement, soit après 30 à 40 ans, et la fréquence de ses années semencières varient entre 3 et 8 ans. Les semis ont besoin d'un lit de germination offrant à la fois ombre et humidité pour se développer. Les conditions au sol amenées par une ouverture trop grande du couvert (plus de 400 m^2) ne sont pas de bonnes candidates pour faciliter la germination. En effet, **l'envahissement par la végétation concurrente causée par l'ouverture du couvert forestier ne permet pas un bon établissement tant au niveau des semis que de la régénération préétablie**. De plus, les changements soudains de l'intensité lumineuse, de la température et de l'humidité de l'air et du sol sont tous des facteurs à prendre en considération. Il s'avère donc **important de considérer les effets de différentes coupes forestières dans le développement de cette essence**. Le type de couvert forestier ainsi que sa densité peuvent jouer un rôle crucial au niveau des semis (Dumais, 2019).

Par ailleurs, **la régénération préétablie d'épinette rouge se fait de plus en plus rare dans les forêts aménagées** en raison de la fragilité des semis, des coupes totales effectuées dans le passé et de l'importante récolte des semenciers lors des coupes partielles (Dumais, 2019). Le régime de perturbations naturelles

dominant dans les types écologiques associés à l'épinette rouge (MJ2 et RS5) est celui des micro-trouées. L'action combinée des différentes perturbations naturelles développe une structure irrégulière. La présence de semenciers d'épinette rouge était assurée, en forêt non aménagée, par sa longévité dépassant les 200 ans. Fait intéressant, les anciennes sapinières à bouleau jaunes étaient caractérisées par de très gros spécimens (MFFP, 2016). Ainsi, **la raréfaction de l'épinette rouge résulterait de l'effet conjugué de la diminution des semenciers résultant des coupes forestières et d'une sylviculture mal adaptée aux exigences écophysiologiques de cette essence** (MFFP, 2016).

Afin de contrer le phénomène d'enfeuillement, il apparaît donc logique de **miser sur des coupes partielles qui se rapprochent de la dynamique naturelle** afin de ne pas modifier excessivement la composition des peuplements. Cela encouragerait la croissance des semis d'avenir et d'éviter l'envahissement par les espèces compétitrices.

5.0 Le diagnostic environnemental, les constats établis

5.1 Le couvert forestier

Selon les données cartographiques à notre disposition (**voir Figure 15**), les coupes forestières passées auraient modifié les proportions des types de couvert forestier. Tel que présenté aux **Figure 7** et **Figure** 8, les couverts résineux et mélangés ont tous deux diminué en termes de superficie au bénéfice des feuillus.

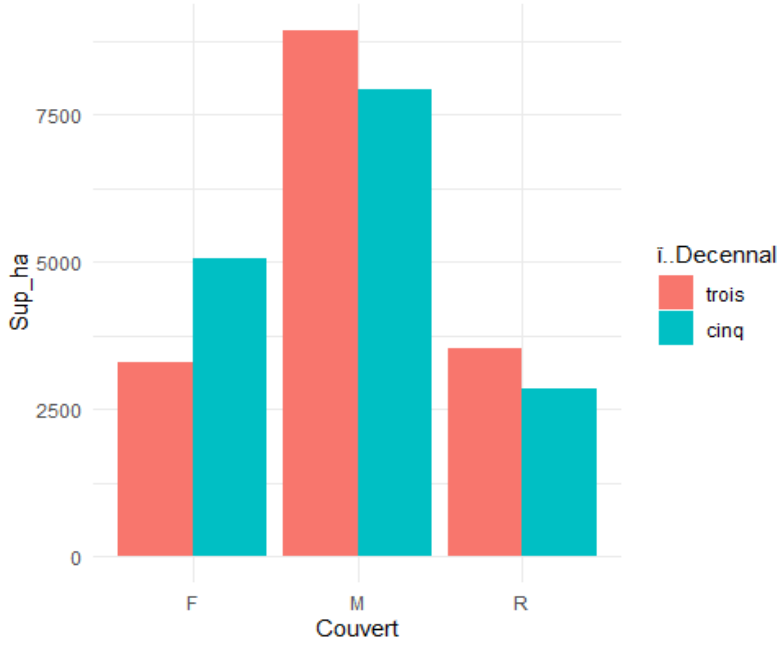


Figure 7. Comparatif des couverts forestiers des 3e (1991-2003) et 5e décennaux (2003-2018).

Bien que les peuplements mixtes couvrent toujours la plus vaste portion du territoire, seul le type de couvert feuillu a vu sa superficie s'étendre aux dépends des peuplements mixtes et résineux. Cela ne constitue pas en soi une preuve directe de la raréfaction de l'épinette rouge sur le territoire de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière; toutefois, ces observations semblent appuyer l'idée que la forêt fait face à un phénomène d'enfeuillement qui, comme exposé précédemment, constitue un obstacle majeur à la prospérité de cette essence.

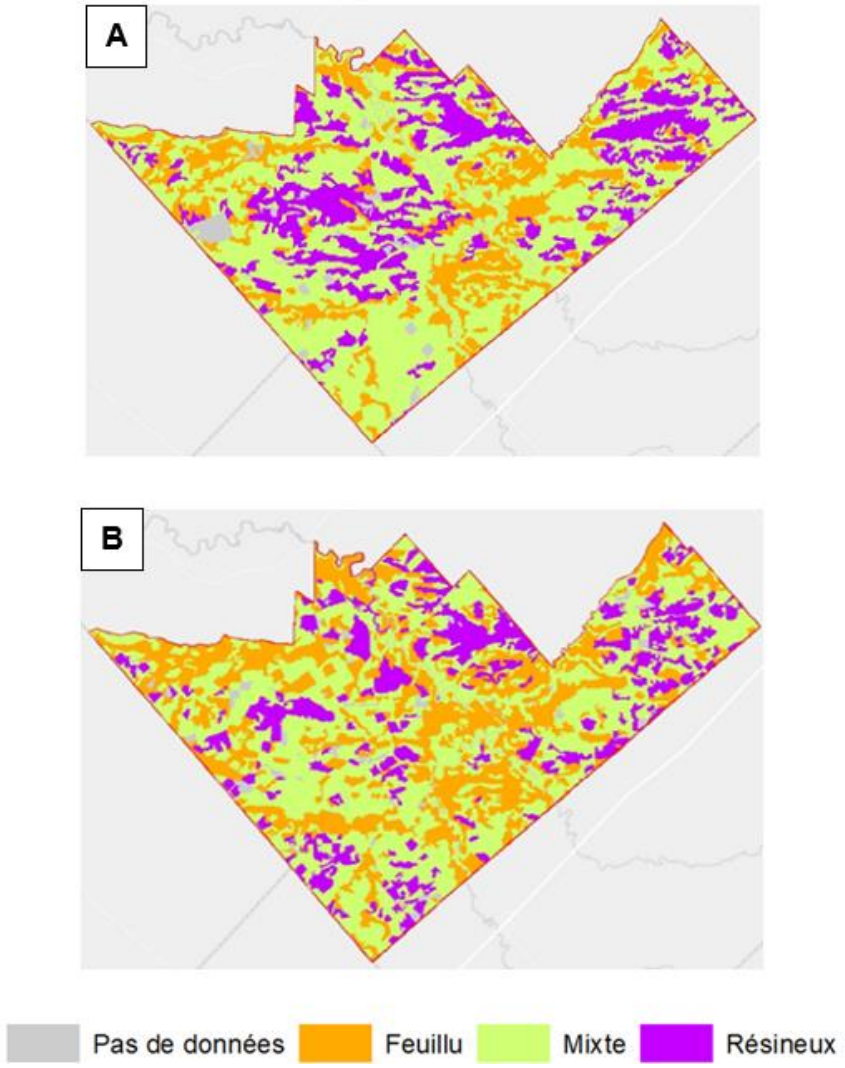


Figure 8. Comparatif des couverts forestiers : A) de 1991 à 2003 ; B) 2003 à 2018.

L'analyse visuelles des données cartographiques (**Figure 8**) nous amènent au même constat. Il est particulièrement intéressant de noter ici que le secteur présentant l'écart le plus marqué entre les deux périodes comparatives correspond grossièrement au secteur dans lequel les coupes par bandes ont eu lieu. De plus, le découpage des peuplements apparaît plus droit et artificiel à plusieurs endroits sur la carte B (particulièrement dans les peuplements résineux) que sur la carte A, découpée suivant des courbes plus organiques. Compte tenu de la délimitation

très rectiligne des coupes effectuées dans les derniers 50 ans, il semble logique que ce changement de découpage puisse résulter d'une transformation du couvert forestier après coupe.

5.2 Les coupes forestières

En 1971, la société d'état Rexfor était la première à réaliser des coupes forestières en domaine public. **Les coupes par bandes (CB) d'une largeur de 20 mètres** ont été privilégiées. Le PGAF de 1999 estime à 2550 ha la superficie totale des coupes réalisées selon ce mode de traitement sur le territoire de la forêt (**Figure 9**). Les CB étaient effectuées dans des peuplements matures et avaient pour but de régénérer un peuplement mature et de minimiser l'impact de la remontée de la nappe phréatique. Lorsque la régénération était bien établie, on récoltait la bande résiduelle. Le risque de perte de matière ligneuse attribuée aux chablis priorisait la récolte de ces bandes. L'utilisation de cette méthode de coupe a pris fin en 1991 alors que les contrats d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAAF) prenaient effet en 1990, faisant suite **à la nouvelle politique forestière de 1986**. À partir de **1991**, on **récoltait les bandes résiduelles** des anciennes coupes par bandes.

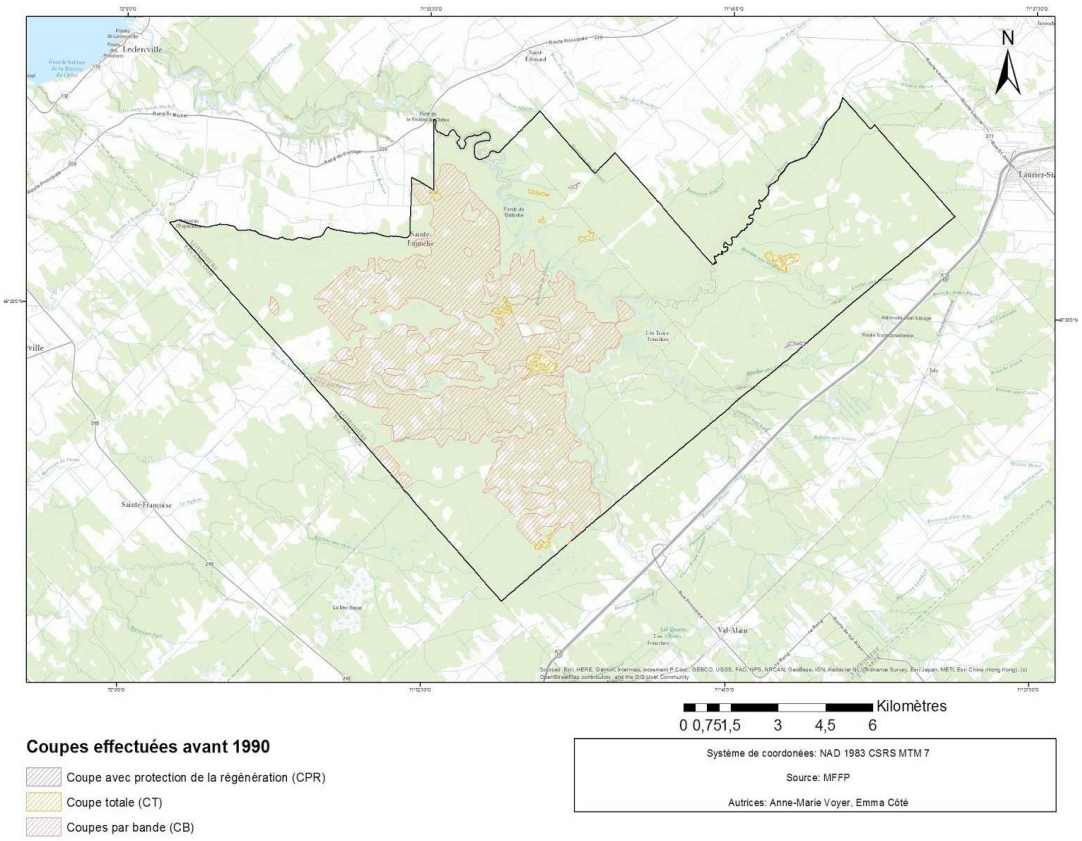


Figure 9. Localisation des coupes forestières et types de coupes effectués avant 1990.

Par la suite, la **Stratégie de protection des forêts de 1994** du gouvernement annonçait un principe de première importance lié à la prévention, soit le fait de privilégier la régénération naturelle. Un point a alors été soulevé dans le PGAF de 1999 : **la problématique de la régénération naturelle établie dans les coupes par bande.** En effet, dans les bandes récoltées, on a constaté que la régénération avait une hauteur moyenne de 3 à 4 mètres alors que les bandes résiduelles contenaient une régénération d'une hauteur variable et plus basse. On a donc suggéré d'éduquer l'ensemble des deux types de bandes (20 mètres et résiduelle). L'objectif final était de **récolter les bandes résiduelles laissées dans les années 90**, puis d'éclaircir la régénération dans les deux types de bandes afin de réduire l'écart de hauteur de la régénération.

La principale coupe utilisée pour atteindre ce but a été **la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS)** par petits blocs de 10 ha. **La coupe de jardinage (CJ)** a été introduite dans des peuplements qui offraient les caractéristiques dendrométriques de l'aménagement inéquienne. Pour la période **1990-1995, le volume de bois récolté a été de 139 509 m³** tandis que, pour la période **1995-1999, il a été de 149 537 m³.**

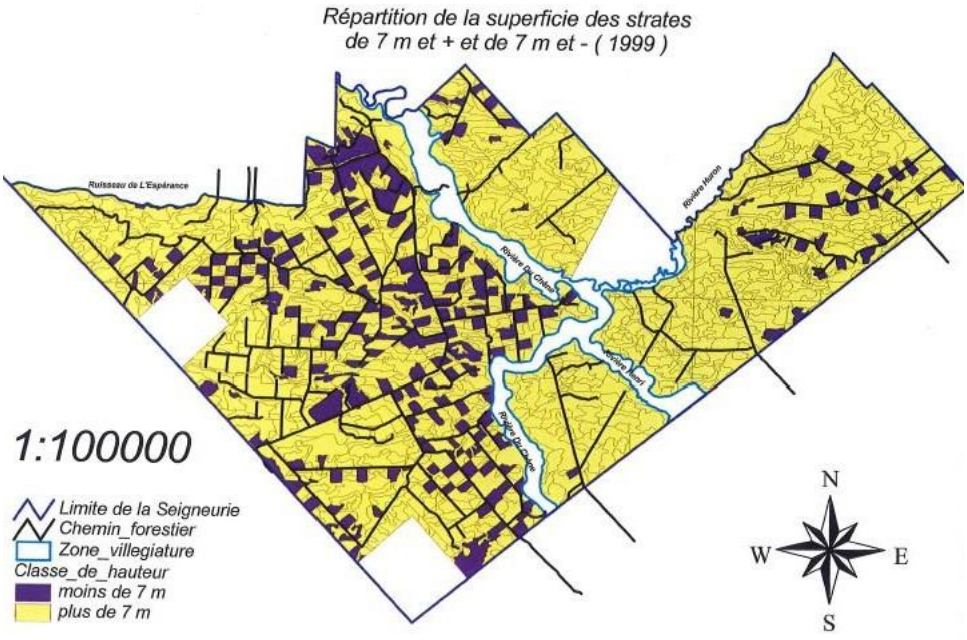


Figure 10. Répartition de la superficie des strates de 7 m et + et de 7 m et – pour la catégorie SEPM. Source : PGAF, 1999

La géométrie frappante des coupes en mosaïque effectuées auparavant est visible à la **figure 10**. Ce type de coupe était un traitement sylvicole favorisant l'amélioration de l'habitat du cerf correspondant aussi à des pratiques forestières qui améliorent la production ligneuse. Ce type de coupe favorise la présence d'abris et de nourriture au cerf.

Pour l'ensemble de l'unité d'aménagement, les traitements sylvicoles réalisés entre **1990 et 2000** (**Tableau 1**) ont été principalement **la coupe de régénération (incluant la coupe totale) et la coupe par bandes avec**

protection de la régénération et des sols (CBPRS). Ce dernier type de coupe favorise le couvert résineux afin de conserver des îlots de protection à l'orignal dans les secteurs affectés pas les coupes par bande.

Tableau 1. Traitements sylvicoles réalisés entre 1990 et 2000. Source : PGAF, 1999.

Résumé des activités depuis 1990		
Aire commune AC03420		
	1990-1995	1995-2000
	Réalise (ha)	Réalisé (ha)
Production SEPM		
Coupe avec protection de la Régénération et des Sols (CPRS)	301	255
Coupe par bande (CB)	54	
Coupe par bande avec protection de la régénération et des sols (CBPRS)	261	617
Coupe totale (CT)	48	
Préparation de terrain	27	
Plantation et regarni	168	76
Dégagement plantation et de régénération naturelle		166
Éclaircie précommerciale	196	124
Drainage	318	124
Production MERFTF		
Coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS)	27	
Coupe par bande (CB)	4	
Coupe jardinage (ha)		80
Éclaircie précommerciale (ha)		20

VOLET 1		
	Réalisé 1995-1999	Projeté 1999-2000
Éclaircie précommerciale feuillue (ha)	92	18
Éclaircie précommerciale résineuse (ha)	85	
Éclaircie précommerciale mixte (ha)	82	17
Coupe progressive feuillue (ha)	11	
Regarni de sentier débusquage (ha) *	55 (35420 plants)	

* le regarni s'est fait uniquement dans les coupes par bandes résiduelles

Le PGAF de 1999 recommandait deux groupes de production, soit le groupe de forêt résineuse (**SEPM, 70%)** et le groupe de forêt mélangée (**MERFTF, 30%).** Le groupe de SEPM favoriserait, en termes de superficie forestière, **le sapin et l'épinette**. Pour le groupe de MERFTF, ce serait plutôt **l'érable à sucre, l'érable rouge, le sapin et l'épinette** en maintenant sur pied une certaine quantité d'essences compagnes comme le bouleau jaune, la pruche et les autres feuillus. Pour ce faire, **les CPRS ont remplacé les CB** et on a préconisé les coupes hivernales. Dans les bandes résiduelles, on a effectué des coupes par bandes avec protection de la régénération et des sols (**CBPRS**). Une hausse de la

possibilité forestière a été établie pour le PGAF de 1999, visant principalement les feuillus mélangés, la pruche et le cèdre.

Lors de la **révision du régime forestier en 2000**, la Loi sur les forêts a été modifiée, obligeant, notamment, la consultation du public sur les orientations de protection et de mise en valeur des forêts et la participation d'autres utilisateurs au processus de planification forestière. Les objectifs et stratégies d'aménagement forestier pour l'élaboration des PGAF 2008-2013 s'appuient sur les six critères d'aménagement durable des forêts :

1. Conservation de la diversité biologique ;
2. Maintien et amélioration de l'état et de la productivité des écosystèmes forestiers ;
3. Conservation des sols et de l'eau ;
4. Maintien de l'apport des écosystèmes aux grands cycles écologiques ;
5. Maintien des avantages socio-économiques que les forêts procurent à la société ;
6. Prise en compte, dans les choix de développement, des valeurs et des besoins exprimés par les populations concernées.

Fait intéressant, le premier critère fait mention d'un objectif spécifique : éviter la raréfaction de l'épinette rouge et limiter l'enfeuillement et l'ensapinage.

Pour la période **2008-2013**, le PGAF de 2008 suggérait une récolte de 57% en SEPM et 43% en MERFTF. L'épinette rouge y représentait **27% du volume marchand** pour la catégorie SEPM (deuxième derrière le sapin baumier). On mentionne la problématique d'orniérage et suggère les coupes de régénération, visant ainsi à provoquer la régénération ou à favoriser celle déjà présente. Ces coupes de régénération incluent, notamment, **la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS)** et la coupe progressive d'ensemencement (CPE).

La nouvelle Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier de 2013 a remplacé les PGAF par les PAFIT. Le projet de Stratégie d'aménagement durable des forêts (**Annexe 3**) expose la vision retenue et énonce des orientations et des objectifs d'aménagement durable des forêts s'appliquant aux territoires

forestiers, notamment en matière d'aménagement écosystémique. Le PAFIT 2013 élabore des objectifs d'aménagement allant dans ce sens. L'enjeu « Structure interne des peuplements et bois mort : raréfaction de toutes formes de bois mort » mentionne l'importance de réaliser des travaux de scarifiage pour favoriser la régénération naturelle de l'épinette rouge. De plus, il est mentionné que la coupe à diamètre limite, même si elle peut être qualifiée de coupe partielle, est un traitement axé plus sur la récolte des tiges de qualité de fort diamètre que sur le maintien des essences longévives de haute valeur telles que l'épinette rouge. On fait aussi mention des **coupes à blanc qui ont favorisé les essences de lumière** telles que l'érable rouge, le bouleau à papier et le peuplier. **On mentionne d'ailleurs que l'érable rouge est l'essence la plus envahissante dans le territoire et le sapin baumier s'installe sur les stations résineuses subhydriques (RS2-RS5), faisant compétition à l'épinette.** Pour remédier à cette situation, en présence de peuplements contenant des essences tolérantes et semi-tolérantes à l'ombre (telles que *Picea rubens*), la coupe partielle est le traitement à privilégier. **La coupe progressive d'ensemencement à couvert permanent et la coupe de jardinage** sont les traitements mis de l'avant.

Les coupes effectuées depuis l'expropriation de la famille Joly ont été synthétisées aux **Figures 11 et 12**. Les données utilisées pour cette synthèse sont tirées des données cartographiques des inventaires écoforestiers. Les coupes dont l'année n'était pas indiquée ont été catégorisées dans « Inconnue ». Afin de faciliter la comparaison des types de coupe, trois catégories ont été créées, soit les coupes partielles, les coupes par bandes et les coupes totales.

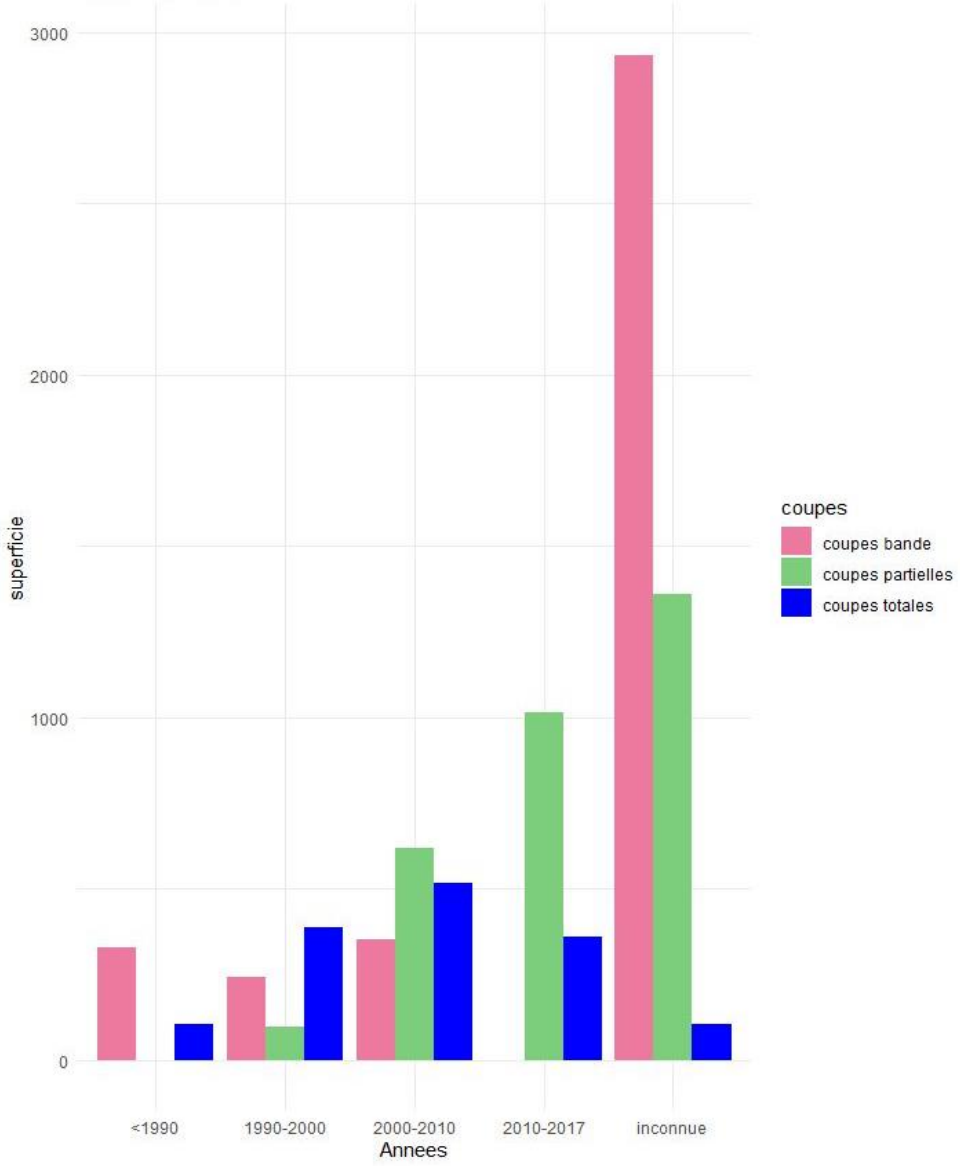


Figure 11. Comparatif des coupes effectuées pour la période 1978 à 2017.

On voit bien sur la **Figure 11** que la coupe par bandes dominait largement la coupe avant 1990. Par la suite, la diversification des méthodes de coupe fera augmenter la proportion de coupes totales et de coupes partielles. Depuis la révision du régime forestier en 2000, les coupes partielles sont de plus en plus pratiquées.

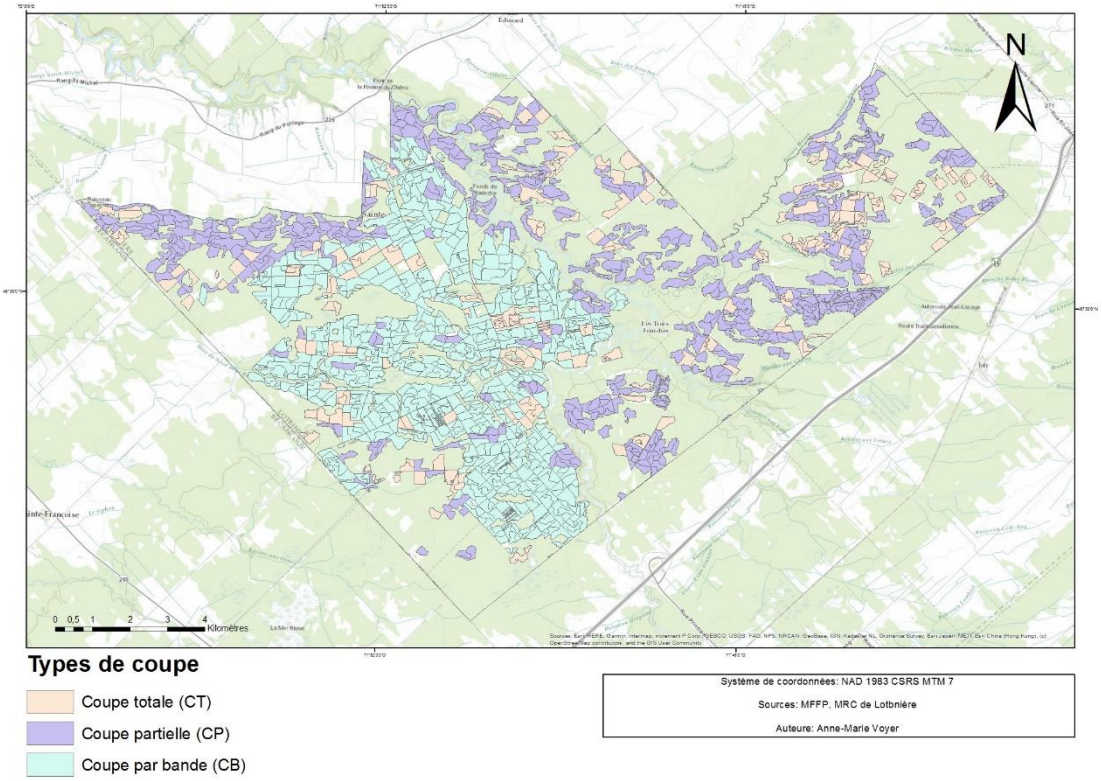


Figure 12. Les types de coupes effectuées de 1978 à 2017 selon les données cartographiques

Cette figure montre la distribution géographique des types de coupes effectuées depuis 1978. Les coupes par bandes étaient principalement concentrées à l'ouest de la forêt et majoritairement effectuées avant 1990. Même si elles sont considérées comme des coupes totales, nous les avons évaluées à part en raison, entre autres, de la superficie qu'elles ont couvert sur le territoire. Au tournant du XX^{e} siècle, l'intensification des opérations forestières apporte un changement des pratiques sylvicoles. Les coupes partielles, utilisées à l'époque de la gestion privée de la seigneurie, font place à des coupes à diamètre limite et des coupes à blanc. Les effets des coupes à blanc sur la dynamique des peuplements mixtes de sapin baumier et d'épinette rouge sont connus. Lorsque la

régénération résineuse préétablie est insuffisante, comme cela semble avoir été le cas dans les interbandes des coupes par bandes, il s'ensuit un envahissement par une végétation arbustive compétitrice (Frank et Bjorkbom, 1973 et Seymour, 1995 dans Fortin *et al.*, 2003). Dès le milieu du XX^{e} siècle, les forestiers sont revenus aux coupes partielles. Dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière, celles-ci sont appliquées majoritairement à l'est, là où les peuplements forestiers sont les plus âgés.

5.3 Le comparatif des types écologiques

Dans les données d'inventaire écoforestier, les types écologiques sont déterminés par photo-interprétation de photographies aériennes. Compte tenu de la difficulté technique de cette évaluation, la dénomination des types écologiques dans les données cartographiques est sujette à l'erreur humaine. Cela dit, la comparaison des types écologiques, normalement constants à travers le temps, aux 3^{e} et 5^{e} décennaux nous amène à constater un changement assez net au niveau de leur distribution (**Figure 13**). En effet, les types écologiques associés à l'épinette rouge (MJ2 et RS5) semblent s'être raréfiés (**Figure 14**). Deux explications semblent plausibles pour expliquer le phénomène :

- La photo-interprétation a été réalisée par deux personnes avec une compréhension différente des caractéristiques des types écologiques; ou
- **L'altération de la forêt a été suffisamment profonde pour effectivement changer l'apparence de la canopée et ainsi mener chacun des photo-interprètes à reconnaître un type écologique complètement différent de l'autre sur une même portion de territoire.**

Les cartes de la **Figure 13** montrent clairement la quasi-disparition de la sapinière à épinette rouge (RS5) des données cartographiques du 5^{e} décennal (2003-2018). Bien que la raréfaction de la bétulaie jaune à sapin et épinette rouge (MJ2) ne soit pas aussi dramatique, elle demeure remarquable. Les types écologiques qui les remplacent appartiennent aussi, pour la vaste majorité, à la

catégorie des forêts mixtes, bien qu'ils soient beaucoup moins propices à l'épinette rouge.

Les données semblent pointer vers la raréfaction des types écologiques à dominance résineuse au profit d'autres types plus riches en feuillus (**Figure 14**). Cela se rapproche non seulement de la tendance à l'enfeuillement identifiée à la section 5.1, mais aussi des prédictions des experts et de la littérature consultés quant à l'évolution de la forêt acadienne après une ouverture du couvert aussi importante. Pour ces raisons, il nous semble improbable que la conversion des types écologiques dans les données cartographiques soient dues uniquement à l'erreur humaine et considérons qu'elle **représente un témoin indirect de la détérioration de l'état de la forêt**.

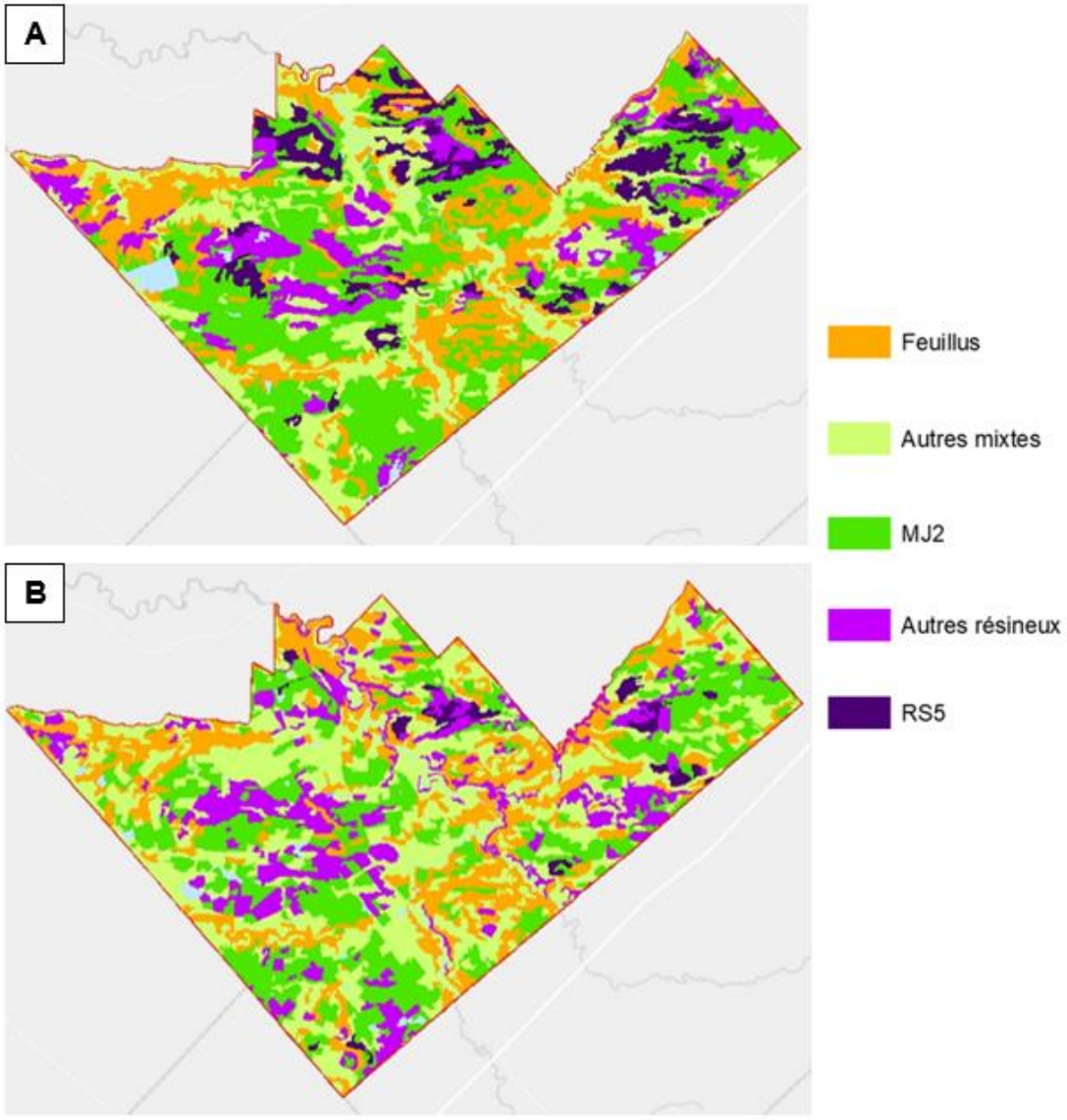


Figure 13. Distribution des types écologiques du : A) 3e décennal (1991-2003) ; B) 5e décennal (2003-2018).

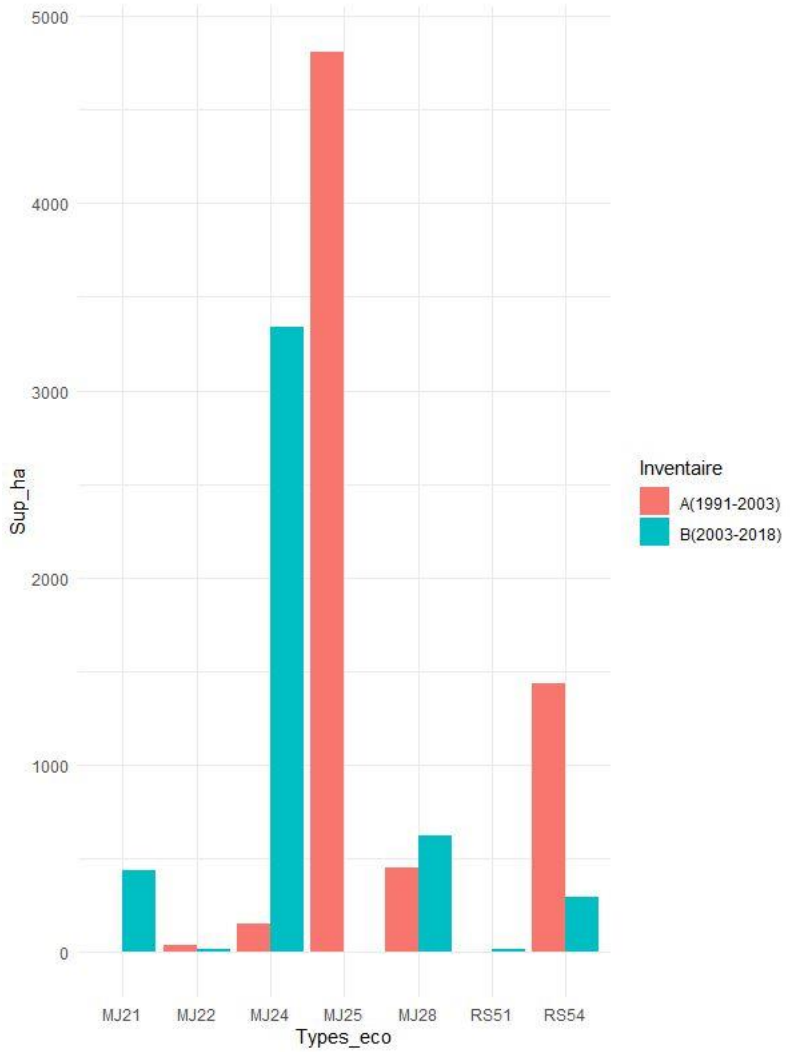


Figure 14. Comparatif des superficies des types écologiques en fonction des années. (A : 1991-2003, B : 2003-2018)

5.4 Les peuplements écoforestiers et les classes d'âges

La distribution des peuplements dans lesquels l'épinette rouge est présente actuellement est présentée à la **Figure 15**. Il est intéressant de constater qu'il y en a peu à l'endroit où se trouvent les coupes par bandes. Les principaux semenciers se situent à l'est de la forêt. Le potentiel de végétation représente la bétulaie jaune à sapin et épinette rouge encore présente sur le territoire. Les peuplements correspondants sont parmi les meilleurs candidats pour la restauration, puisque,

déteriorés ou non, ils se trouvent aux endroits dans la sère physiographique les plus propices à l'établissement de l'épinette rouge.

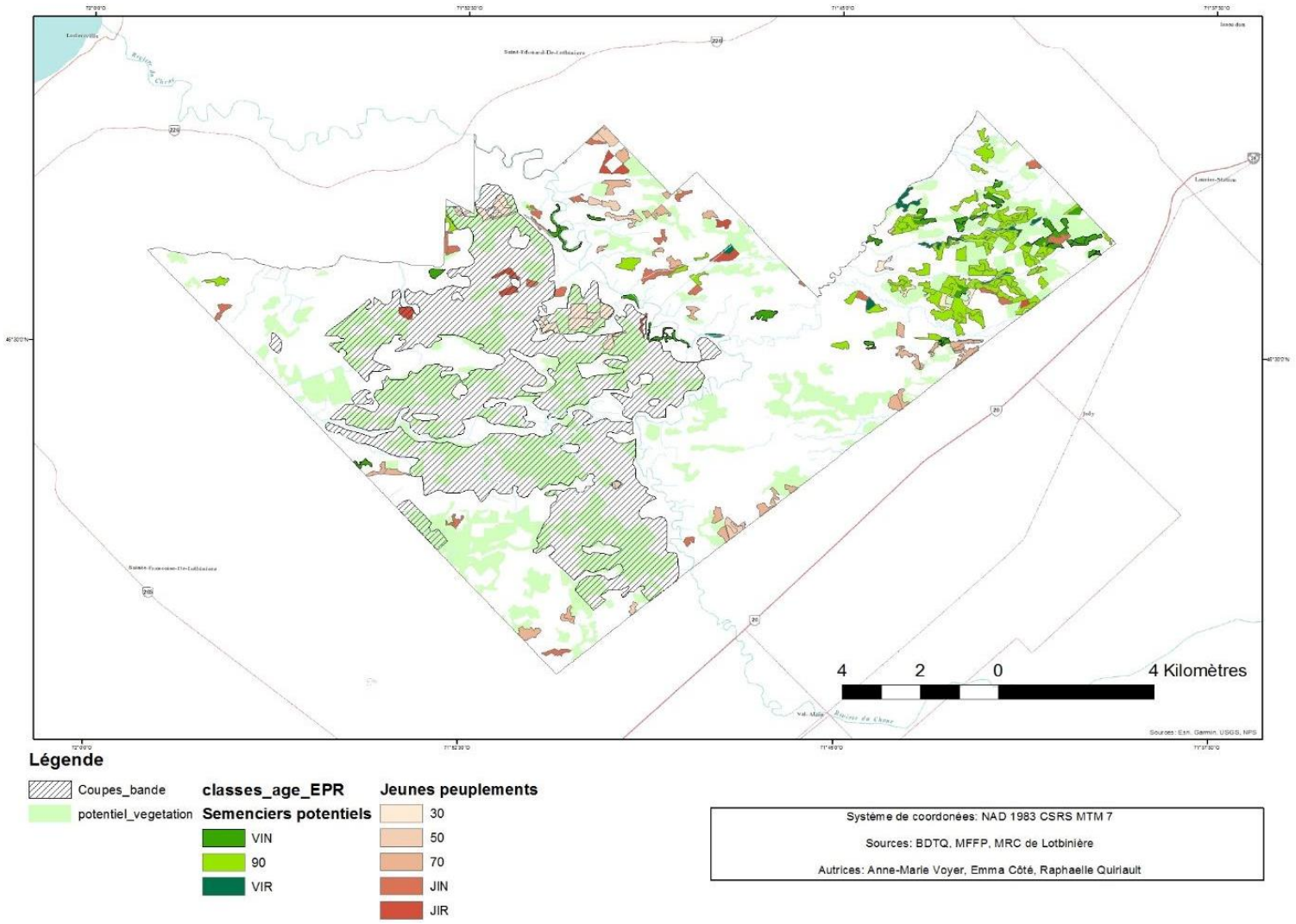


Figure 15. Localisation des jeunes peuplements d'EPR et des semenciers potentiels.

Les peuplements issus de la coupe à blanc ont généralement une structure d'âge équienne. Cette structure ne s'apparente pas à celle attribuée naturellement à ce type de forêt. La dynamique des peuplements mixtes en forêt tempérée est décrite comme une succession de trouées de petites dimensions favorisant ainsi une structure irrégulière des peuplements (Fortin *et al.*, 2003).

À la suite de ce diagnostic environnemental, il s'avère nécessaire d'apporter une réflexion quant aux choix des solutions à envisager afin de restaurer cette forêt. Une sylviculture proche de la nature aura pour objectif de conserver l'intégrité écologique des peuplements moins perturbés, tandis que les peuplements dégradés nécessiteront une restauration. La restauration écologique de cette forêt mixte peut impliquer des traitements qui visent à réintroduire l'épinette rouge, jusqu'à des interventions qui complexifient la structure ou qui accélèrent la succession naturelle.

6.0 Stratégie de restauration de l’épinette rouge

6.1 Les intérêts de la restauration

À la suite de notre diagnostic environnemental, qui suggère que les coupes des derniers 50 ans ont modifié le couvert forestier et ainsi contribué à la raréfaction de l’épinette rouge, nous avons exploré et sélectionné des stratégies d’aménagement. En effet, après les entrevues réalisées, notamment avec des experts tels que Daniel Dumais de la DRF, et l’analyse de la littérature pertinente à l’élaboration de la stratégie révisée, un plan d’action a été retenu. Dans une vision **économique, écologique et sociale**, la restauration de l’épinette rouge dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière est une initiative souhaitable.

En effet, l'aménagement écosystémique a été défini au Québec dans la loi sur l'aménagement durable du territoire forestier comme suit :

> *« un aménagement qui consiste à assurer le maintien de la biodiversité et la viabilité des écosystèmes en **diminuant les écarts entre la forêt aménagée et la forêt naturelle** » (Gouvernement du Québec, 2010).*

C’est dans cette vision que s’insère notre stratégie, qui vise à réduire cet écart autant que possible. En vertu de l'éthique du développement durable, les forestiers doivent à tout le moins évaluer les impacts sur l'environnement et la biodiversité des stratégies sylvicoles qu'ils préconisent, puis établir des mesures d'atténuation conséquentes. C'est l'application du **principe de prévention** qui, selon le libellé de la Loi sur le développement durable du Québec, stipule que :

> *« en présence d'un risque connu, des actions de prévention, d'atténuation et de **correction** doivent être mises en place, en priorité à la source » (Gouvernement du Québec, 2006).*

Dans une perspective écosystémique, l'idéal recherché serait de mettre au point des scénarios sylvicoles permettant à la fois d'**atteindre les objectifs de production accrue tout en sauvegardant le caractère naturel du peuplement**

(St-Hilaire, 2011). Afin d'y parvenir, en voici les buts et les moyens que nous proposons.

Les buts

1. Restauration écologique (valeur patrimoniale et écologique) ;
2. Production ligneuse (valeur économique).

Les moyens

1. Maintien des individus présents, en particulier des précieux semenciers d'EPR ;
2. Restaurer les sites possédant un potentiel de végétation adéquat à EPR ;
3. Mise en marché adaptée à l'essence.

Cette stratégie aura pour but de développer les avenues possibles dans **la mise en valeur de l'épinette rouge**, d'en définir la valeur commerciale et écologique, et de proposer des moyens pour la restaurer. Pour y parvenir, un changement de paradigme dans la gestion de la forêt est nécessaire (Bélanger, communication personnelle). Pour assurer la pérennité de l'épinette rouge, il faut remettre en question les objectifs de l'aménagement forestier dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière et proposer des approches viables et concrètes pour les atteindre. Cette approche concrète dans notre cas prendra la forme d'une sylviculture fine et adaptée, dans une dynamique spatiale de micro-peuplements. C'est donc en se rapprochant davantage d'une **gestion semblable à celle réalisée en forêt privée** que l'application d'une sylviculture restauratrice pourrait inverser le processus de raréfaction de l'épinette rouge dans cette forêt.

Avec l'appui de différentes stratégies élaborées par le MFFP, en se basant sur les potentiels et contraintes présents dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière et en proposant une approche innovante pour mettre en valeur l'épinette rouge, nous entendons rétablir, dans la mesure du possible, ce patrimoine écologique inestimable. Un suivi permettant d'évaluer l'atteinte des cibles fixées

devra par la suite être réalisé pour traquer l'évolution d'indicateurs qui détermineront si les mesures entreprises auront porté fruit.

6.1.1 Localisation des tiges et peuplements d'avenir

Les solutions sylvicoles doivent être effectuées à l'échelle du micro-peuplement (300 à 1000 m^2) (Brochu, 2019). L'analyse et la planification de secteurs potentiels grâce aux données cartographiques doivent être validées par l'acquisition de données terrain afin d'appliquer le bon traitement sylvicole aux peuplements résiduels. Ainsi, malgré l'héritage de coupes mal adaptées dans les peuplements d'épinettes rouges, la présence des populations résiduelles de cette essence permet d'en envisager une potentielle restauration. Considérant que l'épinette rouge est sensible à l'ouverture du couvert forestier, l'envahissement de la végétation concurrente et une régénération préétablie rare en forêt aménagée, **trois secteurs d'aménagement ont été délimités** (**Figure 16**) afin de diviser la Forêt de la seigneurie de Lotbinière en différents secteurs. Les secteurs d'aménagement correspondent à une intensité de restauration de faible à élevée compte tenu de divers critères abordés dans le **Tableau 2**.

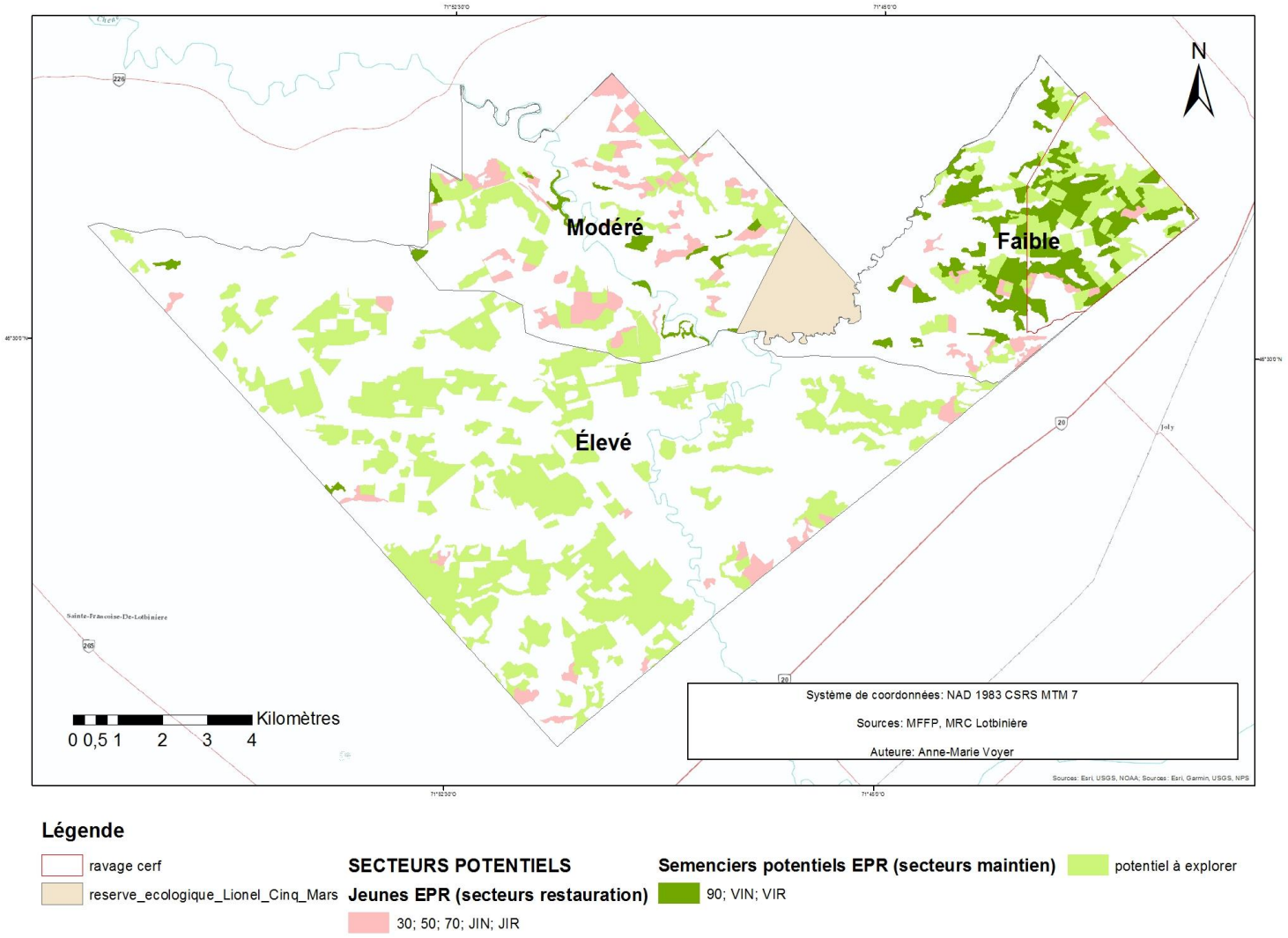


Figure 16. Secteurs d'interventions en fonction de l'intensité de restauration.

Tableau 2. Stratégies proposées en fonction de l'intensité de restauration

Intensité de restauration	Stratégie proposée	Justification	Application
Faible	Maintien du peuplement	Présence de semenciers	Coupes partielles Martelage Dégagement régénération
Modérée	Restauration	Présence de futurs semenciers Potentiel de végétation adéquat	Enrichissement Scarifiage Dégagement régénération
Élevée	Parcelles expérimentales pour restaurer	Potentiel de végétation adéquat	Partenariat avec des équipes de recherche

6.1.2 L'épinette rouge : création de richesse, une opportunité à saisir

Actuellement, l'épinette rouge est classée, selon la classification Canadienne des scieries NLGA, dans la catégorie SEPM, mais nous croyons quelle pourrait être mise en valeur grâce à une mise en marché adaptée.

6.1.2.1 La création de richesse par une mise en marché adaptée

Afin d'appuyer notre stratégie et dans une **optique de création de richesse**, nous envisageons une manière de repenser la mise en marché de *Picea rubens*. Ce n'est pas parce qu'il y a absence de reconnaissance d'une valeur, que celle-ci est inexistante : ainsi, nous proposons une méthode pour déterminer la valeur réelle de l'épinette rouge. Il faut également considérer, tel que stipulé par Raymond *et al.* (2012), qu'il apparaît de plus en plus nécessaire d'intégrer les valeurs économiques dans la réflexion écologique pour soutenir les efforts de

restauration. Le bien-fondé des services écologiques rendus par une riche diversité d'espèces dans un peuplement est connu parmi les professionnels (Dumais, communication personnelle). Le **désir social d'une forêt de meilleure qualité** a quant à lui été exprimé par les Amis de la Forêt et les différents usagers de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière. L'essentiel du travail pour justifier la sylviculture fine de l'épinette rouge se trouve donc dans la sphère économique du développement durable auquel aspire le MFFP (MFFP, 2018).

> « La culture du bois de haute valeur en forêt feuillue et mixte est l'une des options ayant le plus grand potentiel de création de richesse dans les régions du sud du Québec. » (MFFP, 2018)

Puisque le défi principal pour traiter autrement *Picea rubens* réside dans son identification rigoureuse à la source, cette étape est la première et la plus essentielle dans sa mise en valeur (Beaudoin D., communication personnelle). Nous suggérons donc qu'avant toute coupe, un **martelage** soit effectué afin de permettre une identification rigoureuse de l'essence et d'en éviter la récolte excessive. La mise en place d'une **jetée distincte** pour éviter toute confusion quant à la nature des billots amassés serait également importante. Cette pratique est d'ailleurs courante en forêt privée, par exemple pour le thuya ou le pin blanc, ce qui suggère qu'il serait fort possible de faire de même pour trier à la source un bois qui, selon plusieurs, a une valeur supérieure à la catégorie SEP (Deschênes, communication personnelle).

À la suite de ce tri à la source, plusieurs possibilités existent quant au marché de mise en vente :

1. **Négociations auprès des scieries**

De négociations pourrait être fixé un prix viable, et ainsi une marge de profit intéressante. Plus efficace car directe, elle réduirait le nombre d'intermédiaires nécessaires à la mise en marché. Puisque peu de scieries reconnaissent concrètement une valeur propre à l'épinette rouge, la probabilité de succès par

l'entremise de cette approche est toutefois loin d'être garantie. Dans le cas d'un échec à ce niveau, une autre option possédant des variantes intéressantes s'offre à nous.

2. Enchères du marché libre des bois du BMMB

Selon Hugo Therrien, responsable de la tarification au BMMB, cette avenue serait la plus prometteuse afin de peut-être développer un réseau (communication personnelle). Les variantes possibles énoncées plus haut considèrent quant à elles l'état dans lequel le bois se trouve lors de la vente. Il peut s'agir soit de bois vendu sur pied (selon mesurage ou selon inventaire)[5], récolté uniquement ou encore livré à destination. Cette option peut s'avérer être très intéressante dans la mesure où il semble exister un marché méconnu d'achat de bois d'épinette rouge dans le domaine de la lutherie (**Annexe 1**), et pourrait éventuellement aboutir à une réévaluation de la valeur marchande par le BMMB de l'épinette rouge (Therrien, communication personnelle). Dans la mesure où ce serait le cas, les scieries auraient à adapter le prix concédé à l'épinette rouge, ce qui pourrait s'avérer très bénéfique non seulement pour la restauration de l'épinette rouge dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière, mais aussi dans toute la forêt acadienne.

[5] Selon mesurage : « L'enchérisseur mise sur un volume de bois pour lequel il devra assurer les travaux de voirie forestière, de récolte et de transport et pour lequel il sera facturé selon le montant total misé, indépendamment des volumes récoltés » (BMMB, 2019)
Selon inventaire : « L'enchérisseur mise sur un volume de bois pour lequel il devra assurer les travaux de voirie forestière, de récolte et de transport et pour lequel il sera facturé selon le montant total misé, indépendamment des volumes récoltés » (BMMB, 2019)
Récolté : « L'enchérisseur mise sur un volume de bois dont la récolte est assurée par le BMMB, mais pour lequel il devra assurer le transport et le mesurage et sera facturé selon le mesurage » (BMMB, 2019)
Livrés : « L'enchérisseur mise sur un volume de bois dont la récolte et le transport seront assurés par le BMMB à la ou aux destinations désignées par l'acheteur dans la soumission et pour lequel il devra effectuer le mesurage et sera facturé selon le volume mesuré » (BMMB, 2019)

« [L'épinette rouge est] une essence de bois rare reconnue mondialement pour ses qualités harmoniques exceptionnelles » (Guitare Boucher, 2019).

Pour un volume de bois donné coûtant entre 40 et 60 $ d'épinette blanche, *Picea rubens* se vend entre 200 et 300 $ (Rouleau, communication personnelle).

« Au cours des dernières décennies, l'offre du bois s'est détériorée, autant à l'égard de la quantité de bois disponible que de sa qualité. En effet, de 2000 à 2018, les possibilités forestières ont diminué de 22 %. Les arbres sont de plus en plus petits en forêt résineuse et de moindre qualité en forêt feuillue. Les essences moins désirées prolifèrent à plusieurs endroits » (MFFP, 2018).

Une gestion plus fine de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière, semblable à celle réalisée en forêt privée, pourrait permettre une valeur ajoutée par l'entremise d'une récolte adaptée d'épinettes rouges bien identifiées (Chouinard, communication personnelle).

6.1.2.2 Maintien des spécimens présents afin de conserver le potentiel

Objectif 1 : Maintien des individus présents dans le secteur d'intensité de restauration **faible**.

Après nos analyses, nous avons convenu que **la coupe progressive irrégulière** à couvert permanent (CPI-CP) serait le traitement sylvicole le plus adapté afin de maintenir les individus présents en raison des nombreux avantages qu'elle présente (**Figure 17**). Cependant, il ne faudrait pas se limiter à une foresterie normative par l'entremise de cette solution de restauration. Dans une vision de foresterie fine, d'autres formes de CPI telles que la CPI-TA ou la CPI-RL pourraient correspondre à des travaux davantage adaptés et ne se limiteraient pas à un type de traitement mais à une sélection en fonction de chaque peuplement.

De plus, il est important que **les techniciens soient en mesure de différencier l'épinette rouge** des autres essences. Une **présence sur le terrain est indispensable** afin de recruter les secteurs potentiels et d'identifier les individus à maintenir dans le peuplement. Pour cela, les données cartographiques, bien qu'utiles, ne suffisent pas à elles seules.

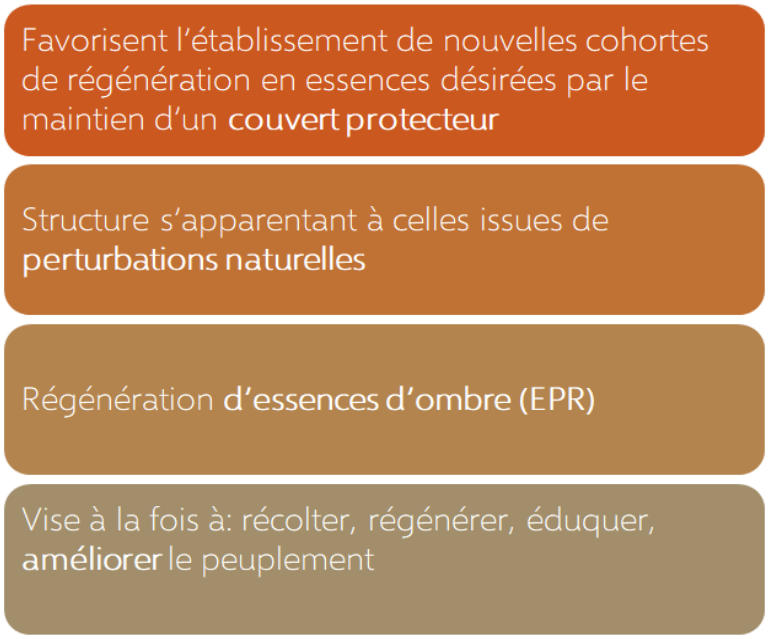


Figure 17. Principaux avantages des coupes progressives irrégulières.

Un scénario par étapes pour atteindre les objectifs est suggéré par Daniel Dumais dans Raymond *et al.*, 2012 :
1. Fournir une protection lors de l'établissement de la régénération ;
2. Acclimater graduellement la régénération à l'ouverture du couvert ;
3. Offrir les conditions de lumière permettant une croissance.

6.2 La mise en œuvre de la restauration

Objectif 2 : Restaurer les sites possédant un potentiel de végétation adéquat pour rétablir l'épinette rouge (**secteurs à intensité de restauration modérée et élevée**).

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :
0 à 5 ans : Une régénération dominée par l'épinette rouge avec une densité qui inclut des essences longévives et qui augmenteront la valeur du peuplement;
5 à 20 ans : Un peuplement qui comprend une proportion d'essences de valeur ou en raréfaction correspondant aux objectifs de production;
20 ans et plus : Un peuplement qui comprend une proportion d'essences de valeur ou en raréfaction correspondant aux objectifs de production.

L'effort de restauration de l'épinette rouge passe par une augmentation de son établissement et par le maintien d'une forte capacité reproductive de l'espèce. Le **secteur d'aménagement modéré** (**Figure 16**) possède un potentiel intéressant en raison de la présence d'épinettes rouges.

La restauration écologique de la forêt mixte peut impliquer des traitements qui visent à réintroduire des essences en raréfaction jusqu'à des interventions qui complexifient la structure ou qui accélèrent la succession naturelle (Raymond *et al.*, 2012). On cherchera à éviter de créer des peuplements artificiels. Cela peut être réalisé en conservant une proportion suffisante des attributs clés pour le maintien de la biodiversité. Les plantations peuvent être utilisées pour accélérer la restauration de certains attributs à l'intérieur de certains peuplements pouvant avoir été altérés aux endroits où la régénération de l'épinette rouge n'est pas suffisante. **L'enrichissement** permet d'éviter que les trouées soient improductives et de limiter l'enfeuillement. La plantation dans de petites ou moyennes trouées

sylvicoles est une avenue à explorer afin d'accélérer le renouvellement de l'espèce, d'autant plus si la régénération préétablie est déficiente (Dumais, 2015). Ce traitement a également l'avantage de permettre une acclimatation des semis à la lumière en pépinière. Ainsi, il est possible d'offrir un régime lumineux optimal supérieur à celui nécessaire aux semis naturels d'épinette rouge, soit 30% de lumière par rapport à 50% pour les semis produits (Dumais *et al.*, 2018). Cet élément favorise une surface foliaire et une croissance intéressantes.

Il faudra prévoir un **scarifiage** passif ou actif pour établir une nouvelle cohorte de régénération (Dumais, communication personnelle). Le contact des semis avec le sol minéral ou un mélange de sol organique et minéral favorise un enracinement solide. Cette étape permet également d'offrir une meilleure résistance au gel et à la dessication des racines (Dumais *et al.*, 2018). Il reste important d'effectuer un inventaire de régénération sur le terrain afin de valider les sites potentiels et de protéger les individus déjà en place. Il faut prioriser les végétations potentielles riches, MJ2 et RS5 dans notre cas, dénommé « potentiel à explorer » sur la **Figure 13**.

Un **dégagement** des individus réintroduits est nécessaire afin de maîtriser la végétation concurrente (Dumais, communication personnelle). Un des facteurs importants afin d'atteindre les objectifs du traitement est le pourcentage de lumière minimal requis, soit 50% pour l'épinette rouge. Afin de préparer le terrain, il est suggéré de retirer la végétation de moins de 2 mètres dans un rayon de 2,5 mètres autour de chaque plant (Dumais *et al.*, 2018). Un suivi après 2 ou 3 ans est également nécessaire pour s'assurer de la dominance de chaque plant.

Le **secteur d'aménagement élevé** a été affecté par les coupes par bandes passées, qui ont ouvert le couvert et apporté différentes contraintes à l'établissement d'une nouvelle cohorte d'épinette rouge. Toutefois, selon la végétation potentielle, ce secteur possède plusieurs peuplements potentiels et présente un défi de restauration particulièrement intéressant d'un point de vue scientifique. Il pourrait être intéressant d'effectuer des essais dans ces

peuplements et peut-être même d'envisager l'établissement de parcelles expérimentales, **ce qui permettrait d'obtenir un financement** pour le processus de restauration. Le besoin de connaissances est toujours présent en forêt mixte, tant en écologie, qu'en aménagement et en sylviculture (Raymond *et al.*, 2012).

Des perturbations telles que les coupes réalisées dans les 50 dernières années (à blanc, par bandes) ont semblé contribuer à la prolifération des semis d'érable rouge en provenance de semenciers présents dans le peuplement d'origine. Tel que mentionné dans le guide sylvicole du Québec du MFFP, une forte proportion d'érable rouge dans un peuplement peut être associée à un déclin de la biodiversité et de la production.

Dans la stratégie nationale de production de bois, on fait mention de la prolifération d'essences peu désirables telles que l'érable rouge (MFFP, 2018) et on propose une stratégie visant à augmenter la valeur de chaque mètre cube récolté plutôt que d'augmenter les volumes de coupes afin d'éviter d'accentuer davantage la problématique de perte de qualité de la matière ligneuse.

Ayant constaté que notre secteur d'aménagement élevé comporte une bonne proportion d'érable rouge, il est primordial de considérer ce fait dans notre stratégie d'aménagement. La Société sylvicole d'Arthabaska-Drummond a eu l'occasion de travailler sur la dynamique entre l'épinette rouge et l'érable rouge. Les traitements sylvicoles permettant de contrôler la densité d'érable rouge impliquent des traitements dit « d'élite ». En d'autres termes, les efforts pour régénérer et reboiser l'épinette rouge dans ce secteur restent envisageables, mais coûteux. Développer la recherche sur cette dynamique serait donc intéressant dans le cas de l'implantation d'une parcelle expérimentale, non seulement afin d'obtenir du financement, mais aussi pour développer des méthodes plus efficaces

écologiquement et économiquement.

Quels critères utiliser pour vérifier l'atteinte des objectifs sylvicole? La vérification des objectifs se fait en trois critères basés sur le Guide sylvicole tome 2 :
1. Composition : EPR occupe une proportion égale ou supérieure de la ST ;
2. Structure : couvert forestier supérieur à 40% en arbres de dimensions marchandes après coupes ;
3. Régénération : suivi de régénération, 75% de la superficie à régénérer possède de bonnes conditions.

6.3 Nos recommandations : partenariat privé-public

Le contexte du nouveau régime forestier favorise l'émergence d'une **sylviculture plus fine et plus respectueuse de la dynamique naturelle** (Raymond *et al.*, 2012). La mixité des peuplements amène la mixité des traitements sylvicoles, ce nous laisse croire qu'il y a conséquemment une nécessité de procéder à des interventions fines et adaptées à l'écologie de l'épinette rouge. La foresterie dite fine est adaptée aux peuplements et permet la mise en œuvre de scénarios sylvicoles sur mesure pour ceux présentant le meilleur potentiel afin d'optimiser les investissements (bon endroit au bon moment). Elle nécessite une réelle investigation sur le terrain où les peuplements sont marchés et où un diagnostic sylvicole est attribué pour chacun.

Ce mode de sylviculture est semblable au mode de **gestion d'une forêt privée,** connu pour favoriser la conciliation des intérêts collectifs et individuels reliés à la forêt privée. Elle s'exerce en tenant compte du mode de gestion propre à chaque lot boisé et est supportée par différents documents de gestion tels que le plan d'aménagement forestier. La foresterie privée s'exerce dans un domaine précis, avec des objectifs précis, avec des moyens précis et des étapes précises.

Dans notre cas, une gestion sylvicole de type « forêt privée » semble être une approche intéressante quant à la vision locale qu'on souhaite raviver dans la

Forêt de la seigneurie de Lotbinière et dans la mise en place d'une foresterie par micro-peuplement. Une gestion de ce genre en forêt publique semble être réalisée au MFFP de l'Estrie au Lac Mégantic. Il pourrait même être avantageux d'effectuer des **partenariats entre forêt privée et forêt publique** afin de combiner les forces.

> *« En forêt publique, ce n'est pas encore une foresterie de précision. Le bois ne pousse pas partout pareil et à certains endroits, les coupes se font trop tôt, et ailleurs, trop tard, ce qui entraîne des pertes. Dans certaines forêts mixtes, la mauvaise planification des interventions freine la croissance des arbres. Le problème, c'est qu'il n'y a personne qui planifie à long terme l'aménagement du territoire public. La responsabilité est partagée entre le ministère et l'industrie », André Gravel, de chez Domtar.*

L'épinette rouge est une essence résineuse compagne associée au thuya (Fortin *et al.*, 2003) et, comme celui-ci, malgré la littérature parfois éparse ou contradictoire, nous voyons que *Picea rubens* apporte une contribution importante à la biodiversité de par son potentiel écologique en tant qu'espèce longévive caractéristique de forêts anciennes ou de fin de succession (Fortin, 2006) (voir aussi **Annexe 2**). En participant à la diversité en essences à l'échelle locale par une sylviculture adaptée, elle peut bonifier la structure verticale grâce au port unique de sa cime (Boulfroy et al., 2012).

Les forts coûts associés aux traitements sylvicoles soulignent l'importance d'évaluer la réponse des peuplements à ces interventions afin d'ajuster les objectifs d'aménagement et de développer des stratégies sylvicoles basées sur la compréhension des processus des écosystèmes. Le projet de Stratégie d'aménagement durable des forêts expose la vision retenue et énonce des orientations et des objectifs d'aménagement durable des forêts s'appliquant aux territoires forestiers. Le plan d'aménagement forestier intégré tactique constitue un moyen important pour concrétiser plusieurs des objectifs visés par la SADF tel que mentionné dans le dernier déposé de l'UA 034-51. Notre constat va dans le même sens et nous croyons qu'il s'agit d'une opportunité à saisir.

Le PAFIT 2018-2023 propose trois objectifs pour répondre à l'enjeu de la composition forestière, incluant la raréfaction de l'épinette rouge: 1) augmenter ou, au minimum, maintenir la présence des essences en raréfaction; 2), augmenter la présence des espèces en diminution; et 3) réduire la présence de certaines essences envahissantes. Les solutions spécifiques à l'épinette rouge vont dans le même sens que notre stratégie : la protection des semenciers et l'amélioration du lit de germination, les coupes partielles et l'attribution du statut d'essence à promouvoir.

Les connaissances concernant la sylviculture de l'épinette rouge se sont grandement améliorées grâce au travail des chercheurs tels que Daniel Dumais et Michel Prévost du MFFP ou bien ceux de Guy Lessard du CERFO. Ces efforts méritent d'être synthétisés et vulgarisés de manière à guider les aménagistes et les sylviculteurs dans la prise de décisions mieux adaptées aux besoins de cette essence. Nous proposons une sylviculture plus fine, se rapprochant d'une gestion par micro-peuplement. Il est peut-être même possible de faire d'une partie de la forêt un laboratoire à ciel ouvert qui tendrait à rapprocher les planificateurs-sylviculteurs et les exécutants opérationnels.

Résumé des recommandations

1. Inventorier les épinettes rouges présentes sur le territoire
2. Maintenir les peuplements présentant des individus de qualité
3. Restaurer les sites ayant un potentiel de végétation adéquat
4. Établir un partenariat de foresterie privée et publique
5. Établir une station de recherche dans les secteurs les plus touchés
6. Adapter la mise en marché à l'espèce (martelage, jetée distincte)

7. Conclusion

La forêt de Lotbinière constitue une partie intégrante de l'histoire du Québec et des seigneuries. Sous la gouvernance de la famille Joly pendant près de 300 ans, et ce, jusqu'en 1967, puis par le gouvernement du Québec, elle a longtemps suscité l'intérêt de ses utilisateurs – à juste titre. Pôle régional incroyable, véritable joyau historique, économique, social et environnemental, il est loin d'être insensé de vouloir mener à bien une investigation pour planifier des traitements particuliers dignes de son importance.

Les espèces longévives comme l'épinette rouge, typiques de cette forêt dite acadienne, ont subi des fortes perturbations anthropiques telles que des coupes forestières mal adaptées au profil unique de la forêt. A l'heure actuelle, la restauration d'essences comme l'épinette rouge est un devoir et s'inscrit dans le cadre de la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier.

Notre travail a été d'établir un bilan de 50 ans de foresterie sur ce territoire. Cela nous a permis de poser un diagnostic environnemental concernant l'évolution de l'épinette rouge et, ainsi, de proposer une stratégie de restauration et d'aménagement applicable à l'aide de plusieurs outils. La restauration de l'épinette rouge est envisageable malgré certaines conditions qui seront observables plus en détail sur le terrain. Néanmoins, les pratiques proposées font appel à l'usage d'une pratique de sylviculture fine. La spécificité de cette philosophie est qu'elle est accommodable et permet d'user des bénéfices respectifs de chacun des attributs que la forêt abrite en nuisant le moins possible à l'écosystème environnant et dans le respect de chacun des attributs écologiques.

Avec le support de plusieurs professionnels et éléments de littérature, nous avons pu proposer différentes options d'aménagement pour l'épinette rouge en fonction de toutes les particularités terrain que cache la forêt.

Au cours de ce travail, il nous est venu le sentiment que cette forêt pourrait grandement profiter d'une collaboration et d'un partage des connaissances entre

les entités locales et gouvernementales, privées et publiques. Les pratiques sylvicoles proposées dans ce travail existent déjà et sont utilisées dans des contextes législatifs différents. Cependant, il est important de considérer la forêt avant toute chose, et ainsi d'adapter son mode de gestion en fonction des besoins et objectifs propres à la Forêt de la seigneurie de Lotbinière et non par le biais d'une analyse régionale uniforme.

Références

Bashir, A., MacLean, D.A., Hennigar, C.R. (2019). Growth-mortality attributes and species composition determine carbon sequestration and dynamics of old stand types in the Acadian Forest of New Brunswick, Canada, Annals of Forest Science, 76: 35, 12 p.

Beaudoin D, ingénieur forestier et responsables aux opérations forestières dans la forêt Seigneuriale Joly de Lotbinière, 2019. Communication personnelle.

Beaudoin, J. ingénieur forestier, directeur adjoint à la mise en marché, syndicat des propriétaires forestiers de la région de Québec, 2019. Communication personnelle.

Bélanger, L. ingénieur forestier et professeur à la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique de l'Université Laval, 2019. Communication personnelle.

Boulfroy et al. 2012. Guide pour la sylviculture du thuya occidental. Service Canadien des forêts. Centre Canadien sur la fibre de bois. Rapport information FI-X-008. 75 P.

Boucher et al. 2009. Les forêts préindustrielles: un état de référence pour l'aménagement durable des forêts. Avis de recherche forestière n° 17. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. 2 p.

Brochu, M. 2017. Sylviculture restauratrice de l'épinette rouge dans Portneuf. Stimuler la résilience d'un patrimoine écologique, travail dans le cadre du cours Aménagement durable et intégré des forêts. Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Université Laval, Québec. 70 p.

Brochu, M. 2019. Épinette rouge dans Portneuf – Les défis d'une sylviculture intensive, innovante, restauratrice et écosystémique, projet de fin d'études au baccalauréat. Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Université Laval, Québec. 215 p.

Bureau de mise en marché des bois. Manuel de mise en marché des bois (page consultée le 5 décembre 2019), [En ligne], https://bmmb.gouv.qc.ca/media/50997/manuel_de_mise_en_march_.pdf.

Bureau du forestier en chef. 2013. Manuel de détermination des possibilités forestières 2013-2018. Gouvernement du Québec, Roberval, Qc, 247 p.

CRECA, 2016. Description des forêts ancienne de Chaudière-Appalaches, secteur de la Seigneurie Joly de Lotbinière, Conseil régional de l'environnement Chaudière-Appalaches, Lévis. 16p.

Deschênes M., ingénieure forestière, agence de mise en valeur des forêts privées de la Chaudière, 2019. Communication personnelle.

Dumais, D., ingénieur forestier, chercheur en sylviculture des forêts naturelles à la Direction de la recherche forestière du ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2019. Communication personnelle.

Dumais. D., M. Prévost, 2015. Germination établissement de semis naturels d'épinette rouge (Picea rubens) dans des trouées sylvicoles de différentes tailles. VOL. 91, NO. 5 — THE FORESTRY CHRONICLE

Dumais, D., Prévost, M., Raymond, P., Larouche, C. (2016). Écophysiologie et sylviculture de l'épinette rouge et des autres espèces en raréfaction de la forêt mixte tempérée : Bilan des recherches et perspectives, Direction de la recherche forestière (MFFP), Avis de recherche forestière n° 81, 2p.

Dumais, D., Larouche, C., Raymond, P., Bédard, S., Lambert, M-C. (2018) Survival and growth dynamics of red spruce seedlings planted under different forest cover densities and type. Direction de la recherche forestière (MFFP), Springer Nature, 20 p.

Dumais, D., Larouche, C., Raymond, P., Bédard, S., Lambert, M-C. (2019). Réintroduire l'épinette rouge à l'aide de semis plantés : le type de couvert forestier et sa densité après la coupe ont-ils une influence?, Direction de la recherche forestière (MFFP), Avis de recherche forestière n° 114, 2p.

Flamand-Hubert, M. 2016. Les premiers pas de l'aménagement forestier au Québec :vers une régularisation de la marche des coupes. Société d'histoire forestière du Québec, vol. 8, no.1. p. 23

Flamand-Hubert, M. 2017. La forêt québécoise en discours dans la première moitié du XXe siècle : Représentation politiques et littéraires. Thèse. Université Sorbonne, Paris. 532 p.

Fortin et al., 2003. Les coupes partielles : une alternative à la coupe à blanc dans les peuplements mixtes de sapin baumier et d'épinette rouge en termes de rendement. The forestery Chronicle, 79 :948-956

Gosselin, J. 2005. Guide de reconnaissance des types écologiques de la région écologique 2b – Plaine du Saint-Laurent, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction des inventaires forestiers, Division de la classification écologique et productivité des stations.

Lemay, F.1998. La Seigneurie Joly, une forêt à protéger. (Page consultée le 2 novembre 2019) [En ligne], http://www.mrclotbiniere.org/wp-content/uploads/2017/06/seigneurie_joly_-une_foret_a_proteger.pdf

Little, J.I. 2013. Patrician Liberal :The public and private life of Sir Henri-Gustave Joly de Lotbinière, 1829-1908. Toronto; Buffalo; London: University of Toronto Press, 400 p.

Gadoury, G. 1998. Sir Henri Gustave Joly de Lotbinière: Visionnaire et promoteur de la conservation des forêts, au Québec, à la fin du XIXe siècle. Mémoire. Québec, Québec, Université Laval, Département d'histoire, 117 p.

GOSSELIN, J. (2005). Guide de reconnaissance des types écologiques de la région écologique 2b - Plaine du Saint-Laurent, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction des inventaires forestiers, 188p.

Gouvernement du Québec. Guide sylvicole du Québec – Épinette rouge (page consultée le 30 octobre 2019), [En ligne], http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/essences/arbre.php?id=10

Groupement agro-forestier Lotbinière-Mégantic Inc. 1999. Plan général d'aménagement forestier de l'aire commune AC03420, 459 p.

Groupement agro-forestier Lotbinière-Mégantic Inc. 2008. Plan général d'aménagement forestier de l'unité d'aménagement UAF 03451, 254 p.

Guitare Boucher. (page consultée le 2 novembre 2019), [En ligne], https://guitareboucher.com/a-propos/

Harvey, B.D., Leduc, A., Gauthier, S., Bergeron, Y. 2002. Stand-landscape integration in natural disturbance-based management of the southern boreal forest. Forest Ecology and Management. 155 : 369-385.

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Stratégie d'aménagement durable des forêts (page consultée le 12 octobre 2019), [En ligne], https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/amenagement/strategie-amenagement-durable-forets.pdf.

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2016. Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré de 2018-2023, Cahier 4.1 – Enjeux liés à la composition végétale, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 86 p.

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2018. Plan d'aménagement forestiers intégré tactique, Période 2018-2013, Unité d'aménagement 034-51.

Direction générale du secteur central et Direction de la gestion des forêts de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches. 134 p.

Ministère des Ressources naturelles, 2013. Plan d'aménagement forestier intégré tactique, Période 2013-2018, Unité d'aménagement 034-51. Direction générale de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches et Direction des opérations intégrées. 94 p.

Ministère Ressources Naturelles Faune et Parcs (MRNFP), 2003. Les enjeux de la biodiversité relatifs à la composition forestière. Direction de l'environnement forestier (DEF) et direction de la recherche forestière (DRF). 216 p.

Leclerc, H. 2002. Domaine Joly de Lotbinière, Les guides des jardins du Québec, Fides, 2002, p.10-11.

Nature Conservancy Canada. Acadian forest (page consultée le 11 octobre 2019), [En ligne], http://www.natureconservancy.ca/en/what-we-do/resource-centre/forests- 101/acadian-forest.html

Noormets, A., Epron, D., Domec, J.C., McNulty, S.G., Fox, T., Sun, G., King, J.S. (2015). Effects of forest management on productivity and carbon sequestration: A review and hypothesis. Forest Ecology and Management, Vol. 355 (1), 124-140.

Raymond, P., D. Dumais et M. Prévost (éds.), 2012. Écologie et sylviculture la forêt mixte : Qu'avons-nous appris au cours de la dernière décennie? Colloque de transfert de connaissances. Carrefour Forêt Innovations, 6 octobre 2011, Centre des congrès, Québec, QC, Canada. 66 p.

Ressources naturelles Canada. Carbone forestier (page consultée le 12 octobre 2019), [En ligne], https://www.nrcan.gc.ca/climate-change/impacts-adaptations/climate-change-impacts-forests/forest-carbon/13085

Rouleau, directeur de l'école nationale de Lutherie, 2019. Communication personnelle.

Rowe, J. S., 1972, Les Régions forestières du Canada, Ministère de l'Environnement Service canadien des forêts, Administration centrale, Ottawa (Ontario). 172 p.

Rowe, J. S., 1972, The 12 forest regions of Canada, (page consultée le 10 novembre 2019), [en ligne], https://www.researchgate.net/figure/The-12-forest-regions-of-Canada-Rowe-1972_fig1_322855655

Saucier, J.-P. (2004). L'information écologique pour la gestion durable des forêts au Québec. Nat. Can., 128 : 85-91.

Simpson, J. (2008). Restoring the Acadian forest: A guide to forest stewardship for woodlot owners in the maritimes. Res Tulluris, 166p.

Statistique Canada. Basses terres du fleuve Saint-Laurent (page consultée le 2 novembre 2019), [En ligne], https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-402-x/2012000/chap/geo/geo02-fra.htm

St-Hilaire, G. 2011. L'enrichissement en épinette blanche à la Forêt Montmorency, un traitement sylvicole intensif de restauration écosystémique dans la sapinière à bouleau blanc de l'est. Mémoire. Faculté de foresterie de géographie et géomatique, Université Laval, Québec. 87 p.

Taylor, A.R., Wang, J.R., Kurz, W.A. (2008). Effects of harvesting intensity on carbon stocks in eastern Canadian red spruce (Picea rubens) forests: An exploratory analysis using the CBM-CFS3 simulation model, Forest Ecology and Management, 255: 3632-3641.

Whitman, E., Sherren, K., Rapaport, E. (2015). Increasing daily wildfire risk in the Acadian Forest Region of Nova Scotia, Canada, under future climate change. Regional Environmental Change, 15: 1447-1459.

ANNEXE 1. Valeur commerciale de l'épinette rouge

Les qualités mécaniques du bois de l'épinette rouge sont très intéressantes. Il est léger, moyennement tendre mais résistant et élastique. Il est utilisé en construction, dans l'industrie du papier et pour la fabrication de madriers, mais il est particulièrement recherché en lutherie, plus précisément dans la fabrication de tables d'harmonie pour instruments à cordes. Selon sa qualité, il peut donc posséder une grande valeur monétaire. Toutefois, en raison de sa raréfaction et du fait qu'elle est souvent mal identifiée, il est difficile pour des acheteurs tels que M. Robin Boucher, propriétaire de Guitare Boucher, de s'en procurer. Le résultat est que souvent ces acheteurs trouvent d'autres moyens d'en acheter. Dans le cas de M. Boucher, il fait affaire directement avec des bûcherons locaux, et transforme lui-même l'arbre en pièces de bois utilisable. Cette démarche illustre bien le défi que représente l'obtention de cette matière première essentielle à la production de ses guitares. M. Robin Boucher, d'ailleurs, ne jure que par l'épinette rouge pour fabriquer ses guitares, dont plusieurs milliers sont vendues à travers le monde chaque année en tant qu'instruments de haute qualité (Rouleau, communication personnelle).

Il y a donc sans doute un marché intéressant pour l'épinette rouge. Pour le moment, celui-ci est en bonne partie occupé par des détaillants de bois de lutherie provenant d'ailleurs. Si ces compagnies exploitent ce marché, c'est sans doute parce qu'il est rentable. Il existe donc une opportunité de mettre en valeur de ce bois et d'en tirer la fierté de posséder, au Québec, une telle richesse. Nous croyons que cette opportunité s'insère d'ailleurs parfaitement dans les stratégies que le MFFP met de l'avant. Il serait logique d'adapter nos pratiques d'aménagement pour innover. Tel que mentionné dans la stratégie de développement de l'industrie québécoise des produits forestiers:

« Le Gouvernement du Québec mise fortement sur l'innovation afin d'accroître la contribution de l'industrie des produits forestiers à l'économie du Québec et de ses régions » (MFFP, 2018).

De plus, Dave Chouinard, ingénieur forestier en charge de l'approvisionnement en bois chez Matériaux Blanchet (communication personnelle) mentionne qu'à tout égard, l'épinette rouge surpasse, en termes de qualité, toutes les autres espèces d'épinettes, mais que par une différenciation déficiente, celle-ci n'est pas valorisée de manière appropriée. Selon lui, une gestion plus fine de la Forêt de la seigneurie de Lotbinière, semblable à celle réalisée en forêt privée pourrait permettre une valeur ajoutée par l'entremise d'une récolte plus fine et adaptée d'épinettes rouges bien identifiées. C'est pourquoi une opportunité de créer de la richesse grâce à d'une essence déjà présente dans cette forêt pourrait sans doute trouver support dans la Stratégie nationale de production de bois, et également contribuer à contrecarrer sa raréfaction dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière.

Ces produits constituent une manière de valoriser de manière adéquate la qualité exceptionnelle de ce bois sur un marché mondial, ce qui justifie selon nous la fierté et l'attention qu'il devrait y avoir à l'endroit de *Picea rubens*. Malgré cela, l'épinette rouge en scierie entre dans la catégorie du sapin, des épinettes noire et blanche, du pin gris et du mélèze. Cette considération de l'essence en tant que résineux de faible valeur ne reflète certainement pas sa réelle valeur (Beaudoin J., communication personnelle). Cette dynamique fait donc en sorte qu'en forêt privée, en raison de traitements insensibles aux besoins de l'essence, elle s'est également raréfiée (D. Beaudoin, communication personnelle). Par sa méconnaissance et sa sous-valorisation, les propriétaires tendent à favoriser l'épinette blanche, moins exigeante et vendue au même prix (Beaudoin D., communication personnelle).

ANNEXE 2. Contribution de l'épinette rouge au cycle du carbone

Les arbres, par leur capacité à capter et emmagasiner le dioxyde de carbone, sont un facteur bien connu qui peut permettre d'atténuer la gravité des changements climatiques. Ils jouent donc un rôle très important dans le cycle du carbone, et ont absorbé approximativement le quart du CO2 émis par les activités humaines au cours des quatre dernières décennies (Ressources naturelles Canada, 2016). Cet effet bénéfique ne constitue cependant pas toujours la réalité. Lors de feux de forêt, d'épidémies d'insectes ou de la décomposition du bois en général, ce carbone accumulé dans la biomasse végétale est relâché dans l'atmosphère. Ainsi, le ratio de la quantité de carbone qu'une forêt capte par rapport au carbone qu'elle émet est variable (Ressources naturelles Canada, 2016). Le service canadien des forêts (SCF) a estimé en date de 2016 que les forêts aménagées du Canada sont devenues des sources d'émission de dioxyde de carbone. La combinaison des effets de l'augmentation des feux de forêts, des épidémies d'insectes et l'intensification de la récolte du bois seraient les causes de ce problème. Ils estiment également que l'incidence des changements climatiques aura comme effet d'accroître la récurrence et l'intensité des feux de forêts et épidémies d'insectes, augmentant d'autant plus les émissions de carbone provenant des forêts sujettes à ceux-ci (Ressources naturelles Canada, 2016).

Dans un contexte de changements climatiques et dans le cadre de l'Accord de Paris dont le Canada est signataire, il va de soi que la gestion des forêts pour qu'elles agissent comme puits plutôt que de sources de carbone constitue une obligation internationale pour le pays. Dans cette optique, nous considérons comme pertinent d'évaluer l'apport que l'épinette rouge peut potentiellement avoir dans le bilan du carbone forestier. Tel que mentionné par Taylor *et al.* (2008), l'intensité de la récolte du bois constitue un facteur critique pour permettre un bilan de carbone optimal. Les coupes partielles constituent donc une méthode de récolte de choix pour emmagasiner le carbone, pouvant en accumuler environ 17.5% de plus que dans le cas de coupes totales (Taylor *et al.*, 2008). La raison principale de cette dynamique est que, lors de coupes totales, le processus de

décomposition de la matière organique au sol s'accélère. Exposées au soleil, à davantage de nutriments et à des conditions hydriques différentes, les bactéries qui décomposent la matière organique s'en trouvent stimulées et sont donc plus actives, ce qui augmente l'émission nette de CO_2 (Noormets *et al.*, 2015).

À l'inverse, le maintien continu de couvert forestier protège le sol des conditions favorisant la décomposition tout en permettant à la régénération préétablie de perpétuer le stockage efficace de carbone (Taylor *et al.*, 2008). Autre que le maintien du couvert forestier, la favorisation d'essences longévives et la composition spécifique riche d'une forêt sont aussi des facteurs pouvant augmenter considérablement le potentiel de stockage du carbone forestier en forêt acadienne (Bashir *et al.*, 2019). La présence de ces caractéristiques permet une meilleure résilience d'un peuplement donné aux perturbations naturelles. Un peuplement avec des espèces de début de succession tend donc vers un taux de mortalité accru en comparaison avec les peuplements de fin de succession (Bashir *et al.*, 2019). Des périodes de révolution plus longues, selon Noormets *et al.* (2015), peuvent également influencer positivement le bilan carbone. Cela permettrait de favoriser une structure verticale diversifiée et de réduire les perturbations anthropiques liées aux interventions forestières (Munson, communication personnelle).

L'épinette rouge étant une espèce longévive typique de vieilles forêts mixtes, sa restauration s'agence donc bien avec l'optimisation du bilan carbone forestier. La composition mixte, la présence d'espèces longévives, les coupes partielles préservant le couvert forestier ainsi que l'allongement des périodes de révolution sont tous des facteurs qui peuvent favoriser à la fois l'épinette rouge et la séquestration du carbone.

ANNEXE 3. Stratégies du MFFP en lien avec la restauration de l'épinette rouge

Afin d'appuyer le bien-fondé de la mise en valeur de *Picea rubens* par une sylviculture plus fine et donc mieux adaptée à ses besoins, il convient d'analyser de près les stratégies développées par le MFFP. Plus précisément, la stratégie nationale de production de bois ainsi que la stratégie d'aménagement durable des forêts (SADF) ont particulièrement attiré notre attention. En lisant attentivement ces documents, il semble évident que la restauration de l'épinette rouge dans la Forêt de la seigneurie de Lotbinière s'insère harmonieusement dans ces stratégies.

STRATÉGIE NATIONALE DE PRODUCTION DE BOIS

Dans la stratégie nationale de production de bois, le MFFP s'engage dans la création de richesse. Mais comment interpréter cet engagement? Il suffit de comprendre ce sur quoi les actions proposées sont basées. « La Stratégie nationale de production de bois base ses actions sur une approche axée sur la valeur de l'offre de bois récolté plutôt que strictement sur le volume. » (MFFP, 2018). Cet élément découle du constat fait que les forêts du Québec sont en perte de valeur et que le bois de faible qualité est de plus en plus difficile à écouler. De 2000 à 2018, les possibilités forestières ont diminué de 22%, et à cet élément il faut considérer également la prolifération d'essences peu désirables telles que l'érable rouge (MFFP, 2018). C'est ainsi que cette stratégie propose d'augmenter la valeur de chaque mètre cube récolté plutôt que d'augmenter les volumes de coupes, pour éviter d'accentuer davantage la problématique de perte de qualité de la matière ligneuse.

Pour ce faire, il s'agit entre autres d'éviter de rechercher la rentabilité à court terme, mais de plutôt faire des choix d'aménagements qui pourraient s'avérer intéressants à moyen et long terme. Dans le cas de l'épinette rouge, la gestion de cette essence longévive repose sur des choix d'aménagements qui seront payants

à long terme. La qualité de son bois, qui n'est pas reconnue par l'industrie forestière, n'est toutefois pas étrangère aux forestiers eux-mêmes (Chouinard, communication personnelle).

STRATÉGIE D'AMÉNAGEMENT DURABLE DES FORÊTS (MFFP)

En ce qui concerne la stratégie d'aménagement durable des forêts, trois des six défis qui reflètent la vision du MFFP ont attiré notre attention (Tableau 3). Parmi ces défis, des orientations, des objectifs et des actions ont été énoncés. Ces éléments en général ont une portée annoncée de vingt ans dont les objectifs et actions seront révisées en fonction des résultats aux cinq ans (MFFP, 2015). Cette stratégie confirme la volonté du MFFP de « faire de l'aménagement durable des forêts un levier de création de richesse pour le Québec et ses régions en particulier » (MFFP, 2015). Nous croyons donc que celle-ci s'insère harmonieusement et à différents niveaux à notre objectif de restauration de l'épinette rouge. Voici donc les trois défis qui selon nous s'appliquent à notre démarche.

Tableau 3. Défis d'intérêt mentionnés dans la Stratégie d'aménagement durable des forêts.

Un aménagement forestier qui assure la durabilité des écosystèmes		
Orientation	Objectif	Action
1 : Aménager les forêts de manière à conserver les principaux attributs des forêts naturelles	– Inclure dans les plans d'aménagement forestier intégré une analyse locale des enjeux écologiques et s'assurer de la mise en œuvre de solutions adaptées – Faire en sorte que la structure d'âge des forêts aménagées s'apparente à celle qui existe dans la forêt naturelle	• Inclure des cibles de structure d'âge dans la stratégie d'aménagement de chaque plan d'aménagement forestier • Mettre à jour, dans un document technique sur l'intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré, les lignes directrices ministérielles pour le maintien de forêts mûres et surannées Principaux enjeux : • Changements dans l'organisation spatiale des forêts • Changements de composition végétale des forêts • Simplification de la structure interne des peuplements
2 : Maintenir des habitats de qualité pour les espèces nécessitant une attention particulière et pour celles qui sont sensibles à l'aménagement forestier	– Tenir compte des exigences particulières de certaines espèces au moment de la planification et de la pratique d'aménagement forestier intégré	• Expérimenter, pour certaines espèces floristiques menacées ou vulnérables, des mesures de protection autres que la protection intégrale des secteurs lorsque leur survie exige des interventions ciblées

Un milieu forestier productif et créateur de richesse diversifiées		
Orientation	Objectifs	Actions
1 : Augmenter la valeur créée à partir du bois pour générer plus de richesse collective	– Produire du bois en tenant compte de l'écologie des sites et des objectifs visés	• Fixer les efforts de planification, d'exécution, de suivi et de contrôle en fonction de chaque catégorie du gradient d'intensité de la sylviculture
4 : Vendre le bois à sa juste valeur marchande et en accroître l'accès à un plus grand nombre de transformateurs	– Établir la valeur réelle du bois en forêt publique selon les forces du marché	• Mettre en place les conditions et les outils qui favoriseront la participation d'un maximum d'enchérisseurs au marché libre des bois (efficacité du processus, service à la clientèle, accompagnement des acheteurs, etc.)

Favoriser une industrie des produits du bois et des entreprises forestières diversifiées, compétitives et innovantes		
Orientation	Objectifs	Actions
1 : Moderniser l'industrie forestière en diversifiant les produits pour mieux s'adapter à l'évolution des marchés	– La fabrication des produits du bois : diversifier pour moins dépendre d'une économie cyclique	• Appuyer l'industrie dans la recherche et l'ouverture de nouveaux marchés d'avenir pour les produits existants, et de marchés de niche, pour les produits novateurs à faible empreinte envisonnementale

ANNEXE 4. Valeur marchande des bois sur pied

La valeur marchande des bois sur pied, déterminée par le bureau de la mise en marché des bois, constitue les redevances qui doivent être payées par les bénéficiaires de garanties d'approvisionnement pour chaque mètre cube de bois récolté, selon l'essence et la qualité du bois. C'est le résultat d'une modélisation complexe tenant compte par exemple des prix de vente du bois aux enchères, du coût de transport aux usines, d'un indice de difficulté terrain et de la composition des peuplements selon les inventaires réalisés (BMMB, 2019). Chaque valeur associée aux différentes zones de tarification influence donc une équation qui permet de fixer la valeur marchande du bois sur pied. Elle constitue également la fondation sur laquelle s'appuie la vente de bois et donc une référence lorsqu'il est question de prix du marché, sans toutefois tenir compte des marges de profit négociées par ceux qui en font le commerce (Therrien, communication personnelle).

Dans le tableau ci-dessous, nous avons réalisé une moyenne de prix pour tous les résineux de qualité ainsi que pour tous les feuillus de deux zones choisies, soit la 351 et la 349. La zone 351 correspond à la Forêt de la seigneurie de Lotbinière, et la zone 349 représente le reste de la région de Chaudière-Appalaches (Figure 18). Nous avons remarqué que le prix des redevances de la zone 351 surpasse en totalité ceux de la zone 349. Dans une perspective de création de richesse dans le sud du Québec, la zone 351 possède donc un potentiel intéressant, car le prix des redevances et, ainsi, le prix du marché pour le bois sont supérieurs. La moyenne de prix au mètre cube ($/m^3) étant de 12% supérieure pour les résineux, et de 11% supérieure dans le cas des feuillus, il serait approprié dans ces circonstances d'accorder une attention particulière à la Forêt de la seigneurie de Lotbinière.

Tableau 4. Moyennes de prix du bois de qualité dans les zones de tarification 349 et 351 du BMMB.

	Zone 349	**Zone 351**
Moyenne de prix du résineux à haute valeur ($/m^3)	25,63	28,60
Moyenne de prix du feuillus à haute valeur ($/m^3)	63,82	70,53

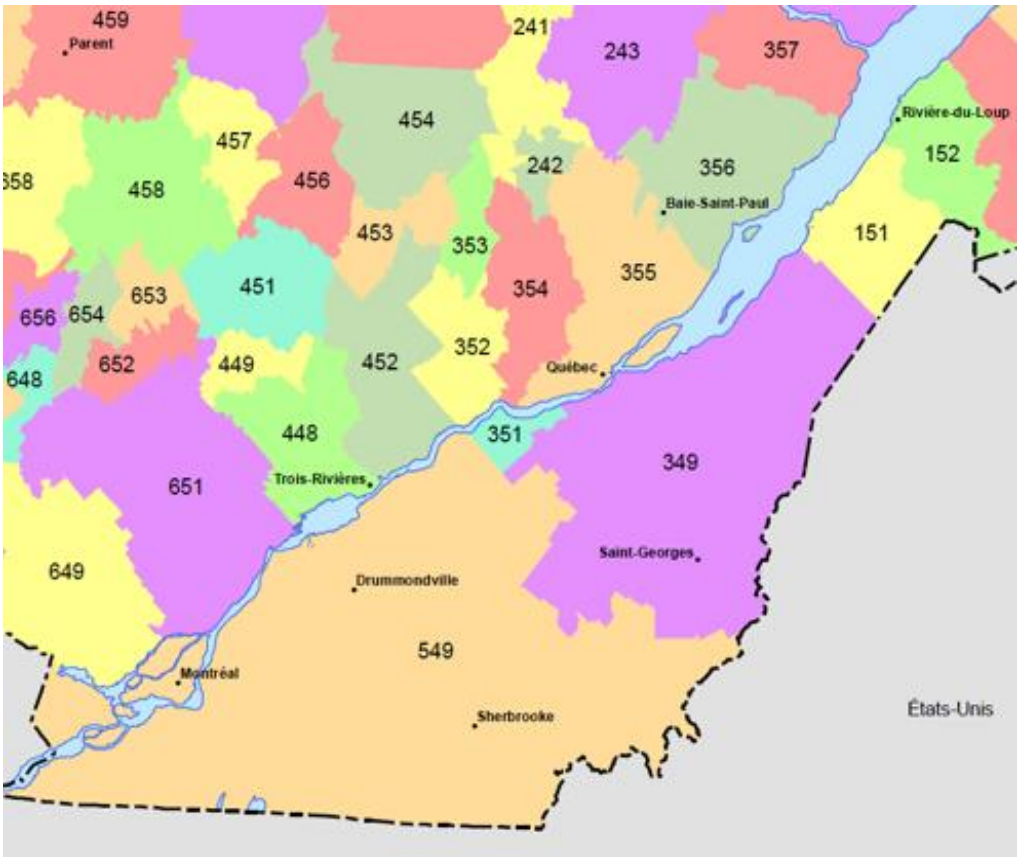


Figure 18. Moyennes de prix du bois de qualité dans les zones de tarification 349 et 351 du BMMB.