

**Caractérisation de la
problématique des rémanents
dans la sapinière
à bouleau jaune
(La Tuque)**

Présenté à :

Jean-Marc Guay, ing.f., M.Sc.
Ministère des Ressources naturelles du Québec
Unité de gestion du Bas St-Maurice

et

Luc Richard, ing.f.
Pierre Breton, ing.f.
Gérard Crête et fils inc.

et

Jean-François Desbiens, ing.f.
Léon Bélanger, ing.f.
Kruger inc.

Préparé par :

Guy Lessard, ing.f., M.Sc.
Donald Blouin, ing.f., M.Sc.
Benoit Ménard, ing.f.



Centre d'enseignement et de recherche en foresterie
de Sainte-Foy inc.

PARTENAIRES DU PROJET

- **Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO)**

M. Guy Lessard, ing.f., M.Sc.

M. Donald Blouin, ing.f., M.Sc.

M. Benoit Ménard, ing.f.

- **Ministère des Ressources naturelles du Québec**

M. Marc-André Bernier, tech. forestier

M. Jean-Claude Drolet, ing.f.

- **Gérard Crête et Fils inc.**

M. Luc Richard, ing.f.

M. Pierre Breton, ing.f.

- **Kruger inc.**

M. Jean-François Desbiens, ing.f.

M. Léon Bélanger, ing.f.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent d'abord à MM. Marc-André Bernier et Jean-Claude Drolet, du MRNQ, pour leur soutien et leur encadrement. Nous remercions également MM. Pierre Breton et Luc Richard, de la compagnie Gérard Crête et Fils inc., ainsi que MM. Léon Bélanger et Jean-François Desbiens de la compagnie Kruger inc. pour leur précieuse collaboration.

Nous remercions aussi l'équipe technique du CERFO pour la prise des données sur le terrain. Nos remerciements s'adressent enfin à M^{mes} Annie Lelièvre, Sonia Laverdière et Renaude Payeur pour la mise en page et la révision du texte. Merci également à M. Jacques Moisan pour son aide dans les compilations et les graphiques.

RÉSUMÉ

Dans la région de La Tuque, de grandes superficies contenant des rémanents après coupe soulèvent plusieurs interrogations quant aux méthodes de traitement. Le projet s'intéresse à la documentation de cette problématique. Un inventaire de 60 parcelles a été réalisé dans les secteurs coupés en 1993-94 et a permis de décrire la régénération et le couvert de rémanent.

Les liens entre les rémanents et la régénération ont été testés avec des analyses de variance. Des analyses de groupement (CLUSTER) ont été utilisées pour classer d'abord les types de régénération puis les types de rémanents. Les deux résultats ont été mis en relation par la suite.

La problématique des rémanents n'est pas monolithique. La caractérisation des 4 types de situation est décrite. Le premier cas est caractérisé par une surface terrière faible, le deuxième cas est régénéré en érable à sucre, le troisième cas est caractérisé par une importante distribution du sapin baumier et en dernier lieu, le quatrième cas est peu régénéré. Chaque cas est ensuite divisé selon ses particularités propres. Diverses interventions sont proposées pour les différents cas.

Une série de recommandations sont proposées concernant les concepts et la prévention de cette problématique. Les interventions pourront être ainsi adaptées aux divers cas.

TABLE DES MATIÈRES

Partenaires du projet	i
Remerciements.....	ii
Résumé	iii
Liste des tableaux	vi
Liste des figures	vi
Introduction	vii
1. Problématique et objectifs	
1.1 Problématique	1
1.2 Objectifs	2
2. Matériel et méthode	
2.1 Synthèse de l'information écologique régionale	3
2.2 Plan de sondage	3
2.3 Prise de données	4
2.4 Identification des types de régénération.....	6
2.5 Identification des types de rémanents	6
3. Synthèse de l'information écologique régionale	
3.1 Du domaine écologique à la sous-région écologique	7
3.2 Types écologiques en présence	7
3.3 Compétition potentielle par type écologique	9
3.4 Végétation potentielle et espèces arborescentes dominantes par types écologiques	11
4. Résultats	
4.1 Couverture de rémanents.....	13
4.2 État de la régénération	14
4.2.1 Distribution de la régénération.....	14
4.2.2 Dénombrement des tiges	15
4.3 Influence de la composition du couvert sur la composition de la régénération	17
4.4 Influence du couvert de rémanents sur la croissance en hauteur des tiges	18
4.5 Distribution de la compétition	19
4.6 Identification des types de régénération	20
4.7 Identification des types de rémanents.....	22

5.	Discussions	
5.1	Portrait général de la régénération	25
5.2	Lien entre le couvert de rémanents et la régénération.....	25
5.3	Lien entre la densité de couvert et la régénération	26
5.4	Lien entre les conditions écologiques, le type de compétition et la régénération	26
5.5	Autres facteurs susceptibles d'influencer la régénération naturelle	27
5.6	Modélisation de la problématique des rémanents dans les peuplements mixtes à dominance feuillue	28
6.	Recommandations	
6.1	Correctifs	31
6.2	Prévention	32
6.3	Rémanents et aménagement.....	33
6.4	Réponse à l'objectif de diffusion.....	35
	Conclusion.....	37
	Références.....	39
	ANNEXE 1 - Liste des aires d'intervention échantillonnées	
	ANNEXE 2 - Régénération en fonction de la surface terrière de rémanents	
	ANNEXE 3 - Influence de la composition du couvert de rémanents sur la composition de la régénération	
	ANNEXE 4 - Résultats des analyses de groupements (CLUSTER) sur la régénération sous rémanents (secteur La Tuque)	
	ANNEXE 5 - Résultats des analyses de groupements (CLUSTER) sur les rémanents (secteur La Tuque)	
	ANNEXE 6 - Tableau de contingence pour les parcelles étudiées dans le secteur de La Tuque	
	ANNEXE 7 - Photos	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Liste des types écologiques par sous-région écologique du sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'ouest.	8
Tableau 2.	Compétition potentielle en fonction des types écologiques (d'après Gosselin, Grondin et Saucier, 1998)	10
Tableau 3.	Espèces arborescentes dominantes par types écologiques	12
Tableau 4.	Surface terrière moyenne et écart-type par essence.	13
Tableau 5.	Nombre de parcelle par classe de surface terrière.	13
Tableau 6.	Surface terrière (m ²) par essence, par classe de surface terrière totale.	14
Tableau 7.	Distribution (%) de la régénération par classe de surface terrière de rémanents.....	15
Tableau 8.	Influence de la surface terrière de rémanents d'une espèce sur la régénération de cette même espèce.	17
Tableau 9.	Influence de la surface terrière des résineux sur le stocking de régénération du sapin baumier.....	17
Tableau 10.	Distribution de la compétition (%) par classe de surface terrière de rémanents.....	19
Tableau 11.	Compétition potentielle dans les types écologiques où le bouleau blanc est dominant (d'après Gosselin <i>et al.</i>).	27
Tableau 12.	28

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Point d'échantillonnage.....	4
Figure 2.	Surface terrière (m ²) par essence, par classe de surface terrière totale.	14
Figure 3.	Distribution moyenne (%) de la régénération par classe de surface terrière de rémanents.....	15
Figure 4.	Nombre de tige/ha en régénération par classe de surface terrière de rémanents.	16
Figure 5.	Relation entre la surface terrière de rémanents d'érable à sucre et la distribution de la régénération en érable à sucre.	17
Figure 6.	Accroissement en hauteur moyenne des tiges libres de croître et opprimées.	18
Figure 7.	Croissance en hauteur en fonction de la classe de surface terrière de rémanents.....	19
Figure 8.	Distribution de la compétition par classe de surface terrière de rémanents.	20
Figure 9.	Représentation des états moyens de la distribution (Stocking) de la régénération pour les classes identifiées par l'analyse de groupements (CLUSTER).	21
Figure 10.	Représentation des états moyens de la surface terrière des rémanents pour les classes identifiées par l'analyse de groupements (CLUSTER).	23

INTRODUCTION

Dans la région de La Tuque, plusieurs peuplements mixtes dégradés possèdent une structure et une qualité qui soulèvent plusieurs interrogations quant à la méthode officielle de les traiter. L'utilisation de coupe partielle ou de CPRS dans ces peuplements entraîne le maintien sur pied d'une abondance de tiges de faible qualité et de faible dimension, sans marché, dont l'abattage et la récolte sont considérés comme des dépenses additionnelles.

La problématique est particulièrement complexe. Suite aux discussions entre les partenaires, on retrouverait parmi les paramètres du constat :

- des tiges rémanentes;
- une régénération non conforme aux attentes;
- des pratiques sylvicoles conservatrices et trop normées;
- des rendements insatisfaisants.

La situation représente **un cas d'urgence** et peut être qualifiée comme **le nouvel arrérage (back-log) du Québec**. Il est important d'identifier les meilleures méthodes à court terme pour la restauration de ces milliers d'hectares dégradés.

Dans ce contexte, le projet a pour but de mieux comprendre les différents aspects de la problématique (constat, sylviculture, aménagement, rentabilité, etc.) puis de dégager les meilleures méthodes à court terme pour la restauration de ces milliers d'hectares dégradés. Ce projet s'inscrit dans la suite du projet « Effets de la végétation compétitive sur la régénération » réalisé en 1997. Pour cette problématique complexe, le projet réunit un ensemble d'intervenants et d'experts en sylviculture, en aménagement, en écologie appliquée, en opérations forestières et en économique afin de couvrir rigoureusement les différents aspects (Crête et Fils, Kruger, MRNQ-régional, Direction de la recherche-MRNQ, CERFO).

1

Problématique et objectifs

I.1 PROBLÉMATIQUE

Suite aux discussions entre les partenaires, on trouverait parmi les principaux paramètres du constat :

1) Des tiges rémanentes

- l'offre de bois à pâte feuillu dépasse largement la demande;
- plusieurs tiges de faible qualité sont laissées sur pied après coupe entraînant un volume résiduel à dominance de pâte;
- elles poursuivent leur croissance et font obstruction à l'implantation d'un nouveau peuplement;
- l'abattage et le débardage de ces tiges ne sont pas acceptables dans le contexte actuel où les opérations doivent se rentabiliser au fur et à mesure et qu'aucun revenu ne compense pour la dépense;
- l'abattage et l'abandon de ces tiges entraîneraient une abondance de déchets de coupe, causant également une obstruction à l'implantation du nouveau peuplement;
- cette pratique se justifie quand, dans le peuplement initial, la proportion des tiges de faible qualité est grande, qu'il y a peu de vigueur et que l'opération est perçue comme une dépense, et non comme un investissement.

2) Une régénération non conforme aux attentes

- l'épinette blanche semble plus difficile à restaurer contrairement au sapin, souvent abondant selon un bilan initial des compagnies;
- le risque d'envahissement de la végétation compétitrice subsiste (ex: ERE);
- le bouleau jaune et le pin blanc ne sont pas favorisés dans la stratégie sylvicole;
- la grandeur des trouées créées influence l'implantation de certaines espèces;
- la disponibilité de semences, le lit de germination, la saison de débardage influencent l'installation puis la survie des semis;
- le broutage peut devenir un facteur important pour la survie;
- il y a peu de connaissances sur le concept de « libre de croître » en terme de densité résiduelle, de luminosité latérale disponible, de l'exposition, etc.

3) Des pratiques sylvicoles conservatrices et trop normées

- les normes pour les interventions sylvicoles ont été longtemps sévères et peu documentées. Par exemple, à plus de 10 % de couvert, il n'était pas possible de dégager la régénération, selon le principe que les essences sous couvert sont considérées non libres de croître. La norme vient de subir un assouplissement à 25 % de couvert. De multiples expériences démontrent la possibilité d'implanter la régénération sous couvert (CPE), qui aura une croissance ralentie, mais qui sera protégée par la présence de l'étage supérieur (shelterwood). La crainte de trop détruire la régénération lors de l'exploitation du peuplement résiduel empêche de développer des modalités particulières. Des expériences (Lessard et Blouin, 1997) démontrent la possibilité d'opérer adéquatement par l'utilisation de techniques d'abattage directionnel et de sentiers espacés (CPRS dans les peuplements feuillus);
- les expériences locales sont peu nombreuses, peu compilées, peu documentées et peu diffusées;
- l'ensemble des variantes existantes pour une sylviculture plus intensive sont très peu connues.

4) Des rendements insatisfaisants

- un peuplement résiduel de peu de qualité, avec peu d'avenir en terme de rendement en volume de bois d'oeuvre;
- un peuplement de succession qui a de la difficulté à s'implanter;
- les deux premiers paramètres expliqueraient une baisse anticipée de la possibilité en résineux et en feuillus tolérants de qualité;
- une inadéquation importante existe entre le potentiel forestier et les rendements actuels des strates d'inventaire;
- les sites à haut potentiel ne sont pas identifiés et ne recueillent pas d'investissement particulier tant de la part du gouvernement que des compagnies;
- l'intérêt d'investir à court terme pour accroître le rendement à moyen terme est mitigé dû au manque de connaissances et d'études économiques démontrant la pertinence des rendements accrus (retour sur l'investissement);
- les objectifs de production sont flous ou inexistants;
- l'aménagement est délaissé pour une sylviculture à court terme, basée sur les normes souvent peu documentées et les crédits admissibles pour assurer la couverture immédiate des dépenses.

1.2 OBJECTIFS

- Recueillir et analyser des données sur le comportement de la régénération commotionnée par la végétation et les tiges non récoltées (rémanents), pour la remise en production des territoires et un calcul de la possibilité forestière plus réaliste lors de la confection du prochain PGAF.
- Recueillir les informations pertinentes (protocole industrie et MRN) selon les paramètres suivants :
 - Impacts de la densité des rémanents sur la croissance de la régénération;
 - Impact du type de couvert (essences) des rémanents sur la compétition en sous-étage;
 - Lien entre la densité type du couvert des rémanents sur la compétition en sous-étage;
 - Évaluation de la croissance du sapin et de l'épinette à différents stades de développement.

2

Matériel et méthode

2.1 SYNTHÈSE DE L'INFORMATION ÉCOLOGIQUE RÉGIONALE

Plusieurs rapports de classification écologique sont disponibles pour la région de La Tuque. Une synthèse des informations écologiques est apparue nécessaire afin de documenter la dynamique végétale des secteurs à l'étude. Plus particulièrement, la recherche a porté sur les types écologiques en présence avec leur potentiel de compétition et la végétation potentielle de façon à mettre ultérieurement en perspective les résultats obtenus.

2.2 PLAN DE SONDAGE

L'unité de sondage vise les superficies qui, avant intervention, supportaient des strates mélangées dans lesquelles a été effectuée, en 1993-94, une coupe de récupération ou une coupe avec protection de la régénération et des sols. Ces superficies supportent aujourd'hui des peuplements résiduels principalement composés d'essences feuillues (souvent de qualité pâte), présentant une gamme de structure et de densité de couverture.

L'inventaire a été réalisé à l'aide de trois types de placette-échantillon qui seront distribuées sur des virées continues.

Les virées continues seront réparties sur l'ensemble des superficies traitées en respectant la représentativité de chaque catégorie de densité (Liste des aires d'intervention échantillonnées – Annexe I).

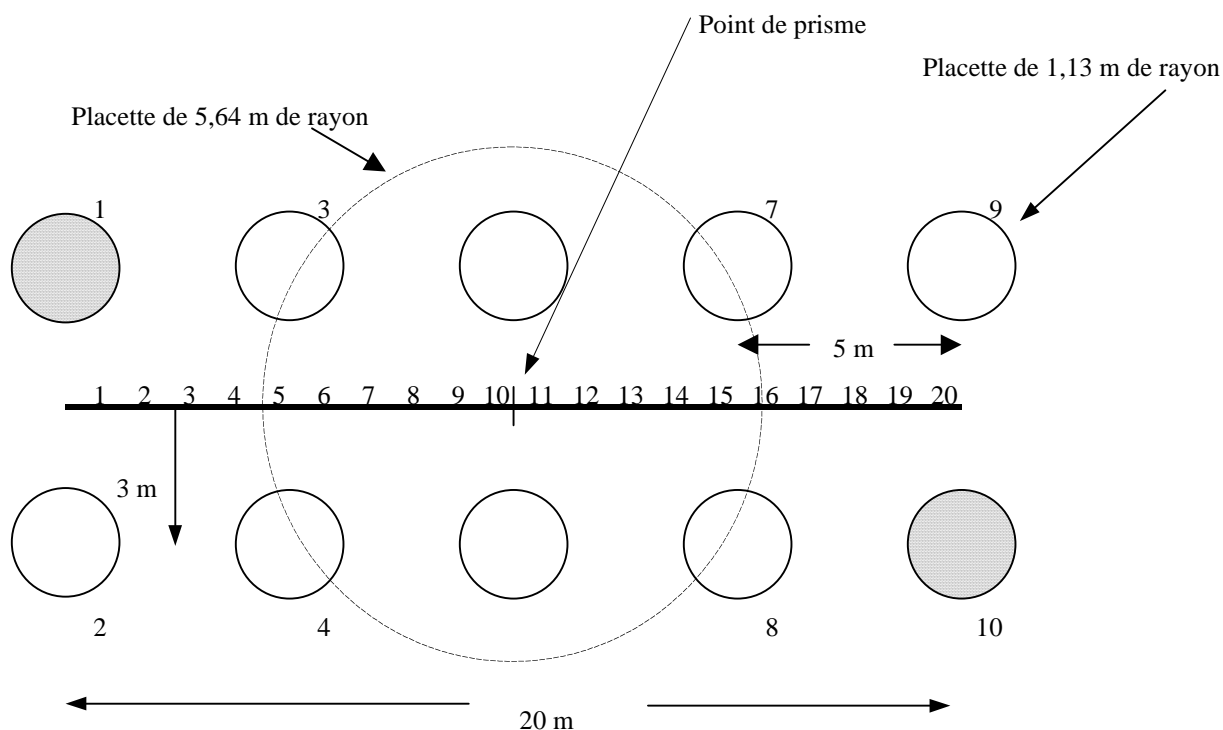
2.3 PRISE DE DONNÉES

I. Paramètres liés aux tiges en régénération

Grappe de dix placettes de 1,13 m de rayon

Disposées en deux groupes de cinq, à 3 m de la virée et à 5 m l'une de l'autre (figure 1).

Figure 1. Point d'échantillonnage.



Dans deux placettes sur dix, choisir une tige résineuse dominante en régénération et enregistrer:

- Hauteur
- Diamètre à un cm au-dessus du sol
- État de croissance (dégagée, semi-dégagée, opprimée, libre de croître)
- Mesure des accroissements en hauteur des trois dernières années
- Dénombrement, hauteur moyenne et état de croissance des tiges de chaque essence commerciale
- Identifier la végétation compétitrice, évaluer la hauteur moyenne et le % de couverture de chaque espèce à l'intérieur du cercle de 1,13 m de rayon
- Qualifier l'espace situé immédiatement au-dessus de la placette : présence ou absence de couvert

Dans huit placettes sur dix :

- Indiquer la présence des essences commerciales en régénération, leur hauteur moyenne et leur état de croissance
- Identifier la végétation compétitrice, évaluer la hauteur moyenne et le % de couverture de chaque espèce à l'intérieur du cercle de 1,13 m de rayon
- Qualifier l'espace situé immédiatement au-dessus de la placette : présence ou absence de couvert

2. Paramètres liés aux souches

Placette de 5,64 m de rayon

Identifier les souches, en déterminer l'essence et mesurer leur diamètre. Le centre de la placette sera situé à 10 m du début de la grappe, sur la ligne de virée

3. Paramètres liés aux tiges résiduelles

Placettes à rayon variable établi avec un prisme F-2

Recueillir les paramètres suivants pour chaque tige relevée au prisme

- Essence
- Dhp
- Vigueur
- Qualité

4. Paramètres liés au site où est située la grappe

- Qualifier le drainage
- Évaluer la pente
- Évaluer l'exposition

5. Information recueillie tout au long de la virée

- Noter le type de peuplement ou de végétation
- Mesurer les segments libres de couvert et ceux qui sont couverts : prendre les lectures au topofil, au début et à la fin de chaque zone ainsi déterminée
- Noter si le segment est situé sur une pente ascendante ou descendante, ou encore sur un plateau

2.4 IDENTIFICATION DES TYPES DE RÉGÉNÉRATION

Afin d'identifier les différents types de régénération, des analyses de groupements (CLUSTER), effectuées sur SAS, ont été appliquées aux 60 relevés sur la distribution (stocking) de chaque essence et chaque type de compétition (herbacée, ligneuse, framboisier). La méthode du β -flexible de Lance & Williams (Legendre et Legendre, 1979) a été retenue. Un niveau de regroupement de $-0,5$ a été retenu tel que recommandé pour les analyses en écologie végétale. À l'examen des sorties fournies par le programme (dendrogramme et graphiques), un certain nombre de classes sont retenues pour les compilations.

2.5 IDENTIFICATION DES TYPES DE RÉMANENTS

Intuitivement, il est possible d'estimer les différents types de rémanents à partir, par exemple, des critères pour lesquels, ces tiges n'ont pas été récoltées. On trouve notamment :

- Arbres trop petits
- Arbres de fortes dimensions sans vigueur
- Essences non désirées

Afin d'appuyer les hypothèses concernant les types de rémanents, tel que précédemment, des analyses de groupements (CLUSTER), effectuées sur SAS, sont appliquées aux 60 relevés sur la surface terrière de chaque essence. À l'examen des sorties fournies par le programme (dendrogramme et graphiques), un certain nombre de classes sont retenues pour les compilations.

3

Synthèse de l'information écologique régionale

3.1 DU DOMAINE ÉCOLOGIQUE À LA SOUS-RÉGION ÉCOLOGIQUE

Les territoires de l'unité de gestion 42 et 43 sont situés dans le sous-domaine de la sapinière à bouleau jaune de l'ouest (Gosselin, Grondin et Saucier, 1998), plus spécifiquement, dans la région écologique des collines de la rivière Vermillon (4c-t).

3.2 TYPES ÉCOLOGIQUES EN PRÉSENCE

La liste des types écologiques présentée est tirée de Gosselin, Grondin et Saucier (1998) (tableau I). Une validation avec la littérature régionale a été effectuée par Lessard *et al.* (1999).

Tableau 1. Liste des types écologiques par sous-région écologique du sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'ouest.

Type écologique	Description
FE32	Érablière à bouleau jaune mésique de texture moyenne
FE35	Érablière à bouleau jaune subhydrique de texture moyenne
FE62	Érablière à chêne rouge mésique de texture moyenne
MF15	Frénaie noire à sapin subhydrique de texture moyenne
MJ10	Bétulaie jaune à sapin et érable à sucre sur sol très mince
MJ12	Bétulaie jaune à sapin et érable à sucre mésique de texture moyenne
MJ15	Bétulaie jaune à sapin et érable à sucre subhydrique de texture moyenne
MJ20	Bétulaie jaune à sapin sur sol très mince
MJ21	Bétulaie jaune à sapin xérique-mésique de texture grossière
MJ22	Bétulaie jaune à sapin mésique de texture moyenne
MJ25	Bétulaie jaune à sapin subhydrique de texture moyenne
MJ28	Bétulaie jaune à sapin hydrique minérotrophe
MS20	Sapinière à bouleau blanc sur sol très mince
MS21	Sapinière à bouleau blanc xérique-mésique de texture grossière
MS22	Sapinière à bouleau blanc mésique de texture moyenne
MS25	Sapinière à bouleau blanc subhydrique de texture moyenne
MS26	Sapinière à bouleau blanc subhydrique de texture fine
RC38	Cédrrière à sapin hydrique minérotrophe (sol organique)
RE20	Pessière noire sur sol très mince
RE21	Pessière noire xérique-mésique de texture grossière
RE22	Pessière noire mésique de texture moyenne
RE25	Pessière noire subhydrique de texture moyenne
RE37	Pessière noire hydrique minérale ombrotrophe
RE38	Pessière noire hydrique minérotrophe (sol minéral ou organique)
RE39	Pessière noire hydrique organique ombrotrophe
RP12	Pinède blanche ou pinède rouge mésique de texture moyenne
RS10	Sapinière à thuya sur sol très mince
RS11	Sapinière à thuya xérique-mésique de texture grossière
RS12	Sapinière à thuya mésique de texture moyenne
RS15	Sapinière à thuya subhydrique de texture moyenne
RS18	Sapinière à thuya hydrique minérotrophe
RS20	Sapinière à épinette noire sur sol très mince
RS21	Sapinière à épinette noire xérique-mésique de texture grossière
RS22	Sapinière à épinette noire mésique de texture moyenne
RS25	Sapinière à épinette noire subhydrique de texture moyenne
RS25S	Sapinière à épinette noire subhydrique de texture moyenne avec seepage
RS37	Sapinière à épinette noire hydrique minérale ombrotrophe
RS38	Sapinière à épinette noire hydrique minérotrophe
RS39	Sapinière à épinette noire hydrique organique ombrotrophe

3.3 COMPÉTITION POTENTIELLE PAR TYPE ÉCOLOGIQUE

Dans leur étude sur l'érablière à bouleau jaune de l'est, Gosselin, Grondin et Saucier (1998) identifient les groupes d'espèces indicatrices pour les différents types écologiques du territoire. À partir de ces informations, le tableau de compétition potentielle (tableau 2) a été conçu de façon à mettre en relation les principaux groupes d'espèces susceptibles de présenter une compétition ligneuse ou herbacée avec les types écologiques et leur richesse relative.

Pour les espèces des groupes indicateurs, la codification utilisée est celle de l'inventaire forestier (MRNQ). À la lumière des résultats, il est possible d'anticiper les groupes d'espèces susceptibles de compétitionner la régénération désirée. Les relations suivantes peuvent être observées :

- Le groupe des éricacées (KAA, LEG, VAM, VAA) se trouve sur les types écologiques à richesse relative pauvre ou moyenne, plusieurs types écologiques à sapinière à épinette noire (RS21-RS22-RS25S) et le type écologique RE22.
- La fougère de l'aigle (PTA) et la *Diervilla lonicera* (DIE) se trouvent sur les types écologiques xériques-mésiques avec les types écologiques à sapinière à épinette noire xériques-mésiques (RS20-RS21-RS22) et les types écologiques à pessière à épinette noire xériques-mésiques (RE20-RE21-RE22).
- L'aulne rugueuse (AUR) se trouve sur les milieux humides (minérotrophes et subhydriques avec drainage oblique) à richesse relative moyenne.
- Le groupe des fougères, comprenant *Dryopteris disjuncta*, *Athyrium filix-femina* et *Osmunda claytoniana* (groupes TIC) se trouve surtout sur les milieux à richesse relative riche et sur les types écologiques de la bétulaie à bouleau jaune, érable à sucre et sapin subhydrique (MJ15) et de la bétulaie à bouleau jaune et sapin subhydrique (MJ25).
- Le framboisier (RUI) est peu présent sur le territoire et se trouverait surtout sur le type écologique de la sapinière à bouleau blanc subhydrique à texture fine (MS26).
- L'érable à épis (ERE) est présent sur les milieux à richesse relative moyenne et riche, soit presque tous les types écologiques de la sapinière à sapin et thuya (RS1), les types écologiques à sapinière à sapin et bouleau blanc (MS), les types écologiques à bétulaie à bouleau jaune et sapin (MJ) et les types écologiques à érablière (FE).
- L'érable de Pennsylvanie (ERP) affectionne surtout les milieux à richesse relative moyenne et un peu les milieux à richesse relative riche, plus frais, soit les types écologiques à bétulaie à bouleau jaune et sapin (MJ12-MJ22-MJ25) et les types écologiques à érablière (FE).

Tableau 2. Compétition potentielle en fonction des types écologiques (d'après Gosselin, Grondin et Saucier, 1998).

		Groupe indic	CLA	AUR	SPS	KAA	VIC	PLS	DIE	ERE	TAC	VIL	RUP	RUI	DRS	CLB
		Espèces compétitrices	-	(AUR)	-	(KAA) (LEG) (VA)	(VIC) (SOA)	(NEM)	(PTA) (DIE)	(ERE) (COC) (LON)	(TAC)	(VIL) (ERP)	(RUP)	RUI	-	-
Site	Type éco	Richesse relative	CLA	AUR	SPS	KAA	VIC	PLS	DIE	ERE	TAC	VIL	RUP	RUI	DRS	CLB
8	RC38	moyenne														
8	RE38	moyenne														
8	RS38	moyenne														
5	RS25S	moyenne														
5	RE25	pauvre														
5	RS55	pauvre														
7	RE37	pauvre														
7	RS37	pauvre														
9	RE39	pauvre														
9	RS39	pauvre														
0	RE20	pauvre														
0	RS20	moyenne														
1	RE21	pauvre														
1	RS21	moyenne														
2	RE22	moyenne														
2	RS22	moyenne														
0	MJ20	moyenne														
0	RS10	moyenne														
2	MS22	moyenne														
2	RP12	moyenne														
2	RS12	moyenne														
1	RS11	moyenne														
6	MS26	moyenne														
1	MJ21	moyenne														
0	MJ10	moyenne														
0	MS20	moyenne														
1	MS21	moyenne														
2	FE62	moyenne														
2	MJ12	moyenne														
2	MJ22	moyenne														
2	FE32	moyenne														
5	MJ15	moyenne														
8	MJ28	moyenne														
5	FE35	riche														
5	MJ25	riche														
5	RS15	riche														
5	MF15	riche														
5	MS25	riche														
8	RS18	riche														

fougères¹ : ATF, DRD, OSC, ONS, ONC, DRP

3.4 VÉGÉTATION POTENTIELLE ET ESPÈCES ARBORESCENTES DOMINANTES PAR TYPES ÉCOLOGIQUES

Dans leur étude sur l'érablière à bouleau jaune de l'est, Gosselin, Grondin et Saucier (1998) identifient les essences dominantes pour les différents types écologiques du territoire. À partir de ces informations, le tableau des essences (tableau 3) a été développé, permettant de visualiser rapidement les espèces au meilleur potentiel de développement pour chaque type écologique. Il faut toutefois souligner que ce potentiel est déterminé par l'occupation actuelle et comporte en l'occurrence un certain biais. Ce tableau peut guider le choix des essences principal objectif.

On trouvera ainsi les essences ou combinaisons suivantes :

- l'érable à sucre en association avec le bouleau jaune
- l'érable à sucre avec le bouleau jaune et le sapin
- le frêne noir avec le sapin baumier et l'érable à sucre
- la pruche en association avec le bouleau jaune
- le sapin baumier en association avec le bouleau jaune
- le sapin baumier en association avec le thuya
- le sapin baumier en association avec l'épinette noire
- les pessières noires
- le pin blanc en association avec le sapin
- le pin gris
- le peuplier associé au sapin

Tableau 3. Espèces arborescentes dominantes par types écologiques

Site	Type éco	richesse relative	ERS	CHR	BOJ	ERR	SAB	BOP	THO	PIB	PET	FRN	EPN
5	FE35	riche	*		*								
0	MJ10	moyenne	*		*		*						
2	FE32	moyenne	*		*								
2	FE62	moyenne	*	*									
2	MJ12	moyenne	*		*		*						
5	MJ15	moyenne	*		*		*						
8	MJ28	moyenne			*		*						
2	MJ22	moyenne			*		*						
5	MJ25	riche			*		*						
5	MS25	riche					*	*					
5	RS15	riche											
8	RC38	moyenne											
0	RS10	moyenne											
1	RS11	moyenne											
2	RS12	moyenne											
8	RS18	riche											
0	MJ20	moyenne											
0	MS20	moyenne					*	*					
1	MJ21	moyenne		*			*						
1	MS21	moyenne					*	*					
2	MS22	moyenne					*	*					
2	RP12	moyenne											
6	MS26	moyenne					*	*					
5	MF15	riche						*				*	
1	RS21	moyenne					*						
0	RS20	moyenne					*						*
2	RS22	moyenne					*						*
5	RS25S	moyenne					*						*
8	RS38	moyenne					*						*
5	RS55	pauvre					*						*
7	RS37	pauvre					*						*
9	RS39	pauvre					*						*
2	RE22	moyenne											*
8	RE38	moyenne											*
0	RE20	pauvre											*
1	RE21	pauvre											*
5	RE25	pauvre											*
7	RE37	pauvre											*
9	RE39	pauvre											*

p = signifie que l'essence est secondaire

* = espèce participant à la dénomination du type écologique (végétation potentielle)

4

Résultats

4.1 COUVERTURE DE RÉMANENTS

Le couvert de rémanents est principalement constitué de bouleau jaune accompagné de bouleau à papier, d'érable à sucre et d'érable rouge (tableau 4 et figure 2).

Tableau 4. Surface terrière moyenne et écart-type par essence.

Essence	BOP	BOJ	ERS	ERR	EPB	SAB
Moyenne	2,13	3,07	2,07	1,17	0,07	0,57
Écart-type	3,41	3,32	3,83	2,42	0,36	1,28
Nb de parcelles contenant	26	44	22	16	2	12

Pour fin de comparaison de l'effet de la surface terrière de rémanents sur la régénération, le couvert de rémanents a été divisé en 3 classes de surface terrière (tableau 5) inspirées des classes utilisées dans les études précédentes (Gérard Crête et fils *et al.*, 1997).

Tableau 5. Nombre de parcelle par classe de surface terrière.

Classe de surface terrière	Nombre de placettes
2 à 6 m ²	24
8 à 14 m ²	29
16 à 22 m ²	7
Total	60

La figure 2 présente la composition en essences des tiges rémanentes par classe de surface terrière. On retrouve, dans chacune des classes de surface terrière, les mêmes essences principales (tableau 6).

Figure 2. Surface terrière (m²) par essence, par classe de surface terrière totale.

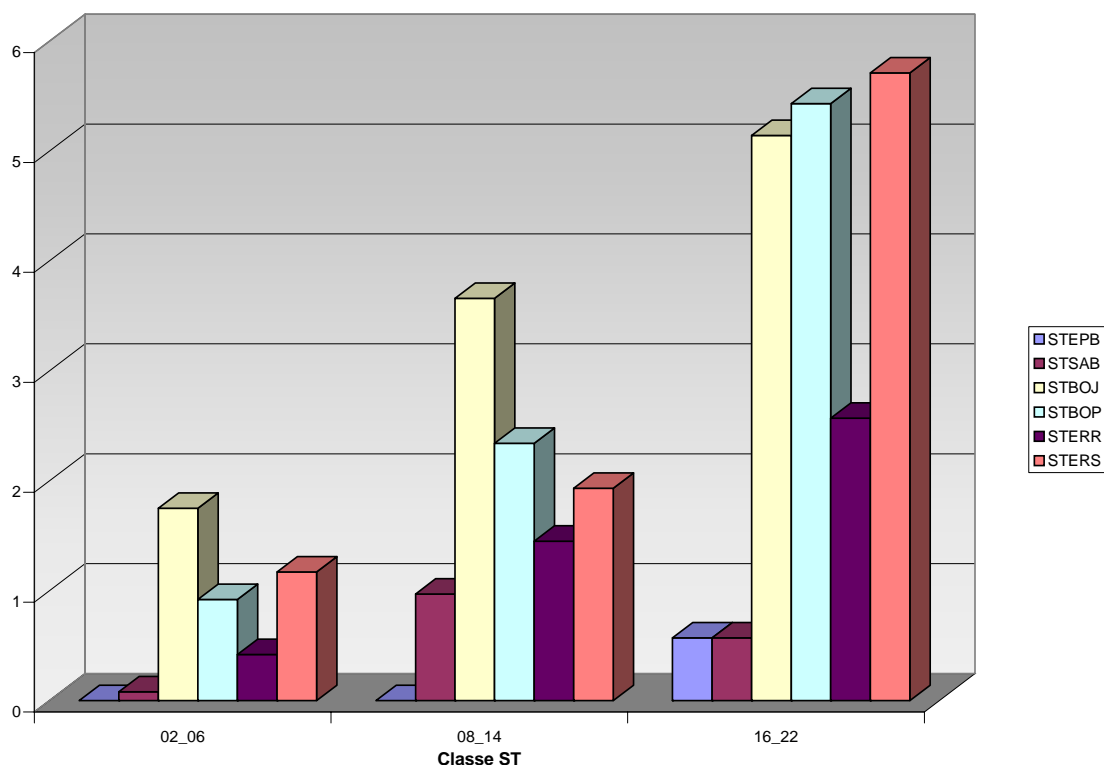


Tableau 6. Surface terrière (m²) par essence, par classe de surface terrière totale.

Classe ST	STEPB	STSAB	STBOJ	STBOP	STERR	STERS	STRES	STFEU	STTOT
02_06	0,00	0,08	1,75	0,92	0,42	1,17	0,08	4,25	4,33
	0,00	0,41	1,48	1,44	1,02	1,55	0,41	1,59	1,52
08_14	0,00	0,97	3,66	2,34	1,45	1,93	0,97	9,38	10,34
	0,00	1,66	3,43	3,38	2,50	3,64	1,66	2,98	2,27
16_22	0,57	0,57	5,14	5,43	2,57	5,71	1,14	18,86	20,00
	0,98	0,98	5,64	5,86	4,43	7,34	1,07	4,60	3,65

4.2 ÉTAT DE LA RÉGÉNÉRATION

4.2.1 Distribution de la régénération

Les résultats sur l'état de la régénération, 5 ans après intervention (figure 3), nous laissent croire qu'une partie de la régénération présente était établie au moment de la coupe et ce, d'après la hauteur moyenne des tiges résineuses observées qui est égale à 1.72 m. Ainsi, l'augmentation de la distribution des essences résineuses avec l'augmentation de la surface terrière de rémanents seraient le résultat d'une protection de la régénération dans les secteurs d'opération moins intenses. Si la méthode de récolte respecte plus ou moins bien l'utilisation de sentiers espacés, plus il y a de récolte, plus on brise et détruit la régénération établie. La distribution de la régénération en bouleau jaune est faible et stable alors que celle de l'érable à sucre augmente dans les classes de surface terrière supérieure.

La distribution des feuillus intolérants (bouleau à papier et peuplier faux-tremble) est très faible dans toutes les classes de surface terrière.

Figure 3. Distribution moyenne (%) de la régénération par classe de surface terrière de rémanents.

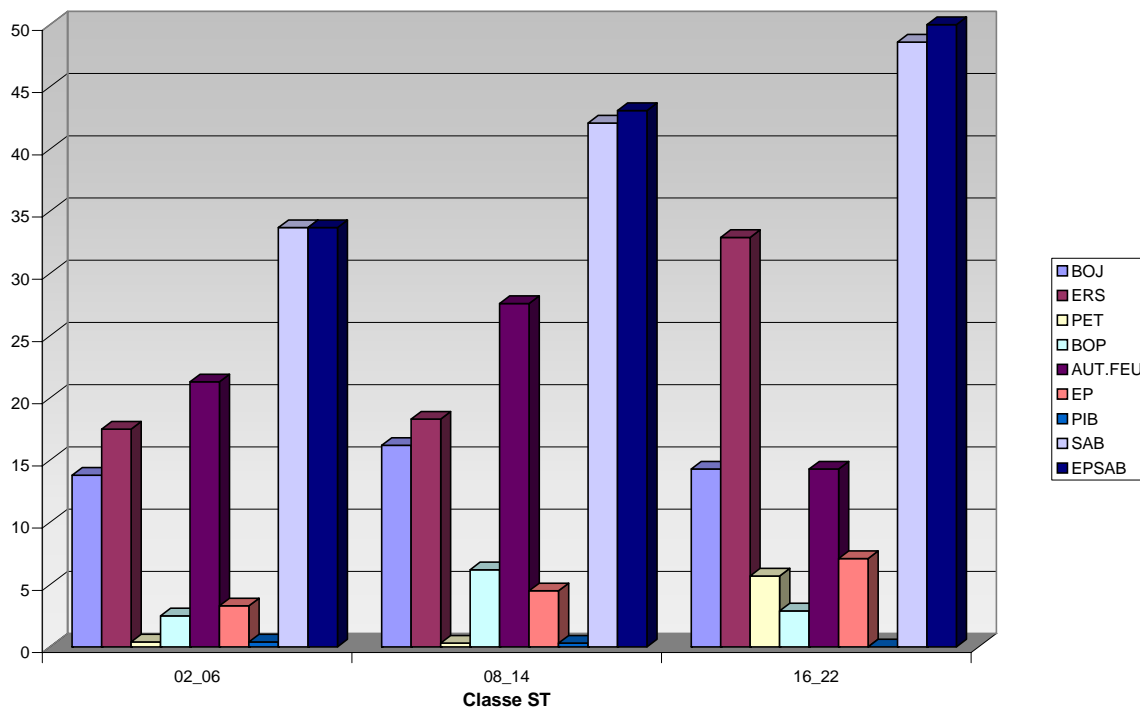


Tableau 7. Distribution (%) de la régénération par classe de surface terrière de rémanents.

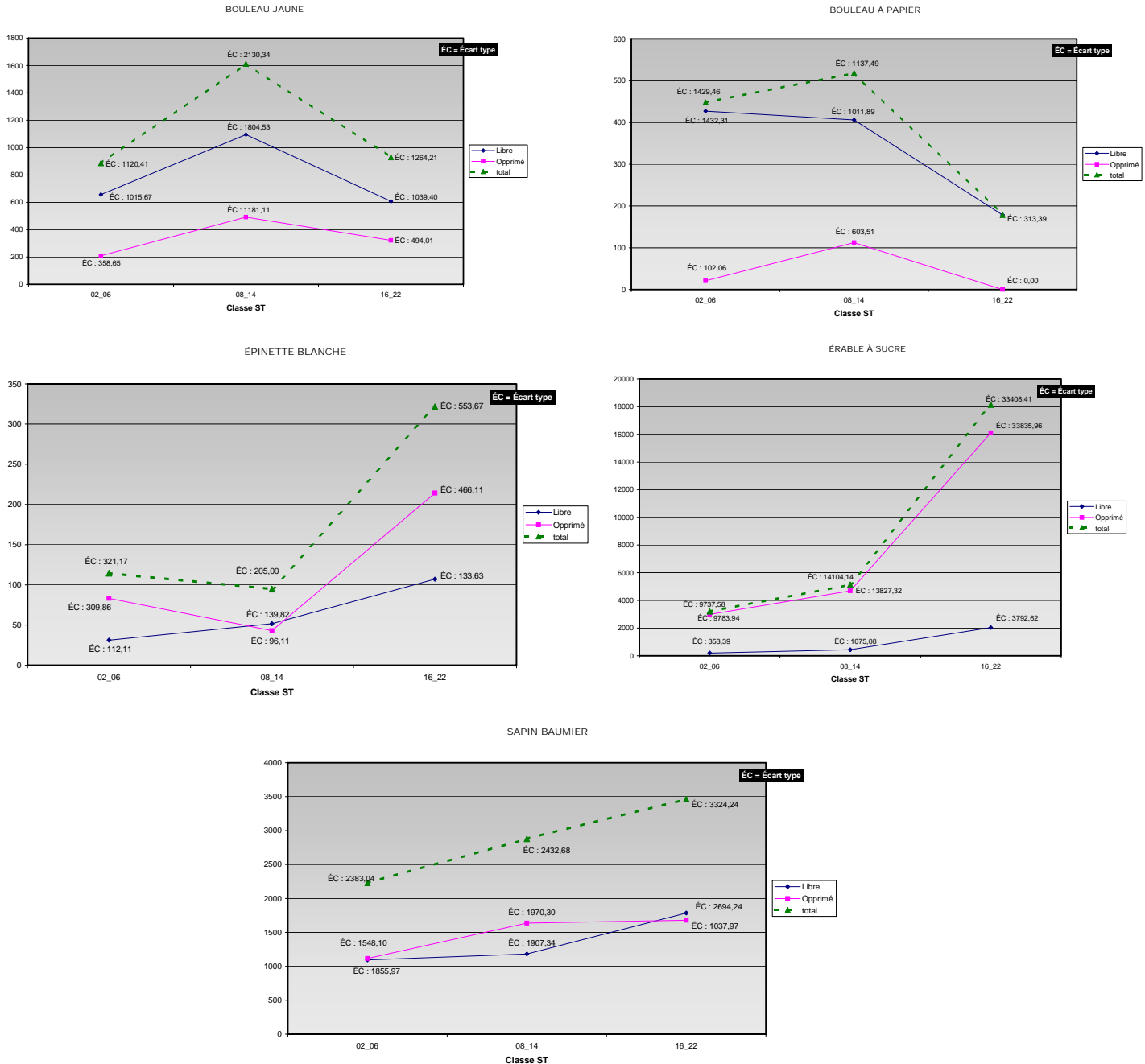
ST TOTALE	BOJ	ERS	PET	BOP	AUT.FEU	EP	PIB	SAB	EPSAB
02_06	13,8	17,5	0,4	2,5	21,3	3,3	0,4	33,7	33,7
	12,5	23,6	2,0	6,8	20,7	6,4	2,0	23,7	23,7
08_14	16,2	18,3	0,3	6,2	27,6	4,5	0,3	42,1	43,1
	15,7	28,0	1,9	14,5	19,8	7,8	1,9	24,5	23,8
16_22	14,3	32,9	5,7	2,9	14,3	7,1	0,0	48,6	50,0
	21,5	42,7	9,8	4,9	9,8	9,5	0,0	26,1	27,1

4.2.2 Dénombrement des tiges

En observant les résultats de dénombrement de tige/ha en régénération (figure 4), on observe pour le bouleau à papier (espèce intolérante à l'ombre) un plus grand nombre de tiges libres de croître que de tiges opprimées et une diminution du nombre de tiges avec l'augmentation de la surface terrière de rémanents. Pour l'érable à sucre qui est une espèce tolérante à l'ombre, on observe l'effet inverse où l'on a un plus grand nombre de tiges opprimées par rapport aux tiges libres de croître et une augmentation du nombre de tiges avec l'augmentation de la surface terrière de rémanents.

Le nombre de tige/ha de bouleau jaune et de sapin baumier est stable en fonction des classes de surface terrière alors que la régénération en épinette est peu abondante.

Figure 4. Nombre de tige/ha en régénération par classe de surface terrière de rémanents.



4.3 INFLUENCE DE LA COMPOSITION DU COUVERT SUR LA COMPOSITION DE LA RÉGÉNÉRATION

Pour l'ensemble des espèces constituant le couvert de rémanents, la présence d'une espèce a tendance à favoriser la présence de la régénération de cette même espèce (tableaux 8 et 9). Le coefficient de corrélation plus élevé de l'érable à sucre témoigne possiblement du fait que cette essence (figure 5) se trouve à la limite de sa distribution et qu'en absence de semenciers, il n'y a pas de régénération présente.

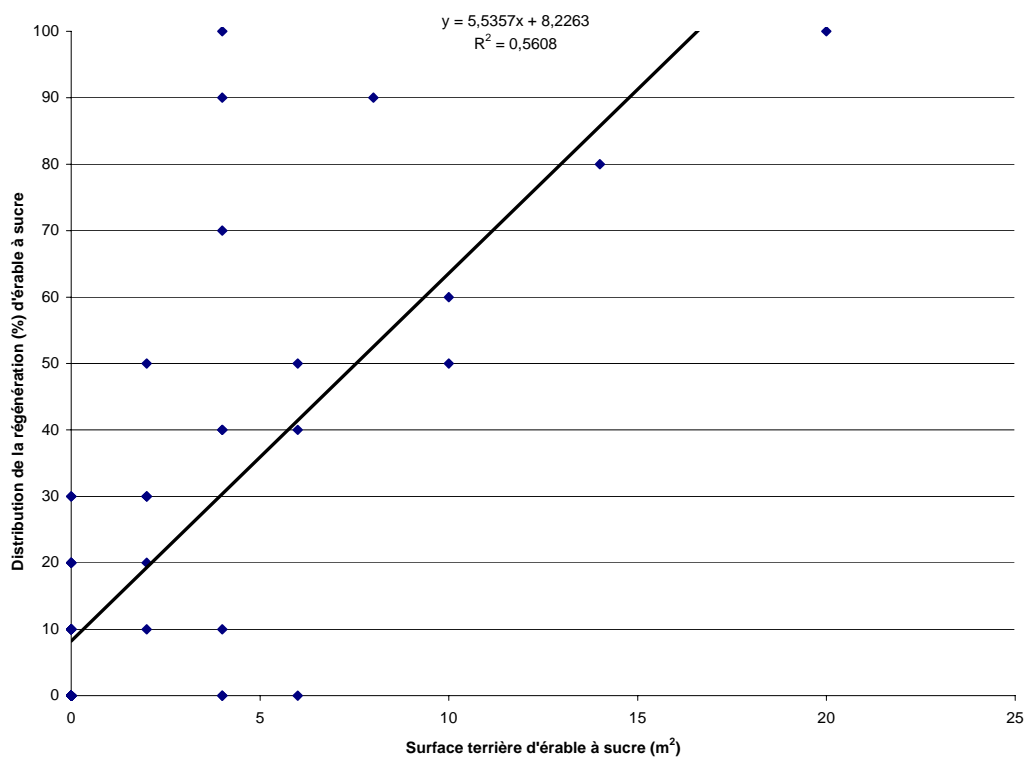
Tableau 8. Influence de la surface terrière de rémanents d'une espèce sur la régénération de cette même espèce.

Variable	Valeur de F	Probabilité	Tendance	R ²
Stocking sapin baumier	5,65	0,0207	Positif	0,088
Stocking érable à sucre	59,58	0,0001	Positif	0,507
Stocking bouleau à papier	4,27	0,0432	Positif	0,069
Stocking autres feuillus	5,01	0,0291	Positif	0,079
Stocking sapin baumier et épinette blanche	4,58	0,0366	Positif	0,073

Tableau 9. Influence de la surface terrière des résineux sur le stocking de régénération du sapin baumier.

Variable	Valeur de F	Probabilité	Tendance	R ²
Résineux	4,62	0,035	Positif	0,074

Figure 5. Relation entre la surface terrière de rémanents d'érable à sucre et la distribution de la régénération en érable à sucre.



4.4 INFLUENCE DU COUVERT DE RÉMANENTS SUR LA CROISSANCE EN HAUTEUR DES TIGES

On peut observer qu'il y a peu de différence (pas significative) (figure 6) entre la croissance des tiges opprimées et des tiges libres de croître. La hauteur moyenne des tiges est de 172 cm et les écarts types élevés témoignent de la variabilité des observations. Cependant, on observe une diminution de la croissance en hauteur en fonction de l'augmentation de la surface terrière de rémanents (figure 7) et ce, pour l'ensemble des tiges observées. Ces résultats démontrent que le peuplement environnant a une plus grande importance sur la croissance de la régénération que la qualification de libre de croître qui ne représente qu'un cylindre vertical autour de la tige.

Figure 6. Accroissement en hauteur moyenne des tiges libres de croître et opprimées.

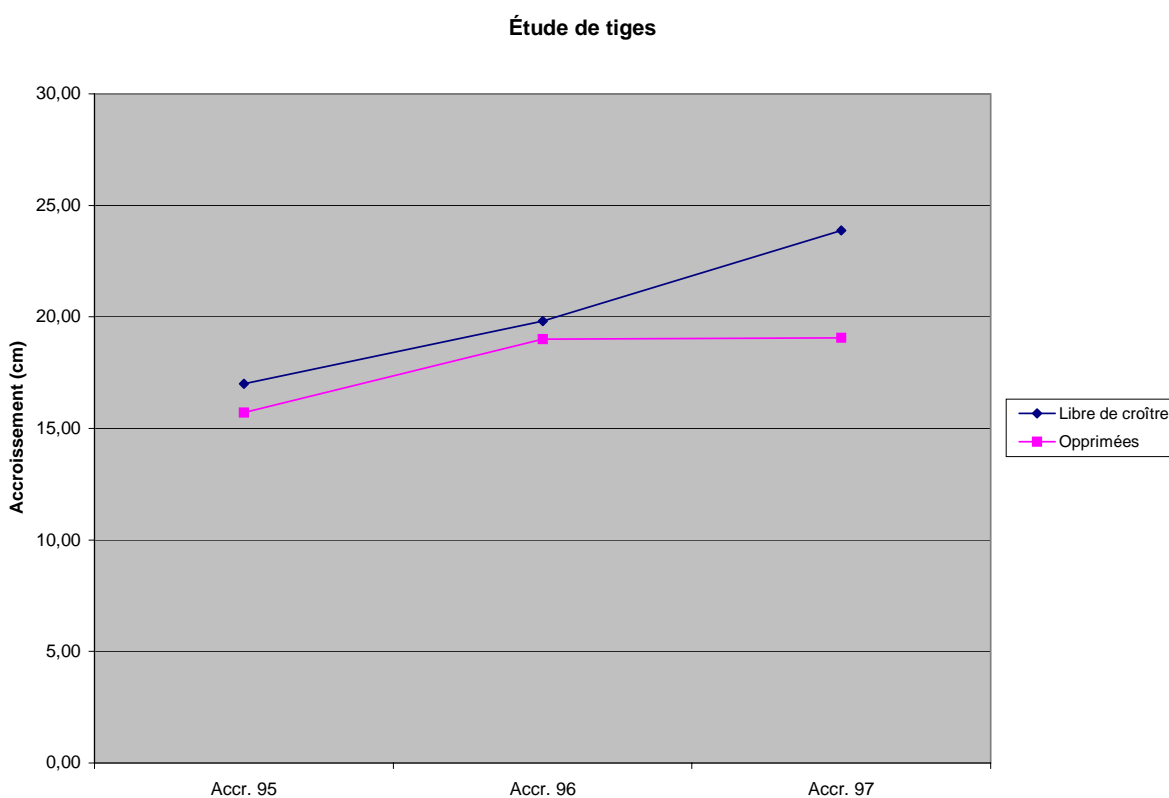
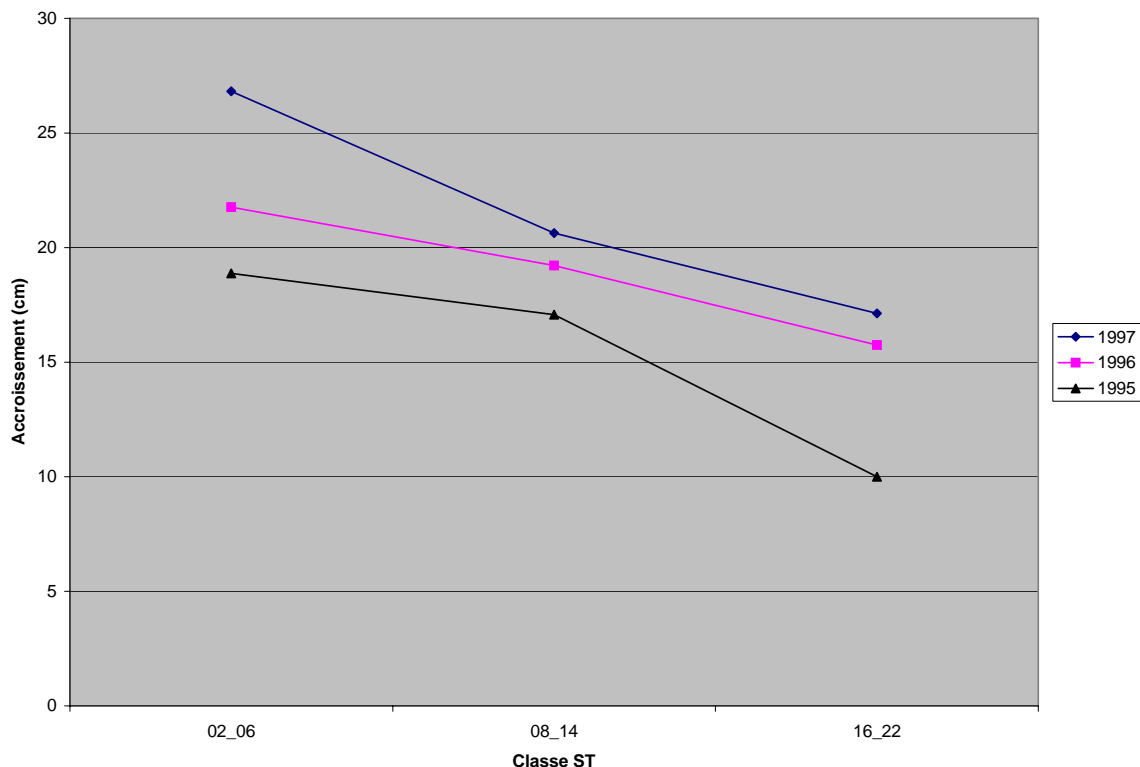


Figure 7. Croissance en hauteur en fonction de la classe de surface terrière de rémanents.



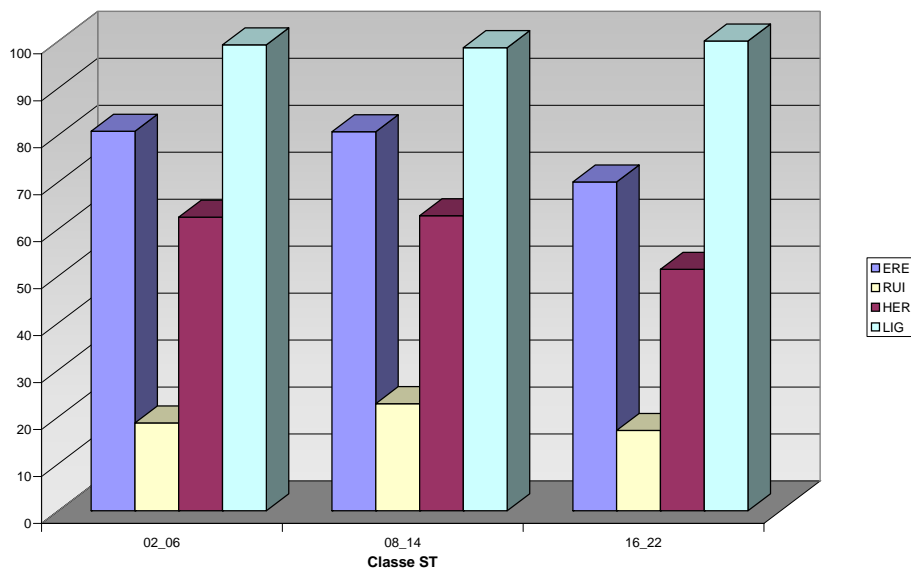
4.5 DISTRIBUTION DE LA COMPÉTITION

On observe une très forte proportion de compétition ligneuse (moyenne 98 %) et ce, peu importe la classe de surface terrière de rémanents (tableau 10). L'érable à épis occupe à lui seul une distribution de plus de 70 % alors que le framboisier a une distribution inférieure à 23 % (figure 8).

Tableau 10. Distribution de la compétition (%) par classe de surface terrière de rémanents.

Classe	AUR	CEP	CEV	COC	COR	DIE	EPA	ERE	ERP	FOU	GRA	GRS	RUI	SAL	SAP	TAC	VIC	HER	LIG
02_06	0,0	12,9	2,5	34,6	0,0	17,5	1,7	80,8	2,5	62,5	0,0	0,0	18,7	7,1	2,9	7,5	40,0	62,5	99,2
	0,0	17,3	9,0	23,8	0,0	17,0	4,8	21,4	6,1	26,2	0,0	0,0	24,2	8,6	6,9	17,3	24,1	26,2	2,8
08_14	1,0	8,6	0,7	35,2	0,0	16,9	0,7	80,7	5,5	62,1	1,4	0,3	22,8	9,3	3,8	3,8	36,5	62,8	98,6
	3,1	11,9	3,7	26,8	0,0	16,9	3,7	20,7	11,8	26,5	4,4	1,8	26,3	15,1	6,8	10,5	28,7	25,8	4,4
16_22	5,7	7,1	0,0	27,1	1,4	7,1	0,0	70,0	10,0	51,4	0,0	0,0	17,1	5,7	5,7	5,7	38,6	51,4	100,0
	11,3	9,5	0,0	28,7	3,8	9,5	0,0	21,6	14,1	22,7	0,0	0,0	22,1	7,9	7,9	15,1	30,2	22,7	0,0

Figure 8. Distribution de la compétition par classe de surface terrière de rémanents.



4.6 IDENTIFICATION DES TYPES DE RÉGÉNÉRATION

Suite aux analyses de groupements (CLUSTER), 5 classes ont été retenues en fonction des variables mesurées pour les 60 parcelles échantillons. Malgré le fait que les classes se distinguent par des variables euclidiennes (sorte de combinaison pondérée des différents états des variables mesurées), il demeure possible, le plus souvent, de distinguer celles qui ont le plus contribué à discriminer les différents types. Le détail des compilations est placé en annexe.

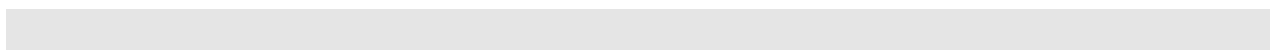
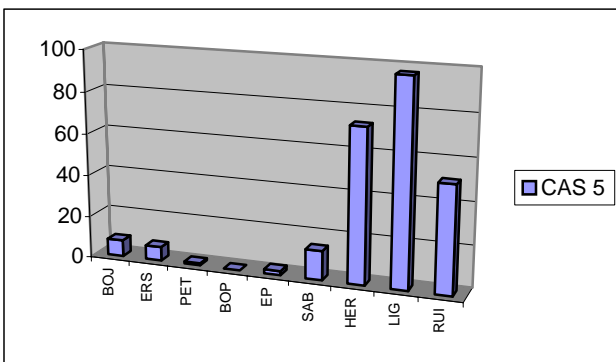
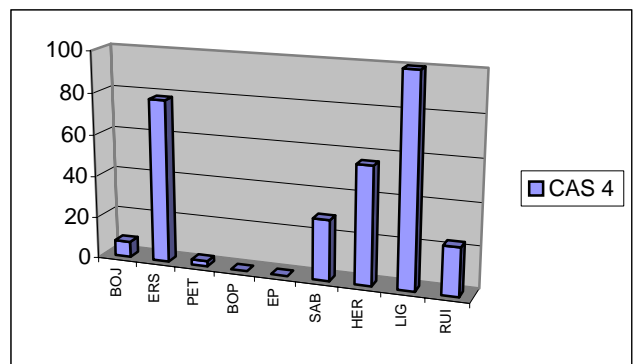
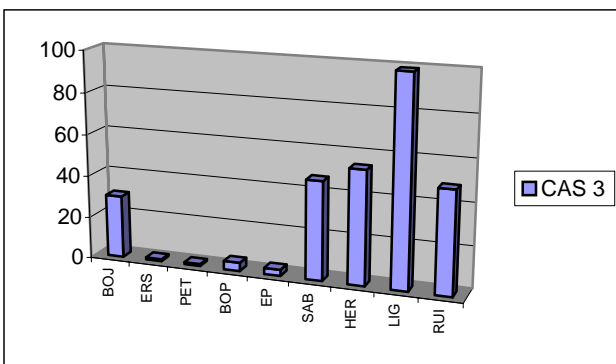
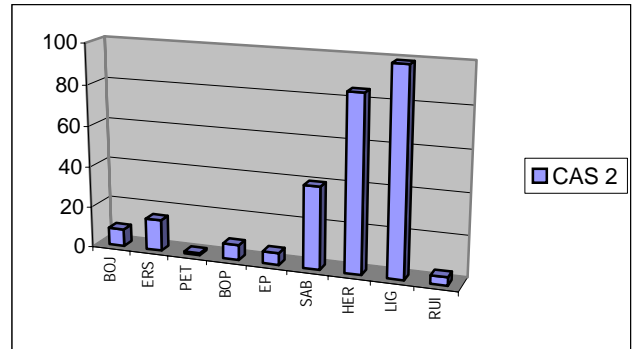
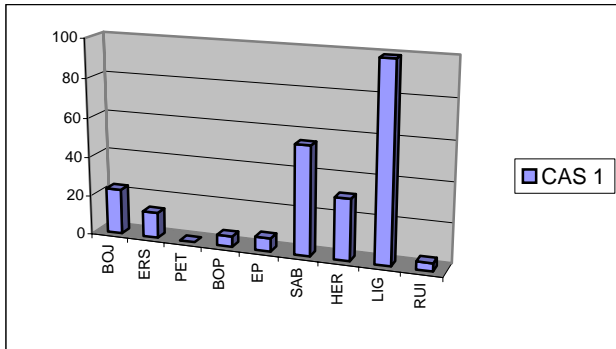
Ainsi à la figure 9, il est possible d'observer :

- Que l'abondance de la distribution d'érable à sucre (77 %) distingue la classe 4;
- Que la classe 5 se distingue par une faible distribution de toutes les espèces;
- Que l'importance de la distribution du bouleau jaune permet de distinguer les classes 1 et 3 versus la classe 2. Les trois classes possèdent une distribution moyenne de sapin (autour de 50 %);
- Que les classes 1 et 3 se distinguent par une abondance plus grande d'érable à sucre;
- Que la compétition ligneuse est omniprésente (plus de 98 %);
- Que les herbacées sont plus présentes dans les classes 2 et 5;
- Que le framboisier est présent dans les classes 3, 4 et 5.

Ce qui donne les cinq classes suivantes :

- Une classe à érable à sucre (4);
- Une classe peu régénérée (avec framboisier) (5);
- Une classe à bouleau jaune, sapin baumier et érable à sucre (et herbacées) (2);
- Une classe à bouleau jaune (plus présent que 2), sapin baumier et érable à sucre (1);
- Une classe à bouleau jaune et sapin baumier (et framboisier) (3).

Figure 9. Représentation des états moyens de la distribution (Stocking) de la régénération pour les classes identifiées par l'analyse de groupements (CLUSTER).



4.7 IDENTIFICATION DES TYPES DE RÉMANENTS

Suite aux analyses de groupements (CLUSTER), quatre classes de rémanents ont été retenues en fonction des variables mesurées pour les 60 parcelles échantillons. Le détail des compilations est placé en annexe. Le nombre de tiges et le diamètre quadratique auraient probablement permis d'apporter une perspective plus élaborée de la situation.

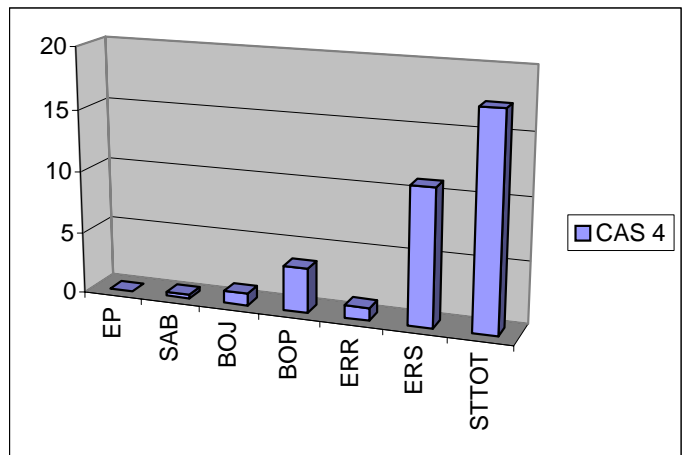
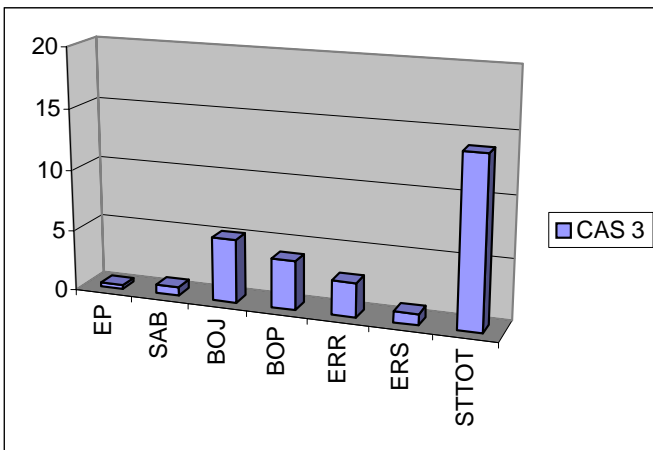
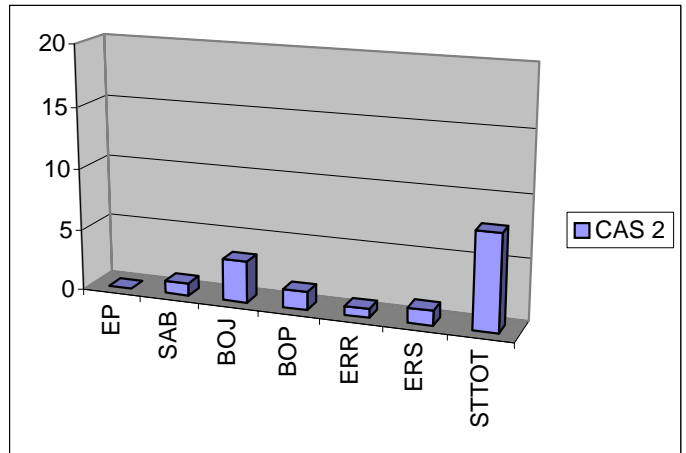
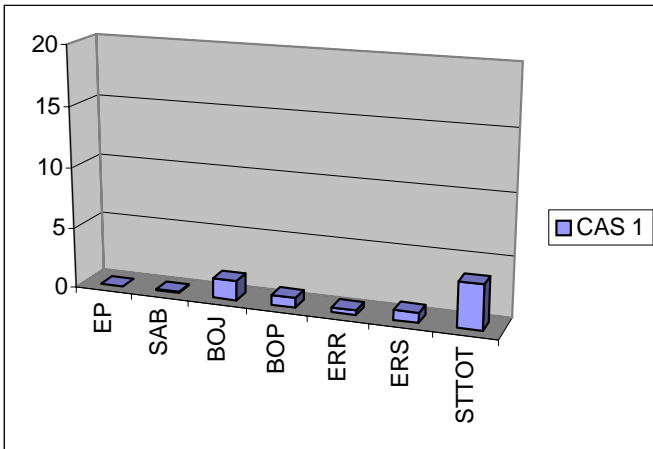
Ainsi à la figure 10, il est possible d'observer :

- ❑ Que l'abondance des rémanents d'érable à sucre permet de distinguer le cas 4;
- ❑ Que la surface terrière très faible distingue le cas 1 ; faible, le cas 2 ; moyenne, le cas 3 et plus fort le cas 4;
- ❑ Que l'abondance de la surface terrière de bouleau jaune et d'érable rouge distingue le cas 3.

Il en résulte quatre classes :

- ❑ Une classe à érable à sucre (4);
- ❑ Une classe de très faible surface terrière (moins de 4 m²/ha) (1);
- ❑ Une classe à bouleau jaune et à surface terrière faible (6 à 10 m²/ha) (2);
- ❑ Une classe à bouleau jaune, bouleau blanc et érable à rouge et à surface terrière moyenne (plus de 12 m²/ha) (3).

Figure 10. Représentation des états moyens de la surface terrière des rémanents pour les classes identifiées par l'analyse de groupements (CLUSTER).



5

Discussions

5.1 PORTRAIT GÉNÉRAL DE LA RÉGÉNÉRATION

Dans les strates étudiées avec rémanents, on observe une régénération en essences commerciales en quantité très variable. Le sapin baumier, l'érable à sucre et le bouleau jaune sont les principales essences commerciales en régénération. Au total, les secteurs sont moyennement régénérés, toutes essences commerciales confondues. La régénération en sapin présente un stocking moyen à faible, quoique très variable. La régénération en épinettes demeure très faible et celle de bouleau jaune, faible. Un objectif de production dans ces essences devra prévoir une stratégie d'aménagement particulière. La compétition ligneuse, principalement constituée d'érable à épis, est présente en très grande quantité et de façon généralisée sur l'ensemble du territoire.

5.2 LIEN ENTRE LE COUVERT DE RÉMANENTS ET LA RÉGÉNÉRATION

L'augmentation de la surface terrière de rémanents n'engendre pas une diminution de la distribution et la quantité totale de régénération. On observe une augmentation de la distribution de la régénération résineuse dans les secteurs contenant plus de rémanents, ceux-ci ayant probablement contribué à une plus grande protection de la régénération préétablie. La composition du couvert de rémanents est significativement liée à la composition de la régénération. Dans les secteurs où l'on observe une plus grande quantité d'érables à sucre, d'épinettes ou de sapins parmi les rémanents, on a tendance à observer une plus forte proportion de ces mêmes essences en régénération. De plus, la présence de quelques rémanents de résineux contribuera à l'augmentation de la quantité de régénération résineuse.

Il est difficile de conclure à une influence directe du couvert résiduel sur la composition de la régénération puisque l'âge de cette dernière n'a pas été établi. S'agit-il de régénération préétablie ou de régénération installée après coupe? Le syllogisme suivant pourrait être énoncé :

- la composition du couvert initial influence la composition du couvert résiduel;
- la composition du couvert résiduel est liée à la composition de la régénération;
- donc la composition du couvert initial influence la composition de la régénération.

Ainsi, il est pertinent de supposer que les coupes favorisant le maintien de semenciers en essences désirées devraient favoriser le retour de ces essences si les conditions minimales assurant la germination et la survie sont également respectées. Le type de prélèvements effectués lors de la récolte peut évidemment modifier cette relation pour la régénération établie après la coupe.

5.3 LIEN ENTRE LA DENSITÉ DE COUVERT ET LA RÉGÉNÉRATION

Plus le couvert est important, moins il y a de feuillus intolérants et plus il y a de feuillus tolérants en régénération. Cette relation est prévisible de par la nature même du concept de tolérance à l'ombre et par l'abondante documentation sur le sujet.

L'utilisation des études d'arbres et des concepts libres de croître et opprimés n'a pas permis d'identifier des différences significatives de leur accroissement en hauteur. Toutefois, l'accroissement en hauteur diminue avec l'augmentation de la surface terrière de rémanents.

5.4 LIEN ENTRE LES CONDITIONS ÉCOLOGIQUES, LE TYPE DE COMPÉTITION ET LA RÉGÉNÉRATION

L'échantillonnage n'a pas tenu compte des types écologiques qui ne sont pas disponibles. Par contre, une synthèse de la compétition sur les divers types écologiques où le bouleau blanc domine, dans la sous-région écologique de la sapinière à sapin et bouleau jaune de l'ouest, a été réalisée à partir des travaux de Gosselin *et al.* (1998). Le tableau II présente cette synthèse. Deux groupes de types écologiques semblent se distinguer. Le groupe où l'épinette noire appartient aux espèces dominantes est également accompagné d'une compétition potentielle en éricacées (KAA, LEG, VAM, VAA) et en némopantes et parfois en aulnes rugueux. L'autre groupe se distingue par la présence d'érable à épis.

Cependant, plus il y a d'espèces résiduelles, plus il y a de régénération de ces espèces. Dans des stratégies préventives, les types écologiques pourraient permettre d'anticiper avant coupe les potentiels de régénération et d'y adapter les procédés de régénération pour atteindre les objectifs visés.

Tableau 11. Compétition potentielle dans les types écologiques où le bouleau blanc est dominant (d'après Gosselin et al., 1998).

		Groupe indic	DIE	VIC	PLS	KAA	ERE	TAC	VIL	AUR	RUP					
		Espèces compétitrices	(PTA)	(VIC)	(NEM)	(KAA)	(ERE)	(TAC)	(VIL)	(AUR)	(RUP)					
			(DIE)	(SOA)		(LEG)	(COC)		(ERP)		fougères ¹					
						(VA)	(LON)									
Site	Type éco	Richesse relative										BOJ	BOP	SAB	THO	PIB
2	MJ22	moyenne														
5	MJ25	riche														
0	MJ20	moyenne														
0	MS20	moyenne														
1	MJ21	moyenne														
1	MS21	moyenne														
2	MS22	moyenne														
0	RS10	moyenne														
1	RS11	moyenne														
2	RS12	moyenne														
8	RS18	riche														
2	RP12	moyenne														
0	RS20	moyenne														
1	RS21	moyenne														
2	RS22	moyenne														
5	RS25S	moyenne														
8	RS38	moyenne														
7	RS37	pauvre														
5	RS55	pauvre														

fougères¹ : ATF, DRD, OSC, ONS, ONC, DRP

5.5 AUTRES FACTEURS SUSCEPTIBLES D'INFLUENCER LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE

La régénération naturelle dépend d'abord de l'**apport en semences** (présence de semenciers et des années semencières). Elle est alors reliée au couvert initial pour la régénération préétablie ou au couvert rémanent pour la régénération subséquente. Des paramètres comme la structure du peuplement, la dimension des tiges et des cimes des semenciers et l'âge influencent la capacité de production de semences. Le type de rémanents laissé sur le terrain dépend de plusieurs facteurs tels la composition et la vigueur du peuplement original, le marché des petits bois ou des tiges de moindre qualité, les paramètres de récolte tels les caractéristiques du terrain, la saison de récolte, les essences prioritaires de récolte et les équipes de travail.

Mais d'autres facteurs interviennent constituant les **conditions de germination** (mélange organique et minéral, type de litière selon la station forestière, etc.). Ces facteurs sont également reliés aux paramètres de récolte qui conditionnent le degré et le type de perturbations au sol.

Les conditions de survie, liées principalement aux facteurs climatiques, sont également d'une importance capitale (présence d'un couvert de protection, humidité du début de la saison estivale, gel, etc.)

5.6 MODÉLISATION DE LA PROBLÉMATIQUE DES RÉMANENTS DANS LES PEUPELEMENTS MIXTES À DOMINANCE FEUILLUE

L'utilisation de tableau de contingence (annexe 6) a permis peu à peu d'illustrer les regroupements des parcelles-échantillons présentant des similitudes. Les critères communs aux parcelles regroupées sont ombragés et encadrés. La liste des virées et des parcelles a ensuite permis une première forme de validation de chaque cas. Par exemple, si plusieurs parcelles appartenant au même cas appartiennent aux mêmes virées, il est possible de présumer que ce cas pourrait correspondre à un secteur opérationnel traitable. Si par contre, un cas n'est représenté que par des parcelles appartenant toutes à des virées distinctes, cette situation ponctuelle est peu gérable dans la planification des interventions sylvicoles. Le nombre de tiges/ha des rémanents ne variait pas autant pour la réserve Mastigouche, ce qui explique pourquoi la classe N tiges/ha élevée n'a pas été considérée.

La synthèse obtenue est présentée au tableau 12. Quatre cas généraux ont pu être distingués. Chacun est ensuite divisible selon la composition de la régénération. L'appellation cartographique nous est apparue peu utile pour la prévision de ces cas. La composition, la distribution, l'estimation du nombre de tiges et la surface terrière sont des paramètres essentiels.

Tableau 12. Divers cas observés de rémanents et leur régénération.

#cas	Dénomination	Particularité	Justification	Commentaires	Trait. sylv. poss.
1a	faible surface terrière	avec ERS	cluster rémanents (A)	1 secteur	laisser rém, dég, enrichir
1b	faible surface terrière	sans ERS	cluster rémanents (A), cluster rég. (6)	2 secteurs	laisser rém, enrichir
2a	Secteur régén. en ERS	moyen à fort	cluster rég. (4, ERS)	2 secteurs	CP, abattre rem, dég.
2b	Secteur régén. en ERS	faible, SAB fort		1 secteur	abattre rem, dép.
2c	Secteur régén. en ERS	faible, SAB faible		2 secteurs	abattre rem, reg art.
3a	Secteur régén. en SAB	fort		2 secteurs	CP, abattre rem, dég.
3b	Secteur régén. en SAB	fort et BOJ		1 secteur	abattre rem, dép.
4	Secteur peu régénéré	faible		2 secteurs	abattre rem, reg art.

Le premier cas est caractérisé par une surface terrière faible (moins de 6 m²/ha) et s'est distingué dans l'analyse de groupements (CLUSTER) sur les rémanents. Deux subdivisions sont possibles, l'une avec l'érable à sucre en régénération, l'autre sans. Dans la seconde situation, la régénération totale semble être insuffisante et s'accompagne du framboisier. Dans le premier cas, le sapin baumier complète la régénération ou la domine. Un complément d'échantillonnage permettrait de confirmer s'il s'agit de 2 situations distinctes (SAB fort, SAB faible) ou d'une variante de la même situation. L'aménagiste doit prévoir une stratégie de régénération artificielle pour compléter la distribution en essences commerciales. En cas d'excellente année semencière pour le bouleau jaune, la réserve de semenciers (15 à 25/ha) accompagnée de scariage pourrait permettre d'installer le bouleau jaune.

Le second cas est régénéré en érable à sucre. Trois subdivisions sont possibles. La première, confirmée par l'analyse de groupements (CLUSTER) est représentée par une abondance d'érable à sucre (plus de 50 % de stocking). Fait intéressant à noter, cette situation est prévisible si l'on connaît la composition des rémanents puisqu'elle est presque

toujours reliée à une présence d'érable à sucre dans les rémanents. Cette situation pourrait présenter une variante à vigueur élevée, à considérer pour l'aménagement inéquienne. La seconde situation présente une abondante composition en sapin baumier comme essence compagne (souvent dominante). La dernière situation est peu régénérée. Dans l'ensemble, l'aménagiste pourra prévoir l'abattage des rémanents. Dans les deux premières situations, il y aurait lieu de prévoir un dégagement éventuel. Dans le dernier cas, il faudra prévoir de compléter par la régénération artificielle.

Le troisième cas est caractérisé par une importante distribution de sapin baumier (entre 50 et 70 %). Deux situations peuvent être distinguées avec la présence ou non de bouleau jaune. L'analyse de groupements (CLUSTER) ne confirme que partiellement ce résultat, plus particulièrement la seconde situation (avec bouleau jaune). L'aménagiste pourra prévoir un abattage des rémanents et un dégagement ou dépressage des résineux.

La quatrième cas est peu régénéré. L'aménagiste pourra prévoir un complément de régénération artificielle ou la remise complète en production de ce territoire. Les analyses de groupements ne confirment que partiellement ce résultat.

Un cas supplémentaire pourrait également être souligné. Dans certains peuplements, les rémanents sont des tiges de faible diamètre, nombreuses, qui se trouvent en îlots épais. Si la concentration d'îlots est importante, l'aménagiste pourra considérer ce peuplement au stade perché et le laisser s'accroître avant d'intervenir, ou si nécessaire, prévoir des travaux d'éducation comme l'éclaircie commerciale ou l'éclaircie intermédiaire.

6

Recommandations

Les recommandations suivantes sont tirées du rapport « Caractérisation de la problématique des rémanents dans la sapinière à bouleau jaune (réserve Mastigouche) ».

6.1 CORRECTIFS

Caractérisation des secteurs de rémanents

- Comme nous l'avons présenté au chapitre précédent, il existe plusieurs types de rémanents qui doivent être considérés comme autant de cas différents que l'on doit préciser. Chacun des cas types présente une problématique particulière et des besoins d'interventions adaptés modulables en fonction des objectifs retenus, des conditions de terrain et de la station forestière.

Nous proposons :

- 1- de ne plus considérer la problématique des rémanents comme monolithique mais plutôt comme une série de cas, tels que présentés au chapitre précédent.
- 2- de cartographier plus précisément les secteurs en fonction de la composition de la régénération, de la compétition, de la composition, de la dimension, de l'importance, de la distribution et de la sociabilité des rémanents.

Échelle d'intervention

La distribution ou la mosaïque de groupements d'arbres à l'intérieur du peuplement pose la question de l'échelle d'intervention. Doit-on découper chacun des bosquets, faire de la dentelle selon l'expression utilisée dans la région? Cet exercice s'avèrera utile si les bosquets ou îlots sont abondants dans le secteur d'intervention.

Nous proposons :

- 3- de considérer l'opportunité de découper à l'intérieur des peuplements des unités d'intervention plus près des caractéristiques observées si la variabilité et l'importance des composantes le justifient.
- 4- de rechercher une certaine homogénéisation du peuplement à plus long terme.

Recherche des meilleurs traitements à adopter

Plusieurs techniques sont disponibles pour intervenir, mais il existe un besoin important de connaissances sur les meilleures techniques à retenir pour chacun des cas. Des objectifs ont été proposés dans la section précédente mais des dispositifs expérimentaux devront être installés pour éventuellement guider le choix des traitements. Parmi les traitements à comparer, on devra retrouver les trois types suivants, en plus des témoins pour chaque répétition :

- Les traitements officiels selon les normes.
- Les traitements palliatifs comme l'utilisation de l'abattage des rémanents (lors de la récolte ou après, en partie ou en totalité), le regarni sous couvert, le scarifiage, le dégagement de la régénération.
- Les traitements idéaux pour optimiser le rendement à moyen terme (où la rentabilité à court terme n'est pas prioritaire) qui peuvent être des variantes des précédents.

Afin d'optimiser les interventions, nous recommandons :

5. que chaque cas fasse l'objet d'interventions adaptées à ses besoins.
6. que des dispositifs expérimentaux soient installés pour guider le choix des traitements (efficacité, coûts et rendements).

Poursuite des études sur la caractérisation de cette problématique

7. de poursuivre les études sur la caractérisation de cette problématique en explorant les paramètres non considérés dans cette étude (exemple : le peuplement d'origine, le type écologique, la saison des interventions, les perturbations au sol, les années semencières et les paramètres de récolte [machinerie, etc.]).

6.2 PRÉVENTION

Optimisation du moment de récolte

Dans une stratégie de réduction des rémanents, le choix de l'exploitabilité du peuplement aurait un impact direct sur la situation. En effet, une récolte trop hâtive peut générer un nombre important de rémanents de petits diamètres. Le volume total ne serait donc pas le seul critère et l'impact sur la structure résiduelle et la longueur de la rotation devront être également pris en considération.

Nous recommandons :

8. que le choix de l'exploitabilité ou non d'une strate d'inventaire soit basé notamment sur l'analyse de son potentiel à générer des rémanents de façon à minimiser leur nombre (rendement décré en rémanents) s'ils ne sont plus utilisables ou d'optimiser leur nombre s'ils permettent de constituer un peuplement futur de qualité.

Importance des sentiers espacés

Moins il y a de rémanents, moins il y a de régénération dans certaines espèces. Cette relation pourrait être le résultat entre autres, d'un passage plus répété de la machinerie dans le cas où le nombre de tiges récoltées est plus élevé. Comme plusieurs parcelles datent déjà de plus de quatre ans, où la coupe de protection de régénération et des sols n'était pas encore une méthode utilisée, il est fort possible que les préoccupations actuelles, favorisant l'utilisation de ce type de coupe, modifient significativement cette relation.

Nous recommandons :

9. de poursuivre le travail de sensibilisation et de formation des intervenants en forêts sur la protection de la régénération préétablie et l'utilisation de sentiers espacés afin d'optimiser la distribution résiduelle de la régénération (stocking).

Indicateurs de peuplements à risque

Différents indicateurs des peuplements à risque de générer des rémanents et des problèmes de régénération peuvent être proposés. Parmi les cas de rémanents rencontrés, nous observons les problèmes suivants expliquant leur présence et les problèmes de régénération :

- la faible qualité;
- la faible vigueur;
- les diamètres trop petits (souvent reliés à des peuplements trop jeunes);
- les stations riches, favorables à la compétition.

Nous recommandons :

10. d'utiliser les paramètres de qualité, de vigueur, de diamètre moyen quadratique et de stations forestières pour anticiper les peuplements à risques.

6.3 RÉMANENTS ET AMÉNAGEMENT

Calcul de la possibilité forestière

La simulation de superficies de rémanents a posé plusieurs interrogations aux aménagistes. Les volumes sur pied continuent à s'accroître mais les répartitions par produit du territoire ne devraient plus s'appliquer directement puisqu'elles génèrent trop de bois d'œuvre. Le fait de considérer les superficies en régénération devrait être relié à des rendements plus faibles que normal en considération de l'obstruction de ces tiges sur la croissance de la régénération.

L'alternance naturelle des phases plus feuillues et plus résineuses dans la dynamique des peuplements des forêts mixtes (Lessard, Olivier et collaborateurs, 1999) pose également un problème important à l'aménagiste préoccupé par le rendement soutenu. D'autre part, la décision de non-intervention temporaire dans certains peuplements pourrait entraîner une dispersion plus grande des coupes.

Nous recommandons :

11. de simuler l'effet réel des divers types de rémanents (répartition par produit, obstruction, etc.).
12. de déterminer un niveau de récolte plus ou moins rapproché de l'état médian entre ces phases selon l'intensité d'aménagement désiré et réalisable. Par exemple, une intensification de l'aménagement par la recherche de 90 % de stocking en résineux dans certaines strates autoriserait alors un rendement soutenu supplémentaire de mixte à dominance résineuse ou de résineux.

Stratégies de restauration d'espèces problématiques

La possibilité de certaines essences (EP, PIB, CHR, BOJ, etc.) semblant plus difficile, des stratégies de restauration sont nécessaires.

Nous recommandons :

13. d'élaborer des stratégies de restauration pour les épinettes, le pin blanc, le bouleau jaune et le chêne rouge.
14. de développer des stratégies basées sur des succès de régénération et non sur les moyens.

Stratégies de rendement déçu de rémanents

La problématique des différents types de rémanents est liée en partie à la difficulté de mettre en marché le bois de pâte. Les solutions à court terme passent probablement par la réduction substantielle de cette possibilité et l'intensification de l'aménagement pour la production d'une plus grande proportion de bois d'œuvre.

Nous recommandons :

15. de développer et d'intégrer explicitement dans le PGAF des stratégies de rendement déçu pour les différents types de rémanents (augmentation de l'âge d'exploitabilité, intensification de l'éducation (sylviculture), optimisation des procédés de régénération, choix des fonctions prioritaires en fonction de la capacité à produire du bois d'œuvre).

Développement des outils de suivis

Dans les suivis des effets réels des interventions, la liste de paramètres (records) devrait contenir : le peuplement d'origine, le type écologique, la saison des interventions, les perturbations au sol, les années semencières et les paramètres de récolte (machinerie, etc.). Plusieurs questions subsistent : certains cas de rémanents jouent-ils un rôle de protection en limitant les variations brutales du microclimat et en limitant la végétation compétitrice? Doit-on préparer le terrain, à quelle saison et en fonction des années semencières et de quelle manière? Quelle place donner à la régénération naturelle et artificielle?

Nous recommandons :

16. l'installation d'un réseau de parcelles-échantillons permanentes pour le suivi des stratégies sylvicoles tenant compte des paramètres sus-mentionnés.

6.4 RÉPONSE À L'OBJECTIF DE DIFFUSION

Nous recommandons :

17. la diffusion du rapport auprès des intervenants du projet.
18. la disponibilité des résultats auprès des industriels concernés par cette problématique, des groupes d'action et des chercheurs.

Déjà plusieurs copies de ce rapport sont prévues pour diffusion auprès des intervenants et aux centres de documentation fédéral et provincial. Le résumé et les modalités pour se procurer le rapport complet seront accessibles sur Internet sur le site web du CERFO, www.cerfo.qc.ca. Le point sera proposé à l'ordre du jour des Groupes d'action feuillus et mixtes. Les résultats de ce rapport ont été présentés à l'ACFAS en mai 1999 à Ottawa et il est aussi prévu de les présenter au Carrefour de la recherche de l'an 2000 pour la diffusion dans le milieu de la recherche et auprès des utilisateurs.

CONCLUSION

La problématique des rémanents dans les forêts mélangées à dominance feuillue du domaine de l'érablière à bouleau jaune présente une situation complexe et irrégulière qui ne doit pas être considérée de façon monolithique. Le présent projet a permis d'établir des relations et de présenter une certaine modélisation de la problématique axée sur des stratégies d'aménagement distinctes pour chacun des cas afin d'optimiser la planification (objectifs, priorités, rendements et moyens).

Plusieurs hypothèses ont été évaluées dont plusieurs sont présentées à nouveau. Les rémanents ne nuisent pas à l'installation de la régénération. La composition du couvert influence la composition de la régénération. Le choix des secteurs du PAIF présentait le biais d'inventaire des BB, BBRF, BJ et BBRF qui étaient dominants. Ces types de peuplements présentaient en général une seule et même problématique de compétition, l'érable à épis peu importe les quelques stations échantillonnées.

Plusieurs facteurs demeurent à valider dans l'étude de cette problématique. Le suivi des stratégies d'aménagement par un réseau de parcelles-échantillons permanentes, périodiquement analysées, est l'une des principales recommandations.

RÉFÉRENCES

- Gérard Crête et Fils inc. 1998.** Effets de la végétation compétitive (arbuste et arborescente) sur la régénération résineuse. Demande d'aide financière. Formulaire volet I. 38 p.
- Gosselin, J., P. Grondin et J.-P. Saucier. 1998.** Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'est. Gouv. du Qué., MRNQ, 173 p.
- Legendre, L. et P. Legendre, 1979.** Écologie numérique : Le traitement des données écologiques (tome I). La structure des données écologiques (tome II). Paris, Masson.
- Lessard, G. et D. Blouin. 1997.** Système de régénération par coupe progressive : Étude de la coupe finale dans une érablière à hêtre de l'Outaouais. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO) 35 p. et 4 annexes.
- Lessard, G. et J.-F. Desbiens et J. Loïselle. 1999-b.** Intégration de la connaissance écologique du territoire au plan général d'aménagement forestier de l'aire commune 41-02. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 99-12.
- Lessard, G., C. Olivier, M. Mongeon et O. Ruest. 1999-c.** Synthèse de la dynamique végétale basée sur l'information des PEP et des cartes écoforestières. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 99-09. 142 p., 21 annexes et cartes.

Annexe 1

LISTE DES AIRES D'INTERVENTION ÉCHANTILLONNÉES

VIRÉE	AC	FEUILLET	PARC	TRAIT	ANNÉE	VIRÉE
V-1	42-02	31P10 N-E	1297	CP	93-94	6525
V-2	42-02	31P10 N-E	1140	CP	93-94	6525
V-3	42-02	31P15 S-E	1102	CDL	93-94	6520
V-4	42-02	31P15 S-E	1102	CDL	93-94	6520
V-5	42-02	31P15 S-E	1102	CDL	93-94	6516
V-6	42-02	31P15 S-E	1102	CDL	93-94	6516
V-7	42-02	31P15 S-E	1102	CDL	93-94	6516
V-8	42-02	31P15 S-E	1102	CDL	93-94	6516
V-9	42-02	31P15 S-E	1102	CDL	93-94	6516
V-10	42-02	31P15 S-O	4424	CDL	93-94	6524
V-11	42-02	31P15 S-O	4424	CDL	93-94	6524
V-12	42-02	31P15 S-O	4424	CDL	93-94	6526
V-13	42-02	31P15 S-O	4424	CDL	93-94	6526
V-14	42-02	31P15 S-O	4424	CDL	93-94	6526
V-15	42-02	31P15 S-O	4424	CDL	93-94	6526
V-16	42-02	31P15 S-O	4424	CDL	93-94	6526
V-17	42-02	31P15 S-O	4424	CDL	93-94	6521
V-18	42-02	31P15 S-O	1023	CDL	93-94	6515
V-19	42-02	31P15 S-O	1023	CDL	93-94	6514
V-20	42-02	31P15 S-O	1023	CDL	93-94	6513
V-21	42-03	31P16 S-O	1195	CDL	93-94	6502
V-22	42-03	31P16 S-O	1195	CDL	93-94	6502
V-23	42-03	31P16 S-O	1195	CDL	93-94	6501
V-24	42-03	31P16 S-O	1195	CDL	93-94	6501
V-25	42-03	31P16 S-O	1195	CDL	93-94	6505
V-26	42-03	31P16 S-O	1195	CDL	93-94	6505
V-27	42-02	31P09 S-O	1396	CP	93-94	6503
V-28	42-02	31P09 S-O	1395	CDL	93-94	6504
V-29	42-02	31P09 S-O	1395	CDL	93-94	6504
V-30	42-02	31P09 S-O	1397	CDL	93-94	6513
V-31	42-02	31P09 S-O	1397	CDL	93-94	6517
V-32	42-02	31P09 S-O	1397	CDL	93-94	6522
V-33	42-02	31P09 S-O	1397	CDL	93-94	6520
V-34	42-02	31P09 S-O	1397	CDL	93-94	6520
V-35	42-02	31P07 N-E	1423	CDL	93-94	6510
V-36	42-02	31P08 N-O	1424	CDL	93-94	6507
V-37	42-02	31P08 N-O	1424	CDL	93-94	6503
V-38	42-02	31P08 N-O	1424	CDL	93-94	6503
V-39	42-02	31P08 N-O	1424	CDL	93-94	6503
V-40	42-02	31P10 S-E	1299	CDL	93-94	6508
V-41	43-04	31P10 N-O	1066	CDL	93-94	6513
V-42	43-04	31P10 N-O	1065	CDL	93-94	6515
V-43	43-04	31P10 N-O	1065	CDL	93-94	6515
V-44	43-04	31P10 N-O	1065	CDL	93-94	6516
V-45	43-04	31P10 N-O	1065	CDL	93-94	6522
V-46	43-04	31P10 N-O	1065	CDL	93-94	6520
V-47	43-04	31P10 N-O	1065	CDL	93-94	6518
V-48	43-04	31P10 N-O	1065	CDL	93-94	6518
V-49	43-04	31P10 N-O	1058	CDL	93-94	6501
V-50	43-04	31P10 N-O	1058	CDL	93-94	6504
V-51	43-04	31P10 N-O	1087	CDL	93-94	6523
V-52	43-04	31P15 N-O	1005	CDL	93-94	6506
V-53	42-02	31P15 N-O	1005	CDL	93-94	6506
V-54	42-02	31P15 N-O	1005	CDL	93-94	6508
V-55	42-02	31P15 N-O	1005	CDL	93-94	6505
V-56	42-02	31P15 N-E	1045	CP	93-94	6503
V-57	42-02	31P15 N-E	1045	CP	93-94	6503
V-58	42-02	31P15 N-E	1045	CP	93-94	6503
V-59	42-02	31P15 N-E	1045	CP	93-94	6503
V-60	42-02	31P15 N-E	1045	CP	93-94	6503

Annexe 2

RÉGÉNÉRATION EN FONCTION DE LA SURFACE TERRIÈRE DE RÉMANENTS

Nombre de tiges par hectare de régénération, par classe de surface terrière totale

Classe ST	Bouleau jaune			Bouleau à papier			Épinette blanche		
	Libre	Opprimé	Total	Libre	Opprimé	Total	Libre	Opprimé	Total
02_06	656,25	208,33	885,42	427,08	20,83	447,92	31,25	83,33	114,58
	1015,67	358,64	1120,41	1432,31	102,06	1429,46	112,11	309,86	321,17
08_14	1094,83	491,38	1612,07	406,03	112,07	518,10	51,72	43,10	94,83
	1804,53	1181,11	2130,34	1011,89	603,51	1137,49	139,82	96,11	205,00
16_22	607,14	321,43	928,57	178,57	0,00	178,57	107,14	214,29	321,43
	1039,40	494,01	1264,21	313,39	0,00	313,39	133,63	466,11	553,67
Total	862,50	358,33	1241,67	387,92	62,50	450,42	50,00	79,17	129,17
	1452,22	868,92	1713,58	1140,90	423,43	1196,50	128,55	258,30	310,45

Classe ST	Épinette noire			Érable rouge			Érable à sucre		
	Libre	Opprimé	Total	Libre	Opprimé	Total	Libre	Opprimé	Total
02_06	10,42	0,00	10,42	1281,25	645,83	1937,50	197,92	2989,58	3197,92
	51,03	0,00	51,03	1755,91	1095,73	2160,98	353,39	9783,94	9737,58
08_14	17,24	25,86	43,10	1586,21	560,34	2241,38	431,03	4689,66	5137,93
	92,85	139,27	164,60	2423,17	1152,74	3008,53	1075,08	13827,32	14104,14
16_22	0,00	0,00	0,00	714,29	321,43	1035,71	2035,71	16107,14	18142,86
	0,00	0,00	0,00	1167,52	656,92	1185,23	3792,62	33835,96	33408,41
Total	12,50	12,50	25,00	1362,50	566,67	1979,17	525,00	5341,67	5879,17
	71,68	96,82	119,14	2050,44	1073,43	2529,61	1542,27	16145,92	16306,81

Classe ST	Hêtre à grandes feuilles			Peuplier faux-tremble			Pin blanc		
	Libre	Opprimé	Total	Libre	Opprimé	Total	PIB LIB	PIB OPP	Total PIB
02_06	0,00	0,00	0,00	31,25	0,00	31,25	0,00	10,42	10,42
	0,00	0,00	0,00	153,09	0,00	153,09	0,00	51,03	51,03
08_14	112,07	51,72	163,79	17,24	0,00	17,24	8,62	0,00	8,62
	357,24	154,97	385,43	92,85	0,00	92,85	46,42	0,00	46,42
16_22	0,00	35,71	35,71	107,14	35,71	142,86	0,00	0,00	0,00
	0,00	94,49	94,49	283,47	94,49	283,47	0,00	0,00	0,00
Total	54,17	29,17	83,33	33,33	4,17	37,50	4,17	4,17	8,33
	252,49	113,60	278,72	148,91	32,27	151,44	32,27	32,27	45,26

Classe ST	Sapin baumier			Résineux	Feuillus	Total
	Libre	Opprimé	Total	Total	Total	
02_06	1093,75	1114,58	2229,17	2364,58	6500,00	8864,58
	1855,97	1548,10	2383,04	2415,96	10002,17	10102,19
08_14	1181,03	1637,93	2879,31	3025,86	9690,52	12716,38
	1907,34	1970,30	2432,68	2578,54	14158,11	14275,33
16_22	1785,71	1678,57	3464,29	3785,71	20464,29	24250,00
	2694,24	1037,97	3324,24	3377,09	33137,16	32810,69
Total	1216,67	1433,33	2687,50	2850,00	9671,25	12521,25
	1962,83	1719,08	2514,21	2608,74	16239,15	16363,16

Annexe 3

INFLUENCE DE LA COMPOSITION DU COUVERT DE RÉMANENT SUR LA COMPOSITION DE LA RÉGÉNÉRATION

Régénération EP par classe de surface terrière EP

ST EPB	REP	REPSAB
00_02	4,14	40,17
00_02	7,26	24,17
02_06	10,00	40,00
02_06	14,14	42,43

Régénération SAB par classe de surface terrière SAB

ST SAB	RSAB	REPSAB
00_02	36,04	36,88
00_02	25,33	25,28
02_06	53,33	53,33
02_06	14,97	14,97

Régénération ERS par classe de surface terrière ERS

ST ERS	RERS	RBOP
00_02	5,00	6,58
00_02	8,62	13,41
02_06	35,88	0,00
02_06	29,80	0,00
08_14	76,00	2,00
08_14	20,74	4,47

Régénération BOP par classe de surface terrière BOP

ST BOP	RERS	RBOP
00_02	25,88	2,06
00_02	30,76	5,92
02_06	14,5	6
02_06	25,23	11,88
08_14	1,67	11,67
08_14	4,08	24,01

Régénération BOJ par classe de surface terrière BOJ

ST BOJ	RBOJ	RERS
00_02	12,50	28,13
00_02	16,53	33,71
02_06	15,68	17,03
02_06	14,05	26,13
08_14	17,14	14,29
08_14	17,99	25,73

Régénération par essence, par surface terrière résineuse

Classe ST	EP	PIB	SAB	EPSAB
00_02	4,13	0,22	36,09	36,74
00_02	7,48	1,47	25,34	25,04
02_06	5,00	0,71	50,71	51,43
02_06	7,60	2,67	18,17	18,75

Régénération par essence, par surface terrière feuillue

classe ST	BOJ	ERS	PET	BOP	AUT.FEU
02_06	14,14	15,17	0,34	2,41	19,66
02_06	12,68	22,14	1,86	6,36	20,26
08_14	16,92	19,62	0,38	6,92	29,23
08_14	17,15	29,32	1,96	15,17	19,17
16_22	10,00	46,00	8,00	2,00	16,00
16_22	17,32	44,50	10,95	4,47	8,94

Régénération par classe de ST EP

Classe ST	Épinette blanche			Épinette noire		
	Libre	Opprimé	total	Libre	Opprimé	total
00_02	47,41	60,34	107,76	12,93	12,93	25,86
00_02	127,88	211,05	256,97	72,89	98,48	121,12
02_06	125,00	625,00	750,00	0,00	0,00	0,00
02_06	176,78	883,88	1060,66	0,00	0,00	0,00

Régénération par classe de ST SAB

Classe ST	Sapin baumier		
	Libre	Opprimé	total
00_02	963,54	1338,54	2328,13
00_02	1807,19	1798,71	2449,03
02_06	2229,17	1812,50	4125,00
02_06	2304,78	1353,13	2336,71

Régénération par classe de ST BOP

	Bouleau à papier		
Classe ST	Libre	Opprimé	total
02_06	412,50	9,26	421,76
02_06	1194,62	68,04	1193,30
08_14	166,67	541,67	708,33
08_14	408,25	1326,81	1307,83

Régénération par classe de ST ERS

	Érable à sucre		
Classe ST	Libre	Opprimé	total
02_06	322,73	2450,00	2777,27
02_06	1328,70	9224,74	9241,07
08_14	2750,00	37150,00	40000,00
08_14	2121,32	36286,45	34376,59

Régénération par classe de ST BOJ

	Bouleau jaune		
Classe ST	Libre	Opprimé	total
00_02	765,63	156,25	953,13
00_02	1339,99	301,04	1432,42
02_06	878,38	445,95	1344,59
02_06	1528,23	1065,78	1870,23
08_14	1000,00	357,14	1357,14
08_14	1479,02	475,59	1566,96

Annexe 4

RÉSULTATS DES ANALYSES DE GROUPEMENTS (CLUSTER) SUR LA RÉGÉNÉRATION SOUS RÉMANENTS

(secteur La Tuque)

CLUSTER	N Obs	Variabl e	Mean	Std Dev
1	15	BOJ	22. 6666667	12. 7988095
		ERS	13. 3333333	18. 7718127
		PET	0	0
		BOP	5. 3333333	13. 0201309
		EP	6. 6666667	8. 1649658
		SAB	55. 3333333	24. 4559857
		HER	30. 6666667	15. 3374736
		LI G	98. 6666667	5. 1639778
		RUI	4. 0000000	7. 3678840
		2	19	BOJ
ERS	15. 2631579			17. 1167303
PET	1. 0526316			4. 5883147
BOP	7. 3684211			15. 2177182
EP	5. 7894737			9. 0159054
SAB	40. 0000000			24. 9443826
HER	85. 2631579			16. 1136316
LI G	99. 4736842			2. 2941573
RUI	4. 2105263			8. 3770782
3	9			BOJ
		ERS	1. 1111111	3. 3333333
		PET	1. 1111111	3. 3333333
		BOP	4. 4444444	5. 2704628
		EP	3. 3333333	7. 0710678
		SAB	46. 6666667	14. 1421356
		HER	54. 4444444	15. 0923086
		LI G	98. 8888889	3. 3333333
		RUI	48. 8888889	16. 1589329
		4	8	BOJ
ERS	77. 5000000			22. 5198325
PET	2. 5000000			7. 0710678
BOP	0			0
EP	0			0
SAB	28. 7500000			18. 8509189
HER	56. 2500000			11. 8773494
LI G	100. 0000000			0
RUI	23. 7500000			24. 4584195
5	9			BOJ
		ERS	6. 6666667	11. 1803399
		PET	1. 1111111	3. 3333333
		BOP	0	0
		EP	2. 2222222	4. 4095855
		SAB	14. 4444444	11. 3038833
		HER	73. 3333333	8. 6602540
		LI G	97. 7777778	4. 4095855
		RUI	51. 1111111	19. 0029238

Canonical Discriminant Analysis

60 Observations 59 DF Total
10 Variables 55 DF Within Classes
5 Classes 4 DF Between Classes

Class Level Information

CLUSTER	Frequency	Weight	Proportion
1	15	15.0000	0.250000
2	19	19.0000	0.316667
3	9	9.0000	0.150000
4	8	8.0000	0.133333
5	9	9.0000	0.150000

Annexe 5

RÉSULTATS DES ANALYSES DE GROUPEMENTS (CLUSTER) SUR LES RÉMANENTS (secteur La Tuque)

CLUSTER	N Obs	Variabl e	Mean	Std Dev
1	18	EP	0	0
		SAB	0.1111111	0.4714045
		BOJ	1.5555556	1.2935233
		BOP	0.7777778	1.2153700
		ERR	0.4444444	1.0966378
		ERS	0.8888889	1.2313975
		STTOT	3.7777778	1.3527991
2	21	EP	0	0
		SAB	0.9523810	1.7457431
		BOJ	3.4285714	2.2928460
		BOP	1.5238095	1.8873009
		ERR	0.6666667	1.3165612
		ERS	1.2380952	2.0470653
		STTOT	7.8095238	1.4006801
3	15	EP	0.2666667	0.7037316
		SAB	0.6666667	1.2344268
		BOJ	5.2000000	5.1158019
		BOP	4.0000000	4.4077853
		ERR	2.8000000	3.9856887
		ERS	0.9333333	1.9808608
		STTOT	13.8666667	3.5023801
4	6	EP	0	0
		SAB	0.3333333	0.8164966
		BOJ	1.0000000	1.6733201
		BOP	3.6666667	6.5012819
		ERR	1.0000000	1.6733201
		ERS	11.3333333	5.0066622
		STTOT	17.3333333	5.7503623

The SAS System

15:01

Thursday, June 17, 1999 205

Canoni cal Di scri mi nant Anal ysi s

60 Observati ons	59 DF Total
8 Vari ables	56 DF Wi thi n Cl asses
4 Cl asses	3 DF Between Cl asses

Cl ass Level I nformati on

CLUSTER	Frequency	Wei ght	Proporti on
1	18	18.0000	0.300000
2	21	21.0000	0.350000
3	15	15.0000	0.250000
4	6	6.0000	0.100000

Annexe 6

TABLEAU DE CONTINGENCE POUR LES PARCELLES ÉTUDIÉES DANS LE SECTEUR DE LA TUQUE

Annexe 7

PHOTOS



Faible surface terrière, avec érables à sucre



Secteur régénéré en érables à sucre, moyen à fort



Secteur régénéré en érables à sucre faibles, sapins baumiers forts



Secteur régénéré en sapins baumiers, fort



Secteur régénéré en sapins baumiers forts et bouleaux jaunes



Secteur peu régénéré, faible