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

Rapport final

GUIDE SYLVICOLE DE L'UNITÉ D'AMÉNAGEMENT FORESTIER 043-51 SITUÉE DANS LE SOUS-DOMAINE BIOCLIMATIQUE DE LA SAPINIÈRE À BOULEAU BLANC DE L'OUEST

Présenté à :

Kruger Scierie Parent inc.
M. Denis Thibault, ing.f.

ET

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec

Préparé par :

CERFO
Centre Collégial de Transfert de Technologie en foresterie

Guy Lessard, ing.f., M.Sc.
François Guillemette, ing.f., M.Sc.
Emmanuelle Boulfroy, M.Sc.
Sylvie Côté, ing.f, M.Sc.
Odette Ruest, géomaticienne
Carl Thériault, tech.f.

AOÛT 2005

© CERFO 2005-06

TABLES DES MATIÈRES

Liste des annexes iii

Liste des figures iv

Liste des tableaux v

REMERCIEMENTS vi

RÉSUMÉ vii

INTRODUCTION 1

1. LOCALISATION DU TERRITOIRE D'ÉTUDE PAR RAPPORT AU CADRE DE RÉFÉRENCE ÉCOLOGIQUE DU MRNF 3

2. SYNTHÈSE DE L'INFORMATION ÉCOLOGIQUE RÉGIONALE ET DÉTERMINATION DES STATIONS FORESTIÈRES 5

2.1. Synthèse des caractéristiques permanentes du milieu (dépôts de surface, drainage, pente) à l'échelle du peuplement forestier. 5
- **2.1.1.** Méthodologie 5
- **2.1.2.** Résultats 8

2.2. Synthèse écologique du territoire à l'échelle des chantiers de récolte 10
- **2.2.1.** Préparation des données 10
- **2.2.2.** Calcul de familles de risques et contraintes 11
- **2.2.3.** Qualification des familles de risques et contraintes sur la cellule 12
- **2.2.4.** Saison de récolte 12
- **2.2.5.** Résultats 13

2.3. Portrait général du couvert forestier 15
- **2.3.1.** Composition en essences 15
- **2.3.2.** Stades de développement et stades évolutifs 16

2.4. Détermination des stations forestières 18
- **2.4.1.** Concordance entre la donnée identifiant le milieu physique du type écologique et celles de dépôt de surface et de drainage 19
- **2.4.2.** Regroupements des types écologiques en stations forestières 20
- **2.4.3.** Clé de détermination du choix de la station forestière 24

2.5. Potentiel forestier relatif des stations forestières 26

3. FICHES 28

3.1. Utilisation du guide 28

3.2. Description du contenu de la fiche type 31

3.3. Précisions méthodologiques concernant le contenu des fiches 40
- **3.3.1.** Principaux groupes d'espèces indicatrices par région écologique 40
- **3.3.2.** Caractéristiques dendrométriques – IQS 42
- **3.3.3.** Potentiel de régénération après CPRS et retour moyen anticipé 49
- **3.3.4.** Agressivité de la compétition 51
- **3.3.5.** Remarques sur les résultats de régénération et de compétition 51
- **3.3.6.** Susceptibilité au chablis 52
- **3.3.7.** Vulnérabilité à la Tordeuse des bourgeons de l'épinette 54

4. FICHES DESCRIPTIVES DES STATIONS 56

5. SÈRE PHYSIOGRAPHIQUE SYNTHÈSE 145

6. PROPOSITION DE SCÉNARIOS SYLVICOLES 147

6.1. Problématique générale et solution proposée 147

6.2. Principes de base 148

6.3. Bilan des instructions relatives à l'application du règlement sur la valeur des traitements admissibles en paiement des droits 150

6.4. Élaboration d'une grille préliminaire pour le choix des traitements sylvicoles 153

6.4.1. Mise en contexte 153

6.4.2. Méthodologie 156

6.4.3. Propositions de traitements 161

7. RECOMMANDATIONS POUR AMÉLIORER LE GUIDE 172

CONCLUSION 173

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 175

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 - Concordance entre la donnée identifiant le milieu physique du type écologique et celles de dépôt de surface et de drainage **177**

ANNEXE 2 - Comparaison (en % de superficie) de la répartition des classes de hauteurs en fonction de l'âge pour les types écologiques de milieu très humides (37-38-39) **179**

ANNEXE 3 - Détermination du potentiel forestier relatif **183**

ANNEXE 4 - Instructions relatives aux formulaires de suivis **194**

ANNEXE 5 - Grille d'évaluation de la susceptibilité au chablis d'un peuplement **208**

ANNEXE 6 - Grille d'évaluation de la vulnérabilité à la tordeuse des bourgeons de l'épinette d'un peuplement **210**

ANNEXE 7 - Liste des ouvrages de référence recensés pour l'élaboration de la grille préliminaire de traitements sylvicoles **213**

ANNEXE 8 - Codes et définitions des travaux sylvicoles **263**

ANNEXE 9 - Photos des stations **269**

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Localisation de l'unité d'aménagement forestier 043-51 par rapport au cadre de référence du MRNF (sous-régions écologiques et sous-domaines bioclimatiques) 4

Figure 1.1 Classification des niveaux de risques et contraintes ..... En pochette

Figure 2 Classification des niveaux de risques et contraintes ..... En pochette et page 14

Figure 3 Superficies occupées par stade de développement et stade évolutif pour le territoire de l'UAF 043-51 18

Figure 4 Indices de qualité de station pour le bouleau à papier 46

Figure 5 Indices de qualité de station pour l'épinette blanche 46

Figure 6 Indices de qualité de station pour l'épinette noire 47

Figure 7 Indices de qualité de station pour le peuplier faux-tremble 47

Figure 8 Indices de qualité de station pour le pin gris 48

Figure 9 Indices de qualité de station pour le sapin baumier 48

Figure 10 Sère physiographique de l'UAF 043-51 146

Figure 11 Démarche à suivre 148

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Superficies couvertes par sous-régions écologiques ... 3

Tableau 2 Regroupement des classes de drainage ... 7

Tableau 3 Fragilité et traficabilité en fonction des conditions de pente, dépôt, drainage et du type de station ... 8

Tableau 4 Synthèse écologique de l'unité d'aménagement forestier 043-51 ... 9

Tableau 5 Familles de risques et contraintes ... 11

Tableau 6 Regroupement des familles de risques ... 12

Tableau 7 Superficie par famille de risques ... 15

Tableau 8 Groupements d'essences présents sur l'UAF 043-51 par ordre d'importance décroissant ... 16

Tableau 9 Grille pour la détermination du stade de développement en fonction de l'âge et du groupement d'essences cartographiques ... 17

Tableau 10 Attribution des stations forestières en fonction des conditions de pente, de dépôt de surface, de drainage et de type écologique ... 25

Tableau 11 Potentiel forestier relatif des différentes stations présentes sur l'UAF 043-51 ... 27

Tableau 12 Valeurs des IQS actuels par essence et type écologique (tiré de Ménard *et al.* 2000) ... 27

Tableau 13 Signification des pictogrammes ... 38

Tableau 14 Attribution d'un potentiel forestier relatif aux GEI en fonction du potentiel forestier relatif de chaque type écologique ... 41

Tableau 14.1 Correspondance entre les codes d'appellation simplifié et courant des stations forestières ... 43

Tableau 15 Nombre d'études d'arbres par essence et par station ... 44

Tableau 16 IQS moyen par essence et par station ... 44

Tableau 17 Volume marchant moyen à l'âge de maturité par essence et par station selon les tables de rendement du MRN (MAF, 1998) ... 45

Tableau 18 Potentiel de régénération en SEPM basé sur les données 3 et 7 ans après coupe ... 49

Tableau 19 Potentiel de régénération en FI basé sur les données 3 et 7 ans après coupe ... 49

Tableau 20 Grille d'évaluation de l'agressivité de la végétation compétitrice ... 51

Tableau 21 Traitements sylvicoles possibles en fonction du régime et du stade des peuplements à traiter ... 149

Tableau 22 Traitements commerciaux admissibles en paiement des droits 2003-2004 ... 151

Tableau 23 Traitements non commerciaux admissibles en paiement des droits 2003-2004 ... 152

Tableau 24 Personnes contactées pour commenter les grilles de traitements sylvicoles lors du premier envoi (20 février 2004) ... 155

Tableau 25 Personnes contactées pour commenter les grilles de traitements sylvicoles lors du second envoi (11 juin 2004) ... 155

Tableau 26 Comparaison avec la littérature des principes retenus dans les grilles des traitements sylvicoles des futaies ... 160

Tableau 27 Grille d'aide à la sélection de régimes et de traitements sylvicoles ... 164

REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier tout spécialement M. Denis Thibault de Kruger Scierie Parent inc. qui a appuyé le projet depuis le début, ainsi que le Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier (Volet I) pour le soutien financier.

Nous remercions également Mme Sabrina Morissette et MM. Étienne Morin, Carl Thériault et Mathieu Fortin qui ont contribué à la réalisation de la grille préliminaire de traitements sylvicoles, ainsi qu'à la conception des fiches. Nos remerciements s'adressent aussi à tous ceux et celles qui ont révisé les organigrammes de traitements sylvicoles, notamment MM. René Doucet, Marius Pineau, Zoran Majcen, Steve Bédard, André Fortin, Daniel Mailly, Christian Godbout, Brian Harvey, Denis Thibault, Jean-François Desbiens, Jean-Martin Lussier, Jean-Claude Ruel, Luc Gagnon, Charles Tardif et Mme Lise Guay.

Enfin, nous remercions Mesdames Anik Mimeault, Marie-Ève Bédard et Annie Lelièvre pour le traitement de texte et Mme Claire Roy pour la révision de ce rapport.

RÉSUMÉ

La présente étude a pour objet l'élaboration d'un guide sylvicole, pour l'unité d'aménagement forestier 043-51. Un tel outil a pour objectif d'aider les utilisateurs de la forêt (agents du MRNF et bénéficiaires de CAAF) à incorporer la dimension écologique au processus de planification forestière et au diagnostic sylvicole. Plus précisément, il permet, en tenant compte des conditions écologiques présentes, d'identifier les aptitudes et contraintes des différentes stations forestières, d'évaluer les rendements qui peuvent être anticipés et enfin, de proposer des objectifs de production et des stratégies sylvicoles, adaptés aux conditions du milieu. Ce guide s'adresse donc aux sylviculteurs, aux aménagistes, ainsi qu'au personnel terrain œuvrant sur l'unité d'aménagement forestier 043-51 et fournira une base pour optimiser leurs interventions, tout en permettant de sauvegarder l'intégrité des sites et, éventuellement, d'améliorer la qualité de la forêt.

La préparation du présent guide a été entreprise en 2003, en collaboration avec le détenteur de CAAF Kruger inc. Ce guide sylvicole est également disponible en version de poche pour les utilisateurs sur le terrain. L'information qui y est présentée est davantage synthétisée et vulgarisée, rendant le document plus convivial.

Le territoire de l'unité d'aménagement forestier 043-51 se retrouve essentiellement dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'ouest. Quinze stations, décrites dans autant de fiches, formées de regroupements de types écologiques ont été identifiées. Ces fiches présentent une description synthétique des caractéristiques permanentes du milieu (pente, dépôt de surface, drainage), de la composition végétale de la station (groupes d'espèces indicatrices en fonction du potentiel forestier relatif et du régime hydrique, espèces arborescentes, stades évolutifs présents, caractéristiques dendrométriques), et des potentiels et contraintes (potentiel forestier, de régénération, de compétition, effet de la station sur la susceptibilité au chablis, sur la vulnérabilité à la TBE, fragilité, traficabilité). Elles proposent également des groupes de production prioritaire et des éléments pouvant guider la sylviculture.

Parallèlement à l'élaboration de ces fiches, une grille d'aide à la sélection de traitements sylvicoles a été produite et documentée par famille de stades de développement ou de structure. Ainsi, après avoir choisi la production prioritaire parmi la liste des productions recommandées dans chaque fiche synthèse, l'utilisateur de la forêt se réfère à cette grille qui propose une gamme de traitements sylvicoles en fonction, entre autres, de l'objectif de production, l'écologie du site (par le biais des risques, contraintes et qualité de la station), et de certaines variables dendrométriques (capital forestier en croissance, vigueur…). Cette grille est le fruit d'un travail de synthèse important réalisé à partir d'une version préliminaire du guide produite lors de la phase 1, et qui a été soumise à plusieurs experts

québécois en sylviculture et intervenants du milieu forestier. Ces grilles font également référence aux instructions relatives en vigueur. La grille d'aide à la sélection de traitements sylvicoles, comme son nom l'indique, doit aider le choix d'un traitement sylvicole, et non remplacer la démarche diagnostique complète de l'ingénieur forestier.

Enfin, une analyse de la synthèse écologique a été réalisée à l'échelle des chantiers de récolte (3,5 km^2), de façon à répondre à certains besoins spécifiques à la planification forestière : une cote globale de risques et contraintes a été appliquée à chaque cellule de 3,5 km^2, ainsi qu'une recommandation sur la saison de récolte.

Pour finir, il est important de voir ce guide comme un *work in progress*. En effet, il a été réalisé en fonction des informations disponibles au moment de sa conception. Il revient donc maintenant aux utilisateurs de la forêt de se l'approprier, d'y compléter les informations qui étaient manquantes au moment de la conception et d'effectuer le suivi de son application (monitorage), afin de l'améliorer périodiquement.

INTRODUCTION

En vertu de la loi modifiant la Loi sur les forêts (L.R.Q. no 136), les bénéficiaires de contrats d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAAF) sont tenus d'élaborer des plans généraux d'aménagement forestier comprenant, notamment, «une description des stratégies d'aménagement retenues pour l'atteinte des possibilités de coupe à rendement soutenu, des rendements annuels et des objectifs» (art. 52, 3º). Ils doivent aussi produire des programmes quinquennaux «décrivant, en fonction des caractéristiques biophysiques des superficies concernées et des contraintes opérationnelles qui en résultent, les activités d'aménagement à réaliser pour la mise en œuvre des stratégies d'aménagement forestier» (art. 52, 5º).

C'est dans ce contexte que s'inscrit le guide sylvicole conçu pour le territoire de l'unité d'aménagement forestier 043-51 (nord du réservoir Gouin), principalement localisé dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'ouest, qui se veut un outil permettant d'incorporer la dimension écologique au processus de planification forestière. Ainsi, basé sur la classification écologique du MRNF, un tel guide permettra, en tenant compte des conditions écologiques, d'identifier les potentiels et contraintes des différentes stations forestières, d'évaluer les rendements qui peuvent être anticipés et enfin, de proposer des objectifs de production et des stratégies sylvicoles, adaptés aux conditions du milieu. Ce guide s'adresse aux sylviculteurs, aménagistes et au personnel terrain et leur fournira une base pour optimiser leurs interventions, tout en permettant de sauvegarder l'intégrité des sites et, éventuellement, la qualité de la forêt.

De plus, cet outil rend possible l'intégration à la planification forestière des principes des articles 20, 25 et 26 de la Stratégie de protection des forêts, à savoir :

article 20 «Qu'aucune coupe à blanc, même par bandes ou par trouées, ne soit autorisée sur des pentes fortes (>30 %)...»

article 25 «Que les traitements sylvicoles soient planifiés en relation avec les paramètres de fragilité, de vulnérabilité et de régénération des stations forestières...»

article 26 «Que l'insertion des paramètres de fragilité, de vulnérabilité et de régénération se fasse dans les plans général et quinquennal au fur et à mesure de la disponibilité de la cartographie écologique...»

La préparation du présent guide représente une étape supplémentaire dans la démarche d'élaboration d'un outil qui soit le plus complet possible et qui réponde au mieux aux besoins des utilisateurs. Cette démarche a été entreprise en 1994 de façon conjointe par le CERFO et le Service de la recherche du MRNF, lors de l'élaboration d'une première ébauche de guide sylvicole pour l'unité de gestion des Appalaches (Côté et Grondin, 1994). Elle s'est poursuivie en 2000 avec l'élaboration d'un guide sylvicole pour l'aire commune 41-02 (Lessard *et al.*, 2000), puis en 2001 avec la préparation d'un autre guide pour le territoire couvert par l'Agence forestière des Bois Francs (Côté, 2001). Le CERFO a travaillé récemment sur la conception de deux nouveaux guides sylvicoles, un premier pour l'Unité de gestion de Portneuf (UG 31) et un second correspondant au présent projet. Dans le cadre de ces deux projets en cours, le CERFO a travaillé en collaboration avec la Direction des inventaires forestiers du MRNF (M. Jocelyn Gosselin).

Ce guide sylvicole représente une synthèse de l'information écologique régionale. Il présentera, pour chaque station forestière identifiée, une fiche qui comprendra l'ensemble de l'information pertinente que l'on doit retrouver dans le guide sylvicole, soit :

- la description des caractéristiques permanentes du milieu;
- la description de la végétation;
- les caractéristiques dendrométriques;
- les potentiels (forestier, de régénération, de compétition, etc.) et contraintes (fragilité, traficabilité, ainsi que l'effet de la station sur la susceptibilité au chablis et la vulnérabilité à la TBE, etc.,);
- les groupes de production prioritaires;
- des éléments de sylviculture.

Une grille d'aide à la sélection de traitements sylvicoles sera également fournie pour guider l'utilisateur dans ses choix de scénarios sylvicoles.

Une sère physiographique synthèse ainsi qu'une analyse de la synthèse écologique réalisée à l'échelle des chantiers de récolte (3,5 km^2), dans le but de répondre à certains besoins spécifiques à la planification forestière seront également incluses au document.

Une version simplifiée et vulgarisée du guide, en format de poche, sera également produite dans le cadre de ce travail, pour répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs sur le terrain.

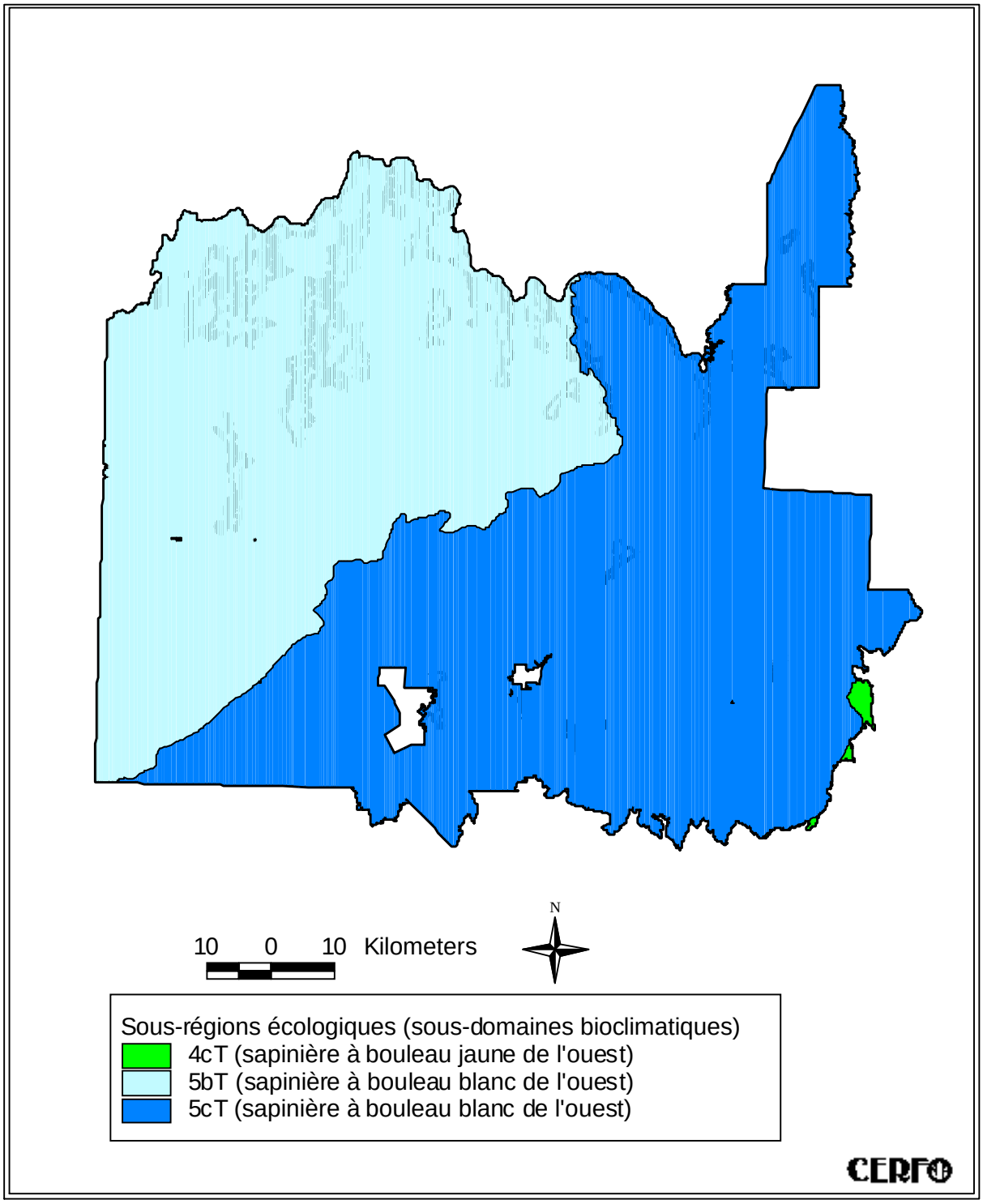
1. LOCALISATION DU TERRITOIRE D'ÉTUDE PAR RAPPORT AU CADRE DE RÉFÉRENCE ÉCOLOGIQUE DU MRNF

Le territoire de l'unité d'aménagement forestier 043-51 est principalement localisé dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'ouest (Tableau 1 et Figure 1). Une très faible portion du territoire d'étude se retrouve dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'ouest. Cette portion est tellement faible (0,2 %), qu'elle n'a pas été distinguée dans l'analyse du territoire.

Tableau 1 Superficies couvertes par sous-régions écologiques

SOUS-DOMAINES BIOCLIMATIQUES	SOUS RÉGIONS ÉCOLOGIQUES	SUPERFICIE TOTALE (HA)
Sapinière à bouleau blanc de l'ouest	5cT (Coteau du Réservoir Gouin)	570 193
	5bT (Collines du Lac Lareau)	451 427
Sapinière à bouleau jaune de l'ouest	4cT (Collines de la Rivière Vermillon)	2 358
	Superficie totale de l'UAF 043-51	**1 023 378**

Figure 1 **Localisation de l'unité d'aménagement forestier 043-51 par rapport au cadre de référence du MRNF (sous-régions écologiques et sous-domaines bioclimatiques)**



2. SYNTHÈSE DE L'INFORMATION ÉCOLOGIQUE RÉGIONALE ET DÉTERMINATION DES STATIONS FORESTIÈRES

2.1. SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES PERMANENTES DU MILIEU (DÉPÔTS DE SURFACE, DRAINAGE, PENTE) À L'ÉCHELLE DU PEUPLEMENT FORESTIER.

2.1.1. Méthodologie

Un regroupement des caractéristiques permanentes du milieu s'impose devant la multitude des types géomorphologiques[1] présents sur le territoire d'étude. Ce regroupement a en effet pour objectif d'aider à la lecture et à la compréhension du territoire, en réalisant des familles de dépôt-drainage-pentes qui présentent des similitudes au niveau (1) du potentiel forestier et (2) des aptitudes et contraintes associées aux opérations forestières. Cette synthèse écologique a été réalisée sur la base des données de pente, dépôt de surface et drainage provenant de la carte écoforestière du 3e inventaire forestier décennal. Le lien entre les données de dépôts de surface et celles de texture et de pierrosité a été fait à partir du rapport de classification du domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'ouest (Grondin *et al.*, 1999). Les principaux regroupements réalisés sont basés sur les principes suivants (inspirés de CERFO, 1998) :

1. **Pente**. Les classes de pentes ont été regroupées en 4 classes, en fonction de leur impact au niveau de la fragilité du site et des contraintes d'exploitation qu'elles présentent. Ainsi, les classes F, E et D correspondant respectivement à une force supérieure ou égale à 41 %, comprise entre 31 et 40 % et comprise entre 16 et 30 % ont été distinguées dans 3 classes à part, alors que les classes A, B, C ont été regroupées en une même classe (force de pente comprise entre 0 et 15 %), car la pente ne présente alors aucune contrainte de traficabilité.

   Les pentes F constituent une classe à part, puisque ces dernières correspondent à des sites très fragiles compte tenu des risques d'érosion associés à la pente, auxquels s'ajoutent fréquemment des risques de scalpage associés aux dépôts de faible épaisseur. D'autre part, la circulation de la machinerie s'avère très difficile sur les pentes abruptes. Étant donné l'importance des contraintes sur ces sites, ils sont classés inaccessibles pour l'exploitation forestière.

1. Type géomorphologique : combinaison de dépôts meubles (profondeur, texture, pierrosité), pente et humidité du sol.

Les classes de pentes E et D comportent toujours des risques d'érosion qui s'amenuisent à mesure que la pente diminue. Un risque de scalpage du sol est également présent lorsque le dépôt est classé R, R1A, ou M1A. Les pentes D et E entraînent aussi des contraintes d'accessibilité dont l'intensité varie en fonction de la classe de pente (de contraignant pour les pentes E à un peu contraignant pour les pentes D). Enfin, lorsque le sol est de faible épaisseur (dépôts R, R1A ou M1A), une contrainte de rugosité du sol s'ajoute.

2. **Épaisseur et pierrosité du sol.** La faible épaisseur d'un sol entraîne des risques de scalpage du sol (dépôts R, R1A et M1A). Une pierrosité importante induit quant à elle une contrainte de rugosité (dépôts 1AD, 1B, 1BD, 1BF, 1BP, 1BT, 2A, 2AE, 2AK, et 2AT). Les dépôts minces (dépôts R, R1A et M1A) induisent aussi une contrainte de rugosité. La fertilité d'un site est également influencée par ces paramètres, puisque la prospection des racines peut, par exemple, être limitée dans un sol dont l'épaisseur est inférieure à 50 cm. Les dépôts ont donc été regroupés en 2 classes en fonction de l'épaisseur du sol :

   - aucune limitation au développement racinaire sur les sols épais : 1A (+1m), 1AY (50cm-1 m);
   - limitation au développement racinaire sur les sols minces à très minces : dépôts 1AM (minces sans affleurements rocheux), M1A (0-25 cm sans affleurements rocheux), R1A (0-50 cm d'épaisseur avec présence fréquente d'affleurements rocheux) et R (0-50 cm d'épaisseur avec présence très fréquente d'affleurements rocheux).

   Les dépôts identifiés à forte pierrosité dans le rapport de classification écologique du MRNF (Grondin *et al.* 1999) ont également été regroupés dans une classe à part (notamment 2A, 1BD, 2AE), présentant des contraintes de rugosité.

3. **Humidité du sol**. Une forte humidité (drainage de classes 4, 5 ou 6) entraîne des risques de remontée de la nappe phréatique en cas de retrait du couvert végétal, ainsi que des contraintes de solidité du sol auxquelles sont associés des risques d'orniérage. La présence d'un drainage latéral (ou seepage) peut entraîner des risques d'érosion (qui augmentent avec la pente), et est aussi garant d'un milieu dont le potentiel forestier est parmi les meilleurs lorsqu'il accompagne un drainage de classe « 3 » (Bélanger *et al.*, 1995). Un milieu très sec (classes de drainage 0 et 1) est également à

distinguer car son potentiel forestier devrait être plus faible que dans un secteur bien drainé. L'humidité du sol a donc été regroupée selon les classes suivantes (Tableau 2) :

Tableau 2 Regroupement des classes de drainage

Regroupement et terminologie employée	**Xérique**		**Mésique**		**Mésique avec seepage**	**Sub-hydrique**	**Hydrique**	
Classes de drainage	**(00)** excessif	**10-(16)** rapide	**20-(21-23)** bon	**30-(32-33-34)** modéré	**31** modéré avec seepage	**40-41-(44)** imparfait	**50-(51-54)** mauvais	**60-61** très mauvais

Note : La présence des classes de drainage indiquées entre parenthèses est marginale (elles occupent moins de 1 000 ha sur l'UAF).

4. **Texture du sol**. La classe texturale d'un sol représente l'un des facteurs pouvant influencer la fertilité d'un site. Elle est définie par les proportions relatives de sables, limons et argiles. Deux classes texturales sont présentes sur le territoire d'étude : grossière et moyenne. Globalement, on peut s'attendre à avoir une fertilité supérieure sur un sol de texture moyenne par rapport à un sol de texture grossière. Cette règle de base est à moduler en fonction du type écologique.

Une clé synthèse pour l'évaluation de la fragilité et des contraintes de traficabilité est présentée au Tableau 3.

Tableau 3 Fragilité et traficabilité en fonction des conditions de pente, dépôt, drainage et du type de station

Pente	Drainage	Dépôt	Station(s)	Contraintes à la traficabilité[1]	Fragilité[2]
F	10-20	mince	___F	Inaccessible	Très élevée (c,é)
E	10-20	R, R1A, M1A	___E	Très élevées(r,p)	Élevée(c,é)
E	20-30	> 25 cm	___E	Très élevées (p)	Élevée (é)
D	10-20	R, R1A, M1A	___D-m	Élevées(r,p)	Élevée(c,é)
D	20	> 25 cm	___D-é/D-m	Modérées(p)	Modérée(é)
D-(E)	31	till épais	___s	Élevées(s)	Élevée(é,o)
A-C	31	till épais	___s	Modérées(s)	Modérée(é,o)
A-C	10-20	R, R1A, M1A	___m	Élevées(r)	Élevée(c)
A-C	20	1AM	___m	Aucune	Peu fragile
A-C	20-30	grossier	___g	Aucune	Peu fragile
A-C	20-30	gros. et pierreux	___gp	Élevées(p)	Peu fragile
A-C	20-30	till épais	___2	Aucune	Peu fragile
A-C	40	moyen/grossier	___5	Modérées(s)	Modérée(o,n)
A-C	41	moyen/grossier	___5	Modérées(s)	Modérée(o,n,é)
A-C	50,51,60,61	organique/minéral	____8/9	Très Élevées(s)	Élevée(o,n)

[1] : s : solidité ; r : rugosité (pierrosité) ; p : pente

[2] é : érosion ; o : orniérage ; c : scalpage du sol ; n : remontée de la nappe

Notons que le potentiel forestier relatif sera présenté ultérieurement, car il a été modulé, non seulement en fonction des caractéristiques permanentes du milieu, mais aussi en fonction de la végétation potentielle que l'on retrouve sur certains de ces milieux (type écologique).

2.1.2. Résultats

La figure 1.1 (en pochette à la fin du rapport en format papier et/ou en format informatique sur un CD) et le Tableau 4 présentent les différentes classes de la synthèse écologique en fonction des principaux risques et contraintes, en ajoutant dans certains cas un gradient d'intensité. Les risques et contraintes sont présentés selon un gradient de peu (+) à très fragile ou contraignant (+++). Une cote globale de fragilité et de traficabilité a été attribuée dans le but de concevoir deux cartes synthèse des risques et contraintes majeurs affectant le territoire d'étude. Figure également une description des classes de pente, dépôt de surface et drainage composant chaque classe. La

superficie occupée par chaque association de pente-dépôt-drainage par rapport à la superficie totale de la classe est présentée en exposant. Les associations occupant moins de 5 % de la superficie de la classe ne sont pas présentées dans ce tableau.

Tableau 4 Synthèse écologique de l'unité d'aménagement forestier 043-51

	Synthèse écologique	Description de la classe Pente-dépôt-drainage[1]	Risques[2]		Contraintes[2]		Superficie	
			Fragilité	Cote globale[3]	Traficabilité	Cote globale[4]	Ha	%
Contraintes de **PENTE** (et **ÉPAISSEUR DE SOL** parfois) ; pb **accessibilité**, de **rugosité** - risque d'**érosion** (et de **scalpage** parfois)	pente F sur sol mince à très mince avec roc mésique	Pentes F. R1A-20^{41} ; 1AM-20^{26} ; 1AY-20^{10} ; R1A-10^{10} ; R-10^{5}	**érosion** (+++), **scalpage** (+++)	**+++(e,c)**	**inaccessible, rugosité** (++)	**+++(p,r)**	17 055	2
	pente E sur sol d'épaisseur variable inférieure à 1m, mesique	Pente E. 1AY-20^{42} ; 1AM-20^{38} ; R1A-20^{15}	**érosion** (++), **scalpage** (+1AY à ++1AM, R1A)	**++(e,c)**	**accessibilité** (++), **rugosité** (++)	**++(p,r)**	34 008	4
	pente D sur sol mince à très mince mésique	Pente D. 1AM-20^{70} ; R1A-20^{20} ; 1AM-30^{8}	**érosion** (++), **scalpage** (++)	**++(e,c)**	**accessibilité** (+)	**+(p)**	25 836	3
	pente D sur sol épais mésique	Pente D. 1AY-20^{53} ; 1AY-30^{32} ; 1A-30^{10} ; 2A-20^{2} ; 1A-20^{2}	**érosion** (++), **scalpage** (+1AY)	**++(e,c)**	**accessibilité** (+)	**+(p)**	110 790	14
Contraintes d'**ÉPAISSEUR DE SOL** ou de **RUGOSITÉ** : risque de **scalpage** - pb de **rugosité**	sol mince à très mince (avec roc) mésique	Pentes A-C. 1AM-30^{60} ; 1AM-20^{20} ; R1A-30^{11} ; R1A-20^{6}	**scalpage** (++)	**++(c)**	**s/o**	**-**	32 287	4
	text. grossière avec forte pierrosité mésique	Pentes A-C. 2A-20^{69} ; 1BD-30^{11} ; 2AE-20^{5} ; 2A-30^{5} ; 1BD-20^{4}	**s/o**	**-**	**rugosité** (++)	**++(r)**	46 741	6
Contraintes d'**HUMIDITÉ** : risque d'**orniérage**, de **remontée de la nappe** (d'**érosion** parfois) - pb de **solidité**	milieu hydrique	Pentes A-C. 7T-60^{96} ; 1A-50^{21} ; 7E-60^{12} ; 7T-61^{4}	**orniérage** (+++), **remontée nappe** (+++)	**+++(o,n)**	**solidité** (+++)	**+++(s)**	30 768	4
	milieu subhydrique	Pentes A-C. 1A-40^{79} ; 2BE-40^{15} ; 1A-41^{4}	**orniérage** (++), **remontée nappe** (++)	**++(o,n)**	**solidité** (++)	**++(s)**	64 048	8
	text. moyenne mésique avec seepage	Pentes A-C. 1A-31^{98}.	**érosion (++), orniérage (++)**	**++(e,o)**	**solidité** (++)	**++(s)**	14 094	2
AUCUNE contrainte	text. moyenne mésique	Pentes A-C. 1A-30^{69} ; 1AY-30^{29} ; 1AY-20^{2}	**orniérage possible** (dr30)	**+(o)**	**s/o**	**-**	372 906	47
	text. grossiere mésique	Pentes A-C. 2BE-20^{70} ; 2BE-30^{29}	**s/o**	**-**	**s/o**	**-**	56 648	7
							805 181	100
	EAU						146 191	
	DH ou AL						64 011	
	autres improductifs						6 432	
	données manquantes						808	
							1 022 623	

[1] L'exposant représente le pourcentage de superficie occupé par le type éco ou la combinaison de dépôt-drainage par rapport à la surface totale de la station.

[2] +++ : **très** contraignant ou fragile
++ : contraignant ou fragile
+ : **un peu** contraignant ou fragile

[3] o : orniérage
n : remontée de la nappe
e : érosion
c : scalpage

[4] p : pente
s : solidité
r : rugosité

Les résultats de la synthèse écologique montrent que **plus de la moitié du territoire d'étude** (54 % de la superficie forestière productive) **ne présente pas risques et contraintes majeurs**. Seul un léger risque d'orniérage est possible dans certains cas.

Les principaux risques rencontrés sur ce territoire (**23 % de la superficie forestière productive**) sont des **risques importants combinés d'érosion et de scalpage**, associés principalement aux

milieux sur pentes D, E et F et de sols dont l'épaisseur est inférieure à 1 mètre. La principale contrainte de traficabilité associée à ces milieux est l'**accessibilité** (un peu contraignante sur 17 %, contraignante sur 4 % et extrêmement contraignante (secteurs inaccessibles) sur 2 % de la superficie forestière productive).

Suivent des **risques d'orniérage et de remontée de la nappe** associés à la présence de drainage humide et très humide **sur 11 % de la superficie forestière productive**. Ces milieux présentent également une **contrainte de solidité du sol** importante.

Finalement, **6 % de la superficie forestière productive présente une contrainte de rugosité**, de par la présence de dépôts de surface présentant une forte pierrosité.

2.2. SYNTHÈSE ÉCOLOGIQUE DU TERRITOIRE À L'ÉCHELLE DES CHANTIERS DE RÉCOLTE

Pour répondre à certains besoins spécifiques à la planification forestière, une seconde synthèse écologique, distincte de la première, a été réalisée. Cette synthèse vise à qualifier des parcelles du territoire (cellules hexagonales de 3,5 km²) pour aider la planification des chantiers de récolte, particulièrement en terme de saison de récolte. Pour y parvenir, le territoire a été qualifié à l'aide de familles de risques et contraintes.

2.2.1. Préparation des données

Le territoire a été divisé en cellules hexagonales d'une superficie de 3,5 km^2. Chaque cellule a son identifiant unique afin pouvoir en retracer la source, une fois subdivisée par des limites de polygones écoforestiers.

Les cellules hexagonales ont été fusionnées (*Union*) avec les polygones écoforestiers afin que tout le territoire forestier soit redécoupé en fonction des limites des cellules. Ainsi, chaque polygone écoforestier contient une valeur d'identifiant de cellule.

Les polygones écoforestiers dont le code de terrain (TCO_CO) indiquait l'absence de volume marchand sur pied ont été retirés. Cependant les polygones écoforestiers dont le code de terrain correspondait aux valeurs suivantes : aulnaie (AL), dénudé humide (DH) et dénudé sec (DS) ont été conservés puisqu'ils peuvent présenter une contrainte opérationnelle. Ainsi, 4440 ha de terrain ont été retirés de la base de données.

2.2.2. Calcul de familles de risques et contraintes

Les familles de risques et contraintes ont été attribuées par polygone écoforestier selon le Tableau 5. Les fondements de ces familles sont basés sur les mêmes aspects que ceux discutés à la section 2.1.

Tableau 5 Familles de risques et contraintes

Pentes D-E-F(+15%)	+++ (e, c) / +++ (p, r) *	Inaccessible
	+++(e, c) / ++ (p, r) *	Pente D ou E
	++ (e, c) / + (p, r) *	
Sols minces	++ (c) / *	Pente A, B ou C
Humides - Très humides	+++ (o, r) / +++ (s) *	
	++ (o, r) / ++ (s) *	
Drainage latéral (milieu riche)	++ (e, o) / ++ (s) * (site à seepage)	
Mésiques - Tills (classe dominante)	+ (o) *	
Sables mésiques	- / ++ (r) *	
	- / - *	
Improductifs ou données manquantes		

RISQUES	CONTRAINTES	NIVEAU
* e = Érosion c = Scalpage o = Orniégare r = Remontée de la nappe phréatique	p = Pente r = Rugosité s = Solidité	+++ = Très élevé ++ = Élevé + = Peu élevé

Chacune des cellules étant formées d'un ou plusieurs polygones écoforestiers, nous avons calculé un sommaire de la superficie occupée par chaque famille, pour chaque cellule. Le pourcentage de superficie occupée par chaque famille a ensuite été calculé sur la surface de terrain (eau exclue) de chaque cellule.

2.2.3. Qualification des familles de risques et contraintes sur la cellule

Les cellules ayant 40 % et plus de superficie occupée par une seule famille de risques et contraintes se sont vues automatiquement qualifiées de cette famille en question. Les cellules dont aucune famille couvrait au moins 40 % de la superficie ont été regroupées suivant leur niveau de risques (Tableau 6).

Tableau 6 Regroupement des familles de risques

FAMILLE DE RISQUES DU POLYGONE ÉCOFORESTIER	REGROUPEMENT DE NIVEAU DE RISQUES
Pentes D-E-F(+15 %)	Très élevé - élevé
Sols minces	
Humides – Très humides	
Drainage latéral	
Mésiques – Tills (classe dominante)	Peu élevé - nul
Sables mésiques	

2.2.4. Saison de récolte

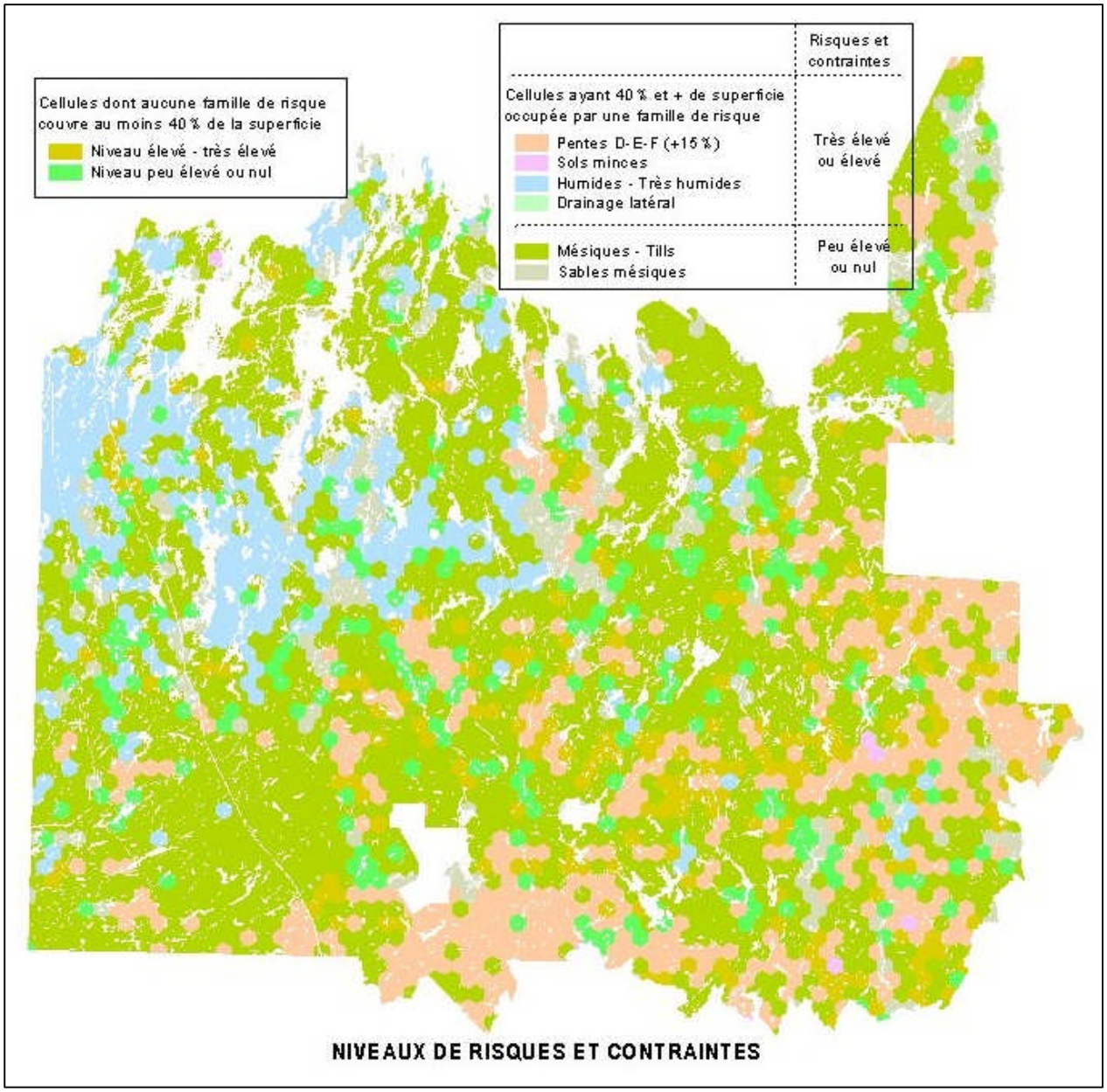
La saison de récolte a été déterminée suivant la qualification de la famille de risques ou du niveau de risques de la cellule.

FAMILLE DE RISQUES DE LA CELLULE	SAISON DE RÉCOLTE
Mésiques - Tills	Été
Sables mésiques	Été
Pentes D-E-F(+15 %)	Favoriser hiver
Humides – Très humides	Hiver
Sols minces	Hiver
Drainage latéral	Hiver
NIVEAU DE RISQUES	
Peu élevé - nul	Été
Très élevé - élevé	Hiver

2.2.5. Résultats

La Figure 2 (une carte à l'échelle 1 :150 000 est également disponible en pochette en format papier et/ou en format informatique sur un CD), représente la classification des niveaux de risques et contraintes de l'ensemble du territoire re-découpé par cellules et démontre que celles-ci sont naturellement regroupées.

Figure 2 Classification des niveaux de risques et contraintes



On peut noter que les familles de risques et contraintes Humides et Très humides se retrouvent principalement au nord-ouest du secteur et que le Mésique-Tills (classe dominante) se situe principalement au sud-ouest en s'étendant graduellement dans le reste de l'UAF 043-51. Les familles de risques Pentes D-E-F(+15%) sont principalement situées au Sud et à l'est du secteur.

Tableau 7 Superficie par famille de risques

CELLULES	RISQUES ET CONTRAINTES	SAISON DE RÉCOLTE	SUPERFICIE	% DE LA SUPERFICIE TOTALE
FAMILLES DE RISQUES				
Familles couvrant 40 % et plus de la superficie	Pentes D-E-F(+15 %)	Hiver	144 936 ha	16,7
	Sols minces	Favoriser hiver	1744 ha	0,2
	Humides – Très humides	Favoriser hiver	91727 ha	10,5
	Drainage latéral	Favoriser hiver	0	0,0
	Mésiques – Tills	Été	447 339 ha	51,4
	Sables mésiques	Été	55 598 ha	6,4
NIVEAU DE RISQUES				
Familles couvrant moins de 40 % de la superficie de la cellule	Élevé – Très élevé	Hiver	61 354 ha	7,1
	Peu élevé - Nul	Été	67 460 ha	7,8

Le Tableau 7 démontre que plus de 85 % des cellules de la surface terrière du territoire ont été qualifiées sur la base des familles de risques par cellule. Nous pouvons également remarquer que la famille de risques Mésique – Tills couvre plus de 50 % de l'UAF 043-51. Quant à la saison de récolte, l'été est grandement majoritaire avec un peu plus de 65 % du territoire.

Notez que la famille de risque Drainage latéral se situe en bordure de l'UAF et couvre une seule partie de cellule, ce qui explique sa faible superficie ne totalisant pas un hectare.

2.3. PORTRAIT GÉNÉRAL DU COUVERT FORESTIER

2.3.1. Composition en essences

L'UAF 043-51 est constituée majoritairement de peuplements de type résineux purs (44,5 % de la superficie forestière productive totale). Suivent les peuplements de type mélangé (31,7 %), les peuplements feuillus purs (13,5 %) et enfin, les strates en régénération dont le type de couvert n'est pas identifié (10,3 %). Les groupements d'essences occupant plus de 2 % sur le territoire de l'UAF 043-51 sont présentés par ordre décroissant d'importance dans le Tableau 8.

Tableau 8 Groupements d'essences présents sur l'UAF 043-51 par ordre d'importance décroissant

Groupements d'essences	% par rapport à sup. for. prod. totale [1]
R EE	18,6
BR	6,0
F BBBB	6,0
R PGPG	5,5
R PGE	5,2

Groupements d'essences	% par rapport à sup. for. prod. totale [1]
M CT	5,2
R EPG	4,6
M BBBBS	4,1
R CT	3,0

Groupements d'essences	% par rapport à sup. for. prod. totale [1]
F PEBB	2,6
F BBPE	2,5
M es [2]	2,3
M EBB	2,1

[1] *: Seuls les groupements d'essences occupant 2 % de la superficie forestière productive ou plus sont mentionnés.*

[2] : *Épidémie sévère*

2.3.2. Stades de développement et stades évolutifs

Les stades évolutifs retenus se décrivent comme suit (Robert et Saucier, 1990) :

Stade des essences de lumière : Ce stade représente les groupements de transition dont le couvert principal est composé presque exclusivement d'espèces intolérantes ou semi-tolérantes à l'ombre, quelle que soit la classe d'âge du peuplement. On regroupe dans la catégorie « espèces intolérantes ou semi-tolérantes appartenant au stade d'essences de lumière» essentiellement le peuplier faux-tremble (PET), le bouleau blanc (BOP), le pin gris (PIG) et le mélèze (MEL).

Stade intermédiaire : À ce stade, les essences de lumière forment encore l'étage principal du groupement. Les essences tolérantes à l'ombre des groupements finaux forment un sous-étage continu, intermédiaire ou codominant, permettant de prévoir l'évolution future du groupement. On regroupe dans la catégorie « espèces tolérantes à l'ombre ou semi-tolérantes de stade stable » essentiellement le sapin baumier (SAB), les épinettes (EPN, EPR, EPB), le thuya (THO) et le pin blanc (PIB).

Stade de faciès : On atteint le stade de faciès lorsque les essences des groupements finaux viennent former le couvert principal du groupement mais qu'une portion variable du couvert est occupée par des espèces intolérantes ou semi-tolérantes, de transition, indiquant une perturbation passée. Généralement à ce stade, les essences de transition sont présentes aux étages dominants ou codominants et sont plus âgées (ou au moins du même âge) que les essences des groupements finaux.

Stade stable : Au stade stable, le groupement, peu importe sa classe d'âge, est composé presque exclusivement d'essences pouvant se régénérer sous les conditions du couvert. Le groupement final est en équilibre avec le milieu où il pousse et peut se perpétuer sans grands changements dans la composition du couvert, s'il n'y a pas de perturbation majeure. Généralement, il est composé d'essences tolérantes ou semi-tolérantes à l'ombre.

Les strates en régénération sans essence et sans type de peuplement ont été classées dans le stade pionnier, sauf les PLR sans type de couvert qui ont été mises en stade intermédiaire. Les peuplements feuillus sans essence en régénération, ont été classés dans le stade d'essences de lumière, les mélangés sans essence en régénération, ont été classés dans le stade intermédiaire et les résineux sans essence en régénération, dans le stade faciès. Les plantations résineuses ayant un type de couvert mélangé ont été classées dans le stade faciès, alors que les plantations résineuses ayant un type de couvert résineux ont été mises dans le stade stable.

Le Tableau 9 présente la définition des stades de développement attribuée à chaque groupement d'essences cartographiques en fonction de son âge cartographique.

Tableau 9 Grille pour la détermination du stade de développement en fonction de l'âge et du groupement d'essences cartographiques

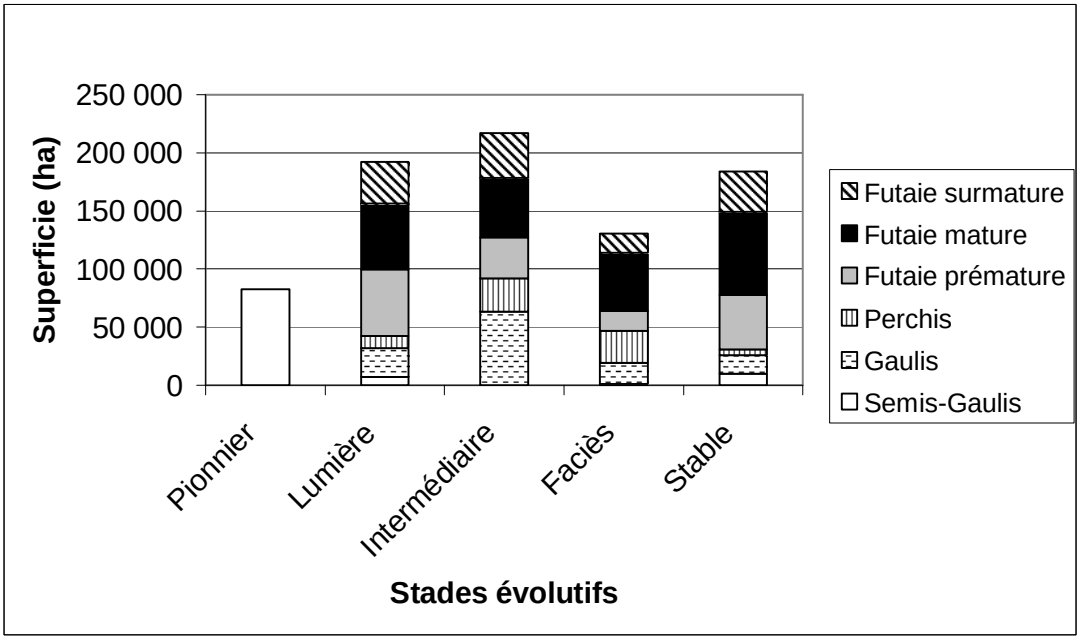
Groupements d'essences cartographiques	Classe d'âge cartographique								
	0-5	**5-10**	**30**	**JIN**	**50**	**70**	**VIN**	**90**	**120**
BB, PE, FI, PG, ME	S	G	P	P	FP	FM	FS	FS	FS
SS, R	S	G	P	P	FM	FM	FS	FS	FS
EE	S	G	G	P	FP	FM	FM	FM	FS

S : semis
G : gaulis
P : perchis
FP : futaie prémature
FM : futaie mature
FS : futaie surmature

Comme le montre la Figure 3, le territoire d'étude est occupé majoritairement par le stade de futaie mature (29 % de la superficie forestière productive), suivi par ceux de futaie prémature, futaie surmature, gaulis et semis-gaulis (chacun de ces stades couvre respectivement 19, 16, 15 et 13 %). Le stade de perchis est le moins représenté avec seulement 9 % de la superficie totale.

En ce qui concerne les stades évolutifs, trois principaux stades couvrent environ ¼ du territoire (intermédiaire avec 27 %, de lumière avec 24 % et stable avec 23 %). Le stade de faciès est présent quant à lui sur 16 % de la superficie totale, et le stade pionnier sur 10 %.

Figure 3 Superficies occupées par stade de développement et stade évolutif pour le territoire de l'UAF 043-51



2.4. DÉTERMINATION DES STATIONS FORESTIÈRES

Une station forestière se définit comme une « unité de planification forestière dont les caractéristiques bioclimatiques, physiques et végétales impliquent des potentiels et contraintes sylvicoles donnés » (OIFQ, 2000). Les stations forestières ont donc été déterminées en regroupant plusieurs types écologiques au sein d'une même classe de la synthèse écologique, en fonction de leur similarité au niveau du potentiel forestier, des risques et des contraintes.

La représentativité des types écologiques sur l'ensemble du territoire a également été considérée lors des regroupements.

Avant de regrouper les types écologiques en stations forestières, il importe de vérifier la cohérence entre la donnée identifiant le milieu physique du type écologique et celles de dépôt de surface et de drainage.

2.4.1. Concordance entre la donnée identifiant le milieu physique du type écologique et celles de dépôt de surface et de drainage

Le quatrième caractère du type écologique identifiant le milieu physique a été confronté aux données de dépôt de surface et de drainage présentes dans la base de données écoforestière, de manière à vérifier s'il y concordance.

Suite à cette recherche, il est apparu à plusieurs reprises certaines incohérences entre le dernier chiffre du type écologique et la nature des dépôts de surface et du drainage. En fait, dans le cas de la **donnée de dépôt**, ces incohérences touchent essentiellement les types écologiques se terminant par « 0 », car chez les autres types écologiques, plus de 95 % de la superficie couverte par un type écologique montre une bonne concordance entre le dernier chiffre du type écologique et les données de dépôts de surface et de drainage (Annexe 1). Dans le cas des types écologiques se terminant par « 0 », il est fréquent de rencontrer des dépôts de surface minces (1AM) alors que ces types écologiques caractérisent normalement des dépôts très minces. Il semble donc exister une certaine confusion au niveau de l'identification de ces types écologiques. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'épaisseur du sol est l'une des variables les plus difficiles à évaluer lors de l'exercice de photo-interprétation. Mais il est important de noter que les photo-interprètes ont également la consigne de qualifier le type écologique de « 0 » même si le dépôt est mince (25 - 50 cm), dans les cas où le peuplement concerné est compris dans un secteur où il y a abondance de dépôts très minces (< 25 cm) (Jocelyn Gosselin, MRNF, comm. personnelle).

Pour ce qui est de la **donnée de drainage**, les incohérences que l'on retrouve sur plus de 5 % de la superficie occupée par le type écologique, concernent principalement le cas des drainages hydriques (RS37-RS38-RE38) dont le drainage est parfois de la classe des subhydriques (40-41). Les cas de mauvaise concordance sont souvent associés à la classe 41, qui semble avoir été souvent regroupée avec les types écologiques des sites hydriques.

Ainsi, en général, on observe une bonne concordance entre les données de dépôt de surface, de drainage et du type écologique.

Il existe cependant certaines exceptions qui ont été examinées au cas par cas. Ainsi, les codes de dépôts inexistants ont été corrigés (1 pour 1A, 1M pour 1AM, 1Y pour 1AY et R7T pour R). Ensuite, les incohérences entre la classe de drainage et le type de milieu physique ont été examinées et la classe de drainage a été modifiée lorsqu'il y avait des indications dans la base de données qui permettaient de remettre en cause sa validité. Ainsi, les drainages 20, 30 et 40 sur dépôt 7T ont été révisés et corrigés sur la base des milieux physiques des types écologiques (dr=50 pour les milieux 7, 8 ou 9). Les dépôts organiques minces sur pentes F correspondent généralement à la classe de drainage complexe 16, sur dépôt R ou R1A (milieu 0). Les drainages 40, 50 ou 60 dans des types écologiques de milieu 2 sur pentes D ont été corrigés pour 30. Les drainages 50 ou 60 associés à des types de milieux 2 ont été corrigés pour 30 lorsqu'il y avait des indications permettant d'accorder une préséance au milieu physique associé au type écologique (ex : présence de PIG dans le peuplement). Ces cas ayant fait l'objet d'une correction ont touché une vingtaine de strates tout au plus. Autrement, la priorité a été accordée aux données de dépôt et de drainage.

2.4.2. Regroupements des types écologiques en stations forestières

La constitution des stations forestières a été faite en utilisant deux critères de base distincts. Une première façon d'aborder le regroupement est basée sur la synthèse écologique qui indique la présence de contraintes majeures affectant soit le potentiel forestier, soit la fragilité du site ainsi que sa traficabilité, peu importe la végétation qu'on y retrouve.

Une seconde considère plutôt la végétation potentielle qui permet de subdiviser des éléments de la synthèse écologique de façon à obtenir une meilleure définition du potentiel forestier et aussi, de mieux caractériser des groupes de production potentiels.

La première station formée regroupe l'ensemble des types écologiques sur **pentes F** qui correspond aux sites inaccessibles. Elle désigne donc un complexe de végétation sur pentes F (désignée par le code : 01-penteF).

La seconde station formée intègre tous les types écologiques sur **drainage 31 en pentes A-E** qui correspondent aux sites présentant le meilleur potentiel forestier. Elle regroupe à la fois les

végétations potentielles RS (49 %), MS (39 %) et RE (12 %), qui n'ont cependant pas été distinguées au niveau des stations, puisque l'enrichissement du milieu par la présence du drainage latéral rend le potentiel de ces milieux le plus élevé du territoire d'étude. Elle réfère donc à un complexe de végétation sur sites mésiques à seepage (désignée par le code : 11-seepage).

La troisième station constituée rassemble tous les types écologiques sur **pentes E** à l'exception des sites mésiques à seepage regroupés dans la station précédente. Ces sites sont caractérisés par une fragilité élevée et des contraintes à la traficabilité très élevées. Cette station regroupe les végétations potentielles MS (47 %), RS (39 %) et RE (14 %) et une proportion importante de dépôts minces (55 %). Son potentiel forestier a été classé entre celui des pentes D sur dépôts épais et celui des pentes D sur dépôts minces. Elle représente donc un complexe de végétation sur pentes E (désignée par le code : 02-penteE).

Les deux stations suivantes regroupent les sites sur pentes D. Une première est formée des **dépôts minces en pente D.** Cette station est caractérisée par un potentiel forestier modéré, limité par la faible épaisseur des dépôts, une fragilité élevée à modérée (sur 1AM), des contraintes de traficabilité élevées à modérées (sur 1AM). Les différentes végétations potentielles sont regroupées, mais nettement dominées par une tendance résineuse : RS (48 %), RE (31 %) et MS (21%). Elle réfère donc à un complexe de végétation sur dépôts minces en pente D (désignée par le code : 03-minceD).

La suivante est formée des sites sur **dépôts épais en pente D**. Cette station se caractérise par une fragilité modérée et des contraintes à la traficabilité modérées. Son potentiel forestier est classé très élevé. Cette évaluation est reliée aux différentes végétations potentielles, qui sont encore là regroupées, mais, dans ce cas, plutôt dominées par la tendance mélangée : MS (69 %), RS (24 %) et RE (6 %). Elle désigne donc un complexe de végétation sur dépôts épais en pente D (code : 04-MS22D).

Ensuite, les **dépôts minces en pentes douces** (A-C) ont été regroupés pour former la station suivante. Celle-ci est caractérisée par un potentiel forestier modéré, limité par la faible épaisseur des dépôts, ainsi que par une fragilité élevée (sauf sur 1AM) et des contraintes de traficabilité élevées (sauf sur 1AM). Les différentes végétations potentielles sont regroupées, mais dominées par les tendances résineuses : RE (47 %), RS (42 %) et MS (11 %). Elle réfère donc à un complexe de végétation sur sols minces en pentes douces (code : 05-mince).

Pour l'étape suivante, les milieux **hydriques** ont été considérés, compte tenu des contraintes importantes qu'ils présentent pour la croissance des arbres, de leur fragilité élevée et leurs contraintes de traficabilité très élevées. Cette portion de la synthèse écologique a été scindée en deux stations forestières, puisqu'il semble que les types écologiques se terminant par 38 sont des milieux où la croissance des arbres est meilleure, en comparaison avec les milieux 37 et 39. On a en effet comparé la hauteur des peuplements présents sur chaque type écologique pour des âges équivalents, et l'on observe que les peuplements sur RE38 et RS38 ont, dans la grande majorité des cas, une hauteur qui est une classe plus élevée que RE37 et RE39 (Annexe 2). Cette différence de croissance peut s'expliquer par la présence d'un milieu minérotrophe (types écologiques 38), où la circulation de l'air est supérieure et de meilleure qualité que dans les milieux ombrotrophes (types écologiques 37 et 39). La végétation potentielle des milieux ombrotrophes est presqu'uniquement composée de pessières, alors que les milieux minérotrophes ont une tendance résineuse partagée entre les RE (78 %) et les RS (22 %). Conséquemment, nous avons une station désignant la **pessière noire à sphaignes sur drainage hydrique ombrotrophe** (code : 07-RE39) et une autre qui réfère à un **complexe résineux sur drainage hydrique minérotrophe** (code : 08-RE38). Notons que la station forestière 08-RE38 couvre une superficie relativement faible (< 0,5 % de la superficie productive de l'unité d'aménagement forestier), et qu'il serait alors envisageable de la regrouper à la station 07-RE39 si l'on souhaite limiter le nombre de stations forestières.

Les milieux **subhydriques** ont ensuite été pris en compte, étant donné qu'un drainage imparfait constitue aussi un facteur limitant pour la croissance des arbres et que ces sites ont une fragilité modérée, puis présentent des contraintes à la traficabilité modérées. La classe de la synthèse écologique formée par les milieux subhydriques a également été divisée en 2 stations forestières distinctes, de façon à différencier les RE moins riches auxquels un potentiel forestier faible a été associé, par rapport aux RS pour lesquels le potentiel forestier a été jugé modéré. Ainsi, on obtient une station désignant la **pessière noire sur drainage subhydrique** (code : 09-RE25) et une autre pour la **sapinière sur drainage subhydrique** (code : 10-RS25). Signalons au passage que la station 10 regroupe aussi les MS sur drainage subhydrique qui représentent 6 % de la superficie de la station.

Subséquemment, les dépôts pierreux de texture grossière, de drainage xérique à mésique ont été regroupés étant donné que la forte pierrosité peut représenter une contrainte pour la croissance et l'encrage des arbres et que ces sites présentent des contraintes à la traficabilité élevées. Les classes de dépôts considérées à cet effet sont les suivantes : 1AD, 1B, 1BD, 1BF, 1BP, 1BT, 2A, 2AE, 2AK, 2AT et 2AY. Cette station regroupe toutes les végétations potentielles qui sont

cependant nettement dominées par les résineux : RE (80 %), RS (18 %) et MS (2 %). Elle réfère donc à un **complexe sur dépôts épais de texture grossière, de drainage mésique, avec forte rugosité** (code : 06-RE21r).

Ensuite, les autres dépôts de texture grossière, de drainage xérique à mésique ont été regroupés pour former une station caractérisée par une végétation pauvre et un potentiel forestier modéré. Cette station regroupe les classes de dépôts suivantes : 2BE, 3AN, 4P, 2B, 2BP et 9S. Toutes les végétations potentielles y sont réunies, mais il s'agit essentiellement de RE (91 %), RS (8 %) et MS (1 %). Elle réfère donc à un **complexe résineux sur dépôts épais de texture grossière et de drainage mésique** (code : 15-RE21).

Enfin, le cas des dépôts de texture moyenne et de drainage mésique a été considéré et scindé en trois stations caractérisées par un potentiel forestier distinct. En effet, une étude réalisée par Ménard *et al.* (2000) montre des différences significatives au seuil minimal de 5 % entre les IQS des types écologiques MS22, RS22 et RE22 pour l'épinette noire et le pin gris. Il semble donc que le potentiel forestier de ces 3 types écologiques diffère de manière non négligeable ce qui justifie la formation de 3 stations forestières spécifiques. Conséquemment, les trois stations suivantes furent constituées : une première référant à la **sapinière à bouleau blanc, sur dépôts épais de texture moyenne et de drainage mésique** (code : 12-MS22) à potentiel très élevé, une seconde désignant la **sapinière à épinette noire, sur dépôts épais de texture moyenne et de drainage mésique** (code : 13-RS22) à potentiel forestier élevé et une dernière représentant la **pessière noire, sur dépôts épais de texture moyenne et de drainage mésique** (code : 14-RE22).

Au total, 15 stations forestières ont été créées. La liste des types écologiques occupant chaque station forestière est également présentée dans la sère physiographique présentée à la section 5, avec le pourcentage de superficie couverte par chacun (présenté entre parenthèses). Seuls les types écologiques couvrant au moins 5 % de la superficie de la station ou plus de 1 000 ha y sont présentés, par ordre d'importance. Le nom donné aux différentes stations réfère, soit à un complexe de végétation lorsque la formation de la station a été basée sur la caractérisation écologique, soit à la composition de la végétation potentielle lorsque ce critère a été utilisé pour caractériser la station.

2.4.3. Clé de détermination du choix de la station forestière

Le Tableau 10 présente la clé permettant d'attribuer une station forestière à chaque peuplement forestier, en fonction des conditions de pente, de dépôt de surface, de drainage et de type écologique. Notons finalement que les types écologiques très marginaux (couvrant moins de quelques centaines d'hectares), ainsi que ceux correspondant à des incohérences entre les données de dépôt, de drainage et de type écologique ne figurent pas dans ce tableau.

Tableau 10 Attribution des stations forestières en fonction des conditions de pente, de dépôt de surface, de drainage et de type écologique

Description	Types éco.	Facteurs discriminants des stations forestières														
		Pentes fortes				Pentes A-C										
		Pente F	Pente E	Pente D												
		Dépôts divers		Dépôt mince	Dépôt épais	Dépôt mince	Dépôt grossier et pierreux	Dépôt grossier	Dépôt organique ou minéral		Tout dépôt			Dépôts épais de texture moyenne		
		Xérique-mésique	(Xérique)-Mésique						Hydrique ombro-trophe	Hydrique minéro-trophe	Sub-hydrique		Mésique à seepage sur pentes A-E	Mésique		
		Végétation potentielle diverse							Pessières (RE)	Résineux (RE, RS)	Pessières (RE)	Sapinières (RS, MS)	Vég. Pot. diverse	Sapinières à BOP (MS)	Sapinières à EPN (RS)	Pessières noires (RE)
		01-penteF	02-penteE	03-minceD	04-MS22D	05-mince	06-RE21r	15-RE21	07-RE39	08-RE38	09-RE25	10-RS25	11-seepage	12-MS22	13-RS22	14-RE22
Pente F	Tout type															
Pentes A-E et drainage mésique avec seepage (31)	Tout type															
Pente E (sauf dr=31)	Tout type															
Pente D et dépôt de moins de 50 cm d'épaisseur (1AM, M1A, R1A, R) (sauf dr=31)	Tout type															
Pente D et dépôt de plus de 50 cm d'épaisseur (sauf dr=31)	Tout type															
Pentes A-C et dépôt de moins de 50 cm d'épaisseur (1AM, M1A, R1A, R) (sauf dr=31)	Tout type															
Pentes A-C et drainage hydrique (50, 51, 60, 61)	RE39															
	RE37															
Pentes A-C et drainage hydrique (50, 51, 60, 61)	RE38															
	RS38															
Pentes A-C et drainage subhydrique (40, 41)	RE24															
	RE25															
Pentes A-C et drainage subhydrique (40, 41)	MS25															
	RS24															
	RS25															
Pentes A-C et dépôt épais de texture grossière à forte rugosité, de drainage mésique (1AD, 1B, 1BD, 1BF, 1BP, 1BT, 2A, 2AE, 2AK, 2AT) (sauf dr=31)	Tout type															
Pentes A-C et dépôt épais de texture grossière à faible rugosité, de drainage mésique (2BE, 3AN, 4P, 2B, 2BP, 9S) (sauf dr=31)	Tout type															
Pentes A-C et dépôt de plus de 50 cm, de texture moyenne (1A, 1AY) et drainage mésique (20, 30)	MS22															
	MS12															
Pentes A-C et dépôt de plus de 50 cm, de texture moyenne (1A, 1AY) et drainage mésique (20, 30)	RS22															
Pentes A-C et dépôt de plus de 50 cm, de texture moyenne (1A, 1AY) et drainage mésique (20, 30)	RE12															
	RE22															

2.5. POTENTIEL FORESTIER RELATIF DES STATIONS FORESTIÈRES

Un potentiel forestier relatif a été attribué à chaque station forestière (Tableau 11). Ce potentiel a été attribué en utilisant la grille d'évaluation du potentiel forestier de CERFO (1998), ainsi que les notions véhiculées dans Bélanger *et al.* (1995) (Annexe 3). Les principes généraux qui régissent l'attribution du potentiel forestier peuvent être résumés ainsi :

- **Les milieux à fortes contraintes pour la végétation (impliquant alors généralement un <u>potentiel forestier faible ou très faible</u>) sont les milieux avec un excès d'humidité, un sol très mince ou une forte pierrosité.** La station 07-RE39 a été mise à part dû au fait de la présence d'un milieu ombrotrophe reconnu pour être généralement acide et très pauvre en éléments nutritifs. La station 10-RS25 a été regroupée avec les stations à potentiel modéré, même si elle est caractérisée par un milieu humide, du fait de la présence de la végétation potentielle de la sapinière, reconnue pour être plus riche que celle de la pessière (09-RE25).

- Comme le montre l'analyse des IQS réalisée par CERFO dans l'ancienne aire commune 043-20 (correspondant à l'actuelle UAF 043-51) (Ménard *et al.* 2000) (Tableau 12), **les <u>milieux à plus fort potentiel forestier</u> de la région sont caractérisés par la végétation potentielle de la sapinière à bouleau blanc sur conditions mésiques (type écologique MS22).** Les stations 04 et 12, dominées par ce type, ont donc été classées à potentiel forestier très élevé. Un potentiel très élevé a également été attribué à la station 11-seepage, du fait de la présence de drainage latéral (seepage), reconnu pour enrichir le milieu en éléments nutritifs. Notons que la station 02-penteE a été déclassée d'une classe (potentiel élevé) par rapport aux stations 12-MS22 et 04-MS22D, car les données de dépôts de surface indiquent en fait qu'elle est majoritairement constituée de dépôts minces à très minces. On pose donc l'hypothèse que son milieu est un peu moins propice à la croissance des végétaux que celui des stations 12-MS22 et 04-MS22D, caractérisées par un sol épais.

- **La classe de <u>potentiel forestier élevé</u> regroupe deux stations, qui présentent des conditions de croissance un peu plus limitées que les stations de potentiel très élevé, mais qui sont tout de même parmi les sites les plus riches de la région**. Il s'agit des stations 02-penteE (Cf explication présentée au cas précédent) et 13-RS22, dont l'analyse de l'IQS montre que RS22 représente un milieu distinct de MS22 et RE22 (différence significative à 5 %), dont les IQS de l'épinette noire et du pin gris sont compris entre ceux de MS22 et RE22 (Ménard *et al.* 2000).

La classe de <u>potentiel modéré</u> correspond à une classe réunissant des conditions légèrement contraignantes pour la végétation, du fait de la présence de sols minces (03-penteD, 05-mince), **d'un drainage humide** (cas de 10-RS25 présenté ci-dessus), ou **d'une texture de dépôt de surface grossière** (15-RE21). La station 14-RE22 a été intégrée à cette classe de potentiel, de manière à la démarquer de la station 13-RS22 pour laquelle l'analyse des IQS a indiqué un meilleur potentiel.

Tableau 11 Potentiel forestier relatif des différentes stations présentes sur l'UAF 043-51

STATIONS FORESTIÈRES PAR CLASSE DE POTENTIEL FORESTIER RELATIF				
Très faible	**Faible**	**Modéré**	**Élevé**	**Très élevé**
7-RE39	01-penteF 06-RE21r 09-RE25 08-RE38	05-mince 03-minceD 10-RS25 15-RE21 14-RE22	13-RS22 02-penteE	11-seepage 12-MS22 04-MS22D

Tableau 12 Valeurs des IQS actuels par essence et type écologique (tiré de Ménard *et al.* 2000)

Type écologique	IQSa de EPN	IQSa de PIG
MS22	13,2 a	17,6 a
RS22	11,7 b	16,7 a
RE22	10,9 c	14,6 b
RE21	11,7 b	14,0 b

Des lettres différentes indiquent une différence significative au seuil de 5 % entre les stations.

3. UTILISATION DU GUIDE SYLVICOLE ET DESCRIPTION DU CONTENU DES FICHES

3.1. UTILISATION DU GUIDE

L'utilisation de ce guide repose sur sept étapes qui doivent être réalisées séquentiellement. Les deux premières étapes consistent à identifier certaines caractéristiques permanentes du milieu et le type écologique présent à partir des données écologiques disponibles. Les trois étapes suivantes visent à confirmer et à documenter la description du milieu. Les deux dernières étapes sont destinées à assister l'aménagiste dans le choix d'une production prioritaire, de même que dans le choix d'un régime sylvicole et des traitements qui en découlent pour assurer et optimiser cette production.

1) <u>Identification sur le terrain de la pente, de l'épaisseur, de la texture et de la pierrosité du dépôt de surface et du drainage</u>

Cette étape consiste à définir certaines caractéristiques permanentes du milieu, de manière à pouvoir se référer à la synthèse écologique du territoire qui a été produite. Il faudra donc déterminer sur le terrain :

- ***la pente*** (4 classes sont utilisées, soit les classes A à C (0-15 %), D (15-30 %), E (30-40 %) et F (+ 40 %));
- ***l'épaisseur du dépôt de surface*** (2 classes sont utilisées, soient plus de 50 cm d'épaisseur et moins de 50 cm d'épaisseur) ;
- ***la texture du dépôt de surface*** (2 classes sont utilisées, soit moyenne et grossière);
- ***le degré de pierrosité (ou rugosité) du sol*** (2 classes sont utilisées, soit faible ou forte pierrosité);
- ***le drainage*** (5 classes de drainage sont utilisées, soit xérique (dr. 10), mésique (dr. 20-30), mésique avec seepage (dr. 31), subhydrique (dr. 40-41) et hydrique (dr. 50-51-60-61).

2) <u>Identification du type écologique sur le terrain</u>

Cette étape est réalisée à partir d'un document élaboré par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, qui permet d'identifier sur le terrain le type écologique du peuplement où l'on se trouve. Ce document s'intitule « Guide de terrain d'identification du type écologique – Sous-domaine de la sapinière à bouleau blanc de l'ouest » (MRNQ 2002).

3) Identification de la station forestière sur le terrain

Afin de faciliter l'utilisation de l'information écologique, des stations forestières ont été déterminées en fonction des conditions de pente, de dépôt de surface, de drainage et de type écologique.

La clé permettant de déterminer la station forestière en fonction des paramètres cités ci-dessus est présentée dans le tableau 10.

4) Validation de la station à partir du contenu des fiches du guide

Chacune des stations est décrite dans les fiches qui suivent. Ces fiches fournissent une synthèse des informations relatives au milieu physique, aux types de peuplements composant la station, à la composition des stades évolutifs présents, aux potentiels forestier, de régénération, de compétition, aux contraintes de fragilité et de traficabilité. Le contenu de ces fiches sera donc consulté, de manière à valider si la station sélectionnée dans la grille d'identification (tableau 10) correspond bien aux caractéristiques réelles du terrain. S'il s'avère que les données descriptives de la fiche ne concordent pas avec la réalité terrain, il faudra envisager de changer de station. Par exemple, si une première tentative d'identification du type écologique nous indique que l'on est sur le type écologique RS22, mais que le contenu de la fiche de la station 13-RS22 ne concorde pas avec les observations terrain, on choisira dans le guide une autre station dont la description correspond aux observations sur le terrain (par exemple : 14-RE22). Signalons que cette situation résulte souvent d'une mauvaise estimation des pourcentages de recouvrement permettant de différencier certains types entre eux et qu'une réévaluation de ce pourcentage permet habituellement une identification correcte du type.

5) Identification du stade évolutif

Par la suite, l'utilisateur doit identifier le stade évolutif du peuplement où il se trouve, afin d'aider au choix de la production prioritaire. Les définitions des différents stades évolutifs sont présentées dans le paragraphe 2.3.2.

6) Choix de la production prioritaire

L'utilisateur doit déterminer la production prioritaire du peuplement sur la base principalement du stade évolutif, de la composition du couvert forestier et de la régénération présente. Ces trois paramètres constituent en effet des éléments clés pour la détermination de tout scénario

sylvicole. Compte tenu du caractère dynamique de la végétation après perturbation, la production prioritaire ne constitue pas un objectif immuable dans le temps. Sa détermination ne peut donc être basée strictement sur la composition du couvert, et doit nécessairement considérer la composition de la régénération présente et le potentiel forestier du site.

7) Choix d'un régime sylvicole et des traitements qui en découlent

Une grille d'aide à la sélection de traitements sylvicoles est présentée à la fin du guide sous la forme de clés. Bien qu'elle ait été l'objet de révision par de nombreux experts, cette grille ne remplace en aucun cas une démarche diagnostique effectuée par un ingénieur forestier face à la réalité et aux nuances du terrain. Les principaux paramètres nécessaires à la prise de décision sont :

- Le stade de développement du peuplement.
- L'objectif de production prioritaire.
- La tolérance à l'ombre des espèces désirées.
- La structure du peuplement (répartition diamétrale) et sa vigueur (capital forestier et capital forestier en croissance).
- Les objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier (paysage, faune).
- La densité du peuplement.
- Les potentiels (qualité du site, présence de semenciers) et les contraintes (fragilité, traficabilité, risque de chablis).
- La présence de régénération.
- Le potentiel de compétition.

Lorsqu'un peuplement est traité à l'intérieur d'une même famille, on doit normalement prévoir que les interventions suivantes (scénario sylvicole) se dérouleront à l'intérieur de cette même famille. Néanmoins, la régénération dans les trouées ou celle après coupe finale (futaies régulières) devra être considérée dans la famille des semis, fourrés, gaulis ou dans celle des perchis, selon le cas. De plus, il est possible qu'après intervention dans la famille des futaies irrégulières, certains peuplements pourront être envoyés dans la famille des futaies jardinées.

Bien que la grille permette de sélectionner un traitement, elle ne précise pas toutes les modalités d'intervention qui sont nécessaires au succès du traitement. Notons les exemples suivants :

- Sur des sites fragiles, il est recommandé d'effectuer les opérations forestières lorsque le sol est gelé.
- Un scarifiage léger effectué après la chute des feuilles lors d'une bonne année semencière est optimal pour installer une régénération abondante en bouleau, tout en permettant d'arracher la compétition préétablie.

3.2. DESCRIPTION DU CONTENU DE LA FICHE TYPE

Nom de la station :	Appellation désignant les critères permettant de discriminer la station.
Code de la station :	Entre parenthèse, il correspond à un numéro séquentiel unique de 2 chiffres, suivi des codes associés aux critères discriminants présentés au tableau 10.

Superficie couverte par tous les peuplements écologiques regroupés dans la station (ha).

A) CARACTÉRISTIQUES PERMANENTES DU MILIEU

Types écologiques présents :	Types écologiques regroupés dans la station (% de superficie qu'ils occupent par rapport à la superficie totale couverte par la station).
Milieux physiques dominants :	Concaténation des codes de dépôt de surface - drainage - pente (% de superficie qu'ils occupent par rapport à la superficie totale couverte par la station). Seules les principales combinaisons sont présentées.
Appellation générale du milieu physique :	Appellation reprenant les caractéristiques dominante du milieu physique, en termes de pente, épaisseur, texture de dépôt et drainage.

B) DESCRIPTION VÉGÉTALE

Principaux groupes d'espèces indicatrices par région écologique :

Liste des groupes d'espèces indicatrices (GEI) présents pour les principaux types écologiques regroupés dans la station. Liste des principales espèces appartenant à chaque membre les GEI.

Méthodologie détaillée à la suite de cette section (3.3).

Espèces arborescentes :

Espèces arborescentes composant chaque stade évolutif, estimées à partir de la surface terrière en m^2/ha, présentées sous la forme d'un graphique de type « boxplot modifié » dans la version rapport de ce guide. Des graphiques de type « boxplot modifié » présentant la surface terrière par essence avec la moyenne (+), la zone où l'on retrouve 50 % des relevés (barre verticale large) et la zone où l'on retrouve 80 % des relevés (barre verticale étroite). Dans la version terrain du guide, la surface terrière moyenne par essence est représentée à l'aide de pictogrammes symbolisant chacun 10 % de la surface terrière.

Ces données dendrométriques proviennent de deux sources distinctes : les placettes échantillons temporaires et permanentes du MRNF (2e et 3e inventaire forestier décennal) et les inventaires d'exploitation réalisés par Kruger de 1999 à 2002. Les données de Kruger ont été planifiées sur la cartographie du 2e inventaire décennal, et une approximation a été faite pour ramener les placettes du 2e sur la carte du 3e, de manière à rattacher le type écologique cartographique.

Principaux groupements d'essences cartographiques :

Concaténation du type de peuplement, du groupement d'essences cartographique et de la perturbation d'origine (lorsqu'il n'y avait pas de groupement d'essences), présenté sous la forme d'une pointe de tarte (% de

superficie qu'ils occupent par rapport à la superficie totale couverte par la station).

Principales strates cartographiques : Liste des strates cartographiques constituant chaque station, accompagnée de la superficie (ha) qu'elles occupent. Cette liste est présentée sur CD en pochette.

Caractéristiques dendrométriques : L'IQS actuel des principales essences a été calculé par station d'après les données d'études d'arbres des placettes-échantillons temporaires du MRNF et de Kruger. *Une analyse détaillée de ces résultats est présentée à la suite de cette section (3.3).*

Des graphiques du volume marchand brut (VMB en m^3/ha) de toutes les tiges commerciales présentes, de l'accroissement annuel moyen (AAM en m^3/ha/an) et du volume moyen par tige (dm^3) résineuse ou feuillue (PET et BOP) sont présentés par stade de développement lorsqu'il y avait au moins une dizaine de placettes-échantillons disponibles.

De plus, une régression polynomiale du 2e degré ou une régression logarithmique a été tracée sur le graphique lorsqu'elle s'ajustait bien aux données.

Toutes ces données dendrométriques proviennent de deux sources distinctes : les placettes échantillons temporaires et permanentes du MRNF (2e et 3e inventaire forestier décennal) et les inventaires d'exploitation réalisés par Kruger de 1999 à 2002. Les données de Kruger ont été planifiées sur la cartographie du 2e inventaire décennal, et une approximation a été faite pour ramener les placettes du 2e sur la carte du 3e, de manière à rattacher le type écologique cartographique.

C) POTENTIELS ET CONTRAINTES

Potentiel forestier :	Défini selon 5 classes (très élevé, élevé, modéré, faible, très faible). *Méthodologie détaillée dans la section 2.4. À noter que des ajustements ont été effectués suite à l'analyse des IQS, dont la méthodologie est détaillée à la section 3.3*
IQS par analyse de tiges :	Indice de qualité de station (IQS) actuel et potentiel pour l'épinette noire et le pin gris, provenant d'une étude réalisée sur l'ancienne aire commune 043-20 (Ménard *et al.* 2000). L'IQS_{actuel} correspond à l'indice calculé à partir des données brutes, qui sous-estiment parfois le potentiel réel du site, du fait des pertes de croissance qu'ont connues les arbres lors du passage des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE). L'$IQS_{potentiel}$ tient compte de ces pertes de croissance, et représente alors le potentiel réel du site, qui serait observé en l'absence de facteurs extrêmes (comme les épidémies de TBE).
IQS selon les études d'arbres :	*Méthodologie détaillée à la section 3.3*
Potentiel de régénération après CPRS et retour moyen anticipé :	*Méthodologie détaillée à la section 3.3*

Coefficient de distribution (CD) de la régénération 7 ans après coupe (Suivi 2) :	Coefficient de distribution par essence et par type de peuplement coupé (R, M, F), toutes classes de hauteur confondues, de la régénération et des gaules. Le CD résineux est évalué dans des placettes de 4 m^2, celui des feuillus intolérants dans des placettes de 9 m^2. Ces données proviennent des suivis de régénération réalisés par Kruger, 7 ans (Suivi 2) après coupe. L'information est présentée pour les stations dont au moins 3 relevés (placettes) étaient disponibles dans des peuplements en régénération. Des graphiques de type « boxplot modifié » présentant le CD de la régénération des semis par essence avec la moyenne (+), la zone où l'on retrouve 50 % des relevés (barre verticale large) et la zone où l'on retrouve 80 % des relevés (barre verticale étroite) sont présentes. Pour davantage d'informations concernant les données recueillies lors des suivis, se référer à l'annexe 4. *Méthodologie détaillée à la section 3.3*
Essences recommandées pour le reboisement :	Essences résineuses recommandées et à expérimenter pour le reboisement. *Information provenant du guide de reboisement pour les résineux (Cauboue, 1988).* Le pin rouge (PIR) est recommandé sur les stations de texture grossière (platières de sable) suite à une communication personnelle avec M. Jacques Gravel (MRNF, La Tuque).
Végétation compétitrice :	*Méthodologie détaillée à la suite de cette section 3.3*

Coefficient de distribution (CD) des tiges d'avenir (SEPM) par état de compétition et par suivi :

CD par essence et par type de peuplement coupé (R, M, F), des tiges d'avenir (SEPM) dégagées (DG), compétitionnées par les feuillus non commerciaux (FNC), et compétitionnées par le framboisier et/ou des herbacées (FH). Ces données proviennent des suivis de régénération réalisés par Kruger, 3 ans (Suivi 1) et 7 ans (Suivi 2) après coupe. À titre indicatif, le CD, toutes classes de hauteur confondues, est présenté pour les essences SEPM (TOT). L'information est présentée pour les stations dont au moins 3 relevés (placettes) étaient disponibles dans des peuplements en régénération. Des graphiques de type « boxplot modifié » présentant le CD de la régénération des semis par essence avec la moyenne (+), la zone où l'on retrouve 50 % des relevés (barre verticale large) et la zone où l'on retrouve 80 % des relevés (barre verticale étroite) sont présentes.

Pour davantage d'informations concernant les données recueillies lors des suivis, se référer à l'annexe 4.

Méthodologie détaillée à la section 3.3

Effet de la station sur la susceptibilité au chablis :

À la base, la susceptibilité au chablis dépend du type de peuplement (proportion d'EPN et SAB, densité, hauteur, stade de développement), alors que les conditions du milieu déterminent des facteurs aggravants. Dans la fiche, seuls les facteurs du milieu pouvant aggraver la susceptibilité au chablis, sont évalués. L'effet de ces facteurs est cumulatif et ils doivent être additionnés lorsqu'il y en a plusieurs. Ces facteurs s'ajoutent à la susceptibilité de base déterminée par les caractéristiques du peuplement.

Information provenant de Ruel (1992).

Méthodologie détaillée à la suite de cette section 3.3
De plus, une grille générale permettant d'évaluer la susceptibilité du peuplement est présentée à l'annexe 5.

Effet de la station sur la vulnérabilité à la TBE :

À la base, la vulnérabilité à la TBE dépend du type de peuplement (proportion de SAB et d'EPB ou EPR, stade de développement et densité du couvert), alors que les conditions du milieu déterminent des facteurs aggravants. Dans la fiche, seuls les facteurs du milieu pouvant aggraver la vulnérabilité à la Tordeuse des Bourgeons de l'Épinette sont évalués. L'effet des différents facteurs est cumulatif et ils doivent être additionnés lorsqu'il y en a plusieurs. Ces facteurs s'ajoutent à la vulnérabilité de base déterminée par les caractéristiques du peuplement.

Information provenant de Dupont et al. (1991) et Gagnon et Chabot (1988).

Méthodologie détaillée à la suite de cette section 3.3

De plus, une grille générale permettant d'évaluer la vulnérabilité du peuplement est présentée à l'annexe 6.

Fragilité :

Définie selon 4 classes d'intensité :

- très élevée,
- élevée,
- modérée,
- aucune fragilité.

Les risques pouvant être associés à la fragilité sont :

- l'érosion,
- le scalpage du sol,
- l'orniérage,
- la remontée de la nappe phréatique.

Méthodologie détaillée dans la section 2.1.1.

Contraintes de traficabilité :

Le niveau global de contraintes est défini selon 5 classes d'intensité :

- inaccessible,
- très élevées,
- élevées,
- modérées,
- aucune contrainte.

Trois paramètres distincts sont à l'origine des contraintes de traficabilité, soit :

- la pente,
- la rugosité,
- la solidité.

Méthodologie détaillée dans la section 2.1.1.

Autres : La présence de particularités comme celle du seepage sont mentionnées dans cette rubrique.

La signification des pictogrammes décrivant les potentiels et contraintes et utilisés dans le guide terrain est détaillée au Tableau 13.

Tableau 13 Signification des pictogrammes

Potentiel forestier		Potentiel de régénération naturelle après CPRS		Potentiel de compétition	
	Très faible		Marginal ou nul		Faible
	Faible		Faible		Modéré
	Modéré		Limité		Élevé
	Élevé		Modéré		Très élevé
	Très élevé		Bon		
			Surabon-dant		

Effet de la station sur la susceptibilité au chablis	Effet de la station sur la vulnérabilité à la TBE	
		Accru
		Aucun

Fragilité	
Remontée de la nappe phréatique	
Orniérage	
Scalpage	
Érosion	
Traficabilité	
Pente	
Solidité	
Rugosité	

D) GROUPES DE PRODUCTION PRIORITAIRE PROPOSÉS

Pour chaque station, liste non classée des groupes de production prioritaire proposés. Pour un peuplement donné, le type de production prioritaire se détermine sur la base du stade évolutif, de la composition du couvert forestier et de la régénération présente. Dans l'ensemble, les groupes de production prioritaires proposés sont cohérents avec ceux de la 4e édition du Manuel d'aménagement forestier.

E) SYLVICULTURE

Type d'aménagement : Intensif ou extensif

L'aménagement intensif est proposé sur les stations forestières les plus riches. Il comprend principalement l'éclaircie commerciale et vise une production accrue en qualité. D'autres stratégies peuvent également être envisagées comme le plein boisement, l'enrichissement ou la récupération des pertes.

Facteurs significatifs : Résumé des potentiels forestier, de compétition et de régénération.

À la lumière de ces éléments et de l'information concernant la strate d'inventaire et le peuplement forestier, il est conseillé à l'aménagiste de se référer à la clé de traitements sylvicoles présentée ultérieurement, en tenant compte de la production prioritaire retenue.

F) QUESTIONS À RÉPONDRE POUR AMÉLIORER LE GUIDE

Dans cette section, on retrouve une liste d'éléments à vérifier ou de choses à faire dans le but d'améliorer les versions subséquentes du guide sylvicole. L'utilisateur pourra y inscrire ses questions au fur et à mesure qu'elles se présenteront dans un processus d'amélioration continue.

3.3. PRÉCISIONS MÉTHODOLOGIQUES CONCERNANT LE CONTENU DES FICHES

3.3.1. Principaux groupes d'espèces indicatrices par région écologique

Les groupes d'espèces indicatrices (GEI) proviennent de la liste présentée dans les sères physiographiques du rapport de classification écologique du MRNF, pour les principaux types écologiques regroupés dans la station forestière concernée. Ils sont accompagnés de la liste des principales espèces appartenant à chaque groupe constituant les GEI présents.

Par la suite, une relation entre le potentiel forestier relatif de chaque type écologique présent dans la sère et les GEI présentés pour ces mêmes types écologiques a été développée, de manière à attribuer une classe de potentiel forestier relatif à chaque GEI (Tableau 14). Notons que ce potentiel forestier relatif est différent de la richesse relative présentée dans les rapports de classification. En effet, la richesse relative correspond à un indice basé sur l'analyse de quelques variables du milieu physique et la richesse floristique. Comme cela est indiqué dans le Manuel d'aménagement forestier (MRNF 2003), « elle n'est pas garante de la productivité de la station ». Le potentiel forestier relatif se veut par contre une estimation du potentiel de croissance qu'offre le type écologique, toutes essences confondues. Une classe de régime hydrique a également été attribuée à chaque GEI, en fonction de l'information disponible dans le rapport de classification écologique du MRNF.

Cet exercice revêt cependant un caractère exploratoire et avant d'être en mesure d'établir un lien entre les GEI et le potentiel forestier, il serait nécessaire de valider les relations pouvant être anticipées suite à cet exercice. Ainsi, ces informations ne sont pas présentées dans les fiches. Une des avenues possibles pour améliorer le pouvoir discriminant des GEI, notamment sur la station et le potentiel forestier, serait d'effectuer un « benchmarking » avec d'autres classifications écologiques existantes dans les mêmes secteurs.

Tableau 14 Attribution d'un potentiel forestier relatif aux GEI en fonction du potentiel forestier relatif de chaque type écologique

Sous-régions écologiques 5b-T et 5c-T

Potentiel for. relatif	Groupes d'ess. indicatrices	Types écologiques…																										
		MS62	MS12	MS22	RS25S	MS25	MS21	MS20	MS60	RS22	RS22M	RS21	RE22	RE22M	RE21	RE11	RE25S	RS25	RS20	RE20	RE25	RE24	RS38	RE38	RS37	RS39	RE37	RE39
Divers	PLS			X						X		X	X		X				X	X								
	PLS RUP				X	X					X						X	X			X	X						
	KAA LEG SPS				X												X	X			X	X			X	X	X	X
Très élevé	ERE RUI		X	X																								
	ERE RUP	X				X																						
	ERE VIL	X																										
	DRS		X	X		X																						
	AUR ERE DIE					X																						
	RUP					X																						
Très élevé à élevé	ERE		X	X			X	X	X																			
	ERE DIE	X		X			X	X	X																			
	RUI			X			X																					
Élevé	CON			X			X			X		X																
	DIE			X			X			X		X																
Modéré à faible	HYS											X																
	AUC									X	X		X	X					X	X								
	PLS SPS										X			X				X			X	X						
	KAA									X		X	X		X				X	X								
	KAA CLA															X												
	KAA LEG									X	X	X	X	X	X				X	X	X							
Faible à très faible	LEG CAL SPS																	X			X	X			X	X	X	X
	AUR					X																	X	X				
	AUR SPS																						X	X				
Très faible	SPS																					X				X		X
	CAX																								X	X	X	X

Potentiel forestier relatif du type écologique **très élevé**

Potentiel forestier relatif du type écologique **élevé**

Potentiel forestier relatif du type écologique **modéré**

Potentiel forestier relatif du type écologique **faible**

Potentiel forestier relatif du type écologique **très faible**

3.3.2. Caractéristiques dendrométriques – IQS

Un indice de qualité de station (IQS) a été calculé pour chaque étude d'arbre en position dominante ou codominante en appliquant le modèle d'IQS de Pothier et Savard (1998). En présence d'au moins 30 études d'arbres pour une essence sur une station donnée (Tableau 15), un indice de qualité de station moyen a été calculé (Tableau 16) et le rendement à maturité correspondant a été extrait des tables de rendement du manuel d'aménagement forestier (Tableau 17). De plus, une analyse de variance avec la procédure GLM de SAS a permis de déterminer la présence d'effet significatif, de la station sur l'IQS, au niveau de probabilité de 5 % ($p \leq 0{,}0500$), en plus de calculer les intervalles de confiance à 95 % sur la moyenne et sur les observations.

Les résultats sont présentés par essence aux figures 4 à 9. Des lettres différentes (a, b, c...) indiquent des moyennes significativement différentes. Les barres verticales minces indiquent les limites des intervalles de confiance sur les observations, alors que les boîtes pleines indiquent les limites des intervalles de confiance sur les moyennes qui se trouvent au centre des boîtes. Une appellation simplifiée a été utilisée pour caractériser les stations sur ces figures. La correspondance entre les appellations simplifiée et courante est présentée dans le tableau 14.1.

Tableau 14.1 - Correspondance entre les codes d'appellation simplifié et courant des stations forestières

CODE SIMPLIFIÉ	CODE COURANT
01-F	01-penteF
02-E	02-penteE
03-D-m	03-minceD
04-D-é	04-MS22D
05-m	05-mince
06-gp	06-RE21r
07-RE39	07-RE39
08-RE38	08-RE38
09-RE25	09-RE25
10-RS25	10-RS25
11-s	11-seepage
12-MS22	12-MS22
13-RS22	13-RS22
14-RE22	14-RE22
15-g	15-RE21

Ces IQS sont parfois légèrement différents des IQS actuels obtenus par analyse de tige (Ménard *et al.*, 2000; Tableau 12). Ces différences sont explicables par les méthodologies qui sont différentes. Néanmoins, les résultats appuient les observations indiquant que, sur les stations plus riches, comme 11-seepage et 12-MS22, les essences (ex.: EPN) ont des IQS plus élevés que sur des types écologiques plus pauvres, comme 07-RE39.

Par contre, les différences d'IQS sont souvent rares ou absentes entre des stations dominées par des types écologiques d'un même code de milieu (4e caractère du type écologique). Par exemple, l'IQS du sapin baumier est le même sur toutes les stations associées à un code de milieu 2 (dépôt minéral > 25 cm, de texture moyenne et de drainage mésique).

Tableau 15 Nombre d'études d'arbres par essence et par station

Stations	ESSENCES						
	BOP	EPB	EPN	PET	PIG	SAB	Total
12-MS22	569	67	388	154	91	481	1750
13-RS22	148	30	978	93	337	204	1790
02-penteE	77		99		40	87	303
03-miceD	44		147		53	33	277
04-MS22D	326	39	222	95	112	268	1062
05-mince	42		199		97		338
10-RS25			77				77
11-seepage			66				66
14-RE22			1426		716	30	2172
15-RE21			383		539		922
06-RE21r			296		352		648
07-RE39			542		87		629
08-RE38			33				33
09-RE25			794		132		926
Total	1206	136	5650	342	2556	1103	10993

Tableau 16 IQS moyen par essence et par station

Station	ESSENCES					
	BOP	EPB	EPN	PET	PIG	SAB
12-MS22	14,3	13,1	14,5	18,5	18,0	12,9
13-RS22	13,7	11,8	14,0	17,8	16,8	13,2
02-penteE	13,8		14,0		16,6	13,0
03-minceD	15,7		13,9		15,3	12,5
04-MS22D	14,4	13,0	14,1	18,1	17,6	13,0
05-mince	14,0		13,8		15,2	
10-RS25			14,2			
11-seepage			14,6			
14-RE22			13,2		15,6	13,2
15-RE21			12,7		15,1	
06-RE21r			13,0		15,6	
07-RE39			11,5		13,8	
08-RE38			13,6			
09-RE25			12,4		14,6	

Tableau 17 Volume marchant moyen à l'âge de maturité par essence et par station selon les tables de rendement du MRN (MAF, 1998)

	ESSENCES					
Station	**BOP**	**EPB**	**EPN**	**PET**	**PIG**	**SAB**
12-MS22	115 (70)	115 (55)	115 (70)	181 (70)	151 (50)	99 (75)
13-RS22	115 (70)	115 (55)	115 (70)	181 (70)	112 (65)	99 (75)
02-penteE	115 (70)		115 (70)		151 (50)	99 (75)
03-minceD	115 (70)		115 (70)		112 (65)	99 (75)
04-MS22D	115 (70)	115 (55)	115 (70)	181 (70)	151 (50)	
05-mince	115 (70)		115 (70)		112 (65)	
10-RS25			115 (70)			
11-seepage			115 (70)			
14-RE22			80 (95)		112 (65)	99 (75)
15-RE21			80 (95)		112 (65)	
06-RE21r			80 (95)		112 (65)	
07-RE39			80 (95)		112 (65)	
08-RE38			115 (70)			
09-RE25			80 (95)		112 (65)	

Figure 4 Indices de qualité de station pour le bouleau à papier

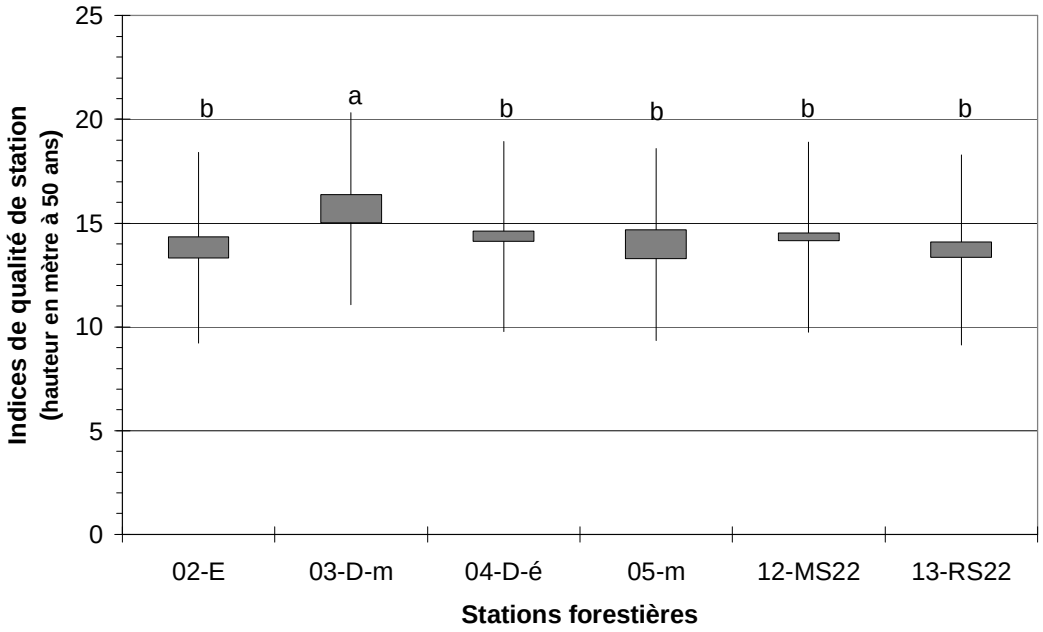


Figure 5 Indices de qualité de station pour l'épinette blanche

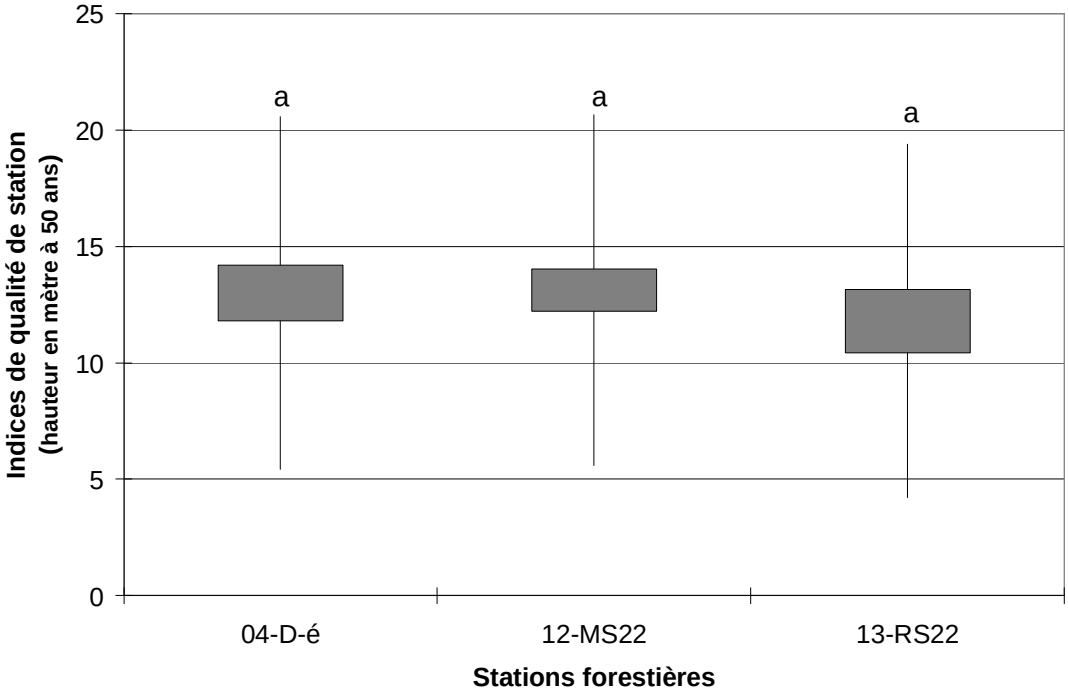


Figure 6 Indices de qualité de station pour l'épinette noire

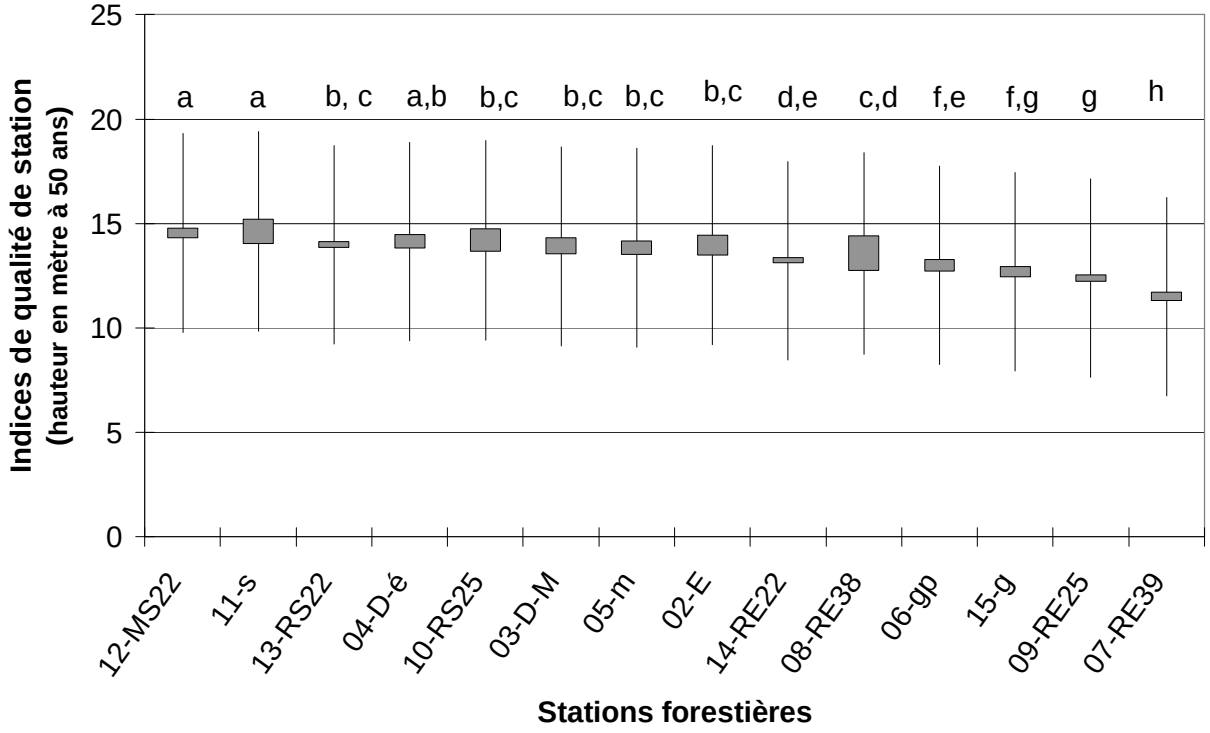


Figure 7 Indices de qualité de station pour le peuplier faux-tremble

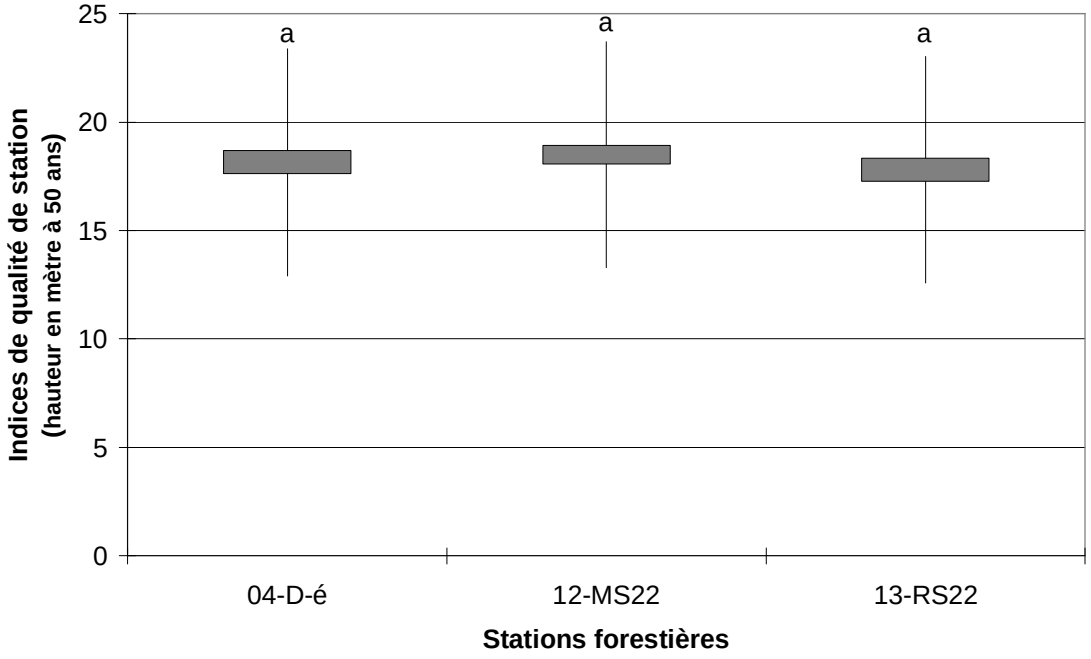


Figure 8 Indices de qualité de station pour le pin gris

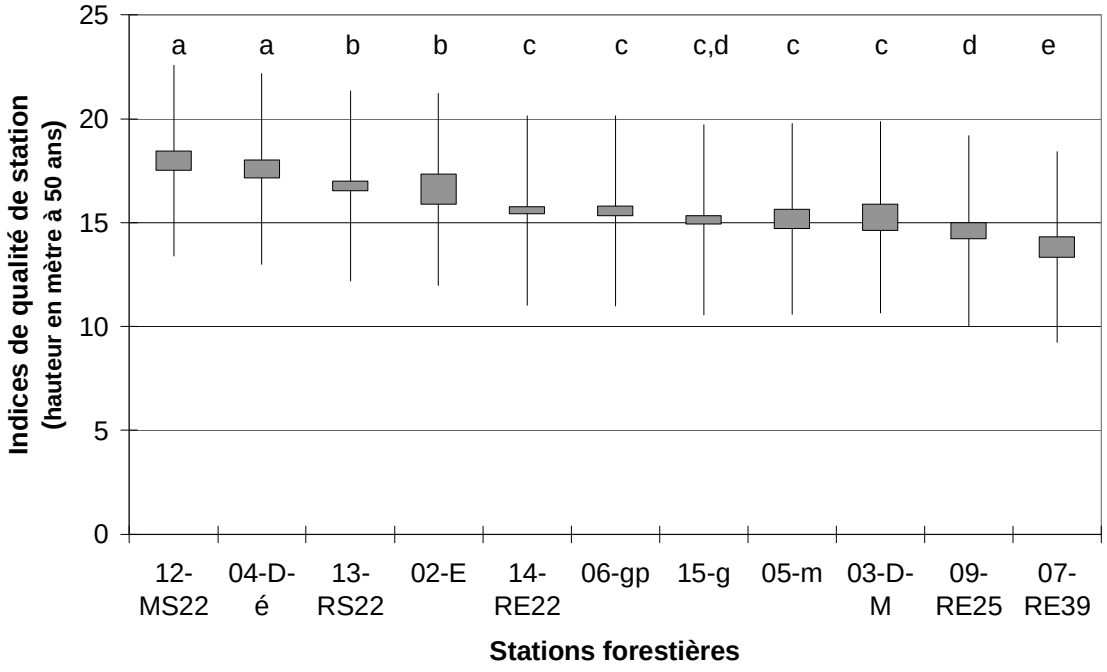
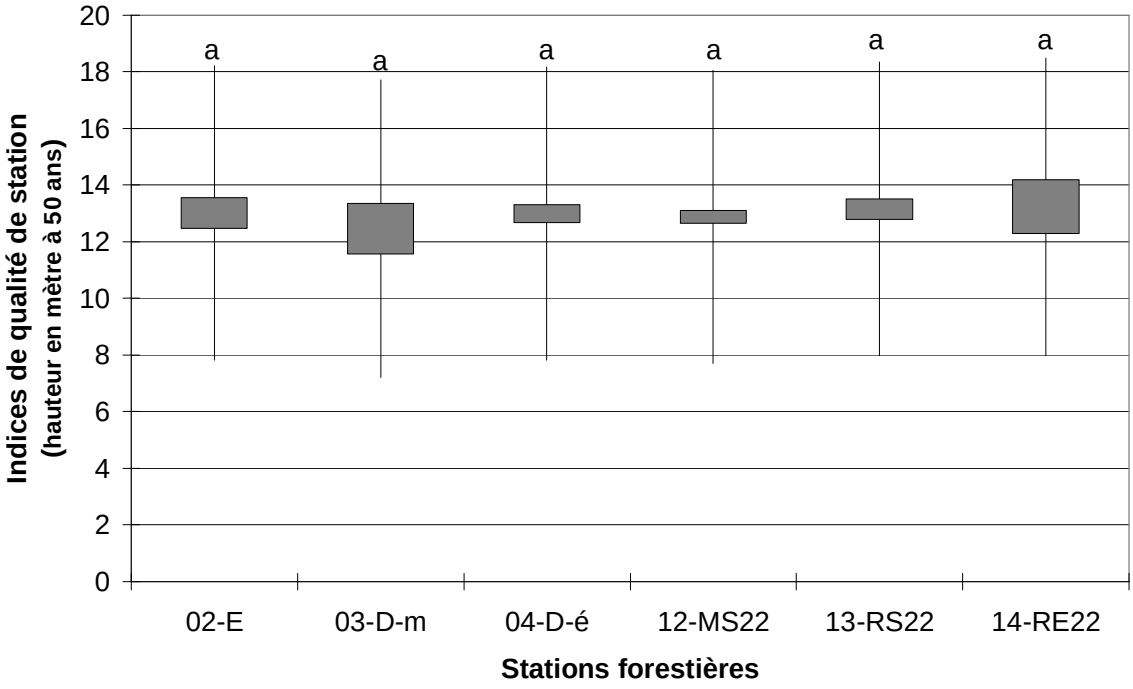


Figure 9 Indices de qualité de station pour le sapin baumier



3.3.3. Potentiel de régénération après CPRS et retour moyen anticipé

Les potentiels de régénération en résineux et en feuillus intolérants ont été déterminés sur la base des données de suivi de régénération récoltées 3 ans et 7 ans après coupe. Les cotes de potentiel de régénération résineuse ont été attribuées en utilisant la grille présentée au tableau 18, alors que la régénération en feuillus intolérants a été évaluée au moyen de la grille que l'on retrouve au tableau 19. Les seuils utilisés proviennent du Manuel d'aménagement forestier (MRNF, 2004). Les implications sur la réflexion sylvicole des différentes cotes pour la production de SEPM sont fournies dans chacune des grilles. Des moyennes ont été calculées par station et type forestier (R, M, F), puis les cotes ont été attribuées. Les mêmes moyennes aussi calculées par suivi ont été utilisées dans certains cas pour apporter des nuances jugées pertinentes.

Tableau 18 Potentiel de régénération en SEPM basé sur les données 3 et 7 ans après coupe

Densité moyenne des SEPM (Tiges/ha)	Coefficient de distribution moyen des SEPM(%)	Cote de potentiel de régénération en SEPM	Traitements envisagés pour la production de SEPM	
			En régénération	Mûrs
DT_SEPM ≥ 4000		Surabondant	EPC	Possibilité de régénérer par CPRS si la densité de la régénération préétablie en essences désirées est satisfaisante et si les conditions écologiques le permettent
DT_SEPM 2500 – 3999	CD_SEPM ≥ 75 %	Bon	Laisser croître	
DT_SEPM < 2500 ou DT_SEPM manquante	CD_SEPM ≥ 80 %	Bon		
	CD_SEPM 60 – 79 %	Modéré	REG ou laisser croître	CPE aurait été préférable pour production résineuse
	CD_SEPM 40 – 59 %	Limité	REG	
	CD_SEPM 20 – 39 %	Faible	REG ou SCA – PL	
	CD_SEPM 1 – 19 %	Marginal	SCA – PL ou Révision de l'obj. de production	
	CD_SEPM < 1	Nul		

** En gris : cas non rencontré

Tableau 19 Potentiel de régénération en FI basé sur les données 3 et 7 ans après coupe

Densité moyenne des FI (Tiges/ha)	Coefficient de distribution moyen des FI (%)	Cote de potentiel de régénération en FI	Implications sylvicoles
DT_FI ≥ 4000		Surabondant	Coupe progressive aurait été préférable pour production résineuse – après CPRS plusieurs dégagements nécessaires
DT_FI 1500 - 3999	CD_FI ≥ 60 %	Bon	
DT_FI < 1500 ou DT_FI manquante	CD_FI ≥ 60 %	Bon	
	CD_FI 40 – 59 %	Modéré	
	CD_FI 20 – 39 %	Limité	Possibilité de régénérer par CPRS si la régénération en essences désirées est satisfaisante et si les conditions écologiques le permettent
	CD_FI 10 – 19 %	Faible	
	CD_FI 1 – 9 %	Marginal	
	CD_FI < 1	Nul	

Pour la production résineuse, lorsque les densités avant coupe sont inférieures à 10 000 tiges/ha ou que le coefficient de distribution de régénération préétablie ne dépasse pas les 80 % (Côté, 1989), il serait judicieux d'envisager la réalisation d'une coupe progressive d'ensemencement pour favoriser l'établissement d'une régénération adéquate. Ce traitement offre aussi l'avantage de limiter l'envahissement par la végétation compétitrice.

La composition des strates de retour après CPRS, en l'absence de traitements subséquents, a été évaluée selon la méthode suivante :

1) Retour basé sur les densités

Un premier retour potentiel basé sur les densités a été évalué à l'aide de la grille suivante :

Densité moyenne	Densité SEPM moyenne / Densité totale moyenne	Type de strate de retour
DT_TOT ≥ 2500	DT_SEPM / DT_TOT > 75 %	R
	DT_SEPM / DT_TOT 51 – 75 %	M(R)
	DT_SEPM / DT_TOT 26 – 50 %	M(F)
	DT_SEPM / DT_TOT ≤ 25 %	F

2) Retour basé sur les CD

Un second retour potentiel basé sur les coefficients de distribution été évalué à l'aide de la grille suivante :

Coefficient de distribution moyen (%)	Coefficient de distribution moyen (%)	Type de strate de retour
CD_FI ≥ 75 %	CD_SEPM ≤ 25 %	F
CD_FI < 25 %	CD_SEPM ≥ 75 %	R
	CD_SEPM < 75 % et CD_FI / CD_TTE* < 25 %	R
CD_FI 50 – 74 %	CD_SEPM ≤ 5 %	F
	CD_FI ≥ CD_SEPM et CD_SEPM ≥ 25 %	M(F)
	CD_SEPM ≥ CD_FI	M(R)
CD_SEPM 10 - 74 %	CD_SEPM > CD_FI	M(R)

* CD_TTE : CD toutes essences

3) Retour anticipé résultant (retour global dans le fichier)

Le retour résultant a été basé sur la densité lorsque cette dernière était suffisante pour obtenir une cote (DT_TOT ≥ 2500), sinon celui basé sur les coefficients de distribution a été retenu.

3.3.4. Agressivité de la compétition

Selon les indications fournies par les évaluations des tiges d'avenir dégagées, le framboisier et les herbacées ne semblaient pas supprimer les tiges d'avenir de façon importante, par ailleurs le temps de suppression susceptible d'être exercée par ces catégories étant relativement réduit, seuls les FI et les autres (assimilés aux fnc) ont été retenus pour évaluer l'agressivité de la végétation compétitrice. Les cotes d'agressivité de la végétation compétitrice ont été attribuées en utilisant la grille présentée au tableau 20.

Tableau 20 Grille d'évaluation de l'agressivité de la végétation compétitrice

Densité moyenne des FI (Tiges/ha)	Densité moyenne des autres (Tiges/ha)	Coefficient de distribution moyen (%)	Cote d'agressivité de la végétation compétitrice
DT_FI ≥ 1500		CD_FI ≥ 60 %	Très Élevée
DT_FI < 1500	DT_AUT* ≥ 2000		Élevée
	DT_AUT < 2000	CD_FI > 60 %	Très Élevée
		CD_FI 41 – 60 %	Élevée
		CD_FI 21 – 40 %	Modérée
		CD_FI 1 – 20 %	Faible
		CD_FI < 1	Nulle

* DT_AUT= DT_TOTALE - DT_FI - DT_SEPM; correspond aux FNC

Mentionnons que les données récoltées ne permettaient pas d'évaluer les feuillus non-commerciaux dans les cas où la régénération était plus petite. Le seul critère devient alors le CD_FI.

3.3.5. Remarques sur les résultats de régénération et de compétition

De façon générale, les suivis 7ans après coupe (S2) sont mieux régénérés en essences résineuses que les suivis 3 ans après coupe (S1) (retours plus résineux). Cette situation peut dépendre de l'âge du peuplement coupé (ce n'est cependant pas toujours évident) et de l'installation de recrues après coupe provenant des semences produites dans les peuplements adjacents.

Les résultats du fichier de compétition ne sont pas cohérents avec ceux du fichier de régénération. Les raisons peuvent être les suivantes : l'existence de compétition intraspécifique, la méthode de mesure qui évalue le pourcentage de lumière reçue et qui fixe le seuil à 40 % pour considérer un sapin de moins de 1,5m de haut comme étant dégagé, ou présence de compétition de même hauteur

(ou 75 % dans le cas d'un PEU) dans un rayon d'un mètre autour d'une tige de plus de 1,5m. De façon générale les CD des tiges d'avenir dégagées sont plus élevés dans les S2 que dans les S1. Avec les cotes de compétition faites selon la grille, les résultats sont à peu près consistants entre S1 et S2, sauf là où les N sont petits.

En général :

- Les FI se régénérèrent généralement moins bien dans les RE que dans les RS et MS; on peut généralement y anticiper des retours M(R) en l'absence d'interventions; le nombre de dégagements nécessaires après CPRS serait donc moins élevé dans les RE;
- Les MS ont un potentiel de régénération SEPM le plus souvent limité et se régénèrent généralement en F ou en M(F);
- Les RS reviennent généralement en peuplements mélangés à dominance variable, parfois en peuplements feuillus surtout lorsque le peuplement précédent était feuillu ou mélangé à dominance feuillue; un type d'intervention différent de la CPRS et impliquant une ouverture progressive du couvert serait plus approprié pour favoriser l'établissement d'une régénération résineuse;
- Le potentiel de régénération SEPM des peuplements feuillus est généralement limité (sauf 05-mince et 13-RS22, peuplements feuillus en suivi2, qui sont modérés); il faudra envisager un regarni et plusieurs dégagements pour arriver à régénérer les peuplements feuillus en SEPM;

3.3.6. Susceptibilité au chablis

Le chablis est « un processus complexe s'exprimant par le renversement des arbres par le vent et résultant de l'interaction d'une série de facteurs d'origine naturelle ou anthropique » (Ruel, 1992).

Pour évaluer la susceptibilité au chablis, les facteurs suivants peuvent être considérés (Ruel,1992; Harvey et al., 1993) :

- Peuplement :
  - composition
  - profondeur d'enracinement de l'essence dominante
  - hauteur
  - âge ou stade de développement
  - défilement (hauteur/DHP)
  - densité

- Dépôt : - texture
  - épaisseur
  - pierrosité
- Sol : - présence d'un horizon induré
  - drainage
- Autre facteur biotique : - présence d'épidémie d'insectes
- Exposition topographique : - vitesse des vents

La majeure partie de ces facteurs a été incluse dans la grille d'évaluation de la susceptibilité par peuplement qui est présentée au tableau fourni à l'annexe 5, à l'exception du défilement, de la présence d'un horizon induré et de l'exposition topographique. Bien que le défilement constitue un facteur important, l'insuffisance de données disponibles empêchait de couvrir l'ensemble des situations. D'autre part, la présence d'un horizon induré doit être évaluée au moyen d'un sondage pédologique, c'est pourquoi ces variables n'ont pas été intégrées à la grille d'évaluation par peuplement.

Étant donné qu'un peuplement ayant subi une éclaircie a une susceptibilité accrue pendant une période de 2 à 5 ans (jusqu'à la fermeture du couvert) après l'intervention, ceux ayant une cote de susceptibilité au chablis très élevée à élevée ne devraient pas faire l'objet d'une éclaircie. D'autre part, le risque de chablis augmente avec le volume de bois prélevé. En conséquence, les peuplements modérément susceptibles au chablis ne devraient pas subir une trop forte éclaircie. Enfin, il est préférable de réaliser l'éclaircie au printemps, après que les risques de verglas soient passés, ce qui donne une saison de croissance pour l'adaptation des arbres.

On constate que la susceptibilité au chablis dépend essentiellement de variables associées au peuplement, alors que certaines caractéristiques du milieu peuvent contribuer à accroître la susceptibilité d'un peuplement. Les facteurs du milieu pouvant aggraver la susceptibilité au chablis qui ont été retenus pour caractériser les différentes stations, correspondent à ceux retrouvés au bas de la grille d'évaluation par peuplement présentée à l'annexe 5, à la section effet des conditions écologiques, items dépôt et drainage. Il s'agit essentiellement des dépôts organiques, minces et pierreux, ainsi que des drainages hydriques. Lorsque les facteurs mentionnés sont rencontrés, une susceptibilité accrue doit être considérée. Du plus, les effets des différents facteurs qui s'appliquent sont additifs. Ainsi, la susceptibilité au chablis sera fortement accrue sur les dépôts organiques (7e ou 7t) mal à très mal drainés (dr 50-60).

3.3.7. Vulnérabilité à la Tordeuse des bourgeons de l'épinette

La vulnérabilité se définie comme étant « la prédisposition d'un peuplement à être endommagé ou tué lorsqu'attaqué par le TBE » (Gagnon et Chabot, 1988). Cette prédisposition constitue la résultante des caractéristiques biologiques des arbres formant ce peuplement et de celles de son environnement. Les facteurs considérés sont :

- la composition forestière
- le stade de développement
- la densité du couvert
- le drainage
- l'épaisseur du dépôt
- la texture du sol

Une grille d'évaluation de la vulnérabilité à la TBE par peuplement est fournie à l'annexe 6.

Une vulnérabilité très élevée indiquera la nécessité d'une coupe de récupération avec protection de la régénération prioritaire en période d'épidémie. En d'autres temps, les interventions sylvicoles devraient comporter des modalités visant à réduire la vulnérabilité (choix des essences visant à diversifier le couvert, éclaircies pour maintenir une bonne vigueur). On peut aussi utiliser la vulnérabilité à la TBE dans une optique à plus long terme comme critère décisionnel, parmi d'autres, pour définir des priorités d'interventions. Ainsi, à potentiel équivalent, on préférera intensifier les efforts d'aménagement dans des sites où les peuplements du stade stable seront modérément vulnérables par rapport à d'autres sites où la vulnérabilité sera plus grande.

Les facteurs du milieu pouvant aggraver la vulnérabilité à la TBE, qui ont été retenus pour caractériser les différentes stations, correspondent à ceux ayant un effet important parmi les facteurs retrouvés aux items drainage et dépôt de la grille d'évaluation par peuplement présentée en annexe. La gradation utilisée est aussi indiquée. Compte tenu que ces effets sont additifs, lorsque nous sommes en présence d'un dépôt R1a de drainage 10, la vulnérabilité à la TBE sera très fortement accrue.

Drainage

CLASSE DE DRAINAGE	10 - 16 - 51 – 60 – 61	11 – 20 - 41 – 50
EFFET SUR LA VULNÉRABILITÉ À LA TBE	Fortement accrue	Accrue

Dépôt

ÉPAISSEUR DU DÉPÔT	< 50 cm (R, R1a, M1a, 1am)
EFFET SUR LA VULNÉRABILITÉ À LA TBE	Accrue

TEXTURE DU DÉPÔT	Grossière (2a*x*[2], 2b*x*, 1b*x*, 3an, 4p, 9s)
EFFET SUR LA VULNÉRABILITÉ À LA TBE	Accrue

[2] 2a*x* désigne tous les dépôts 2a.

4. FICHES DESCRIPTIVES DES STATIONS

Des photos illustrant chaque station forestière sont disponibles à l'annexe 9.

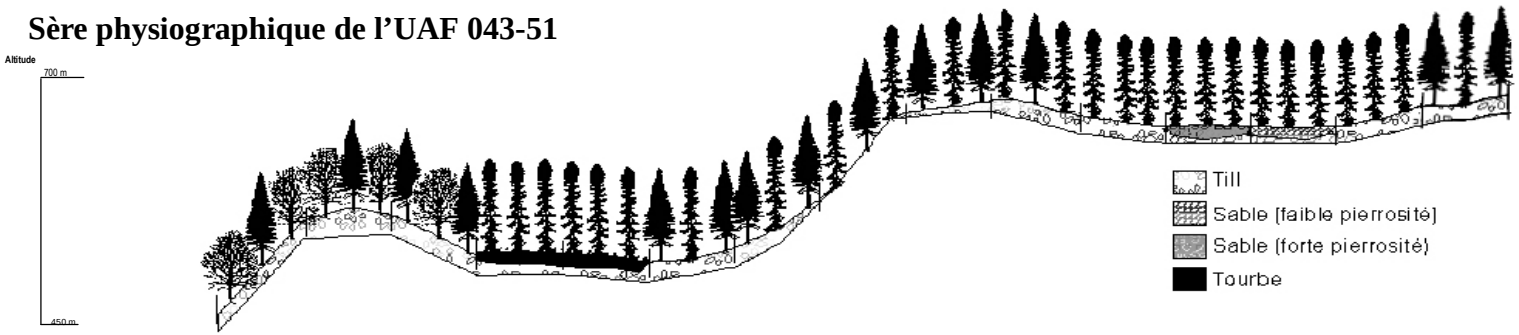
5. SÈRE PHYSIOGRAPHIQUE SYNTHÈSE

La majorité de l'information présentée dans les fiches descriptives du guide est synthétisée sous la forme d'une sère physiographique synthèse (Figure 10) où l'on retrouve les éléments suivants :

- Caractéristiques permanentes du milieu,
- Principaux types écologiques,
- Principaux groupements d'essences,
- Potentiels forestier, de régénération, de compétition,
- Effet de la station sur la susceptibilité au chablis,
- Effet de la station sur la vulnérabilité à la TBE,
- Fragilité,
- Contraintes de traficabilité.

Cette sère a été construite en s'appuyant le plus possible sur la sère produite par le MRNF pour la sous-région écologique la plus représentative du territoire d'étude, en termes de superficie. Il s'agit de la sère de la sous-région écologique 5cT, Coteau du Réservoir Gouin (Grondin *et al.* 1999).

Figure 10 Sère physiographique de l'UAF 043-51



Station	02-penteE	12-MS22	04-MS22D	08-RE38	07-RE39	11-Seepage	03-minceD	01-penteF	05-mince	13-RS22	14-RE22	06-RE21r	15-RE21	09-RE25	10-RS25
Nom de la station	Complexe sur pente E	Sapinière à bouleau blanc sur dépôt épais, de texture moyenne et de drainage mésique, en pente douce	Complexe sur dépôt épais, en pente D	Complexe résineux sur drainage hydrique minérotrophe	Pessière noire à sphaignes sur drainage hydrique ombrotrophe	Complexe sur drainage mésique avec seepage	Complexe sur dépôt mince, en pente D	Complexe en pente F	Complexe sur dépôt mince, en pente douce	Sapinière à épinette noire sur dépôt épais, de texture moyenne et de drainage mésique, en pente douce	Pessière noire sur dépôt épais, de texture moyenne et de drainage mésique, en pente douce	Complexe sur dépôt épais, de texture grossière et drainage mésique, avec forte pierrosité, en pente douce	Complexe résineux sur dépôt épais, de texture grossière et drainage mésique, en pente douce	Pessière noire sur drainage subhydrique	Sapinières sur drainage subhydrique
Principaux types écologiques regroupés (% sup./ sup. totale de la station) (% sup. ≥ 5%)	MS22(43) RS22(25) RS20(14) RE20(9)	MS22(100)	MS22(68) RS22(24) RE21(2)	RE38(77) RS38(20)	RE39(75) RE37(25)	RS25(36) MS25(20) MS2B(16) RS2B(13) RE25(11)	RS22(25) RS20(22) RE20(20) MS22(17) RE22(12)	RS20(37) RE20(20) MS22(18) RS22(12) MS20(10)	RS22(25) RE20(24) RE22(23) RS20(17) MS22(9)	RS22(100)	RE22(99)	RE21(65) RS21(15) RE22(12)	RE21(88) RS21(8)	RE25(79) RE24(17)	RS25(80) RS38(7)
Superficie totale (ha)	33 978	134 964	109 752	3 471	27 324	15 187	25 829	17 055	32 319	134 631	102 258	45 942	57 771	55 003	10 707
Classes de pente	E	A-C	D	A-C	A-C	A-E	D	F	A-C	A-C	A-C	A-C	A-C	A-C	A-C
Principaux dépôts-drainages (% sup. ≥ 5%)	1AY-20(42) 1AM-20(38) R1A-20(15)	1A-30(61) 1AY-30(36)	1AY-20(53) 1AY-30(32) 1A-30(10)	7T-61(31) 1A-51(17) 7T-60(17) 1A-50(12) 7T-50(11) 7E-60(7)	7T-60(62) 1A-50(22) 7E-60(13)	1A-31(93)	1AM-20(69) R1A-20(20) 1AM-30(8)	R1A-20(42) 1AM-20(27) 1AY-20(10) R1A-10(10)	1AM-30(59) 1AM-20(20) R1A-30(12) R1A-20(6)	1A-30(68) 1AY-30(30)	1A-30(80) 1AY-30(18)	2A-20(70) 1BD-30(11)	2BE-20(69) 2BE-30(28)	1A-40(78) 2BE-40(16)	1A-40(85) 1A-41(8)
Principaux groupements d'essences (% sup./ sup. totale de la station) (% sup. ≥ 5%)	F BBBB(15) R EE(9) M BBBBS(6)	F BBBB(16) M BBBBS(14) M CT(10) F PEBB(9) F BBPE(7) M es(6)	F BBBB(16) M BBBBS(9) F BBPE(6) M CT(6) F PEBB(6)	R EE(46) R EME(23) R MEE(7)	R EE(77) R BR(8)	R EE(18) M BBBBS(9) R ES(8) M es(7) M SBB(7)	R EE(15) BR(10) M CT(9) R PGE(6) F BBBB(6)	R EE(16) F BBBB(11) M EBB(9) M BBBBE(6)	R EE(24) BR(9) R PGE(9) M CT(9) R EPG(6) R CT(6)	R EE(11) BR(9) M CT(7) R ES(6)	R EE(39) R PGE(18) R EPG(14) R PGPG(14) BR(7)	R PGPG(22) R PGE(13) R EE(11) R CT(9) R PIG(8) R EPG(7) BR(6)	R PGPG(26) R PGE(13) R PIG(12) R EE(12) R EPG(7) BR(7) R CT(6)	R EE(64) R EPG(9) BR(7)	R EE(23) M CT(15) R ES(10) R CT(7) CT(7) M EBB(6)
Potentiel forestier relatif[1]	M	TE	TE	F	TF	TE	M	F	M	E	M	F	M	F	M
Potentiel de régénération	R: Mod-Lim Fl: Bon	R: Lim-Mod Fl: Bon	R: Lim-Mod Fl: Bon	R: Modéré Fl:Mod	R: Limité Fl: Limité	R: Mod-Lim Fl:Mod-Bon	R: Modéré Fl: Bon	R: Modéré Fl: Bon	R: Lim-Mod Fl: Bon	R: Mod-Lim Fl:Mod-Bon	R: Lim-Mod Fl:Mod-Bon	R: Modéré Fl: Modéré	R: Modéré Fl:Faible	R: Mod-Lim Fl:Mod-Bon	R: Modéré Fl:Mod-Bon
Potentiel de compétition	TE	TE	TE	E-M	(E)	E-TE	TE	TE	TE	E-TE	E-TE	E	F	E	E-TE
Effet de la station sur la susceptibilité au chablis	Accru sur R1A	-	-	Accru	Accru	-	Accru sur R1A	Accru sur dépôts R et R1A	Accru sur R1A	-	-	Accru	-	-	-
Effet de la station sur la vulnérabilité à la TBE	Accru sur R1A et 1AM	Accru sur dr 20	Accru sur Dr 20 ou dépôts 2A	Accru	Accru	-	Accru	Accru	Accru sur Dr 20 ou dépôts R1A et 1AM	Accru sur Dr 20	Accru sur Dr 20	Accru	Accru sur Dr 20 et dépôts 2B	Accru sur Dr 41 ou dépôts 2B	Accru sur Dr 41 ou dépôts 2B
Fragilité e = érosion n = nappe c = scalpage o = omiérage	Élevée (c-e)	Peu fragile	Modérée (e)	Élevée (n-o)	Élevée (n-o)	Très élevée sur pentes D-E (e-o) et élevée sur pente A-C (e-o)	Élevée sur R1A (c-e) et modérée (e)	Très élevée (c-e)	Peu fragile, élevée sur R1A (c)	Peu fragile	Peu fragile	-	Peu fragile	Modérée (n-o) et modérée sur Dr 41 €	Modérée (n-o et e sur Dr41)
Contraintes de traficabilité s = solidité r = rugosité (pierrosité) p = pente	Élevées (r-p)	-	Modérées (p)	Très élevées (s)	Très élevées (s)	Élevées sur pentes D-E (p-s) et modérées sur pentes A-C	Modérées (p)	Inaccessible	Aucune, élevées sur R1A (r)	-	-	Élevées (r)	-	Modérées (s)	Modérées (s)

1 : **TE** : très élevé, **E** : élevé, **M** : modéré, **F** : faible, **TF** : très faible

Très faible	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé

Échelle des potentiels forestiers relatifs

6. PROPOSITION DE SCÉNARIOS SYLVICOLES

6.1. PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE ET SOLUTION PROPOSÉE

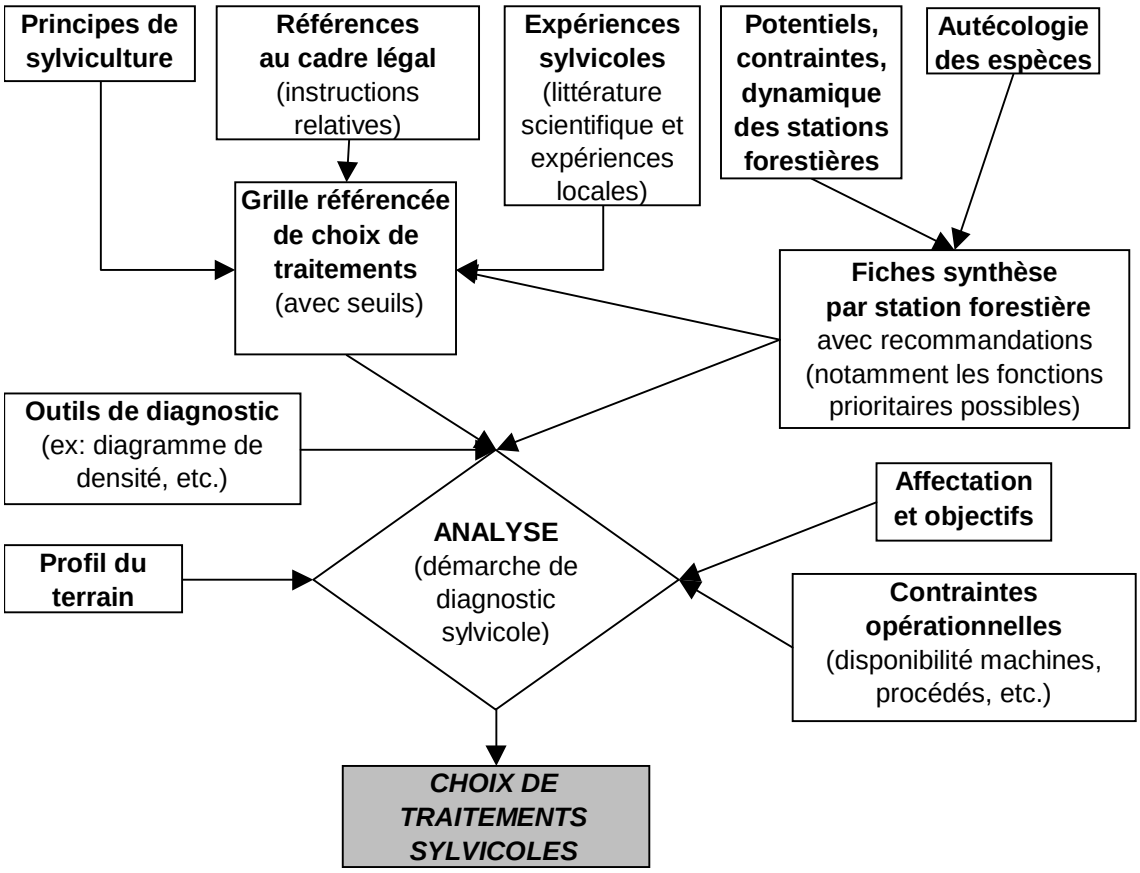
L'idée de guide sylvicole, et plus spécifiquement l'étape de proposition de scénarios sylvicoles, a suscité et suscite encore diverses interprétations selon les intervenants. À la lumière des commentaires glanés ici et là, nous avons dégagé quelques principes directeurs :

- Un guide sylvicole doit s'inspirer des principes reconnus internationalement pour les régimes et traitements sylvicoles.
- Il doit fournir une information stratégique sur l'autoécologie, la dynamique, les potentiels et contraintes pour guider les choix du sylviculteur.
- Il vient en appui à une démarche diagnostique rigoureuse utilisée par le sylviculteur pour établir sa prescription.
- Il doit être construit à partir de données de terrain qui servent de références premières à la prescription.
- Il doit référer aux instructions relatives et au Manuel d'aménagement forestier en vigueur, dans la mesure du possible.

L'ensemble de la démarche à suivre pour arriver à des propositions de traitements sylvicoles est présenté dans la figure 11.

Toute l'autonomie du forestier est maintenue et sa démarche diagnostique doit être réalisée. Cependant, dans le cadre du guide sylvicole, une série d'informations lui sont fournies pour l'éclairer et l'aider à fonder sa démarche.

Figure 11 Démarche à suivre



6.2. PRINCIPES DE BASE

Les interventions proposées dans le cadre du guide sylvicole sont fondées sur un tableau synthèse qui présente une palette de traitements sylvicoles possibles en fonction du régime et du stade de développement de la forêt (Tableau 21). Il a été conçu à partir d'une synthèse des principaux manuels et ouvrages de référence internationaux, et notamment à partir d'un feuillet technique de la Direction de la recherche forestière rédigé par M. René Doucet intitulé « Les méthodes de coupe ». Ce tableau a été par la suite validé par de nombreux intervenants dans le milieu forestier et par des chercheurs en sylviculture. Une certaine liberté a été prise vis-à-vis des instructions relatives en vigueur, lorsque des cas n'étaient pas prévus ou apparaissaient inadaptés aux réalités rencontrées.

Tableau 21 Traitements sylvicoles possibles en fonction du régime et du stade des peuplements à traiter

Régime	Futaie							Taillis		Taillis sous futaie
	Régulière - Équienne (révolution)					Irrégulière - Inéquienne (rotation)		Simple (révolution)	Fureté (rotation)	
Stades	**Semis**	**Fourré**	**Gaulis**	**Perchis**	**Futaie**	**Irrégulière**	**Jardinée**			
Traitements	Désherbage Débroussaillage Dépressage	Débroussaillage Dépressage Nettoiement Dégagement • puits de lumière • à l'européenne • systématique	Éclaircie précommerciale (Éclaircie intermédiaire) Élagage Tailles de formation	Éclaircie commerciale - par le haut - par le bas - mixte - libre - systématique - d'étalement - génométrique - etc.	Coupes à blanc - d'un seul tenant (petite ou grande sup.) - en damier - parquets (blocs) - par bandes alternes - par bandes progressives - par trouées Coupes progressives - progressives - progressives par bandes - progressives par trouées - d'abris - CPRS, CPHR Coupes avec semenciers - simple - par groupes - avec réserve	CPPTM Coupes progressives irrégulières (Coupes à rétention variable)	Jardinage • par pied d'arbres • par petite ou grandes trouées • par lisière (bandes) Éclaircie jardinatoire	Cépage (coupes)	Cépage (coupes)	Cépage (coupes) Balivage
Coupes particulières	Coupes d'amélioration Coupes de récupération Coupes d'assainissement						Préjardinage			

Note : CPRS - Coupe de protection de la régénération et des sols.
CPHR - Coupe de protection de la haute régénération.
CPPTM - Coupe de protection des petites tiges marchandes.

Note : La coupe de succession peut être considérée comme une éclaircie par le haut ou la coupe finale d'une coupe progressive d'abris.

6.3. BILAN DES INSTRUCTIONS RELATIVES À L'APPLICATION DU RÈGLEMENT SUR LA VALEUR DES TRAITEMENTS ADMISSIBLES EN PAIEMENT DES DROITS

Une synthèse des instructions relatives a été réalisée, dans le but de définir quels sont les traitements commerciaux admissibles en paiements des droits 2004-2005. Cette synthèse se base sur le document officiel produit par MRNQ (2004) (version finale mai 2004), et distingue les traitements commerciaux (Tableau 22) des traitements non commerciaux (Tableau 23).

Tableau 22 Traitements commerciaux admissibles en paiement des droits 2003-2004

		Éclaircie commerciale	Éclaircie selective (peuplements mixtes R-Bou (F) à sapin)	CPRS Mosaïque	Coupe progressive d'ensemencement	CPRS par bande
AVANT TRAITEMENT	**Type de peuplement**	Structure régulière	Structure régulière ou irrégulière avec SAB PEU et BOP ≥ 25 % de la s.t.		Structure régulière et mature Structure jardinée ou irrégulière plus ou moins équilibrée et dégradée à transformer en structure régulière	Structure régulière et mature Structure jardinée ou irrégulière plus ou moins équilibrée et dégradée à transformer en structure régulière
	Production prioritaire	Toutes	Peuplement mixte de bétulaie jaune à sapin à dominance feuillue	Toutes	Toutes sauf PEU et PIG	Toutes sauf PEU
	Échéancier	Au plus tard 15 ans avant la maturité du peuplement PIR entre 30 à 90 ans PIB entre 30 à 120 ans				La coupe finale dans la bande max. entre après la 1ère coupe
	Surface terrière initiale	≥ 17 m²/ha de CFC R: ≥ 16 m²/ha de CFC PIB PIR : ≥ 21 m²/ha de CFC PiFi : ≥ 17 m²/ha de CFC	≥ 20 m²/ha CFC ≥ 7 m²/ha CF ≥ 13 m²/ha BOJ ≥ 25 % de s.t.		Structure jardinée ou irrégulière plus ou moins équilibré et dégradée à transformer en structure régulière : CFC < 7 m²/ha	Si structure jardinée ou irrégulière plus ou moins équilibrée et dégradée à transformer en structure régulière : s.t. en CFC : < que 7 m²/ha
	Régénération naturelle				Coefficient de distribution en essence principal objectif < celui inscrit au Manuel d'aménagement forestier	Le coefficient de régénération naturelle en essences principales objectif sur la sup. à traiter < prévu au Manuel d'aménagement forestier
APRÈS TRAITEMENT	**Surface terrière prélevée**	30 % à 40 % 25 % à 35 % pour les résineux et les bétulaies à BOP PIR et PIB 15 % à 25 % ou 25 % à 35 % ≤ 10 m²/ha prélevés F et MF martelage positif obligatoire de tiges classées 1 (quantité selon la prod.p.), ensuite martelage négatif pour créer un puits de lumière autour des tiges martelées positivement R et MR martelage positif facultatif	30 % à 50 % Martelage positif obligatoire		40 % à 50 % F et MF martelage positif obligatoire des semenciers classés I, V ou III S, (R min. 250, MR et MF min. 60, F et PIB et PIR min. 100) ensuite martelage négatif pour créer un puits de lumière autour des semenciers (MR pas obligatoire)	
	Surface terrière résiduelle	CFC > CFC avant traitement Min. 16 m²/ha de CFC R: Min. 15 m²/ha de CFC PIB PIR: Min. 20 m²/ha de CFC PiFi: Min 16 m²/ha de CFC	CF ≥ 12 m²/ha ≥ 80 % de la s.t. initiale des tiges d'avenir d'essences désirées doivent être conservées et éclaircies			Couvert résiduel < 10 %
	% de qualité du prélèvement	S.t. récoltée se situe entre 90 % à 110 % de la s.t. martelée			S.t. récoltée se situe entre 90 % à 110 % de la s.t. martelée	
	% de tiges blessées par le traitement	Max. 10 %				
	Autre	R et MR et Bétulaie à BOP: Ratio (diam.après/diam.avant) ≥ 1,05 F ou MF : Sentiers de débardage aux 33 mètres (Méthode FERIC)	Sentiers de débardage aux 33 mètres (Méthode FERIC)	La forêt résiduelle: Sup. résiduelle ≥ sup. récoltée Largeur ≥ 200m Couvert = A, B ou C Récolte forêt résiduelle ≥ 10 ans et régénération établie dans la coupe	Scarifiage ou déblaiement si nécessaire selon les essences principales objectif Sentiers de débardage aux 33 mètres (Méthode FERIC)	Largeur des bandes coupées max. 25 m Scarifiage ou déblaiement si nécessaire selon les essences principales objectif

IMPORTANT: Ce tableau résume les principaux paramètres d'application des traitements commerciaux admissibles en paiements des droits 2004-2005 (version finale mai 2004). Toutefois les instructions relatives prévalent en tout temps sur ce résumé.

F : Feuillus
R : Résineux

MR : Mélangé à prédominance résineuse
MF : Mélangé à prédominance

III P = Faible de qualité en perdition
III S = Faible de qualité qui vont survivre

CF = Capital forestier
CFC = Capital forestier en croissance

Tableau 23 Traitements non commerciaux admissibles en paiement des droits 2003-2004

Traitements		But	Production prioritaire	Avant traitement: Hauteur	Coefficient de distribution	Densité (tiges/ha)	Âge	Traitement antérieur	Rémanents	Autres	Après traitement: Essence	Nombre de tiges/ha
Scarifiage	**En plein**	Favoriser régénération naturelle ou artificielle	SEPM, Tho, Peu, Bop, FPT (Bou, Chn ou Fpt), Pin, FT (Ers, Pru ou Ft), Mixte R-Bou (R)	- N/A -	< 30% en essences principales ou selon potentiel du site	- N/A -	- N/A -	- N/A -	Feuillus (DHP > 10 cm, vigueur I, II) < 50 tiges/ha < 2m²	Respect de l'art. 89 du RNI Sentiers < 25% superficie (max.absolu 33% sous certaines conditions)		
	Partiel	Régénérer essences peu tolérantes (boj, bop, épinettes, pins, chênes)					- N/A -	- N/A -				
Déblaiement (mise en andains)		Faciliter la mise en terre ou la scarification					- N/A -	- N/A -	Feuillus (DHP > 10 cm, vigueur I, II) < 50 tiges/ha < 2m²			
Déblaiement d'hiver avec lame tranchante		Éliminer toute végétation et enlever la M.O.					- N/A -	- N/A -	Feuillus (DHP > 10 cm, vigueur I, II) < 50 tiges/ha < 2m²			
Déblaiement avec abatteuse-groupeuse		Faciliter la mise en terre ou la scarification (remise en production) par l'abattage et la mise en andains de tiges sur pied					≥ 50 ans	Incendie sans récupération	- N/A -			
Labourage et hersage		Favoriser la mise en terre de feuillus tolérants ou de peupliers hybrides					- N/A -	- N/A -	Feuillus (DHP > 10 cm, vigueur I, II) < 50 tiges/ha < 2m²	Respect de l'art. 89 du RNI Sentiers < 25% superficie (max.absolu 33%)		
Brûlage dirigé à plat		Remise en production suite à la récolte					- N/A -	- N/A -	- N/A -			
Drainage		Diminuer l'humidité du sol afin d'améliorer la croissance des arbres et l'établissement de la régénération naturelle ou artificielle	SEPM et Tho	- N/A -	- N/A -	- N/A -	- N/A -	- N/A -	- N/A -	Terrain de drainage (4,5 ou 6) Profondeur sol perméable ≥ 50 cm Aucune couche indurée dans les 50 premiers cm		
Fertilisation		Augmenter la capacité de production du sol	SEPM	- N/A -	- N/A -	- N/A -	10 à 15 ans avant la maturité	Analyse foliaire et pédologique	- N/A -	Indice de qualité du site de 6 à 13 m à 50 ans		
Regarni régénération naturelle		Mise en terre de plants sur une superficie où la régénération est insuffisante afin d'obtenir un nombre d'arbres uniformément distribués d'essences principales objectifs	Toutes les productions prioritaires	- N/A -	CD < peuplement récolté	- N/A -	< 4 ans après la récolte	- N/A -	Feuillus (DHP > 10 cm, vigueur I, II) < 50 tiges/ha < 2m²	Respect de l'art.89 du RNI Sentiers < 25% superficie (max.absolu 33% sous certaines conditions)	**Regarni équivalence de PL (tiges naturelles + plants regarnis)** Résineuses: 1500 à 2200 FPT (Bou, Chn) et FT (Ers, Pru, Ft): 990 à 1200 Peupliers hybrides: 990 à 1200 (fibre) / 250 à 300 (bois-d'œuvre) Pins: 800 à 1100 **Regarni équivalence de PL (plants reboisés)** Résineuses: < 1 500 FPT (Bou, Chn) et FT (Ers, Pru, Ft): < 990 Peupliers hybrides: < 990 (fibre) / < 250 (bois-d'œuvre) Pins: < 800	
Plantation		Mise en terre de bouture, de plançons, de plants à racines nues ou en récipients pour la production de matière ligneuse	SEPM, Tho, Peu, Bop, FPT (Bou, Chn ou Fpt), Pin, FT (Ers, Pru ou Ft), Mixte R-Bou (R)	- N/A -	- N/A -	- N/A -	- N/A -	- N/A -	Feuillus (DHP > 10 cm, vigueur I, II) < 50 tiges/ha < 2m²	Respect de l'art. 89 du RNI Sentiers < 25% superficie (max.absolu 33% sous certaines conditions)	**Plants conformes** Résineuses: 1 500 à 2 200 FPT (Bou, Chn) et FT (Ers, Pru, Ft): 990 à 1 200 Peupliers hybrides: 990 à 1 200 (fibre) / 250 à 300 (bois-d'œuvre) Pins: 800 à 1 100	
Enrichissement		Introduction ou augmentation du nombre de tiges de PIB, CHR, FRA, BOJ dans un peuplement par la plantation	FPT (Bou, Chn ou Fpt), FT (Ers ou Ft), Pin-Bou (Pin ou Bou), Mixte R-Bou (R ou F), Mixte R-Ers (R ou F) ou R-Ft (R ou F)	- N/A -	- N/A -	- N/A -	- N/A -	- N/A -	- N/A -	Futaie jardinée de FT ou futaie mixte à dominance de FT	Entre 250 et 350 plants vivants bien distribués	
Ensemencement de pins	**Voie aérienne ou terrestre**	Épandage de semences de pin gris	SEPM, Pin, Pin-Bou, Pin-Bou (Pin) et Pin-Bou (Bou)	- N/A -	CD régénération naturelle < peuplement antérieur	- N/A -	- N/A -	- N/A -	- N/A -			
	Mini-serres	Ensemencement de pin gris et de pin blanc								Site où le regarni est impossible (sol mince ou pierreux)		
Dégagement mécanique de la régénération		Faciliter la croissance de la régénération naturelle ou artificielle des essences désirées	Pour les productions prioritaires de feuillus et mixtes à dominance de feuillus, voir éclaircie précommerciale Résineuses et mixtes à dominance de résineux	H moy < 1,5 m	**CD des arbres dégagés** *Plantation ou regarni équivalent à PL* < 60% (rendement PL) / < 48% (rendement -15% PL) / Rendement précédent*: *2 000* / **1 200** / *2 500* / **1 500** / **1 200** **CD des arbres dégagés et à dégager** *Plantation* > 75% (rendement PL) / > de 60 à 75% (rendement -15% PL) / Rendement précédent*: *2 000* / **1 500** / *2 500* / **1 875** / **1 500 à 1 875**	- N/A -	- N/A -	Feuillus (DHP > 10 cm, vigueur I, II) < 50 tiges/ha < 2m²		*Plantation* **≥ 1500** *Forêt naturelle* Rendement PL (forte densité) **≥ 1875** Rendement -15% PL (faible densité) **≥ 1 500 à 1 875** Tiges dégagées d'essences désirées uniformément distribuées	
Éclaircie précommerciale		Régulariser l'espacement	Toutes les productions prioritaires	**Tableau IV (P. 60)** H moy > 1,5 m	**CD des tiges résineuses** CD ≥ 75% — Résineux rendement PL 60% ≤ CD < 75% — Résineux rendement -15% PL 50% ≤ CD < 75% — Mixte à dominance de résineux CD < 50% — Mixte à dominance de feuillus CD < 25% — Feuillus ≥ 4 000 tiges vivantes de DHS > 1,5 cm (1,2 m résineux et 1,8 m feuillus)	**Tableau IV**	- N/A -	Feuillus (DHP > 10 cm, vigueur I, II) < 50 tiges/ha < 2m²		**Tableau IV**	
			Résineuses Mixtes à dominance de résineux Mixtes à dominance de feuillus Feuillues (bois-d'œuvre) Feuillues (fibre) PIB / PIR		**CD des arbres éclaircis** < 60% (résineux) / < 75% (résineux): Peupl. naturel / Plantation: 1 500 < 38% (résineux) / < 38% (feuillus): 950 (Rés.) / 400 (Feuil.) < 18% (résineux) / < 55% (feuillus): 450 (Rés.) / 600 (Feuil.) < 75% (dom. et co-dom.): 300 < 75% (dom. et co-dom.): 825 < 85%: 700 Tiges d'essences désirées et bien distribuées	- N/A -	- N/A -	- N/A -			
Élagage phytosanitaire			SEPM, Pin, Pin-Bou (Pin) et Pin-Bou (Bou)	- N/A -	- N/A -	- N/A -	- N/A -	Peuplement affecté par une maladie ou un insecte	- N/A -	La prescription doit être faite par un spécialiste des insectes et maladies		

IMPORTANT: Ce tableau résume les principaux paramètres d'application des traitements non commerciaux admissibles en paiements des droits. Toutefois, les instructions relatives 2004-2005 (version finale mai 2004) prévalent en tout temps sur ce résumé

*

6.4. ÉLABORATION D'UNE GRILLE PRÉLIMINAIRE POUR LE CHOIX DES TRAITEMENTS SYLVICOLES

6.4.1. Mise en contexte

Dans un guide sylvicole, la constitution d'une grille pour guider les choix de régime et de traitements sylvicoles est une étape essentielle. Elle permet de synthétiser l'information disponible concernant l'écologie, la sylviculture et l'expérience régionale. Cette grille se veut à la fois simple, la plus complète possible et uniforme. Elle a été soumise à différents intervenants du milieu forestier et experts en sylviculture qui ont permis de la bonifier (Tableaux 24 et 25). Elle ne remplace pas la démarche diagnostique du professionnel, mais vient plutôt en support en lui fournissant des informations stratégiques. Elle doit faire partie également d'une démarche d'amélioration continue pour l'ajuster au fur et à mesure que les connaissances évoluent.

Du point de vue de l'aménagiste forestier, les peuplements de plus de 7 m et de moins de 7 mètres représentent des problématiques tout à fait différentes. En effet, dans le second cas, les peuplements sont non marchands, la composition actuelle de ces peuplements est souvent difficile à définir et ils peuvent évoluer dans différentes directions possibles. Ces peuplements ne sont pas évalués selon les mêmes critères que ceux établis pour les peuplements de 7 mètres et plus, parce que, entre autres, ils ne possèdent pas les mêmes attributs dendrométriques. Il a donc été décidé de les traiter séparément.

Quelques prémisses ont été établies comme base du travail :

- La production d'espèces intolérantes sur toute la superficie ciblée nécessite un régime équienne.
- La production d'espèces semi-tolérantes nécessite une lumière suffisante pour leur développement, s'exprimant soit par une densité de couvert cible (recouvrement de 50 à 60 %; Hannah, 1988) ou par une dimension minimale de trouées (> 0,75H, Bormann et Likens, 1979).
- Dans le cas d'une compétition abondante ou potentiellement agressive : le maintien du couvert peut contribuer à la contrôler (*shelter* = abri).
- Il faut un minimum de capital forestier en croissance pour justifier de maintenir un peuplement sur pied à moyen et long terme (>10-20 ans).
- La présence d'objectifs fauniques ou d'esthétique du paysage peut modifier les choix.
- L'information écologique est une donnée *sine qua non* pour le choix des traitements en informant, par exemple sur les choix de production pertinents (essences et produits), le potentiel de régénération, la richesse de la station, la compétition, les contraintes (*cf.* section 7.4.2.1).
- Si des informations scientifiques nous semblent plus valables, elles ont été préférées aux choix actuels des normes (par exemple, l'utilisation du concept de hauteur adjacente dans la grandeur des trouées, plutôt que des mètres carrés).

- Le précepte du Manuel d'aménagement (4e version) concernant la diversification de la sylviculture a été considéré avec tout le sérieux nécessaire, d'où l'introduction des coupes progressives irrégulières uniformes ou par trouées.
- Les choix présentés dans la grille sont basés sur des principes et les seuils, comme les paramètres utilisés, sont inspirés de la littérature disponible et peuvent évoluer avec la connaissance.
- Les traitements utilisés proviennent non seulement des documents québécois officiels, mais également des traités de Matthews (1989), Smith (1986), Nyland (1996), Schütz (1990), Majcen *et al*. (1990), Lanier (1986) et Boudru et Simard. Un feuillet d'information de la DRF, rédigé par M. René Doucet résumant les définitions des traitements sylvicoles a également été utilisé. Une synthèse des régimes et traitements est présentée au tableau 21. Le régime de taillis sous futaie n'a pas été retenu, pour les mêmes raisons que celles évoquées par les auteurs européens, soit la nécessité de travailler avec des volumes sur pieds très faibles pour laisser pénétrer suffisamment de lumière, ce qui cause une perte de qualité chez les arbres dominants.
- L'analyse de la structure est de plus en plus considérée comme l'un des tout premiers paramètres à considérer. Il faut toutefois se rappeler que la distribution du nombre de tiges par classes de diamètre constitue un outil visant à compenser le manque d'information relatif à la distribution des tiges par classe d'âge. Ainsi, il est nettement préférable, dans le cas d'un mélange d'espèces à tolérance variable, de considérer séparément l'analyse de ces groupes d'espèces étant donné qu'ils ont souvent une croissance en diamètre passablement différente.

Tableau 24 Personnes contactées pour commenter les grilles de traitements sylvicoles lors du premier envoi (20 février 2004)

PERSONNES CONTACTÉES	ORGANISME	7 m et moins	CHR	ERS	BOU-ERS	BOU-BOJ	RBOU -MFT	PEU	RPEU	BOP	RBOP	PIB-PIR	SAB-PIG-MEL	EP-SAB	THO
Daniel Mailly	MRNF-DIR	X													
Gaston Laflamme	SCF-CFL											X			
Lise Guay	Produits for. Coulonge		X									X			
Simon Vézeau	Bois Oméga											X			
Steve Bédard	MRNF-DIR			X	X										
Zoran Majcen	MRNF-DIR			X	X										
André Fortin	CCPW				X	X	X								
Christian Godbout	MRNF-DIR									X					
René Doucet	Consultant (MRNF-DIR)							X	X				X	X	
Brian Harvey	UQAT							X	X						
Jean-Martin Lussier	SCF-CFL				X		X			X			X	X	
Denis Thibault	Kruger						X	X	X	X	X		X	X	
Jean-François Desbiens	Cédrico									X	X		X	X	X
Jean-Claude Ruel	U. Laval														X
Charles Tardif	Maibec														X
Luc Gagnon	Groupe G.D.S.														X

Tableau 25 Personnes contactées pour commenter les grilles de traitements sylvicoles lors du second envoi (11 juin 2004)

PERSONNES CONTACTÉES	ORGANISME	SEMIS, FOURRÉS, GAULIS	PERCHIS	AUTRES (FUTAIES)
André Fortin	CCPW			X
René Doucet	Consultant (MRNF-DIR)	X		X
Marius Pineau	Consultant (U. Laval)			X

6.4.2. Méthodologie

■ ***Rôles de l'écologie dans les choix***

L'information écologique permet de proposer un choix de fonctions prioritaires, de décrire les conditions en termes de potentiels et contraintes et aussi d'optimiser le choix des traitements sylvicoles et leurs variantes.

En ce qui concerne le choix des **productions prioritaires**, étant donné l'importance du rôle joué par l'écologie, les productions prioritaires sont présentées dans les fiches par stations forestières.

De plus, le choix des essences constituant l'objectif de production peut s'appuyer sur la composition des peuplements parvenus en fin de succession (constituant la végétation potentielle), indiquée par les deux premières lettres du type écologique. Ainsi, de façon générale, on produira prioritairement du sapin ou de l'épinette dans les RS et RE (résineux à sapin et à épinette respectivement). Enfin, les peuplements mélangés associés aux types écologiques MS devraient être aménagés en peuplements mélangés, et la dominance (résineuse ou feuillue) pourrait être modulée en fonction des conditions sur le terrain et des objectifs spécifiques des utilisateurs.

De plus, il est conseillé de confiner la sylviculture des feuillus intolérants aux sites où ces essences sont dominantes (stades de lumière et intermédiaire) et qui sont mal régénérés en essences du stade stable.

L'information sur la régénération aide à confirmer l'objectif de production. De façon générale, la préférence est accordée aux essences du stade stable, qui correspondent à des essences capables de se régénérer sous couvert, ce qui favorise donc la proposition d'interventions sylvicoles permettant le maintien d'un couvert forestier. Cette approche offre l'avantage de protéger l'esthétique des paysages. Par ailleurs, elle encourage la production d'essences ayant généralement une plus grande valeur.

L'information écologique permet également de faire les **choix d'intensification**. Un traitement comme l'éclaircie commerciale est en effet de plus en plus confiné aux stations forestières présentant les meilleurs potentiels. La recherche du plein boisement par des moyens comme le regarni ou l'enrichissement est également réservée aux mêmes types de stations.

Le **choix des seuils pour les traitements** devrait également être modulé selon les conditions écologiques. À titre de premier exemple, Klepac (1965) *in* Majcen *et al.* (1990) mentionne que les valeurs du facteur q (distribution de Liocourt) sont plus élevées (courbe plus abrupte) pour les

peuplements ayant un faible indice de fertilité. Les diamètres de maturité devraient y être également inférieurs. Dans un autre ordre d'idée, les maturités devraient également être modulées selon l'information écologique Pour ce qui est des densités, plusieurs auteurs ont commencé à adapter leurs diagrammes de densité selon les indices de qualités de stations (Tremblay *et al.*, 1997 *in* Ruel et Margolis, 1997.

L'information écologique est également indicatrice des **risques et contraintes**, et permet de moduler les choix de traitements en fonction du milieu. Les milieux hydriques subissent souvent des remontées de nappes phréatiques après retrait du couvert forestier qui requièrent l'application de mesures de mitigation dans les coupes totales (bandes, CPRS, CPHR, parquets), les coupes avec semenciers, ou même les coupes avec grandes trouées (2H).

Aussi, certains auteurs (Camiré *et al.*, 1997) déconseillent de pratiquer les éclaircies précommerciales sur les stations hydriques. Le reboisement n'est également pas recommandé dans les dépôts organiques.

■ ***Seuils et références***

Un tel travail, comme tout autre projet d'aménagement forestier, devrait toujours s'appuyer sur des références, d'où la présence d'annotations numériques (ex. : [1, 133, 25]) dans les grilles de sélection des traitements sylvicoles (version rapport seulement). La liste de références citées dans la grille n'est pas exhaustive et elle est présentée à l'annexe 7, ainsi qu'une documentation non exhaustive disponible pour les différents traitements sylvicoles par fonction prioritaire. Il s'agit d'une liste d'ouvrages reliés aux différents traitements sylvicoles qui se trouvent dans la grille, ou qui pourraient éventuellement en faire partie (cas par exemple de la fertilisation). Cette liste de références a été élaborée suite à la consultation de plusieurs revues de littérature existantes, de banques de données de divers organismes dont les travaux sont réalisés, soit au Québec, soit en Ontario. Comme la recherche documentaire et la confection de la grille constituent deux tâches assez importantes qui ont été menées de front, un travail de synthèse de la documentation recueillie demeure à réaliser après ce projet, de manière à préciser ou compléter certains aspects de la grille. De nombreux seuils définis proviennent ou sont inspirés des *Instructions relatives 2004-2005* (Tableaux 22 et 23).

■ ***Famille des semis, fourrés, gaulis***

Dès le départ, la grille générale discrimine selon le stade de développement actuel du peuplement et les stades de semis, fourrés et gaulis sont regroupés sous une même famille que composaient à l'origine les peuplements de moins de 7 m. Les premières étapes de la grille de cette famille, visent des conditions

particulières, telles que la présence de rémanents vigoureux, le besoin d'effectuer un drainage forestier et les interventions phytosanitaires. Par la suite, la distribution des essences désirées de belle qualité permet de distinguer les cas où la régénération est suffisante, de ceux où elle pourrait être augmentée, ou encore de ceux où il serait préférable de remettre en production toute la superficie. En présence d'une régénération suffisante, la grille discrimine en fonction de l'état de cette régénération dans un contexte de compétition, c'est-à-dire si elle est libre de croître. Cette idée est exprimée avec les définitions d'arbre dégagé ou d'arbre éclairci utilisées dans les *Instructions relatives 2004-2005* (MRNF, 2004) qui permettent de tenir compte de l'oppression, tant supérieure que latérale, que peuvent subir les tiges. Finalement, le stade de développement permet de distinguer le dégagement (semis, fourrés) de l'éclaircie précommerciale.

Il faut noter que l'objectif de production n'est pas toujours définitif pour les peuplements de moins de 7 mètres et qu'il peut changer avec le temps, ou avec notre désir d'intervenir ou de laisser aller. Il faudrait toujours être prêt à convertir le peuplement ou à tout le moins modifier l'objectif poursuivi.

■ ***Famille des perchis***

Dans le cas des peuplements au stade perchis (structure régulière), la distribution des essences désirées vigoureuses permet de distinguer trois cas, en fonction du CD du peuplement.
Lorsque le CD en essences désirées est trop faible, il est alors préférable de remettre en production ou de changer l'objectif de production. Lorsque le coefficient de distribution est modéré, il est possible d'assainir lorsque la densité est élevée et que la qualité de la station justifie l'investissement, autrement il est préférable d'attendre le prochain stade de développement. Finalement, lorsque le CD est élevé et que la densité est élevée, l'éclaircie jardinatoire est proposée lorsqu'on vise une structure inéquienne et l'éclaircie commerciale pour maintenir une structure équienne. L'utilisateur est invité à se référer aux diagrammes de gestion de la densité présentés à l'annexe 10, afin de déterminer la densité du peuplement (relation entre le diamètre quadratique et le nombre de tiges par hectare).

■ ***Familles des futaies***

La grille est divisée une première fois selon la **tolérance à l'ombre** des espèces désirées. Les productions à dominance d'espèces intolérantes sont envoyées directement à la famille des futaies régulières.

Parmi les productions d'essences tolérantes ou peu tolérantes à l'ombre, une première distinction est effectuée pour le cas où les gaules et les petites tiges marchandes servent à qualifier la structure

d'irrégulière (cas de la coupe avec protection des petites tiges marchandes - **CPPTM**) et pour le cas où la **structure désirée** est irrégulière (cas du pin blanc). Ces deux cas se rapportent directement à la famille des futaies irrégulières.

Pour les autres cas, la **structure diamétrale du peuplement**, son **degré de vigueur**, la présence **d'objectifs fauniques ou esthétiques**, ainsi que la présence/absence **d'objectifs de production d'espèces ayant une tolérance à l'ombre différente** au sein du même peuplement permettent de distinguer ceux qui seront traités dans la famille des futaies régulières de ceux qui le seront dans les familles des futaies jardinées ou irrégulières. Ces deux dernières familles étant distinguées sur la base de la **répartition de la vigueur dans les classes de diamètre** et sur la **longévité** des essences à produire.

Lorsqu'un peuplement est traité à l'intérieur d'une même famille, on doit normalement prévoir que les interventions suivantes (scénarios sylvicoles) se dérouleront à l'intérieur de cette même famille. Néanmoins, la régénération dans les trouées ou celle après coupe finale (futaies régulières) devra être considérée dans la famille des semis, fourrés, gaulis ou dans celle des perchis, selon le cas. De plus, il est possible qu'après intervention dans la famille des futaies irrégulières, certains peuplements pourront être envoyés dans la famille des futaies jardinées.

De nombreux autres principes et critères, essentiellement dendrométriques, contribuent à différencier les situations diverses qui peuvent se présenter à l'intérieur d'une même famille. Notons la surface terrière (totale, de capital forestier ou de capital forestier en croissance), le diamètre quadratique ou moyen, le nombre de tiges (en tiges/ha ou selon une appellation qualificative), la présence suffisante de gaules et/ou de régénération et l'agressivité de la compétition qualifiée de faible ou de forte. Dans la majorité des cas, ce dernier critère permet de trancher entre plusieurs traitements envisageables, en particulier parmi les coupes de régénération (coupes par bandes, coupes avec réserves de semenciers, coupes progressives d'ensemencement, etc.). D'autres principes et critères ont été retenus, tels que la susceptibilité au chablis, le risque de remonté**e** de la nappe phréatique et la présence de semenciers.

Ainsi, cette grille de traitements fait appel à certains principes et critères qui ne sont pas traditionnellement utilisés comme la répartition des vigueurs **dans les différentes classes de diamètre**, l'utilisation du nombre de tiges en relation avec les diagrammes de densité, l'utilisation des semis en plus des gaules, la compétition potentielle, la régénération préétablie, l'autécologie, des objectifs de protection des autres ressources du milieu forestier (faune, paysage) et la sociabilité du peuplement (en îlots ou uniforme). Le tableau 26 présente une liste des principes retenus par rapport à d'autres grilles publiées dans la littérature nord-américaine.

Tableau 26 Comparaison avec la littérature des principes retenus dans les grilles des traitements sylvicoles des futaies

	Guides sylvicoles CERFO (Kruger 043-51 et Portneuf)	Vézina et al. 1981. *Comment aménager nos forêts.*	Brand 1981. *Simulating timber management in Lake States forests*	OMNR. 1998. *A silvicultural guide for the tolerant hardwood forest in Ontario*	Marquiset al. 1990. *Prescribing Silvicultural Treatments in Hardwood Stands of the Alleghenies (revised).*	Roach et al. 1968. *Even-aged silviculture for upland central hardwoods*	Leak et al. 1969. *A silvicultural guide for northern hardwoods in the Northeast*	Tubbs 1977. *Manager's handbook for northern hardwoods in the North Central States*	Sander 1977. *Manager's handbook for oaks in the North Central States*
	Tous	Tous	Tous	Feuillus	Feuillus	Feuillus	Feuillus	Feuillus	Feuillus (chênes)
Impact des chevreuils					X				
Risque de compétition	X	X			X				
Risque de remontée de la nappe phréatique	X								
Risque de chablis	X								
Priorité au maintien d'un couvert forestier	X				X				
Capital forestier	X								
Capital forestier en croissance ou AGS	X			X		X			
Répartition de la vigueur	X								
État de santé	X								
Stade de développement	X				X				
Diamètre des tiges									X
Maturité	X				X				X
Volume actuel		X			X	X			
Structure du peuplement	X			X	X	X	X	X	
Densité (st)	X		X		X	X	X	X	X
Coefficient de distribution (tiges marchandes)	X					X	X		X
Peuplement opprimé					X	X			
Présence de rémanents	X	X							
Nombre de tiges	X		X						
Essences présentes	X								X
Objectifs de production	X			X	X		X		
Objectifs de gros arbres					X				
Régénération présente en essences désirées	X	X			X			X	
Semenciers disponibles	X				X				X
Lumière limitant la régénération					X				
Présence de gaules	X		X		X			X	X
Régénération future limitée par le site					X				
Qualité de station	X		X	X			X		X
Croissance		X							

6.4.3. Propositions de traitements

La grille d'aide à la sélection de traitements est présentée à la fin de cette section (Tableau 27). Le traitement sylvicole proposé pour chaque combinaison de critères représente une aide à la décision et n'est nullement restrictif ou exclusif. Ces principes et critères pourront et devraient être rehaussés au fil des années, afin de l'améliorer suite aux expériences sur le terrain et de rencontrer les exigences de l'aménagement forestier durable, de l'aménagement écosystémique ou de l'aménagement intégré des ressources. La codification utilisée dans le présent guide, ainsi que la définition des traitements sont présentées à l'annexe 8.

Bien que la grille permette de sélectionner un traitement, elle ne précise pas les modalités d'intervention qui sont nécessaires au succès du traitement. Notons l'exemple suivant :

- Sur des sites fragiles, il est recommandé d'effectuer les opérations forestières lorsque le sol est gelé.

■ ***Procédés de régénération***

Rappelons ici que la sylviculture de base réfère à l'ensemble des pratiques nécessaires à l'établissement de la régénération en essences désirées (OIFQ, 2000). Il s'agit donc là d'un objectif fondamental et prioritaire par rapport à la maximisation des volumes récoltés.

Dans les trois familles de futaies, lorsque la densité n'est pas suffisante pour effectuer un prélèvement dans le couvert et que la régénération est insuffisante en essences désirées, des interventions de remise en production sous couvert sont alors proposées, telles que la préparation de terrain, le débroussaillage, le regarni, l'ensemencement manuel, etc.

Dans la famille des futaies régulières, les productions d'essences tolérantes ou peu tolérantes à l'ombre sont dirigées vers les coupes progressives, afin de favoriser l'établissement de la régénération sous couvert, tout en contrôlant la compétition. Il en est de même pour les peuplements situés sur des stations à risque élevé d'érosion (sol mince ou pente forte) ou de remontée de la nappe phréatique. Lorsque la régénération est bien établie et que les risques d'envahissement par la compétition ou de remontée de la nappe phréatique sont réduits, alors la grille s'ouvre vers la coupe finale sur toute la surface (CPRS, CPHR, etc.) ou par bandes, s'il y a un objectif de maintenir davantage de couvert forestier mature pour protéger l'esthétique du paysage ou satisfaire aux besoins de la faune. Un cas particulier est dirigé vers la famille des

futaies jardinées, c'est celui de peuplements résineux situés sur des sites à risque élevé de chablis dont on désire préserver l'esthétique du paysage. Dans ce cas, le traitement proposé dans la littérature européenne est le jardinage par bandes (Matthews, 1989)[3]. Quant aux productions d'essences intolérantes, les coupes par bandes sont proposées pour maintenir davantage de couvert forestier, afin de répondre à des objectifs esthétiques ou fauniques. Autrement, la coupe avec réserve de semenciers est proposée pour le bouleau à papier, la coupe totale (régime du taillis) pour les peupliers et la coupe totale avec préparation de terrain et reboisement pour les cas résiduels, dont celui du pin gris.

Outre le cas particulier de la coupe de jardinage par bandes pour les peuplements résineux, la famille des futaies jardinées est divisée en deux sous-familles : les coupes de jardinage par pied d'arbre pour les productions d'essences tolérantes et les coupe**s** de jardinage par trouées pour les autres productions. Dans ce dernier cas, il est conseillé de diminuer la dimension des trouées là où la compétition anticipée est importante. Les traitements qui sont distingués à l'intérieur de ces sous-familles sont issus du *Manuel d'aménagement forestier* (MRNFP, 2004b) et de ses *Instructions relatives* (MRNFP, 2004a). Néanmoins, la sous-famille des coupes de jardinage par trouées ne contient pas toutes les options présentées dans les *Instructions relatives*, car la structure de la grille aurait été très complexe et le sens des principes qui y sont énoncés aurait été noyé dans cette complexité. De plus, nous émettons des réserves sur l'importance qu'accordent les *Instructions relatives* à de minimes différences (1 m²/ha) au capital forestier et à la production prioritaire (Fpt vs mixte-Fpt) dans la sélection de la taille des ouvertures (pied d'arbre et groupe d'arbres, vs trouées, vs parquets) pour des essences peu tolérantes. Le potentiel de compétition ou des considérations opérationnelles devraient permettre d'effectuer un choix entres ces tailles d'ouvertures (Guillemette *et al*., 2003). Quant à la coupe de jardinage par parquet, elle peut reproduire les conditions lumineuses des trouées lorsque le parquet a une largeur d'au plus 2H (H étant la hauteur des arbres), d'où son association avec la sous-famille du jardinage par trouées (Bormann et Likens, 1979). Au-delà de cette largeur, les conditions du parquet se rapprochent davantage de la coupe totale qui se trouve dans la famille des futaies régulières.

Finalement, la famille des futaies irrégulières ou étagées distingue d'abord les jeunes futaies pour l'application des éclaircies commerciales par le haut qui sont prévues dans le Manuel d'aménagement forestier, soit l'éclaircie sélective individuelle (toutes les productions ou les mixtes R-Bou (F) à sapin) et l'éclaircie commerciale d'étalement. Ensuite, les peuplements où la coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM) est possible, sont distingués. Les coupes progressives irrégulières sont proposées pour les cas résiduels, avec des ouvertures dont la

[3] Ce traitement est utilisé notamment sur les côtes britaniques venteuses et dans les Alpes suisses.

taille varie en fonction de la sociabilité du peuplement (en îlot ou uniforme) et de la tolérance des essences à produire.

■ ***Éclaircie commerciale***

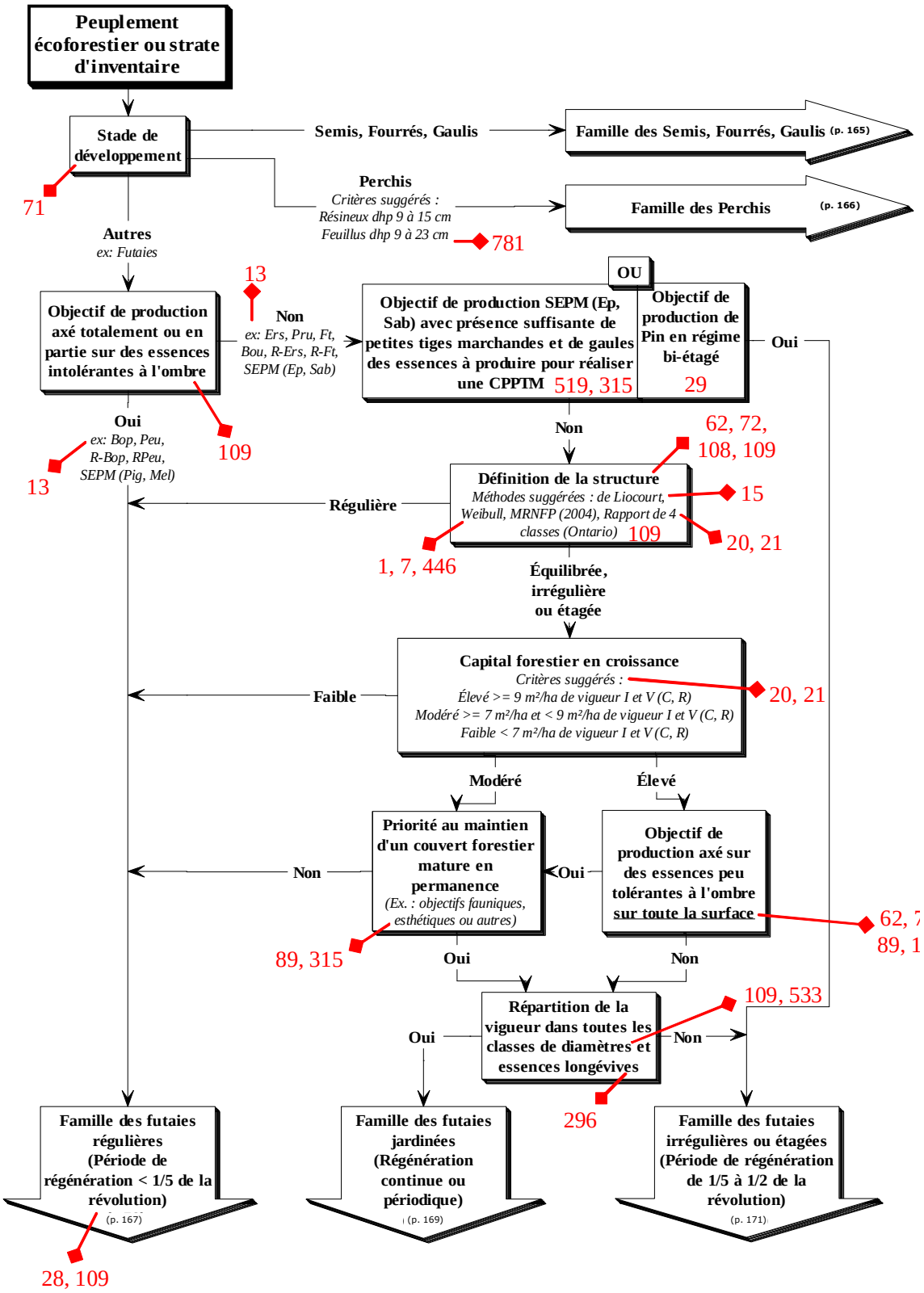
L'éclaircie commerciale est un traitement sylvicole de stade perchis ou de jeunes futaies (peuplements de 7 mètres et plus), proposé essentiellement lorsque la densité est élevée, en se référant au diagramme de densité de l'essence (nomogramme). Elle consiste à favoriser la croissance diamétrale des tiges résiduelles, tout en récoltant un certain volume avant maturité. Plusieurs paramètres devraient entrer en ligne de compte avant d'opter définitivement pour l'éclaircie commerciale. Ainsi, l'intensité visée par l'aménagement, la qualité du site, ainsi que l'âge du peuplement, l'accroissement radial courant, la proportion de cime vivante, le rapport h/d, sont des facteurs à prendre en considération dans le processus décisionnel. L'utilisateur est invité à se référer aux diagrammes de gestion de la densité, afin de déterminer les besoins en éclaircie.

■ ***Soins culturaux***

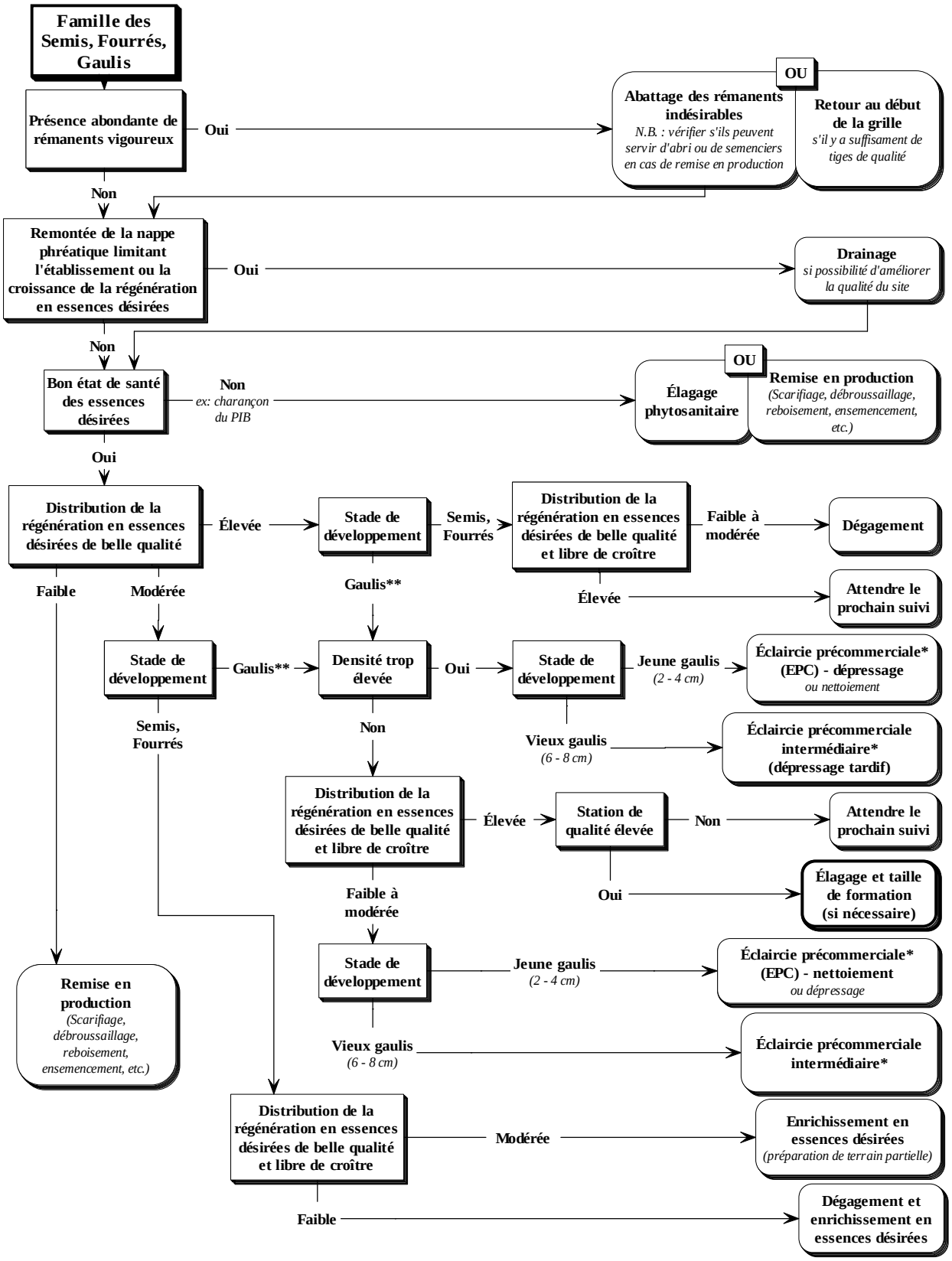
Le terme de « soins culturaux » englobe la majorité des traitements présentés dans la famille des semis, fourrés et gaulis, y compris les soins à la régénération.

Ainsi, de manière générale, une remise en production (reboisement) est effectuée lorsque le coefficient de distribution de la régénération est inférieur à 30 %. Selon les conditions du site, une préparation de terrain peut également être prescrite, selon plusieurs variantes possibles. Dans les situations où, sans être inférieur à 30 %, le coefficient de distribution se trouve inférieur à celui du peuplement antérieur, un regarni est prescrit. Pour les productions de pins, on préconise plutôt un ensemencement aérien ou terrestre. En présence de peuplements bien régénérés, l'importance de la distribution en tiges d'essences désirées de qualité et libres de croître détermine l'utilité d'un traitement de dégagement ou non.

Tableau 27 Grille d'aide à la sélection de régimes et de traitements sylvicoles

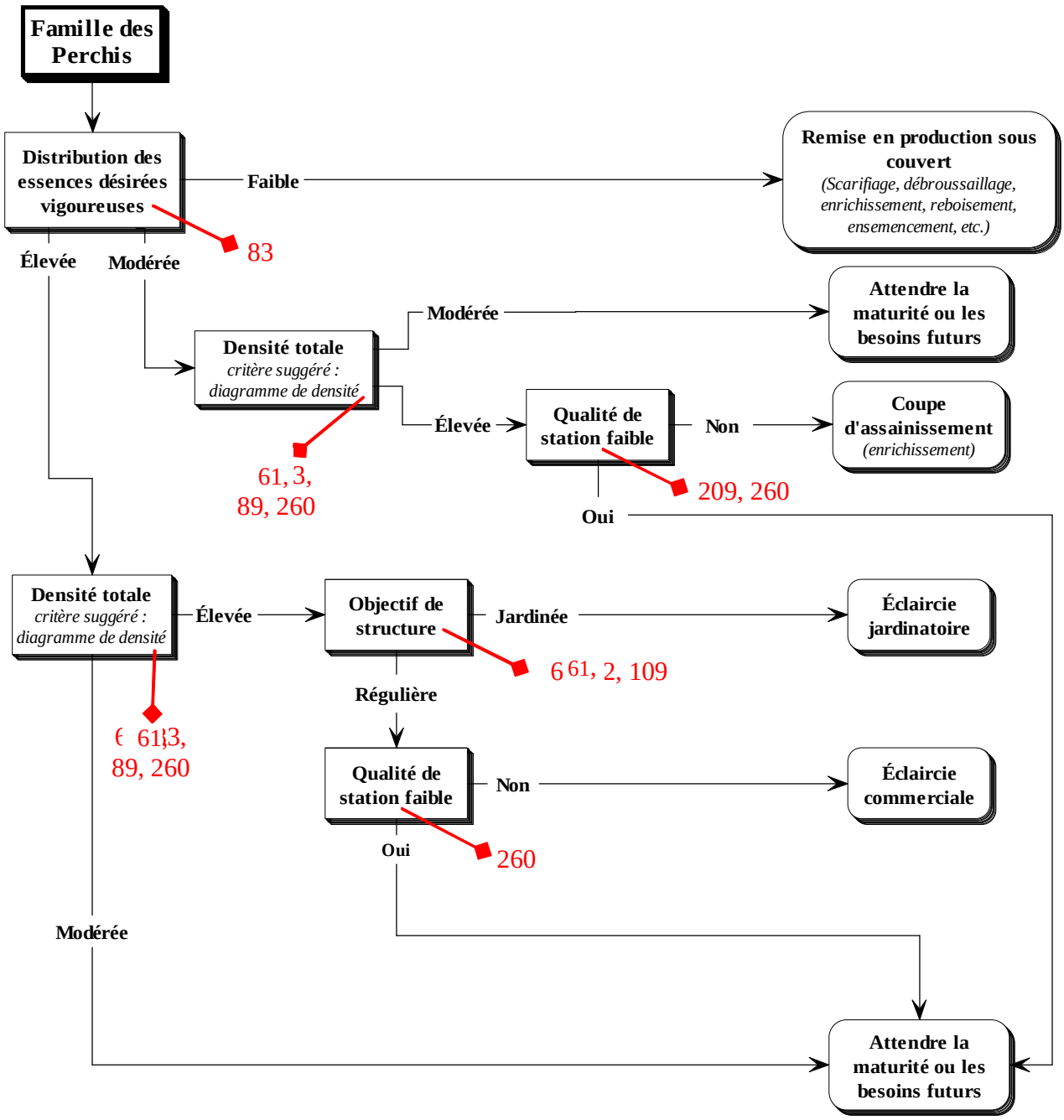


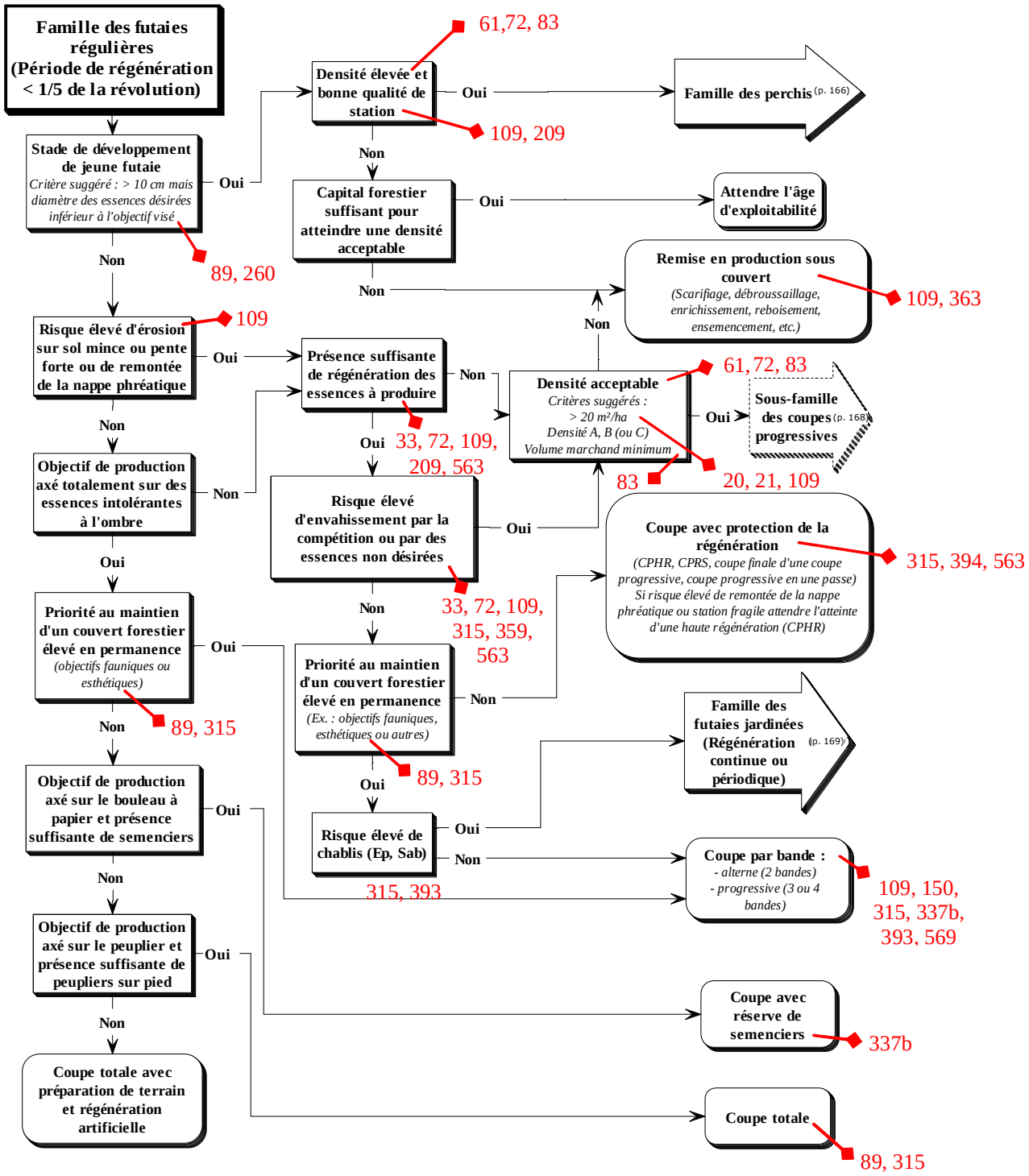
RÉFÉRENCES GÉNÉRALES DE BASE : 10, 19, 22, 29, 109

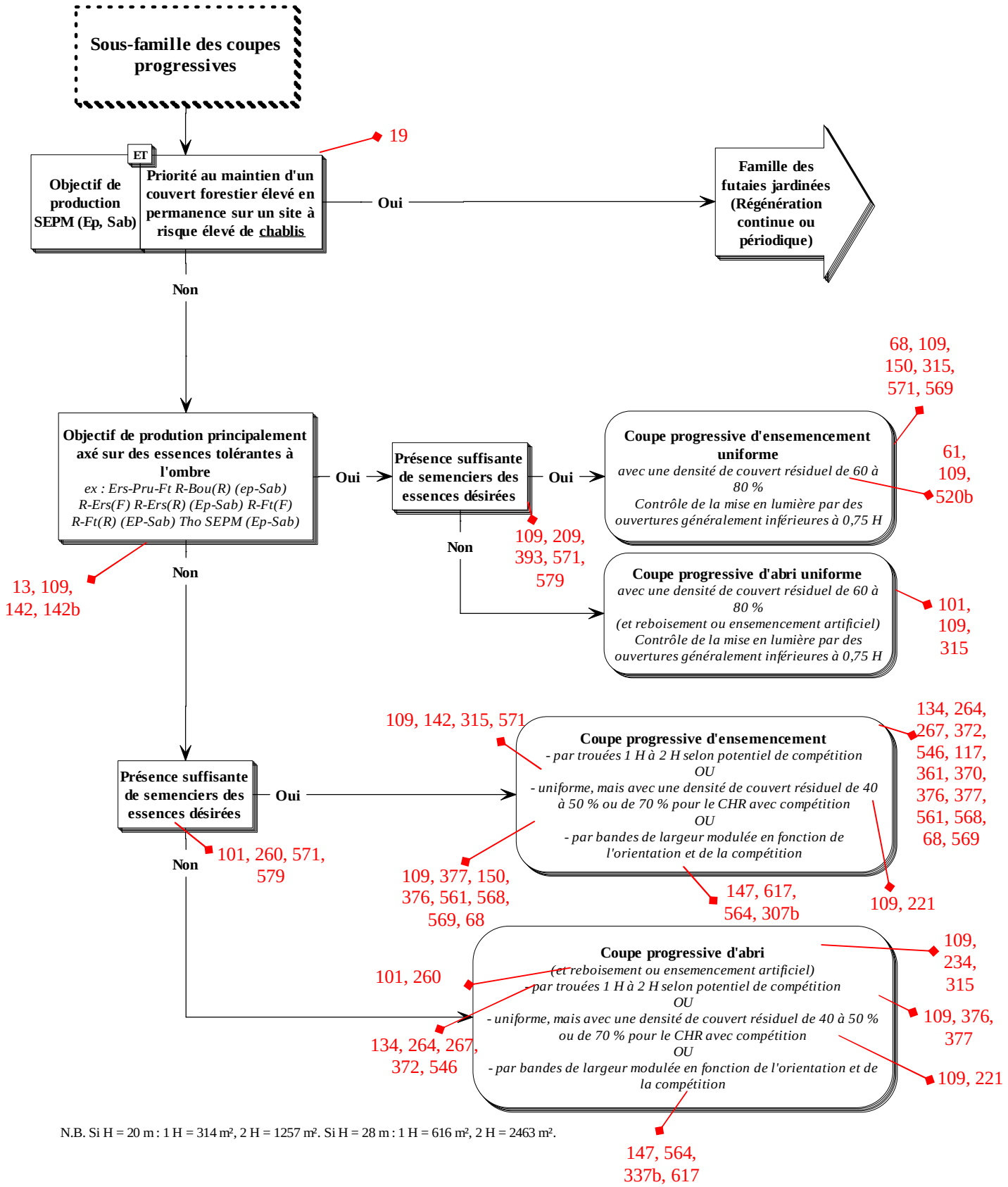


* EPC - Si objectifs fauniques ou risque de remontée de la nappe phréatique : intervention en hiver sur neige durcie ou conserver des arbustes ou arbres feuillus.
- Si production d'essences feuillues à grosse cime : appliquer la méthode européenne plutôt que par puits de lumière.

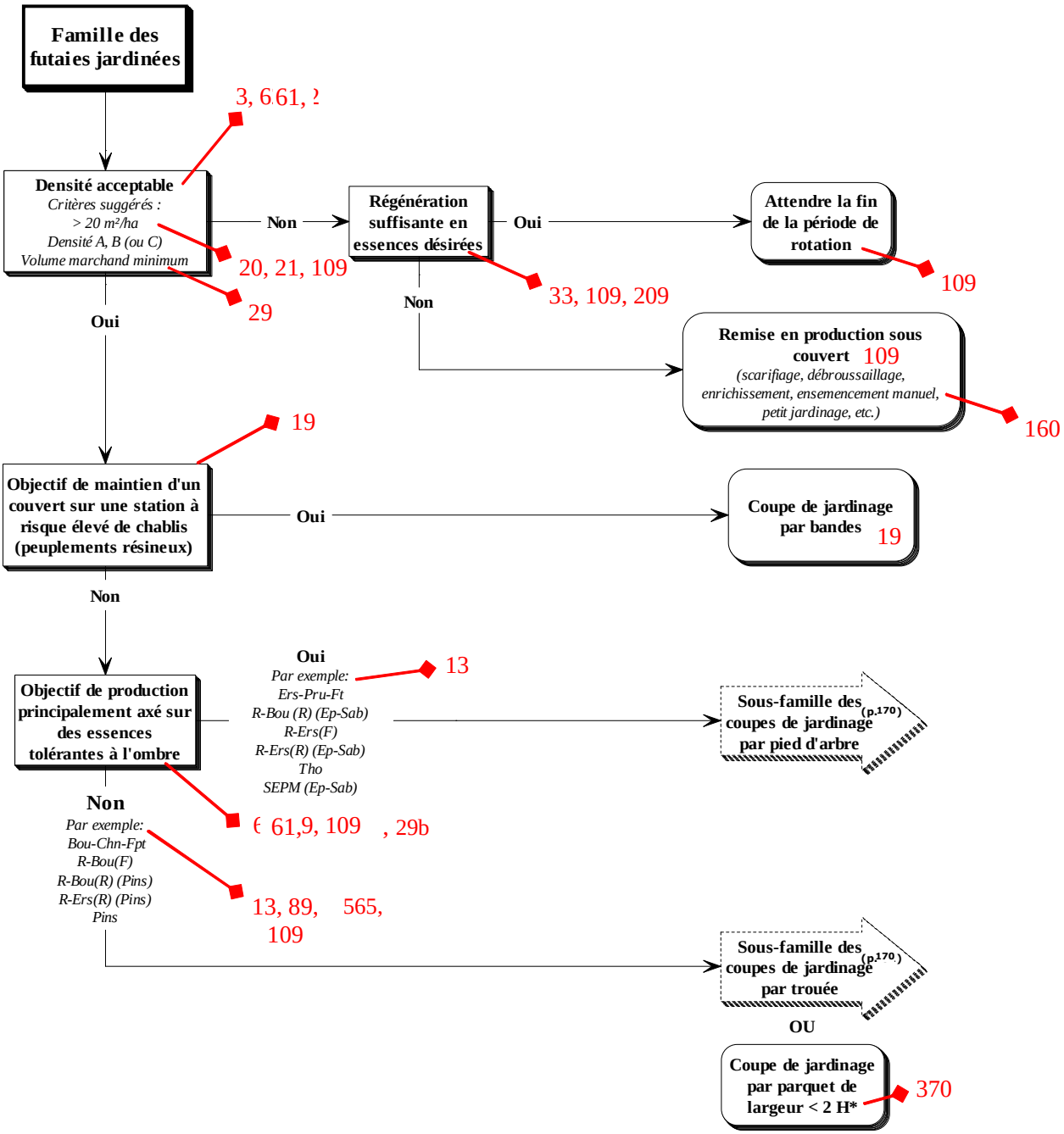
**Il est aussi possible de considérer au stade gaulis les essences au stade fourré qu'on craint de perdre (ex.: BOJ).


Famille des Perchis
Distribution des essences désirées vigoureuses
Faible
Remise en production sous couvert
(Scarifiage, débroussaillage, enrichissement, reboisement, ensemencement, etc.)
83
Élevée
Modérée
Modérée
Attendre la maturité ou les besoins futurs
Densité totale
critère suggéré : diagramme de densité
Élevée
Qualité de station faible
Non
Coupe d'assainissement
(enrichissement)
61, 3, 89, 260
209, 260
Oui
Densité totale
critère suggéré : diagramme de densité
Élevée
Objectif de structure
Jardinée
Éclaircie jardinatoire
6 61, 2, 109
Régulière
61, 3, 89, 260
Qualité de station faible
Non
Éclaircie commerciale
Oui
260
Modérée
Attendre la maturité ou les besoins futurs

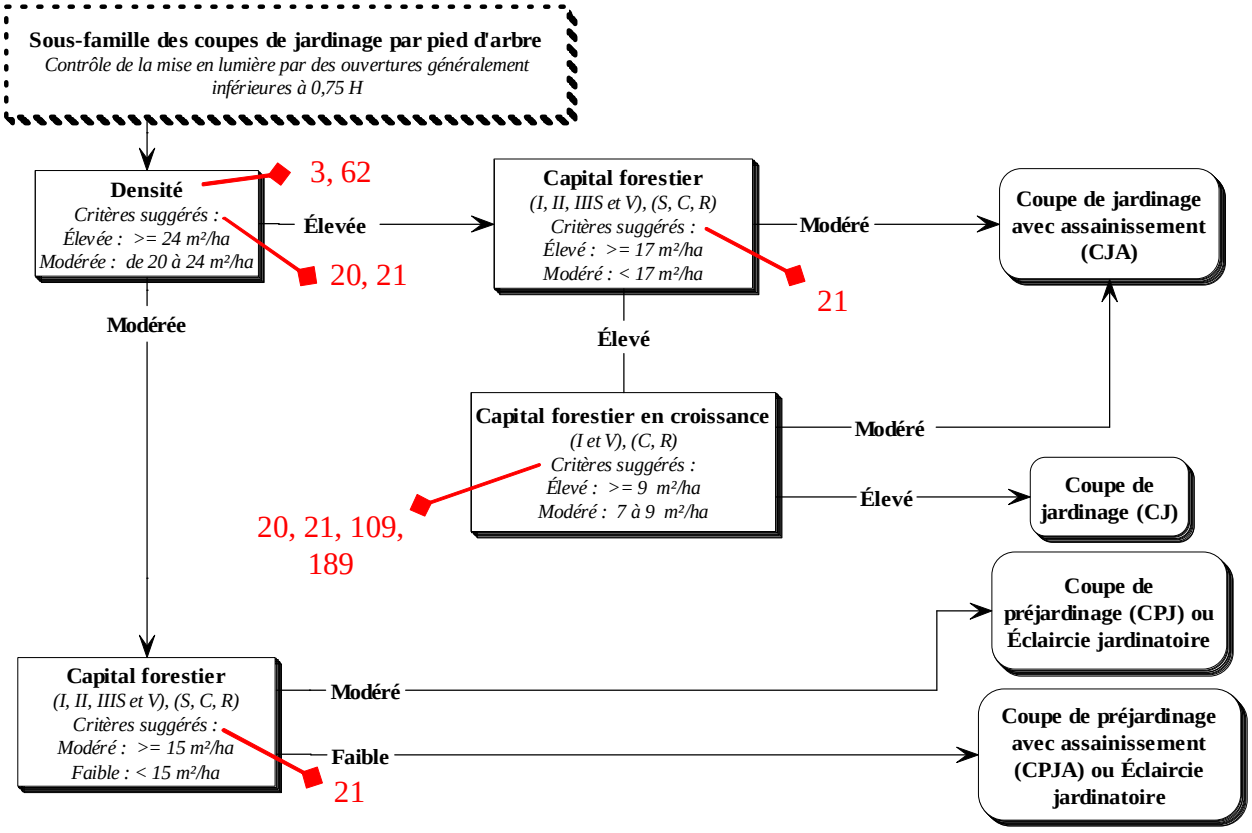

Famille des futaies régulières (Période de régénération < 1/5 de la révolution)
Stade de développement de jeune futaie
Critère suggéré : > 10 cm mais diamètre des essences désirées inférieur à l'objectif visé
Oui
Non
89, 260
Risque élevé d'érosion sur sol mince ou pente forte ou de remontée de la nappe phréatique
109
Oui
Non
Objectif de production axé totalement sur des essences intolérantes à l'ombre
Non
Oui
Priorité au maintien d'un couvert forestier élevé en permanence
(objectifs fauniques ou esthétiques)
Oui
Non
89, 315
Objectif de production axé sur le bouleau à papier et présence suffisante de semenciers
Oui
Non
Objectif de production axé sur le peuplier et présence suffisante de peupliers sur pied
Oui
Non
Coupe totale avec préparation de terrain et régénération artificielle
Densité élevée et bonne qualité de station
61,72, 83
Oui
109, 209
Famille des perchis (p. 166)
Non
Capital forestier suffisant pour atteindre une densité acceptable
Oui
Attendre l'âge d'exploitabilité
Non
Remise en production sous couvert
(Scarifiage, débroussaillage, enrichissement, reboisement, ensemencement, etc.)
109, 363
Non
Présence suffisante de régénération des essences à produire
Non
Oui
33, 72, 109, 209, 563
Densité acceptable
Critères suggérés :
> 20 m²/ha
Densité A, B (ou C)
Volume marchand minimum
61, 72, 83
Oui
Sous-famille des coupes (p. 168) progressives
83
20, 21, 109
Risque élevé d'envahissement par la compétition ou par des essences non désirées
Oui
33, 72, 109, 315, 359, 563
Non
Coupe avec protection de la régénération
(CPHR, CPRS, coupe finale d'une coupe progressive, coupe progressive en une passe)
Si risque élevé de remontée de la nappe phréatique ou station fragile attendre l'atteinte d'une haute régénération (CPHR)
315, 394, 563
Priorité au maintien d'un couvert forestier élevé en permanence
(Ex. : objectifs fauniques, esthétiques ou autres)
Non
89, 315
Oui
Famille des futaies jardinées (Régénération continue ou périodique) (p. 169)
Risque élevé de chablis (Ep, Sab)
Oui
Non
315, 393
Coupe par bande :
- alterne (2 bandes)
- progressive (3 ou 4 bandes)
109, 150, 315, 337b, 393, 569
Coupe avec réserve de semenciers
337b
Coupe totale
89, 315



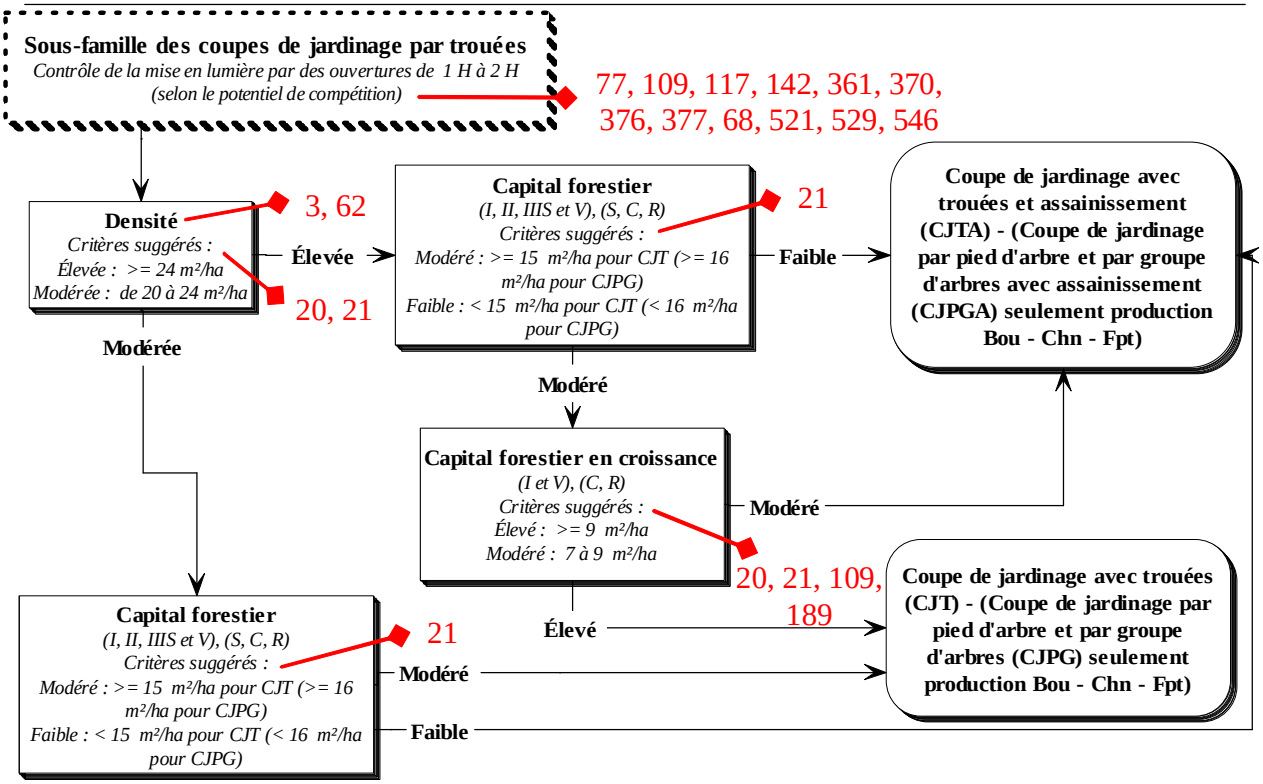
N.B. Si H = 20 m : 1 H = 314 m², 2 H = 1257 m². Si H = 28 m : 1 H = 616 m², 2 H = 2463 m².



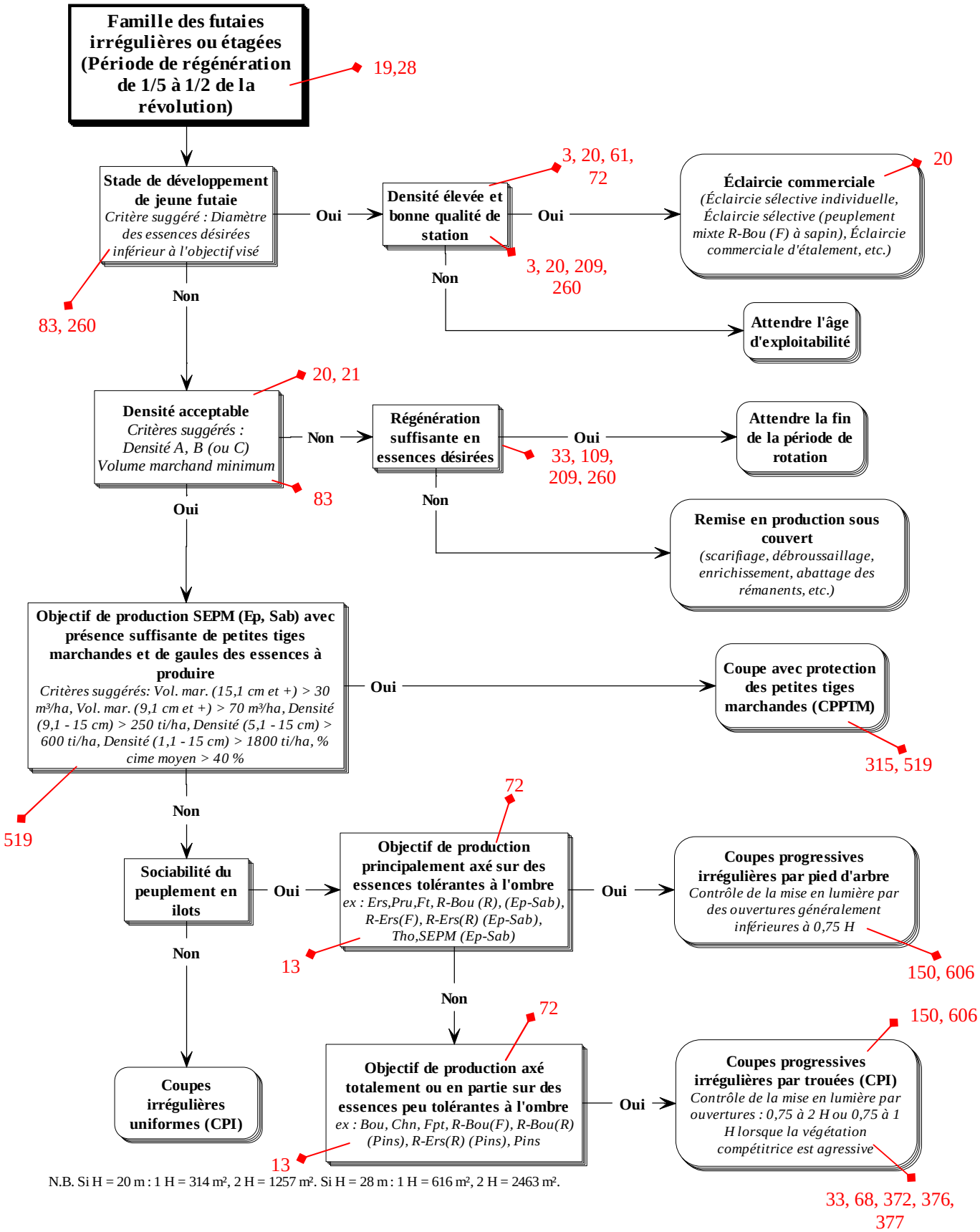
*** Si parquet de largeur > 2 H, alors se référer à la famille des futaies régulières pour les scénarios de retour.**



N.B. Ajuster les paramètres de jardinage (DHP max, facteur q, espèces, etc.) en fonction de la sous-région écologique et des caractéristiques de la station.



N.B. Ajuster les paramètres de jardinage (DHP max, facteur q, espèces, etc.) en fonction de la sous-région écologique et des caractéristiques de la station.
N.B. Si H = 20 m : 1 H = 314 m², 2 H = 1257 m². Si H = 28 m : 1 H = 616 m², 2 H = 2463 m².



N.B. Si H = 20 m : 1 H = 314 m², 2 H = 1257 m². Si H = 28 m : 1 H = 616 m², 2 H = 2463 m².

7. RECOMMANDATIONS POUR AMÉLIORER LE GUIDE

Étant donné que le guide sylvicole constitue un document appelé à être amélioré au fil du temps, à la lumière des expériences acquises, les utilisateurs devraient le commenter et proposer les améliorations possibles. D'ores et déjà, il est possible d'émettre quelques recommandations qui permettraient soit de faciliter la planification des certains travaux, soit de récolter des informations pertinentes pour la bonification des prochaines versions.

1) Réaliser des évaluations de la régénération avant et après différents types d'interventions en vue d'améliorer la caractérisation de la régénération et déterminer les meilleurs traitements à appliquer aux différentes stations.
2) Raffiner la cartographie écologique dans les stades en régénération (aiderait à planifier les DÉG).
3) Améliorer l'évaluation de la végétation compétitrice, particulièrement au niveau des feuillus non commerciaux, en vue de valider l'agressivité de la végétation compétitrice par station.
4) Vérifier les âges de révolution par station.
5) Vérifier les scénarios sylvicoles par station.
6) Effectuer le suivi des traitements par station en vue d'améliorer les méthodes par la suite.

À compléter par les utilisateurs.

CONCLUSION

Le guide sylvicole a été réalisé à l'échelle de l'unité d'aménagement forestier 043-51. Il présente une synthèse de l'information écologique, dendrométrique et sylvicole qui était disponible, ce qui a permis de déterminer 15 stations forestières et de produire une fiche descriptive par station.

Ces fiches présentent une description synthétique des caractéristiques permanentes du milieu (pente, dépôt de surface, drainage), de la composition végétale de la station (groupes d'espèces indicatrices en fonction du potentiel forestier relatif et du régime hydrique, espèces arborescentes, stades évolutifs présents, caractéristiques dendrométriques), et des potentiels et contraintes (potentiel forestier, de régénération, de compétition, effet de la station sur la susceptibilité au chablis, effet de la station sur la vulnérabilité à la TBE, fragilité, traficabilité). Elles proposent également des groupes de production prioritaire et des éléments pouvant guider la sylviculture.

Parallèlement à l'élaboration de ces 15 fiches, une grille d'aide à la sélection de traitements sylvicoles a été produite et documentée par famille de stades de développement ou de structure. Cette grille est le fruit d'un travail de synthèse important réalisé à partir d'une version préliminaire produite en 2002-2003, et qui avait été soumise à plusieurs experts québécois en sylviculture et intervenants du milieu forestier, dans le but de recueillir leurs commentaires et suggestions de modifications. L'information écologique est à la base de la conception de ces grilles. En effet, elle permet de sélectionner une production prioritaire et de décrire les conditions en termes de potentiels et contraintes. Ces variables sont des intrants importants de la grille, tout comme le sont certaines variables dendrométriques. Ces grilles font également référence aux instructions relatives en vigueur. La grille d'aide à la sélection de traitements sylvicoles, comme son nom l'indique, doit aider le choix d'un traitement sylvicole, mais ne doit pas remplacer une démarche diagnostique complète par un ingénieur forestier.

Le guide sylvicole faisant l'objet du présent rapport a été élaboré sur le modèle du guide sylvicole de la région de Portneuf, lequel a été réalisé en coordination avec le ministère des Ressources naturelles de la Faune et des Parcs du Québec, direction des Inventaires forestiers. Ce guide s'adresse aux sylviculteurs, aux aménagistes, ainsi qu'au personnel terrain œuvrant sur l'UAF 043-51. Il leur revient de se l'approprier, d'y compléter les informations manquantes au moment de la conception et d'effectuer le suivi de son application (monitorage), afin de l'améliorer périodiquement (*A work in progress*). Le guide devra être utilisé conjointement avec les guides de reconnaissance du MRNF qui permettent d'identifier les types écologiques sur le terrain.

Enfin, ce guide sylvicole est également disponible en version de poche pour les utilisateurs sur le terrain. L'information qui est présentée dans cette version réduite est davantage synthétisée et vulgarisée, rendant le document plus convivial.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bélanger, L., S. Paquette, S. Morel, J. Bégin, P. Meek, L. Bertrand, P. Beauchesne, S. Lemay et M. Pineau. 1995. Indices de qualité de station du sapin baumier dans le sous-domaine écologique de la sapinière à bouleau blanc humide. The Forestry Chronicle. Vol. 71. No. 3. 317-325.

Cauboue, M., 1998. Le reboisement au Québec : choix des essences résineuses. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. 32 p.

CERFO. 1998. Quand l'écologie rapporte. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie. Ste-Foy, Québec. 24 p.

Côté, S., 2001. Guide sylvicole pour le territoire de l'Agence Forestière des Bois-Francs. AFBF. 133 p.

Côté, S. et P. Grondin, 1994. Application du guide sylvicole de la région écologique 4a à l'aire commune 35-01 : travaux réalisés entre juillet 1993 et mars 1994. Ministère des Ressources Naturelles - CERFO. Rapport interne. 55 p.

Côté, S., 1989. Caractérisation de la régénération préétablie dans les sapinières boréales en fonction de leur situation écologique. Mémoire de maîtrise. Université Laval. 83 pages.

Dupont, A., L. Bélanger, et J. Bousquet, 1991. Relationships between balsam fir vulnérability to spruce budworm and ecological site conditions of fir stands in central Quebec. Can. J. For. Res. 21: 1752-1759.

Gagnon, R. et M. Chabot, 1988. Un système d'évaluation de la vulnérabilité des peuplements à la tordeuse des bourgeons de l'épinette. L'Aubelle. Oct. 1998. 16-18.

Grondin, P., J. Blouin et P. Racine. 1999. Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'ouest. Ministère des Ressources naturelles du Québec. Direction des inventaires forestiers. 220 p.

Harvey, B., Y. Bergeron et P. Cartier, 1993. Classification écologique et aménagement pour la région des basses terres d'Amos. Rapport d'étape, UQAT. 104pp.

Lessard, G., S. Côté, B. Ménard et F. Pelletier, 2000. Guide sylvicole. Aire commune 41-02. Centre de transfert de technologie en foresterie. Sainte-Foy, Québec. Rapport n° 2000 15. 85 p + annexes.

Ménard. B., C. Lapointe et D. Morin. 2000. Identification du potentiel réel des sites (Indices de qualité de station potentiels) - Aire commune 43-20. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie. Sainte-Foy, Québec. 40 p.

MRNF, 2003. Manuel d'aménagement forestier, 4ième édition. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction des programmes forestiers.

MRNQ, 2002. Guide terrain d'identification du type écologique – Sous domaine de la sapinière à bouleau blanc de l'ouest. Direction des inventaires forestiers, Division classification écologique et productivité des stations, Forêt Québec. 46 p.

OIFQ, 2000. Dictionnaire e la foresterie / Dictionary of Forestry. Edition 2000. Les Presses de l'Université Laval. Sainte-Foy, Québec. 473 p.

Pothier, D. et F. Savard. 1998. Actualisation des tables de production pour les principales espèces forestières du Québec. Ministère des Ressources naturelles, Forêt Québec, 1998. 183 p.

Robert, D. et J.-P. Saucier, 1990. Normes de prise de données et de vérification 1988 (révision 1990). Cadre écologique forestier. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Service de l'inventaire forestier. 180 p.

Ruel, J.-C., 1992. La sylviculture face au risque de chablis. Formation continue. L'Aubelle n°88. 12 p.

ANNEXE I

CONCORDANCE ENTRE LA DONNÉE IDENTIFIANT LE MILIEU PHYSIQUE DU TYPE ÉCOLOGIQUE ET CELLES DE DÉPÔT DE SURFACE ET DE DRAINAGE

Tableau 2a : Relation (% de superficie) entre le dernier chiffre du type écologique et la classe de drainage

SEV_CODE	*Sup (ha)*	xérique	mésique	subhyd.	mésique_seep	hydrique
		00-10	20-30	32-33-40-41	21-31	50-60
MS10	*3*		100			
MS20	*3 166*	3	97			
RS20	*16 131*	2	98			
RE20	*16 390*	3	96	1		
MS21	*1 386*	1	99			
RS11	*8*		100			
RS21	*12 385*	1	99			
RE11	*2 974*		100			
RE21	*83 596*	1	99			
MJ22	*27*		100			
MS12	*919*		100			
MS22	*232 167*		100			
RS22	*173 310*		100			
RS2A	*11 889*		100			
RE12	*530*		100			
RE22	*122 106*		100			
RE2A	*819*		100			
MS2B	*2 483*				100	
RS2B	*2 042*		1	1	98	
RE2B	*210*				100	
MS24	*37*		12	88		
RS24	*593*		1	99		
RE24	*9 607*			99		
MS15	*85*				100	
MS25	*3 774*		2	15	82	
RS25	*13 941*			61	39	
RE15	*120*			100		
RE25	*44 893*			96	4	
RS37	*107*			11		89
RE37	*7 015*	1		1		97
RS38	*1 396*		1	50		49
RE38	*4 456*			40		60
RS39	*18*					100
RE39	*20 556*	1				99

Tableau 2b : Relation (% de superficie) entre le dernier chiffre du type écologique et la nature du dépôt de surface

		Épaisseur		Texture			
SEV_CODE	***Sup(ha)***	**très mince**	**mince**	**moyenne**	**grossière**	**organique**	**fine**
MS10	*3*		100				
MS20	*3 166*	14	80	6			
RS20	*16 131*	49	50	1			
RE20	*16 390*	57	41	2			
MJ22	*27*			100			
MS12	*919*			100			
MS22	*232 167*		5	95			
RS22	*173 310*		10	89			
RS2A	*11 889*		8	92			
RE12	*530*			100			
RE22	*122 106*		9	91			
RE2A	*819*		12	88			
MS21	*1 386*			5	95		
RS11	*8*				100		
RS21	*12 385*			3	97		
RE11	*2 974*				100		
RE21	*83 596*			3	97		
MS24	*37*				100		
RS24	*593*			3	97		
RE24	*9 607*			3	97		
MS15	*85*			100			
MS25	*3 774*			100			
RS25	*13 941*			100			
RE15	*120*			100			
RE25	*44 893*			99			
MS2B	*2 483*			100			
RS2B	*2 042*			100			
RE2B	*210*			100			
RE37	*7 015*			88	12		
RS37	*107*			93	7		
RE38	*4 456*			52	3	45	
RS38	*1 396*			75	3	22	
RS39	*18*					100	
RE39	*20 556*			1		99	

ANNEXE 2

COMPARAISON (EN % DE SUPERFICIE) DE LA RÉPARTITION DES CLASSES DE HAUTEURS EN FONCTION DE L'ÂGE POUR LES TYPES ÉCOLOGIQUES DE MILIEU TRÈS HUMIDES (37-38-39)

		10		**Somme 10**	**30**				**Somme 30**	**50**				**Somme 50**	**70**			**Somme 70**	**90**			**Somme 90**	**120**			**Somme 120**
SEV_CODE	**texture**	**5**	**6**		**3**	**4**	**5**	**6**		**2**	**3**	**4**	**5**		**2**	**3**	**4**		**2**	**3**	**4**		**2**	**3**	**4**	
RE37	GR		**100**	19			**100**		55		8	**92**		186		**82**	18	61	29	**71**		98	29	**71**		21
	MOY					11	**85**	4	565		3	**85**	12	2 203		39	**61**	443	1	**48**	**50**	436	23	**75**	2	1 057
Somme RE37			***100***	*19*		*10*	***86***	*4*	*620*		*3*	***85***	*11*	*2 421*		***46***	***54***	*515*	*6*	***52***	***42***	*540*	*23*	***74***	*2*	*1 078*
RE39	ORG		**100**	28		18	**74**	9	773		1	**66**	34	3 622		**52**	**48**	2 422	4	**79**	17	1 581	9	**80**	11	8 055
Somme RE39			***100***	*28*		*18*	***74***	*9*	*777*		*1*	***67***	*33*	*3 719*		***52***	***48***	*2 428*	*4*	***79***	*17*	*1 591*	*9*	***80***	*11*	*8 071*
RE38	MOY		**100**	43		**86**	14		108		**52**	**48**		480	**63**	37		306	**79**	21		231	**100**			746
	ORG	12	**88**	42	9	**91**			67	2	**40**	**59**		258	2	**93**	5	159	**51**	**49**		324	**78**	22		800
Somme RE38		*6*	***94***	*85*	*3*	***88***	*8*		*188*	*1*	***48***	***52***		*751*	*13*	***51***	*36*	*479*	*25*	***73***	*2*	*610*	***42***	***55***	*2*	*1 575*
RS38	MOY	27	**73**	246		31	**69**		48		**45**	**55**		196	7	**77**	15	43	**40**	**59**	1	52	**60**	39	1	265
	ORG		**100**	87		**53**	**47**		7		**62**	38		32	23	**77**		62	**49**	**51**			**87**	13		23

ANNEXE 3

DÉTERMINATION DU POTENTIEL FORESTIER RELATIF

Extraits de CERFO (1998) et de Bélanger *et al.* (1995)

CERFO - 1998

Localiser les sites peu praticables, les sites fragiles et les sites à haut potentiel...

Une grille d'évaluation du potentiel forestier

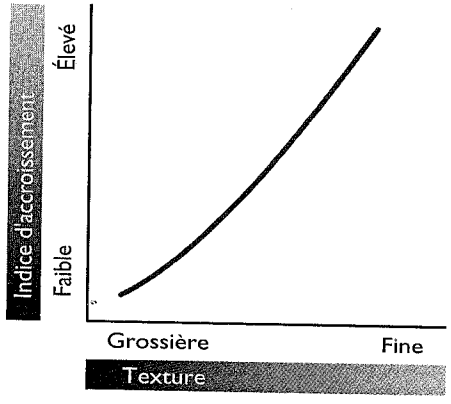
La grille d'évaluation du potentiel forestier est destinée à faciliter l'évaluation du potentiel de croissance offert par les sols. Mise en relation avec les peuplements existants, elle s'avère un outil précieux pour la détermination des choix de sylviculture.

Cette grille est basée sur une liaison qualitative entre le niveau de croissance observé des arbres et les variables écologiques dépôt, roche-mère et classe de drainage.

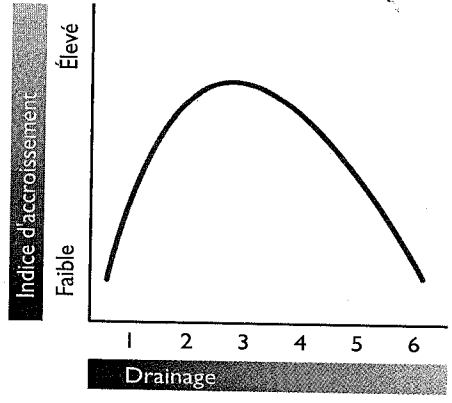
Les observations d'arbres, telles que l'accroissement annuel, le diamètre et la hauteur, sont utilisées pour qualifier la croissance végétale.

La grille d'évaluation du potentiel forestier est présentée à l'annexe 2.

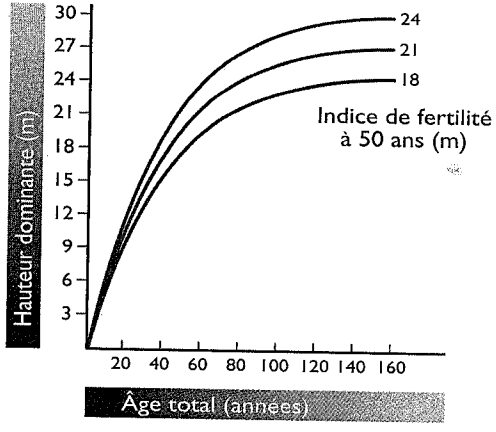
Relation entre l'indice d'accroissement et la texture



Relation entre l'indice d'accroissement et le drainage



Relation entre l'indice d'accroissement et l'indice de fertilité



Source : Gerardin et al., 1990

Indices de qualité de station du sapin baumier dans le sous-domaine écologique de la sapinière à bouleau blanc humide

par Louis Bélanger, Sylvain Paquette, Steve Morel, Jean Bégin, Philippe Meek, Lucie Bertrand, Patrick Beauchesne, Serge Lemay et Marius Pineau

L'indice de qualité de station (hauteur à 50 ans à hauteur de souche) du sapin baumier (*Abies balsamea* (L) Mill.) a été évalué pour les principaux types écologiques du sous-domaine écoclimatique boréal de la sapinière à bouleau blanc humide. Le type écologique est une unité caractérisée par un matériau meuble et une classe de drainage donnés auxquels on peut inférer une série évolutive particulière. L'indice moyen a varié de 15,9 m pour les types mésiques riches à 9,4m pour les types très minces et humides. Aux trois classes de qualité de station retenues généralement au Québec pour les sapinères boréales depuis les travaux de Linteau (1955), nos résultats démontrent l'intérêt de reconnaître une quatrième classe. Les stations mésiques riches avec drainage oblique ont une fertilité distinctement supérieure aux autres stations mésiques avec lesquelles on les a généralement groupées dans le passé. Les classes proposées sont: 1) la classe I+ (IQS >15 m) qui regroupe les stations mésiques riches avec drainage oblique; 2) la classe I- (IQS de 13,5 à 15 m) qui englobe les stations mésiques; 3) la classe II (IQS de 10,5 à 13,4 m) qui comprend les stations posant des limitations modérées à la croissance dont les stations humides, les stations mésiques minces (< 50 cm) et les stations à texture grossière; et 4) la classe III (IQS < 10,5 m) qui regroupe les stations très humides et très minces humides. Une étude de croissance, réalisée à partir de placettes permanentes ayant des densités comparables, démontre un ordre relatif de la productivité des types écologiques tout à fait semblable à l'ordre relatif de leur indice de qualité de station. Ces groupes de placettes, qui étaient sous-stockées, présentaient des accroissements annuels moyens de 2,9, 2,0 et 1,5 m^3/ha/an pour des stations de classes I+, I- et II. Les principaux facteurs écologiques qui influencent la fertilité de ces stations boréales sont la classe de drainage et la présence de drainage oblique. Par contre, l'épaisseur du dépôt et, dans une moindre mesure la texture, semblent être des facteurs moins déterminants dans cette zone climatique humide. Il faut enfin noter que les coefficients de variation des indices de qualité de station sont importants à l'intérieur d'un même type écologique.

Balsam fir (*Abies balsamea* (L) Mill.) site indices (height at 50 years at stump height) were estimated for the principal ecological types of the boreal and humid balsam fir-white birch climatic subdomain in central Québec. Ecological types consisted of units homogeneous as to their geomorphological deposit, their drainage class and vegetation dynamic. Mean site index varied from 15.9 m for rich mesic seepage sites to 9.4 m for very thin and poorly drained sites. To the three productivity classes generally used for boreal balsam fir stands in Québec (Linteau 1955), our results demonstrated the need to recognize a fourth class to distinguish operational groups. Rich mesic seepage sites are clearly more productive than other mesic sites with which they were grouped in the past. The proposed classes are: 1) I+ (SI > 15 m) comprising rich seepage sites; 2) class I-, comprising mesic sites (SI from 13.5 to 15 m); 3) class II (SI from 10.5 to 13.4 m) which comprises sites that possess moderate growth limitations including imperfectly drained sites, thin (< 50 cm) mesic sites and coarse textured dry sites; 4) and class III (SI < 10.5 m) comprising poorly drained sites. Growth studies of four ecological types based on permanent plots of similar densities, show the same relative order in productivity as the one established with their site indices. Mean annual growth of these somewhat understocked plots were 2.9, 2.0 and 1.5 m^3/ha/year for classes I+, I- and II respectively. The principal ecological variables that influenced fertility of these boreal sites were drainage class and the presence of seepage. Soil depth and, to a point, soil texture were not very significative variables in this humid climatic zone. It must also be emphasized that all site indices of ecological types showed high variability.

Introduction

Au Québec, comme dans plusieurs autres provinces canadiennes, nous sommes en voie de passer d'une foresterie axée sur l'exploitation d'une forêt vierge à une foresterie axée sur la production d'une nouvelle récolte ligneuse. Dans cette perspective, l'évaluation de la qualité de station, c'est-à-dire l'aptitude des terres à produire du bois marchand, devient une information critique pour l'aménagiste. Il s'agit de pouvoir identifier les stations forestières qui méritent une sylviculture plus intensive en raison de leur potentiel de production. L'évaluation de la qualité de station est également essentielle pour établir un cadre nécessaire à l'elaboration de tables de production fiables.

Département des sciences du bois et de la forêt, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, Québec, Canada G1K 7P4.

Dans le cas de la sapinière boréale de la région forestière Laurentides-Onatchiway (B-1a) (Rowe 1972), la première estimation des classes de qualité de station a été établie par Linteau (1953, 1955). Ces classes ont servi de cadre de référence pour la plupart des études de rendement et de croissance dans les sapinières boréales, notamment dans les études de Vézina (Vézina et Linteau 1968, Vézina et Paillé 1969, Vézina 1973, Bolghari et Vézina 1975) et de Boudoux (1978). Les classes de qualité de station définies par Linteau sont reprises dans le Manuel d'aménagement du ministère des Forêts (Québec 1989), qui fournit la base technique du calcul de la possibilité forestière au Québec.

D'une façon schématique, on a généralement retenu trois classes stationnelles pour les sapinières boréales (Lafond 1960, Côté 1966, Vézina et Paillé 1969). Ces classes sont associées à des types forestiers, c'est-à-dire des unités de végétation distinguées sur la seule base d'indicateurs végétaux, notamment la prédominance de la strate herbacée ou de la strate muscinale. Il s'agit:

- des sapinières à *Dryopteris* (le type *Dryopteris–Oxalis*) de classe I (15 m ± 1,5 m de hauteur à 50 ans)
- des sapinières à *Hylocomium* (le type *Hylocomium–Oxalis*) de classe II (12 m ± 1,5 m de hauteur à 50 ans);
- et des sapinières à épinette noire humides (le type *Hylocomium–Cornus*) de classe III (9 m ± 1,5 m de hauteur à 50 ans).

Ultérieurement, certaines études ont contesté la validité de ces indicateurs végétaux pour identifier la qualité de station. Zarnovican (1983), en particulier, suggérait que la prédominance des herbacées sur les mousses ne serait liée qu'à des phases de succession dans une même sapinière. Aux stades de développement plus âgés et moins denses, les herbacées prendraient de l'expansion avec l'ouverture du peuplement au détriment des mousses. Cette observation a été confirmée par MacLean (1988) dans d'autres circonstances. Jurdant (1968) a également mis en évidence les limites des seuls indicateurs végétaux dans les sapinières boréales. Ce dernier a identifié des types forestiers avant à la fois une strate muscinale importante et une bonne fertilile. C'est le cas de la sapinière à *Dryopteris* et *Hylocomium* croissant sur des tills épais modérément bien drainés. Il faut bien réaliser aussi que la classification des types forestiers proposée par Linteau (1955) et Lafond (1960) était basée sur une analyse phytosociologique de peuplements vierges dont les sous-bois pouvaient différer passablement des peuplements de seconde venue. On sait, par exemple, que l'abondance de certaines mousses, notamment l'*Hylocomium splendens*, est liée en partie à la quantité de bois mort au sol (Lafond 1960) plutôt qu'aux seules caractéristiques physiques permanentes de la station.

En raison des limites des indicateurs végétaux dans la sapinière boréale, Jurdant suggérait d'adopter une approche multicritère pour la classification des stations (Jurdant 1968, Jurdant *et al.* 1971, 1972). L'unité de base proposée était le type écologique défini comme une unité caractérisée par une combinaison relativement uniforme du sol (matériau meuble, classe de drainage) et d'une série évolutive (Jurdant *et al.* 1977).

À la Forêt Montmorency, la forêt d'enseignement et de recherche de l'Université Laval située dans la sapinière boréale, l'évaluation de la qualité stationnelle a été réalisée par le passé à la fois sur la base des types forestiers par Vézina et Paillé (1969) et sur la base des types écologiques par Jurdant (1968). Dans les deux études, toutefois, le nombre d'unités d'échantillonnage était plutôt limité.

Le but de cet article est de présenter une l'évaluation des indices de qualité de station au le sapin baumier (*Abies balsamea* (L) Mill.) sur les principaux types écologiques rencontrés à la Forêt Montmorency. L'indice de qualité de station (IQS) est défini comme étant la hauteur moyenne des arbres de la station à l'âge moyen de référence de 50 ans mesuré à hauteur de souche. Trois objectifs étaient visés: 1) établir l'indice de qualité de station moyen du sapin par type écologique; 2) vérifier l'effet de ces IQS sur la productivité forestière à l'aide d'une étude de croissance basée sur des placettes permanentes; 3) proposer de nouvelles classes de qualité de station qui reflètent mieux la variabilité écologique de la sapinière boréale.

Territoire d'étude

Les données ont été récoltées à la Forêt Montmorency qui est située à 70 km au nord de l'agglomération de Québec. Elle se trouve dans le domaine écoclimatique de la sapinière à bouleau blanc, plus précisément dans la région écologique 8f (Moyennes Laurentides de la Jacques-Cartier). Le climat y est à la fois froid et humide, soit un climat bas-boréal perhumide (Groupe de travail sur les régions écologiques 1989). Suivant la station météorologique de la Forêt Mont-morency, les précipitations annuelles totales sont de 1 416 mm et la température annuelle moyenne de 0,3°C (Bélanger *et al.* 1988). Cette forêt est constituée à 75% de sapin baumier.

Les sapinières étudiées sont de seconde venue et proviennent de coupes à blanc de sapinières vierges mûres et surannées effectuées entre 1932–1944 (Côté 1966). Le système d'exploitation employé consistait en une coupe manuelle et un débusquage réalisé en hiver avec des chevaux, protégeant ainsi la régénération préétablie. Selon Hatcher (1960), l'essentiel de la régénération provenait des semis préétablis ayant moins de 60 cm.

La dernière épidémie de tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Chroristoneura fumiferana* (Clem.)) a sévi dans le secteur de 1975 à 1985. Un programme de lutte à l'aide d'insecticides chimiques puis biologiques a toutefois limité passablement les dommages. Les analyses de tiges effectuées dans certains dispositifs expérimentaux de la Forêt Montmorency démontrent que la croissance en hauteur n'a été que faiblement affectée.

Au plan géomorphologique, le territoire de la Forêt Montmorency se caractérise par la prédominance de tills laurentidiens sablonneux plutôt épais. Les dépôts organiques et fluvio-glaciaires ainsi que les dépôts morainiques très minces y sont peu abondants. En raison de la pluviométrie et de la longueur des pentes, le drainage oblique (seepage) est par contre relativement fréquent.

Méthodologie

Les indices de qualité de station

L'ensemble des études d'arbres retenues dans cette étude ont été effectuées sur des sapins baumiers. Un premier groupe de 119 places d'études a été étudié dans le cadre de l'inventaire écoforestier réalisé en 1992 en collaboration avec le ministère des Ressources naturelles. L'échantillonnage était de type aléatoire, stratifié suivant les strates écoforestières. Dans chaque placette, l'âge à la souche et la hauteur de trois arbres dominants ou co-dominants étaient relevés. La caractérisation du dépôt (origine, texture des horizons B et C, épaisseur, pierrosité) et de la classe de drainage (drainage vertical et oblique) était effectuée à l'aide d'un relevé pédologique alors que le type forestier (sous-association phyto-écologique) était déterminé au moyen d'une clé d'identification développée à partir des travaux de Jurdant (1968) et Gerardin (1977).

L'indice de fertilité de la placette était déterminé à l'aide des courbes de Linteau (Québec 1989), au moyen des valeurs de hauteur et d'âge moyens des trois études d'arbres. Les individus dont l'âge à la souche s'éloignait du nombre d'années après coupe, établi grâce aux cartes historiques, étaient rejetés. Les tiges retenues avaient conséquemment moins de 30 cm de hauteur lors des coupes. Hatcher (1960) a d'ailleurs démontré que c'était le cas pour la majorité (65–75%) de la régénération à la Forêt Montmorency suite aux grandes coupes des années 1930–1940. Suivant les critères retenus, les arbres d'études étaient âgés de 40 à 60 ans, permettant ainsi de minimiser les erreurs d'estimation de l'indice de fertilité à l'aide des courbes de Linteau

Tableau 1. Regroupement des dépôts meubles observés à la Forêt Montmorency

Dépôts regroupés		Dépôts meubles	
1a	Dépôts morainiques épais (> 50 cm)	1a	Moraine de fond
		1x	Moraine de fusion
		8c	Colluvions
1g	Dépôts morainiques épais (> 50 cm) à texture grossière	1b	Moraine latérale
		1f	Moraine délavée
		1h	Moraine d'ablation
1aR	Dépôts morainiques très minces (10–50 cm)	1aR	Moraine de fond mince
		1fR	Moraine délavé mince
2a	Dépôts sablonneux et sablo-graveleux	2a	Fluvio-glaciaire juxtaglaciaire
		2b	Fluvio-glaciaire proglaciaire
		3b	Fluviatile subactuel
R	Dépôts extrêmement minces (< 10 cm) et affleurements rocheux	1fp	Moraine délavée en champ de bloc
		7cR	Humus sur roc
		8b	Talus d'éboulis
7	Dépôts organiques		
8c	Tills colluvionnés	8c	Till colluvionné épais
		8cR	Till colluvionné mince

(1955). Des effets possibles de la période d'oppression ont ainsi été minimisés. Il a été démontré que l'âge total de ces semis n'avait pas d'influence sur leur croissance ultérieure après dégagement (Morris 1948, Gagnon 1985).

Un second groupe de 285 placettes ont été relevées lors d'une étude sur l'hétérogénéité spatiale des types écologiques réalisée en collaboration avec le ministère de l'Environnement. Dans ce cas, les places d'études ont été récoltées suivant un échantillonnage systématique de 10 placettes établies le long de transects localisés dans des unités cartographiques distinctes de la carte écologique à l'échelle du 1:20000 (Paquette 1994). Les transects étaient localisés perpendiculairement à la pente. Les polygones cartographiques étudiés avaient été sélectionnés aléatoirement. Trois études d'arbres dominants ont également été effectuées par placette. Les mêmes critères de sélection des arbres d'études ont été appliqués.

Pour les fins de l'analyse, un regroupement des classes de dépôts meubles a été effectué (tableau 1). Ce regroupement est basé sur la similarité des dépôts au plan de l'épaisseur, de la texture et de la pierrosité. Le tableau 2 donne la liste des types écologiques retenus pour l'étude. Un type écologique est défini comme étant une unité, établie pour une région écoclimatique particulière, qui se caractérise par un type géomorphologique (matériau meuble, classe de drainage) donné pour lequel on peut inférer une série évolutive particulière.

L'étude de croissance

Un certain nombre de placettes permanentes ont pu être récupérées du dispositif établi par les autorités fédérales en 1948 dans le cadre du projet intitulé "Aires d'observations" (Pfalzgraf 1970). L'aire d'observation de la rivière Montmorency avait été établie suite aux coupes à blanc effectuées entre 1942–44. Les placettes, établies suivant un dispositif systématique, ont une superficie de 0,04 ha (20 × 20 m). Elles ont été remesurées en 1958, 1968 et 1989.

Un total de 19 placettes a été retenu. Elles contenaient un pourcentage élevé de conifères et avaient une densité relativement similaire 15 ans après la coupe, soit de 4 000 à 9 000 tiges/ha et une surface terrière totale de 5 à 10 m^2/ha. Pour comparer la croissance entre les unités écologiques, trois groupes de 5 placettes et un quatrième de 4 placettes ont été formés sur la base de leur similarité écologique. Il faut bien noter que ces placettes étaient quelque peu sous-stockées par rapport à des conditions de plein boisement (Vézina et Linteau 1968, Zarnovican et Vézina 1985).

Le modèle utilisé pour analyser les données est un plan d'expérience factoriel à blocs aléatoires en tiroir avec deux facteurs. C'est une procédure qui permet d'isoler l'effet des stations forestières sur le comportement de la variable en évitant le problème d'autocorrélation qu'amène la répétition de mesures dans le temps. Le premier facteur prend en compte les stations tandis que le second correspond aux mesures répétées dans le temps. Les blocs sont composés artificiellement afin de pouvoir utiliser la procédure de split-plot en isolant en parcelle principale l'effet des stations. Les comparaisons entre les moyennes d'une variable de stations différentes ont été calculées à l'aide du test de Duncan.

Résultats

Indices de qualité de station

L'indice de qualité de station des placettes prises sur une base individuelle a varié de 7 à 18 m à 50 ans, ce qui correspond à la variabilité observée par Zarnovican (1983). Au niveau des moyennes par type écologique, les indices moyens variaient de 9,4 m pour les dépôts très minces mal drainés à 15,9 pour les tills modérément bien drainés avec drainage oblique (tableau 3, figure 1). Il faut noter la variance assez importante de l'indice de qualité de station à l'intérieur d'un même type écologique. Les coefficients de variation sont du même ordre pour les divers types écologiques, soit de 15 à 25%.

L'ordre relatif des indices moyens des types écologiques étudiés est très similaire pour les deux groupes de données. Des indices de qualité de station comparables ont d'ailleurs été observés ailleurs dans le sous-domaine de la sapinière à bouleau blanc humide dans une autre de nos études. Dans la réserve faunique de Matane, on a établi (S. Tremblay, comm. pers.), à partir d'analyses de tiges, les indices suivants: 15,6 ± 1,8 (n = 35) pour des sapinières à herbacées riches sur station mésique riche, 14,0 ± 1,4 (n = 27) pour des sapinières à herbacées sur station mésique et 14,3 ± 1,2 (n = 6) pour des sapinières à herbacées riches et humides sur station humide riche. En somme, l'ordre hiérarchique des indices de qualité de station des principaux types écologiques semble relativement constant malgré leur fort coefficient de variation.

Croissance comparative de types écologiques

Pour vérifier l'effet des indices de qualité de station sur la productivité forestière, la croissance de quatre groupes de placettes permanentes représentant quatre des types écologiques a pu être comparée (tableau 4). Ces groupes de placettes étaient relativement similaires quant à leur densité initiale. Il n'y avait pas de différences significatives quant au nombre total de tiges (P = 0,606) et à la surface terrière totale (P = 0,129) suivant une analyse de variance utilisant un plan d'expérience factoriel à blocs aléatoires avec deux facteurs. Cette densité variait

Tableau 2. Les types écologiques de la Forêt Montmorency

Type écologique	Dépôt	Drainage	Série évolutive
1a 2/Sh	Dépôts morainiques épais (> 50 cm)	Bon	S. de la sapinière à herbacée
1a 2*/Sh-Shr		Bon avec seepage	S. de la sapinière à herbacée — sapinière à herbacée riche
1a 3/Shm-Sh		Modéré	S. de la sapinière à herbacée — sapinière à herbacée et mousse
1a 3*/Shr		Modéré avec seepage	S. de la sapinière à herbacée riche
1a 4/Sms		Imparfait	S. de la sapinière à mousse et sphaigne
1a 4*/Shrh		Imparfait avec seepage	S. de la sapinière à herbacée riche humide
1a 5/SEs		Mauvais	S. de la sapinière à épinette noire et sphaigne
1a 5*/Ssr		Mauvais avec seepage	S. de la sapinière à sphaigne riche
1aR 2–3/Shm-SEm	Dépôts morainiques minces (10-50 cm)	Bon à modéré	S. de sapinière à herbacée et mousse — sapinière à épinette noire et mousse
1aR 4/Sms-SEs		Imparfait	S. de la sapinière à mousse et sphaigne — sapinière à épinette noire et sphaigne
R1-2/Sm-SEm	Dépôts morainiques très minces (< 10 cm)	Rapide à bon	S. de la sapinière à mousse — sapinière à épinette noire et mousse
R 4-5/SEs		Imparfait à mauvais	S. de la sapinière à épinette noire et sphaigne
1b-1f-1h 2-3/Shm	Dépôts morainiques à texture grossière épais (> 50 cm)	Bon à modéré	S. de la sapinière à herbacée et mousse
2a-2b 2/Shm-SEm	Dépôts fluvio-glaciaires	Bon	S. de la sapinière à herbacée et mousse — sapinière à épinette noire et mousse
8c 3–4*/Shr	Tills colluvionnés (> 50 cm)	Modéré à imparfait avec seepage	S. de la sapinière à herbacée riche

Tableau 3. Indices de qualité de station moyens du sapin baumier (hauteur à 50 ans au dhs) à la Forêt Montmorency sur certains types écologiques du sous-domaine écologique de la sapinière à bouleau blanc humide

Type écologique[1]	Étude sur l'hétérogénéité spatiale			Inventaire écoforestier		
	$\overline{X}$(m)	Écart-type	n	$\overline{X}$(m)	Écart-type	*n*
1a 3*/Shr	15,9 a[2]	1,9	19	15,6 a[2]	1,4	14
1a 2*/Sh-Shr	15,3 ab	1,1	9	15,7 a	1,3	6
1a 3/Shm-Sh	13,5 c	2,2	80	14,6 abcd	1,7	34
1a 4*/Shrh	–	–	–	14,5 abcd	2,1	15
1a 2/Sh	13,8 c	2,0	91	13,4 bcde	1,7	10
8c 3*–4*/Shr	13,4 c	2,8	6	–		–
1a 5*/Ssr	–	–	–	13,2 bcde	1,9	12
1b–1f–1h 2–3/Shm	12,8 c	2,6	10	–		–
2a–2b 2/Shm-SEm	–	–	–	12,8 cde	1,2	4
R 1–2/Sm-SEm	12,8 c	2,1	13	–		–
1a 4/Sms	12,4 c	3,0	12	12,8 de	1,5	11
1aR 4/Sms-SEs	12,3 c	1,9	10	–		–
1aR 2–3/Shm-SEm	12,1 c	2,3	26	–		–
1a 5/SEs	–		–	11,8 e	1,2	8
R 4–5/SEs	10,1 d	1,9	9	9,4 f	1,8	5

[1]Voir le tableau 2 pour la description des types écologiques.
[2]Test de comparaison multiple de Duncan ($\alpha = 0,05$); les moyennes avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes.

entre 7 500 et 16 000 tiges/ha 25 ans après la coupe. Il faut bien noter que les placettes d'études n'étaient pas initialement à un niveau de plein boisement et donc à un niveau maximal de productivité. L'intérêt de ces données n'est donc pas d'estimer la productivité potentielle mais d'illustrer la productivité relative de ces quatre types écologiques lorsqu'ils ont des densités de même ordre de grandeur. L'interaction «type écologique × temps» était significative pour l'ensemble des variables ($P < 0,05$).

L'ordre relatif des types écologiques est comparable à celui de leur indice de qualité de station. Des différences significatives ont été observées tant pour la surface terrière des tiges marchandes ($P = 0,015$) que pour le volume total des tiges marchandes ($P = 0,027$), le volume total ($P = 0,038$) et l'accroissement annuel moyen en volume total des tiges marchandes ($P = 0,055$). Il faut toutefois noter que, suivant les tests de comparaison entre les moyennes, seul le site mésique riche se distinguait significativement des trois autres. Néanmoins, bien que statistiquement non significative, le type écologique mésique tend à produire une meilleure croissance que les deux types écologiques plus pauvres tant au niveau des volumes que du nombre de tiges marchandes. Quarante-cinq ans après la coupe, l'accroissement annuel moyen des tiges marchandes était de 2,93 m^3/ha/an pour la station de classe I+, de 2,04 m^3/ha/an pour la station de classe I- et de 1,54 et 1,57 m^3/ha/an pour les deux stations de classe II (tableau 4).

Discussion

Dans les conditions écologiques des massifs de hautes collines laurentidiennes boréales, les résultats semblent confirmer les hypothèses de Jurdant et al. (1967) selon quoi la productivité des stations serait liée à la classe de drainage, à la présence de drainage oblique et à l'épaisseur du dépôt meuble. Par contre, l'origine du dépôt ne semble pas influencer la qualité stationnelle étant donné la similarité texturale et minéralogique des matériaux meubles régionaux. L'azote,

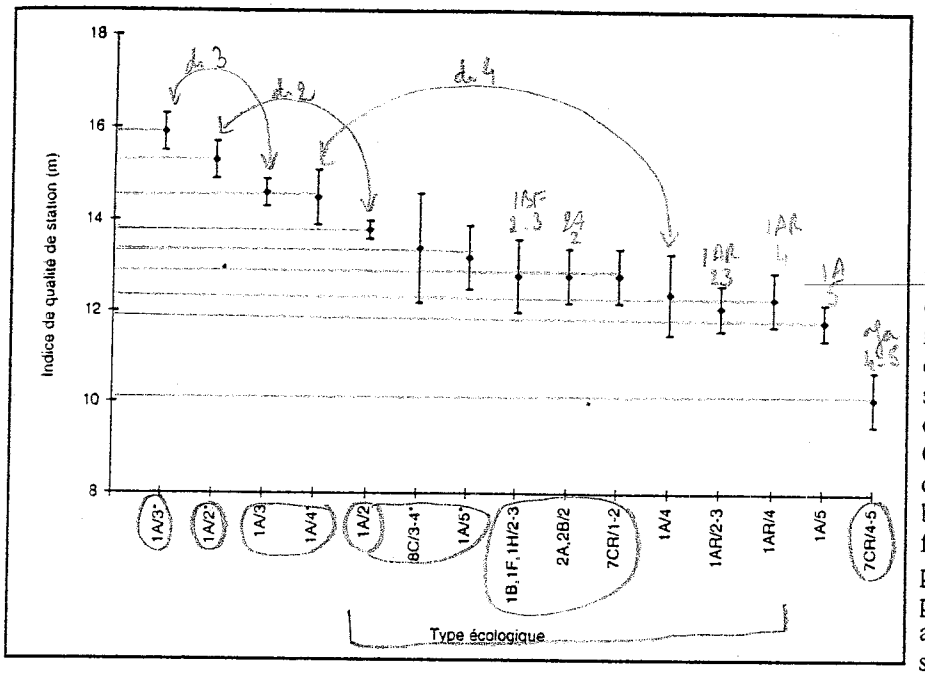


Figure 1. Indices de qualité de station moyens (et erreur-type) du sapin baumier (*Abies balsamea*) sur certains types écologiques du sous-domaine écologique de la sapinière à bouleau blanc humide.

qui est l'élément nutritif le plus susceptible d'affecter la croissance des sapinières (Roberge et al. 1980, Camiré et al. 1981), est associé surtout à la couverture organique (Lang et al. 1981, Paré et al. 1993).

a) La classe de drainage

La classe de drainage représente le degré et la durée d'un engorgement en eau du sol par rapport aux apports en eau (Day et McMenamin 1982, Gerardin et Ducruc 1990). La profondeur "effective" de la nappe phréatique constitue notamment un facteur critique.

Dans les conditions écologiques de la forêt boréale de l'est du Canada, la classe de drainage est généralement rapportée comme la variable la plus déterminante tant pour la qualité de station que pour la composition phytosociologique (Lowry 1972, Page 1976, Gerardin 1989). C'est encore le cas dans cette étude. Les stations moins bien drainées sont nettement moins fertiles que les stations mésiques. La nappe phréatique agit par ses effets sur la profondeur d'enracinement. Contrairement aux éléments nutritifs qui sont obtenus surtout dans les horizons superficiels par les racines horizontales, l'eau est prélevée également en profondeur grâce aux racines verticales pivotantes (Strong et La Roi 1983a, Kimmins 1987). Plus les racines sont profondes, meilleure est la croissance des arbres (Lowry 1972, Lieffers et Rothwell 1987, Schmidt et Carmean 1988). Or, une nappe phréatique élevée, lorsqu'elle crée une déficience en oxygène, limite sévèrement le développement racinaire en profondeur (Zinkan *et al.* 1974, Strong et La Roi 1983a, Lieffers et Rothwell 1986, 1987). Sur les stations humides, de plus, la croissance diminue dès que la nappe phréatique est plus basse ou plus haute que la profondeur moyenne au cours de la saison de croissance (Van Groenewoud 1975).

Tableau 4. Valeurs dendrométriques moyennes à l'hectare et erreur-type pour des placettes permanentes représentant quatre types écologiques de la Forêt Montmorency

Âge après coupe	N 2+ (n. tiges)		N 10+ (n. tiges)		G 2+ (m^2)		G 10+ (m^2)		V 2+ tot (m^3)		V 10+ tot (m^3)		AAM (V 10+) (m^3/ha/an)	
	$\overline{X}$	ERT	$\overline{X}$	ERT	$\overline{X}$	ERT	$\overline{X}$	ERT	$\overline{X}$	ERT	$\overline{X}$	ERT	$\overline{X}$	ERT
Till modérément bien drainé avec seepage — classe de qualité de station I+ (n = 5)														
5	153	141	0	–	0,1	0,1	0	–	0,4	0,3	0	–	0	–
15	6650	1050	114	77	9,1	1,2	1,0	0,7	27,8	4	4,3	3	0,28	0,20
25	9560	1450	984	200	27,6	1,7	10,8	2,4	107,7	8	54,0	12	2,16	0,49
45	4200	840	1700	100	33,4	2,7	27,1	1,9	156,7	9	135,1	13	2,93	0,27
Till bien à modérément bien drainé — classe de qualité de station I- (n = 5)														
5	247	187	20	20	0,7	0,4	0,2	0,2	1,1	0,8	0,8	0,8	0,15	0,15
15	8550	1830	15	15	5,3	1,2	0,1	0,1	15,2	4	0,5	0,5	0,04	0,04
25	14710	3800	336	149	21,2	4,2	3,01	1,4	73,0	16	13,8	72	0,55	0,27
45	5780	1030	1710	191	28,5	2,5	19,6	2,2	124,0	13	94,5	12	2,04	0,25
Till très mince bien drainé — classe de qualité de station II (n = 4)														
5	253	131	19	19	0,7	0,4	0,2	0,2	2,2	1,2	0,8	0, 8	0,16	0,16
15	6460	1420	87	43	7,6	1,3	0,9	0,5	2,3	4	4,2	2,4	0,28	0,16
25	12300	2110	494	211	20,6	3,0	4,9	2,1	68,8	12	23,0	10	0,92	0,39
45	5560	9700	1170	139	23,1	1,4	14,0	1,7	98,4	83	71,5	10	1,54	0,22
Till imparfaitement à mal drainé — classe de qualité de station II (n = 5)														
5	415	165	20	99	0,7	2,9	0,2	0,1	2,2	0,9	0,7	0,3	0,14	0,07
15	5170	1430	69	41	5,3	1,1	0,7	0,5	163	4	3,2	2,4	0,23	0,15
25	9040	1610	321	711	14,9	2,4	3,2	0,9	50,8	92	15,0	50	0,62	0,20
45	9670	1890	1290	216	28,9	3,6	15,0	2,3	112,0	14	72,5	11	1,57	0,24

[1]N 2+, nombre de tiges de 2 cm et plus; N 10+, nombre de tiges de 10 cm et plus; G 2+, surface terrière des tiges de 2 cm et plus; G 10+, surface terrière des tiges de 10 cm et plus; V 2+, volume total; V 10+, volume total des tiges marchandes; AAM, accroissement annuel moyen en volume total des tiges marchandes.

Le drainage peut également avoir un effet sur le régime nutritif. Les sols mal drainés connaissent un dégel et un réchauffement plus lents que les sols mieux drainés. Des températures du sol plus basses affectent négativement la croissance en diminuant l'activité biologique du sol et donc la minéralisation de la matière organique (Van Cleve *et al.* 1981, Weber et Van Cleve 1981, Lieffers et Rothwell 1986, Kimmins 1987) ainsi que le prélèvement des éléments minéraux par les racines.

b) Le seepage (drainage oblique)

Le seepage ou drainage oblique représente un écoulement latéral d'eau tellurique qui atteint temporairement ou de façon permanente un horizon contenant des racines; ce drainage oblique provoque un enrichissement en éléments nutritifs, une meilleure oxygénation de l'eau du sol et un apport d'eau supplémentaire. La reconnaissance du seepage comme facteur critique dans l'écologie et la croissance des forêts boréales de l'est du Canada date déjà d'un certain temps (Jurdant 1968, Gerardin 1984, Meades et Roberts 1992). Les résultats de cette étude confirment bien le rôle clé de cette variable sur la qualité des stations pour le sapin baumier, les stations mésiques avec seepage étant nettement plus productives.

En discutant de drainage oblique, il faut distinguer deux situations: les versants et les replats généralement associés à des petits ou grands cours d'eau. Dans le cas des versants mésiques à hydriques, le seepage provoque un enrichissement en éléments nutritifs au fur et à mesure de sa descente sur le versant au contact du roc ou d'un horizon compact (fragipan) (Kimmins 1987) ainsi qu'un enrichissement de matière organique et de matériaux fins par colluvionnement (Leak 1980). Meades et Roberts (1992) suggèrent que les meilleures qualités de station sont dues aux apports supplémentaires d'eau et de nutriments pendant les mois les plus secs de l'été. Dans le cas des replats humides, la circulation de l'eau tellurique assure surtout une meilleure oxygénation de l'eau et facilite donc le prélèvement d'éléments nutritifs (Zinkan et al. 1974, Jeglum 1973, Blanchet 1982).

c) L'épaisseur du dépôt

L'épaisseur du dépôt a souvent été identifiée comme un facteur critique pour la qualité de station. Elle agirait d'une façon analogue à la nappe phreatique en limitant la quantité de sol disponible au développement des racines verticales (Schmidt et Carmean 1988). En Ontario, on suggère de distinguer les sols très minces de moins de 20 cm et les sols minces de 20 à 40 cm (Sims et Towill 1988, Schmidt et Carmean 1988). On soupçonne que le régime hydrique est le principal facteur limitatif sur ces sols: un faible volume du sol peut impliquer des réserves en eau moins importantes et donc des stress hydriques plus fréquents. Par ailleurs, en raison de l'imperméabilité du roc, il y a mouvement rapide de la nappe phréatique en fonction de la pluviosité avec des conséquences négatives pour la croissance (Van Groenewoud 1975).

Toutefois, dans les conditions climatiques humides de la Forêt Montmorency, l'épaisseur du dépôt semble être un facteur beaucoup moins déterminant que reporté ailleurs. Dans ces conditions climatiques, des stations considérées xériques dans d'autres circonstances offrent effectivement un régime hydrique plutôt favorable. Les horizons organiques bénéficiant d'une pluviométrie adéquate peuvent avoir un statut hydrique adéquat (Golding et Stanton 1972, Kimmins 1987). Il faut bien comprendre que dans les sols boréaux, l'essentiel du système racinaire latéral responsable de l'absorption des éléments nutritifs se trouve concentré dans les 15–20 premiers centimètres de l'humus et des horizons minéraux superficiels (Safford et Bell 1972, Kimmins et Hawkes 1978, Strong et Le Roi 1983a, 1983b).

d) Texture et pierrosité du dépôt meuble

Les dépôts acides d'origine granitique sont relativement infertiles et peuvent même présenter des conditions toxiques en raison des concentrations élevées d'aluminium (Kimmins et Hawkes 1978). Lowry (1972) suggérait que pour l'évaluation de la qualité de station, seulement trois classes texturales seraient à differences dans les Laurentides:

- les textures fines (loams, limons, argiles),
- les textures moyennes (sable loameux, loam sableux),
- les textures grossières sablo-graveleuses.

Les dépôts laurentidiens sablo-graveleux, en particulier, pourraient nuire à la fois au régime nutritif et au régime hydrique. Dans notre cas, il s'agit des dépôts fluvio-glaciaires et des dépôts morainiques à texture grossière. Plusieurs ont noté la présence de carences significatives de magnésium et de potassium dans les dépôts d'origine fluvio-glaciaire et marine dérivés de roches cristallines (Truong Dinh Phu 1975, Truong Dinh Phu et Gagnon 1975, Bernier et Brazeau 1988, Bernier *et al.* 1989). Par ailleurs, Schmidt et Carmean (1988) suggèrent qu'une forte pierrosité peut affecter le régime hydrique d'une station. En occupant un volume important du sol, la pierrosité peut limiter le volume de sol et donc la disponibilité en eau, ainsi que nuire au développement racinaire vertical.

Classes de Qualité de station

La station forestière est une unité d'aménagement forestier qui présente un potentiel semblable pour la foresterie. C'est une unité dont les caractéristiques physiques sont suffisamment similaires pour présenter:

- un même potentiel de croissance,
- des contraintes de traficabilité et de fragilité semblables,
- et une dynamique végétale similaire.

Le regroupement des types écologiques en stations forestières doit se baser notamment sur la similarité de leur productivité potentielle. Suivant l'analyse de comparaison multiple (tableau 3), les indices de qualité de station des types écologiques étudiés forment un continuum sans démarcation nette. Par contre, on observe une hiérarchie relativement constante entre les types écologiques. Par exemple, les stations mésiques riches présentent systématiquement les indices de qualité de station moyens les plus élevés alors que les stations mal drainées présentent ceux les plus faibles.

Lors de l'élaboration des tables de production pour les sapinières boréales, Vézina et Linteau (1968) de même que Boudoux (1978) ont retenu trois classes de qualité de station: a) la classe I pour les stations ayant un indice de qualité de station moyen entre 13,5 et 16,5 m de hauteur à un âge au DHS de 50 ans; b) la classe II pour les stations dont l'indice moyen se situait entre 11,5 et 13,5 m; c) la classe III pour les stations ayant un indice moyen de 8,5 à 11,5 m.

Tableau 5. Classes de qualité de station pour les sapinières et les sapinières à épinette noire dans le sous-domaine écologique de la sapinière à bouleau blanc humide

Classe de qualité de station	Indice de qualité de station moyen (hauteur à 50 ans au DHS)	Classe de qualité de station de Linteau (1955)	Classe de potentiel de l'inventaire des terres du Canada (Jurdant 1968)	Productivité normale à 60 ans suivant les tables de Vézina et Linteau (1968)
I+ — Excellente	> 15 m	I	3	–
I- — Très bonne	13,5 à 15 m	I	4	4,2 m^3/ha/an (Sab-I)
II — Modérée	10,5 à 13,4 m	II	4-5	3,4 m^3/ha/an (Sab-II)
III — Faible	< 10,5 m	III	6	2,0 m^3/ha/an (SabEpn-III)

Tableau 6. Classes de qualité des stations forestières du sous-domaine écologique de la sapinière à bouleau blanc humide

Classe de qualité de station	Station forestière	Description	Types écologiques
Classe I+	• Stations mésiques riches	Dépôts de plus de 25 cm bien à modérément bien drainés avec drainage oblique (seepage)	1a2*; 1a3*; 1aR2*; 1aR3*/Shr
Classe I-	• Stations mésiques	Dépôts de plus de 50 cm bien à modérément bien drainés	1a2; 1a3/Sh-Shm
	• Stations humides riches	Dépôts de plus de 25 cm imparfaitement drainés avec drainage oblique (seepage)	1a4*; 1aR4*; 1f4*; 3a4*; 3b4*/Shrh
Classe II	• Stations mésiques minces	Dépôts de moins de 50 cm d'épaisseur bien à modérément bien drainés	1aR2; 1aR3; 7cR1-2/Shm-SEm
	• Stations mésiques à texture grossière	Dépôts fluvio-glaciaires, fluviatiles, ainsi que de moraines latérales et d'ablation rapidement à modérément bien drainés	1b2; 1h2; 2a2-3; 2b2-3; 3b2-3/Shm
	• Stations humides	Dépôts de plus de 10 cm imparfaitement drainés	1a4; 1aR4; 1f4; 2a4; 2b4; 3b4/SMs
	• Stations de colluvions humides	Dépôts de tills colluvionnés modérément à imparfaitement drainés avec seepage	8c3*; 8c4*; 8cR3*; 8cR4*/Shr
	• Stations très humides riches	Dépôts mal drainés avec seepage	1a5*; 1aR5*; 1g5*
Classe III	• Stations très humides	Dépôts de plus de 50 cm mal drainés	1a5; 1f5; 2b5; 3b5/SEs
	• Stations très minces humides	Dépôts de moins de 50 cm mal drainés	1aR5; 7cR4; 7cR5; ESs

Sur la base des résultats de cette étude, nous pensons qu'il y a lieu de subdiviser la classe I en deux. En raison de leur fertilité supérieure, les stations mésiques riches se démarquent bien des autres stations mésiques. Nous proposons ainsi de distinguer quatre classes de qualité de station (tableaux 5 et 6).

a) Classe de qualité de station I+

La première classe regroupe les types écologiques mésiques bénéficiant d'un drainage oblique (tableau 6). Ils forment la meilleure station forestière. Il est donc utile de différencier les sapinières à herbacées riches, caractérisées par des indicateurs tel qu'*Acer spicatum, Athyrium felix-femina, Dryopteris phegopteris* et *Viola* sp., des autres sapinières à herbacées. Dans l'ancien type forestier *Dryopteris-Oxalis* défini par Linteau (1955) et Lafond (1960), cette différenciation n'était pas faite.

b) Classe de qualité de station I-

La seconde classe regroupe les autres types écologiques mésiques ainsi que les types écologiques avec drainage oblique mais imparfaitement drainés. Ces stations mésiques semblent correspondre aux anciens sites de classe I pour lesquels Vézina et Linteau (1968) avaient établi un accroissement annuel moyen maximum de 4,2 m^3/ha/an à 60 ans.

c) Classe de qualité de station II

La troisième classe englobe la plupart des types écologiques qui posent des limitations modérées à la croissance, soit en raison de la présence du roc ou de blocs, soit en raison d'un excès ou d'un manque d'humidité. Cinq stations forestières peuvent ainsi être distinguées: 1) les stations mésiques minces de moins de 50 cm d'épaisseur, 2) les stations mésiques dont la texture est plus sablonneuse et la pierrosité souvent importante, 3) les stations humides regroupant l'ensemble des dépôts de plus de 10 cm d'épaisseur imparfaitement drainés, 4) les tills colluvionnés caractérisés par une pierrosité importante qui semble contrebalancer la présence de drainage oblique et, finalement, 5) les stations très humides avec drainage oblique. Ce groupe correspond de façon générale à l'ancien site de classe II pour lequel Vézina et Linteau (1968) avaient établi un accroissement annuel moyen maximum de 3,5 m^3/ha/an à 70 ans. Par rapport aux évaluations antérieures (Jurdant *et al.* 1967), on peut noter que l'épaisseur du dépôt semble être un facteur moins critique qu'initialement pensé.

d) Classes de qualité de station III

On retrouve enfin dans la classe III les types écologiques posant des limitations graves pour la croissance du sapin. Ce sont, pour l'essentiel, des stations mal et très mal drainées occupées par des sapinières à épinette noire ou des pessières noires à sapin. Les stations très humides sont généralement trouvées dans des cuvettes et des platières alors que les stations très minces humides se localisent généralement sur des sommets plus ou moins plats. Dans le cas spécifique des stations mal drainées, leur regroupement dans cette classe s'inspire surtout des résultats de Jurdant (1968) et de Vézina et Paillé (1969).

Conclusion

Cette étude démontre l'utilité d'une classification écologique comme base pour établir la qualité de station. Dans le cas spécifique des sapinières, elle indique également qu'il existe bel et

bien des différences de productivité entre unités écologiques. En cela, elle confirme et raffine les premières études écologiques réalisées par Linteau et Lafond.

Remerciements

Ce projet a été réalisé grâce à l'appui du ministère de l'Environnement et de la Faune et du ministère des Ressources naturelles du Québec. Nous remercions Steve Bédard, Paul Bouliane et Jean-Pierre Jetté, qui ont participé aux travaux de terrain, ainsi que Jean-Pierre Ducruc, du MEF, sans qui ce projet n'aurait pu se réaliser.

Bibliographie

Bélanger, L., L. Bertrand, P. Bouliane et L.J. Lussier. 1988. Plan général d'aménagement de la Forêt Montmorency. Fac. Foresterie et géomatique, Univ. Laval, Québec, 406 p.

Bernier, B. et M. Brazeau. 1988. Magnesium deficiency symptoms associated with sugar maple dieback in a Lower Laurentian site in south-eastern Québec. Can. J. For. Res. 18: 1265-1269.

Bernier, B., D. Paré et M. Brazeau. 1989. Water, Air and Soil Pollution 48: 239-250.

Blanchet, B. 1982. Les cédrières du Québec. Études écologiques no. 6. Lab. d'éco. for., Univ. Laval, Québec, 166 p.

Bolghari, H. et P.E. Vézina. 1975. L'influence de quelques caractéristiques du peuplement et du milieu sur la croissance en volume du sapin et de l'épinette noire au Québec. Naturaliste can. 102: 339-352.

Boudoux, M. 1978. Tables de rendement empiriques pour l'épinette noire, le sapin baumier et le pin gris au Québec. Conseillers en gestion des forêts, Min. Terres et Forêts, Québec.

Camiré, C., G. Nolet et B. Bernier. 1981. Incidence de la fertilisation sur la croissance de deux peuplements adultes de sapin baumier (*Abies balsamea*) du sud des Laurentides. Naturaliste can. 108: 175-184.

Côté, M. 1966. Plan général d'aménagement de la Forêt Montmorency de l'Université Laval. Les Presses de l'Univ. Laval, Québec, 160 p.

Day, J.H. et J. McMenamin. 1982. Système d'informatique des sols au Canada (SISCan). Manuel de description des sols sur le terrain — révision 1982. IRT Contribution no 82-52. Dir. gén. rech., Agriculture Canada, Ottawa.

Gagnon, R. 1985. Croissance du sapin baumier en relation avec la durée de sa période initiale d'oppression. Mémoire de maîtrise, Fac. foresterie et géomatique, Univ. Laval, Québec.

Gerardin, V. 1977. An integrated approach to the determination of ecological groups in vegetation studies. Thèse de doctorat, Univ. du Connecticut, 237 p.

Gerardin, V. 1984. Analyse de quelques facteurs contrôlant la production forestière. L'Aubelle 43: 4-7.

Gerardin, V. 1989. Introduction à l'écologie forestière. L'Aubelle 73 (supplément), 16 p.

Gerardin, V. et J.P. Ducruc. 1990. An objective approach to evaluating natural drainage of forest mineral soils for non-specialists. Vegetatio 87: 127-133.

Golding, D.L. et C.R. Stanton. 1972. Water storage in the forest floor of subalpine forests of Alberta. Can. J. For. Res. 2: 1-6.

Groupe de travail sur les écorégions. 1989. Régions écoclimatiques du Canada, première approximation. Serv. can. faune, Dir. dév. durable, Env. Canada. Série de la classification écologique du territoire no 23.

Hatcher, R.J. 1960. Croissance du sapin baumier après coupe rase dans le Québec. Can. Dep. North Aff. Natl. Resour. for Branch, For. Res. Div. Tech. Note no 87, 24 p.

Jeglum, J.K. 1973. Relative influence of moisture-aeration and nutrients on vegetation and black spruce growth in northern Ontario. Can. J. For. Res. 4: 114-126.

Jurdant, M. 1968. Ecological classification of forest lands, an integrated vegetation-soil-land form approach. Thèse de doctorat, Cornell University, Ithaca, N.Y., 414 p.

Jurdant, M., J. Beaubien, J.P. Dubé et L. Carrier. 1967. Québec. *In* Productivité forestière des terres, rapport no. 4. L'inventaire des terres du Canada, Min. de l'expansion économique régionale, Ottawa, pp. 41-49.

Jurdant, M. et J. Beaubien. 1971. Possibilité des terres pour la forêt: Baie-Saint-Paul-21M. Carte à l'échelle du 1:250 000. L'inventaire des terres du Canada, Dir. gén. des terres, Env. Can.

Jurdant, M., J. Beaubien, J.L. Bélair, J.C. Dionne et V. Gérardin. 1972. Carte écologique de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Notice explicative. Rapp. Info. no Q-F-X-31. Cen. Rech. For. Laurentides, Env. Can., Québec, 93 p.

Jurdant, M., J.L. Bélair, V. Gérardin et J.P. Ducruc. 1977. L'inventaire du Capital-Nature: méthode de classification et de cartographie écologique. Serv. études éco. rég., Env. Canada, Série de la classification écologique du territoire no 2, Québec, 202 p.

Kimmins, J.P. 1987. Forest ecology. MacMillan Publishing Company, New York, 531 p.

Kimmins, J.P. et B.C. Hawkes. 1978. Distribution and chemistry of fine roots in a white spruce-subalpine fir stand in British Columbia: implications for management. Can. J. For. Res. 8: 265-279.

Lafond, A. 1960. Notes pour l'identification des types forestiers des concessions de la Quebec North Shore Paper Company, 2e éd. Baie-Comeau, 92 p.

Lang, G.E., C.S. Cronan et W.A. Reiners. 1981. Organic matter and major elements of forest floors and soils in subalpine balsam fir forests. Can. J. For. Res. 11: 388-399.

Leak, W.B. 1980. Influence of habitat on silvicultural prescription in New England. J. For. 78: 329-334.

Lieffers, V.J. et R.L. Rothwell. 1986. Effects of depth of water table and substrate temperature on root and top growth of *Picea mariana* and *Larix laricina* seedlings. Can. J. For. Res. 16: 1201-1206.

Lieffers, V.J. et R.L. Rothwell. 1987. Rooting of peatland black spruce and tamarack in relation to depth of water table. Can. J. Bot. 65: 817-821.

Linteau, A. 1953. Site classification. Pulp and Paper Mag. Can. 54(7): 146-155.

Linteau, A. 1955. Forest site classification of the Northeastern coniferous section boreal forest Region Quebec, Can. Dep. North. Aff. Natl. Resour. For. Branch. Bulletin 118, 85 p.

Lowry, G.L. 1972. Forest soil-site studies. V. Black spruce productivity as related to soil and other site factors. Pulp Pap. Res. Inst. Can., Woodl, Rep. 44, 49 p.

MacLean, D.A. 1988. Effects of spruce budworm outbreaks on vegetation, structure and succession of balsam fir forests on Cape Breton Island, Canada. pp. 253-261 In Plant form and vegetation structure, M.J.A. Werger *et al.* (eds). SPB Academic Publ., The Hague.

Meades, W.J. et B.A. Roberts. 1992. A review of forest site classification activities in Newfoundland and Labrador. For. Chron. 68: 25-33.

Morris, R.F. 1948. How old is a balsam tree? For. Chron. 24: 106-110.

Page, G. 1976. Quantitative evaluation of site potential for spruce and fir in Newfoundland. For. Sci. 22: 131-143.

Paquette, S. 1994. Hétérogénéité de cartes écologiques à grande échelle et conséquences pour l'aménagement intégré des ressources forestières. Mémoire de maîtrise, Fac. foresterie et géomatique, Univ. Laval, Québec, 86 p.

Paré, D., Y. Bergeron et C. Camiré. 1993. Changes in the forest floor of canadian southern boreal forests after disturbance. J. Vegetation Science 4: 811-818.

Pfalzgraf, J. 1970. Régénération et croissance après coupe de forêts de divers types. Pulp and Paper Mag. Can. 71: WS1-WS12.

Québec. 1989. Manuel d'aménagement forestier. Québec, 251 p.

Roberge, M.R., J.D. Gagnon et C.H. Ung. 1980. Essai d'un dosage d'azote dans trois sapinières de 60 ans au Québec: résultats de 10 ans. Can. J. For. Res. 10: 470-475.

Rowe, J.S. 1972. Les régions forestières du Canada. Serv. can. forêts, Min. Env., Ottawa, Publication no 1300F, 172 p.

Safford, L.O. et S. Bell. 1972. Biomass of fine roots in a white spruce plantation. Can. J. For. Res. 2: 169-172.

Schmidt, M.G. et W.H. Carmean. 1988. Jack pine site quality in relation to soil and topography in north central Ontario. Can. J. For. Res. 18: 297-305.

Sims, R.A. et W.D. Towill. 1988. Alternate strip clearcutting in upland black spruce. VIII. Shallow-soil ecosystems and their classification. For. Chron. 64: 70-75.

Strong, W.L. et G.H. La Roi. 1983a. Rooting depths and successional development of selected boreal forest communities. Can. J. For. Res. 13: 577-588.

Strong, W.L. et G.H. La Roi. 1983b. Root-system morphology of common boreal forest trees in Alberta, Canada. Can. J. For. Res. 13: 1164-1173.

Tremblay, S. 1994. Croissance de sapinières boréales de seconde venue, protégée contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Mémoire de maîtrise (en préparation). Univ. Laval, Québec.

Truong Dinh Phu. 1975. Potassium et magnésium: deux éléments limitant la croissance en hauteur du pin rouge au Québec. Can. J. For. Res. 5: 73-79.

Truong Dinh Phu et J.P. Gagnon. 1975. Nutrient growth relationships in the Grand'Mère white spruce plantations before and after fertilization. Can. J. For. Res. 5: 640-648.

Van Cleve, K., R. Barney et R. Schlentner. 1981. Evidence of temperature control of production and nutrient cycling in two interior Alaska black spruce ecosystems. Can. J. For. Res. 11: 258-273.

Van Groenewoud, H. 1975. Microrelief, water level fluctuations and diameter growth in wet-site stands of red and black spruce in New Brunswick. Can. J. For. Res. 5: 359-366.

Vézina, P.-E. 1973. Rentabilité des coupes d'éclaircie en vue de l'aménagement intensif des sapinières du Québec. Min. Terres et Forêts, Serv. Rech., Mémoire no 11.

Vézina, P.-E. et G. Paillé. 1969. Aménagement intensif des sapinières mûres et surannées à la Forêt Montmorency. Fonds de recherche forestière de l'Univ. Laval, contribution no 14.

Vézina, P.-E. et A. Linteau. 1968. Growth and yield of balsam fir and black spruce in Quebec. Can. For. Res. Lab. Québ. Rég. Inf. Rep. no Q-X-2.

Weber, M.G. et K. Van Cleve. 1981. Nitrogen dynamics in the forest floor of interior Alaska black spruce ecosystems. Can. J. For. Res. 11: 743-751.

Zarnovican, R. 1983. Production stationnelle dans les sapiniéres en Gaspésie, Québec. Serv. Can. For., Cent. rech. For. Laurentides, Rapp. Inf. no LAU-X-64.

Zarnovican, R. et P.-E. Vézina, 1985. Étude de la production totale: exemple d'une table pour le sapin baumier. Can. J. For. Res. 15: 87-91.

Zinkan, C.G., J.K. Jeglum et E. Harvey. 1974. Oxygen in water culture influences growth and nutrient uptake of jack pine, black spruce and white spruce seedlings. Can. J. Plant Sci. 54: 553-558.

ANNEXE 4

INSTRUCTIONS RELATIVES AUX FORMULAIRES DE SUIVIS

1. INTRODUCTION

L'inventaire de suivi consiste à récolter des données sur la régénération naturelle et artificielle, 3 et 7 ans après coupe. Ces inventaires permettent de vérifier si la remise en production d'un site récolté s'effectue comme prévu et au besoin, ils aident l'aménagiste à prévoir les interventions sylvicoles appropriées pour s'assurer de l'atteinte des objectifs de rendement en fibre et en qualité lors de la prochaine récolte.

Quatre formulaires différents sont utilisés pour ces inventaires de suivi, soit :

Pour la régénération naturelle :	SUIVI DES FORÊTS - 3 ans après coupe (S1)
	SUIVI DES FORÊTS - 7 ans après coupe (S2)
Pour la régénération artificielle :	SUIVI DES PLANTATIONS - 2 ans après plantation (SP1)
	SUIVI DES PLANTATIONS - 6 ans après plantation (SP2)

Chaque formulaire comporte trois grandes sections, soit :

Section 1. Identification
Section 2. Prise de données
Section 3. Caractéristiques topographiques et prescriptions

Voici les instructions pour compléter les éléments de saisie des formulaires, ainsi que quelques renseignements utiles pour la réalisation de ce contrat.

2. RÈGLES GÉNÉRALES

2.1 Planification

Les cartes du plan de sondage ne contiennent pas toujours tous les chemins d'accès et les repères utiles. Il peut être nécessaire, pour faciliter l'exécution du sondage, de restituer sur les cartes de l'information se retrouvant sur les photographies aériennes. Ceci est de la responsabilité de l'Exécutant.

2.2 Plan de sondage

2.2.1 Le plan de sondage vise à réaliser la couverture systématique et aléatoire des aires récoltées ou reboisées et par conséquent, il doit être respecté le plus fidèlement possible. Le plan de sondage est réalisé en superposant un quadrillage de points orientés nord-sud et est-ouest sur une carte forestière. Chaque point représente le début d'une grappe. La distance entre deux grappes est généralement de 200 mètres, soit une intensité d'environ une grappe par 4 hectares.

2.2.2 L'orientation de la grappe n'est pas définie au plan de sondage. Il faut porter une attention particulière puisque l'orientation de la grappe est garante de la représentativité du terrain. Pour ce faire, il faut planifier sur photographie aérienne l'orientation de la virée et des grappes et prendre en considération les conditions de terrain. C'est l'Exécutant qui doit choisir l'orientation des virées et l'orientation des grappes. La règle veut que l'orientation des grappes ne soit pas parallèle aux andains ni aux sentiers de débusquage, mais plutôt relativement perpendiculaire à ceux-ci. En respectant ce qui précède, l'orientation de la grappe devra toujours se faire selon l'un des quatre points cardinaux. Aucune grappe ne devra être réalisée à l'intérieur d'une distance de deux mètres à partir du fossé d'un chemin ou à partir de la fin d'un andain.

2.2.3 D'une façon générale, les grappes doivent être réalisées comme prévu au plan de sondage si elles représentent des conditions de terrain existant dans ces aires mais pas nécessairement représentatives de la moyenne du bloc. Alors, nous assumons que la véritable moyenne s'établira sur l'ensemble du grand nombre de grappes.

2.3 Identification du travail

Cet inventaire est susceptible d'être vérifié par la Compagnie et le ministère des Ressources naturelles. L'Exécutant doit prendre les moyens nécessaires pour que ces inventaires soient facilement repérables pour les besoins de relecture.

3. PROCÉDURES SUR LES FORMULAIRES DE SUIVI DES FORÊTS (S1-S2) ET SUIVI DES PLANTATIONS (SP1-SP2)

3.1 Section 1 - Identification

3.1. Aire commune

L'aire commune est identifiée par un code de cinq chiffres (Exemple : 043-20). Cochez avec un X ou un crochet le numéro d'aire commune.

3.1.2 No d'identification

Chaque grappe possède son propre numéro d'identification. Il est composé de douze chiffres subdivisés en trois groupes de quatre chiffres représentant : l'année de la réalisation de l'inventaire, l'année de la plantation ou de la perturbation d'origine et le numéro de la grappe (Exemple: 2000-1992-0128). Pour des fins de traitement par informatique, on doit inscrire au complet les douze chiffres demandés sur les formulaires de saisie.

3.1.3 Rayon des placettes

Les rayons sont les suivants :

Rayon de 1,13 m = 4 m^2 x 10 placettes = 40 m^2 ou 1/250 hectare

Rayon de 1,69 m = 9 m^2 x 10 placettes = 90 m^2 ou 1/111 hectare

Le rayon de 1,13 m est utilisé dans tous les types de formulaire, pour les résineux, les feuillus et feuillus non commerciaux (absence/présence, dénombrement).

Le rayon de 1,69 m est utilisé pour déterminer **seulement** la présence/absence par classe de hauteur des tiges de feuillus **intolérants**.

Une liste des grappes à réaliser sera remise à l'Exécutant au début du projet et celle-ci identifiera les numéros des grappes par production prioritaire.

3.1.4 Azimut de départ et distance

On entend par azimut et distance de départ, la direction et la distance prises pour se rendre à une grappe ou à une virée d'inventaire à partir d'un point de repère facilement identifiable sur une carte forestière ou topographique et sur photographie aérienne. Souvent, les points de départ sont choisis à partir d'un croisement d'un chemin forestier, d'un ruisseau, d'une bordure de forêt, à la dixième placette d'une grappe inventoriée. Sur le feuillet, on doit indiquer l'azimut astronomique du point de départ.

La distance est exprimée en mètre entre le point de départ et le début de la grappe ou de la rencontre de la virée. Il faut tenir compte de la pente du terrain lors du chaînage et faire les corrections appropriées. Le point de départ doit être clairement visible afin de faciliter la relecture.

3.1.5 Azimut de la grappe

L'azimut de la grappe n'est pas toujours semblable à celle de la virée indiquée sur le plan de sondage. Elle peut être perpendiculaire. Alors, il faut indiquer **l'azimut astronomique** de la grappe sur le feuillet.

3.1.6 Accessibilité

Il existe trois (3) possibilités d'accès :

Marche = Accessible seulement en marchant
VTT = Accessible en VTT mais pas en camion
Camion = Accessible en camion

Ne cochez qu'une seule case.

3.1.7 Photographie aérienne

Inscrire le numéro de la ligne de vol et de la photo.

3.1.8 Raison pour l'annulation d'une grappe

Les cas d'annulation de grappes ne sont pas fréquents, mais ils se présentent pour les raisons suivantes :

- Inscrire **code 1** pour un chemin ou gravière.
- Inscrire **code 2** pour un inondé, un dénudé humide, un dénudé sec ou un escarpement supérieur à 4 hectares.
- Inscrire **code 3** pour une erreur cartographique (ex.: Grappe se localisant dans bois à maturité).
- Inscrire **code 4** lorsqu'il n'y a aucune accessibilité.

Une grappe planifiée au plan de sondage et annulée pour les raisons précitées ne fera l'objet d'aucun paiement. Une grappe (10 placettes) ne doit pas être annulée si les placettes (une ou plus) sont localisées sur une aire estimée inférieure à 4 hectares.

Exemple :

Une grappe dont 4 placettes sur 10 sont localisées sur un site dénudé sec (roc) et que ce site a une superficie estimée inférieure à 4 hectares et qu'elle pourrait faire partie d'une aire d'un traitement sylvicole, alors on réalise l'inventaire tel quel et les 4 grappes sont compilées et participent à représenter les conditions moyennes du terrain. Il n'y a aucun déplacement de la grappe.

Localisation

La localisation de la grappe consiste en un schéma où l'on retrouve le point de départ de la virée, le nord magnétique, les points de repère identifiables sur la carte et sur la photographie aérienne, l'identification du point de départ avec le point de rattachement, le cheminement, l'identification de la grappe ainsi que son orientation et tout offset non prévu au plan de sondage. Toutes ces informations peuvent devenir importantes dans le cas de relecture.

Nord astronomique : Toujours indiquer sur le schéma le nord astronomique. Il est placé parallèlement du côté droit du cadre.

Points de repères : Dessiner sur le schéma les chemins, sentiers, gravières, cours d'eau, bâtiments ou forêts denses d'une hauteur supérieure à sept mètres qui sont facilement identifiables sur la photographie aérienne et la carte forestière. Ces points de repère utilisés doivent être rattachés par un chaînage (à dix mètres près) au point de départ de la grappe et si un azimut est nécessaire pour placer le départ, on indique les informations sur le schéma.

Par convention, le double trait continu représente un chemin forestier d'accès au secteur numéroté, le double trait discontinu est un chemin forestier carrossable en camion quatre roues motrices et non numéroté, et finalement, le trait simple discontinu est un sentier accessible en véhicule tout-terrain. Lorsqu'un chemin est numéroté ou un cours d'eau est nommé sur une carte, l'information doit apparaître sur le schéma. Les sentiers pédestres sont symbolisés par un trait de X continu.

Point de départ : Il est identifié par un petit cercle plein et l'on inscrit la mention départ sur le schéma. Lorsque le point de départ est une grappe, on indique le numéro de celle-ci sur le schéma. Sur le terrain, il est identifié par deux rubans, l'un est rayé de noir et rose, l'autre est rouge. Ils sont attachés à une branche ou à un piquet à la hauteur d'homme. Les informations suivantes sont notées sur le ruban rayé :

- Départ Gr 2000-1992-0128 ;
- l'azimut ;
- le chaînage à parcourir en mètres ;
- les initiales de l'équipe d'inventaire ;
- la date.

Cheminement: C'est le chaînage rectiligne entre le point de départ et le début de la grappe (première placette). Il est illustré par un trait continu entre ces deux points. Il faut aussi inscrire la distance parcourue aux dix mètres près et l'azimut astronomique.

La grappe est illustrée par un petit cercle vide et l'on indique son numéro. Le sens des placettes est symbolisé par un trait continu qui se termine par une flèche.

Offset: Il faut restreindre le plus possible l'utilisation de l'offset. Quand il est utilisé, on doit dessiner le cheminement par un trait continu, inscrire le chaînage et l'azimut employé sur le schéma.

3.1.9 Estimateur et assistant

Inscrire les noms.

3.1.10 Date

C'est la date de réalisation de l'inventaire que l'on inscrit et elle doit correspondre au fichier source du GPS.

3.2 Prises de données

La prise de données est réalisée à chacune des dix placettes de la grappe. La première placette est identifiée par deux rubans, le premier est de couleur rayée noire et rose (ou de toute autre couleur si on utilise du ruban plus large que 1,0 pouce), et l'autre est rouge.

Les informations suivantes sont notées sur le ruban rayé:

- Début Gr 2000-1992-0128;
- Le type d'inventaire (S1, S2, SP1, SP2);
- L'azimut astronomique;
- Les initiales du personnel réalisant l'inventaire;
- La date.

Le ruban rayé est attaché sur une branche à hauteur d'homme, juste au-dessus du piquet centre où un ruban rouge lui est noué. Évidemment, lorsque la végétation a une faible hauteur, on attache le ruban rayé au sommet de l'arbuste vivant le plus élevé dans un rayon d'un mètre du piquet centre. Si l'on ne retrouve aucune végétation, le ruban est noué sur le piquet centre. Le piquet centre en bois doit être solidement enfoncé dans le sol, avoir un diamètre minimum d'un centimètre (cm) et il doit avoir une hauteur supérieure à 30 cm à partir de l'humus. La même procédure s'applique aux neuf placettes subséquentes, à l'exception du ruban rayé que l'on remplace par un ruban rouge. Le centre de la placette est en tout temps représenté par l'endroit où le piquet est enfoncé dans le sol.

Notez que la précision de l'aire de la placette ayant un rayon de 1,13 m à partir du **centre du piquet**, varie rapidement. Par exemple, une erreur de 1 centimètre en plus ou en moins, équivaut à une augmentation de la superficie de près de 2 %.

La présence/absence et aussi le dénombrement se notent à partir de l'endroit ou émerge du sol la tige. De plus, la limite centre d'une placette est le centre du piquet et la limite extérieure est la limite du rayon utilisé. Une tige qui touche la limite extérieure du rayon, pour qu'elle soit admise dans la placette, doit avoir au moins le centre de cette tige incluse à l'intérieur de la limite de ce rayon.

Seulement la première placette de la grappe est référencée géographiquement par le mode statique point sur le GPS. Toutes les grappes réalisées doivent être référencées géographiquement avec le GPS, sauf celles qui seront annulées. La distance à mesurer entre les placettes est de cinq mètres pour tous les suivis.

3.2. Souche

À l'intérieur de la parcelle, il faut noter la présence de souches coupées d'un diamètre à hauteur souche (DHS) supérieure à 10 cm et il faut indiquer s'il s'agit de souches résineuses ou feuillues. La souche doit avoir plus de la moitié du diamètre à l'intérieur de la placette pour que sa présence soit notée.

3.2.2 Rémanent

Un rémanent est un arbre d'essence commerciale ayant un diamètre hauteur poitrine (DHP) supérieur à 9,0 cm.

Il doit posséder au moins une branche verte (une feuille vivante) et il faut qu'une portion de la couronne de l'arbre surplombe la parcelle de 1,13 m de rayon. Indiquer à la case 1 l'abréviation de l'essence ou du regroupement d'essences.

Case 1:

BOP	Bouleau à papier
FI	Feuillus intolérants (les peupliers)
FT	Feuillus tolérants ou feuillus nobles, l'érable à sucre et rouge. Les feuillus nobles sont le noyer, le frêne, le chêne, le cerisier, le tilleul, l'orme et l'ostryer, et aussi le hêtre à grande feuille et le bouleau jaune
THO	Thuya ou Cèdre de l'est
PRU	Pruche

Si on retrouve plusieurs tiges de plus de 9,0 cm de diamètre de différentes essences commerciales à l'intérieur de la placette, on évalue le pourcentage de couverture occupé par chacun des regroupements et l'on note celui qui est le plus élevé ou vigoureux. Si le rémanent est un bouleau à papier, il faut remplir les cases 2 et 3 de cette section.

Case 2: Il faut inscrire le code 0 si le diamètre au DHP est égal ou supérieur à 24 cm.
Il faut inscrire le code 1 si le diamètre au DHP est inférieur à 24 cm.

Case 3: Il faut inscrire le code 0 si on ne retrouve aucune tige d'avenir. Il faut inscrire le code 1si la tige d'avenir est située dans le tiers extérieur de la couronne rémanent. Il faut inscrire le code 2 si la tige d'avenir est située dans les deux tiers de la couronne du rémanent à partir du tronc.

3.2.3 Classe de hauteur

Dans le tableau de prise de données figurent quatre classes de hauteur (sauf dans le cas du SP1 = 3 classes) pour chacune des placettes. Sur le formulaire SUIVI DE PLANTATION (SP1 et SP2), on remarque deux colonnes sous la mention Artificiel située à l'en-tête du tableau; on note l'abréviation des essences reboisées.

SI	SPI	S2 ET SP2
5-30	15-30	15-30
30-60	30-60	30-60
60 et +	60 et +	60-1, 2 (1,8) 1,2 – (1,8) et +

3.2.4 Présence et absence

Toutes les classes de hauteur, sauf celle de 1.2 - (1.8 m) et +, servent à noter la présence d'au moins une tige par essence pour les résineux et les feuillus d'essences commerciales à l'intérieur du rayon de la placette. Cochez la case appropriée.
Les cases ombragées à l'intérieur des tableaux ne sont pas à remplir sur les formulaires.

3.2.5 Dénombrement des tiges

Les tiges **résineuses** d'une hauteur supérieure à **1,2 m** ainsi que les tiges **feuillues commerciales et non commerciales** de plus de **1,8 m** sont dénombrées à l'intérieur des placettes d'un rayon de 1,13 m seulement et sont notées aux cases réservées à cette fin. Par contre, dans les placettes d'un rayon de 1,69 m, il n'y a aucun dénombrement, seule la présence est notée.

Le dénombrement est réalisé seulement à l'intérieur des microplacettes paires, soit 2, 4, 6, 8 et 10.

Dans le suivi des grappes de types SP1 et SP2, seul le rayon de 1,13 m est utilisé.

Dans le cas du suivi de types S1 et S2, les deux rayons peuvent être utilisés simultanément sur chacune des placettes.

Le rayon de 1,13 m est réservé exclusivement pour noter la présence/absence de résineux et des feuillus et le dénombrement des résineux, des feuillus commerciaux et des feuillus non commerciaux.

Le rayon de 1,69 m sert **seulement** à noter l'absence/présence des feuillus intolérants s'il n'y avait pas de présence et/ou de dénombrement de ces feuillus dans le rayon de 1,13 m.

Lorsqu'une tige située en bordure de la placette est à la limite du rayon, celle-ci est comptée ou notée comme présente, si la limite du rayon touche au moins au centre imaginaire de la tige.

3.2.6 Tige d'avenir

À l'intérieur de chaque placette, il faut faire le choix d'une tige d'avenir selon la production prioritaire de la grappe.

a. Production prioritaire

SEPM La tige d'avenir doit être dans l'ordre suivant : le pin blanc ou (r = 1,13 m) rouge, les épinettes, le pin gris, le sapin et le mélèze pour une production prioritaire résineuse (SEPM).

Feuillus intolérants La tige d'avenir peut être le bouleau blanc ou les peupliers. (r = 1,69 m).

Dans l'éventualité où l'on ne retrouve aucune tige d'avenir par production prioritaire, on doit en choisir une parmi la liste énumérée selon l'ordre d'importance ci-dessous:

1. Le pin blanc ou rouge	5. L'érable à sucre	9. Le frêne blanc
2. Le chêne rouge	6. Le pin gris	10. Le mélèze
3. Le bouleau jaune	7. Le sapin	11. Le bouleau blanc
4. L'épinette	8. Le peuplier	

Cette liste est établie selon l'ordre d'importance qu'occupe une essence désirée par rapport aux autres, pour les quatre points suivants : soit la rareté de l'espèce, son importance économique, sa qualité de fibre versus son utilisation (les besoins de l'industrie), puis sa vulnérabilité aux maladies et insectes.

À l'intérieur de la placette, on recherche la plus belle tige dont les critères d'évaluation sont la rectitude du fût, la solidité du tronc (diamètre), la vigueur (proportion de la cime verte sur sa hauteur), l'une des meilleures croissances annuelles (pousse terminale) et que sa hauteur soit parmi les dominantes en place.

La tige choisie pour devenir une tige d'avenir doit être d'une essence désirée, bien adaptée au milieu (dépôt-sol, drainage, pente) et exempte de maladies, d'insectes et de tout défaut majeur.

La **tige d'avenir résineuse ou feuillue** choisie doit être identifiée par un ruban rayé (noir et rose) attaché sur une branche de celle-ci de façon à être visible.

Sur le formulaire de saisie de donnée, inscrire l'essence représentant la tige d'avenir et sa hauteur. Compléter selon le type de suivi les informations suivantes :

1° Dég.- F/H ou Lign
2° Hauteur de la compétition
3° Éclaircie (oui/non)
4° Libre de croître (oui/non)

Dégagé (Dég.)

Cette définition de dégadé s'applique dans le cas du résineux exclusivement et fait référence au pourcentage de lumière que reçoit l'essence donnée par rapport à la compétition retrouvée à sa proximité. Ce pourcentage varie selon l'essence.

Résineux de 1,5 mètre et moins sont considérés dégagés si :

- Les pins reçoivent plus de 80 % de lumière.
- Les épinettes reçoivent plus de 60 % de lumière.
- Les sapins reçoivent plus de 40 % de lumière.

On n'a pas à mentionner si le mélèze est dégagé ou compétionné.

Résineux de 1,5 mètre et plus sont considérés dégagés si :

Il n'y a pas, dans un rayon d'un mètre du résineux, une concurrence exercée par une tige d'essence non désirée plus haute. Dans le cas où la concurrence est exercée par un peuplier, il faut que la hauteur de ce dernier soit inférieure à 75 % de la hauteur de la tige à dégager. Cette exception a été retenue pour tenir compte de la capacité de croissance supérieure des peupliers par rapport aux autres espèces.

Compétition (F./H. ou Lign.)

La tige d'avenir résineuse est compétitionnée lorsqu'elle reçoit un pourcentage de lumière moins élevé pour l'essence donnée que celui qui est précité précédemment. Ici, on distingue le genre de compétition; soit le framboisier - herbacé (F./H.) ou bien la compétition ligneuse (Lign.). Il faut encercler au crayon ce choix correspondant sur le formulaire.

b. Hauteur de la compétition

La hauteur moyenne de la compétition sur la tige d'avenir doit être notée au dixième de mètre près.

c. Éclaircie

Il faut déterminer si la tige choisie est **éclaircie** (entourer oui ou non), d'après la définition suivante :

- **Résineux** : Une tige est éclaircie lorsqu'elle a au moins 60 centimètres de hauteur et lorsqu'aucune autre tige de plus du tiers de sa hauteur ne pousse dans un rayon d'un mètre de l'axe central de celui-ci.

- **Feuillus** : La tige est éclaircie lorsqu'elle a au moins 60 centimètres de hauteur et lorsque le pourtour supérieur de sa cime est dégagé sur une distance de 75 centi-mètres. De plus, deux arbres éclaircis devront être distancés d'au moins 3,5 mètres l'un de l'autre pour le sciage et le déroulage, et de 2 mètres l'un de l'autre dans le cas d'une production de fibres (peuplier ou pin à l'intérieur d'un peuplement pur).

Libre de croître (tige résineuse seulement)

Indiquer si la tige d'avenir résineuse est libre de croître, c'est-à-dire si aucun obstacle n'empêche son développement normal en hauteur.

3.2.7 Point de prisme (S1 et S2)

Un point de prisme est réalisé à chacune des grappes (S1 et S2 seulement) à la cinquième placette. Il s'agit de placer le prisme de facteur deux, au-dessus du piquet centre et de dénombrer les tiges par essence ou groupe d'essences qui entrent à l'intérieur des rayons du prisme.

3.2.8 Essence reboisée

Cochez la case qui représente l'essence reboisée.

3.3 Section 3 - Caractéristiques topographiques et prescriptions

Les caractéristiques de cette section sont évaluées à 25 m de chaque côté de la grappe, ainsi que 25 m en avant et en arrière.

3.3.1 Type de terrain

Il s'agit d'évaluer la classe dominante pour chacune des caractéristiques topographiques sur l'ensemble de la station forestière, en cochant les cases appropriées.

PENTE

(La classe à indiquer est celle qui est la dominante sur la partie du terrain échantillonné)

0-5 %	Pente nulle à très faible.
5-15 %	Pente légère.
5-30 %	Pente modérée.
> 30 %	Pente escarpée.

PIERROSITÉ

- Nulle : Aucun boulder ni cap rocheux.
- Faible : Présence de quelques boulders et/ou de caps rocheux n'affectant point les travaux.
- Moyen : Présence de boulders et/ou de caps rocheux affectant le rendement et la qualité des travaux.
- Forte : Présence de boulders et/ou de caps rocheux empêchant la réalisation de travaux.

DRAINAGE

Classe 0-1 Drainage rapide à excessif. Se retrouve sur les pentes fortes et des sommets couverts de sol mince.

Classe 2-3 Drainage modéré à bon. Fréquent à la moitié ou au bas de pente, ainsi que dans les terrains faiblement inclinés.

Classe 4-5 Drainage mauvais à imparfait. Fréquent en terrain plat, au bas des pentes concaves et des dépressions.

Classe 6 Drainage très mauvais. La nappe phréatique recouvre la surface pendant toute l'année. Sol organique constitué de matière végétale plus ou moins décomposée.

DÉBRIS

Nul Aucun débris.

Faible Quelques débris ligneux mais ne nuisent pas à l'exécution d'un débroussailleur.

Moyen Présence de débris ligneux qui affecteront le rendement du débroussailleur.

Fort Présence de débris ligneux rendant impossible l'exécution de débroussaillement.

TRAFICABILITÉ

(Doit refléter l'ensemble des caractéristiques terrain ci-haut mentionnées pour la machinerie)

Nulle Aucune possibilité de réalisation de traitement.

Faible Possibilité restreinte d'exécution de travaux. Rendement faible, problèmes élevés.

Bonne Le terrain présente dans son ensemble des difficultés normales.

Excellente Aucun obstacle à la réalisation des opérations.

Hauteur résineux Cochez la case qui représente le mieux l'ensemble de la grappe et ses environs.

Hauteur feuillu Cochez la case qui représente le mieux l'ensemble de la grappe et ses environs.

PRESCRIPTION

Abattage rémanent : Cochez « oui » si % de couverture est > 30 % pour les feuillus intolérants et/ou > 20 % pour les feuillus tolérants et/ou que l'ensemble de toutes les essences couvre entre 40 % et 60 %.

Traitement :

Regarni : Si mortalité élevée ou CD résineux faible, prescrire un regarni

Dégagement : Si compétitionné par les essences ligneuses.

% lumière requise : Épinette > 60 %, Pins > 80 %, Sapin > 40 %.

Préparation de terrain et plantation :
Coefficient de distribution (CD) de tiges résineuses faible et préparation de terrain requise.

Éclaircie précommerciale :
Densité élevée de tiges de plus de 1.2m (résineux) et de tiges de plus de 1.8m (feuillus).
Laisser-aller :

Inscrire 1 : Dégagé (aucune compétition).

Inscrire 2 : Beaucoup de tiges mais toutes regroupées en bouquets. Ailleurs peu ou pas de régénération.

Inscrire 3 : Trop tôt pour dégagement. Retour dans X années pour traiter.

Inscrire 4 : Traficabilité nulle.

Inscrire 5 : Trop tard pour dégager. Le % de résineux est faible. La régénération est trop haute.

Inscrire 6 : Intraitable par le débroussailleur (déchets, hauteur résineux faible par rapport à la compétition).

Inscrire 7 : Peuplement d'une couverture toutes essences commerciales rémanents plus grande que 60 %.

Insecte et maladie :

Inscrire 1 : Présence de la Tordeuse des bourgeons de l'épinette

Inscrire 2 : Présence du Diprion de Swaine

Inscrire 3 : Présence de la Tenthrèdes à tête jaune

Inscrire 4 : Présence de la Livrée des forêts

Inscrire 5 : Présence du Chancre scléroderrien

Inscrire 6 : Présence de la Rouille vésiculeuse du Pin blanc

ANNEXE 5

GRILLE D'ÉVALUATION DE LA SUSCEPTIBILITÉ AU CHABLIS D'UN PEUPLEMENT (TIRÉ DE RUEL (1992))

a) Densité du peuplement

CLASSE DE DENSITÉ	A (80 – 100 %)	B (60 – 80 %)	C – D (0 – 60 %)
COTE	3	1	0

b) Hauteur du peuplement

CLASSE DE HAUTEUR	1-2 (>17m)	3 (12-17m)	4-5-6 (0-12m)
COTE	3	1	0

c) Stade de développement

STADE DE DÉVELOPPEMENT	Suranné	Mur	Jeune, régénération et pionnier
COTE	3	1	0

d) Composition

COMPOSITION	Résineuse	Feuillue	Mélangée
COTE	3	1	0

e) Essence dominante

ESSENCE DOMINANTE	PET, BOP, BOJ, ERS, ERR	EPB, MEL, THO, FRN	R (comme premier membre de l'appellation	EPN, SAB
COTE	0	1	2	3

f) Susceptibilité au chablis = sommation des cotes

Très faible	0 à 2
Faible	3 à 5
Modérée	6 à 8
Élevée	9 à 12
Très élevée	13 à 15

g) Effet des conditions écologiques

Augmenter d'une classe le risque pour chacune des situations suivantes:

- Dépôt :	Organiques (7t, 7e), Minces (R, R1a, M1a) ou Pierreux (lad, 1bf, 1bp)
- Drainage :	50, 51, 60, 61
- Peuplement ayant subi une éclaircie au cours des 2 à 5 dernières années	
- Présence d'une épidémie d'insectes	

Tiré de Côté et Grondin, 1994.
N. B Les travaux de J-C Ruel à l'Université Laval indiquent qu'il faut aussi tenir compte de l'exposition topographique. Les hauts de pente exposés aux vents dominants sont plus à risque que les vallées.

ANNEXE 6

GRILLE D'ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ À LA TORDEUSE DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE D'UN PEUPLEMENT

(TIRÉ DE DUPONT ET *AL*. (1991) ET GAGNON ET CHABOT (1988))

a) Composition forestière

STRATE FORESTIÈRE	SS	SE	S (autres)	ES, RS	(autres) S	R (autres)	(résineux)R	(autres)R	Pas d'hôtes dans le nom, EE de RE3 et RS2 et RE
COTE	10	9	8	7	6	5	4	3	0

b) Stade de développement

STADE DE DÉVELOPPEMENT	Régénération et pionnier	Jeune	Mur	Suranné
COTE	0	1	3	4

c) Densité du couvert

DENSITÉ DU COUVERT	A (80 – 100 %)	B (60 – 80 %)	C (40 – 60 %)	D (25 – 40 %)	E (0 – 25 %)
COTE	3	2	1	1	0

d) Drainage

CLASSE DE DRAINAGE	10	11 – 20	21 – 30 – 31 – 40	41 – 50	51 – 60 – 61 - 16
COTE	3	2	1	2	3

e) Dépôt

ÉPAISSEUR DU DÉPÔT	< 50 cm (R, R1a, M1a, 1am)	50 cm – 1 m (1ay)	> 1 m ou dépôt organique (1a, 7t, 7e)
COTE	2	1	0

TEXTURE DU DÉPÔT	Grossière (1ad, 1b*x*, 2a*x*, 2b*x*, 4p, 9s)	Modérément fine et dépôt organiques (1a, 7t, 7e)
COTE	2	0

Vulnérabilité à la TBE – Sommation des cotes

Très faible	1 à 4
Faible	5 à 8
Modérée	9 à 12
Élevée	13 à 16
Très élevée	17 et +

Adapté de Côté et Grondin, 1994.

ANNEXE 7

LISTE DES OUVRAGES DE RÉFÉRENCE RECENSÉS POUR L'ÉLABORATION DE LA GRILLE PRÉLIMINAIRE DE TRAITEMENTS SYLVICOLES

GÉNÉRALITÉS

1. BAILEY R.L. et T.R. DELL. 1973. Quantifying diameter distribution with the weibull function. Forest Science 19(2) : 97-104.

2. BOUDRU, M., J. SIMARD. La futaie et ses traitements. Bull. Soc. Roy. For. De Belgique : 68-75.

3. BRAND 1981. Simulating Timber Management in Lake States Forests. U.S. Government Printing Office: 1981-766-977/199 reg./#6. 25 p.

4. BRAUN, E.L. 1950. Deciduous forests of eastern North America. Hafner, New York, 596 p.

5. BURNS, R.M. and B.H. HONKALA. 1990. Silvics of North America. Vol. 2. Hardwoods. USDA, Washington.

6. CRCHA, J., MARTEL, J. ET SAVARD, J. 1987. Guide de traitements sylvicoles. Cahier du MER Service des traitements sylvicoles, Division des travaux sylvicoles, Min. Ener. et Ress.

7. FORTIN 2004. Estimation de la distribution diamétrale d'une strate et de la variabilité qui lui est associée. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO). 3 p.

8. GRANDTNER, M.M. 1966. La végétation forestière du Québec méridional. Presses de l'Université Laval, Québec, 216 p.

9. JOBIDON, R. 1995. Autécologie de quelques espèces de compétition d'importance pour la régénération forestière au Québec. Revue de littérature. Mémoire de recherche forestière N° 117, Gouvernement du Québec, Ministère des ressources naturelles, Québec.

10. LANIER, L. 1986. Précis de sylviculture. École nationale du génie rural, des eaux et des forêts, Nancy, France.

11. LAW, J.R. ET C.G. LORIMER. 1989. Managing uneven-aged stands. pp. 6.08(1)-6.08(6) *In* F. B. Clark (Ed.). Central hardwood Notes. USDA For. Serv., North Central For. Exp. Stn., St. Paul, Mn.

12. LEAK, W.B. and J.H. GOTTSACKER. 1985. New approches to uneven-aged management in New England. North. J. Appl. For. 2 : 28-31.

13. BLOUIN, D., I. LEGAULT, G. LESSARD, 2004. Document d'accompagnement pour le programme de mise à niveau de la formation des marteleurs. CERFO 2004-8390, 209 p.

14. LESSARD, G. 1992. Élément de sylviculture. Document de référence du cours de sylviculture fondamentale For-17239.

15. LIOCOURT, F., 1898. De l'aménagement des sapinières. Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et du territoire de Belfort, vol 4, 396-409, 645 p.

16. Forest Ecology and Management 172 : 291-300.

17. MAJCEN, Z. 1987. Projet expérimental d'aménagement inéquienne dans les forêts de Sainte-Véronique, de Gatineau, de la réserve Papineau-Labelle et du Lac Gagnon. Min. Éner. et Ress., Québec. Rap. interne N° 270

18. MAJCEN, Z. 1988. Projet expérimental d'aménagement inéquienne dans les forêts des régions administratives de l'Outaouais et de Montréal. Dir. rech. et dév., Min. Éner. et Ress., Québec. Rap. interne N° 298, 114 p.

19. MATTHEWS, J. D., 1989. Silvicultural systems. Oxford Science Publications. 284 p.

20. MRNQ, 2004 a. Manuel d'aménagement forestier. 4e édition. Direction des programmes forestiers, Québec. 245 p.

21. MRNQ, 2004 b. Instructions relatives à l'application du règlement sur la valeur des traitements sylvicoles admissibles en paiement des droits. Exercice 2004-2005. 146 p.

22. NYLAND, R.D. 1996. *Silviculture: Concepts and Applications*. McGraw-Hill Series in Forest Resources, McGraw-Hill, New York, NY. 633 p.

23. NYLAND, R.D. 2001. Even to uneven-aged: the challenges of conversion.

24. POTHIER, D. 1996. Évolution de la régénération après la coupe de peuplements récoltés selon diffétents procédés d'exploitation. For. Chron. 72 : 519-527.

25. RUEL, J.-C. 1989. Importance de la régénération préexistante dans les forêts publiques du Québec. Ann. Sci. For. 46 : 345-359.

26. RUTH, R. H. E. H., A.S. 1973. Silvicultural systems for the major forest types of the United States. Handbook 445, USDA, Forest service.

27. SIMS, R. A., KERSAW, H.M. ET WICKWARE, G.M. 1990. The autecology of major tree species in the north central region of Ontario. Technical report 48, Forestry Canada and Ont. Min. Nat. Res.

28. SMITH, D. 1986. The practice of silviculture, 8th ed., John Wiley & Sons, New York, NY.

29. SMITH M., LARSON, B.C., KELTY, M.J. et ASHTON, P.M.S. 1997. The practice of silviculture. Applied Forest Ecology. Ninth Edition. John Willey & Sons, Inc. 537 p.

29b SCHÜTZ, J.P. 1989. Le régime du jardinage. Chaire de sylviculture, ETH, Zürich. 55p.

30. SCHÜTZ, 1991. Sylviculture 1 : Principes d'éducation des forêts. Comment gérer l'environnement. Presses polytechniques et universitaires romandes.

31. SCHÜTZ, 1997. Sylviculture 2 : La gestion des forêts irrégulières et mélangées. Presses polytechniques et universitaires romandes. 178 p.

31b SCHÜTZ, J.-PH., 1992. Les méthodes sylvicoles et les limites du jardinage avec les essences feuillues. Schweiz. Zeitschrift Forstw., 143 :442-460 (traduit par Daniel Rittié (INRA/Engref-Nancy)).

32. TROUP, R.S. 1966. Silvicultural systems. Oxford Clarendon Press, Oxford, England, 216 p.

33. VEZINA et ROBERGE, 1981. Comment aménager nos forêts. Presse de l'Université Laval. 273 p.

PEUPLEMENTS OU ESSENCES

FEUILLUS

Ouvrages généraux

34. ARBOGAST, C. J. 1957. Marking guides for northern hardwwods under the selection system. Paper 56, USDA Forest service, Lakes States, Forest experiment station.

35. BARRETT, J. W., FARMSWORTH, C.J. ET RUTHERFORD, JR. W. 1962. Logging effects on regeneration and certain aspects of microclimate in northern hardwoods. J. Forestry 60 : 630-639.

36. BOIVIN, J.L. 1971. Étude de la régénération après coupe rase dans des peuplements feuillus et mélangés de l'ouest québ.cois. For. Chron. 47 : 82-85.

37. BOIVIN, J.-L. et R. LAFRANCE. 1977. Les feuillus du Québec. 1. -La ressource. Min. Terres et Forêts, COGEF. 201 p.

38. BROWN, J. L. 1987. Régénération et aménagement des forêts naturelles de feuillus nobles. Pages 55-73 in Colloque sur la régénération des essences feuillues de qualité. Service de la recherche appliquée, Min. Éner. et Ress., Hull

39. BRUCIAMACCHIE, M., G. GRANDJEAN, and F. JACOBÉE. 1994. Installation de régénération feuillue dans de petites trouées en peuplements irréguliers. Rev. For. Fr.: 639-653.

40. COLLET, C., O. LANTER, and M. PARDOS. 2001. Effects of canopy opening on height and diameter growth in naturally regenerated beech seedlings. Ann. For. Sci. 58 : 127-134.

41. DUMONT, M. 1995. Plantation des feuillus nobles : guide. Les publications du Québec, 126 p.

42. ELLIOT, K. A., BRIAN, D., BOYSEN, E.P., CORLETT, A.S. et REID, S.R. 1996. Hardwood silviculture of the northeast United States. Min. Nat. Res.

43. ERDMANN, G. G. et O., R.R. 1973. Fifteen-year results from six cutting methods in second-growth northern hardwoods. Research paper NC-100, USDA, Forest service.

44. GILBERT, A. M. et. J., V.S. 1958. A management guide for northern hardwoods in New England. 112, USDA, Forest service.

45. GINGRICH, S. F. 1970. Effects of density, thinning, and species composition on the growth and yield of eastern hardwoods. Pages 26-35 in Foresters annual meeting, Philadelphia.

46. HANNAH, P. R. 1999. Species composition and dynamics in two hardwood stands in Vermont: a disturbance history. Forest Ecology and Management 120 : 105-116.

47. HORNBECK, J.W., C.W. MARTIN, R.S. PIERCE, F.H. BORMANN, G.E. LIKENS and J.S. EATON. 1987. The northern hardwood forest ecosystem: ten years of recovery from clearcutting. Research paper NE-596. USDA Forest Servive, Northeasthern Forest Experiment Station. 30 p.

48. HORNBECK, J. W. E. L., W.B. 1992. Ecology and management of northern hardwood forest in New England. General technical report NE-159, USDA Forest Service, Northeasthern Forest Experiment Station.

49. IQAFF. 2001. Étude de l'éclaircie précommerciale dans les jeunes peuplements de feuillus durs.

50. IQAFF. Guide de classification des peuplements feuillus selon leur potentiel de réponse à l'éclaircie précommerciale (rapport et guide)

51. JACQUES, A. 1996. Revue de littérature: pratiques forestières en peuplements feuillus et mixtes. Rapport présenté à la Forêt Modèle du Bas St-Laurent par Del Degan, Massé et Ass.

52. JENKINS, M. W. et. C. J. L. 1989. Understory light levels in mature hardwood stands after partial overstory removal. Forest Ecology and Management 26 : 247-256.

53. JENSEN, V. S. 1943. Suggestion for the management of northern hardwood stands in the northeast. J. Forestry 41 : 180-185.

54. LAMSON, N. I. E. S., H.C. 1991. Stand development and yields of Appalachian hardwood stands managed with single-tree selection for a least 30 years. Research paper NE-655, USDA, Forest service.

55. LEAK, W. B. Second-growth northern hardwoods. Pages 1-8 in.

56. LEAK, W. B., SOLOMON,D.S. et FLIP, S.M. 1969. A silvicultural guide for northern hardwoods in the northeast. Research paper NE-143, USDA, Forest service.

57. LEAK, W. B. 1996. Long-term structural change in uneven-aged northern hardwoods. Forest Science 42:160-165.

58. LEAK, W. B. 1999. Species composition and structure of a northern hardwood stand after 61 years of group/patch selection. Northern Journal of Applied Forestry 16 : 151-153.

59. LEAK, W. B., and M.-L. SMITH. 1996. Long-term species and structural changes after cleaning young even-aged northern hardwoods in New Hampshire, USA. Forest Ecology and Management 95 : 11-20.

60. LEAK, W. B., and D. S. SOLOMON. 1997. Long-term growth of crop trees after release in northern hardwoods. Northern Journal of Applied Forestry 14 : 147-151.

61. LEAK, W.B., D.S. SOLOMON, and P.S. DEBALD. 1987. Silvicultural guide for northern hardwood types in the northeast (revised). Research paper NE-603, USDA, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station.

62. LEAK, W.B., D.S. SOLOMON, and M.F. STANLEY. 1969. A silvicultural guide for northern hardwoods in the Northeast. Research paper NE-143, USDA, Forest service

63. LEAK, W.B. et F., S.M. 1977. Thirty-eight years of group selection in New England northern hardwoods. J. Forestry 75 : 641-643.

64. LEAK, W.B. et GOTTSAKER., J.H. 1985. New approaches to uneven-age management in New England. Northern Journal of Applied Forestry 2: 28-31.

64b LEAK, W.B., 2003. Best Density and Structure for Uneven-Aged Northern Hardwood Management in New England. Northern Journal of Applied Forestry 20(1):43-44.

65. LEAK, W.B. et. S., D.S. 1997. Long-term growth of crop trees after release in northern hardwoods. Northern Journal of Applied Forestry 14:147-151.

66. LEAK, W.B. et W., R.W.JR. 1958. Regeneration after cutting of old-growth northern hardwoods in New Hampshire. Station paper 103, USDA, Forest service.

67. LEES, J.C. 1978. Hardwood silviculture and management: an interpretive literature review for the canadian maritime provinces. Information report M-X-93, Can. For. Serv., Department of Fisheries and the Environment, Fredericton, New-Brunswick.

68. LESSARD, G., D. BLOUIN et A. PATRY, 2000 b. Comparaison de différents traitements sylvicoles pour l'installation de la régénération en essences tolérantes et intermédiaires dans des peuplements à dominance feuillue (bouleau jaune), Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2000-01. 38 p. + 7 annexes.

69. MADER, S. F. et N., R.D. 1984. Six-years response of northern hardwoods to the selection system. North. J. Appl. For 1 : 87-91.

70. MARQUIS, D.A. et R.L. JOHNSON, 1989. Silviculture of eastern hardwoods. pp. 9-15 *In* R.M. Burns (comp.). The scientific basis for silviculture and mangement decisions in the national Forest System. USDA Forest Service, Washington, DC. Gen. Tech. Rep. WO-55.

71. MARQUIS, D. A. 1991. Independant effects and interactions of stand diameter, tree diameter, crown class, and age on tree growth in mixed species, even-aged hardwood stands. Dans: Proceedings 8th central hardwood conference. General technical report NE-148, USDA, Forest service, Northeasthern Forest Experiment Station.

72. MARQUIS, D.A., ERNST, R.L. et STOUT, S.L. 1992. Prescribing, silvicultural treatments in hardwood stands of the Alleghenies (Revised). USDA, Forest service, Northeastern Forest Experiment Station.

73. MARTIN, C. W., and A. S. BAILEY. 1999. Twenty years of change in northern hardwood forest. Forest Ecology and Management 123:253-260.

74. Mc CLURE, J.W. and I.D. LEE. 1993. Small scale disturbance in a Northern Hardwood Forest : effects on tree species abundance and distribution. Can. J. For. Res. 23 : 1347-1360.

75. MEEK, P. Une approche multi-traitement pour les forêts irrégulières.

76. METZGER, F.T. et T., C.H. 1971. The influence of cutting method on regeneration of second-growth northern hardwoods. J. Forestry 69 : 559-564.

77. MILLER, G.W., SCHULER,T.M. et SMITH, H.C. 1995. Method for applying group selection in central appalachian hardwoods. Research paper NE-696, USDA, Forest service.

78. MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES. 1987. Régénération et aménagement des forêts naturelles de feuillus nobles. 55-73.

79. MINCKLER, L.S. and J.D. WOERHEIDE. 1965. Reproduction of hardwoods 10 years after cutting as affected by site and opening size. J. For. 63(2) : 103-107.

80. NYLAND, R.D. 1988. Past and present silviculture and harvesting practices in central and northern hardwoods. pp. 21-31 *In* : M.E. Demeritt (Éd.). Proceedings, 31st Northeast For. Tree Improve Conf., and 6th For. tree Improve Assoc. Ann. Meet, Joint Meet., NE Tree Improve. Conf., c/o USDA for. Serv., Berea, KY.

81. NYLAND, R.D. 1991. New perspectives on northern hardwood silviculture. In Pacific Rim Forestry--Briging the world, San Francisco.

82. PFALZGRAF, J. 1974. Hardwood management at Valcartier forest experiment station. Pages 209-217 in Proceedings: Canadian forestry service hardwoods management workshop. Environnement Canada. Service des forêts.

83. ROACH et GINGRICH, 1968. Even-aged Silviculture for Upland Central Hardwoods. USDA, Agriculture Handbook 355.

84. ROBERGE, M.R. 1974. Current Quebec research in relation to hardwood management. Pages 161-165 in Proceedings: Canadian forestry service hardwoods management workshop.

85. ROBERGE, M.R. 1977. Result of research in northern hardwood silviculture at Dudswell. For. Chron. 53 : 4 p.

86. ROBITAILLE, L. et R., M. Recherche sylvicole sur les feuillus au Québec. Mémoire 26, Service de la recherche, Direction générale des forêts, Ministère des terres et forêts du Québec.

87. SOLOMON, D.S., and B. M. BLUM. 1967. Stump sprouting of four northern hardwoods. Research paper NE-59, USDA, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. Upper Darby. PA.

88. STRONG, T.F., G.G. ERDMANN and J.N. NIESE. 1995. Forty years of alternative management practices in second-growth, pole-size northern hardwoods. I. Tree quality development. Can. J. For. Res. 25 : 1173-1179.

89. TUBBS, C.H. 1977. Manager's handbook for northern hardwoods in the north central states. General technical NC-39, USDA Forest service, Central Forest Experiment Station.

90. TRIMBLE, G.R. 1973. The regeneration of central Appalachian hardwoods with emphasis on the effects of site quality and harvesting practices. USDA For. Serv., Northeast. For. Exp. Stn. Res. Pap. NE-282.

91. WINGET, C.H. 1968. Species composition and development of second-growth hardwood stands in Quebec. For. Chron. : 31-35.

92. Winget, C. H. 1974. Regeneration and growth of hardwoods following heavy industrial cutting. Pages 190-193 in Canadian forestry service hardwoods management workshop.

Feuillus tolérants

93. ANDERSON, H.W., BATCHELOR, B.D., CORBETT, C.M., CORLETT, A.S., DEUGO, D.T., HUSK, C.F. ET WILSON, W.R. 1990. A silvicultural guide for the tolerant hardwoods working group in Ontario. Science and Technology Series 7 : 27-30.

94. BERRY, A.B. 1981. Étude de l'exploitation des feuillus tolérants par coupe sélective. Rapport d'information PI-X-8(F), Institut forestier national de Petawawa. Service canadien des forêts. Environnement Canada, Chalk River (Ontario) Canada.

95. BOIVIN, J.-L. 1975. Description et aménagement de trois groupements végétaux de l'aire de feuillus tolérants du Québec. Service des plans d'aménagement, Direction générale des forêts, Ministère des terres et des forêts du Québec.

96. BOIVIN, J.-L., J. L. BROWN, J. CRCHA, AND J.-G. DAVIDSON. 1992. Guide de traitements sylvicoles. Les feuillus tolérants. Ministère des forêts, Direction de l'assistance technique, Service des techniques d'intervention forestière.

97. CANHAM, C.D. 1988. Growth and canopy architecture of shade-tolerant trees: response to canopy gaps. Ecology 69(3) : 786-795.

98. CRCHA, J. et F. TROTTIER. 1991. Guide de traitements sylvicoles — Les feuillus tolérants. Service des techniques d'intervention forestière, Min. des Forêts, 55 p.

99. HIGGS, B. J. 1995. Evaluation of criteria for harvesting of tolerant hardwood and hardwood-softwood stands on provincial crown land.

100. LAROCQUE, G. 1985. Regeneration in a tolerant hardwood stand managed under single-tree selection. Information report PI-X-50, Canadian Forestry Service

101. LESSARD, G., D. BLOUIN, N. ZENADOCCHIO, N. et G. van der KELEN, 1999 d. Étude de différents travaux complémentaires à la coupe progressive dans les érablières à chêne rouge de l'Outaouais, Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 99-03. 53 p. + 4 annexes.

102. LÜPKE, B.V. 1997. Silvicultural methods of regeneration of oak stands with special respect to shade tolerant mixed species. Internet.

103. MACLEAN, D.W. 1949. Improvment cutting in tolerant hardwoods. Research note 95, Ministère des forêts, Canada, Dominion forest service.

104. MÉRETTE, C. et M., J. 1989. Éclaircie précommerciale dans un jeune peuplement de feuillus tolérants (érablière à boj de 6 ans). Service des traitements sylvicoles.

105. MURPHY, P.A., M.G. SHELTON and D.L. GRANEY. 1993. Group Selection—Problems and Possibilities for the More Shade-intolerant Species. pp. 229-247 *In* A. R. Gillespie, G.R. Parker, P.E. Pope et G. Rink (Eds.). *Proceedings of the 9th Central hardwood Forest Conference.* Purdue Univ., West Lafayette, IN, March 8-10, 1993. USDA For. Serv., North Central For. Exp. Stn., Tech. Rep. NC-161. 515 p.

106. NOLET, P., DOYON, F. et DAN VLASIU, P. 1999. L'aménagement par coupe par trouées des strates de feuillus d'essences tolérantes avec pin blanc. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF). 36 p.

107. NOLET, P., DOYON, F. et BAUDET, M. 2000. Effets du jardinage avec trouées et du scarifiage sur la régénération des essences commerciales dans des peuplements de feuillus tolérants avec pin blanc. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF) 33 p.

108. OMNR. 1990. A Silvicultural guide for the tolerant hardwoods. 34-37, 106-116.

109. OMNR, 1998 b. A silvicultural guide for the tolerant hardwood forest in Ontario. Ont. Min. Nat. Resour. Queen's Printer for Ontario, Toronto. 500 p.

Bouleau jaune et érablières à bouleau jaune

110. ALTHEN, F. W. V., WOOD, J.E., MITCHELL, E.G. et HOBACK, K. 1996. Recommendations for thinning yellow birch and sugar maple saplings in northeastern Ontario. Technical note 18, Frontline, Forestry research applications.

111. ALTHEN, F. W. V., J. E. WOOD, E.G. MITCHELL, and K. HOBACK. 1994. Effects of different intensities of yellow birch and sugar maple crop tree release. Direction de l'assistance technique, Service des techniques d'intervention forestière: 9-13.

112. ANDERSON, H.W., B.D. BATCHELOR, C.M. CORBETT, A.S. CORLETT, D.T. DEUGO, C.F. HUSK and W.R. WILSON. 1990. «Effects of different intensities of Yellow birch and Sugar maple crop tree release». Forest Resources group, Min. of natural Resources, 178.

113. BEAUDET, M., and C. MESSIER. 1998. Growth and morphological responses of yellow birch, sugar maple, and beech seedlings growing under a natural light gradient. Can. J. For. Res. 28:1007-1015.

114. BEAUDET, M. et MESSIER, C. 1997. Le bouleau jaune en peuplements feuillus et mixtes : autécologie, dynamique forestière et pratiques sylvicoles. Groupe de recherche en écologie forestière (Gref), Université du Québec à Montréal.

115. BEDARD, S., and Z. MAJCEN. 2001. Ten-year response of sugar maple-yellow birch-beech stands to selection cutting in Québec. Northern Journal of Applied Forestry 18 : 119-126.

116. BENZIE, J.W. 1959. Sugar maple and yellow birch seed dispersal from a fully stocked stand of mature northern hardwoods in the Upper Peninsula of Michigan. USDA For. Serv., Lake States For. Exp. Stn. Tech. Note 561, 1 p.

117. BLOUIN et LESSARD, 1999 a. Comparaison de l'installation de la régénération naturelle de bouleau jaune dans une érablière à bouleau jaune de l'Estrie suite à divers procédés de régénération, Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 99-06. 31 p.

118. BLOUIN D, G. LESSARD et B. MÉNARD. 1999. Suivi de travaux de dégagement de la régénération naturelle de bouleau jaune dans une érablière à bouleau jaune de l'Outaouais. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO). RAPPORT 99-08. 37 p., 5 annexes.

119. BURTON, D.H., H.W. ANDERSON, and L.F. RILEY. Natural regeneration of yellow birch in Canada. 55-73.

120. CASTONGUAY, A. 2002. La difficile régénération du bouleau jaune. Le monde forestier 16 : 26-27.

121. CRCHA, J. 1972. Etude de quelques conditions écologiques sur la régénération et la survie du bouleau jaune, dans un système de coupe par bandes dans le peuplement de l'érablière à bouleau jaune. Thèse Université d'agronomie, Faculté de foresterie à Brno, Tchecoslovaquie.

122. CLOUTIER, J. 1997. Le bouleau jaune au Québec, diagnostic et perspective. Mémoire de fin d'études, Fac. de foresterie et de géodésie, Univ. Laval, 77 p.

123. DROUIN, L. 1990. Le bouleau jaune, une essence précieuse : comment assurer son renouvellement et sa croissance. La foresterie sans détour : 6 p.

124. DUBREUIL, D. 1995. Étude des adaptations du bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britton) à l'humidité de l'air et du sol et à la lumière. Mémoire de maîtrise, Fac. de foresterie et géodésie de l'Université Laval, 45 p.

125. ERDMANN, G.G., PETERSON, R.M. et GODMAN, R.M. 1981. Cleaning yellow birch seedling stands to increase survival, growth, and crown development. Can. J. For. Res. 11 : 62-67.

126. ERDMANN, G.G. 1990a. *Betula alleghaniensis* Britton - Yellow Birch. *In:* BURNS, R.M., editors. Silvics of North America. Vol. 2. Hardwoods. USDA 133-147.

127. ERDMANN, G.G. 1990b. «Yellow Birch» *in*, RUSSELL, M., BURNS, R.M. and B.H. HONKALA. «Sylvics of North America. VoL. 2 : Hardwoods» For. Serv., USDA, Washington, 93-107.

128. FORTIN, A., M.R. ROBERGE, and P.E. VEZINA. 1975. Relations entre la densité de peuplement et la qualité du bouleau jaune. Can. J. For. Res. 5 : 649-654.

129. GODMAN, R.M. 1959. Are water table levels an important factor in the establisment and growth of yellow birch? Mich. Acad. Sci., Arts, Letters XLIV : 183-190.

130. GODMAN, R.M. and L.W. KREFTING. 1960. Factors important to yellow birch establishment in Upper Michigan. Ecology 41(1) : 18-28.

130b. GODMAN, R.M. and G.G. ERDMAN. 1992. Regenerating Yellow Birch in the Lake States. In: Hutchinson, J.G., ed. Northern Hardwood Notes. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station: Note 3.04.

130c. GODMAN, R.M., G.A. MATTSON, 1992. Direct Seeding. In: Hutchinson, J.G., ed. Northern Hardwood Notes. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station: Note 3.08.

131. GRENIER, J.-D. 1996. Étude de la régénération du bouleau jaune dans les coupes par bandes. Mémoire de fin d'études, Faculté de foresterie et de géomatique. Université Laval.

132. HANNAH, P.R. 1978. Growth of large yellow birch sapling following crop tree thinning. J. Forestry : 222-223.

133. HANNAH, P.R. 1998. Observations on planted yellow birch. Northern Journal of Applied Forestry 15 : 106-107.

134. HATCHER, R.J. 1966. Yellow birch regeneration on scarified seedbeds under small canopy gaps. For. Chron. 42 : 350-358.

135. HOULE, G. et S. PAYETTE. 1991. Seed dynamics of Betula alleghaniensis in a deciduous forest of north-eastern North America. Amer. J. Bot 78(7) : 895-905.

136. HOYLE, M.C. 1982. «Plantation Birch: What Works, What Doesn't». *Journal of Forestry*, 16-19.

137. HUOT, M., and F. SAVARD. 2001. Résultats de 15 ans de l'éclaircie précommerciale dans l'érablière à bouleau jaune à Duchesnay. Note de recherche N° 113. Forêts Québec, Direction de la recherche forestière. 18p.

138. JARVIS, J.M. 1957. Cutting and seedbed preparation to regenerate yellow birch, Haliburton County, Ontario. Can. Dept. N. Affairs Nat. Res., For. Res. Div. Tech. Note 53, 17 p.

139. JARVIS, J.M. 1957. Cutting and seedbed preparation to regenerate yellow birch. Technical note 53, Department of northern affairs and national ressources, Forest research division.

140. LESSARD et BLOUIN 1997a. Contribution au développement de scénarios sylvicoles dans les érablières à bouleau jaune équiennes de l'Outaouais. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Ste-Foy inc (CERFO). 75 p.

141. LESSARD, G. ET D. BLOUIN, 1997 b. L'éducation du bouleau jaune? Une stratégie à revoir. Commission d'enquête portant sur l'étude comparative sur les modes de dégagement de la régénération forestière. Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE). 10 p.

142. LESSARD et BLOUIN 1998. Étude comparative de différents traitements sylvicoles favorisant le développement du bouleau jaune. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Ste-Foy (CERFO). Rapport 3323, 72 p. + 7 annexes.

142b LINTEAU, A. 1948. Factors affecting germination and early survival of yellow birch (Betula lutea Michx.) in Quebec. For.Chron. 24 : 27-86.

143. LODDING, C. C., J. BEHLING, and Z. CARDON. 2000. Water relations of Betula cordifolia and Betula alleghaniensis on landslides in Franconia Notch, New Hampshire. American Midland Naturalist 143 : 321-329.

144. LOGAN, K.T. 1965. Growth of tree seedlings as affected by light intensity. White birch, yellow birch, sugar maple and silver maple. Publication 1121, Department of forestry.

145. MAJCEN, Z. 1995. Accroissement et régénération à la suite des coupes de jardinage dans les groupements végétaux à dominance de pruche, de bouleau jaune, de chêne rouge, d'érable à sucre et de peuplier à grandes dents. Rapport interne 401, Gouvernement du Québec, MRN, Direction de la recherche forestière.

146. MARQUIS, D.A. 1964. Regeneration of birch and associated hardwoods after patch cutting. Research paper NE-32, USDA, Forest service, Northeastern Forest Experiment Station.

147. MARQUIS, D.A. 1966. Germination and growth of paper birch and yellow birch in simulated strip cuttings. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-54, 19 p. Northeast. For. Exp. Stn., Upper Darby, PA.

148. MARQUIS, D.A. 1969. Silvical requirements for natural birch regeneration. *In*: Birch symposium proceedings: 1969 August 19-21; Durham, NH, Upper Darby, PA: USDA For. Serv., Northeast. For. Exp. Stn. : 40-49.

149. MÉRETTE, C. et M., J. 1989. Éclaircie précommerciale dans un jeune peuplement de feuillus tolérants (érablière à boj de 6 ans). Service des traitements sylvicoles.

150. BLOUIN, D., D. GRAVEL, G. LESSARD, S. MEUNIER, A. PATRY, 2002 a. Étude sur les traitements sylvicoles favorisant la régénération du bouleau jaune à la Station forestière de Duchesnay. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO). Rapport 3401. 29 p. + 2 annexes.

151. NOLET, P., DOYON, F. et SOUGVINSKY, S. 2001. Guide pour la remise en production des sites à vocation bouleau jaune mal régénérés après coupe à diamètre limite et coupe progressive d'ensemencement dans la région de Lanaudière. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF) 43 p.

152. OUELLET, D. et Z., R. 1988. Cultural treatment of young yellow birch (Betula alleghaniensis Britton) stands: tree classification and stand structure. Can. J. For. Res. 18 : 1581-1586.

153. OUELLET, D. et Z., R. 1989. La conduite des jeunes peuplements de bouleaux jaunes (Betula alleghaniensis Britton) : caractéristiques morphologiques. Can. J. For. Res. 19 : 992-996.

154. OUELLET, D. et Z., R. 1990. La conduite des jeunes peuplements de bouleaux jaunes. L'Aubelle:7-9.

155. PERALA, D.A. and A.A. ALM. 1990. Regeneration silviculture of birch: a review. For. Ecol. Manag. 32 : 39-77.

156. QUENTIN, B. 1994. Expérimentation de divers traitements sous couvert pour favoriser la régénération d'essences désirées en peuplements feuillus et mélangés, dégradés à base d'érables et de bouleaux jaunes. Essais.

157. RICHARD, Y., MAJCEN, Z et MÉNARD, M. Variation de la hauteur, du diamètre, de l'âge, de l'accroissement et de l'écorce du bouleau jaune dans neuf groupements forestiers du sud-ouest Québécois. Mémoire 64, Gouvernement du Québec, MRN, Service de la recherche forestière.

158. ROBERGE, M.R. 1974. Research in yellow birch genetics and improvement in Quebec. Pages 175-177 in Proceedings: Canadian forestry service hardwoods management workshop.

159. ROBERGE, M.R. 1975. Éclaircie dans une érablaie à hêtre en vue de produire du bois d'oeuvre de bouleau jaune. Naturaliste can.: 353-361.

160. ROBERGE, M.R. 1977. Influence of cutting methods on natural and artificial regeneration of yellow birch in Quebec northern hardwoods. Can. J. For. Res. 7 : 175-182.

161. ROBERGE, M.R. 1988. Effects of thinning, patch, clearcutting, site preparation, and planting on development of yellow birch in Quebec. North. J. Appl. For. 5 : 248-251.

162. ROBERGE, M.R. 1988. Vingt ans d'aménagement par groupes d'une bétulaie jaune à érable. Rapport d'information LAU-X-81B, Gouvernement du Canada, Service canadien des forêts.

163. ROBITAILE, L. 1978. Résultats quinquennaux de plantation et de régénération naturelle du bouleau jaune, suite à une coupe rase avec et sans scarification. Pages 147-157 in Symposium feuillus spéciaux, France.

164. ROBITAILLE, D. 1996. Plantation de bouleaux jaunes de 1972. Station forestière de Duchesnay. Service de l'amélioration des arbres, MRNQ.

165. ROBITAILLE, L., SHEEDY, G., RICHARD, Y. 1990. Effets de l'éclaircie précommerciale et de la fertilisation sur un gaulis de 10 ans à dominance de bouleau jaune. For. Chron. 66 : 487-493.

166. ROBITAILLE, L. et MAJCEN, Z. 1991. Traitements sylvicoles visant à favoriser la régénération et la croissance du bouleau jaune. L'Aubelle : 10-12.

167. ROBITAILLE, L. et ROBERGE, M. 1981. La sylviculture du bouleau jaune au Québec. Revue forestière Française 33 : 105-112.

168. TUBBS, C.H. Natural regeneration of yellow birch in the lake states. 74-78.

169. TUBBS, C.H. 1963. Artificially constructed mounds show promise in yellow birch regeneration USDA For. Serv. Res. Note LS-32, 2 p. Lake States For. Exp. Stn., St.Paul, MN.

170. TUBBS, C.H. 1969. The influence of light, moisture, and seedbed on yellow birch regeneration. Research paper NC-27.

171. WANG, B.S.P. 1965. Seedbed, canopy and moisture effects on growth of yellow birch seedlings. For. Chron. 41 : 106-107.

172. WARD, J.S., and G. R. STEPHENS. 1997. Survival and growth of yellow birch (Betula alleghaniensis) in southern New England. Can. J. For. Res. 27 : 156-165.

173. WILLIS, J.A. 1978. Regeneration of yellow birch following selective cutting of old-growth northern hardwoods.1-13.

174. WINGET, C.H., G. COTTAM, and T.T. KOZLOWSKI. 1965. Species association and stand structure of yellow birch in Wisconsin. Forest Science 11 : 369-383.

175. WINGET, C.H. and T.T. KOZLOWSKI. 1965. Yellow birch germination and seedling growth. For. Sc. 11(4) : 386-392.

176. WOOD, J. E., F. W. V. ALTHEN, and E. G. MITCHELL. 1996. Crown released improves growth of 20-years-old Betula alleghaniensis in tolerant northern hardwood stands. New Forest 12 : 87-99.

177. ZARNOVICAN, R. 1998. Éclaircie précommerciale dans une jeune érablière à bouleau jaune : Résultats après 10 ans. Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Ress. nat. Can.

178. ZARNOVICAN, R. 2000. Climate and volume growth of young yellow birch (Betula alleghaniensis Britton) at three sites in the sugar maple-yellow birch forest region of Québec. Ecoscience 7 : 222-227.

179. ZARNOVICAN, R. 2001. Glaze damage in a young yellow birch stand in southern Quebec. Northern Journal of Applied Forestry 18 : 14-18.

180. ZARNOVICAN, R. e. L., C. 1994. Réaction des principales essences feuillues à l'éclaircie de mise en lumière dans une érablière à bouleau jaune en Estrie. Rapport d'information LAU-X-109, Service canadien des forêts, Ress. nat. Can.

181. ZILGITT, W.M. and F.H. EYRE. 1945. Perpetuation of yellow birch in the Lake States Forests. J. Forestry, 43 : 658-661.

Érable à sucre et érablières

182. ALTHEN, F. W.V., WOOD, J.E., MITCHELL, E.G. et HOBACK, K. 1996. Recommendations for thinning yellow birch and sugar maple saplings in northeastern Ontario. Technical note 18, Frontline, Forestry research applications.

183. ANDERSON, H.W., B.D. BATCHELOR, C.M. CORBETT, A.S. CORLETT, D.T. DEUGO, C.F. HUSK and W.R. WILSON. 1990. «Effects of different intensities of Yellow birch and Sugar maple crop tree release». Forest Resources group, Min. of natural Resources, 178.

184. BEAUDET, M., and C. MESSIER. 1998. Growth and morphological responses of yellow birch, sugar maple, and beech seedlings growing under a natural light gradient. Can. J. For. Res. 28 : 1007-1015.

185. BEDARD, S., and Z. MAJCEN. 2001. Ten-year response of sugar maple-yellow birch-beech stands to selection cutting in Québec. Northern Journal of Applied Forestry 18:119-126.

186. BENZIE, J.W. 1959. Sugar maple and yellow birch seed dispersal from a fully stocked stand of mature northern hardwoods in the Upper Peninsula of Michigan. USDA For. Serv., Lake States For. Exp. Stn. Tech. Note 561, 1 p.

187. CROW, T.R., TUBBS, C,H. et JACOBS, R.O. 1981. Stocking and structure for maximum growth in sugar maple selection stands. Research paper NC-109, USDA, Forest service.

188. FOURNIER, M., C. BORDELEAU and M.R. ROBERGE. 1976. État d'une érablière rouge dix ans après éclaircie. Note technique. Fonds Rech. For. Université Laval

189. GUILLEMETTE, F., D. BLOUIN et G. LESSARD 2005. Résultats d'éclaircies commerciales dans l'érablière - Suivi après 8 ans. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO).

190. HUOT, M., et F. SAVARD. 2001. Résultats de 15 ans de l'éclaircie précommerciale dans l'érablière à bouleau jaune à Duchesnay. Note de recherche N° 113. Forêts Québec, Direction de la recherche forestière. 18 p.

191. 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. Rapport technique du CERFO, 35 p. + annexe.

192. LOGAN, K.T. 1965. Growth of tree seedlings as affected by light intensity. White birch, yellow birch, sugar maple and silver maple. Publication 1121, Department of forestry.

193. MAJCEN, Z., BÉDARD, S. Accroissement après 15 ans dans une érablière à la suite de coupes de jardinage de diverses intensités. 12 p. (2000-3054)

194. MAJCEN, Z. 1989. Composition et structure des tremblaies à érable à sucre et des chênaies à érable à sucre dans quatre secteurs forestiers du sud-ouest québécois. Gouv. du Québec, MER, Québec. Mémoire N° 95. 114 p.

195. MAJCEN, Z., RICHARD, Y., MÉNARD, M. ET GRENIER, Y. 1990. Choix des tiges à marquer pour le jardinage d'érablières inéquiennes.

196. MAJCEN, Z. 1995. Résultats après 10 ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière. Mémoire de recherche forestière 122, Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière.

197. MAJCEN, Z. 1997. Résultats d'un essai de coupe progressive dans trois érablières. Rapport interne N° 421, Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière

198. MAJCEN, Z. et RICHARD, Y. 1992. Résultats après cinq ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablère. Can. J. For. Res. 22 : 1623-1629.

199. MÉRETTE, C. et M., J. 1989. Éclaircie précommerciale dans un jeune peuplement de feuillus tolérants (érablière à boj de 6 ans). Service des traitements sylvicoles

200. POTHIER, P. 1996. Accroissement d'une érablière à la suite de coupe d'éclaircie: résultats de 20 ans. Can. J. For. Res. 26 : 543-549.

201. QUENTIN, B. 1994. Expérimentation de divers traitements sous couvert pour favoriser la régénération d'essences désirées en peuplements feuillus et mélangés, dégradés à base d'érables et de bouleaux jaunes. Essais.

202. ROBERGE, M.R. 1975. Éclaircie dans une érablière à hêtre en vue de produire du bois d'oeuvre de bouleau jaune. Naturaliste can. : 353-361.

203. ROBERGE, M.R. 1988. Vingt ans d'aménagement par groupes d'une bétulaie jaune à érables. Rapport d'information LAU-X-81B, Gouvernement du Canada, Service canadien des forêts.

204. TUBBS, C.H. 1968. The influence of residual stand densities on regeneration in sugar maple stands. USDA For. Serv. Res. Pap. NC-47.

205. TUBBS, C.H. ET L., N. 1991. Effect of shelterwood canopy density on sugar maple reproduction in Vermont. North. J. Appl. For. 8:86-89.

206. ZARNOVICAN, R. 1998. Éclaircie précommerciale dans une jeune érablière à bouleau jaune : Résultats après 10 ans. Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Ress. nat. Can.

207. ZARNOVICAN, R. 2000. Climate and volume growth of young yellow birch (Betula alleghaniensis Britton) at three sites in the sugar maple-yellow birch forest region of Québec. Ecoscience 7 : 222-227.

208. ZARNOVICAN, R. et L., C. 1994. Réaction des principales essences feuillues à l'éclaircie de mise en lumière dans une érablière à bouleau jaune en Estrie. Rapport d'information LAU-X-109, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts.

(b) <u>Chênes, chênaies et chêne rouge</u>

209. AREND et SCHOLZ, 1969. Oak Forests of the Lake States and their Management. USDA Forest Service Research Paper NC-31. 36 p.

210. BOUDRU, M. 1952. Considérations sur la futaie jardinée de chêne. Bulletin Tome XX, Nos 3-4. Institut agronomique et des Stations de Gembloux.

211. BOUDRU, M. 1979. La culture du chêne rouge d'Amérique en Belgique. Bull. Rech. Agron. Gembloux 14(1), 22 p.

212. BROSE, P., LEAR, V.L. et KEYSER, P. 1997. Effect of seasonal prescribed fires on density of hardwood advance regeneration in oak-dominated shelterwood stands:implication for wildlife management. Pages 200-210 in meeting in the middle.

213. CARMEAN, W.H. 1970. Site quality for eastern hardwoods. Pages 37-57 in The silviculture of oaks and associated species.

214. CARVELL, K.L. 1979. Factors affecting the abundance, vigor, and growth responses of understory oak seedlings. pp. 23-26 *In* H. A. Holt et B. C. Fischer (eds.). Regenerating Oaks in Upland Hardwood Forests.

215. CECH, F.C. 1971. Tree improvement research in oak species. Pages 55-59 in Oak symposium proceeding, Morgantown

216. CLARK, F.B. 1970. Measures necessary for natural regeneration of oaks, yellow poplar, sweetgum and black walnut. Pages 1-16 in The silviculture of oaks and associated species.

217. CLARK, F.B. 1971. Silvicultural methods for regenerating oaks. Pages 37-43 in Oak symposium proceeding, Morgatown

218. COUNTRYMAN, D.W., R. BARDON and S. TATE. 1995. Economics of direct seeding northern red oak in southern Iowa. p. 23 In R.W. Teclaw (Ed.). Sixth Workshop on Seedling Physiology and Growth Problems in Oak Plantings. Rhinelander, Wisconsin, Sept. 18-20, 1995. USDA Forest Service, Northern Central Forest Experiment Station. General Technical Report NC-182.

219. CROW, T.R. 1988. Reproductive mode and mechanisms for self-replacement of northern Red Oak (Quercus rubra)-A Review. For. Sci. 34(1) : 19-40.

220. CROW, T.R. 1992. Population dynamics and growth patterns for a cohort of northern red oak (Quercus rubra) seedlings. Oecologia 91 : 192-200.

221. DEY, D.C. et PARKER, W.C. 1996. Regeneration of red oak (Quercus rubra L) using shelterwood systems: ecophysiology, silviculture and management recommendations. Information paper 126, Ont. Min. nat. res. Ontario forest research institute, Sault Ste. Marie, Ontario.

222. DWYER, J.P., D.C. DEY and W.B. KURTZ. 1993. Profitability of precommercially thinning oak stump sprouts. North. J. Appl. For. 10(4) : 179-182.

223. GALOUX, A. 1953. Contribution à l'étude de la futaie de chêne jardinée par bouquets. Travaux Série B, N° 14, Ministère de l'Agriculture, Administration des eaux et des forêts, Station de recherche de Groenendaal.

224. GALOUX, A. 1976. Traitement expérimental d'une chênaie en futaie jardinée par bouquets. Station de recherches des eaux et forêts, Groenendaal-Hoeilaart, Belgique.

225. GINISTY, C. 1994. Suivi d'une futaie de chêne rouge issue de régénération naturelle : la «glandée d'Amérique» des Barres. pp 219-226 *In* J. Timbal, A. Kremer, N. Le Goff et G. Nepveu (Éds.). Le Chêne rouge d'Amérique. INRA. Paris, 564 p.

226. GORDON, A.M., SIMPSON, J.A. et WILLIAMS, P.A. 1995. Six-year response of red oak seedlings planted under a shelterwood in central Ontario. Can. J. For. Res. 25 : 603-613.

227. GOTTSCHALK, K.W. and D.A. MARQUIS. 1982. Survival and growth of planted Red Oak and White Ash as affected by residual overstory density, stock size, and deer browsing. *In* Proc. of Fourth Central Hardwood Forest Conf. at Univ. of Ky., edited by R.N. Muller, 125-140.

228. GRANEY, D.L. 1983. Effects of thinning and fertilisation on growth of upland oak stands in the Boston mountains of Arkansas. 7 years results. pp. 269-274 *In* : Proc. 2nd biennal south. Sylv. Res. Conf. Gen. Tech., C.P. Jones.

229. HANNAH, P.R. 1987. Regeneration methods for oaks. North. J. Appl. For. 4(2) : 97-101.

230. HILL, J.P. and D.I. DICKMANN. 1988. A comparison of three methods for naturally reproducing oak in southern Michigan. North. J. Appl. For. 5 : 113-117.

231. HILT, D.E. 1977. Introduction of Black Walnut and northern Red Oak seedlings in an upland hardwood forest in southeastern Ohio. Res. Note. NE-241. Upper Darby, Pa.: Northeastern Forest Experiment Station, USDA.

232. HIX, D. M., MCNEEL, C.A. et TOWNSEND, E.C. 1994. Treatments for enhancing early survival and growth of northern red oak seedlings. Tree Planters' Notes 45 : 137-141.

233. JOHNSON, P.S. 1974. Survival and growth of northern red oak seedlings.

234. JOHNSON, P.S. 1984. Responses of planted northern red oak to three overstory treatments. Can. J. For. Res. 14 : 536-542.

235. JOHNSON, P.S. 1985. Regenerating oaks in the Lake Sates. pp. 98-109 *In* Proc. challenges in oak management and utilization. Univ. Wis. Coop. Ext. Serv.

236. JOHNSON, P.S. and R., R. Linking the ecology of natural oak regeneration to silviculture.

237. JOHNSON, P.S. 1994. La sylviculture du chêne rouge aux USA. pp. 272-283 *In* J. Timbal, A. Kremer, N. Le Goff et G. Nepveu (Éds.). Le Chêne rouge d'Amérique. INRA. Paris, 564 p.

238. JOHNSON, P.S. and R.D. JACOBS. 1981. Northern Red Oak regeneration after preherbicided clearcutting and shelterwood removal cutting. Research paper NC-202. St.Paul, Minn.: North Central Forest Experiment Station, USDA.

239. JOHNSON, R.L. and R.M. KRINARD. 1987. Direct seeding of southern oaks — a progress report. pp. 10-16 *In* Proc. Fifteenth annual hardwood symposium of the hardwood research council, applying the latest research to hardwood problems. USDA Forest Service, Northeastern Area Station and Private Forest.

240. JONHSON, P.S., JACOBS, R.D., MARTIN, A.J. and GODEL, E.D. 1989. Regenerating northern red oak: three succesful case histories. North. J. Appl. For. 6 : 174-178.

241. KITTREDGE, D.B., KELTY, M.J. and ASTHON, P.M.S. 1992. The use of tree shelters with northern red oak natural regeneration in southern New England. North. J. Appl. For. 9 : 141-145.

242. LAMBERT, W.D., AND G. R. PARKER. 1998. Composition and height growth of natural regeneration in a mesic, oak-dominated forest following a shelterwood harvest. Pages 175-179 in Proceedings of the Indiana Academy of Science.

243. LANTAGNE, D.O, C.W. RAMM and D.I. DICKMANN. Tree shelters increase heights of planted oaks in Michigan clear cut. North. J. Appl. For. 7 : 24-26.

244. LARSEN, D.R. and P.S. JOHNSON. 1998. Linking the ecology of natural oak regeneration to silviculture. pp. 1-7 *In* R. Rogers et H. Spiecker (Guest Eds.). Aspects of natural regeneration of oak. Selected papers from an IUFRO conference symposium. Tampere, Finland, August 1995.

245. LARSON, M.M. 1980. Effects of atmospheric humidity and zonal soil water stress on initial growth of planted northern Red Oak seedlings. Can. J. For. Res. 10 : 549-554.

246. LOFTIS, D.L. 1990. A shelterwood method for regenerating red oak in the southern Appalachians. Forest Science 36 : 917-929.

247. LORIMER, C.G. 1983b. Eighty-year development of northern Red Oak after partial cutting in a mixed-species Wisconsin forest. For. Sci. 29(2) : 371-383.

248. LORIMER, C.G. 1985. The role of fire in the perpetuation of oak forests. pp. 8-25 *In* Proc. Chalenges in oak management and utilization. Univ. Wis. Coop. Ext. Serv.

249. LORIMER, C.G., CHAPMAN, J.W. and LAMBERT, W.D. 1994. Tall understorey vegetation as a factor in the poor development of oak seedlings beneath mature stands. Journal of Ecology 82 : 227-237.

250. LÜPKE, B.V. 1997. Silvicultural methods of regeneration of oak stands with special respect to shade tolerant mixed species. Internet.

251. MAJCEN, Z. 1989. Composition et structure des tremblaies à érable à sucre et des chênaies à érable à sucre dans quatre secteurs forestiers du sud-ouest québécois. Gouv. du Québec, MER, Québec. Mémoire N° 95. 114 p.

252. MAJCEN, Z. 1995. Accroissement et régénération à la suite des coupes de jardinage dans les groupements végétaux à dominance de pruche, de bouleau jaune, de chêne rouge, d'érable à sucre et de peuplier à grandes dents. Rapport interne 401, Min. Ress. nat. Direction de la recherche forestière.

253. MERRIT, C. et P.E. POPE. 1991. The effects of environmental factors, including wildfire and prescribed burning, on the regeneration of oaks in Indiana. Dep. of Forestry and Natural Ressources, Purdue Univ., West Lafayette, IN. Station Bull. 612. 52 p.

254. MULLER, G. 1987. Le chêne rouge d'Amérique dans le Nord-est de la France : croissance en hauteur et fertilité des stations. Mémoire de stage de 3e année de l'ENITEF.

255. OAK, S.W. 1995. Improvement and silviculture of oak.

256. POSKIN. 1932. Le jardinage du chêne. 219-225.

257. ROGERS, R. ET J., P.S. 1982. Is "coppice" a good predictor of red oak sprout growth. Pages 185-192 in Proceedings fourth central hardwood forest conference, University of Kentucky.

258. ROTH, E.R. 1956. Decay following thinning of sprout oak clumps. J. For. 54 : 26-30.

259. RUEL, J.-C. Chêne rouge. Note de cours Université Laval.

260. SANDER, I. L. 1977. Manager's handbook for oaks the north central states. General technical report NC-37, USDA, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, Forest service.

261. SANDER, I.L. 1979. Regenerating oaks with the shelterwood system. pp. 54-60 *In* H. Holt (Ed.). Regenerating oaks in upland forests. The 1979 John S. Wright For. Conf. Proc. Purdue Univ., W. Lafayette, IN.

262. SANDER, I.L., 1990. Northern Red Oak *in* Sylvics of North America Hardwood. Vol. 2, Forest Service, USDA, p. 727-733.

263. SANDER, I.L., C.E. MCGEE, K.G. DAY and R.E. WILLARD. 1983. Oak-hickory. pp. 116-120 *In* R.M. Burns (Ed.). Silvicultural Systems for the Major Forest Types of the United Sates. USDA For. Serv., Agric. Handbk. N° 445.

264. SANDER, I.L. and D.L. GRANEY. 1993. Regenerating Oaks in the Central States. pp. 174-183 *In* D.L. Loftis et C.E. McGee (Eds.). Oak Regeneration: Serious Problems, Practical Recommendations. Symposium Proceedings. Center for Oak Studies, Department of Forestry, Widlife, and Fisheries, Univ. of Tennessee, Knoxville, Tennessee, Sept. 8-10, 1992. USDA Forest Service Southeastern Forest Experiment Station, General technical report SE-84. 319 p.

265. SCHLESINGER, R.C., SANDER, I.L. and DAVIDSON, K.R. 1993. Oak regeneration potential increased by shelterwood treatments. North. J. Appl. For. 10 :149-153.

266. STROEMPL, G. 1987. Growth and quality of Red Oak planted in Red Pine plantation openings. For. Res. Rep. No. 117 Maple: Ont. Tree Improv. and For. Biomass Instit., Ont. MNR.

267. STROEMPL, G. 1995. Guide to the group shelterwood cutting method for regenerating northern red oak. Page 44

268. TECLAW, R. et I., JG. 1993. An artificial regeneration system for establishing northern red oak on dry-mesic sites in the lake states, USA. Annales des Sciences Forestières 50 : 543-552.

269. TECLAW, R.M. and I., J.G. Artificial regeneration of northern red oak in the lake states with light shelterwood: a departure from tradition. in 9th Central hardwood forest conference.

270. TIMBAL, J. 1990. Le Chêne rouge d'Amérique, écologie et facteurs limitants. Rev. For. Fr. XLII : 165-172.

271. TRENCIA, J. 1996. Influence of seed position on first-year survival and growth of directly seeded northern Red Oak. Tree Planters' Notes 47(2) : 68-75.

272. TWORKOSKI, T.J., D.W. SMITH and D.J. PARRISH. 1986. Regeneration of Red Oak, White Oak, and White Pine by underplanting prior to canopy removal in Virginia Piedmont. South. J. Appl. For. 10 : 206-210.

273. VAN DER KELEN, G. 1995. Le chêne rouge d'Amérique requiert des soins appropriés. RESAM forestier, novembre 1995, p. 16.

274. WALTERS, R.S. et A., L.R. Factors limiting northern red oak reproduction in Pennsylvania. Pages 271-280 in 9th Central harwood forest conference.

275. WEIGEL, D.R. and P.S. JOHNSON. Failed northern Red Oak plantings in Indiana initially planted under a shelterwood. [MS].

276. WEITZMAN, S. and G.R. TRIMBLE, JR. 1957. Some natural factors that govern the management of oaks. Sta. Pap. N° 88. Upper Darby, Pa.: Northeastern Forest Experiment Station, USDA.

277. WENDEL, G.W. and H.C. SMITH. 1986. Effects of a prescribed fire in a central Appalacian Oak-Hickory stand. USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station NE-RP-594, 8 p.

Peupliers

278. ANONYME. Système d'information sur l'aménagement du tremble (infotremble).

279. BELLA I.E. 1986. Loggin practices and subsequent development of aspen stands in east central Saskatchewan. For. Chron. 62 : 81-83

280. BELLA, I. E., and R. C. Yang. 1991. Should we thin young aspen stands? Dans : Aspen management for the 21st century. 135-140 Forestry Canada. Edmonton, Alberta.

281. BICKERSTAFF, A. 1946. The effect of thinning upon the growth and yield of aspen stands (for ten-year period after treatment). Can. Dep. Mines. Resour., Lands Parks For. Branch, Dom. For. Serv., Silvic. Res. Note 80. 30 p.

282. BRINKMAN, K.A., et ROE, E.I. 1975. Quaking aspen : sylvics and management in the Lake States. USDA Forest Service, Agric. Handb. 486. 52 p.

283. CÔTÉ, J.-F. 1996. L'éclaircie précommerciale dans les tremblaies : éléments de réflexions. Le Bulletin du conseil du peuplier:1 p.

284. DAVIDSON, R.W., R.C. ATKINS, R.D. FRY, G.D. RACEY, and D.H. WEINGARTNER. 1988. A silvicultural guide for the poplar working group in Ontario. Ont. Min. Nat. Res. Sciences and Technology Series Vol. 5 : 67 p.

285. DAY, M.W. 1958. Thinning aspen in the upper Michigan. Mich. Agric. Exp. Stn, Q. Bull. 41 : 311-320.

286. DE BYLE, N.V. 1976. The aspen forest after harvest. Pages 35-40 *in* Utilizing and marketin as tools for aspen management in the Rocky Mountains. USDA Forest Service, Rocky Mt. For. Range Exp. Stn, Gen. Tech. Rep. RM-29.

287. DOUCET, R. 1979. Méthodes de coupe et de préparation de terrain pour favoriser la régénération naturelle de quelques tremblaies de l'Est du Québec. For. Chron. 55 :133-136

288. DOUCET, R., 1980. La culture de la tremblaie. Min. Ener. et Ress., Direction des communications. ERI 4401 2c. 4 p.

289. DOUCET, R. 1989. Regeneration silviculture of aspen. For. Chron. 65 : 23-27.

290. DOUCET, R., and J.-M. VEILLEUX. 1982. Recherche et développement sur le peuplier. XVIII - Résultats quinquennaux de traitements dans les peupleraies naturelles de diverses classes d'âge. Mémoire 76, Gouvernement du Québec, Min. Ener. et Ress., Service de la recherche.

291. FILION, J. 1995. Protocole expérimental pour l'éclaircie des peuplements de tremble du Saguenay-Lac-St-Jean.

292. GROOT, A., CARLSON, T.W., FLEMING, R.L. et WOOD, J.A. 1997. Small openings in trembling aspen forest: microclimate and regeneration of white spruce and trembling aspen. Technical report TR-47, Northern Ontario development agreement's northern forestry program.

293. HAMBLY, E.S.L. 1985. Aspen : silvics, management and utilization – a literature review with special reference to Ontario. Ont. Nat. Resour., Fast Growing Hardwoods Tech. Dev. Group, 79 p.

294. HEENEY, C.J., KEMPERMAN, J.A. ET BROWN, G. 1980. A silvicultural guide to the aspen working group in Ontario. Ont. Minist. Nat. Resour., For. Res. Branch, 47 p.

295. HUBBARD, J.W. 1972. Effects of thinning on growth and yield. Pages 126-130 *dans* Aspen Symp. Proc. USDA Forest Service, North. Cent. For. Exp. Stn, Gen. Tech. Rep. NC-1.

296. HUOT, M. et DOUCET, R. 1995. Mesure des effets réels des traitements sylvicoles. Éclaircies précommerciale et commerciale pour la production prioritaire de peuplier et de bouleau à papier. Rapport interne 394, Min. Ress. nat., Service de la recherche appliquée.

297. IQAFF. Étude de la compétition entre le peuplier faux tremble et le bouleau à papier dans de jeunes peuplements de feuillus intolérants.

298. JARVIS, J.M. 1968. Sylviculture and management of natural poplar stands. Pages 70-87 *dans* J.S. Maini ans J.H. Crayford eds. Growth and utilization of poplar in Canada. Can. Dep. For. Rural Dev., For. Branch, Dep. Publ. 1205.

299. KABZEMS, R. et J.D. LOUSIER. 1992. Regeneration, Growth and Development of *Picea glauca* under *Populus* spp. Canopy in the Boreal White and Black Spruce Zone. Canada British-Columbia Partnership Agreement on Forest Resource Development FRDA II, B.C., Report N° 176, 35 p.

300. KOLABINSKY, V.S. 1994. Clear cutting alternative strips and scarifying in white spruce and white spruce-trembling aspen stands to induce natural white spruce regeneration, Manitoba and Saskatchewan. Natural Resources Canada, Canada Forest Service, Manitoba District Office, Winnipeg, Canada, 43 p.

301. LEES, J.C. 1963. Partial Cutting with Scarification in Alberta Spruce-Aspen Stand. Publ. Dep. For., Ottawa, N° 1001, p. 5-18.

302. LEES, J.C. 1964. A test of harvest cutting methods in Alberta's Spruce-Aspen forest. Publ. Dep. For., Ottawa, N° 1042, 19 p.

303. LEES, J.C. 1966. Release of white spruce from aspen competition in Alberta's spruce-aspen forest. Publ. Dep. For., Ottawa, N° 1063, 16 p.

304. LEES, J.C. 1970. Natural regeneration of white spruce under spruce-aspen shelterwood, B-18a forest section. Dept. Of Fishery and Forestry, Canadian Forestry Service, Alberta, Publ. N° 1274, 14 p.

305. LOGAN, K.T. 1962. Growth of white pine seedlings beneath an aspen stand. Technical note 121, Canada, Department of forestry.

306. MACLEAN, D.A. 1960. Some aspect of the aspen-birch-spruce-fir type in Ontario. Technical note 94, Canada, Department of forestry, Forest research division.

307. MAJCEN, Z. 1989. Composition et structure des tremblaies à érable à sucre et des chênaies à érable à sucre dans quatre secteurs forestiers du sud-ouest québécois. Gouv. du Québec, MER, Québec. Mémoire N° 95. 114 p.

308. MEUNIER et GUILLEMETTE, 2003. Suivi des effets réels des traitements dans les jeunes peuplements de peupliers (Phase 2), Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2003-08. 21 p.

309. PATRY, A., D. GRAVEL, G. LESSARD et D. BLOUIN, 2002 b. Suivi des effets réels des traitements dans les jeunes peuplements de peupliers. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO). Rapport 2002-09. 68 p.

310. MILLERS, I. 1972. Injury to young trembling aspen stems. USDA Forest Service, Durhamm New Hampshire. For. Pert Manage. Rep. S-72-4.

311. NAVRATIL, S. 1987. Aspen management – improved knowledge from research. Pages 87-109 *dans* Proc. Aspen quality Workshop, February 12, 1987, Edmonton, Alberta, Canadian Forest Service, North For. Cent. Canada-Alberta For. Resour. Dev. Agreement. Non publié.

312. NAVRATIL, S., BELLA, I.E. et PETERSON, E.B. 1990. Sylviculture and management of aspen in canada : the Western Canada scene. Pages 39-60 *dans* R.D. Adams, ed. Aspen symposium '89. Proc. Symp., July 25-27, 1989, Duluth, Minnesota. USDA Forest Service, North Cent. For. Exp. Stn, Gen Tech. Rep. NC-140.

313. NOËL, L.G., MÉNARD, M. et RICHARD, Y. 1976. Recherche et développement sur le peuplier dans la région de l'Est-du-Québec. VIII. Tables de rendement pour les peupleraies naturelles dans les comtés de Montmagny à Rimouski. Gouv. Québ., min. Terres et Forêts, Serv. de la Rech. (Terres et Forêts), mémoire no 32.

314. OHMAN, L.F, H.O BATZER, R.R. BUECH, D.C. LOTHNER, D.A. PERALA, A.L. SCHIPPER JR. et E.S. VERRY, 1978. Some harvest options and their consequences for the aspen, birch, and associated conifer forest types of the Lake States. USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, General Technical Report NC-48. p 12-14.

315. OMNR, 1997. A silvicultural guide to managing for black spruce, jack pine and aspen on boreal forest ecosites in Ontario. Ver 1.1. Ont. Min. Nat. Resour. Queen's Printer for Ontario, Toronto. 3 books. 822 p.

316. PERALA, D.A. 1977. Manager's handbook for aspen in the north-central states. USDA Forest Service, North Cent. Exp. Stn, Gen. Tech. Rep. NC-36. 30 p.

317. PERALA, D.A. 1978. Thinning strategies for aspen: a prediction model. USDA, Forest service, North Central Forest Experiment Station.

318. PERALA, D.A. 1991. Renewing decadent aspen stands. Dans: Aspen management for the 21st century. Forestry Canada, Northwest region and Poplar council of Canada. 77-82

319. PETERSON E.B. et PETERSON, N.M. 1992. Ecology, management, and use of aspen and balsam poplar in the prairie procinces, Canada. For. Can., North. For. Cent., Spec. Rep. 1. 252 p.

320. PETERSON, E.B., and N. M. PETERSON. 1995. Aspen managers' handbook for British Columbia. 230, Canada, B.C., Partnership agreement on forest resource development.

321. STENEKER, G.A. 1964. Ten-year results of thinning 14- 19- and 23- year-old aspend to different spacings. Can. Dep. For., For. Res. Branch, Ottawa, Ontario. Dep. For. Publ. 1038. 22 p.

322. STENEKER, G.A. 1969. Multiple thinning in fourteen-year-old poplar, Porcupine Provincial Forest, Saskatchewan. Can. Dep. Fish. For., For. Branch, For. Res. Lab., Inf. Rep. MS-X-17. Non publié.

323. STENEKER, G.A. 1974. Thinning of trembling aspen (Populus tremuloides Michaux) in Manitoba. Information report NOR-X-122, Northern forest research centre. Canadian Forestry Service. Environment Canada, Edmonton, Alberta, Canada.

324. STENEKER, G.A. et JARVIS, J.M. 1966. Thinning in trembling aspen stands, Manitoba and Saskatchewan. Can. Dep. For., Dep. For. Publ. 1140. 28 p.

325. STIELL, W.M., and A. B. BERRY. 1986. Productivity of short-rotation aspen stands. For. Chron.: 10-14.

326. VALLÉE, G. 1979. Recherches et développement en populiculture au Ministère des terres et forêts du Québec. Pages 2-1 à 2-10 *dans* D.C.F. Fayle, L. Zsuffa, et H.W. Anderson, eds. Poplar research, management and utilization in Canda. Proc. North Am. Poplar Counc. Meet. September 6-9, 1977, Brockville, Ontario. Ont. Minist. Nat. Resour., For. Res. Inf. Pap. 102.

327. WEINGARTNER, D.H. et DOUCET, R. 1990. The quest for aspen management in eastern Canada. Pages. 61-71 *dans* R.D. Adams, ed. Aspen symposium '89. Proc. Symp., July 25-27, 1989, Duluth, Minnesota. USDA Forest Service, North Cent. For. Exp. Stn, Gen Tech. Rep. NC-140.

328. YANG, R.C. 1989. Growth response of white spruce to release from trembling aspen. Information report NOR-X-302, Northern forestry center, Forestry Canada.

329. ZASADA, Z.A. 1952. Does it pay to thin young aspen ? J.For. 50 : 747-748.

Bouleau à papier

330. BJORKBOM, J.C. 1969. Seeding and planting birch In: Birch symposium proceedings. 1969 August 19-21. Durham. USDA, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station: 79-82.

331. CAMERON, A.D., 1996. Managing birch woodlands for the production of quality timber. Forestry 69 (4) : 357-371.

332. DENDROTIK. 1995. Méthodes alternatives d'aménagement des bétulais blanches. projet 9000, Dendrotik. 57 p.

333. GODBOUT, C. 2002. Le problème de l'éclaircie commerciale des bétulaies blanches de 60 ans et plus. Revue de littérature. 12 p. (2002-3064)

334. HOYLE, M.C. 1982. Plantation birch: What works, What doesn't. J. Forestry: 16-19.

335. HUOT, M. et D., R. 1995. Mesure des effets réels des traitements sylvicoles. Éclaircies précommerciale et commerciale pour la production prioritaire de peuplier et de bouleau à papier. Rapport interne 394, Min. Ress. Nat. Service de la recherche appliquée.

336. HYVARINEN, M.J., 1968. Paper birch, its characteristics, properties and uses. A review of recent literature. US Forest Service, North Central Forest Experiment Station, Research Paper NC-22. 12 p.

337 IQAFF. Étude de la compétition entre le peuplier faux tremble et le bouleau à papier dans de jeunes peuplements de feuillus intolérants.

337 b LAFLÈCHE, V., D. PIN, A. PATRY. 1998. Le bouleau à papier. IQAFF. Les éditions à mains nues, Lévis, Québec. 95 p.

338. LOGAN, K.T. 1965. Growth of tree seedlings as affected by light intensity. White birch, yellow birch, sugar maple and silver maple. Publication 1121, Department of forestry.

339. MACLEAN, D.A. 1960. Some aspect of the aspen-birch-spruce-fir type in Ontario. Technical note 94, Canada, Department of forestry, Forest research division.

340. MARQUIS, D.A. Silvical requirements for natural birch regeneration. 40-49.

341. MARQUIS, D.A. 1965. Scarifying soil during logging to increase birch reproduction. The Northern Logger 14:24 et 42.

342. MARQUIS, D.A. 1966. Germination and growth of paper birch and yellow birch in simulated strip cuttings. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-54, 19 p. Northeast. For. Exp. Stn., Upper Darby, PA.

343. MARQUIS, D.A., SOLOMON, D.S. et BJORKBOM, J.C. 1969. A silvicultural guide for paper birch in the northeast. Research paper NE-130, USDA Forest service, Northeastern Forest Experiment Station.

344. MEEK, P., 1992. Caractéristiques morphologiques et croissance du bouleau à papier *(Betula papyrifera* Marsh.) de deux massifs en milieu boréal. Mémoire de maîtrise, Faculté de Foresterie et de Géomatique, Université Laval, Sainte-Foy. 51 p.

345. MEEK, P., 1997. La mécanisation des coupes partielles dans les bétulaies mélangées. *Dans* : Méthodes d'exploitation et de régénération naturelle des forêts mélangées à dominance de bouleau à papier. Coopérative forestière des Hautes-Laurentides. Service canadien des forêts, Programme Essais, expérimentations et transfert technologique en foresterie, Projet no 4057. p 29-41.

346. Ohman, L.F, H.O Batzer, R.R. Buech, D.C. Lothner, D.A. Perala, A.L. Schipper Jr. et E.S. Verry, 1978. Some harvest options and their consequences for the aspen, birch, and associated conifer forest types of the Lake States. USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, General Technical Report NC-48. p 12-14.

347. PERALA. D.A. et A.A. ALM, 1990. Reproductive ecology of birch. Forest Ecology and Management 32 : 1-38.

348. PERALA, D.A. et ALM, A.A. 1990. Regeneration silviculture of birch: A review. Forest Ecology and Management 32 : 39-77.

349. PETERSON, E.B., N.M. PETERSON, S.W. SIMARD et J.R. WANG., 1997. Paper birch manager's handbook for British Columbia. British Columbia Ministry of Forests, Victoria. 133 p.

350. PIN, D. e. M., P. 1997. Méthode d'exploitation et de régénération naturelle des forêts mélangées à dominance de bouleau à papier.

351. PIN, D., V. LAFLÈCHE, A. PATRY et J. POIRIER. 1998. Le bouleau à papier - revue de littérature. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF). 95 p.

352. PUTTONEN, P., 1996. Birch management in Finland. *Dans* : Ecology and Management of B.C. hardwoods. Workshop proceedings, December 1 and 2, 1993, Richmond, B.C. (Comeau, P.G., G.J Harper. M.E. Blache, J.O. Boateng et K.D. Thomas, Éditeurs). British Columbia Ministry of Forests, FRDA Report no 255. p. 177-187.

353. ROY, V., R. JOBIDON et L. BLAIS, 2000. Effet du peuplement résiduel, de la station et du temps écoulé depuis la coupe sur le dépérissement du bouleau blanc. Synthèse des résultats et recommandations. Ministère des Ressources naturelles, Forêt Québec, Direction de la recherche forestière. Document à diffusion restreinte. Non paginé.

354. ROY, V., R. JOBIDON et L. BLAIS, 2001. Étude des facteurs associés au dépérissement du bouleau à papier en peuplement résiduel après coupe. For. Chron. 77 (3) : 509-517.

355. SAFFORD, L.O. 1983. Silvicultural guide for paper birch in the northeast (revised). Research paper NE-535, USDA, Forest service, Northeastern Forest Experiment Station.

356. SAFFORD, L.O, J.C. BJORKBOM et J.C. ZASADA, 1990. Betula papyrifera -Paper birch. *Dans* : Silvics of North America, vol 2. Hardwoods (R.M. Burns et B.H. Honkala, Éditeurs). USDA Forest Service, Agriculture Handbook no 654. p 158-171.

357. SIMARD, S., 1996. Ecological and silvicultural characteristics of paper birch in the southern interior of British Columbia. *Dans* : Ecology and Management of B.C. hardwoods. Workshop proccedings, December 1 and 2, 1993, Richmond, B.C. (Comeau, P.G., G.J Harper. M.E. Blache, J.O. Boateng et K.D. Thomas, Éditeurs). British Columbia Ministry of Forests, FRDA Report no 255. p 157-167.

358. THIBEAULT, D. 1995. Étude de l'effet de la coupe partielle sur la croissance des tiges résiduelles dans les bétulaies blanches 10 à 20 ans après coupe. Rapport préliminaire d'analyse dans le cadre du projet Université Lavl.

359. VALSTA, L. 1986. Optimizing thinnings and rotation for mixed, even-aged pine-birch stands. Folia forestalia 666 : 23 p.

FORÊTS MIXTES

360. ARCHAMBAULT, L., J. MORISSETTE, and M. BERNIER-CARDOU. 1998. Forest succession over a 20-year period following clearcutting in balsam fir-yellow birch ecosystems of eastern Québec, Canada. Forest Ecology and Management 102 : 61-74.

360b BÉLANGER, L., J. PÂQUET et B. CAYER, 1998. Systèmes sylvicoles alternatifs pour la forêt du Haut-Saint-Maurice. Réalisé par C.A.P. Naturels dans le cadre du « Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier » du Ministère des Ressources naturelles. Charlesbourg, Québec. 17 p.

361. BLOUIN, D., G. LESSARD et A. PATRY, 2000 b. Installation de la régénération naturelle dans un peuplement mixte à dominance feuillue de la région de la Mauricie (suivi après un an), Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2000-03. 43 p.

362. BLOUIN, D., G. LESSARD, T. RYCABEL et A. PATRY, 2000 c. L'application de différents traitements d'éclaircie commerciale dans les peuplements mixtes à dominance de bouleau à papier, Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2000-10. 76 p.

363. BLOUIN, D., B. MÉNARD et G. LESSARD, 2001. Implantation d'un dispositif expérimental pour la restauration de peuplements dominés par les rémanents dans la sapinière à bouleau jaune dégradée (Aspect correctif), Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2001-07. 20 p.

364. BLOUIN et LESSARD 2003. Implantation d'un dispositif expérimental pour la restauration de peuplements dominés par les rémanents dans la sapinière à bouleau jaune dégradée - Phase II - Remise en production, Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2003-09. 17 p.

365. BOIVIN, J.-L. 1971. Étude de la régénération après coupe rase dans des peuplements feuillus et mélangés de l'ouest québécois. For. Chron. 47 : 82-85.

366. DEGRANDPRÉ, L., L. ARCHAMBAULT, and J. MORISSETTE. 2000. Early understory successional changes following clearcutting in the balsam fir-yellow birch forest. Ecoscience 7 : 92-100.

367. DORION, F. 1994. La régénération de la zone forêt mixte : approche et vision d'un aménagiste forestier. Pages 95-105 in. Service can. for. Ress, nat. Can. et la Direction de la recherche forestière, Res. nat. Qué, Chicoutimi.

368. HÉBERT, R. 2003. Are clearcuts appropriate for the mixed forest of Québec ? For. Chorni. 79 : 664-671

369. HIGGS, B.J. 1995. Evaluation of criteria for harvesting of tolerant hardwood and hardwood-softwood stands on provincial crown land. Page 132 p.

370. GUILLEMETTE, F., D. BLOUIN, G. LESSARD et A. PATRY, 2003 a. Suivi après trois ans - Installation de la régénération naturelle dans un peuplement mixte à dominance feuillue de la région de la Mauricie (dispositif du lac Marcotte), Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2003-02. 39 p.

371. LAFLÈCHE, V., J.-C. RUEL, and L. ARCHAMBAULT. 2000. Évaluation de la coupe avec protection de la régénération et des sols comme méthode de régénération des peuplements mélangés du domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'est du Québec, Canada. For. Chron. 76 : 653-663.

372. LESSARD, G., D. BLOUIN et T. RYCABEL, 1999 c. Implantation d'un dispositif de comparaison de différents procédés de régénération pour le bouleau jaune et les épinettes (Réserve Mastigouche, AC 41-02), Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 99-05. 18 p. + 3 annexes.

373. LIEFFERS, V.J., R.B. MACMILLAN, D. MACPHERSON, K. BRANTER et J.D. STEWART. 1996. Semi-natural and intensive Silvicultural systems for the boreal mixedwood forest. The Forestry Chronicle 72 (3) : 286-292.

374. LIPTZIN, D., and P. M. S. ASHTON. 1999. Early-successional dynamics of single-aged mixed hardwood stands in northern New England forest, USA. Forest Ecology and Management 116 : 141-150.

375. LOFTIS, D.L. 1983. Regenerating southern Appalachian mixed hardwood stands with the shelterwood method. South. J. Appl. For. 5:212-217.

376. MALENFANT et al. 2001. Essai de différents traitements sylvicoles pour l'installation de la régénération en bouleau jaune dans des peuplements mixtes à dominance feuillue. Groupement forestier Baie-des-Chaleurs et CERFO, New Richmond, 44 p.

377. MALENFANT et PATRY, 2002. Comparaison de différents traitements sylvicoles pour l'installation de la régénération en bouleau jaune dans des peuplements mixtes à dominance feuillue – suivi 2001. Groupement forestier Baie-des-Chaleurs et CERFO, New Richmond, 73 p.

378. OHMAN, L.F, H.O BATZER, R.R. BUECH, D.C. LOTHNER, D.A. PERALA, A.L. SCHIPPER JR. et E.S. VERRY, 1978. Some harvest options and their consequences for the aspen, birch, and associated conifer forest types of the Lake States. USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, General Technical Report NC-48. p 12-14.

379. PIN, D. e. M., P. 1997. Méthode d'exploitation et de régénération naturelle des forêts mélangées à dominance de bouleau à papier.

380. PRÉVOST, M. 1996. Mixedwood management research and practice in Quebec. *Dans*: Comeau, P.G. and Thomas, K.D., eds. Silviculture of temperate and boreal broadleaf-conifer mixtures. BC. Min. of Forests, Research Branch. Victoria, BC, 97-101.

381. TRIMBLE, G.R. et H.C. SMITH, 1963. What happens to living cull trees left after heavy cutting in mixed hardwood stands? US Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Research Note NE-12. 6 p.

RÉSINEUX

Ouvrages généraux

382. ANONYME. Brunswick softwood stand. Information report M-X-76, Canada forestry service, Maritime For. Res. Center . Fredericton.

383. BALDWIN, Jr. V.C. 1977. Regeneration following shelterwood cutting in a New Brunswick softwood stand. Inf. Rapport, Canada Forestry Service, Maritime For. Res. Center, Fredericton, N.B., N° M-X-76, 23 p.

384. BELLEAU, P. et Y. BELL. 1995. Amélioration des modalités d'application de la coupe progressive comme méthode pour l'établissement d'une régénération résineuse sous couvert. Rapport EETTF, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Projet N° 1041, 60 p.

385. BRISSETTE, J.C. 1996. Effects of intensity and frequency of harvesting on abundance, stocking and composition of natural regeneration in the Acadian forest of Eastern North Amercia. Silva Fennica 30 : 301-314

386. DOMINY, S.W.J. et W., J.E. 1986. Shelter spot seeding trials with jack pine, black spruce and white spruce in northern Ontario. For. Chron. : 446-450.

387. GREENE, D.F., J.C. ZASADA, L. SIROIS, D. KNEESHAW, H. MORIN, I. CHARRON, et M.-J. SIMARD. 1999. A review of the regeneration dynamics of North American boreal forest tree species. Can. J. For. Res. 29 : 824-839.

388. HORTON, K.W. et W., B.S.P. 1969. Experimental seeding of conifers in scarified strips. For. Chron. 45 : 22-29.

389. JOBIDON, R., CHARRETTE, L. 1992. Dégagement mécanique et manuel de jeunes plantations de conifères : étude d'efficacité cinq ans après le traitement. Mémoire de recherche forestière (FQ92-3054) 30 p. Min. Ress. nat.

390. JOBIDON, R. 1996. Quand faut-il dégager une plantation de conifères de la végétation de compétition. L' Aubelle : 17-19.

391. MEEK, P. et G. LÉGÈRE 1998. Expérimentation d'une méthode de coupe progressive en forêt résineuse avec deux systèmes de récolte. Québec, Canada, Rapport FERIC, FT-269, 6 p.

392. OMNR 1997. A silvicultural guide to managing for black spruce, jack pine and aspen on boreal forest ecosites in Ontario. Ver 1.1. Ont. Min. Nat. Resour. Queen's Printer for Ontario, Toronto. 3 books. 822 p.

393. OMNR 1998 a. A silvicultural guide for the Great Lalkes-St-Lawrence conifer forests in Ontario. Ont. Min. Nat. Resour. Queen's Printer for Ontario, Toronto. 424 p.

394. PINTO L., F.N.H., D. et VASILIAUSKA, S. 1997. Silvics of the Great Lakes-St.Lawrence conifer forest. Pages 1-10 in A sivicultural guide for the Great Lakes-St.Lawrence conifer forest in Ontario.

395. POMINVILLE, P. et D., R. Coefficient de distribution de la régénération nécessaire au maintien de la production des peuplements de pin gris, d'épinette noire et de sapin beaumier. Note de recherche 48.

396. POTHIER, D. 1998. L'éclaircie commerciale dans les forêts résineuses…un outil d'aménagement souple et efficace. La Foresterie sans détour, Série Traitement des peuplements forestiers, N° 9, septembre. 4 p.

397. SERVICE D'EXTENSION EN FORESTERIE DE L'EST DU QUÉBEC. 1995. Le moment est-il venu d'éclaircir vos plantations de résineux? Feuillet d'information. Sylviculture N° 4, Oct. 4p.

398. SERVICE D'EXTENSION EN FORESTERIE DE L'EST DU QUÉBEC. 1996. Éclaircie et élagage, une combinaison qui peut s'avérer gagnante pour vos plantations de résineux. Feuillet d'information. Sylviculture N° 7, Juin. 4p.

399. SERVICE D'EXTENSION EN FORESTERIE DE L'EST DU QUÉBEC. 1997. L'élagage des résineux en plantation, un investissement à prendre au sérieux. Feuillet d'information. Sylviculture N° 6. Mars. 4 p.

400. RUEL, J.-C. 1998. Évolution de la régénération de peuplements résineux et mélangés au cours des 30 années après coupe à blanc mécanisée. For. Chron. 74 : 428-443.

Pins (PIG, PIB, PIR)

401. AHLGREN, C.E. 1976. Regeneration of red pine and white pine following wildfire and logging in northeastern Minnesota. For. Chron.: 135-140

402. ANONYME. Converting hardwoods on poor sites to white pine by planting and direct seeding.1-19.

403. ANONYME. Germination of eastern White Pine seed as influenced by stratification. 9 p.

404. BOLGHARI, H.A. 1990. Quelques aspects de la pratique de l'éclaircie commerciale dans les peuplements de pins gris et d'épinette noire du nord-ouest québecois. Page 97 in L'éclaircie commerciale et précommerciale, Amos, Qc.

405. BOWLING, C., G. NIZNOWSKI, and B. Goble. 1994. Natural regeneration of white pine in Northwestern Ontario: Three cases studies. Technical report 79, Nat. Res. Can., Canadian forest service, Ministry of Natural Resources.

406. BROWN, G. 1984. Overview of management options for jack pine in Ontario. In Jack pine symposium, Timmins. Edited by C.R. Smith and G. Brown. Canadian Forestry Service. 185-188.

407. BROWN, J.L. 1992. Principes et normes d'aménagement des peuplements naturels de pin blanc et de pin rouge proposés pour le Québec. Notes de recherche forestière (FQ92-3111) 10 p.

408. BROWN, J.L. 1994. Essais de différentes intensités d'éclaircie dans des pinèdes d'âges multiples situées dans la forêt d'expérimentation du Ruisseau-de-l'Indien (Circonscription de Pontiac), Québec. Mémoire de recherche forestière (RN94-3090) 250 p.

408b BURGESS, D., F. PINTO and S. WETZEL. 2002. Some Management Implications from an Eastern White Pine Regeneration Experiment. N° 28, Technology Transfert Note.

409. CARLETON, T.J. 1982. The pattern of invasion and establishment of picea mariana (mill.) BSP into the subcanopy layers of pinus banksiana (lamb.) dominated stand. Can. J. For. Res. 12 : 973-984

410. CAYFORD, J. H. The role of fire in the ecology and silviculture of jack pine. 221-244.

411. CAYFORD, J.H., Z. CHROSCIEWICZ and H.P. SIMS, 1967. A review of silvicultural research in jack pine. Forestry branch, Departmental publication N° 1173, Canada Department of Forestry and Rural Development, 255 p.

412. CHAPESKIE, D.J., D.F. GALLEY, J.R. MIHELL, N.W. QUINN et H.H. STRUIK. 1989. A silvicultural guide for the white pine and red pine working groups in Ontario. Ont. Min. Nat. Res., Sciences and Technology series, Vol. 6. 102 p.

413. DAN VLASIU, P., NOLET, P. et DOYON, F. 2001. Le pin blanc – Revue de littérature. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF) 91 p.

414. DOMINY, S.W.J. et W., J.E. 1986. Shelter spot seeding trials with jack pine, black spruce and white spruce in northern Ontario. For. Chron.: 446-450.

415. DOUCET, R. 1986. Effets du labour sur la croissance d'une plantation de pin gris. Min. Ress. nat. Note de recherche forestière (5330-31) 10 p.

416. DOUCET, R. 2000. Régénération du pin gris au moyen de semences contenues dans les déchets de coupe. Forêts Québec, Direction de la recherche forestière, Note de recherche forestière 100.

417. FRISQUE, G. 1975. Ensemencement de pin gris : Résultats quinquennaux. For. Chron.: 51-52.

418. HEENEY, C.J. 1978. Silvicultural requirements of white and red pine management. Dans: White and red pine symposium. Can. For. Serv., Great Lakes For. Res. Cent., COJFRC Symp. Proc. p. 53-59

419. JANAS, P.S.B., D.G. 1988. Comparative growth and development of planted and natural stands of Jack Pine. For. Chron.: 320-328.

420. LANGVALL, O., and G. ORLANDER. 2001. Effects of pine shelterwoods on microclimate and frost damage to Norway spruce seedlings. Can. J. For. Res. 31 : 155-164.

421. LOGAN, K.T. 1962. Growth of white pine seedlings beneath an aspen stand. Technical note 121, Canada, Department of forestry.

422. MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES. La culture de la forêt de pin gris. ERI-4401-2d, Gouvernement du Québec, 3 p.

423. MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS, 1977. Atelier de travail sur l'aménagement du pin gris. Gouvernement du Québec, Service des Forêts, 149 p.

424. MORRIS, D.M., C. BOWLING et S.C. Hills. 1994. Growth and form responses to pre-commercial thinning regimes in aerially seeded jack pine stands: 5th year results. For. Chron. 70 : 780-787

425. NOLET, P., DOYON, F. et DAN VLASIU, P. 1999. L'aménagement par coupe par trouées des strates de feuillus d'essences tolérantes avec pin blanc. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF). 36 p.

426. NOLET, P., DOYON, F. et BAUDET, M. 2000. Effets du jardinage avec trouées et du scarifiage sur la régénération des essences commerciales dans des peuplements de feuillus tolérants avec pin blanc. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF) 33 p.

427. POMINVILLE, P. et D., R. Coefficient de distribution de la régénération nécessaire au maintien de la production des peuplements de pin gris, d'épinette noire et de sapin baumier. Note de recherche 48.

428. RILEY, L.F. 1980. The effect of seeding rate and seedbed availability on jack pine stocking and density in Northeastern Ontario. Report 0-X-318, Great Lakes forest research centre. Sault Ste. Marie, Ontario. Canadian forestry service. Department of the environment.

429. SABBAGH, P., LORENZETTI, F., POULIOT, R., DOYON, F. et NOLET, P. 2003. Optimisation des régimes d'éclaircie commerciale dans les pinèdes à pin blanc et pin rouge. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF) 70 p.

430. STROEMPL, G. 1987. Growth and quality of Red Oak planted in Red Pine plantation openings. For. Res. Rep. No. 117 Maple: Ont. Tree Improv. and For. Biomass Instit., Ont. MNR.

431. TWORKOSKI, T.J., D.W. SMITH and D.J. PARRISH. 1986. Regeneration of Red Oak, White Oak, and White Pine by underplanting prior to canopy removal in Virginia Piedmont. South. J. Appl. For. 10 : 206-210.

432. VALSTA, L. 1986. Optimizing thinnings and rotation for mixed, even-aged pine-birch stands. Folia forestalia 666 : 23 p.

433. WALKER, N.R. et H.P. SIMS. 1984. Jack pine seed dispersal from slash and seedling performance on prepared seedbeds. Information Report NOR-X-259. Northern forest research Centre, Canadian Forestry Service, Environment Canada,

Sapin et épinettes (EPN, EPB, EPO)

434. ADAMS, M.J. 1994. Seed shelters improve black spruce establishment and survival on upland cutovers. Nat. Resour. Can., Canadian Forest Service-Ontario. Frontline Technical Note 47. 4 p.

435. ARCHAMBAULT, L., J. MORISSETTE, and M. BERNIER-CARDOU. 1998. Forest succession over a 20-year period following clearcutting in balsam fir-yellow birch ecosystems of eastern Québec, Canada. Forest Ecology and Management 102 : 61-74.

436. ARCHIBALD, D.J., ARNUP, R.W. 1993. The management of black spruce advance growth in Northeastern Ontario. Ont. Min. Nat. Res., Technical report 008

437. ARNUP, R.W., CAMPBELL, B.A., RAPER, R.A., SQUIRES, M.F., VIRGO, K.D., WEARN, V.H., WHITE, R.G. 1988. A silvicultural guide for the spruce working group in Ontario. Ont. Min. Nat. Res., Science and Technology series Vol. 4

438. BERTRAND, V. et BOLGHARI, H. 1970. L'effet d'une coupe d'éclaircie dans un peuplement dense d'épinette et de sapin baumier âgé de 45 ans au sud-est de Québec. Mémoire 1, Gouv. du Québec, Ministère des terres et forêts, Service de la recherche.

439. BELLEAU, P. et F. BERGERON. 1998. Expérimentation de la coupe progressive d'ensemencement en forêt publique dans la sapinière pure de forte intensité. Rapport EETTF, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Projet N° 1050, 29 p.

440. BOLGHARI, H.A. 1990. Quelques aspects de la pratique de l'éclaircie commerciale dans les peuplements de pins gris et d'épinette noire du nord-ouest québecois. Page 97 in L'éclaircie commerciale et précommerciale, Amos.

441. CARLETON, T.J. 1982. The pattern of invasion and establishment of picea mariana (mill.) BSP into the subcanopy layers of pinus banksiana (lamb.) dominated stand. Can. J. For. Res. 12: 973-984.

442. CÔTÉ, S. 1989. Caractérisation de la régénération préétablie dans les sapinières boréales en fonction de leur situation écologique. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de maître ès science. Université Laval.

443. CÔTÉ, S. et L. BÉLANGER. 1991. Variations de la régénération préétablie dans les sapinières boréales en fonction de leurs caractéristiques écologiques. J. Can. Rech. For. 21 (12) : 1779-1795.

444. CROSSLEY, D.I. 1952. White spruce reproduction resulting from various methods of forest soil scarification. Silvicultural research note 102, Dep. of resources and development.

445. CZAPOWSKYJ, M. M., ROURKE, R.V. et FRANK, R.M. 1977. Strip clearcutting did not degrade the site in a spruce-fir forest in central Maine. Research paper NE-367. USDA, Forest service, Northeastern Forest Experiment Station.

446. DALLAIRE et al. 2003. Bases écologiques pour l'aménagement des hauts plateaux des monts Chic-Chocs - Volet écologie des sapinières vierges. Rapport présenté au Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction de la recherche forestière. Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval. 37 p.

447. DEGRANDPRÉ, L., L. ARCHAMBAULT, and J. MORISSETTE. 2000. Early understory successional changes following clearcutting in the balsam fir-yellow birch forest. Ecoscience 7 : 92-100.

448. DENSMORE, R.V., G.P. JUDAY et J.C. ZASADA. 1999. Regeneration alternative for upland white spruce after burning and logging in interior Alaska. Can. J. For. Res. 29 : 413-423.

449. DOBBS, R.C. 1972. Regeneration of white and engelmann spruce. A literature review from special reference to the British Columbia interior. Information report, Canadian Forestry Service, Pacific Forest Research Center, Victoria, B.C., N° BC-X-69, 77 p.

450. DOMINY, S.W.J. et W., J.E. 1986. Shelter spot seeding trials with jack pine, black spruce and white spruce in northern Ontario. For. Chron. : 446-450.

451. DOUCET, R. 1980. Régénération après coupe par bandes dans deux pessières de la station forestière de Parke. Mémoire 63, Gouv. du Québec, Min. Éner. et ress. Service de la recherche forestière.

452. DOUCET, R., BOILY, J. 1996. Accroissement quinquennal de peuplements d'épinette noire soumis au dépressage. Min. Ress. nat. Note de recherche forestière (RN96-3089) 12 p.

453. FLEMING, R.L., MOSSA, D.S. 1994. Direct seeding of black spruce in northwestern Ontario: seedbed relationships. For. Chron. 70: 151-158

454. FLEMING, R.L. 1995. Black spruce seedbed and microsite requirements on upland coarse-textured soils. Frontline Technical note 41, Ress. nat. Can., Forestry research application 4 p.

455. FLEMING, R.L. and D.S. MOSSA. 1995. Result of aerial seeding black spruce on coarse-textured soils. Nat. Resour. Can., Canadian Forest Service-Ontario. Frontline Technical Note 46. 4p.

456. FRANK, R.M. et E.L. PUTNAM. 1972. Seedling Survival in Spruce-Fir After Mechanical Tree Harvesting in Strips. Research paper, Northeastern Forest Experiment Station, Upper Darby, PA. USDA Forest Service, N° NE-224, 16 p.

457. FRANK, R.M. et BJORKBOM, J.C. 1973. A silvicultural guide for spruce-fir in the northeast. General technical NE-6, USDA, Forest service.

458. GAGNON, M-N. 1998. À la recherche de l'éclaircie précommerciale optimale pour une qualité accrue du bois d'œuvre dans les sapinières. Feuillet d'information. La foresterie sans détour. Série Récolte et utilisation des bois. MRNQ, N° 2, mars, 4 p.

459. GROOT, A., ADAMS, M.J. 1994. Direct seeding black spruce on peatlands: fifth-year results. For. Chron. 70 : 585-592

460. GROOT, A., M.J. ADAMS and R.W. ARNUP. 1994. Direct seeding black spruce on peatlands in Ontario. Nat. Resour. Can., Canadian Forest Service-Ontario. Frontline Technical Note 44. 4p.

461. GROOT, A., CARLSON,T.W., FLEMING,R.L. et WOOD, J.A. 1997. Small openings in trembling aspen forest: microclimate and regeneration of white spruce and trembling aspen. Technical report TR-47, Northern Ontario development agreement's northern forestry program.

462. HARVEY, B. 1989. La régénération après coupe dans les sapinières sur les sites argileux de l'Abitibi. Pages 21 p. in Colloque sur la sapinière boréale et son aménagement, Forêt Montmorency.

463. HATCHER, R.J. 1960. Croissance du sapin baumier après une coupe rase dans le Québec. Mémoire technique 87, Ministère du Nord canadien et des ressources nationales, Direction de forêts.

464. HATCHER, R.J. 1961. Partial cutting balsam fir stands on the Epaule river watershed, Québec. Technical note 105, Canada, Department of forestry, Forest research branch.

465. HOLT, L., LINTEA, A., TREMBLAY, P.H. et JOHNSON, W.L. 1965. Some aspects of balsam fir management: a symposium. Pulp and Paper Magazine of Canada : 322-338.

466. HUGHES, E.L. 1967. Studies in stand and seedbed treatment to obtain spruce and fir reproduction on the mixedwood slope type of northwestern Ontario. Can. Dep. For. Rural. Div., For. Branch., Ottawa, Ontario, Publ. N° 1189, 138 p.

467. JEGLUM, J.K., KENNINGTON, D.J. 1993. Strip clearcutting in black spruce: a guide for the practicing forester. Forestry Canada, Great Lakes Forestry Centre

468. JOBIDON, R. Les feuillus de lumière: une menace au succès des plantations d'épinette. L'Aubelle : 3 p.

469. JOBIDON, R. et L. CHARETTE, 1997 [paru en 1998]. Effets, après 10 ans, du dégagement manuel simple ou répété et de la période de coupe de la végétation de compétition sur la croissance de l'épinette noire en plantation. Rev. can. rech. for. 27(12) : 1979-1991.

470. JOBIDON, R., 1998b. Dix ans de dégagement mécanique en plantation d'épinette noire. L'Aubelle N° 127 : 15-17.

471. JOBIDON, R., F. TROTTIER et L. CHARETTE, 1999. Dégagement chimique ou manuel de plantations d'épinette noire ? Étude de cas dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc au Québec. For. Chron. 76(6) : 973-979

472. JOBIDON, R. 2000. Density-dependent effects of northern hardwood competition on selected environmental resources and young white spruce (Picea glauca) plantation growth, mineral nutrition, and stand structural development - a 5-year study. Forest Ecology and Management 130 : 77-97.

473. JOBIDON, R., 2000c. Effets d'une compétition de feuillus de lumière sur la croissance de l'épinette blanche en plantation. Le progrès forestier (été) p. 10-11.

474. JUTRAS, S., J. BÉGIN et A.P. PLAMONDON. 2002. Impact du drainage forestier après coupe sur la croissance de l'épinette noire en forêt boréale. Can. J. For. Res. 32 : 1585-1596

475. KABZEMS, R. et J.D. LOUSIER. 1992. Regeneration, Growth and Development of *Picea glauca* under *Populus* spp. Canopy in the Boreal White and Black Spruce Zone. Canada British-Columbia Partnership Agreement on Forest Resource Development FRDA II, B.C., Report N° 176, 35 p.

476. KER, M. F. 1987. Effects of spacing on balsam fir: 25-year results from the Green River spacing trials. In : Precommercial thinning workshop, Hugh John Flemming Forestry Centre, Fredericton. Edited by Canadian Forestry Service.

477. KOLABINSKY, V.S. 1994. Clear cutting alternative strips and scarifying in white spruce and white spruce-trembling aspen stands to induce natural white spruce regeneration, Manitoba and Saskatchewan. Natural Resources Canada, Canada Forest Service, Manitoba District Office, Winnipeg, Canada, 43 p.

478. LANGVALL, O., and G. ORLANDER. 2001. Effects of pine shelterwoods on microclimate and frost damage to Norway spruce seedlings. Can. J. For. Res. 31 : 155-164.

479. LAVOIE, N. 1995. La régénération naturelle de l'épinette blanche à travers le Canada et l'Alaska. Fac. Foresterie et Géomatique, Univ. Laval, 30 p.

480. LEES, J.C. 1963. Partial Cutting with Scarification in Alberta Spruce-Aspen Stand. Publ. Dep. For., Ottawa, N° 1001, p. 5-18.

481. LEES, J.C. 1964. A test of harvest cutting methods in Alberta's Spruce-Aspen forest. Publ. Dep. For., Ottawa, N° 1042, 19 p.

482. LEES, J.C. 1966. Release of white spruce from aspen competition in Alberta's spruce-aspen forest. Publ. Dep. For., Ottawa, N° 1063, 16 p.

483. LEES, J.C. 1970. Natural regeneration of white spruce under spruce-aspen shelterwood, B-18a forest section. Dept. Of Fishery and Forestry, Canadian Forestry Service, Alberta, Publ. N° 1274, 14 p.

484. LESSARD, G., D. BLOUIN, E. BOULFROY et A. PATRY, 2000 a. Comparaison de différents traitements sylvicoles pour l'installation de la régénération en épinette blanche dans les sapinières à bouleau blanc, Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2000-02. 54 p. + 4 annexes.

485. MACLEAN, D. A. 1960. Some aspect of the aspen-birch-spruce-fir type in Ontario. Technical note 94, Canada, Department of forestry, Forest research division.

486. MANN, R. et LIEFFERS, V.J. 1999. Effects of shelterwood and site preparation on microclimate and establishment of white spruce seedlings in a boreal mixedwood forest. For. Chron. 75:837-844.

487. MCMINN, R.G. 1985. Comparative productivity of seedbed, natural and planted regeneration following various site treatments in white spruce clearcuts. General Technical Report, Pacific Northwest Research Station, USDA Forest Service, N° PNW-194, 31-33, *In* The yield advantages of artificial regeneration at high latitudes. Proceedings of the sixth international workshop on forest regeneration (edited by Murray, M.J.).

488. NIENSTAEDT, H. et J.C. ZASADA 1990. *Picea glauca*. (Moench) Voss, White spruce. *In* Burns, R.M. et B.H. Honkala. Sylvics of North America, Volume 1, Conifers. Agriculture Handbook, USDA, Forest Service, Washington D.C. N° 654, 675 p.

489. PARKER, WC., S.R. WATSON et D.W. CAIRNS 1997. The role of hair-cap mosses (*Polytichum* spp.) in natural regeneration of white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss). Forest Ecology and Management 92 (1997) : 19-28.

490. PLACE, I.C.M. 1955. The Influence of Seed-Bed Conditions on the Regeneration of Spruce and Balsam Fir. Department of Northern Affairs and National Resources, Forestry Research Division, Forestry Branch, Bulletin N° 117, 87 p.

491. PÉPIN, Y. 1999. Les coupes progressives dans les sapinières du Québec. Pourquoi pas? La foresterie sans détour : 6 p.

492. POMINVILLE, P. et D., R. Coefficient de distribution de la régénération nécessaire au maintien de la production des peuplements de pin gris, d'épinette noire et de sapin baumier. Note de recherche 48.

493. POMINVILLE, P. 1993. Évolution quinquennale de la régénération protégée lors de récoltes par abattage manuel dans les sapinières. The Forestry Chronicle 69 (5) : 569-578.

494. Pothier, D. 2000. Ten-year results of strip clear-cutting in Québec black spruce stands. Can. J. For. Res. 30 : 59-66

495. POTHIER, D., 2002. Twenty-year results of precommercial thinning in a balsam fir stand. Forest Ecology and Management, 168 : 177-186

496. PRÉVOST, M., 1997. Effects of scarification on seedbed coverage and natural regeneration after a group seed-tree cutting in a black spruce (Picea mariana) stand. Forest Ecology and Management 94 : 219-231.

497. PRÉVOST, M., 1997. Effets du scarifiage sur les propriétés du sol et l'ensemencement naturel dans une pessière noire à mousses de la forêt boréale québécoise. Can. J. For. Res. 26: 72-86

498. PUTMAN, W.E. et J.C. ZASADA. 1986. Direct seeding techniques to regenerate white spruce in interior Alaska. Can. J. For. Res. 16 : 660-664.

499. QUAITE, J. 1956. Survival of White Spruce Seedlings Resulting from Scarification in a Partially Cut Mixedwood Stand. Technical note, Department of Northern Affairs an National Resources, Forest Research Division, N° 44, 8 p.

500. RAYMOND, P. 1998. Efficacité du système de régénération par coupes progressives dans les sapinières boréales riches: résultats cinq ans après la coupe d'ensemencement. Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval.

501. RAYMOND, P., J.-C. RUEL, and M. PINEAU. 2000. Effet d'une coupe d'ensemencement et du milieu de germination sur la régénération des sapinières boréales riches de seconde venue du Québec. For. Chron. 76 : 643-652.

502. RUEL, J.-C. 2002. Windthrow after shelterwood cutting in balsam fir stands. North. J. Appl. For. 19 : 9 p.

503. STIELL, W.M. 1981. L'épinette blanche : régénération artificielle au Canada. Rapport d'information FMR-X-85F, Ministère de l'environnement, Service canadien des forêts.

504. SUTTON, R.F. 1973. Silvics of white spruce [*Picea glauca* (Moench) Voss]. Dep. of fisheries and industry, Canada, 57 p.

505. TENHAGEN, M.D. et J.K. JEGLUM. 1997. Decreased strip width and increased seeding period result in increased black spruce stocking and density in 18-year-old strip clear-cuts. Canadian Forest Service, Great Lakes Forestry Centre, Technical note 89.

506. VÉZINA, P.E. et P., G. 1969. Aménagement intensif des sapinières mûres et surannées à la Forêt Montmorency.

507. VINCENT, A.B. 1959. Reproduction du sapin baumier et de l'épinette blanche dans le bassin hydrographique de la rivière verte. Mémoire technique 40, Ministère du Nord canadien et des ressources nationales, Direction des forêts.

508. WEBB, L.S. 1961. Clear cutting of pulpwood in the balsam fir spruce forest of Gaspé.15-24.

509. WESTVELD, M. 1953. Ecology and silviculture of the Spruce-Fir forests of eastern North America. J. Forestry 51 : 422-430.

510. WOOD, J.E. et HAIG, R.A. Harvesting and regeneration options for black spruce. Frontline Technical note 49, Canadian Forest service. Ress. nat. Can. 4 p.

511. WOOD, J.E., PAPER, R. 1987. Alternate strip clearcutting in upland black spruce. III regeneration options for leave strips. For. Chron. 63 : 446-450

512. YANG, R.C. 1989. Growth response of white spruce to release from trembling aspen. Information report NOR-X-302, Northern forestry center, Forestry Canada.

513. YOUNGBLOOD, A. 1990. Effect of shelterwood removal methods on established regeneration in an Alaska white spruce stand. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Institute of Northern Forestry, Fairbanks, AK 99775-5500, USA, p.1378-1381.

514. ZARNOVICAN, R., J.-M. LUSSIER, and C. LABERGE. 2001. Coupe préparatoire et croissance en surface terrière d'une sapinière de seconde venue à la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent, Québec. For. Chron. 77:685-695.

515. ZASADA, J.C. 1972. Guidelines for Obtaining Natural Regeneration of White Spruce (*Picea glauca* (Moench Voss) in Alaska. Pacific Northwest Forest and Range Experimentation State. USDA, Portland, Oregon, 16 p.

516. ZASADA, J.C. 1990. Developping silvicultural alternatives for boreal forest : an Alaskan perspective on regeneration of white spruce. Forest industry lecture, Forest Industry Lecture Series Forestry Program, Faculty of. Agriculture and Forestry, University of Alberta, Oregon, 43 p.

517. ZASADA, J.C. et R.A. GREGORY. 1969. Regeneration of White Spruce (*Picea glauca* (Moench Voss) with Reference to Interior Alaska. A Literature Review. Research Paper, Pacific Northwest Forest and Range Experimentation Station, USDA Forest Service, Juneau, Alaska, N° PNW-RP-79, 37 p.

518. ZASADA, J.C. et T.L. WURTZ. 1990. Natural regeneration of white spruce on an upland site in interior Alaska. FRDA-Rep. Canadian Forestry Service, Victoria, B.C., N°.109, p. 84-85.

TRAITEMENTS

Coupe avec protection des petites tiges marchandes ou de la haute régénération

519. BEAUSOLEIL et al. 2004. Évaluation du ptentiel des strates écoforestières à la CPPTM et la CPHR dans l'unité d'aménagement forestier 97-51. Rapport final. Programme de mise en valeur des ressources forestières (Volet 1). Ministère des Ressources naturelles, de la faune et des Parcs du Québec. Unité de gestion Les Escoumains. 63 p.

Coupe de jardinage

520. ANDERSON, H.W. and J.A. RICE. 1993. A tree-marking guide for the tolerant working group in Ontario. Ontario Ministry of Natural Resources, Sci. and Tech. Series: Vol. 8, Toronto, Ont.

520b OMNR. 2004. Ontario Tree Marking Guide, Version 1.1. Ont. Min. Nat. Resour. Queen's Printer for Ontario. Toronto. 252 p.

521. ARBOGAST, C.JR 1957. Marking guides for Northern Hardwoods under the selection system. USDA For. Serv. Lake States, For. Exp. Stn., St. Pap. 56, 20 p.

522. BERRY, A.B. 1981. Étude de l'exploitation des feuillus tolérants par coupe sélective. Rapport d'information PI-X-8(F), Institut forestier national de Petawawa. Service canadien des forêts. Environnement Canada., Chalk River (Ontario) Canada.

523. COLE, W.G. 1991. Prediction of tree growth and gap closure rates after selective cutting in second-growth northern hardwood forests. Ph.D. Thesis. Univ. of Wisconsin-Madison, 141 p.

524. COLETTE, L. 1934. Une méthode d'aménagement des futaies jardinées.

525. CROW, T.R. et F.T. METZGER. 1987. Regeneration under selection cutting. *Dans* NYLAND, R.D., ed. Managing northern hardwoods; 1986 June 23; NY. State Univ., Coll. Environ. Sci. For. Society of America Foresters. Syracuse, NY. Tech. Publ. N° 13 (ESF87-002) : 81-94.

526. HUOT, M. 1997. Quelques réflexions sur le nouveau parquet de régénération. 2 p.

527. LAMSON, N.I. and H.C. SMITH. 1991. Stand development and yields of Appalachian hardwood stands managed with single-tree selection for at least 30 years. Res. Pap. NE-655. USDA For. Serv., Northeast. For. Exp. Stn., Radnor, PA.

528. LA ROCQUE, G. 1985. Regeneration in a tolerant hardwood stand managed under single-tree selection. Can. For. Serv., Petawawa Nat. For. Inst., Inf. Rep. PI-X-50.

529. LEAK, W.B. and S.M. FILIP. 1977. Thirty-height years of group selection in New England northern hardwoods. J. For. 75(10) : 641-643.

530. MADER S.F. et R.D. NYLAND. 1984. Six-years response of northern hardwoods to the selection system. North. J. Appl. For.1: 87-91.

531. MAHEUT, J. À propos de la futaie jardinée:"plentern" et "femeln" une obscure clarté? : 449-459.

532. MAJCEN, Z., BÉDARD, S. Accroissement après 15 ans dans une érablière à la suite de coupes de jardinage de diverses intensités. 12 p. (2000-3054)

533. MAJCEN, Z., RICHARD, Y., MÉNARD, M. et GRENIER, Y. 1990. Choix des tiges à marquer pour le jardinage d'érablières inéquiennes.

534. MAJCEN, Z. 1993. Accroissement de la régénération dans onze secteurs à la suite de coupes de jardinage. Rapport interne 371, Direction de la recherche, Ministère des forêts

535. MAJCEN, Z. 1994. Historique des coupes de jardinage dans les forêts inéquiennes au Québec. Revue Forestière Française 46(4) : 375-384.

536. MAJCEN, Z. 1995. Résultats après 10 ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière. Mémoire de recherche forestière 122, Gouvernement du Québec, Min. Ress. nat. Direction de la recherche forestière.

537. MAJCEN, Z. 1995. Accroissement et régénération à la suite des coupes de jardinage dans les groupements végétaux à dominance de pruche, de bouleau jaune, de chêne rouge, d'érable à sucre et de peuplier à grandes dents. Rapport interne 401, Gouvernement du Québec, Min. Ress. nat. Direction de la recherche forestière.

538. MAJCEN, Z. 1996. Coupe de jardinage et coupe de succession dans cinq secteurs forestiers. Accroissement quinquennal en surface terrière et état de la régénération. Note de recherche 70, Min. Ress. nat. Direction de la recherche forestière.

539. MAJCEN, Z. 1997. Coupe de jardinage et coupe de succession dans trois secteurs forestiers : accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération.

540. MAJCEN, Z. 1997. Coupe de jardinage et coupe d'éclaircie commerciale dans cinq secteurs forestiers. Accroissement quinquennal en surface terrière et état de la régénération. Rapport interne 424, Gouvernement du Québec, Min. Ress. nat. Direction de la recherche forestière.

541. MAJCEN, Z. 1998. Coupe de jardinage dans trois secteurs forestiers. Accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération. Rapport interne 430, Gouvernement du Québec, Min. Ress. nat. Direction de la recherche forestière.

542. MAJCEN, Z. 1998. Coupe de jardinage et coupe de succession dans quatre secteurs forestiers. Accroissement quinquennal en surface terrière et état de la régénération. Rapport interne 429, Gouvernement du Québec, Min. Ress. Nat. Direction de la recherche forestière.

543. MAJCEN, Z. 1999. Coupe de jardinage dans six secteurs forestiers des régions de l'Outaouais, de Montréal et du Bas-St-Laurent. Accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération: 34 p.

544. MAJCEN, Z. et RICHARD, Y. 1992. Résultats après cinq ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière. Can. J. For. Res. 22 : 1623-1629.

545. MAJCEN, Z. et RICHARD, Y. 1995. Coupe de jardinage dans six régions écologiques du Québec. Accroissement quinquennal en surface terrière. Mémoire de recherche 120, Gouvernement du Québec, Min. Ress. nat. Direction de la recherche forestière.

546. MARQUIS, D.A. 1965. Regeneration of Birch and associated hardwoods after patch cutting. Res. Pap. NE-32, Northeast. For. Exp. Stn., Upper Darby, PA. For. Serv., USDA 13 p.

547. MILLER, G.W. and H.C. SMITH. 1993. A practical alternative to single-tree selection? Northern J. Appl. Forestry. 10(1): 32-38.

548. MILLER, G.W., T.M. SCHULER and H.C. SMITH. 1995. Method for applying group selection in central Appalachian hardwoods. Res. Pap. NE-696, USDA For. Serv., Northeast. For. Exp. Stn., Radnor, PA.

549. MINCKLER, L.S. and J.D. WOERHEIDE. 1965. Reproduction of hardwoods 10 years after cutting as affected by site and opening size. J. For. 63(2) : 103-107.

550. MURPHY, P.A., M.G. SHELTON and D.L. GRANEY. 1993. Group Selection—Problems and Possibilities for the More Shade-intolerant Species. pp. 229-247 *In* A. R. Gillespie, G.R. Parker, P.E. Pope et G. Rink (Eds.). *Proceedings of the 9th Central hardwood Forest Conference*. Purdue Univ., West Lafayette, IN, March 8, 10, 1993. USDA For. Serv., North Central For. Exp. Stn., Tech. Rep. NC-161. 515 p.

551. NOLET, P., DOYON, F. et BAUDET, M. 2000. Effets du jardinage avec trouées et du scarifiage sur la régénération des essences commerciales dans des peuplements de feuillus tolérants avec pin blanc. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF) 33 p.

552. POSKIN. 1932. Le jardinage du chêne. 219-225.

553. SCHUTZ, J.-P. 1989. Le régine du jardinage. Document autographique du cours de Sylviculture III.

554. SMITH, H.C. and N.I. LAMSON. 1982. Number of residual trees: a guide for selection cutting. Gen. Tech. Rep. NE-80. Broomall, PA: USDA For. Serv., Northeast. For. Exp. Stn. 33 p.

555. TRIMBLE, G.R. Jr., J.J. MENDEL and R.A. KENNELL. 1974. A procedure for selection marking in hardwoods combining silvicultural considerations with economic guidelines. Res. Pap. NE-292. Upper Darby, PA: USDA, For. Serv., Northeast. For. Exp. Stn. 13 p.

556. WEIGEL, D.R. 1994. The regeneration of group selection openings in souhtern Indiana. USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, Silviculture and Ecology of Upland Central Hardwoods For. Res. Unit Tech. Brief TB-NC-3. 2 p.

557. WILLIS, J.A. 1978. Regeneration of yellow birch following selective cutting of old-growth northern hardwoods.1-13.

Coupes progressives (shelterwood cutting)

558. BALDWIN, J.V.C. 1977. Regeneration following shelterwood cutting in a New-Brunswick sofwood stand. Fredericton, Canadian forestry service, Maritime For. Res. Center. 23 p.

559. BELLEAU, P. et Y. BELL. 1995. Amélioration des modalités d'application de la coupe progressive comme méthode pour l'établissement d'une régénération résineuse sous couvert. Rapport EETTF, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Projet N° 1041, 60 p.

560. BELLEAU, P. et F. BERGERON. 1998. Expérimentation de la coupe progressive d'ensemencement en forêt publique dans la sapinière pure de forte intensité. Rapport EETTF, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Projet N° 1050, 29 p.

561. BLOUIN, D., G. LESSARD et A. PATRY, 2000 a. Détermination des conditions de réussite de la CPE dans les peuplements à dominance résineuse de la forêt mixte (aspect préventif), Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2000-04. 25 p. + 3 annexes.

562. BLOUIN et RYCABEL, 2000. Différentes méthodes de coupes progressives et productivité de récolte dans les peuplements mélangés à dominance résineuse, aire commune 41-01, Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2000-05. 40 p.

563. BLOUIN, D., PATRY, A. et G. LESSARD, 2003 b. Suivi de la coupe finale dans un dispositif de coupe progressive d'ensemencement du chêne rouge sur les sommets de l'aire commune 72-01, Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2002-11. 68 p. + 3 annexes.

564. BOIVIN, J.-L. 1975. Coupes progressives par bandes de une, deux et trois chaines de largeur. Service des plans d'aménagement, Ministère des terres et forêts du Québec.

565. BORMANN, F.H. et G.E. LIKENS, 1979. Pattern and process in a forested ecosystem: disturbance, dévelopment and the steady state based on the Hubbard Brook ecosystem study. Springler-verlag, New York, 253 p.

566. DEY, D.C. et P., W.C. 1996. Regeneration of red oak (Quercus rubra L) using shelterwood systems: ecophysiology, silviculture and management recommendations. Information paper 126, Ont. Min. Nat. Res. Ontario forest research institute., Sault Ste. Marie, Ontario.

567. GODMAN, R.M. et TUBBS, C.H. 1973. Establishing even-age northern hardwood regeneration by the shelterwood method a preliminary guide. Research paper NC-99, USDA, Forest service.

568. GORDON, A.M., SIMPSON, J.A. et WILLIAMS, P.A. 1995. Six-year response of red oak seedlings planted under a shelterwood in central Ontario. Can. J. For. Res. 25:603-613.

569. BLOUIN, D., F. GUILLEMETTE, G. LESSARD ET A. PATRY, 2003 b. Suivi après 2 ans. Détermination des conditions de réussite de la CPE dans les peuplements à dominance résineuse de la forêt mixte (Dispositif du lac Belette), Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2003-13. 31 p. + 5 annexes.

570. GUILLEMETTE, F., D. BLOUIN, G. LESSARD ET S. MORISSETTE, 2004 Suivi de coupe progressive d'ensemencement 1 an après intervention à la Station écotouristique de Duchesnay, Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO). 2004-02. 32 p.

571. HANNAH, P.R. 1988. The shelterwood method in northeastern forest types: A literature review. Northern Journal of Applied Forestry 5 : 70-77.

572. HANNAH, P.R. 1991. Regeneration of northern hardwoods in the northeast with the shelterwood method. North. J. Appl. For 8 : 99-103.

573. JOHNSON, P.S. and R.D. JACOBS. 1981. Northern Red Oak regeneration after preherbicided clearcutting and shelterwood removal cutting. Research paper NC-202. St.Paul, Minn.: North Central Forest Experiment Station, USDA.

574. JOHNSON, J. E., G. W. MILLER, J. E. BAUMGRAS, and C. D. WEST. 1998. Assessment of residual stand quality and regeneration following shelterwood cutting in central appalachian hardwoods. Northern Journal of Applied Forestry 15 : 203-210.

575. KELTY, M.J. et R.D. NYLAND 1981. Regenerating Adirondacks northern hardwoods by shelterwood cutting and control of deer density. J. For. 79 : 22-26.

576. KELTY, M.J. 1987. Shelterwood cutting as an even-aged reproduction method. *In*: Managing northern hardwoods. NY State Univ. Fac. For. Misc. Pub. N° 13 : 128-142.

577. LAMBERT, W. D., and G. R. PARKER. 1998. Composition and height growth of natural regeneration in a mesic, oak-dominated forest following a shelterwood harvest. Pages 175-179 in Proceedings of the Indiana Academy of Science.

578. LANTAGNE, D.O, C.W. RAMM and D.I. DICKMANN. Tree shelters increase heights of planted oaks in Michigan clear cut. North. J. Appl. For. 7 : 24-26.

579. LEES, J.C. 1970. Natural regeneration of white spruce under spruce-aspen shelterwood, B-18a forest section. Dept. Of Fishery and Forestry, Canadian Forestry Service, Alberta, Publ. N° 1274, 14 p.

580. LEFFELMAN, L. J. and H., R.C. 1925. Studies of Connecticut hardwoods. The treatment of advance growth arising as a result of thinnings and shelterwood cuttings. New Haven 68 p.

581. 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. Rapport technique du CERFO, 35 p. + annexe.

581b LESSARD, G., T. RYCABEL, D. BLOUIN, M. HUOT, R. JOBIDON, C. CAMIRÉ et C. OLIVIER, 1999. L'utilisation des trouées dans la régénération des forêts du Québec. Cours no. 39. Encart de l'Aubelle no128. 15 p.

582. LOFTIS, D.L. 1979. Partial cuts to regenerate upland hardwoods in the southeast. 92-100. *In*: The shelterwood regeneration method. Proc. USDA For. Serv. Nat. Silv. Workshop.

583. LOFTIS, D.L. 1983. Regenerating southern Appalachian mixed hardwood stands with the shelterwood method. South. J. Appl. For. 5 : 212-217.

584. LOFTIS, D. L. 1990. A shelterwood method for regenerating red oak in the southern appalachians. Forest Science 36 : 917-929.

585. MAJCEN, Z. 1997. Résultats d'un essai de coupe progressive dans trois érablières. Rapport interne 421, Gouvernement du Québec, Min. Ress. nat. Direction de la recherche forestière

586. MAN, R. et L., V.J. 1999. Effects of shelterwood and site preparation on microclimate and establishment of white spruce seedlings in a boreal mixedwood forest. For. Chron. 75 : 837-844.

587. MARQUIS, D.A. 1979. Shelterwood cutting in Alleghany hardwoods. J. For. 77 : 140-144.

588. MEEK, P. et G. LÉGÈRE 1998. Expérimentation d'une méthode de coupe progressive en forêt résineuse avec deux systèmes de récolte. Québec, Canada, Rapport FERIC, FT-269, 6 p.

589. MÉNARD et BLOUIN, 2001. Détermination des conditions de réussite de la CPE dans les peuplements à dominance résineuse de la forêt mixte - Suivi après intervention, Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO), 2001-08. 31 p.

590. NOLET, P., DOYON, F. et SOUGVINSKY, S. 2001. Guide pour la remise en production des sites à vocation bouleau jaune mal régénérés après coupe à diamètre limite et coupe progressive d'ensemencement dans la région de Lanaudière. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF) 43 p.

591. NYLAND, R.D., ABRAHAMSON, L.P. et ADAMS, K.B. 1996. Clearcutting (Chap.13) and Shelterwood and seed-tree methods (Chap.14). Pages 262-313 in A. D. and J. M. Morriss, editor. Silviculture : concept and applications.

592. NYLAND, R.D. 2002. Shelterwood and seed-tree methods. Pages 313-338 in McGranhill, editor. Silviculture-Concepts and applications. Second Edition.

593. PÉPIN, Y. 1999. Les coupes progressives dans les sapinières du Québec. Pourquoi pas? La foresterie sans détour : 6 p.

594. RAY, D., R. D. NYLAND, and R. D. YANAI. 1999. Patterns of early cohort development following shelterwood cutting in three Adirondack northern hardwood stands. Forest Ecology and Management 119 : 1-11.

595. RAYMOND, P. 1998. Efficacité du système de régénération par coupes progressives dans les sapinières boréales riches: résultats cinq ans après la coupe d'ensemencement. Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval.

596. RAYMOND, P., J.-C. RUEL, and M. PINEAU. 2000. Effets d'une coupe d'ensemencement et du milieu de germination sur la régénération des sapinières boréales riches de seconde venue du Québec. For. Chron. 76 : 643-652.

597. ROBERTSON, R.G. 1989. Shelterwood harvesting manual. 48 p.

598. RUEL, J.-C. 2002. Windthrow after shelterwood cutting in balsam fir stands. North. J. Appl. For. 19 : 9 p.

599. RUEL, J.-C. et PINEAU, M. 1994. La coupe à blanc par bandes et la coupe progressive: Etat actuel des connaissances. Pages 31-43 in S. c. d. f. CFL, editor. La régénération de la zone de la forêt mixte, UQAM, Montréal.

600. SANDER, I.L. 1979. Regenerating oaks with the shelterwood system. pp. 54-60 *In* H. Holt (Ed.). Regenerating oaks in upland forests. The 1979 John S. Wright For. Conf. Proc. Purdue Univ., W. Lafayette, IN.

601. SATTERLUND, D.R. 1983. Forest shadows: how much shelter in a shelterwood. Forest Ecology and Management 5 : 27-37.

602. SMITH, H.C., N.I. LAMSON and G.W. MILLER. 1987. An esthetic alternative clearcutting? Deferment cutting in Eastern Hardwoods, J. For., 3 : 14-18.

603. STROEMPL, G. 1995. Guide to the group shelterwood cutting method for regenerating northern red oak. 44 p.

604. TUBBS, C.H., and F.T. METZGER. 1969. Regeneration of northern hardwoods under shelterwood cutting. For. Chron.: 333-337.

605. TUBBS, C.H. et L., N. 1991. Effects of shelterwood canopy density on sugar maple reproduction in Vermont. North. J. Appl. For. 8 : 86-89.

606. VAN DER KELEN et LESSARD, 2004. Entre les coupes progressives et le jardinage par trouées : le cas des coupes progressives irrégulières. Synthèse de la littérature. Université Laval. 87 p.

607. WEIGEL, D.R. and P.S. JOHNSON. Failed northern Red Oak plantings in Indiana initially planted under a shelterwood. [MS].

608. YOUNGBLOOD, A. 1990. Effect of shelterwood removal methods on established regeneration in an Alaska white spruce stand. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Institute of Northern Forestry, Fairbanks, AK 99775-5500, USA, p.1378-1381.

609. ZARNOVICAN, R., J.-M. LUSSIER, and C. LABERGE. 2001. Coupe préparatoire et croissance en surface terrière d'une sapinière de seconde venue à la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent, Québec. For. Chron. 77 : 685-695.

Coupes par bandes (strip)

610. BERRY, A. B. 1964. Effect of strip width on proportions of daily light reaching the ground. For. Chron. 130-131

611. BOIVIN, J.-L. 1985. Coupes par bandes dans des peuplements de feuillus-Résultats après 14 ans. For. Chron. 61 : 229-232.

612. BOIVIN, J.-L. 1986. Résultats de coupes par bandes dans trois cantons de l'ouest Québecois après 15 ans. Note de recherche 33, Min. Éner. et Ress.

613. CLOUTIER, M., M. LEMAY, and L. RICHARD. 1980. Etude de la régénération 10 ans après une coupe à blanc par bandes de différentes largeurs. Mémoire de fin d'études. Université Laval 47 p.

614. CRCHA, J. 1972. Etude de quelques conditions écologiques sur la régénération et la survie du bouleau jaune, dans un système de coupe par bandes dans le peuplement de l'érablière à bouleau jaune. Thèse Université d'agronomie, Faculté de foresterie à Brno, Tchecoslovaquie.

615. CZAPOWSKYJ, M.M., ROURKE, R.V. et FRANK, R.M. 1977. Strip clearcutting did not degrade the site in a spruce-fir forest in central Maine. Research paper NE-367, USDA, Forest service, Northeastern Forest Experiment Station.

616. DOUCET, R. 1980. Régénération après coupe par bandes dans deux pessières de la station forestière de Parke. Mémoire 63. Gouv. du Québec, Min. Éner. et ress. Service de la recherche forestière.

617. FRANK, R.M. et E.L. PUTNAM. 1972. Seedling Survival in Spruce-Fir After Mechanical Tree Harvesting in Strips. Research paper, Northeastern Forest Experiment Station, Upper Darby, PA. USDA Forest Service, N° NE-224, 16 p.

618. GRENIER, J.-D. 1996. Étude de la régénération du bouleau jaune dans les coupes par bandes. Mémoire de fin d'études, Faculté de foresterie et de géomatique. Université Laval. 32 p.

619. JEGLUM, J.K., KENNINGTON, D.J. 1993. Strip clearcutting in black spruce : a guide for the practicing forester. Forestry Canada, Great Lakes Forestry Centre

620. KOLABINSKY, V.S. 1994. Clear cutting alternative strips and scarifying in white spruce and white spruce-trembling aspen stands to induce natural white spruce regeneration, Manitoba and Saskatchewan. Natural Resources Canada, Canada Forest Service, Manitoba District Office, Winnipeg, Canada, 43 p.

621. LÉCUYER, H., and J. MARTEL. 1980. La coupe à blanc par bandes: une des meilleures méthodes de régénération naturelle.11-18.

622. MARQUIS, D.A. 1966. Germination and growth of paper birch and yellow birch in simulated strip cuttings. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-54, 19 p. Northeast. For. Exp. Stn., Upper Darby, PA.

623. MARTIN, C.W. and J.W. HORNBECK. 1990. Revegetation after strip cutting and block clearcutting in northern hardwoods. North. J. Appl. For. 7(2) : 65-68. Research paper NE-625 USDA, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station 17 p.

624. METZGER, F.T. 1980. Strip clearcutting to regenerate northern hardwoods. Research Paper NC-186, USDA, Forest Service 14 p.

625. POTHIER, D. 2000. Ten-year results of strip clear-cutting in Québec black spruce stands. Can. J. For. Res. 30 : 59-66

626. ROBERGE, M.R. 1980. La coupe à blanc par bandes peut-elle maintenir les strates actuelles comme strate de retour. Progrès forestier: 35-36.

627. ROBERGE, M.R. 1987. Managing northern hardwoods by clearcutting 30 m wide strips: 10-year results. For. Chron. 63 :169-173.

628. RUEL, J.C. 1989. Mortalité du bois laissé sur pied à la suite d'une coupe par bandes dans trois régions du Québec. For. Chron. 65: 107-113

629. RUEL, J.-C. et P., M. 1994. La coupe à blanc par bandes et la coupe progressive: Etat actuel des connaissances. Pages 31-43 in S. c. d. f. CFL, editor. La régénération de la zone de la forêt mixte, UQAM, Montréal.

630. TENHAGEN, M.D. et J.K. JEGLUM. 1997. Decreased strip width and increased seeding period result in increased black spruce stocking and density in 18-year-old strip clear-cuts. Technical note 89. Canadian Forest Service, Great Lakes Forestry Centre.

631. WOOD, J.E., PAPER, R. 1987. Alternate strip clearcutting in upland black spruce. III regeneration options for leave strips. For. Chron. 63 : 446-450

Coupe totale, CPRS (clearcutting)

632. ARCHAMBAULT, L., J. MORISSETTE, and M. BERNIER-CARDOU. 1998. Forest succession over a 20-year period following clearcutting in balsam fir-yellow birch ecosystems of eastern Québec, Canada. Forest Ecology and Management 102:61-74.

633. BOIVIN, J.L. 1971. Étude de la régénération après coupe rase dans des peuplements feuillus et mélangés de l'ouest québécois. For. Chron. 47 : 82-85.

634. DALE, M.E., SMITH, H.C et PEARCY, J.N. 1995. Size of clearcut opening affects species composition, growth rate, and stand characteristics. Pages 1-21

635. DEGRANDPRÉ, L., L. ARCHAMBAULT, and J. MORISSETTE. 2000. Early understory successional changes following clearcutting in the balsam fir-yellow birch forest. Ecoscience 7 : 92-100.

636. HARVEY, B. et B., Y. 1989. Site patterns of natural regeneration following clear-cutting in northeastern Quebec. Can. J. For. Res. 19:1458-1469.

637. HÉBERT, R. 2003. Are clearcuts appropriate for the mixed forest of Québec ? For. Chron. 79 : 664-671

638. HORNBECK, J.W., C.W. MARTIN, R.S. PIERCE, F.H. BORMANN, G.E. LIKENS and J.S. EATON. 1987. The northern hardwood forest ecosystem: ten years of recovery from clearcutting. Research paper NE-596. USDA, Forest service, Northeastern Forest Experiment Station. 30 p.

639. JOHNSON, P.S. and R.D. JACOBS. 1981. Northern Red Oak regeneration after preherbicided clearcutting and shelterwood removal cutting. Research paper NC-202. St.Paul, Minn.: North Central Forest Experiment Station, USDA.

640. LAFLÈCHE, V., J.-C. RUEL, and L. ARCHAMBAULT. 2000. Évaluation de la coupe avec protection de la régénération et des sols comme méthode de régénération des peuplements mélangés du domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'est du Québec, Canada. For. Chron. 76 : 653-663.

641. MARQUIS, D.A. 1965. Controlling light in small clearcuttings. Research paper NE-39, USDA, Forest service, Northeastern Forest Experiment Station.

642. MARQUIS, D.A. 1967. Clearcutting in northern hardwoods: results after 30 years. Research paper NE-85, USDA, Forest service.

643. MARQUIS, D.A. and J.C. BJORKHOM. 1982. Guidelines for evaluating regeneration before and after clearcutting Allegheny hardwoods. USDA For. Serv. Res. Note NE-307, 4 p.

644. MCMINN, R.G. 1985. Comparative productivity of seedbed, natural and planted regeneration following various site treatments in white spruce clearcuts. General Technical Report, Pacific Northwest Research Station, USDA Forest Service, N° PNW-194, 31-33, *In* The yield advantages of artificial regeneration at high latitudes. Proceedings of the sixth international workshop on forest regeneration (edited by Murray, M.J.).

645. NYLAND, R.D. and H.J. IRISH. 1971. Early response to clearcutting in northern hardwoods. NY State Univ., Coll. of Forestry, Applied For. Res. Inst., Res. Note 2, 1 p. Syracuse, NY.

646. NYLAND, R. D., ABRAHAMSON, L.P. et ADAMS, K.B. 1996. Clearcutting (Chap.13) and Shelterwood and seed-tree methods (Chap.14). Pages 262-313 in A. D. and J. M. Morriss, editor. Silviculture: concept and applications.

647. ROBERTS, M.R., DONG, H. 1993. Effects of soil organic layer removal on regeneration after clear-cutting a northern hardwood stand in New-Brunswick. Can. J. For. Res. 23 : 2093-2100.

648. ROBITAILLE, L. 1978. Résultats quinquennaux de plantation et de régénération naturelles du bouleau jaune, suite à une coupe rase avec et sans scarification. Symposium Feuillus spéciaux. Exposés. Institut national de la recherche agronomique, CNRF, Nancy, FRANCE, 147-157.

649. ROY, V., J.-C. RUEL et A.P. PLAMONDON. 2000. Establishment, growth and survival of natural regeneration after clearcutting and drainage on forested wetlands. Forest Ecology and Management 129 : 253-267.

650. RUEL, J.-C. 1998. Évolution de la régénération de peuplements résineux et mélangés au cours des 30 années après coupe à blanc mécanisée. For. Chron. 74 : 428-443.

651. SMITH, D.M. et A., P.M.S. 1993. Early dominance of pioneer hardwood after clearcutting and removal of advances regeneration. North. J. Appl. For. 10 : 14-19.

652. SMITH, H.C. 1981. Diameters of clearcut openings influence central appalachian hardwood stem development-a 10-year study. Pages 1-8.

653. SMITH, H.C. 1989. An esthetic alternative to clearcutting? Deferment cutting in eastern hardwoods. J. Forestry 87 : 14-18.

654. TRIMBLE, G.R. et H.C. SMITH, 1963. What happens to living cull trees left after heavy cutting in mixed hardwood stands? US Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Research Note NE-12. 6 p.

655. WALL, R.E. 1983. Early stand development after clear-cutting on the Cape Breton Highlands. Information report, Canadian Forestry Service, Department of Environment, Maritimes Forest Research Centre, Fredericton, New Brunswick, N° M-X-143.

656. WEBB, L.S. 1961. Clear cutting of pulpwood in the balsam fir spruce forest of Gaspé.15-24.

657. WILSON, R. W. JR, and V. S. JENSEN. 1954. Regeneration after clear-cutting. Second-growth northern hardwoods. Forest research notes: 3 p.

Coupe sélective et coupes partielles

658. ARCHAMBAULT, L., BÉGIN, J., DELISLE, C., FORTIN, M. 2003. Dynamique forestière après coupe partielle dans la Forêt expérimentale du Lac Édouard, Parc de la Mauricie, Québec. For. Chron. 79 : 672-684

659. BEAUDET, M., and C. MESSIER. 2002. Variation in canopy openness and light transmission following selection cutting in northern hardwood stands: an assessment based on hemispherical photographs. Agricultural and Forest Meteorology 110 : 217-228.

660. BEDARD, S., and Z. MAJCEN. 2001. Ten-year response of sugar maple-yellow birch-beech stands to selection cutting in Québec. Northern Journal of Applied Forestry 18:119-126.

661. CLINE M.L., B.F. HOFFMAN, M. CYR et W. BRAGG, 1991. Stand damage following whole-tree partial cutting in northern forests. Northern Journal of Applied Forestry 8 (2) : 72-76.

662. EYRE, F.H. ET W.M. ZILGITT. 1953. Partial cuttings in northern hardwoods of Lake Station: twenty years experimental results. USDA Tech. bull., 1076. 124 p.

663. HATCHER, R.J. 1961. Partial cutting balsam fir stands on the Epaule river watershed, Québec. Technical note 105, Canada, Department of forestry, Forest research branch.

664. LEES, J.C. 1963. Partial Cutting with Scarification in Alberta Spruce-Aspen Stand. Publ. Dep. For., Ottawa, N° 1001, p. 5-18.

665. LORIMER, C.G. 1983b. Eighty-year development of northern Red Oak after partial cutting in a mixed-species Wisconsin forest. For. Sci. 29(2) : 371-383.

666. MEEK, P., 1997. La mécanisation des coupes partielles dans les bétulaies mélangées. *Dans* : Méthodes d'exploitation et de régénération naturelle des forêts mélangées à dominance de bouleau à papier. Coopérative forestière des Hautes-Laurentides. Service canadien des forêts, Programme Essais, expérimentations et transfert technologique en foresterie, Projet no 4057. p 29-41.

667. MILLER, G.W. 1993. Financial aspects of partial cutting practices in Appalachian hardwoods. Res. Pap. NE-673. Radnor, PA : USDA For. Serv., Northeast. For. Exp. Stn. 16 p.

668. NICHOLS, M.T., R.C. LEMIN JR. et W.D. OSTROFSKY, 1994. The impact of two harvesting systems on residual stems in a partially cut stand of northern hardwoods. Canadian Journal of Forest Research 24 : 350-357.

669. QUAITE, J. 1956. Survival of White Spruce seedlings resulting from scarification in a partially cut mixedwood stand. Technical note, Department of Northern Affairs an National Resources, Forest Research Division, N° 44, 8 p.

670. SMITH, D. M., B. C. LARSON, and M. KELTY, KELTY J. Double-Cohort pure stands regenerated by partial cutting. Pages 347-419 in J. W. and S. inc., editor. The practice of silviculture applied forest ecology. Ninth Edition.

671. SOUGAVINSKI, S., and F. DOYON. 2002. La coupe avec rétention variable de la structure : résultats de recherche, expériences de mise en oeuvre et questions opérationnelles. Institut québecois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF).

672. STRONG, T.F., TECLAW, R.M. et ZASADA, J.C. Monitoring the effects of partial cutting and gap size on microclimate and vegetation responses in northern hardwood forests in Wisconsin.42-47.

673. THIBEAULT, D. 1995. Étude de l'effet de la coupe partielle sur la croissance des tiges résiduelles dans les bétulaies blanches 10 à 20 ans après coupe. Rapport préliminaire d'analyse dans le cadre du projet Université Lavl.

Éclaircie et élagage (thinning, incluant pre-commerciale et commerciale)

674. ALTHEN, F.W. V., WOOD, J.E., MITCHELL, E.G. et HOBACK, K. 1996. Recommendations for thinning yellow birch and sugar maple saplings in northeastern Ontario. Technical note 18, Frontline, Forestry research applications.

675. ANDERSON, H.W., B.D. BATCHELOR, C.M. CORBETT, A.S. CORLETT, D.T. DEUGO, C.F. HUSK and W.R. WILSON. 1990. «Effects of different intensities of Yellow birch and Sugar maple crop tree release». Forest Resources group, Min. of natural Resources, 178.

676. BASTIEN, Y., and H.-J. OTTO. 1998. La théorie des groupes: application aux éclaircies de futaie régulière. Rev. For. Fr. 3 : 251-262.

677. BELLA, I.E., and R.C. YANG. 1991. Should we thin young aspen stands? in I. S. N. and P. B. Chapman, editor. Aspen management for the 21st century, Edmonton, Alberta.

678. BERTRAND, V. et B., H. 1970. L'effet d'une coupe d'éclaircie dans un peuplement dense d'épinette et de sapin baumier âgé de 45 ans au sud-est de Québec. Mémoire 1, Gouv. du Québec, Ministère des terres et forêts, Service de la recherche.

679. BICKERSTAFF, A. 1946. The effect of thinning upon the growth and yield of aspen stands (for ten-year period after treatment). Can. Dep. Mines. Resour., Lands Parks For. Branch, Dom. For. Serv., Silvic. Res. Note 80. 30 p.

680. BILTOMEN, F.E., HILLSTROM, W.A. , STEINHIB, H.M. et GODMAN, R.M. 1976. Mechanized thinning of northern hardwood and pole stands, methods and economics. Research paper USDA, Forest service, North Central Forest Experiment Station.

681. BOLGHARI, H.A. 1990. Quelques aspects de la pratique de l'éclaircie commerciale dans les peuplements de pins gris et d'épinette noire du nord-ouest québecois. Page 97 in L'éclaircie commerciale et précommerciale, Amos.

682. BRAATHE, P. 1957. Definition of thinning. Pages 1-9 in Thinning in even-aged stands. A summary of European literature.

683. BRAATHE, P., 1957. Thinnings in even-aged stands. A summary of European litterature. Faculty of Forestry, University of New Brunswick, Fredericton. 92 p.

684. BROWN, J.L. 1994. Essais de différentes intensités d'éclaircie dans des pinèdes d'âges multiples situées dans la forêt d'expérimentation du Ruisseau-de-l'Indien (Circonscription de Pontiac), Québec. Mémoire de recherche forestière (RN94-3090) 250 p.

685. BRUHN, J.N., 1984. Damage to the residual stand resulting from mechanized thinning of northern hardwoods. *Dans* : Hardwood thinning opportunities in the Lake States. Proceedings of a Symposium, Escabana Michigan, April 20, 1984 (J.A. Sturos, Compilateur). USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, General Technical Report NC-113. p 74-84.

686. CAMIRÉ, C.É. BAUCE et A.D. MUNSON. 1997. L'éclaircie précommerciale. Dép. des sciences du bois et de la forêt. Université Laval. LE MÉMO. Septembre, 1 p.

687. CÔTÉ, J.-F. 1996. L'éclaircie précommerciale dans les tremblaies : éléments de réflexions. Le Bulletin du conseil du peuplier: 1 p.

688. DAY, M.W. 1958. Thinning aspen in the upper Michigan. Mich. Agric. Exp. Stn, Q. Bull. 41 : 311-320.

689. DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DU DÉVELOPPEMENT. 1986. L'éclaircie des plantations : une opération qui rapporte. Feuillet d'information. La foresterie sans détour. Série : Traitement des peuplements forestiers, décembre N° 1. MRNQ. 3 p.

690. DOUCET, R. 1990. Les travaux d'éclaircies précommeciale : la théorie. Textes des conférences présentées au colloque sur l'éclaircie commerciale et précommerciale à Amos les 7 et 8 juin 1990. O.I.F.Q., p. 28-47.

691. DOUCET, R., BOILY, J. 1996. Accroissement quinquennal de peuplements d'épinette noire soumis au dépressage. Min. Ress. nat. Note de recherche forestière (RN96-3089) 12 p.

692. DWYER, J.P., D.C. DEY and W.B. KURTZ. 1993. Profitability of precommercially thinning oak stump sprouts. North. J. Appl. For. 10(4) : 179-182.

693. ERDMANN, G.G. 1987. Methods of commercial thinning in even-aged northern harwood stands. Pages 191-210 in Managing northern hardwoods.

694. FILION, J. 1995. Protocole expérimental pour l'éclaircie des peuplements de tremble du Saguenay-Lac-St-Jean.

695. FOURNIER, M., C. BORDELEAU and M.R. ROBERGE. 1976. État d'une érablière rouge dix ans après éclaircie. Note technique. Fonds Rech. For. Université Laval.

696. GAGNON, M-N. 1998. À la recherche de l'éclaircie précommerciale optimale pour une qualité accrue du bois d'œuvre dans les sapinières. Feuillet d'information. La foresterie sans détour. Série récolte et utilisation des bois. MRNQ, N° 2, mars, 4 p.

697. GINGRICH, S.F. 1970. Effects of density, thinning, and species composition on the growth and yield of eastern hardwoods. Pages 26-35 in Foresters annual meeting, Philadelphia.

698. GODMAN, R.M., and D. A. MARQUIS. 1969. Thinning and pruning in young birch stands. In: Birch symposium proceedings. Durham, NH, USDA, Forest servive, Northeastern Forest Experiment Station.: 119-127.

699. GRANEY, D.L. 1983. Effects of thinning and fertilisation on growth of upland oak stands in the Boston mountains of Arkansas. 7 years results. pp. 269-274 *In* : Proc. 2nd biennal south. Sylv. Res. Conf. Gen. Tech., C.P. Jones.

700. HANNAH, P.R. 1978. «Growth of large yellow birch sapling following crop tree thinning». J. For., April, 222-223.

701. HUBBARD, J.W. 1972. Effects of thinning on growth and yield. Pages 126-130 *dans* Aspen Symp. Proc. USDA Forest Service, North. Cent. For. Exp. Stn, Gen. Tech. Rep. NC-1.

702. HUBERT, M. 1994. Élagage et taille de formation des arbres forestiers. 186-205.

703. HUOT, M., and F. SAVARD. 2001. Résultats de 15 ans de l'éclaircie précommerciale dans l'érablière à bouleau jaune à Duchesnay. Note de recherche N° 113. Forêts Québec, Direction de la recherche forestière. 18p.

704. HUOT, M. e. D., R. 1995. Mesure des effets réels des traitements sylvicoles. Éclaircies précommerciale et commerciale pour la production prioritaire de peuplier et de bouleau à papier. Rapport interne 394, Gouv. du Québec, Min. Ress. nat. Service de la recherche appliquée.

705. IQAFF. Guide de classification des peuplements feuillus selon leur potentiel de réponse à l'éclaircie précommerciale (rapport et/ou guide)

706. IQAFF. 2001. Étude de l'éclaircie précommerciale dans les jeunes peuplements de feuillus durs.

707. KER, M.F. 1987. Effects of spacing on balsam fir: 25-year results from the Green River spacing trials. In Precommercial thinning workshop, Hugh John Flemming Forestry Centre, Fredericton. Edited by Canadian Forestry Service.

708. LAMSON, N. I. et S., H.C. 1986. Precommercial treatments of 15 to 40 year old northern hardwood stands. Pages 160-175 in Managing northern hardwoods. Proc. silvicultural symp.

709. LEFFELMAN, L. J. and H., R.C. 1925. Studies of Connecticut hardwoods. The treatment of advance growth arising as a result of thinnings and shelterwood cuttings. New Haven 68 p.

710. LEGRIS, J., and G. COUTURE. 1999. L'éclaircie précommerciale au Québec dans un cadre d'aménagement durable des forêts. Ministère des Ressources naturelles. Direction de l'environnement forestier.

711. LUSSIER, J.-M. 1997. L'éclaircie : pourquoi et comment? Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. Conférence. 27 p.

712. MAJCEN, Z. 1997. Coupe de jardinage et coupe d'éclaircie commerciale dans cinq secteurs forestiers. Accroissement quinquennal en surface terrière et état de la régénération. Rapport interne 424, Gouvernement du Québec, Min. Ress. nat. Direction de la recherche forestière.

713. MÉRETTE, C. et M., J. 1989. Éclaircie précommerciale dans un jeune peuplement de feuillus tolérants (érablière à boj de 6 ans). Service des traitements sylvicoles.

714. MORRIS, D.M., C. BOWLING et S.C. HILLS. 1994. Growth and form responses to pre-commercial thinning regimes in aerially seeded jack pine stands: 5th year results. For. Chron. 70 : 780-787.

715. OSTROFSKY, W.D., R.S. SEYMOUR et R.C. LEMIN JR., 1986. Damage to northern hardwoods from thinning using whole-tree harvesting technology. Canadian Journal of Forest Research 16 : 1238-1244.

716. PERALA, D.A. 1978. Thinning strategies for aspen: a prediction model. USDA, Forest service, North Central Forest Experiment Station

717. POTHIER, P. 1996. Accroissement d'une érablière à la suite de coupe d'éclaircie : résultats de 20 ans. Can. J. For. Res. 26 : 543-549.

718. POTHIER, D. 1998. L'éclaircie commerciale dans les forêts résineuses…un outil d'aménagement souple et efficace. La Foresterie sans détour, Série Traitement des peuplements forestiers, N° 9, septembre. 4 p.

719. POTHIER, D., 2002. Twenty-year results of precommercial thinning in a balsam fir stand. Forest Ecology and Management, 168 : 177-186

720. PRÉGENT, G., 1998c. L'éclaircie des plantations. Min. Ress. nat. Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière N° 133. 38 p.

721. ROACH, B.A. 1977. A stocking guide for Allgheny hardwoods and its use controlling intermediate cuttings. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-373, 30 p.

722. ROBERGE, M.R. 1975. Éclaircie dans une érablière à hêtre en vue de produire du bois d'oeuvre de bouleau jaune. Naturaliste can. : 353-361.

723. ROBERGE, M.R. 1988. Effects of thinning, patch, clearcutting, site preparation, and planting on development of yellow birch in Quebec. North. J. Appl. For. 5 : 248-251.

724. ROBITAILLE, L., SHEEDY,G., RICHARD, Y. 1990. Effets de l'éclaircie précommerciale et de la fertilisation sur un gaulis de 10 ans à dominance de bouleau jaune. For. Chron. 66 : 487-493.

725. ROTH, E.R. 1956. Decay following thinning of sprout oak clumps. J. For. 54 : 26-30.

726. SABBAGH, P., LORENZETTI, F., POULIOT, R., DOYON, F. et NOLET, P. 2003. Optimisation des régimes d'éclaircie commerciale dans les pinèdes à pin blanc et pin rouge. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF) 70 p.

727. SERVICE D'EXTENSION EN FORESTERIE DE L'EST DU QUÉBEC. 1995. Le moment est-il venu d'éclaircir vos plantations de résineux? Feuillet d'information. Sylviculture N° 4, Oct. 4p.

728. SERVICE D'EXTENSION EN FORESTERIE DE L'EST DU QUÉBEC. 1996. L'éclaircie précommerciale résineuse, pourquoi la pratique-t-on ? Feuillet d'information. Sylviculture N° 5. Déc. 4 p.

729. SERVICE D'EXTENSION EN FORESTERIE DE L'EST DU QUÉBEC. 1996. Éclaircie et élagage, une combinaison qui peut s'avérer gagnante pour vos plantations de résineux. Feuillet d'information. Sylviculture N° 7, Juin. 4p.

730. SERVICE D'EXTENSION EN FORESTERIE DE L'EST DU QUÉBEC. 1997. L'élagage des résineux en plantation, un investissement à prendre au sérieux. Feuillet d'information. Sylviculture N° 6. Mars. 4 p.

731. STENEKER, G.A. 1964. Ten-year results of thinning 14- 19- and 23- year-old aspend to different spacings. Can. Dep. For., For. Res. Branch, Ottawa, Ontario. Dep. For. Publ. 1038. 22 p.

732. STENEKER, G.A. 1969. Multiple thinning in fourteen-year-old poplar, Porcupine Provincial Forest, Saskatchewan. Can. Dep. Fish. For., For. Branch, For. Res. Lab., Inf. Rep. MS-X-17. Non publié.

733. STENEKER, G.A. 1974. Thinning of trembling aspen (Populus tremuloides Michaux) in Manitoba. Information report NOR-X-122. Northern forest research centre. Canadian Forestry Service. Environment Canada, Edmonton, Alberta, Canada.

734. STENEKER, G.A. ET JARVIS, J.M. 1966. Thinning in trembling aspen stands, Manitoba and Saskatchewan. Can. Dep. For., Dep. For. Publ. 1140. 28 p.

735. STROEMPL, G. 1983. Thinning clumps of northern hardwood stump sprouts to produce high quality timber. MNR, Ontario Forest Research Institute, For. Res. Inf. Pap. N° 104.

736. VALSTA, L. 1986. Optimizing thinnings and rotation for mixed, even-aged pine-birch stands. Folia forestalia 666 : 23 p.

737. Winsauer, S.A. et J.A. Mattson, 1987. Harvesting alternatives for thinning northern hardwoods. *Dans* : Managing northern hardwoods. Proceedings of a silvicultural symposium, 23-25 Jjune 1986. Syracuse, New York. (R.D. Nyland, Éditeur). SUNY ESF Faculty of Forestry, Miscellaneous Publication no 13. p. 223 240.

738. ZARNOVICAN, R. 1998. Éclaircie précommerciale dans une jeune érablière à bouleau jaune : Résultats après 10 ans. Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Ress. nat. Can.

739. ZARNOVICAN, R. e. L., C. 1994. Réaction des principales essences feuillues à l'éclaircie de mise en lumière dans une érablière à bouleau jaune en Estrie. Rapport d'information LAU-X-109, Ress. nat. Can., Service canadien des forêts.

740. ZASADA, Z.A. 1952. Does it pay to thin young aspen ? J.For. 50 : 747-748.

Plantation, ensemencement

741. ANONYME. Converting hardwoods on poor sites to white pine by planting and direct seeding.1-19.

742. BERGERON, C. et P., G. 1982. Bilan des ensemencements aériens et terrestres réalisés par le M.E.R. sur les forêts publiques, 1974 à 1980. Gouvernement du Québec, Min. Éner. et ress. Services pépinières et reboisement.

743. BLOUIN D, et G. LESSARD, 1999 b. Remise en production par l'ensemencement aérien. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO). Rapport 99-07. 17 p. + 7 annexes.

744. CAUBOUE, M. 1988. Le reboisement au Québec. Choix des essences résineuses. CERFO, Min. Éner. et ress. Les publications du Québec.

745. COUNTRYMAN, D.W., R. BARDON and S. TATE. 1995. Economics of direct seeding northern red oak in southern Iowa. p. 23 *In* R.W. Teclaw (Ed.). Sixth Workshop on Seedling Physiology and Growth Problems in Oak Plantings. Rhinelander, Wisconsin, Sept. 18-20, 1995. USDA Forest Service, Northern Central Forest Experiment Station. General Technical Report NC-182.

746. DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DU DÉVELOPPEMENT. 1986. L'éclaircie des plantations : une opération qui rapporte. Feuillet d'information. La foresterie sans détour. Série: Traitement des peuplements forestiers, décembre N° 1. MRNQ. 3 p.

747. DOUCET, R. 1986. Effet du labour sur la croissance d'une plantation de pin gris. Min. Ress. nat. Note de recherche forestière (5330-31) 10 p.

748. FLEMING, R.L., MOSSA, D.S. 1994. Direct seeding of black spruce in northwestern Ontario: seedbed relationships. For. Chron. 70 : 151-158

749. FLEMING, R.L. and D.S. MOSSA. 1995. Result of aerial seeding black spruce on coarse-textured soils. Nat. Resour. Can., Canadian Forest Service-Ontario. Frontline Technical Note 46. 4p.

750. FRISQUE, G. 1975. Ensemencement de pin gris : Résultats quinquennaux. For. Chron.: 51-52.

751. GROOT, A., ADAMS, M.J. 1994. Direct seeding black spruce on peatlands: fifth-year results. For. Chron. 70 : 585-592

752. Groot, A., M.J. Adams and R.W. Arnup. 1994. Direct seeding black spruce on peatlands in Ontario. Nat. Resour. Can., Canadian Forest Service-Ontario. Frontline Technical Note 44. 4 p.

753. HOYLE, M.C. 1982. «Plantation Birch: What Works, What Doesn't». *Journal of Forestry*, 16-19.

754. JOBIDON, R. 2000. Les feuillus de lumière : une menace au succès des plantations d'épinette. L'Aubelle N° 133 avril-mai 3 p.

755. JOBIDON, R., 2000c. Effets d'une compétition de feuillus de lumière sur la croissance de l'épinette blanche en plantation. Le progrès forestier (été) p. 10-11.

756. JOBIDON, R. 1996. Quand faut-il dégager une plantation de conifères de la végétation de compétition. L' Aubelle: 17-19.

757. JOBIDON, R. 2000. Density-dependent effects of northern hardwood competition on selected environmental resources and young white spruce (Picea glauca) plantation growth, mineral nutrition, and stand structural development - a 5-year study. Forest Ecology and Management 130 : 77-97.

758. JOHNSON, P.S. 1984. Responses of planted northern Red Oak to three overstory treatments. Can. J. For. Res. 14 : 536-542.

759. JOHNSON, R.L. and R.M. KRINARD. 1987. Direct seeding of southern oaks — a progress report. pp. 10-16 *In* Proc. Fifteenth annual hardwood symposium of the hardwood research council, applying the latest research to hardwood problems. USDA Forest Service, Northeastern Area Station and Private Forest.

760. LARSON, M.M. 1980. Effects of atmospheric humidity and zonal soil water stress on initial growth of planted northern Red Oak seedlings. Can. J. For. Res. 10 : 549-554.

761. PRÉGENT, G., 1998c. L'éclaircie des plantations. Min. Ress. nat. Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière N° 133. 38 p.

762. PRÉGENT, G., 2001. Rendement accru et reboisement. Le progrès Forestier (hiver) : 38-39.

763. PUTMAN, W.E. et J.C. ZASADA. 1986. Direct seeding techniques to regenerate white spruce in interior Alaska. Can. J. For. Res. 16 : 660-664.

764. ROBITAILLE, L. 1978. Résultats quinquennaux de plantation et de régénération naturelles du bouleau jaune, suite à une coupe rase avec et sans scarification. Symposium Feuillus spéciaux. Exposés. Institut national de la recherche agronomique, CNRF, Nancy, FRANCE, 147-157.

765. ROBITAILLE, D. 1997. Le désherbage thermique, un moyen prometteur de réprimer la végétation concurrente dans les plantations de feuillus établies en friche agricole. L'Aubelle avril-mai 2 p.

766. RUEL, J.-C., P. BÉLANGER, R. JOBIDON et J.-P. ADAM. 1990. L'entretien de la régénération résineuse. L'Aubelle N° 75 février 10 p.

767. SMITHERS, L. A. 1964. Direct Seeding in eastern Canada. Pages 15-23 in Proceedings of the symposium on direct seeding in the northeast.

768. STIELL, W.M. 1981. L'épinette blanche : régénération artificielle au Canada. Rapport d'information FMR-X-85F, Ministère de l'environnement, Service canadien des forêts.

769. STROEMPL, G. 1987. Growth and quality of Red Oak planted in Red Pine plantation openings. For. Res. Rep. No. 117 Maple: Ont. Tree Improv. and For. Biomass Instit., Ont. MNR.

770. TRENCIA, J. 1996. Influence of seed position on first-year survival and growth of directly seeded northern Red Oak. Tree Planters' Notes 47(2) : 68-75.

771. VON ALTHEN, F.W. 1990. Guide relatif à la plantation des bois durs sur des terres agricoles abandonnées au sud de l'Ontario. Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Grands Lacs, Sault-Ste-Marie, 43 p.

772. WEIGEL, D.R. and P.S. JOHNSON. Failed northern Red Oak plantings in Indiana initially planted under a shelterwood. [MS].

Dégagement

773. BLOUIN D, G. LESSARD et B. MÉNARD. 1999. Suivi de travaux de dégagement de la régénération naturelle de bouleau jaune dans une érablière à bouleau jaune de l'Outaouais. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO). RAPPORT 99-08. 37 p., 5 annexes.

774. JOBIDON, R., CHARRETTE, L.1992. Dégagement mécanique et manuel de jeunes plantations de conifères : étude d'efficacité cinq ans après le traitement. Min. Ress. nat. Mémoire de recherche forestière (FQ92-3054) 30 p.

775. JOBIDON, R. et L. CHARETTE, 1997 [paru en 1998]. Effets, après 10 ans, du dégagement manuel simple ou répété et de la période de coupe de la végétation de compétition sur la croissance de l'épinette noire en plantation. Rev. can. rech. for. 27(12) : 1979-1991.

776. JOBIDON, R., 1998b. Dix ans de dégagement mécanique en plantation d'épinette noire. L'Aubelle N° 127 : 15-17.

777. JOBIDON, R., F. TROTTIER et L. CHARETTE, 1999. Dégagement chimique ou manuel de plantations d'épinette noire ? Étude de cas dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc au Québec. For. Chron. 76(6) : 973-979

Préparation de terrain et remise en production (scarifiage, drainage)

778. GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 1991. Guide de brûlage dirigé à des fins sylvicoles. Min. For. 59 p.

779. HATCHER, R.J. 1966. Yellow birch regeneration on scarified seedbeds under small canopy gaps. For. Chron. 42 : 350-358.

780. HORTON, K.W. et W., B.S.P. 1969. Experimental seeding of conifers in scarified strips. For. Chron. 45 : 22-29.

781. HUGHES, E.L. 1967. Studies in stand and seedbed treatment to obtain spruce and fir reproduction on the mixedwood slope type of northwestern Ontario. Can. Dep. For. Rural. Div., For. Branch., Ottawa, Ontario, Publ. N° 1189, 138 p.

782. IQAFF. 2001. Essai opérationnel de diverses méthodes de scarifiage intégrées aux opérations dans les trouées et mise en place d'un dispositif de suivi

783. JARVIS, J.M. 1957. Cutting and seedbed preparation to regenerate yellow birch, Haliburton County, Ontario. Can. Dept. N. Affairs Nat. Res., For. Res. Div. Tech. Note 53, 17 p.

784. JUTRAS, S., J. BÉGIN et A.P. PLAMONDON. 2002. Impact du drainage forestier après coupe sur la croissance de l'épinette noire en forêt boréale. Can. J. For. Res. 32 : 1585-1596

785. KOLABINSKY, V.S. 1994. Clear cutting alternative strips and scarifying in white spruce and white spruce-trembling aspen stands to induce natural white spruce regeneration, Manitoba and Saskatchewan. Natural Resources Canada, Canada Forest Service, Manitoba District Office, Winnipeg, Canada, 43 p.

786. LEES, J.C. 1963. Partial Cutting with Scarification in Alberta Spruce-Aspen Stand. Publ. Dep. For., Ottawa, N° 1001, p. 5-18.

787. MAN, R. et L., V.J. 1999. Effects of shelterwood and site preparation on microclimate and establishment of white spruce seedlings in a boreal mixedwood forest. For. Chron. 75:837-844.

788. NGUYEN-XUAN, T., BERGERON, Y., SIMARD, D., FYLES, J.W., PARÉ, D. 2000. The importance of forest floor disturbance in the early regeneration patterns of the boreal forest of western and central Quebec: a wildfire versus logging comparison. Can. J. For. Res. 30 : 1353-1364.

789. NOLET, P., DOYON, F. et BAUDET, M. 2000. Effets du jardinage avec trouées et du scarifiage sur la régénération des essences commerciales dans des peuplements de feuillus tolérants avec pin blanc. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF) 33 p.

790. NOLET, P., DOYON, F. et SOUGVINSKY, S. 2001. Guide pour la remise en production des sites à vocation bouleau jaune mal régénérés après coupe à diamètre limite et coupe progressive d'ensemencement dans la région de Lanaudière. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue (IQAFF) 43 p.

791. PLACE, I.C.M. 1955. The Influence of Seed-Bed Conditions on the Regeneration of Spruce and Balsam Fir. Department of Northern Affairs and National Resources, Forestry Research Division, Forestry Branch, Bulletin N° 117, 87 p.

792. PRÉVOST, M. 1992. Effets du scarifiage sur les propriétés du sol, la croissance des semis et la compétition: revue des connaissances actuelles et perspectives de recherches au Québec. Ann. Sci. For. 49 : 277-296.

793. PRÉVOST, M., 1997. Effects of scarification on seedbed coverage and natural regeneration after a group seed-tree cutting in a black spruce (Picea mariana) stand. Forest Ecology and Management 94 : 219-231.

794. PRÉVOST, M., 1997 Effets du scarifiage sur les propriétés du sol et l'ensemencement naturel dans une pessière noire à mousses de la forêt boréale québécoise. Can. J. For. Res. 26: 72-86

795. QUAITE, J. 1956. Survival of White Spruce Seedlings Resulting from Scarification in a Partially Cut Mixedwood Stand. Technical note, Department of Northern Affairs an National Resources, Forest Research Division, N° 44, 8 p.

796. ROBERGE, M.R. 1988. Effects of thinning, patch, clearcutting, site preparation, and planting on development of yellow birch in Quebec. North. J. Appl. For. 5 : 248-251.

797. ROY, V., PLAMONDON, A.P., BERNIER, P.-Y. 2000. Draining forested wetland cutovers to improve seedling root zone conditions. Scand. J. For. Res. 15 : 58 67.

798. ROY, V., J.-C. RUEL et A.P. PLAMONDON. 2000. Establishment, growth and survival of natural regeneration after clearcutting and drainage on forested wetlands. Forest Ecology and Management 129 : 253-267.

799. TREMBLAY, H. 1987. La préparation de terrain des traitements adaptés aux objectifs poursuivis. Feuillet d'information. La foresterie sans détour, Série reboisement, N° 2. Déc. 8 p.

800. TROTTIER, F. 1989. Le drainage forestier. OIFQ. L'Aubelle, N° 72, août, 7 p.

801. WALKER, N.R. et H.P. SIMS. 1984. Jack pine seed dispersal from slash and seedling performance on prepared seedbeds. Information Report NOR-X-259. Northern forest research centre, Canadian Forestry Service, Environment Canada.

802. TREMBLAY, H. 1987. La préparation de terrain des traitements adaptés aux objectifs poursuivis. Feuillet d'information. La foresterie sans détour, Série reboisement, N° 2. Déc. 8 p.

803. TROTTIER, F. 1989. Le drainage forestier. OIFQ. L'Aubelle, N° 72, août, 7 p.

804. WALKER, N.R. et H.P. SIMS. 1984. Jack pine seed dispersal from slash and seedling performance on prepared seedbeds. Information Report NOR-X-259. Northern forest research centre, Canadian Forestry Service, Environment Canada.

ANNEXE 8

CODES ET DÉFINITIONS DES TRAVAUX SYLVICOLES

D'après la liste des codes de traitements sylvicoles
(exercice 2003-2004) éditée par le MRNQ

Les traitements qui ne sont inclus dans la liste officielle des codes de traitements du MRNF ont un astérisque (*).

Les définitions des traitements sylvicoles proviennent, entre autres, des Instructions relatives (MRNQ, 2004) et du Dictionnaire de foresterie (OIFQ, 2000).

BR : **Brûlage dirigé :** Brûlage intentionnel de combustibles forestiers sur une superficie déterminée et dans des conditions prescrites aux fins d'aménagement.

CA : **Coupe d'assainissement :** Coupe des arbres morts, endommagés ou vulnérables, essentiellement afin d'éviter la propagation des parasites ou des pathogènes et ainsi assainir la forêt. Dans ce cas-ci, on peut aussi couper les arbres mal formés.

CAM : **Coupe d'amélioration :** Prélèvement d'arbres dans une futaie dégradée de structure jardinée, dont le diamètre est égal ou supérieur à celui qui est déterminé pour chaque essence, en augmentant ou en maintenant le pourcentage de la surface terrière des arbres de première qualité après traitement.

CB : **Coupe par bandes avec protection de la régénération et des sols :** Abattage ou récolte de la totalité des arbres d'essences commercialisables dont le DHP est supérieur à 10 cm, sur des bandes d'une largeur ne dépassant pas 60 m et dont la distance entre chaque bande est au moins égale à la largeur d'une bande coupée. L'objectif est de promouvoir la régénération et assurer la protection des stations vulnérables, des paysages, des habitats fauniques et de l'eau.

CDL : **Coupe à diamètre limite :** Récolte de tous les arbres marchands au-dessus d'un certain diamètre, qui, dans les peuplements mélangés, peut varier selon les essences.

CEA : **Coupe de préjardinage :** Récolte d'arbres choisis individuellement ou par petits groupes dans une futaie jardinée pour l'amener à une structure propice au jardinage, en assurant les soins culturaux nécessaires aux arbres en croissance et en favorisant l'installation de semis. Il nécessite la récolte des arbres en tenant compte de l'ensemble des essences, des classes de diamètre, de la vigueur et de la qualité des arbres se trouvant dans le peuplement. Le peuplement doit être amené à une structure propice au jardinage, en assurant les soins culturaux nécessaires aux arbres en croissance et en favorisant l'installation des semis.

CJ : **Coupe de jardinage par pied d'arbre :** Récolte périodique d'arbres choisis individuellement ou par petits groupes dans une futaie jardinée pour l'amener à une structure jardinée équilibrée ou pour maintenir une telle structure, tout en assurant les soins culturaux nécessaires aux arbres en croissance et en favorisant l'installation des semis. Elle nécessite la récolte des tiges en tenant compte de l'ensemble des classes de diamètre des arbres se trouvant dans le peuplement.

CJP : **Coupe de jardinage avec régénération par parquets :** Récolte d'arbres selon deux méthodes de coupe sur la même unité de superficie. Une partie du peuplement est traitée par le jardinage, qui correspond à la récolte périodique d'arbres choisis individuellement ou par petits groupes dans une futaie jardinée pour l'amener à une structure jardinée équilibrée ou pour maintenir une telle structure, tout en assurant les soins culturaux nécessaires aux arbres en croissance et en favorisant l'installation des semis. Par ailleurs, l'autre partie du peuplement est traitée par la coupe de régénération par parquets, qui correspond à la récolte de tous les arbres ayant un diamètre marchand dans des ouvertures variant de 1 à 2 ha. Cette dernière coupe favorise la régénération d'essences peu tolérantes à l'ombre. Elle est proposée ici dans le but de favoriser le BOJ. À long terme, cette superficie sera aménagée sous un régime d'aménagement équienne.

CJT : **Coupe de jardinage avec régénération par trouées :** Récolte d'arbres selon deux méthodes de coupe sur la même unité de superficie. Une partie du peuplement est traitée par le jardinage, qui correspond à la récolte périodique d'arbres choisis individuellement ou par petits groupes dans une futaie jardinée pour l'amener à une structure jardinée équilibrée ou pour maintenir une telle structure, tout en assurant les soins culturaux nécessaires aux arbres en croissance et en favorisant l'installation des semis. Par ailleurs, l'autre partie du peuplement est traitée par la coupe de régénération par trouées, qui correspond à la récolte de tous les arbres ayant un diamètre marchand dans des trouées variant de 500 à 1500 m^2. Cette dernière coupe favorise la régénération d'essences peu tolérantes à l'ombre. Elle est proposée ici dans le but de favoriser le BOJ.

CPE : **Coupe progressive d'ensemencement :** Méthode d'aménagement d'un peuplement de structure régulière, parvenu à maturité, qui consiste à extraire les arbres par étapes. La première intervention ouvre le couvert pour permettre l'établissement de la régénération naturelle en sous-bois à partir de semences provenant des arbres dominants et codominants conservés comme semenciers, tout en limitant la croissance de la végétation concurrente. Une deuxième intervention peut être nécessaire pour atteindre de meilleures dimensions. La coupe finale récolte le reste du peuplement une fois la régénération bien établie.

Coupe progressive par trouées * : Modalités d'exécution du mode de régénération par coupes progressives d'ensemencement où le couvert est entrouvert au moyen de coupes par trouées assez uniformément réparties, puis élargies par les coupes suivantes, au fur et à mesure du développement de la régénération, donnant un peuplement plus ou moins équienne et régulier.

Coupe progressive irrégulière * **:** Modalités d'exécution du mode de régénération par coupes progressives d'ensemencement où l'on ouvre le couvert de façon graduelle mais irrégulière, généralement par trouées, et avec une coupe définitive souvent par bandes, produisant un peuplement d'âge très mêlé et irrégulier.

CPHR : **Coupe avec protection de la haute régénération :** Récolte dont le principe est essentiellement de protéger la haute régénération préétablie. La haute régénération est constituée dans ce cas-ci, de toutes les tiges d'essences commerciales ayant un DHP inférieur ou égal à 8 cm.

CPPTM : **Coupe avec protection des petites tiges marchandes :** Récolte dont le principe est essentiellement de protéger les petites tiges marchandes. Cette dernière a des tiges de 10 à 18 cm de DHP, dépendamment des essences concernées.

CPRS : **Coupe avec protection de la régénération et des sols :** Récolte dont le principe est essentiellement de protéger la régénération préétablie et les sols lors des opérations de récolte. Dans ce cas-ci, tous les arbres dont le diamètre est au moins égal à celui qui est déterminé pour chaque essence sont récoltés, en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne pas endommager la régénération préétablie et en minimisant les perturbations du sol.

CRR : **Récolte de rémanents et de bois de rebus :** Récupération de bois sur pied généralement laissé en place après une coupe, et formant un peuplement de faible densité.
Il est de plus considéré sans valeur compte tenu de la qualité des tiges, la dimension des tiges ou les essences présentes.

CRS : **Coupe avec protection de la régénération et des sols avec réserves de semenciers :** Mode de régénération d'un peuplement forestier de structure régulière ayant atteint l'âge d'exploitabilité, qui consiste à couper tous les arbres à l'exception d'un petit nombre de tiges bien dispersées ou en petit groupe servant à la production de graines, afin de générer une nouvelle classe d'âge dans un micro-environnement complètement exposé. Par extension, récolte dans un peuplement d'arbres ayant atteint l'âge d'exploitation, en laissant sur pied des arbres dominants ou codominants, soit sous forme d'individus dispersés, soit en petits groupes, dans le but de favoriser l'établissement de la régénération naturelle produite à partir de semences provenant de ces arbres. Ces derniers seront récoltés lorsque la régénération sera établie de façon satisfaisante.

Coupe de succession * : Récolte des essences non désirées de l'étage supérieur, tout en préservant la régénération en sous-étage et en favorisant une amélioration du peuplement quant aux essences principal objectif.

CT : **Coupe à blanc totale :** Méthode de coupe qui comprend l'abattage et l'enlèvement complets d'un peuplement.

CTR : **Coupe par trouées avec protection de la régénération et des sols :** Récolte de tous les arbres ayant un diamètre marchand, sur des trouées dont la dimension maximale est de 5 000 m^2.

Débroussaillage sous couvert * : Élimination de la régénération préétablie composée d'essences indésirables pour faire place à l'installation de la régénération en essences désirées en présence d'un couvert forestier.

DPC: **Dégagement des plantations par voie chimique :** Traitement visant à libérer par l'action de phytocides les jeunes plants de la végétation concurrente indésirable qui les domine, de manière à faciliter leur croissance.

DPM : **Dégagement des plantations par voie mécanique :** Traitement visant à libérer de manière mécanique (en favorisant l'usage de la débroussailleuse plutôt que la scie mécanique) les jeunes plants de la végétation concurrente indésirable qui les domine, de manière à faciliter leur croissance.

DRC : **Dégagement de la régénération naturelle par voie chimique :** Traitement visant à libérer par l'action de phytocides les jeunes arbres d'origine naturelle de la végétation concurrente indésirable qui les domine, de manière à faciliter leur croissance.

DRM : **Dégagement de la régénération naturelle par voie mécanique :** Traitement visant à libérer de manière mécanique (en favorisant l'usage de la débroussailleuse plutôt que la scie mécanique) les jeunes arbres d'origine naturelle de la végétation concurrente indésirable qui les domine, de manière à faciliter leur croissance.

DR : **Drainage :** Creusage de fossés pour diminuer l'humidité du sol par l'écoulement de l'eau de surface et d'infiltration, afin d'améliorer la croissance des arbres et l'établissement de la régénération naturelle et artificielle.

EC : **Éclaircie commerciale :** Coupe partielle ou méthode d'espacement pratiquée dans un peuplement de structure régulière qui n'a pas atteint l'âge d'exploitabilité, destinée à accélérer la croissance des arbres restants, et qui produit du bois de dimensions marchandes dont la valeur est au moins égale à celle des coûts directs de la récolte. Dans ce cas-ci, c'est la récolte d'arbres de dimension commerciale, de qualité moindre ou qui nuisent aux arbres de qualité supérieure dans les étages dominants et codominants, d'un peuplement forestier ayant une structure régulière et encore en âge de réagir favorablement. Le traitement a pour but non seulement d'accélérer l'accroissement des arbres restants, mais aussi d'améliorer la qualité du peuplement.

Éclaircie intermédiaire *: Dégagement des tiges d'avenir grâce à l'élimination de la compétition ligneuse et la récolte d'une partie de volume marchand (entre 5 et 20 m^3/ha), dans un peuplement trop dense dont le stade de développement moyen se situe entre le gaulis et le perchis.

EPC : **Éclaircie précommerciale : Abattage des tiges qui nuisent à la croissance des arbres choisis dans un peuplement forestier immature, destiné à régulariser l'espacement des arbres, à accélérer leur accroissement en diamètre et, par une sélection convenable, à améliorer la moyenne de leur forme.**

ENR : **Enrichissement :** Augmentation du pourcentage d'essences ou de génotypes souhaités ou de la biodiversité d'une forêt par la plantation intercalaire. Par extension dans ce cas-ci, le traitement consiste à introduire ou augmenter le nombre de tiges d'essences d'ombre dans un peuplement afin d'améliorer la qualité de la régénération présente et du peuplement de l'espèce désirée (plantation sous couvert). Ce traitement peut également viser la plantation d'essences telles que les épinettes et le pin blanc, afin de minimiser les risques d'attaque par le charançon du pin blanc.

ENS : **Ensemencement** : Dissémination de graines dans un processus de régénération.

FER : **Fertilisation : Ensemble des techniques consistant à amender un sol dans le but d'augmenter sa capacité de production, au moyen d'engrais chimiques ou organiques.**

PL? : **Plantation :** Mise en terre de jeunes plants à racines nues (**PLN**), en récipients (**PLR**) ou des boutures (**PLB**) pour la production de matière ligneuse.

Plantation sous-couvert * : Implantation d'une régénération sous couvert par la plantation de jeunes plants ou des boutures, à raison de 1 665 à 2 200 plants de pins / ha (essentiellement pour le PIB).

PRT : **Préparation de terrain :** Opération qui consiste à rendre le terrain favorable à la mise en terre d'une quantité optimale de plants dans des microsites propices au reboisement ou à favoriser l'implantation d'une régénération naturelle.
La préparation de terrain comprend l'une des quatre opérations suivantes : le scarifiage, le déblaiement, le labourage suivi du hersage et le brûlage dirigé à plat.

RP? : **Regarni de plantation** avec des plants de racines nues (**RPN**) ou en récipients (**RPR**) ou avec des boutures (**RPB**) : Réfection des plantations là où le reboisement artificiel n'a pas permis d'atteindre une densité adéquate. Dans ce cas-ci, mise en terre de plants pour la production de matière ligneuse, de façon à compléter le nombre d'arbres en essences désirées pour qu'ils atteignent entre 1 500 et 2 200 plants/ha (pour les résineux) dans les forêts publiques.

RR? : **Regarni d'un peuplement d'origine naturelle** avec des plants de racines nues (**RRN**) ou en récipients (**RRR**) ou avec des boutures (**RRB**) : Mise en terre de plants sur une superficie de terrain où la régénération naturelle est insuffisante, afin d'obtenir un nombre d'arbres uniformément distribués en essences principales sur cette superficie, et plus précisément un CD supérieur à 10 % de celui du peuplement précédent.

SCA : **Scarifiage :** Ameublement du sol, dans le but de favoriser la régénération. Il doit en résulter un sol minéral mis à nu ou un mélange de sol minéral et de sol organique. Le scarifiage peut avoir lieu sous couvert dans le cas d'une coupe partielle.

Taille de formation et élagage en plantation* : La taille de formation vise à donner rectitude et solidité à l'arbre en formant des cimes et en éliminant les branches problématiques de façon à obtenir une forme satisfaisante et une longueur optimale de bille droite. L'élagage vise l'élimination des branches basses dans le but de réduire la formation de nœuds dans le bois et augmenter la qualité du bois.

Taille de formation et élagage en forêt naturelle* : La taille de formation vise à donner rectitude et solidité à l'arbre en formant des cimes et en éliminant les branches problématiques de façon à obtenir une forme satisfaisante et une longueur optimale de bille droite. L'élagage vise l'élimination des branches basses dans le but de réduire la formation de nœuds dans le bois et augmenter la qualité du bois.

TPS : **Élagage phytosanitaire :** Coupe des tiges ou élagage des branches affectées par une maladie (ex : rouille vésiculeuse du pin blanc) ou un insecte (ex : charançon du pin blanc) afin d'enrayer la maladie ou l'insecte ravageur.

ANNEXE 9

PHOTOS DES STATIONS

COMPLEXE SUR PENTE F (01-penteF)

Source : Carl Thériault, **CERFO**

COMPLEXE SUR PENTE E (02-penteE)

Source : Carl Thériault, **CERFO**

COMPLEXE SUR DÉPÔT MINCE, EN PENTE D (03-minceD)

Source : Carl Thériault, **CERFO**

COMPLEXE SUR DÉPÔT ÉPAIS, EN PENTE D (04-MS22D)

Source : Carl Thériault, **CERFO**

COMPLEXE SUR DÉPÔT MINCE, EN PENTE DOUCE (05-mince)

Source : Carl Thériault, **CERFO**

COMPLEXE SUR DÉPÔT ÉPAIS, DE TEXTURE GROSSIÈRE ET DE DRAINAGE MÉSIQUE AVEC FORTE PIERROSITÉ, EN PENTE DOUCE (06-RE21R)

Source : Carl Thériault, **CERFO**

PESSIÈRE NOIRE À SPHAIGNES SUR DRAINAGE HYDRIQUE OMBROTROPHE (07-RE39)

Source : Carl Thériault, **CERFO**

COMPLEXE RÉSINEUX SUR DRAINAGE HYDRIQUE MINÉROTROPHE (08-RE38)

IMAGE : NON DISPONIBLE

PESSIÈRE NOIRE SUR DRAINAGE SUBHYDRIQUE (09-RE25)

Source : Carl Thériault, **CERFO**

SAPINIÈRES SUR DRAINAGE SUBHYDRIQUE (10-RS25)

IMAGE : NON DISPONIBLE

COMPLEXE SUR DRAINAGE MÉSIQUE AVEC SEEPAGE (11-seepage)

IMAGE : NON DISPONIBLE

SAPINIÈRE À BOULEAU BLANC SUR DÉPÔT ÉPAIS, DE TEXTURE MOYENNE ET DE DRAINAGE MÉSIQUE, EN PENTE DOUCE (12-MS22)

Source : Carl Thériault, **CERFO**

SAPINIÈRE À ÉPINETTE NOIRE SUR DÉPÔT ÉPAIS, DE TEXTURE MOYENNE ET DE DRAINAGE MÉSIQUE, EN PENTE DOUCE (13-RS22)

Source : Carl Thériault, **CERFO**

Source : Guy Lessard, **CERFO**

PESSIÈRE NOIRE SUR DÉPÔT ÉPAIS, DE TEXTURE MOYENNE ET DE DRAINAGE MÉSIQUE, EN PENTE DOUCE (14-RE22)

Source : Carl Thériault, **CERFO**

COMPLEXE RÉSINEUX SUR DÉPÔT ÉPAIS, DE TEXTURE GROSSIÈRE ET DE DRAINAGE MÉSIQUE, EN PENTE DOUCE (15-RE21)

Source : Guide de reconnaissance des types écologiques des régions écologiques 5b et 5c (MRNFP)