



Fiches d'aide à la décision

pour les traitements sylvicoles
au Québec

Coordination

Jacques Gravel, ing.f., Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers

Rédaction

Pierre Beaupré, ing.f., Jacques Gravel, ing.f. et Ian Latrémouille, ing.f., Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers

Martin Barrette, ing.f., M. Sc.; Steve Bédard, ing.f., M. Sc.; Martin-Michel Gauthier, ing.f., Ph. D.; François Guillemette, ing.f., M. Sc.; François Hébert, biol., Ph. D.; Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.; Guy Prigent, ing.f., M. Sc.; Marcel Prévost, ing.f., Ph. D.; Patricia Raymond, ing.f., Ph. D.; Nelson Thiffault, ing.f., Ph. D. et Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc., Direction de la recherche forestière

Collaboration

Denis Cormier, Sylvie Delisle, Lyne Giasson et Nathalie Laurencelle

Production

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière, Québec, novembre 2016

Pour plus de renseignements

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

5700, 4^e Avenue Ouest

Québec (Québec) G1H 6R1

Téléphone : 418 627-8609

Ligne sans frais : 1 844 523-6738

Télécopieur : 418 644-6513

services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

DAEF2-0088

Cette publication, conçue pour une impression recto verso, est uniquement accessible en ligne à l'adresse suivante : <http://mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/fiche-aide-decision-traitements-sylvicoles.jsp>

Référence : MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2016). *Fiches d'aide à la décision pour les traitements sylvicoles au Québec*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 109 p.

Mots clés : arbre, bande, cohorte juxtaposée, CPRS, CPHRS, CPPTM, coupe de jardinage, coupe progressive, coupe progressive irrégulière, coupe totale, déblaiement, dégagement, éclaircie, éclaircie précommerciale systématique, éducation, enrichissement, feuillu, forêt, gestion, mixte, nettoyage, plantation uniforme, prescription, procédé de régénération, protection, Québec, regarni, régénération, résineux, scarifiage, site, structure irrégulière, structure jardinée, structure régulière, sylviculture, traitement sylvicole, trouées

Key words: artificial regeneration, cleaning, clearing, cutover, crop tree release, cutting, cutting with regeneration and soil protection, deciduous tree, education, enrichment, fill planting, forest, gardened structure, group-selection cut, hardwood, harvesting with protection of small merchantable stems, irregular structure, irregular shelterwood cutting, juxtaposed cohort, management, mixedwood, planting, precommercial thinning, prescription, Quebec, regeneration, regular structure, reproduction method, resinous, scarification, selection cutting, shelterwood cutting, silviculture, site, softwood, stand, treatment, uniform planting

© Gouvernement du Québec

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2016

ISBN : 978-2-550-77119-7

Table des matières

Introduction	1
1. Traitements du site	3
- Déblaiement	5
- Scarifiage	9
- Bibliographie – Déblaiement et scarifiage	15
2. Traitements de régénération artificielle	17
- Plantation uniforme de résineux	19
- Regarni et l'enrichissement de résineux	23
- Bibliographie – Plantation, regarni et enrichissement	27
3. Traitements d'éducation	29
- Dégagement et le nettoyage mécaniques de peuplements résineux	31
- Éclaircie précommerciale systématique de peuplements résineux	35
- Éclaircie précommerciale par puits de lumière de peuplements feuillus	39
- Éclaircie précommerciale par puits de lumière de peuplements résineux	43
- Éclaircie commerciale	47
- Bibliographie – Dégagement et nettoyage, éclaircie précommerciale et éclaircie commerciale	51
4. Procédés de régénération	55
4.1 Menant à une structure régulière	55
- Coupes totales	57
- Bibliographie – Procédés de régénération menant à une structure régulière	61
4.2 Menant à une structure irrégulière	63
- Coupe avec protection des petites tiges marchandes	65
- Coupe progressive irrégulière à couvert permanent de peuplements feuillus	69
- Coupe progressive irrégulière à couvert permanent de peuplements résineux	73
- Coupe progressive irrégulière à couvert permanent de peuplements mixtes	77
- Coupe progressive irrégulière à régénération lente des peuplements feuillus	81
- Coupe progressive irrégulière à régénération lente des peuplements résineux	85
- Coupe progressive irrégulière à régénération lente des peuplements mixtes	89
- Bibliographie – Procédés de régénération menant à une structure irrégulière	93
4.3 Menant à une structure jardinée	97
- Coupes de jardinage avec gestion par arbres	99
- Coupes de jardinage par trouées et par bandes	103
- Bibliographie – Procédés de régénération menant à une structure jardinée	107

Introduction

En 2013, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs a publié le *Guide sylvicole du Québec* qui rassemble en trois tomes toutes les connaissances scientifiques utiles au sylviculteur. Le tome 2 du guide, intitulé *Les concepts et l'application de la sylviculture*, présente plus particulièrement les assises scientifiques des traitements sylvicoles. En complément d'information à ce deuxième tome, les spécialistes du Ministère ont préparé des fiches d'aide à la décision sur les traitements sylvicoles les plus couramment utilisés au Québec. Ces fiches donnent au lecteur une perspective plus opérationnelle des traitements dans le contexte du diagnostic sylvicole et de l'élaboration d'une prescription sylvicole.

Actuellement, 18 fiches d'aide à la décision ont été produites. Elles sont regroupées dans le présent document par catégorie de traitements sylvicoles. Une bibliographie est présentée à la fin de chaque catégorie. Chacune des fiches est divisée en trois grandes sections :

- les définitions, les résultats escomptés ainsi que les bénéfices et les risques;
- le cheminement diagnostique;
- la prescription sylvicole.

Les fiches d'aide à la décision s'adressent plus particulièrement aux ingénieurs forestiers qui sont responsables du diagnostic sylvicole et de la prescription sylvicole (sylviculteur). Elles peuvent servir d'outils pédagogiques auprès des aménagistes forestiers, des étudiants et des praticiens en devenir. Les renseignements qu'on y trouve peuvent aussi servir aux techniciens forestiers qui font les inventaires de diagnostic sylvicole ou encore les suivis et les contrôles des traitements sylvicoles.

Le contenu des fiches est évolutif, puisque l'information qu'on y trouve est mise à jour au besoin en fonction des nouvelles connaissances. Le lecteur peut consulter les dernières versions mises en ligne sur le site Web du Ministère :

<http://mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/fiche-aide-decision-traitements-sylvicoles.jsp>.

1. Traitements du site

Le déblaiement

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Jacques Gravel, ing.f.*, Marcel Prévost, ing.f., Ph. D. et Nelson Thiffault, ing.f., Ph. D.

Révision : Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

Le déblaiement est un traitement sylvicole qui consiste à entasser les résidus de coupe en andains ou en tas dans le but de faciliter la plantation, de rendre possible le scarifiage ou de faciliter les traitements d'éducation.

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 20 ans

- Généralement, la surface du sol est légèrement travaillée (*screefing*).
- Les conditions de déplacement des travailleurs sont meilleures et plus sécuritaires, facilitant la réalisation des traitements de scarifiage, de plantation, d'éducation et d'entretien.

20 ans et plus

- La circulation de la machinerie (abattage et débardage) est facilitée lors des éclaircies commerciales.

Bénéfices et risques

Le déblaiement peut :

- augmenter l'efficacité des travaux de plantation et d'entretien;
- améliorer la productivité en augmentant le nombre de microsites propices et en optimisant l'utilisation de l'espace;
- permettre l'établissement et la croissance d'une régénération qui répond aux objectifs d'aménagement;
- provoquer le lessivage des éléments minéraux et modifier le drainage;
- stimuler l'émergence de la végétation concurrente dans certaines stations;
- endommager les arbres résiduels;
- augmenter la diversité des espèces végétales.



Le déblaiement sous forme d'andains permet une gestion efficace des débris de coupe.

Photo : N. Thiffault

* Auteur à contacter pour avoir plus de renseignements : jacques.gravel@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Établissement de la régénération	
<ul style="list-style-type: none"> Absence de microsite propice au reboisement ou à l'ensemencement. 	<ul style="list-style-type: none"> Abondance de débris ligneux et d'obstacles. Forte présence de végétation concurrente.
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> Absence de régénération d'arbres d'avenir d'essences désirées (AAED). 	<ul style="list-style-type: none"> Abondance de débris ligneux. Forte présence de végétation concurrente.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> Ralentissement de la croissance des AAED jusqu'à ce qu'elle stagne. Éventuellement, mortalité accrue des AAED. 	<ul style="list-style-type: none"> Compétition avec la végétation concurrente pour la lumière, l'eau et les nutriments entraînant un manque de ressources disponibles pour les AAED.
Productivité du site	
<ul style="list-style-type: none"> Humidité du sol trop élevée (traficabilité limitée). Température du sol trop basse. Faible disponibilité des nutriments. 	<ul style="list-style-type: none"> Humus trop épais. Forte présence de végétation concurrente.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Milieu physique : 2 à 6. Éviter les sites très humides.
- Risque faible ou modéré d'érosion :

Longueur de la pente arrière	Inclinaison			
	4-8 %	9-15 %	16-30 %	> 30 %
> 200 m	Risque modéré	Risque élevé	Risque élevé	Risque élevé
100-200 m	Risque modéré	Risque modéré	Risque élevé	Risque élevé
50-100 m	Risque faible	Risque modéré	Risque modéré	Risque modéré
< 50 m	Risque faible	Risque faible	Risque faible	Risque modéré

■ Risque élevé
 ■ Risque modéré
 ■ Risque faible

- Favoriser les topographies où la direction de l'écoulement de l'eau de pluie ou de fonte est divergente. Éviter les directions d'écoulement convergentes où l'écoulement est canalisé.
- Inégalité du terrain : de très égal à inégal.
- Lorsque nécessaire, faire le déblaiement sur un sol gelé afin de limiter le risque de décapage.

Peuplement

- L'abondance des débris ligneux dicte le besoin de faire ce traitement, notamment dans les peuplements mélangés.
- Les souches sont basses (< 60 cm).
- La quantité d'arbres rémanents sur pied est faible (< 2 m²/ha) s'il s'agit d'un déblaiement en plein.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Estimer les risques d'érosion en topographie accidentée.
- Quantifier les débris ligneux au sol (abondance et distribution).
- Localiser les îlots d'exclusion (ex. : superficie non traitable, régénérée).

Peuplement

- Historique du peuplement (ex. : peuplement précédent, traitements sylvicoles, perturbations, saison et procédé de récolte).
- Hauteur des souches, surtout si la récolte a été faite en hiver.

- Caractériser la végétation concurrente (ex. : hauteur) par groupe d'espèces indicatrices (GEI). Le déblaiement favorise la multiplication de la végétation concurrente, dont la stratégie de reproduction repose sur les banques de graines et le drageonnement.

Arbre

- Déterminer la quantité minimale adéquate d'AAED dans les îlots d'exclusion.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Sur sol non gelé : de mai à novembre.
- Sur sol gelé : de janvier à mars.
- Afin de mieux maîtriser certains types de végétation concurrente, **tenir compte de leur autécologie pour le choix de la saison au cours de laquelle se fait le traitement** (ex. : pour la maîtrise des PEU, préparer le terrain entre juin et août).
- Prévoir la possibilité de suspendre les travaux durant les périodes de chasse (à l'ours au printemps et aux cervidés à l'automne).

Productivité

- Débusqueuse avec pelle râteau : 0,36 ha/HMPv.
- Buteur : 0,34 ha/HMPv.
- Excavatrice : 0,3 ha/HMPv.
- Peut être influencée par :
 - la quantité de déchets de coupe;
 - la quantité de broussailles;
 - la hauteur des souches;
 - la pente.

Technique

- Vérifier la disponibilité de la machinerie dans la région.
- Éviter le décapage de la matière organique.
- Utiliser le déblaiement sur sol gelé pour limiter le risque de décapage.
- Orienter les andains perpendiculairement aux chemins.
- Minimiser la perte de superficie productive, par exemple en tenant compte de l'espacement prévu entre les rangées de plants.
- La hauteur des souches, surtout des feuillus, doit être faible (< 60 cm). La hauteur tolérée dépend de la garde au sol (dégagement minimal) sous l'engin forestier. Normalement, la garde au sol d'une débusqueuse est plus élevée que celle d'un buteur.

B. Les directives opérationnelles

Décrire les exigences relatives aux éléments suivants :

- microsites propices (description, nombre/ha);
- spécification des andains (forme, disposition, largeur maximale, taux d'occupation);
- décapage du sol;
- compactage du sol;
- gestion des déchets (ex. : huile, contenants);
- remise en état des chemins d'accès abîmés lors du traitement;
- autres directives.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.
- Respect du Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État (cours d'eau et empilement).

Suivi d'efficacité

- Deux ans après le traitement : taux de recouvrement et hauteur par type de végétation concurrente.



Photo : FPIInnovation

L'utilisation d'une lame en forme de peigne, montée sur une débusqueuse, est la méthode la plus utilisée au Québec lors des travaux de déblaiement en plein.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

5700, 4^e Avenue Ouest

Québec (Québec) G1H 6R1

Ligne sans frais : 1 844 523-6738

Télécopieur : 418 644-6513

services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

Le scarifiage

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Jacques Gravel, ing.f.*, Marcel Prévost, ing.f., Ph. D. et Nelson Thiffault, ing.f., Ph. D.
Révision : Catherine Larouche, ing.f., Ph. D., Denis Cormier, ing.f., M. Sc.

Définition

Le scarifiage est un traitement sylvicole manuel ou mécanisé qui consiste à perturber la couche d'humus et la basse végétation concurrente afin d'ameublir le sol minéral et de le mélanger à la matière organique.

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- La création de microsites favorables à l'établissement d'une régénération naturelle ou artificielle grâce à l'augmentation de la réceptivité des lits de germination, de la température du sol et de la disponibilité des ressources (ex. : lumière, eau, nutriments).
- La maîtrise initiale de la végétation concurrente.
- L'amélioration de l'établissement, de la survie et de la croissance des semis naturels ou des plants d'essences désirées.

De 5 à 20 ans

- Un peuplement dominé par les essences désirées.
- La croissance soutenue des arbres d'avenir d'essences désirées (AAED).
- Une accélération de la minéralisation de la matière organique.

20 ans et plus

- L'augmentation de la production ligneuse en essences désirées.

Bénéfices et risques

Le scarifiage peut :

- augmenter l'efficacité des travaux de plantation et d'entretien;
- améliorer la productivité en augmentant le nombre de microsites propices et en optimisant l'utilisation de l'espace;
- permettre l'établissement et la croissance d'une régénération qui répond aux objectifs d'aménagement;
- provoquer le lessivage des éléments minéraux et modifier le drainage;
- stimuler l'émergence de la végétation concurrente dans certaines stations;
- augmenter la diversité des espèces végétales.



Le scarifiage à disques crée des sillons le long desquels les plants sont mis en terre.

Photo : FPinnovations

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Établissement de la régénération	
<ul style="list-style-type: none"> Absence ou insuffisance de microsites propices au reboisement ou à l'ensemencement. 	<ul style="list-style-type: none"> Abondance de débris ligneux et d'obstacles. Forte présence de végétation concurrente. Présence d'une couche d'humus peu favorable à la germination des AAED.
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> Absence ou insuffisance de régénération d'arbres d'avenir d'essences désirées (AAED). 	<ul style="list-style-type: none"> Abondance de débris ligneux. Forte présence de végétation concurrente. Présence d'une couche d'humus peu favorable à la germination des AAED.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> Ralentissement de la croissance des AAED jusqu'à ce qu'elle stagne. Éventuellement, mortalité accrue des AAED. 	<ul style="list-style-type: none"> Compétition avec la végétation concurrente pour la lumière, l'eau et les nutriments entraînant un manque de ressources disponibles pour les AAED.
Productivité du site	
<ul style="list-style-type: none"> Humidité du sol trop élevée. Température du sol trop basse. Faible disponibilité des nutriments. 	<ul style="list-style-type: none"> Processus de paludification. Présence d'une épaisse couche d'humus. Forte présence de végétation concurrente.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Risque faible ou modéré d'érosion. Le tableau suivant établit le risque d'érosion en fonction de la pente :

Longueur de la pente arrière	Inclinaison			
	4-8 %	9-15 %	16-30 %	> 30 %
> 200 m	Risque modéré	Risque modéré	Risque élevé	Risque élevé
100-200 m	Risque modéré	Risque modéré	Risque élevé	Risque élevé
50-100 m	Risque faible	Risque modéré	Risque modéré	Risque modéré
< 50 m	Risque faible	Risque modéré	Risque modéré	Risque modéré

■ Risque faible
 ■ Risque modéré
 ■ Risque élevé

- Favoriser les topographies où la direction de l'écoulement de l'eau de pluie ou de fonte est divergente. Éviter les directions d'écoulement convergentes où l'écoulement est canalisé.
- Classe d'inégalité du terrain : de très égal à inégal.
- Épaisseur de la couche d'humus inférieure à 25 cm.
- Probabilité de pierrosité faible ou modérée (voir le tableau à la page suivante). **La classe allant de modérée à élevée devrait faire l'objet d'une attention particulière de la part du sylviculteur. La classe élevée devrait être évitée.**

Type de dépôts	Probabilité de pierrosité		
	Faible	Modérée à élevée	Élevée
1. Glaciaires	1AA, 1AS	1A, 1B, 1BD, 1BF	1AB, 1AC, 1AD, 1BA, 1BC, 1BG, 1BI, 1BN, 1BP, 1BT
2. Fluvio-glaciaires	2B, 2BD, 2BE	2A, 2AE, 2AK, 2AT, 2B, 2BE (régions 4f, 4g et 4h)	
3. Fluviatiles	3A, 3AC, 3AE, 3AN, 3D, 3DA	3DE	
4. Lacustres	4A, 4GA, 4GS, 4P		
5. Marins	5A, 5S	5G	
6. Littoraux marins	6A, 6S		6G
7. Organiques	7E, 7T		
8. Pentes et d'altération	8C (4f), 8G	8A, 8C	8E, 8F, 8P
9. Éoliens	9, 9A, 9S		
10. Substrat rocheux (sol très mince)			R, RS, RC

Peuplement

- Les souches sont basses (< 60 cm).
- La quantité d'arbres rémanents sur pied est faible (< 2 m²/ha) s'il s'agit d'un scarifiage en plein après une coupe totale.
- L'abondance des débris ligneux de plus de 5 cm de diamètre est inférieure à 35 morceaux sur 20 m linéaires.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Estimer les risques d'érosion en topographie accidentée.
- Quantifier les débris ligneux au sol (abondance et distribution).
- Localiser les îlots d'exclusion (ex. : superficie non traitable, régénérée).

Peuplement

- Historique du peuplement (ex. : peuplement précédent, traitements sylvicoles, perturbations, saison et procédé de récolte).
- Hauteur des souches, surtout si la récolte a été faite en hiver.
- Caractériser la végétation concurrente (ex. : hauteur par groupes d'espèces indicatrices (GEI)).
- Établir les potentiels de stimulation de l'émergence de la végétation concurrente à la suite du scarifiage (voir le tableau suivant).

Le tableau ci-dessous établit le risque de stimuler l'émergence de la végétation concurrente en fonction de la variante de scarifiage utilisée.

Variante de scarifiage		Sillon continu	Monticule	Décapage	Inversion	Mixage
Principal mode de régénération	Sexué : banque de graines	Risque faible	Risque modéré	Risque faible	Risque faible	Risque élevé
	Sexué : dispersion de graines	Risque modéré	Risque élevé	Risque élevé	Risque élevé	Risque élevé
	Asexué : drageon, rhizome	Risque élevé	Risque modéré	Risque faible	Risque faible	Risque modéré
	Asexué : rejet, marcottage	Risque élevé	Risque modéré	Risque faible	Risque faible	Risque modéré

■ Risque faible
 ■ Risque modéré
 ■ Risque élevé

Arbre

- Déterminer la quantité minimale adéquate d'AAED dans les îlots d'exclusion.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- De mai à novembre (absence de neige et sol non gelé).
- Afin de mieux maîtriser certains types de végétation concurrente, **tenir compte de leur autécologie pour le choix de la saison au cours de laquelle se fait le traitement** (ex. : pour la maîtrise des PEU, préparer le terrain entre juin et août).
- Prévoir la possibilité de suspendre les travaux durant les périodes de chasse (à l'ours au printemps et aux cervidés à l'automne).

Productivité

- Voir le tableau ci-dessous.
- Peut être influencée par :
 - la quantité et la dimension des débris ligneux;
 - la rugosité (ex. : hauteur des souches, boulders);
 - la capacité portante;
 - la pente.

Technique

- Vérifier la disponibilité de la machinerie dans la région.
- À l'exception de la pelle mécanique, la machinerie utilisée pour scarifier peut s'avérer peu efficace lorsque l'épaisseur de l'humus est supérieure ou égale à 25 cm.
- Dans le cas du scarifiage par monticules, s'assurer que ces derniers sont stables et qu'il n'y a pas de poche d'air pouvant éventuellement exposer les racines des semis.
- Sur les superficies où la pente suggère un **risque modéré d'érosion** (voir le tableau sur les risques d'érosion à la page 2), il est recommandé d'appliquer des mesures d'atténuation lorsque des traitements en continu, des sillons par exemple, sont prescrits. Ces mesures (ex. : la discontinuité des sillons) empêchent la création de canaux de drainage temporaires surtout lorsque les sillons sont orientés parallèlement à la pente.

		Sillon continu	Monticule	Décapage	Inversion	Mixage	
Machinerie							
Productivité		Disques hydrauliques : 1 ha/HMPv Disques passifs : 0,8 ha/HMPv	Cône hydraulique : 0,85 ha/HMPv	Taube ou pioche forestière : 0,1 ha/HPv Pelle hydraulique : selon la superficie nette préparée Sillons discontinus avec monticule (modèle à trois rangs) : 1,4 ha/HMPv	Pelle hydraulique : selon la superficie nette préparée	Herse : 0,43 : ha/HMPv pour un double passage	
Description		Sillon continu avec épaulement	Sillon continu sans épaulement	Monticule	• Placeaux • Sillon discontinu sans épaulement	Placeaux	Labourage et hersage
Milieux physiques, humus et débris	Recommandation	• Milieux physiques 2, 3, 4, 5 et 6 + quantité faible de débris ligneux • Milieux physiques 2, 3, 4, 5 et 6 + humus mince + quantité importante de débris ligneux		Milieux physiques 7, 8 et 9	Milieux physiques 1, 2, 4 et 5	Milieux physiques 2, 4 et 5	Milieux physiques 1, 2, 3, 5 et 6 + humus mince + quantité faible de débris ligneux
	Acceptable	• Milieu physique 1 • Milieux physiques 2, 3, 4, 5 et 6 + humus épais + quantité importante de débris ligneux		Milieux physiques 2, 3, 4, 5 et 6	Milieux physiques 3 et 6		Milieux physiques 1, 2, 3, 5 et 6 + humus épais + quantité faible de débris ligneux
	À éviter	• Milieux physiques 0, 7, 8 et 9 • Quantité importante de débris ligneux (disques passifs)		Milieux physiques 0 et 1	Milieux physiques 0, 7, 8 et 9		• Milieux physiques 0, 7, 8 et 9 • Quantité importante de débris ligneux • Sol pierreux

Le scarifiage

Localisation des microsites propices à la plantation (A à D) en fonction du type de sillon et des milieux physiques

Type de sillon	Profil	Milieux physiques				
		1	2	4 et 5	3 et 6	7, 8 et 9
Avec épaulement		A, B et C	A, B, C et D	A, C et D	A et C	S. O.
Sans épaulement		A, B et C	A, B et C	A et C	A et C	S. O.
Avec monticule		A, B et C	C et D	C et D	A, C et D	D
Avec décapage		A et C	A, B et C	A, B et C	A et C	S. O.
Avec inversion (humus inversé)		A et C	A, B et C	A, B et C	A et C	S. O.
Avec mixage (sol et humus mélangés)		A et C	A, B et C	A, B et C	A et C	S. O.

B. Les directives opérationnelles

Décrire les exigences relatives aux éléments suivants :

- microsites propices (description, nombre/ha);
- espacement prévu entre les sillons, les monticules ou les placeaux;

- décapage du sol;
- compactage du sol;
- gestion des déchets (ex. : huile, contenants);
- remise en état des chemins d'accès abîmés lors du traitement;
- autres directives.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.

Suivi d'efficacité

- Deux ans après le traitement : taux de recouvrement et hauteur par type de végétation concurrente.



Photo : FPInnovations

La pierrosité est un élément très limitant dans la réalisation d'une préparation de terrain.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales
du Québec 2016
ISBN : 978-2-550-76270-6

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

Bibliographie

Déblaiement et scarifiage

- GINGRAS, M., et C. CORMIER (2008). *Paramètres affectant la qualité, la productivité et les coûts de fonctionnement des travaux de scarifiage*, FPInnovations, 126 p. (Rapport de contrat; RC-0-385).
- JETTÉ, J.-P., et autres (1998). *Guide des saines pratiques forestières dans les pentes du Québec*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, 54 p.
- LEBEL, L., et autres (2009). « Chapitre 31 – Opérations forestières et transport des bois », dans ORDRE DES INGÉNIEURS FORESTIERS DU QUÉBEC, *Manuel de foresterie*, 2^e éd., Québec, Éditions MultiMondes, p. 1245-1304.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. Série *Guide de reconnaissance des types écologiques*, Québec, gouvernement du Québec.
- PRÉVOST, M., et N. THIFFAULT (2013). « Chapitre 8 – La préparation de terrain », dans MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, *Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture*, ouvrage collectif sous la supervision de C. Larouche, F. Guillemette, P. Raymond et J.-P. Saucier, Québec, Les Publications du Québec, p. 134-157.
- SUTHERLAND, B. J., et F. F. FOREMAN (1995). *Guide to the Use of Mechanical Site Preparation Equipment in Northwestern Ontario*, Sault Ste Marie, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service – Great Lakes Forestry Centre. 186 p. (NWST Technical Report; TR-87).
- WHITE, R.G. (2004). “Mechanical Site Preparation and Vegetation Management”, dans *Vegetation Management Alternatives Program – A Guide to opportunities*, Thunder Bay, Ontario Ministry of Natural Resources, 20 p. (Northwest Science and Information Technical Note; TN-4).

2. Traitements de régénération artificielle

La plantation uniforme de résineux

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Jacques Gravel, ing.f.*, Nelson Thiffault, ing.f., Ph. D. et Guy Prigent, ing.f., M. Sc.

Révision : Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

La plantation uniforme de résineux consiste à mettre en terre, de façon manuelle ou mécanisée, de jeunes plants d'une essence résineuse désirée selon un espacement régulier. Elle a pour objectif principal de restaurer le couvert forestier et d'utiliser pleinement la capacité de production ligneuse de la superficie.

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- Une régénération dominée par l'essence résineuse désirée, répartie de manière uniforme et selon une densité qui optimise la capacité de production de la station pour l'essence désirée.

De 5 à 20 ans

- Un peuplement dominé par l'essence désirée, de structure verticale et horizontale régulière, pouvant offrir un potentiel d'éclaircie commerciale dans les scénarios sylvicoles intensifs ou d'élite.
- Une croissance soutenue de l'essence désirée.

20 ans et plus

- Un peuplement de structure verticale et horizontale régulière, dont l'essence plantée est dominante, bien répartie, et présente une croissance soutenue pouvant faire l'objet d'une ou de plusieurs éclaircies commerciales dans les scénarios sylvicoles intensifs ou d'élite.

Bénéfices et risques

La plantation uniforme de résineux peut :

- générer des rendements supérieurs à ceux de la forêt naturelle;
- permettre de gérer la composition du futur peuplement;
- favoriser la gestion de la densité et de la distribution des arbres;
- exiger un suivi régulier et des entretiens en bas âge;
- offrir une qualité des bois inférieure à celle des bois d'un peuplement naturel.



La mise en terre des plants doit respecter un espacement régulier.

Photo : N. Thiffault

* Auteur à contacter pour avoir plus de renseignements :
jacques.gravel@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement pour les situations suivantes :

Problème	Cause
Établissement de la régénération	
<ul style="list-style-type: none"> Quantité ou qualité insuffisante de régénération naturelle d'arbres d'avenir d'essences désirées (AAED) compromettant l'atteinte des objectifs de production. 	<ul style="list-style-type: none"> Manque de graines ou de propagules ou dispersion déficiente. Manque de lits de germination (microsites propices). Faible taux de survie de la régénération naturelle en raison de facteurs biotiques ou abiotiques.
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> Absence ou quantité ou qualité insuffisante de l'essence désirée dans la strate de régénération naturelle. 	<ul style="list-style-type: none"> Domination par des espèces pionnières ou incompatibles avec les objectifs de production.
Qualité	
<ul style="list-style-type: none"> Quantité ou qualité insuffisante de la régénération préétablie. 	<ul style="list-style-type: none"> Semis naturels exposés à des conditions où la lumière ou la disponibilité en nutriment est faible, ou qui ont fait l'objet de broutement ou d'attaques par des insectes ou des agents pathogènes.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> Croissance lente de la régénération préétablie. 	<ul style="list-style-type: none"> Délai d'acclimatation aux nouvelles conditions de croissance. Régénération issue de semenciers peu performants.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs de traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Mise en terre dans un microsite optimal pour l'établissement. Les microsites doivent répondre aux exigences suivantes :
 - être situés dans un site où l'épaisseur du sol minéral est supérieure à 25 cm;
 - permettre aux racines de s'installer dans un sol minéral ou un mélange de sol minéral et de matière organique. Ainsi, les substrats purement organiques (ex. : mousses, sphaignes et humus) et les déchets de coupe ne peuvent pas être considérés comme des microsites propices. Les microsites dans les stations argileuses compactes devront faire l'objet d'une attention particulière afin de s'assurer qu'ils conservent une quantité suffisante de matière organique pour le reboisement;

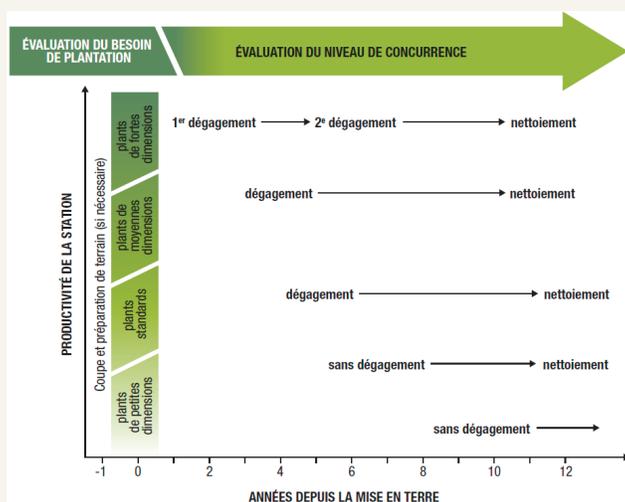
- permettre l'exposition à une quantité de lumière suffisante pour favoriser une croissance optimale. Ainsi, les microsites doivent être exempts de végétation concurrente herbacée ou ligneuse et de déchets de coupe qui créent un environnement lumineux insuffisant pour les besoins de l'essence;
- être exempts de conditions (actuelles ou potentielles) anaérobiques, comme les sols excessivement compactés ou saturés d'eau;
- être exempts de conditions exposant les plants à un stress hydrique important, au gel, au déchaussement ou au lessivage du sol;
- prioriser les sites dont la pente est $\leq 15\%$ afin de diminuer la proportion de bois de compression.

Peuplement

- Absence ou faible compétition prévisible des rémanents sur pied $< 2 \text{ m}^2/\text{ha}$.
- Utilisation d'une densité compatible avec les objectifs de production.
- Planification d'un encadrement rigoureux du scénario sylvicole.

Arbre

- Essence, source de semences et degré d'amélioration génétique adaptés au site (voir le tableau ci-dessous) et aux objectifs de production.
- Type de plants approprié en bonne condition physiologique. Le choix de la taille du plant devrait être basé sur les risques d'envahissement de la station par les espèces qui livrent une forte compétition pour la lumière (voir la figure ci-contre).



Source : adapté de Thiffault et Roy, 2011 dans Ministère des Ressources naturelles, 2013

Modèle d'établissement et d'entretien des plantations forestières résineuses en fonction de la productivité des stations.

Choix de certaines essences selon les caractéristiques du sol^a

Caractéristique du sol		Essence résineuse						
		Épinette blanche	Épinette noire	Épinette de Norvège	Mélèze hybride	Pin blanc	Pin rouge	Pin gris
Drainage	Rapide	À éviter	Convenable	Recommandé	Recommandé	Convenable	Recommandé	Convenable
	Bon à modéré	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé
	Imparfait	Convenable	Recommandé	À éviter	À éviter	À éviter	À éviter	À éviter
Texture	Argile	Convenable	Convenable	Convenable	À éviter	À éviter	À éviter	À éviter
	Loam	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Convenable	Recommandé	Convenable
	Loam sableux	Convenable	Recommandé	Convenable	Recommandé	Recommandé	Convenable	Recommandé
Richesse relative	Sable loameux	À éviter	Recommandé	À éviter	À éviter	Convenable	Convenable	Recommandé
	Faible	À éviter	Recommandé	À éviter	Convenable	Convenable	Convenable	Recommandé
	Moyenne	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé
pH	Excellente	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Convenable	Recommandé	Recommandé
	De 2 à 4	À éviter	Convenable	À éviter	À éviter	À éviter	Convenable	Convenable
	De 4 à 6	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé
	De 6 à 7,5	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Convenable	Recommandé	Convenable	Recommandé

a. Le choix des essences doit également tenir compte des caractéristiques régionales.

Source : adapté de Ménérier et autres, 2005 dans Ministère des Ressources naturelles, 2013

■ À éviter ■ Convenable ■ Recommandé

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Généralement, le sylviculteur utilise les données du contrôle d'exécution de la préparation de terrain pour élaborer sa prescription et ses directives. Si la plantation est établie sur une superficie n'ayant pas fait l'objet d'une préparation de terrain, les critères suivants devraient être pris en considération :

- la quantité de rémanents au sol et leur distribution;
- le nombre de microsites propices à l'hectare.

Peuplement

- Historique du peuplement (ex. : peuplement précédent, traitements sylvicoles, saison et procédé de récolte).

Arbre

- Caractériser la régénération naturelle complémentaire en AAED.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Plants produits à racines nues : de mai à la mi-juin.
- Plants produits en récipients : de mai à la fin août.
- Porter une attention particulière lors des périodes de sécheresse. En effet, les plants peuvent subir un stress hydrique entraînant leur mort ou un important ralentissement de leur croissance.

Productivité

- Production manuelle à l'aide d'une pelle, d'une lance ou d'un extracteur :

Type de plants ou condition du terrain	Avec préparation de terrain (plants/HPv)	Sans préparation de terrain (plants/HPv)
Racines nues	133	111
113-25	378	278
67-50	344	256
45-110	267	211
25-200	178	144
Plant de fortes dimensions	144	133

- Mécanisée (Bracke P-11a) :
 - en moyenne : 177 plants/HMPv;
 - contenants 45-110 et 25-200 seulement.

Technique

- En l'absence de préparation de terrain, le reboiseur a la tâche de préparer manuellement le microsite propice. Des humus dont l'épaisseur est ≤ 5 cm peuvent y être tolérés.
- S'assurer de l'humidité adéquate du système racinaire des plants sur les sites d'entreposage avant la mise en terre.
- L'extracteur n'est pas recommandé dans le sol sablonneux. La lance est un outil mieux adapté à ce type de sol.



Photo : FPinnovation

La planteuse mécanique P11a de Bracke fait un scarifiage par monticule avant la mise en terre.

B. Les directives opérationnelles

Décrire les exigences relatives aux éléments suivants :

- emplacement (microsite propice);
- densité;
- espacement et alignement;
- verticalité de la tige;
- profondeur du système racinaire;

- disposition du système racinaire (racines nues);
- compaction;
- plants perdus ou échappés;
- définition des règles sur l'entreposage, la manipulation et le transport des plants;
- définition de certaines tolérances opérationnelles;
- autres directives.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.

Suivi d'efficacité

- Dans le cas des plantations planifiées dans un

scénario sylvicole intensif ou d'élite :

- procéder à des suivis après deux ans afin d'évaluer les besoins en regarni (coefficient de distribution en AAED ≤ 75 % et un taux de mortalité $>$ environ 25 %);
- condition des plants : éclaircis, non éclaircis, libres de croître ou non.
- Dans le cas des plantations planifiées dans un scénario sylvicole de base :
 - procéder à des suivis après deux ans afin d'évaluer les besoins en regarni (coefficient de distribution en AAED ≤ 75 % et un taux de mortalité $>$ environ 40 %);
 - condition des plants : libres de croître ou non.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

Le regarni et l'enrichissement de résineux

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Jacques Gravel, ing.f.*, Nelson Thiffault, ing.f., Ph. D et Guy Prigent, ing.f., M. Sc.
Révision : Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

Le regarni et l'enrichissement de résineux sont des traitements sylvicoles qui consistent à mettre en terre manuellement de jeunes plants d'une essence résineuse désirée, en ayant pour objectif principal de pallier une densité trop faible ainsi que :

- d'utiliser pleinement la capacité de production ligneuse du site (regarni);
- d'améliorer la valeur d'un peuplement ou d'en restaurer ou d'en maintenir la biodiversité (enrichissement).

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

Une régénération dominée par l'essence résineuse désirée, avec une densité qui :

- optimise la capacité de production du site (regarni);
- inclut des essences en raréfaction ou qui augmenteront la valeur du peuplement (enrichissement).

De 5 à 20 ans

- Un peuplement dominé par l'essence désirée, ayant une structure verticale et une structure horizontale régulières, pouvant offrir un potentiel d'éclaircie commerciale dans les scénarios sylvicoles intensifs ou d'élite (regarni).
- Un peuplement qui comprend une proportion d'essences de valeur ou en raréfaction correspondant aux objectifs de production (enrichissement).

20 ans et plus

- Un peuplement ayant une structure verticale et une structure horizontale régulières, dont l'essence plantée est dominante, bien répartie, et présente une croissance soutenue (regarni).
- Un peuplement qui comprend une proportion d'essences de valeur ou en raréfaction correspondant aux objectifs de production (enrichissement).

Bénéfices et risques

Le regarni et l'enrichissement de résineux peuvent :

- générer des rendements supérieurs à ceux de la forêt naturelle;
- permettre de gérer la composition du futur peuplement;
- favoriser la gestion de la densité et de la distribution des arbres;
- exiger un suivi et un entretien réguliers en bas âge.



Le reboiseur doit s'assurer que les plants mis en terre sont à une distance adéquate de la régénération naturelle.

Photo : D. Dubeau

* Auteur à contacter pour avoir plus de renseignements :
jacques.gravel@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Établissement de la régénération	
<ul style="list-style-type: none">• Peu ou pas de régénération (semis, gaules).	<ul style="list-style-type: none">• Manque de graines ou de propagules ou dispersion déficiente.• Manque de lits de germination (microsites propices).• Conditions défavorables à la germination ou à la survie des semis.
Composition	
<ul style="list-style-type: none">• Regarni : quantité ou qualité insuffisante de régénération naturelle d'essences désirées compromettant l'atteinte des objectifs de production.• Enrichissement : quantité ou qualité insuffisante d'une ou de plusieurs essences en raréfaction ou qui permettraient de restaurer ou d'augmenter la valeur du peuplement.	<ul style="list-style-type: none">• Domination par des essences concurrentes incompatibles avec les objectifs de production.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none">• Regarni : croissance insuffisante des semis de l'essence désirée pour assurer une production par unité de superficie correspondant aux objectifs de production.	<ul style="list-style-type: none">• Croissance réduite des plants due à de mauvaises techniques de reboisement ou à des conditions de croissance inadéquates dans le microsite.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Mise en terre dans un microsite optimal pour l'établissement. Les microsites doivent répondre aux exigences suivantes :
 - être situés dans une station où l'épaisseur du sol minéral est supérieure à 25 cm;
 - permettre aux racines de s'installer dans un sol minéral ou un mélange de sol minéral et de matière organique. Ainsi, les substrats purement organiques (ex. : mousses, sphaignes, humus) et les déchets de coupe ne peuvent pas être considérés comme des microsites propices. Les microsites dans les stations argileuses compactes devront faire l'objet d'une attention

particulière afin de s'assurer qu'ils conservent une quantité suffisante de matière organique pour le reboisement;

- permettre l'exposition à une quantité de lumière suffisante pour favoriser une croissance optimale. Ainsi, les microsites doivent être exempts de végétation concurrente herbacée ou ligneuse et de déchets de coupe qui créent un environnement lumineux insuffisant pour les besoins de l'essence;
- être exempts de conditions (actuelles ou potentielles) anaérobiques, comme les sols excessivement compactés ou saturés d'eau;
- être exempts de conditions exposant les plants à un stress hydrique important, au gel, au déchaussement ou au lessivage du sol.

Peuplement

- Plantation rapide après la détection d'un problème de densité (regarni) ou de composition (enrichissement) au plus tard deux à trois ans après une coupe ou un reboisement.
- Utilisation d'une densité compatible avec les objectifs de production.
- Planification d'un encadrement rigoureux du scénario sylvicole.
- Si l'on recherche une production importante de bois grâce aux arbres ajoutés en regarni ou en enrichissement, il faut s'assurer que ces arbres fassent éventuellement partie de l'étage dominant ou codominant.

Arbre

- Essence, source de semences et degré d'amélioration génétique adaptés au site (voir le tableau suivant) et aux objectifs de production.
- Type de plants approprié en bonne condition physiologique. Le choix de la taille du plant devrait être basé sur les risques d'envahissement de la station par les espèces qui livrent une forte compétition pour la lumière.

Choix de certaines essences selon les caractéristiques du sol^a

Caractéristique du sol		Essence résineuse						
		Épinette blanche	Épinette noire	Épinette de Norvège	Mélèze hybride	Pin blanc	Pin rouge	Pin gris
Drainage	Rapide	À éviter	Convenable	Recommandé	Recommandé	Convenable	Recommandé	Convenable
	Bon à modéré	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé
	Imparfait	Convenable	Recommandé	À éviter	À éviter	À éviter	À éviter	À éviter
Texture	Argile	À éviter	Convenable	Convenable	À éviter	À éviter	À éviter	À éviter
	Loam	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Convenable	Recommandé	Convenable
	Loam sableux	Convenable	Recommandé	Convenable	Recommandé	Recommandé	Convenable	Recommandé
Richesse relative	Sable loameux	À éviter	Recommandé	À éviter	À éviter	Recommandé	Recommandé	Recommandé
	Faible	À éviter	Recommandé	À éviter	Convenable	Convenable	Convenable	Recommandé
	Moyenne	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé
pH	Excellente	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Convenable	Recommandé
	De 2 à 4	À éviter	Convenable	À éviter	À éviter	À éviter	À éviter	Convenable
	De 4 à 6	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Recommandé
	De 6 à 7,5	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Convenable	Recommandé	Convenable	Convenable

a. Le choix des essences doit également tenir compte des caractéristiques régionales.

Source : adapté de Ménétrier et autres, 2005 dans Ministère des Ressources naturelles, 2013

■ À éviter ■ Convenable ■ Recommandé

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Généralement, le sylviculteur utilise les données du contrôle d'exécution de la préparation de terrain pour élaborer sa prescription et ses directives. Si l'on procède au regarni ou à l'enrichissement sur une superficie n'ayant pas fait l'objet d'une préparation de terrain, les critères suivants devraient être pris en considération :
 - la quantité de débris ligneux au sol et leur distribution;
 - le nombre de microsites propices à l'hectare.

Peuplement

- Historique du peuplement (ex. : peuplement précédent, traitements sylvicoles, saison et procédé de récolte).
- Pour le reboisement sous couvert d'essences semi-tolérantes à l'ombre : structure horizontale (dimensions des ouvertures du couvert ainsi que leur répartition dans le peuplement).

Arbre

- Caractériser la régénération naturelle complémentaire d'arbres d'avenir d'essences désirées.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Plants produits à racines nues : de mai à la mi-juin.
- Plants produits en récipients : de mai à la fin août.
- Porter une attention particulière lors des périodes de sécheresse. En effet, les plants peuvent subir un stress hydrique entraînant leur mort ou un important ralentissement de leur croissance.

Productivité

- Production manuelle à l'aide d'une pelle, d'une lance ou d'un extracteur :
 - regarni :

Type de plants ou condition du terrain	Avec préparation de terrain (plants/HPv)	Sans préparation de terrain (plants/HPv)
Racines nues	111	89
113-25	256	211
67-50	244	200
45-110	200	177
25-200	144	133
Plant de fortes dimensions	122	111

- enrichissement : 300 plants/ha : 89 plants/HPv.

Technique

- En l'absence de préparation de terrain, le reboiseur a la tâche de préparer manuellement le microsite propice. Des humus dont l'épaisseur est ≤ 5 cm peuvent y être tolérés.
- S'assurer de l'humidité adéquate du système racinaire des plants sur les sites d'entreposage avant la mise en terre.
- L'extracteur n'est pas recommandé dans un sol sablonneux. La lance est un outil mieux adapté à ce type de sol.



Photo : D. Chailfour

L'utilisation de plants de moyennes ou de fortes dimensions est recommandée.

B. Les directives opérationnelles

Décrire les exigences relatives aux éléments suivants :

- emplacement (microsite propice);
- densité;
- espacement et alignement;
- verticalité de la tige;
- profondeur du système racinaire;

- disposition du système racinaire (racines nues);
- compaction;
- plants perdus ou échappés;
- définition des règles sur l'entreposage, la manipulation et le transport des plants;
- définition de certaines tolérances opérationnelles;
- autres directives.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.

Suivi d'efficacité

- Dans le cas des plantations planifiées dans un

scénario sylvicole intensif ou d'élite :

- procéder à des suivis deux ans après la mise en terre;
- coefficient de distribution selon la condition des plants (éclaircis, non éclaircis, libres de croître ou non).
- Dans le cas de la régénération naturelle ou de plantations planifiées dans un scénario sylvicole de base :
 - procéder à des suivis deux ans après la mise en terre;
 - coefficient de distribution selon la condition des plants et des semis (libres de croître ou non).

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

Bibliographie

Plantation, regarni et enrichissement

- DANCAUSE, A. (2008). *Le reboisement au Québec – Guide technique*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Les Publications du Québec, 177 p.
- MÉNÉRIER, J., et autres (2005). *Forêt 2020 : le boisement de friches*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune et Service canadien des forêts, 24 p.
- MÉTHOT, S., et autres (2013). *Guide d'inventaire et d'échantillonnage en milieu forestier*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 237 p.
- THIFFAULT, N., et autres (2013). « Chapitre 11 – La plantation », dans MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, *Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture*, ouvrage collectif, Québec, Les Publications du Québec, p. 196-225.
- THIFFAULT, N., et V. ROY (2011). "Living without Herbicides in Québec (Canada): Historical Context, Current Strategy, Research and Challenges in Forest Vegetation Management", *European journal of forest research*, vol. 300, n° 1, p. 117-133.

3. Traitements d'éducation

Le dégagement et le nettoyage mécaniques de peuplements résineux

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Jacques Gravel, ing.f.*, Nelson Thiffault, ing.f., Ph. D. et François Hébert, biol., Ph. D.
Révision : Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

Le dégagement (au stade de semis) et le nettoyage (au stade de gaulis) sont des traitements sylvicoles d'éducation qui visent à maîtriser la végétation concurrente afin de libérer les arbres d'avenir d'essences désirées (AAED).

Le dégagement mécanique et le nettoyage mécanique sont deux variantes qui ont l'avantage de n'éliminer que certains concurrents sélectionnés.

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- Un peuplement principalement composé d'AAED libres de croître, distribués individuellement ou en groupe, avec quelques îlots de végétation concurrente.
- Une augmentation de la croissance annuelle (surtout en diamètre) et, potentiellement, du taux de survie des AAED.

De 5 à 20 ans

- Une succession traitée de manière à assurer une présence importante d'AAED dans l'étage dominant du peuplement.

20 ans et plus

- Une augmentation de la production ligneuse d'AAED à l'hectare.
- La facilitation d'une éventuelle éclaircie commerciale.

Bénéfices et risques

Le dégagement et le nettoyage peuvent :

- favoriser la survie et la croissance de la régénération désirée;
- modifier la composition et la structure du peuplement;
- modifier la biodiversité des peuplements;
- altérer la qualité de l'eau et provoquer le lessivage des éléments nutritifs.



Photo : D. Dubreau

Au Québec, le dégagement mécanique est la seule technique utilisée dans les forêts du domaine de l'État depuis 2001.

* Auteur à contacter pour avoir plus de renseignements :
jacques.gravel@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> Faible proportion des AAED dans l'étage dominant du peuplement. 	<ul style="list-style-type: none"> Forte présence de végétation concurrente (de toutes les espèces au stade de semis et, surtout, de feuillus intolérants au stade de gaulis) dans l'étage dominant.
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> Possibilité de formation d'un peuplement bisétagé dominé par les feuillus intolérants à l'ombre. 	<ul style="list-style-type: none"> Forte présence d'ERR, de PEU ou de BOP dans l'étage dominant.
Qualité	
<ul style="list-style-type: none"> Déformation des tiges des AAED. Végétation concurrente et neige provoquant une déformation mécanique des tiges. 	<ul style="list-style-type: none"> Déséquilibre de la croissance en hauteur et en diamètre dû au manque de lumière.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> Ralentissement de la croissance des AAED jusqu'à ce qu'elle stagne. Éventuellement, mortalité accrue des AAED. 	<ul style="list-style-type: none"> Compétition avec la végétation concurrente pour la lumière, l'eau et les nutriments résultant en un manque de ressources disponibles pour les AAED.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Prioriser les végétations potentielles riches : MJ, MS et RS.

Peuplement

- Coefficient de distribution des AAED d'au moins 55 à 60 %.
- Plus de 60 % des AAED qui reçoivent moins de lumière que le seuil minimal requis.

Essence	% de lumière minimal requis
EPB, EPN et EPR	60
SAB	40
PIG et PIR	80
PIB et EPO	50

- Hauteur de la végétation concurrente < 3 m (dégagement) ou < 6 m (nettoisement).
- Si l'on désire uniquement la survie des semis en tolérant une certaine période d'oppression (scénario sylvicole de base), le dégagement n'est généralement pas nécessaire, surtout si un autre traitement d'éducation est prévu ultérieurement.
- Au stade de gaulis, prioriser les peuplements dont la végétation concurrente est dominée par les feuillus intolérants à l'ombre.
- Obtenir une augmentation minimale de 30 % du coefficient de distribution des AAED dégagés, nettoyés, éclaircis ou libres de croître après le traitement.

Arbre

- Répondre à la définition d'AAED.
- Au stade de semis : hauteur moyenne des AAED ≥ 15 cm et < 2 m.
- Au stade de gaulis : hauteur moyenne des AAED ≥ 2 m et ≤ 5 m.
- Coefficient d'élancement des AAED (rapport hauteur/diamètre) < 100 ou 125 selon les conditions.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Quantifier les débris ligneux au sol (abondance et distribution).
- Localiser les îlots d'exclusion (ex. : zone humide).

Peuplement

- Historique du peuplement (ex. : peuplement précédent, traitements sylvicoles, perturbations, saison et procédé de récolte).
- Caractériser la végétation concurrente (ex. : hauteur, composition) par les groupes d'espèces indicatrices.
- Structure horizontale : % de la superficie occupée par des îlots de végétation concurrente ou des trouées improductives.

- Ne pas regrouper les espèces commerciales et non commerciales lors de la compilation.
- Établissement de l'aide financière (dégagement) :
 - estimer la couverture de framboisiers, fougères et épilobes;
 - dénombrer les arbres et les arbustes de hauteur ≥ 15 cm ≥ 1 m;
 - savoir si la zone traitée est régénérée de façon naturelle ou artificielle.

Arbre

- Vérifier le coefficient d'élancement, surtout celui des PIG et des MEL.
- Vérifier la croissance des AAED au cours des trois dernières années par rapport au coefficient d'élancement.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Dégagement : de la mi-juin à septembre.
- Nettoyement : de mai à novembre (absence de neige).
- Prévoir la possibilité de suspendre les travaux durant les périodes de chasse (à l'ours au printemps et aux cervidés à l'automne).

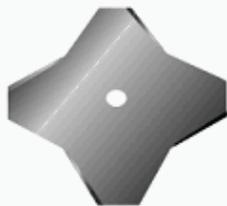
Productivité

- Outil manuel motorisé
 - **dégagement** : productivité moyenne de 17,5 h/ha ($\pm 1,8$ h/ha) qui dépend directement :
 - de l'abondance de la végétation concurrente basse,
 - du nombre de tiges à couper (densité initiale),
 - du fait qu'il s'agit d'une plantation ou de régénération naturelle;

- **nettoyement** : productivité moyenne de 16,6 h/ha ($\pm 1,6$ h/ha) qui dépend directement du nombre de tiges à couper (densité initiale).
- La productivité peut aussi être influencée par :
 - la quantité et la disposition des déchets de coupe;
 - la visibilité des AAED (dégagement);
 - le diamètre des souches et la hauteur des tiges à couper (nettoyement).

Technique

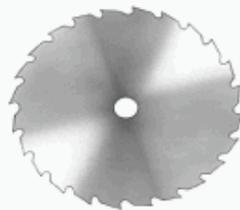
- Hauteur de coupe optimale ≤ 15 cm du sol.
- Dimension des souches des tiges à couper généralement ≤ 8 cm.
- Abattage directionnel pour éviter le rabattage de la végétation concurrente sur les AAED ou sur les tiges à couper.



Coupeau à herbe



Coupeau à taillis pour les tiges de moins de 2 cm



Lame à dents douces pour les tiges de 2 à 10 cm de diamètre



Débroussailleuse

B. Les directives opérationnelles

Décrire les exigences relatives aux éléments suivants :

- description d'un AAED dégageé, nettoyé, libre de croûtre et éclairci;
- hauteur de coupe tolérée et de rabattage des tiges coupées;
- si dégageement : coefficient de distribution désiré et nombre d'AAED/ha dégageés, libres de croûtre ou non;
- si nettoyage dans une plantation de base ou en régénération naturelle : coefficient de distribution ciblé et nombre d'AAED/ha nettoyés, libres de croûtre ou non;

- si nettoyage dans une plantation intensive : coefficient de distribution désiré et nombre d'AAED/ha éclaircis, non éclaircis ou libres de croûtre;
- définition de certaines tolérances opérationnelles (ex. : nombre d'AAED/ha avec blessure mineure);
- gestion des déchets (ex. : huile, contenant);
- autres directives.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.

Suivi d'efficacité

- Délai de réalisation du suivi :
 - dégageement : 2 ou 3 ans;
 - nettoyage : 5 ans.

- Selon le gradient d'intensité du scénario sylvicole : coefficient de distribution et hauteur des AAED, par essence ou groupe d'essences, selon leur condition (libres de croûtre ou non, éclaircis ou non).
- Selon le gradient d'intensité du scénario sylvicole : croissance des AAED (hauteur et diamètre), durant la période où le traitement produit un effet, par essence ou groupe d'essences, et selon leur condition (libres de croûtre ou non, éclaircis ou non).
- Taux de recouvrement et hauteur par type de végétation concurrente.



Photo : K. Tremblay

Le nettoyage est un outil adapté aux peuplements au stade de gaulis.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

5700, 4^e Avenue Ouest

Québec (Québec) G1H 6R1

Ligne sans frais : 1 844 523-6738

Télécopieur : 418 644-6513

services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

L'éclaircie précommerciale systématique de peuplements résineux

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Jacques Gravel, ing.f.*, Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc. et Martin Barrette, ing.f., M. Sc.
Révision : Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

L'éclaircie précommerciale (EPC) est un traitement sylvicole d'éducation qui consiste à couper des arbres pour favoriser le développement d'arbres d'avenir d'essences désirées (AAED) sélectionnés.

L'EPC systématique (EPCS) est une variante qui se caractérise par l'élimination des arbres et des arbustes concurrençant les AAED sélectionnés selon un espacement donné de manière à ce qu'ils forment l'ensemble du couvert du peuplement.

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- Un peuplement composé d'AAED éclaircis et spatialement bien distribués.
- Une concentration des ressources sur les AAED afin de favoriser leur croissance (surtout en diamètre).

De 5 à 20 ans

- Les AAED forment l'ensemble du couvert et du volume du peuplement.
- En général, on peut espérer un accroissement moyen en diamètre de 1 à 2 cm.

20 ans et plus

- Une obtention d'arbres marchands plus rapide et une amélioration des caractéristiques des arbres facilitant ainsi l'application éventuelle d'une éclaircie commerciale.
- Une augmentation de la production ligneuse à l'hectare constituée d'AAED ayant un diamètre plus grand (ex. : le volume de sciage).

Bénéfices et risques

L'EPCS de résineux peut :

- favoriser la croissance en hauteur des arbres (dans un peuplement en stagnation de très forte densité);
- favoriser l'augmentation du diamètre des arbres;
- maintenir la production marchande du peuplement;
- influencer la stabilité du peuplement;
- stimuler la vigueur du peuplement;
- modifier les propriétés et la qualité des bois produits;
- influencer la rentabilité des opérations futures;
- entraîner l'homogénéisation de la structure et de la composition du peuplement.



Une forte concurrence entre les arbres peut nuire au développement optimal d'un peuplement.

Photo : K. Tremblay

* Auteur à contacter pour avoir plus de renseignements :
jacques.gravel@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> Faible proportion ou mauvaise position d'AAED ou d'autres essences permettant d'atteindre des objectifs particuliers. 	<ul style="list-style-type: none"> Cohorte dense qui s'est établie à la suite d'une perturbation grave et qui ne s'autoéclaircit pas suffisamment ou qui n'est pas partiellement perturbée.
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> Nombre trop grand d'AAED. 	<ul style="list-style-type: none"> Cohorte dense qui s'est établie à la suite d'une perturbation grave et qui ne s'autoéclaircit pas suffisamment ou qui n'est pas partiellement perturbée.
Qualité	
<ul style="list-style-type: none"> Fort élancement ou déformation des tiges des AAED. 	<ul style="list-style-type: none"> Cohorte dense qui s'est établie à la suite d'une perturbation grave et qui ne s'autoéclaircit pas suffisamment ou qui n'est pas partiellement perturbée.
Santé	
<ul style="list-style-type: none"> Manque de vigueur des AAED. 	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture du couvert entraînant la mort des branches à la base du houppier.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> Mort, stagnation ou ralentissement de croissance des AAED. 	<ul style="list-style-type: none"> Compétition pour la lumière, l'eau et les nutriments entraînant un manque de ressources pour les AAED.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Prioriser les sites riches : épinette noire : IQS \geq 13 m; autres résineux : IQS \geq 14 m.
- Traitement applicable dans les végétations potentielles : ME1, MS2, RS1, RS2, RS3, RS5 et RE2.
- Prévoir une baisse de fertilité lorsque l'épaisseur de l'humus est \geq 25 cm.
- Prioriser les sites dont la pente est \leq 15 % afin de diminuer la proportion de bois de compression.

Peuplement

- Structure régulière au stade de gaulis.

- La différenciation sociale doit être assez évidente pour permettre une bonne sélection des AAED. Cela implique que le processus de différenciation soit suffisamment avancé. Procéder à l'EPCS lorsque le peuplement est le plus âgé possible, en fonction des essences et de la fertilité de la station, afin de mieux sélectionner les AAED à éclaircir.
- Nombre d'AAED résineux bien répartis à l'hectare : de 2 500 (\pm 25 %).
- Densité $>$ 8 000 arbres/ha pour les sapinières et les pessières et $>$ 4 000 arbres/ha pour les pinèdes grises, alors que la rentabilité financière est atteinte lorsque la densité est respectivement \leq 5 600 et \leq 5 000 arbres/ha.
- Ne pas faire d'EPCS pendant les périodes de préépidémie et d'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, surtout sur les superficies principalement composées de SAB.

Arbre

- Répondre à la définition d'AAED, notamment :
 - appartenir à l'étage dominant ou codominant;
 - avoir un houppier > 40 % de la hauteur totale de l'arbre;
- avoir un coefficient d'élanement des AAED (rapport hauteur/diamètre) < 100 à 125 selon les conditions.
- Hauteur des AAED de 2 à 3 m, soit âgés de 5 à 20 ans.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Quantifier les rémanents au sol (abondance et distribution).
- Localiser les îlots d'exclusion (ex. : zone humide).

Peuplement

- Historique du peuplement (ex. : peuplement précédent, traitements sylvicoles, perturbations, saison et procédé de récolte).
- Structure horizontale : répartition des AAED (ex. : uniforme, en bouquets); abondance et répartition d'îlots de végétation concurrente ou de trouées improductives.

- Faible quantité d'arbres rémanents sur pied < 2 m²/ha.
- Présence et répartition de la mortalité.
- Présence et répartition d'essences en raréfaction et d'autres attributs d'intérêt.
- Établissement de l'aide financière : dénombrer les arbres et les arbustes dont la hauteur est ≥ 1 m pour obtenir un nombre de tiges à l'hectare.

Arbre

- Vérifier plus particulièrement le coefficient d'élanement des PIG et des MEL.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- De mai à novembre (absence de neige).
- Il est possible de faire une EPCS en hiver pour répondre à un objectif de maintien d'une obstruction latérale basse (EPCS à valeur faunique).
- Prévoir la possibilité de suspendre les travaux durant les périodes de chasse (à l'ours au printemps et aux cervidés à l'automne).

Productivité

- Outil manuel motorisé (débroussailleuse)
 - EPCS de résineux : productivité moyenne de 23,5 HPv/ha qui dépend directement du nombre de tiges à couper (densité initiale).
- La productivité peut aussi être influencée par :
 - la quantité et la disposition des déchets de coupe;
 - le diamètre des souches et la hauteur des tiges à couper.

B. Les directives opérationnelles

Décrire les exigences relatives aux éléments suivants :

- description d'un AAED éclairci, éclairci systématiquement et libre de croître;
- hauteur de coupe tolérée et rabattage des tiges coupées;
- coefficient de distribution désiré et nombre d'AAED/ha éclaircis systématiquement, éclaircis, non éclaircis ou libres de croître en fonction des objectifs de production et du scénario sylvicole;
- choix des essences pour la modulation de la composition ainsi que pour la conservation d'essences en raréfaction ou d'arbres et d'arbustes (notamment fruitiers);
- définir certaines tolérances opérationnelles (ex. : nombre d'AAED/ha avec blessure mineure);
- gestion des déchets (ex. : huile, contenant);
- autres directives.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.

Suivi d'efficacité

- Réalisation : 5 ans après le traitement.

- Coefficient de distribution et nombre d'AAED, par essence ou groupe d'essences, selon la condition (éclaircis, non éclaircis).
- Croissance des AAED (hauteur et diamètre), par essence ou groupe d'essences, et selon leur condition (éclaircis, non éclaircis).
- Taux de recouvrement et hauteur par type de végétation concurrente.
- Si le traitement a été fait pendant l'hiver, vérifier l'importance du phénomène de réitération, surtout pour le sapin baumier.



Photo : K. Tremblay

L'EPCs éduque le peuplement en vue d'une éventuelle éclaircie commerciale.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

L'éclaircie précommerciale par puits de lumière de peuplements feuillus

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : François Guillemette, ing.f., M. Sc., Steve Bédard, ing.f., M. Sc. et Jacques Gravel, ing.f.*
Révision : Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

L'éclaircie précommerciale (EPC) est un traitement sylvicole d'éducation qui consiste à couper des arbres pour favoriser le développement d'arbres d'avenir d'essences désirées (AAED) sélectionnés.

L'EPC par puits de lumière (EPC-puits) est une variante qui se caractérise par l'élimination des arbres concurrents dans un rayon déterminé autour d'un certain nombre d'AAED sélectionnés de manière à ce qu'ils forment une part prédominante du peuplement. L'EPC-puits a aussi la possibilité de maintenir la présence d'arbres de bourrage (gainage).

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- Un peuplement composé d'un nombre déterminé d'AAED éclaircis et spatialement bien distribués.
- Une concentration des ressources sur les AAED afin de favoriser leur croissance (surtout en diamètre).

De 5 à 20 ans

- Une augmentation de la survie et de la croissance et le maintien du peuplement des AAED éclaircis dans le couvert dominant.
- En général, on peut espérer un accroissement moyen en diamètre de 2 à 5 cm chez les AAED éclaircis.

20 ans et plus

- Une augmentation de la production ligneuse à l'hectare (en quantité et en qualité) constituée d'AAED ayant un diamètre plus grand.

Bénéfices et risques

L'EPC-puits (feuillus) peut :

- favoriser la croissance en hauteur des arbres (dans un peuplement en stagnation de très forte densité);
- favoriser l'augmentation du diamètre des arbres résiduels;
- maintenir la production marchande du peuplement;
- influencer la stabilité du peuplement;
- stimuler la vigueur du peuplement;
- modifier les propriétés et la qualité des bois produits;
- influencer la rentabilité des opérations futures.



Photo : S. Meunier

L'élimination des arbres concurrents permet le développement optimal d'un AAED.

* Auteur à contacter pour avoir plus de renseignements :
jacques.gravel@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> Risque élevé de diminution du nombre d'AAED à potentiel de production de bois de haute valeur bien répartis à l'hectare. Risque élevé de perte d'essences en raréfaction ou d'essences d'intérêt faiblement représentées dans le peuplement. Fort recouvrement de végétation concurrente autour d'AAED à potentiel de production de bois de haute valeur. 	<ul style="list-style-type: none"> Cohorte qui s'est établie à la suite d'une perturbation naturelle ou d'une coupe (totale ou partielle) et dont la fermeture du couvert entraîne la mortalité des AAED.
Qualité	
<ul style="list-style-type: none"> Risque élevé de perte d'un potentiel de production de bois de haute valeur par la modification des caractéristiques des AAED. 	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture du couvert entraînant la déformation de l'AAED (ex. : croissance sympodiale d'un BOJ).
Santé	
<ul style="list-style-type: none"> Manque de vigueur ou risque de diminution du nombre d'AAED à potentiel de production de bois de haute valeur. 	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture du couvert entraînant la mort d'une partie du houppier.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> Mortalité, stagnation ou ralentissement de croissance des AAED dont le potentiel de production de bois de haute valeur est menacé. 	<ul style="list-style-type: none"> Compétition, surtout pour la lumière, entraînant un manque de ressources pour les AAED.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent les probabilités d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Prioriser les sites riches (IQS \geq 17 m).
- Épaisseur du dépôt \geq 40 cm.
- Drainage mésique. Certains sites subhydriques **en bas de pente** peuvent être très intéressants pour le BOJ.
- Selon l'essence désirée, les végétations potentielles à prioriser sont les suivantes :
 - CHR : FC1, FE5 et FE6;
 - ERS : FE1, FE2, FE3 et FE6;
 - BOJ : FE3, MJ1, MJ2 et MS1;

- BOP : MJ2, MS1 et MS2.

Peuplement

- Stade de gaulis ou, occasionnellement, de jeune perchis.
- Procéder à l'EPC-puits lorsque le peuplement est le plus âgé possible, en fonction des essences et de la fertilité du site, afin de mieux sélectionner les AAED à éclaircir et d'avoir un effet de traitement plus long sans avoir à couper un trop grand nombre d'arbres.
- Nombre d'AAED bien répartis à l'hectare :
 - de 125 à 250 pour les feuillus tolérants;
 - de 250 à 400 pour le BOP.

Arbre

- Répondre à la définition d'AAED, notamment :
 - avoir un houppier > 40 % de la hauteur totale de l'arbre. Environ 60 % en cas de taille de formation;
 - appartenir à l'étage dominant ou codominant;
 - avoir une bille de pied ayant au moins le potentiel de la classe de qualité A.

- Hauteur moyenne des AAED $\geq 7,6$ m, soit âgés d'au moins 15 ans.
- Prioriser l'éclaircie des AAED d'origine sexuée (semis) plutôt qu'asexuée (rejets) (ex. : BOP).

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Quantifier les rémanents au sol (abondance et distribution).
- Localiser les îlots d'exclusion (ex. : zone humide).

Peuplement

- Historique du peuplement (ex. : peuplement précédent, traitements sylvicoles, perturbations, saison et procédé de récolte).
- Structure horizontale : abondance et répartition d'îlots de végétation concurrente ou de trouées improductives.

- Ne pas regrouper les espèces commerciales et non commerciales lors de la compilation.
- Vérifier la présence de chancres cytosporéen (BOP), nectrien (BOP et BOJ) et eutypelléen (ERS), surtout si une taille de formation a été prévue.

Arbre

- **Il est préférable de faire l'inventaire en période de feuillaison** pour avoir une appréciation plus juste de la vigueur de l'arbre.
- Architecture des BOJ et des CHR : présence de branches latérales trop longues par rapport à la hauteur de l'arbre.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Période de réalisation
 - **avec taille de formation** :
 - ♦ diamètre des branches < 2,5 cm : mai et juin,
 - ♦ diamètre des branches > 4 cm : de septembre à novembre;
 - **sans taille de formation** : de mai à novembre (absence de neige).
- Prévoir la possibilité de suspendre les travaux durant les périodes de chasse (à l'ours au printemps et aux cervidés à l'automne).

Productivité

- Outil manuel motorisé
 - **stade de gaulis** : débroussailleuse :
 - ♦ avec taille de formation, productivité moyenne de 0,05 ha/HPv,
 - ♦ sans taille de formation, productivité moyenne de 0,06 ha/HPv;
 - **stade de perchis** : scie mécanique, données non disponibles.

- La productivité peut aussi être influencée par :
 - la quantité et la disposition des déchets de coupe;
 - le nombre de tiges à couper (densité initiale);
 - le diamètre des souches et la hauteur des tiges à couper;
 - la dimension et le nombre de branches à couper, s'il y a une taille de formation.

Technique

- Hauteur de coupe optimale ≤ 15 cm du sol (stade de gaulis).
- Dimension des souches des tiges à couper généralement ≤ 8 cm (stade de gaulis).
- Abattage directionnel pour éviter le rabattage de la végétation concurrente sur les AAED ou sur les tiges à couper.
- Martelage positif en respectant un espacement de 7 à 8 m (± 2 m). Occasionnellement, deux arbres adjacents de très bonne qualité peuvent être considérés comme une seule entité et conservés.
- Couper tous les arbres en contact avec l'arbre martelé (houppier à houppier et tronc à tronc), dégager un minimum de 75 cm de rayon autour du houppier.

B. Les directives opérationnelles

Décrire les exigences relatives aux éléments suivants :

- description d'un AAED éclairci et éclairci par puits de lumière;
- hauteur de coupe tolérée et rabattage des tiges coupées;
- coefficient de distribution et nombre d'AAED/ha éclaircis par puits de lumière en fonction des objectifs de production et du scénario sylvicole;
- choix des essences pour la modulation de la composition ainsi que pour la conservation d'essences en raréfaction;

- définir certaines tolérances opérationnelles (ex. : nombre d'AAED/ha avec blessure mineure);
- gestion des déchets (ex. : huile, contenant);
- autres directives.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.

Suivi d'efficacité

- Réalisation : 5 ans après le traitement.
- Coefficient de distribution et nombre d'AAED par essence et selon la condition (éclaircis, non éclaircis).
- Croissance des AAED (hauteur et diamètre), par essence, et selon leur condition (éclaircis, non éclaircis).
- Nombre de gourmands sur la tige principale (BOJ, CET, CHR, CHB, NOC et TIL).
- Taux de recouvrement et hauteur par type de végétation concurrente.

Il est important de choisir des arbres d'avenir de très bonne qualité dont la hauteur des houppiers représente plus de 40 % de la hauteur totale.



Photo : S. Meunier

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

L'éclaircie précommerciale par puits de lumière de peuplements résineux

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Martin Barrette, ing.f., M. Sc., Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc. et Jacques Gravel, ing.f.*

Révision : Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

L'éclaircie précommerciale (EPC) est un traitement sylvicole d'éducation qui consiste à couper des arbres pour favoriser le développement d'arbres d'avenir d'essences désirées (AAED) sélectionnés.

L'EPC par puits de lumière (EPC-puits) est une variante qui se caractérise par l'élimination des arbres et des arbustes concurrents (végétation concurrente) dans un rayon déterminé autour d'un certain nombre d'AAED sélectionnés de manière à ce qu'ils forment une part prédominante du peuplement. L'EPC-puits a aussi la possibilité de maintenir la présence d'arbres de bourrage (gainage).

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- Un peuplement composé d'un nombre déterminé d'AAED éclaircis et spatialement bien distribués.
- Une concentration des ressources sur les AAED afin de favoriser leur croissance (surtout en diamètre).
- La conservation d'une diversité horizontale (densité), verticale (hauteur) et de composition (végétale) dans le peuplement et, par le fait même, la limitation des effets négatifs sur la qualité de l'habitat de certaines espèces fauniques (ex. : le lièvre d'Amérique).

De 5 à 20 ans

- Une augmentation de la survie et de la croissance et le maintien du peuplement des AAED éclaircis dans le couvert dominant.
- La possibilité pour les AAED de former une part prédominante du volume du peuplement.
- La conservation de la diversité dans le peuplement (horizontale, verticale et végétale).

20 ans et plus

- Une augmentation de la production ligneuse à l'hectare (en quantité et en qualité) constituée d'AAED ayant un diamètre plus grand (ex. : le volume de sciage).

Bénéfices et risques

L'EPC-puits (résineux) peut :

- favoriser la croissance en hauteur des arbres (dans un peuplement en stagnation de très forte densité);
- favoriser l'augmentation du diamètre des arbres résiduels;
- maintenir la production marchande du peuplement;
- influencer la stabilité des peuplements;
- stimuler la vigueur des peuplements;
- modifier les propriétés et la qualité des bois produits;
- influencer la rentabilité des opérations futures.

* Auteur à contacter pour avoir plus de renseignements : jacques.gravel@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> Faible proportion ou mauvaise position d'AAED ou d'autres essences rares ou d'intérêt permettant d'atteindre des objectifs particuliers. Risque de perte d'essences en raréfaction ou d'essences d'intérêt faiblement représentées dans le peuplement. 	<ul style="list-style-type: none"> Cohorte dense qui s'est établie à la suite d'une perturbation grave et qui ne s'autoéclaircit pas suffisamment. Essences rares ou d'intérêt ayant un statut compétitif moindre (ex. : PIB).
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> Nombre trop grand d'AAED. 	<ul style="list-style-type: none"> Cohorte dense qui s'est établie à la suite d'une perturbation grave et qui ne s'autoéclaircit pas suffisamment. Essences rares ou d'intérêt ayant un statut compétitif moindre (ex. : PIB).
Qualité	
<ul style="list-style-type: none"> Fort élancement ou déformation des tiges des AAED. 	<ul style="list-style-type: none"> Cohorte dense qui s'est établie à la suite d'une perturbation grave et qui ne s'autoéclaircit pas suffisamment. Essences rares ou d'intérêt ayant un statut compétitif moindre (ex. : PIB).
Santé	
<ul style="list-style-type: none"> Manque de vigueur des AAED. 	<ul style="list-style-type: none"> Fermeture du couvert entraînant la mort des branches à la base du houppier.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> Mortalité, stagnation ou ralentissement de croissance des AAED. 	<ul style="list-style-type: none"> Compétition pour la lumière, l'eau et les nutriments entraînant une réduction de la disponibilité des ressources pour les AAED.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent les probabilités d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Prioriser les sites riches (IQS \geq 15 m).
- Traitement applicable dans les végétations potentielles : MS2, RP1, RS1, RS2 et RS5.

- Dans certains cas particuliers, traitement applicable dans la végétation potentielle RE2.

Peuplement

- Sapinières et pessières de structure régulière ou irrégulière avec une cohorte de gaules.
- Sapinières et pessières dont la composition est hétérogène.
- Peuplements résineux avec une composante en PIB.
- Essences en raréfaction pouvant bénéficier de l'EPC-puits : PIB, EPB, EPR et THO.
- Nombre d'AAED résineux bien répartis à l'hectare : de 500 à 800.
- Densité des gaules > 8 000 arbres/ha sur l'ensemble du territoire ou dans les zones localisées de gaules.
- La différenciation sociale doit être assez évidente pour permettre une bonne sélection des AAED. Cela implique que le processus de différenciation soit suffisamment avancé.

Arbre

- Répondre à la définition d'AAED, notamment :
 - appartenir à l'étage dominant ou codominant;
 - avoir un houppier > 40 % de la hauteur totale de l'arbre. Environ 60 % en cas d'élagage;
 - avoir un coefficient d'élanement des AAED (rapport hauteur/diamètre) < 100 à 125 selon les conditions.
- Hauteur des AAED de 2 à 3 m, soit âgés de 5 à 20 ans.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Quantifier les rémanents au sol (abondance et distribution).
- Localiser les îlots d'exclusion (ex. : zone humide).

Peuplement

- Historique du peuplement (ex. : peuplement précédent, traitements sylvicoles, perturbations, saison et procédé de récolte).

- Structure horizontale : répartition des AAED (ex. : uniforme, en bouquets); abondance et répartition d'îlots de végétation concurrente ou de trouées improductives.
- Présence et répartition de la mortalité.
- Présence et répartition d'essences en raréfaction et d'autres attributs d'intérêt.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- De mai à novembre (absence de neige).
- Prévoir la possibilité de suspendre les travaux lors des périodes de chasse (à l'ours au printemps et aux cervidés à l'automne).

Productivité

- Outil manuel motorisé (débroussailleuse) :
 - **données non disponibles.**

- La productivité peut aussi être influencée par :
 - la quantité et la disposition des déchets de coupe;
 - la densité et la hauteur des arbres (obstruction visuelle latérale qui influence la possibilité de se repérer par rapport aux puits voisins lors du traitement);
 - le nombre de tiges à couper (densité initiale);
 - le diamètre des souches et la hauteur des tiges à couper.

Technique

- Sélectionner un AAED tous les 4 à 5 m.
- Rayon d'influence de l'éclaircie de 1 à 3 m selon la durabilité voulue, laquelle dépend de la fertilité du site et du développement et du statut compétitif des AAED (hauteur et capacité à occuper l'espace rendu disponible) versus ceux de la végétation concurrente.
- Éclaircir les AAED dans les rayons prescrits pour les différents groupes d'arbres et couper tous les arbres et arbustes concurrents. Certaines végétations concurrentes peu agressives peuvent être maintenues afin de jouer un rôle d'éducation de l'AAED sélectionné (gainage).
- Prévoir une tolérance d'une branche sur une face de l'AAED (au pourtour supérieur du houppier) pour écarter le risque qu'il n'y ait que les AAED qui soient sélectionnés.
- Hauteur de coupe optimale ≤ 15 cm du sol. Couper tous les arbres concurrents en dessous de la dernière branche vivante.
- Dimension des souches des tiges à couper généralement ≤ 8 cm.
- Abattage directionnel pour éviter le rabattage de la végétation concurrente sur les AAED ou sur les tiges à couper.

B. Les directives opérationnelles

Décrire les exigences relatives aux éléments suivants :

- description d'un AAED éclairci et éclairci par puits de lumière;
- hauteur de coupe tolérée et rabattage des tiges coupées;
- coefficient de distribution et nombre d'AAED/ha éclaircis par puits de lumière en fonction des objectifs de production et du scénario sylvicole;
- choix des essences pour la modulation de la composition ainsi que pour la conservation d'essences en raréfaction ou d'arbres et d'arbustes (notamment fruitiers);
- définir certaines tolérances opérationnelles (ex. : nombre d'AAED/ha avec blessure mineure);
- gestion des déchets (ex. : huile, contenant);
- autres directives.

C. Les contrôles et les suivis

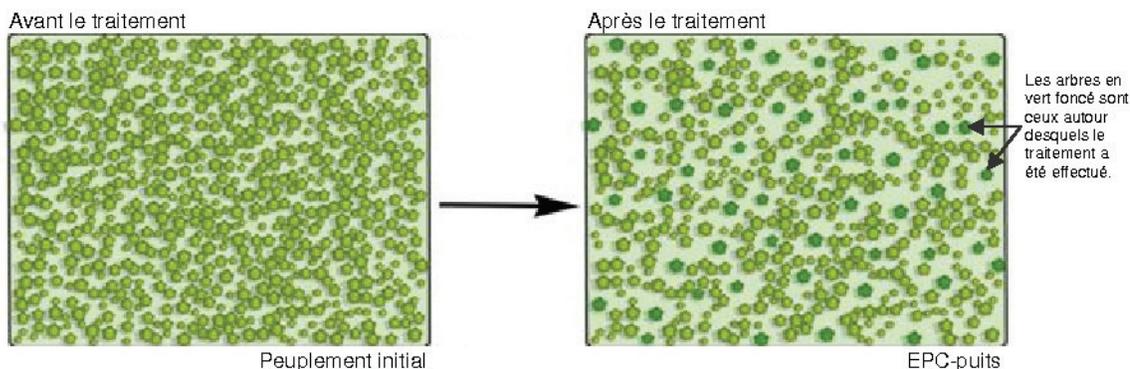
Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.

Suivi d'efficacité

- Réalisation : 5 ans après le traitement.
- Coefficient de distribution et nombre d'AAED, par essence ou groupe d'essences, selon la condition (éclaircis, non éclaircis).
- Croissance des AAED (hauteur et diamètre), par essence ou groupe d'essences, et selon leur condition (éclaircis, non éclaircis).
- Taux de recouvrement et hauteur par type de végétation concurrente.



Source : Ministère des Ressources naturelles, 2013

Illustration représentant les arbres d'un peuplement avant et après une EPC-puits.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

Produit le 30 août 2016

L'éclaircie commerciale

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Ian Latrémouille, ing.f.* et Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Révision : François Guillemette, ing.f., M. Sc. et Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc.

Définition

L'éclaircie commerciale (EC) est un traitement sylvicole d'éducation qui vise à récolter une partie des arbres marchands d'une plantation ou d'un peuplement naturel au stade de prématurité de structure régulière afin d'en répartir le potentiel de production sur un nombre limité d'arbres bien distribués.

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- Le maintien de la vigueur des arbres et l'amélioration de la qualité du peuplement résiduel.
- La régularisation des approvisionnements en matière ligneuse au cours de la révolution et l'anticipation d'une partie de la récolte finale.

De 5 à 20 ans

- La diminution de la concurrence entre les arbres et du taux de mortalité dans le peuplement résiduel.

20 ans et plus

- La production de tiges de gros diamètre ayant une grande valeur au moment de la récolte finale (ex. : volume de bois de sciage et de déroulage).

Bénéfices et risques

L'EC peut :

- augmenter l'accroissement diamétral des arbres résiduels;
- maintenir la vigueur des peuplements et diminuer le taux de mortalité à long terme;
- améliorer la stabilité des peuplements à long terme;
- maintenir la production en volume marchand des peuplements résineux;
- augmenter, lorsqu'elle est faite tôt, la production en volume marchand des peuplements de feuillus nobles;
- modifier les propriétés des bois produits;
- modifier les propriétés physiques et biologiques des sols;
- simplifier la composition en essences du couvert forestier;
- modifier la stratification du couvert forestier;
- favoriser l'établissement d'une végétation en sous-étage;
- réduire la quantité de chicots et de gros débris ligneux;
- modifier l'habitat des espèces fauniques.

* Auteur à contacter pour avoir plus de renseignements :
ian.latremouille@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Régénération	
<ul style="list-style-type: none"> L'EC étant un traitement d'éducation appliqué au stade de prématurité du peuplement, elle n'a pas pour objectif de résoudre un problème de régénération. 	
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> Présence d'arbres d'essences moins désirées et de faible valeur. Raréfaction de certaines essences. 	<ul style="list-style-type: none"> Les problèmes d'enfeuillage et d'ensapinage n'ont pas été réglés lors des interventions précédentes. La concurrence défavorise certaines essences qui doivent être conservées dans le peuplement.
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> Peuplement trop dense où certains arbres sont dominés. 	<ul style="list-style-type: none"> La croissance du peuplement tendant à refermer le couvert, l'autoéclaircie entraîne une perte de volume.
Qualité	
<ul style="list-style-type: none"> Tiges marchandes défectueuses ou susceptibles de le devenir d'ici la prochaine récolte. 	<ul style="list-style-type: none"> La fermeture du couvert entraîne une concurrence qui affaiblit les arbres.
Santé	
<ul style="list-style-type: none"> Manque de vigueur des arbres marchands. 	<ul style="list-style-type: none"> Des directives de récolte trop souples peuvent mener à l'écrémage.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> Stagnation ou ralentissement de la croissance. Mort d'arbres. 	<ul style="list-style-type: none"> La concurrence pour la lumière, l'eau et les nutriments provoque une pénurie de ressources. Perturbation naturelle (ex. : épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, chablis partiel).

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Prioriser les stations très productives et éviter les moins fertiles.
- Végétations potentielles les plus propices : FE1, FE2, FE3, FE4, MJ1, MJ2, MS1, MS2, MS6, ME1, RB1 et RP1.

- Autres végétations potentielles : MF1, FE5, FE6, RS1 et RS2.
- Éviter les stations vulnérables aux chablis (ex. : exposition aux vents, épaisseur du dépôt).
- Stations ayant une bonne capacité portante (ex. : texture et gel du sol, pente, drainage).

Peuplement

- Plantations prématures d'essences à croissance rapide ayant été adéquatement entretenues.
- Peuplements naturels prématures ayant déjà été traités par une EC et ayant bien réagi au traitement.
- Peuplements naturels prématures ayant déjà été traités par une éclaircie précommerciale.
- Peuplements naturels prématures non éduqués dans lesquels les arbres d'essences désirées sont vigoureux et situés dans les étages dominant et codominant.
- Surface terrière totale avant l'EC entre 25 et 35 m²/ha en peuplement résineux et ≥ 20 m²/ha en peuplement feuillu et jeune.

- DHP quadratique moyen supérieur à 15 cm (idéalement ≥ 22 cm) pour le grand type de couvert feuillu tempéré.
- IQS > 15 m pour les grands types de couverts résineux et mixte boréal et IQS > 17 m pour les grands types de couverts feuillu tempéré et feuillu de transition.

Arbre

- Conserver en priorité les arbres vigoureux et de belle venue, idéalement avec un houppier bien développé ($> 1/3$ H) leur permettant de réagir positivement à l'ouverture du couvert, qui resteront vigoureux jusqu'à la prochaine coupe.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Risque de chablis (ex. : exposition aux vents, pente, emplacement par rapport aux coupes adjacentes).
- Contrainte de praticabilité (ex. : pierrosité, pente, inégalité du terrain).

Peuplement

- Historique (ex. : peuplement précédent, traitements sylvicoles, perturbations).
- Densité.
- Structure horizontale.
- Structure verticale.
- Surface terrière totale avant traitement.

Arbre

- Arbres situés dans les étages dominant et codominant.
- Arbres exempts de signes de faiblesse ou de défauts majeurs.
- Houppier bien développé sans dépérissement.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Dans les peuplements feuillus, du milieu d'août à mars (après la période de la montée de sève).

Exécution

- L'EC s'insère dans un scénario sylvicole intensif. Trois variantes sont possibles :
 - l'EC systématique : patron de récolte des arbres en ligne sans sélection ni martelage, surtout dans les plantations (aucune amélioration de la qualité);

- l'EC sélective : patron de récolte des arbres variable selon leur emplacement (peut être difficile à réaliser de manière mécanique lors d'une première EC);
 - l'EC mixte : une partie du patron de récolte est équivalente à une EC systématique (dans le sentier) et l'autre, à une EC sélective (entre les sentiers).
- Utilisation de machinerie et de techniques de travail adaptées aux coupes partielles afin de minimiser les blessures et de limiter la largeur des sentiers.
 - Planification du réseau de sentiers de débardage afin de protéger les arbres résiduels.
 - Supervision étroite des opérations.

B. Les directives opérationnelles

La qualité de peuplement résiduel est en corrélation avec le succès du traitement.

- EC systématique : décrire le patron d'application (ex. : un rang de plantation sur quatre).
- EC sélective et mixte (dans la partie sélective) :
 - peuplements résineux : généralement pas de martelage sauf s'il y a des attributs particuliers ou des éléments rares à conserver (martelage positif). Des directives de récolte peuvent suffire pour assurer prioritairement le prélèvement des arbres malades, moribonds, défectueux et d'essences moins désirées;
 - peuplements feuillus :
 - ♦ martelage positif pour sélectionner un minimum d'arbres d'avenir à dégager,
 - ♦ des directives de récolte telles que récolter prioritairement les arbres malades, moribonds, défectueux et d'essences moins désirées compléteront le prélèvement,
 - ♦ martelage négatif.
- Déterminer comment les arbres récoltés seront sélectionnés (selon les modalités d'intervention) :
 - arbres opprimés et intermédiaires (EC sélective par le bas);
 - arbres pouvant appartenir à toutes les classes de hauteur ou de DHP (EC sélective par le haut);
 - arbres également distribués dans toutes les classes de hauteur ou de DHP (EC sélective neutre).

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.
- Immédiatement après la coupe :
 - ratio (DHP moyen après EC)/(DHP moyen avant EC) :
 - ♦ EC systématique $\approx 1,0$,
 - ♦ EC sélective par le bas $> 1,0$,
 - ♦ EC sélective par le haut $< 1,0$,
 - ♦ EC sélective neutre $\approx 1,0$,
 - ♦ EC mixte, selon les modalités d'intervention utilisées;

- la composition doit être améliorée (variante sélective) :
 - ♦ proportion des essences à promouvoir augmentée,
 - ♦ proportion des essences à maîtriser : égale ou diminuée.

Suivi d'efficacité

- À court terme (cinq ans après la coupe) :
 - croissance (diamètre) et état des arbres résiduels.
- À moyen et à long terme :
 - stabilité du peuplement (chablis);
 - reconstitution de la surface terrière marchande;
 - fermeture du couvert.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

Bibliographie

Dégagement et nettoyage

- COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC (2013). *Débroussaillage, 3^e édition*, Québec, Direction de la prévention–inspection, 73 p.
- DUBEAU, D., et autres (2012). “Impacts of Vegetation Abundance and Terrain Obstacles on Brushcutter Performance During Regeneration Release”, *Northern Journal of Applied Forestry*, vol. 29, n° 4, p. 173-181.
- JOBIDON, R. (1997). “Stump Height Effects on Sprouting of Mountain Maple, Paper Birch and Pin Cherry – 10 Year Results”, *The Forestry Chronicle*, vol. 73, n° 5, p. 590-595.
- THIFFAULT, N., et F. HÉBERT (2013). « Chapitre - 13 Le dégagement et le nettoyage », dans MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, *Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture*, ouvrage collectif, Québec, Les Publications du Québec, p. 244-271.
- TOUPIN, D., et autres (2007). “Measuring the Productivity and Physical Workload of Brushcutters within the Context of a Production-Based Pay System”, *Forest Policy and Economics*, vol. 9, n° 8, p. 1046-1055.

Éclaircie précommerciale

Feuillus

- ERDMANN, G. G. (1987). “Methods of Commercial Thinning in Even-Aged Northern Hardwood Stands”, dans NYLAND, R. D. (éd.), *Managing Northern Hardwoods, Proceedings of a Silvicultural Symposium*, Syracuse, New York, June 23-25, 1986, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, p. 191-210.
- ERDMANN, G. G., et R. M. Jr. PETERSON (1992). *Releasing Yellow Birch Saplings and Poles*, St. Paul, Minnesota, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, 3 p. (Report; 4.1).
- ERDMANN, G. G., R. M. J. PETERSON et R. M. GODMAN (1981). “Cleaning Yellow Birch Seedling Stands to Increase Survival, Growth, and Crown Development”, *Can Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 11, p. 62-68.
- GODMAN, R. M. (1984). “Silvicultural Considerations in Thinning”, dans STUROS, J. A. (éd.), *Hardwood thinning opportunities in the Lake States*, Escanaba, Michigan, April 20th, 1984, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, p. 26-30.
- HANNAH, P. R. (1974). “Crop Tree Thinning Increases Availability of Soil Water to Small Yellow Birch Poles”, *Soil Science Society of America Proceedings*, vol. 38, n° 4, p. 672-675.
- LAMSON, N. I., et autres (1988). *How to Release Crop Trees in Precommercial Hardwood Stands*, West Virginia, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, 3 p. (NE-INF-80-88).
- LEAK, W. B., et D. S. SOLOMON (1997). “Long-Term Growth of Crop Trees after Release in Northern Hardwoods”, *Northern Journal of Applied Forestry*, vol. 14, p. 147-151.

- MILLER, G. W. (2000). "Effect of Crown Growing Space on the Development of Young Hardwood Crop Trees", *Northern Journal of Applied Forestry*, vol. 17, n° 1, p. 25-35.
- SAFFORD, L. (1983). *Silvicultural Guide for Paper Birch in the Northeast*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, 29 p.
- SEDAK, P. E., et W. B. LEAK (2008). *Early Crop-Tree Release and Species Cleaning in Young Northern Hardwoods: a Financial Analysis*, Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, 13 p. (Research Paper; NRS-6).
- SMITH, D. M., et autres (1997). *The Practice of Silviculture, Applied Forest Ecology*, 9th ed., New York, NY, John Wiley & Sons, 537 p.
- VON ALTHEN, et autres (1994). *Effects of Different Intensities of Yellow Birch and Sugar Maple Crop Tree Release*, Canadian Forest Service, Great Lakes Forestry Centre et Ontario Ministry of Natural Resources, 12 p. (Report; 0-662-21586-9).
- WARD, J. S. (2009). "Intensity of Precommercial Crop Tree Release Increases Diameter Growth and Survival of Upland Oaks", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 39, n° 1, p. 118-130.
- ZENNER, E. K., et K. J. PUETTMANN (2008). "Contrasting Release Approaches for a Mixed Paper Birch (*Betula papyrifera*)–Quaking Aspen (*Populus tremuloides*) Stand", *Northern Journal of Applied Forestry*, vol. 25, n° 3, p. 124-132.

Résineux

- BOURNIVAL, P., J. BÉGIN et M. RIOPEL (2012). *Influence de l'éclaircie précommerciale et de la compétition sur la production résineuse dans les peuplements mélangés à feuillus intolérants (MFi)*, Québec, Université Laval, 50 p. (Rapport; 2012).
- COMITÉ CONSULTATIF SCIENTIFIQUE DU MANUEL D'AMÉNAGEMENT FORESTIER (2002). *Le traitement d'éclaircie précommerciale pour le groupe de production prioritaire SEPM – Avis scientifique*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, 126 p.
- DUCHESNE, I., D. G. PITT et F. TANGUAY (2013). "Effects of Precommercial Thinning on the Forest Value Chain in Northwestern New Brunswick: Part 4 – Lumber Production, Quality and Value", *The Forestry Chronicle*, vol. 89, n° 4, p. 474-489.
- EMMINGHAM, W. M., et autres (2007). "Comparing Tree and Stand Volume Growth Response to Low and Crown Thinning in Young Natural Douglas-Fir Stands", *Western Journal of Applied Forestry*, vol. 22, n° 2 p. 124-133.
- FAHLVIK, N. (2005). *Aspects of Precommercial Thinning in Heterogeneous Forests in Southern Sweden*, Uppsala, SE, Swedish University Agricultural Sciences, Southern Swedish Forest Research Centre, 68 p.
- LONG, J. N., T. J. DEAN et S. D. ROBERTS (2004). "Linkages Between Silviculture and Ecology: Examination of Several Important Conceptual Models", *Forest Ecology and Management*, vol. 200, p. 249-261.
- PITT, D. G., et autres (2013). "Effects of Precommercial Thinning on the Forest Value Chain in Northwestern New Brunswick: Part 1 – Roundwood Production and Stumpage value", *The Forestry Chronicle*, vol. 89, n° 4, p. 446-457.

- PITT, D. G., et autres (2013). "Effects of Precommercial Thinning on the Forest Value Chain in northwestern New Brunswick: Part 6 – Estimating the Economic Benefits", *The Forestry Chronicle*, vol. 89, n° 4, p. 502-511.
- PLAMONDON, J., et D. G. PITT (2013). "Effects of Precommercial Thinning on the Forest Value Chain in Northwestern New Brunswick: Part 2 – Efficiency Gain in Cut-to-Lenght Harvesting", *The Forestry Chronicle*, vol. 89, n° 4, p. 458-463.
- PRÉVOST, M., et M.-M. GAUTHIER (2012). "Precommercial Thinning Increases Growth of Overstory Aspen and Understory Balsam Fir in a Boreal Mixedwood Stand", *Forest Ecology and Management*, vol. 278, p. 17-26.
- SCHNEIDER, et autres (2013). "Effect of Selective Precommercial Thinning on Balsam Fir Stand Yield and Structure", *The Forestry Chronicle*, vol. 89, n° 6, p. 759-768.
- TONG, Q. J., et S. Y. ZHANG (2005). "Impact of Initial Spacing and Precommercial Thinning on Jack Pine Tree Growth and Stem Quality", *The Forestry Chronicle*, vol. 81, n° 3, p. 418-428.
- TREMBLAY, S., F. GUILLEMET et M. BARRETTE (2013). « Chapitre 14 L'éclaircie précommerciale », dans MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, *Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture*, ouvrage collectif sous la supervision de C. Larouche, F. Guillemette, P. Raymond et J.-P. Saucier, Québec, Les Publications du Québec, p. 273-299.
- WEISKITTEL, A. R., L. S. KENEFIC, R. LI et J. BRISSETTE (2011). "Stand Structure and Composition 32 Years after Precommercial Thinning Treatments in a Mixed Northern Conifer Stand in Central Maine", *Northern Journal of Applied Forestry*, vol. 28, n° 2, p. 92-96.
- ZEIDE, B. (2001). "Thinning and Growth: A Full Turnaround", *Journal of Forestry*, vol. 99, n° 1, p. 20-25.
- ZHANG, S. Y., et autres (2006). "Effects of precommercial thinning on tree growth and lumber quality in a jack pine stand in New Brunswick, Canada", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 36, p. 945-952.

Éclaircie commerciale

- COMITÉ CONSULTATIF SCIENTIFIQUE DU MANUEL D'AMÉNAGEMENT FORESTIER (2003). *Éclaircie commerciale pour le groupe de production prioritaire SEPM – Avis scientifique*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, 80 p.
- DOUCENT, R., et autres (2009). « Chapitre 29 – Sylviculture appliquée », dans ORDRE DES INGÉNIEURS FORESTIERS DU QUÉBEC, *Manuel de foresterie, 2^e éd.*, Québec, Éditions MultiMondes, p. 1147-1186.
- GODBOUT, C. (2002). *Le problème de l'éclaircie commerciale des bétulaies blanches de 60 ans et plus. Revue de littérature*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, 9 p. (Note de recherche forestière; 115).
- LEAK, W.. B., D. S. SOLOMON et P. S. DEBALD (1987). *Silvicultural Guide for Northern Hardwood Types in the Northeast (revised)*, Broomall, Pennsylvania, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 36 p. (Research Paper; NE-603).
- NYLAND, R. D. (1996). *Silviculture: Concepts and Applications*, New York, NY, McGraw-Hill, 633 p.

- POTHIER, D. (1996). « Accroissement d'une érablière à la suite de coupes d'éclaircie : résultats de 20 ans », *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 26, p. 543-549.
- PRÉGENT, G. (1998). *L'éclaircie des plantations*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, 38 p. (Mémoire de recherche forestière; 133).
- PRÉGENT, G. (2004a). « Éclaircie commerciale des plantations : les façons de faire », *Progrès forestier* (Tiré à part), vol. 170, p. 1-4.
- PRÉGENT, G. (2004b). « Éclaircie commerciale des plantations : l'importance du moment opportun », *Progrès forestier* (Tiré à part), vol. 169, p. 1-3.
- SAFFORD, L. O. (1983). *Silvicultural Guide for Paper Birch in the Northeast*, Broomall, Pennsylvania, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 29 p. (Research Paper; NE-535).
- SMITH, D. M., et autres (1997). *The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology*, New York, John Wiley & Sons, 537 p.

4. Procédés de régénération

4.1 Menant à une structure régulière

Les coupes totales

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Martin-Michel Gauthier, ing.f., Ph. D., Catherine Larouche, ing.f. et Ph. D. et Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc.

Révision : Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Collaboration : Ian Latrémouille, ing.f.*

Définition

Les coupes totales (CT) constituent une famille de procédés de régénération qui libèrent l'espace de croissance pour permettre l'établissement ou le développement d'une cohorte de régénération en récoltant la totalité ou la presque totalité des arbres de valeur commerciale sur moins d'un cinquième de la révolution.

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- L'établissement ou le développement d'une cohorte de régénération suffisante (composition, densité, distribution, hauteur, qualité).

De 5 à 20 ans

- Le développement continu de la cohorte de régénération.

20 ans et plus

- Une production ligneuse et une révolution similaires à celles du peuplement récolté.

Bénéfices et risques

Les CT sont faciles à faire. Elles peuvent :

- régénérer le peuplement à faible coût;
- réduire la longueur de la révolution du nouveau peuplement (CPRS et CPHRS);
- influencer la composition du nouveau peuplement;
- modifier le microclimat et la fertilité du sol;
- causer la compaction et l'érosion du sol, ainsi que la remontée de la nappe phréatique sur les sites sensibles;
- augmenter l'habitat des espèces associées aux milieux ouverts;
- réduire l'habitat des espèces associées aux forêts matures.

Les CT ne peuvent toutefois pas reproduire intégralement les perturbations naturelles.



Photo : S. Tremblay

* Personne à contacter pour avoir plus de renseignements :
ian.latremouille@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Régénération	
<ul style="list-style-type: none"> Absence ou insuffisance de régénération d'essences désirées dans le peuplement. Paludification des pessières à mousses sur argile ou à faible pente de l'ouest du Québec entraînant un manque de microsites propices à l'établissement de la régénération. 	<ul style="list-style-type: none"> Incapacité à développer une régénération préétablie, par manque de lumière au sol et d'espace de croissance. Accumulation de matière organique lorsque le sol n'est pas assez perturbé.
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> Risque d'enfeuillement des peuplements résineux et mixtes à dominance résineuse par les feuillus intolérants à l'ombre. Risque d'envahissement par la végétation concurrente. 	<ul style="list-style-type: none"> Forte concurrence des essences feuillues, notamment par drageonnement et rejets de souche. Présence de végétation concurrente établie en sous-étage.
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> Structure régulière à maintenir. 	<ul style="list-style-type: none"> Absence de perturbations graves (ex. : feu intense, épidémie grave, chablis total).
Qualité ou santé	
<ul style="list-style-type: none"> Renouvellement des peuplements contenant peu de tiges de qualité. 	<ul style="list-style-type: none"> Forte dégradation par des coupes précédentes ou par des perturbations (ex. : épidémies d'insectes, maladies).
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> Stagnation de la croissance de la régénération préétablie tolérante à l'ombre (semis, gaules). Couvert supérieur en sénescence. 	<ul style="list-style-type: none"> Manque de lumière au sol pour la régénération préétablie en sous-étage. Peuplement mature ou suranné.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Éviter les pentes fortes, particulièrement en l'absence de régénération préétablie.
- Éviter les sites dont le drainage va d'imparfait à très mauvais lorsque le sol n'est pas suffisamment gelé (récolte d'hiver recommandée).

Peuplement

- Peuplements naturels à maturité ou plantations.
- Régénération préétablie suffisante (coefficient de distribution minimal des essences désirées selon le gradient d'intensité) : protéger la régénération.
- Régénération préétablie insuffisante : vérifier les caractéristiques des peuplements laissés en bordure (présence de semenciers si nécessaire), la disponibilité des lits de germination favorables et prévoir la régénération artificielle.
- Faible quantité de végétation concurrente.

Les coupes totales

Arbre

- Coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) et coupe avec protection de la haute régénération et des sols (CPHRS) : régénération préétablie de qualité d'essences désirées (répondant à la définition d'arbre d'avenir d'essences désirées [AAED]).
- Coupe avec réserve de semenciers (CRS) et CT sans protection de la régénération (CTSP) : essences intolérantes ne nécessitant pas de couvert protecteur.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Caractériser le sol : type et épaisseur du dépôt, drainage, pente et fertilité de la station.
- Vérifier les contraintes de praticabilité (ex. : rugosité, inégalité du terrain, capacité portante).
- Localiser les îlots d'exclusion (ex. : zone humide).

Peuplement

- Historique du peuplement (ex. : peuplement précédent, traitements sylvicoles, perturbations).
- Structure horizontale (espacement, coefficient de distribution).

- Évaluer la régénération préétablie selon des critères de composition, de hauteur, de coefficient de distribution et de densité.
- Évaluer l'état des peuplements en bordure (ex. : pertes par chablis, présence de semenciers).
- Présence de végétation concurrente (ex. : éricacées) et paludification.
- Établir la répartition spatiale de la rétention de bois sur pied ou de chicots afin de limiter les pertes par chablis.

Arbre

- Évaluer les critères de vigueur de la régénération préétablie (semis et gaules) lors de l'inventaire (répondant à la définition d'AAED).

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Les CT peuvent être faites à l'année :
 - la récolte d'hiver est conseillée pour protéger la régénération préétablie et limiter l'érosion, la compaction ou une remontée de la nappe phréatique;
 - la récolte d'été qui perturbe le sol pourrait favoriser la régénération sur les sites sensibles à la paludification.
- Lors de l'utilisation des peuplements laissés en bordure comme source de semences, la récolte devrait idéalement se faire peu avant la dispersion des graines (récolte de fin d'été ou d'automne).

Exécution

- Patrons de récolte possibles :
 - CPRS et CTSP : uniforme, en damier, par parquets ou par bandes;
 - CPHRS et CRS : uniforme.

- Récolte mécanisée par bois tronçonnés dans les stations pauvres pour éviter une baisse de fertilité du sol ou pour favoriser certaines essences (ex. : ébranchage sur le site pour régénérer le pin gris).
- Espacement maximal des sentiers et abattage dirigé pour protéger la régénération préétablie.
- Choix de l'emplacement des sentiers (patron) pour limiter l'érosion, la compaction et la remontée de la nappe phréatique.
- Utilisation moins stricte des sentiers et perturbation du sol pour les sites sensibles à la paludification (CTSP).
- Scarifiage passif pour favoriser l'établissement de certaines essences désirées (ex. : épinette blanche, bouleau jaune).

Social

- Il faut tenir compte de :
 - l'acceptabilité sociale;
 - l'impact visuel;
 - l'impact sur le tourisme, la faune et les autres utilisateurs du territoire.

Les coupes totales

B. Les directives opérationnelles

La composition et la qualité du nouveau peuplement sont en corrélation avec la protection et l'établissement de la régénération. Lorsque la régénération d'essences désirées est préétablie, elle devrait être protégée, qu'elle soit en quantité suffisante ou non, afin de contribuer à la formation du nouveau peuplement.

La rétention de bois sur pied (≤ 10 % du volume marchand ou de la surface terrière marchande) et de chicots est applicable à toutes les CT.

- CPRS et CPHRS : récolter tous les arbres d'essences commerciales dont le DHP est supérieur à 9 cm. Porter une attention particulière à la protection de la régénération préétablie (semis et gaules) et du sol forestier.

- CRS : conserver de 5 à 30 semenciers à l'hectare uniformément répartis qui peuvent être en groupe de quatre ou cinq pour réduire le risque de chablis.
- CTSP : récolter tous les arbres, y compris les arbres non marchands. Souvent suivie d'une plantation ou d'un ensemencement artificiel pour remettre le site en production.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.
- Espacement des sentiers.
- Taux de protection des AAED.

Suivi d'efficacité

- À court terme (de trois à cinq ans après la coupe) :
 - inventaire de la régénération (semis et gaules) : essence, coefficient de distribution, densité, hauteur, croissance libre et qualité;

- reprise de croissance en hauteur de la régénération préétablie (derniers verticilles des semis et des gaules);
- taux de recouvrement et hauteur par type de végétation concurrente, notamment pour les essences non commerciales feuillues qui se reproduisent par drageonnement et rejets de souche.

- À moyen et à long terme :
 - reconstitution d'un peuplement similaire à celui d'avant la coupe (composition et surface terrière).



Photo : É. Dancause

CTSP dans une pessière noire de la Côte-Nord.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

5700, 4^e Avenue Ouest

Québec (Québec) G1H 6R1

Ligne sans frais : 1 844 523-6738

Télécopieur : 418 644-6513

services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

Bibliographie

Procédés de régénération menant à une structure régulière

- BÉLANGER, L. (2001). « La forêt mosaïque comme stratégie de conservation de la biodiversité de la sapinière boréale de l'Est – L'expérience de la forêt Montmorency », *Le Naturaliste canadien*, vol. 125, p. 18-25.
- CAUCHON, R., et autres (1996). *Document de travail sur la coupe à blanc, L'Aubelle*, supplément août-septembre 1996, 19 p.
- DOUCET, R., et autres (2009). « Chapitre 29 – Sylviculture appliquée », dans ORDRE DES INGÉNIEURS FORESTIERS DU QUÉBEC, *Manuel de foresterie, 2^e éd.*, Québec, Éditions MultiMondes, p. 1147-1186.
- GROOT, A., et autres (2005). "A Silvicultural Systems Perspective on Changing Canadian Forestry Practices", *The Forestry Chronicle*, vol. 81, n° 1, p. 50-55.
- KEENAN, R. J., et J. P. KIMMINS (1993). "The Ecological Effects of Clearcutting", *Environmental Review*, vol. 1, n° 2, p. 121-144.
- LAFLÈCHE, V., J. BÉGIN et J.-C. RUEL (2004). *Effets de la coupe avec protection de la régénération sur la production des peuplements forestiers*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, 95 p. (Mémoire de recherche forestière; 146).
- LAROUCHE, C., J.-C. RUEL et L. BÉLANGER (2007). « L'effet du patron de répartition des coupes sur les pertes par chablis : le cas de la sapinière à bouleau blanc de l'Est », *The Forestry Chronicle*, vol. 83, n° 1, p. 83-91.
- MATTHEWS, J. D. (1989). *Silvicultural Systems*, New York, NY, Oxford University Press, 284 p.
- NYLAND, R. D. (2002). *Silviculture: Concepts and Applications, 2^e ed.*, Long Grove, IL, Waveland Press Inc., 682 p.
- OLIVER, C. D., et B. C. LARSON (1996). *Forest Stand Dynamics, Update edition*, New York, NY, John Wiley & Sons Inc., 520 p.
- POMINVILLE, P., et J.-C. RUEL (1995). « Effets de la coupe à blanc et de la coupe par bandes sur la régénération obtenue après 5 ans dans des pessières noires du Québec », *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 25, n° 2, p. 329-342.
- POTHIER, D. (1996). « Évolution de la régénération après la coupe de peuplements récoltés selon différents procédés d'exploitation », *The Forestry Chronicle*, vol. 72, n° 5, p. 519-527.
- POTHIER, D., R. DOUCET et J. BOILY (1995). "The Effect of Advance Regeneration Height on Future Yield of Black Spruce Stands", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 25, n° 4, p. 536-544.
- RUEL, J.-C. (1989). « Importance de la régénération préexistante dans les forêts publiques du Québec », *Annales des sciences forestières*, vol. 46, n° 4, p. 345-359.

RUEL, J.-C., R. DOUCET et J. BOILY (1995). "Mortality of Balsam Fir and Black Spruce Advance Growth 3 Years after Clearcutting", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 25, n° 9, p. 1528-1537.

RUEL, J.-C., et autres (1998). « Évolution de la régénération de peuplements résineux et mélangés au cours des 30 années après coupe à blanc mécanisée », *The Forestry Chronicle*, vol. 74, n° 3, p. 428-442.

4. Procédés de régénération

4.2 Menant à une structure irrégulière

La coupe avec protection des petites tiges marchandes

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Pierre Beaupré, ing.f. et Ian Latremouille, ing.f.*

Révision : Catherine Larouche, ing.f., Ph. D. et Sébastien Méthot, ing.f

Définition

La coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM) est un procédé de régénération qui consiste à récolter les arbres dont le DHP est supérieur à un diamètre limite de 13, 15 ou 17 cm, et à protéger le plus grand nombre possible d'arbres résineux dont le DHP est inférieur à cette limite (semis, gaules et petites tiges marchandes [PTM]).

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- La survie et la croissance de plus de 50 % des PTM des classes de 10 et 12 cm. Le taux de survie des gaules sera supérieur à celui des PTM. La mortalité des gaules et des PTM se produit principalement au cours des deux premières années suivant la coupe.

De 5 à 20 ans

- Le développement des semis, des gaules et des PTM. Au cours des dix premières années après la coupe, mort des arbres à un rythme décroissant.
- Après dix ans, une augmentation du diamètre moyen des 1 000 plus hautes tiges par hectare, puisque la croissance n'est plus freinée par la mortalité.

20 ans et plus

- Une réduction de la période de révolution du peuplement pour une production ligneuse similaire à celle du peuplement récolté.
- Le maintien d'une structure irrégulière dans le peuplement.

Bénéfices et risques

La CPPTM est un traitement peu dispendieux qui accroît le volume moyen par tige récoltée tout en permettant d'atteindre un taux élevé de prélèvement et de viser une composition d'essences résineuses. Elle peut :

- réduire la période de révolution du peuplement;
- accroître la possibilité forestière;
- conserver en partie la structure irrégulière des peuplements;
- fournir du bois mort en continu, mais de faibles dimensions;
- améliorer l'aspect visuel des coupes par rapport à la CPRS;
- résulter en une croissance de peuplement ralentie par les éricacées.



Peuplement traité par CPPTM.

Photo : P. Beaupré

* Auteur à contacter pour avoir plus de renseignements :
ian.latremouille@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Régénération	
<ul style="list-style-type: none"> Hauteur de la régénération sous couvert prête à être libérée, nettement supérieure à celle atteinte lors des CT, CPR et des CPI-RL finales. La présence de PTM que l'on désire laisser sur pied nécessite l'évaluation de leur taux de survie. 	<ul style="list-style-type: none"> Structure irrégulière du peuplement. La survie des PTM est tributaire de la proportion de houppier et de la présence de gaules sous couvert en quantité suffisante pour les protéger des chablis et de l'insolation.
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> Présence de pin gris dans l'étage supérieur du peuplement. 	<ul style="list-style-type: none"> Instabilité des PTM lorsqu'il y a plus de 25 % de pin gris dans l'étage supérieur du peuplement.
Qualité ou santé	
<ul style="list-style-type: none"> Risque d'insolation des PTM. Possibilité d'avoir un taux élevé de blessures graves chez les PTM, créant ainsi des portes d'entrée pour la carie. 	<ul style="list-style-type: none"> Insolation des PTM isolées, sans gaules à proximité, surtout pour le SAB. Risque élevé de blessures en raison du fort taux de prélèvement et de la proximité des arbres, même lorsque les opérateurs sont vigilants.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> Les arbres doivent avoir une capacité de croissance acceptable pour être conservés. 	<ul style="list-style-type: none"> Cette croissance est liée à une proportion de houppier suffisante.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Végétations potentielles où la CPPTM est applicable : MS2, RS2, RE2, ME1, MS4, RS4, RE4, RB2 ou RB5.
- Bon enracinement :
 - exclure les drainages hydriques et les sols organiques;
 - valider l'enracinement pour les drainages subhydriques et les sols très minces.
- Éviter une exposition au vent très supérieure à celle des conditions expérimentées (supérieure à 6,79 m/s dans l'atlas des contraintes de la Direction des inventaires forestiers).

Peuplement

- Moins de 25 % de PIG dans le couvert.
- Peuplement mature de structure irrégulière (habituellement de classes de densité C et D).
- Peuplement mature de structure régulière (densités A et B) avec un grand nombre de PTM.
- Densité de gaules suffisante pour que les chances de survie des PTM des classes de 10 et 12 cm dépassent 50 % cinq ans après la coupe. La densité de gaules requise dépend de l'essence et de la proportion de houppier des PTM.
- Ne pas traiter les peuplements dont la proportion moyenne de houppier des PTM est inférieure à 40 %.

Arbre

- Les PTM ont une proportion de houppier supérieure à 25 % et une inclinaison par rapport à la verticale inférieure à 10°.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Contrainte de praticabilité (ex. : pierrosité, pente, inégalité du terrain) pour maintenir des sentiers de débardage équidistants.

Peuplement

- Volume marchand habituellement $\geq 70 \text{ m}^3/\text{ha}$, dont au moins $30 \text{ m}^3/\text{ha}$ sont composés d'arbres ayant un DHP supérieur à 16 cm.

Arbre

- Les cibles minimales de survie cinq ans après la coupe sont de 50 % pour les PTM de 10 et 12 cm, de 55 % pour les PTM de 14 cm et de 60 % pour les PTM de 16 cm.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Si les abatteuses ne peuvent pas naviguer avec un GPS, privilégier les opérations de jour afin d'avoir une visibilité suffisante pour maintenir l'espacement entre les sentiers.
- L'été et l'automne sont préférables pour diminuer les blessures, et le printemps est à éviter.

Exécution

- Meilleur taux de protection des PTM et des gaules avec un procédé de récolte par bois court.
- Le procédé de récolte par arbre entier peut être satisfaisant lorsque la densité des arbres à récolter est faible.
- Une supervision étroite des opérations est requise.

B. Les directives opérationnelles

- Choix du diamètre limite :
 - lorsque la CPPTM continue est possible, déterminer le diamètre limite au-dessus duquel tous les arbres seront récoltés (13 cm, 15 cm ou 17 cm). La densité de gaules requise est plus élevée pour un plus grand diamètre limite (voir le tome 2 du *Guide sylvicole du Québec*, p. 539). Le diamètre limite fixé peut être inférieur à ce que la densité de gaules permet de faire. Le diamètre limite peut également être différent selon les essences. Par exemple, compte tenu que la survie des EPB de 14 et 16 cm nécessite moins de gaules, un diamètre limite plus élevé peut être fixé pour cette essence.
- Récolte obligatoire de certaines PTM :
 - à moins que cela entraîne la destruction de gaules, récolter les PTM ayant des chances de survie ou une capacité de croissance inadéquates, soit les PTM :
 - ♦ avec moins de 25 % de houppier,
 - ♦ incliné à plus de 10° par rapport à la verticale,
 - ♦ gravement blessées naturellement (ex. : volis) ou par l'abatteuse.
- Dans la CPPTM discontinue, ne pas conserver de PTM isolées sans gaules à proximité.
- Modification possible de la directive de façonnage :
 - on peut augmenter le taux de protection en modifiant la directive de façonnage du procédé de récolte par bois court de façon à réduire la longueur des billots et à diminuer le nombre de longueurs façonnées.
- Cibles de protection et pénalités :
 - établir les taux de protection à respecter entre les sentiers de débardage pour les PTM et les gaules (voir le tome 2 du *Guide sylvicole du Québec*, p. 535 et 536) et les pénalités applicables;
 - établir les taux de blessures graves des PTM à ne pas dépasser (voir le tome 2 du *Guide sylvicole du Québec*, p. 524) et les pénalités applicables.
- Établir le taux de sentiers de débardage maximal et les pénalités applicables.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.
- Espacement des sentiers.
- Coefficient de distribution et taux de protection de la régénération.
- Après la récolte :
 - taux de blessures graves des PTM;
 - taux de protection des gaules et des PTM entre les sentiers de débardage;
 - proportion de sentiers de débardage.

Suivi d'efficacité

- Après la récolte :
 - données requises (essences, DHP) pour alimenter les projections (table de peuplement incluant les gaules) :
 - ♦ à dix ans avec les équations issues des dispositifs de CPPTM;
 - ♦ après dix ans avec Artémis.
- À moyen terme (environ dix ans après la coupe) :
 - mesurer la croissance en hauteur lorsque les éricacées ont envahi les sentiers de débardage et les clairières pour relever les cas où une intervention serait nécessaire;
 - mesurer les données requises (table de peuplement sans les gaules) pour alimenter les projections avec Artémis;
 - mesurer la hauteur moyenne des plus hautes tiges par espace de croissance de 8,33 m² (équivalent à 1/1 200 ha).



Photo : M. Riopel

Régénération de résineux et de feuillus intolérants dans un sentier de débardage, 13 ans après une CPPTM.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

5700, 4^e Avenue Ouest

Québec (Québec) G1H 6R1

Ligne sans frais : 1 844 523-6738

Télécopieur : 418 644-6513

services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

La coupe progressive irrégulière à couvert permanent de peuplements feuillus

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Steve Bédard, ing.f., M. Sc., Patricia Raymond, ing.f., Ph. D. et Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc.
Révision : Ian Latremouille, ing.f.* et Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

La coupe progressive irrégulière à couvert permanent (CPI-CP) est un procédé de régénération qui vise à la fois à régénérer, à récolter, à éduquer et à améliorer le peuplement, par une série de coupes partielles étalées sur plus d'un cinquième de la révolution. Ce traitement est effectué dans le but **de maintenir, de convertir ou de restaurer une structure irrégulière** (généralement de deux à quatre classes d'âge), et ce, **sans faire de coupe finale**.

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- Le maintien d'un couvert forestier permanent et la création de lits de germination propices à l'établissement d'une nouvelle cohorte de régénération d'essences désirées ou de conditions favorables au développement de cohortes déjà établies.
- La conservation des attributs des vieilles forêts.

De 5 à 20 ans

- Le maintien des conditions favorables au développement de la régénération (ex. : lumière, température, faible concurrence végétale).

20 ans et plus

- Le maintien d'arbres vigoureux en nombre suffisant pour assurer l'ensemencement et une production ligneuse acceptable en quantité et en qualité.

Bénéfices et risques

La CPI-CP (feuillus) permet de récolter les arbres selon leur maturité et leur vigueur. Elle peut :

- favoriser la régénération d'essences aux autécologies différentes;

- réduire la densité des semis préétablis, des gaules et des perches;
- modifier les caractéristiques des arbres résiduels;
- modifier la qualité et la productivité du peuplement;
- comporter des risques de chablis;
- limiter certains des effets négatifs des coupes totales;
- permettre la conversion graduelle de la structure régulière d'un peuplement en une structure irrégulière;
- favoriser le maintien des attributs structuraux des peuplements;
- favoriser la conservation d'essences forestières en déclin.



CPI-CP dans une érablière à bouleau jaune : trouée d'environ 1 H avec une surface terrière résiduelle de 16 m²/ha.

Photo : F. Guillemette

* Personne à contacter pour avoir plus de renseignements :
ian.latremouille@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Régénération	
<ul style="list-style-type: none"> • Peu ou pas de régénération (semis, gaules). • Régénération présente, mais insuffisamment développée. • Difficulté de régénération des essences semi-tolérantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuffisance de lumière au sol. • Végétation concurrente surabondante. • Lits de germination peu favorables (ex. : humus épais, litière feuillue).
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'envahissement par la végétation concurrente. • Maintien d'un mélange d'essences ayant des longévités et des tolérances à l'ombre différentes. • Raréfaction de certaines essences. 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de semenciers d'essences à maîtriser dans le couvert. • Présence de végétation concurrente.
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> • Conversion de la structure régulière en structure irrégulière. 	<ul style="list-style-type: none"> • En aménagement écosystémique, une certaine proportion du territoire doit être composée de structures irrégulières. • Les perturbations partielles et cycliques importantes (ex. : chablis, coupes totales, feux) contribuent à générer des structures régulières.
Qualité ou santé	
<ul style="list-style-type: none"> • Tiges marchandes défectueuses ou susceptibles de le devenir d'ici la prochaine récolte. • Risque de dégradation du peuplement si la récolte partielle est mal exécutée (ex. : trop grande ouverture du couvert, mauvais choix d'arbres laissés sur pied). 	<ul style="list-style-type: none"> • Le peuplement à traiter peut avoir été appauvri par des coupes antérieures (ex. : coupe à diamètre limite). • Des directives de martelage ou de récolte trop souples peuvent provoquer l'écrémage.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque de remontée de la nappe phréatique. • Stagnation ou ralentissement de la croissance. • Mort d'arbres résiduels. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de l'évapotranspiration. • Insuffisance de lumière au sol. • Forte concurrence végétale. • Dépérissement, chablis.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Végétations potentielles les plus propices : FE3, FE4, FE6 et RP1.

- Éviter les stations vulnérables face au chablis (ex. : exposition au vent, épaisseur du dépôt).
- Stations ayant une bonne capacité portante (ex. : texture du sol, pente, drainage, gel du sol).
- Densité du cerf de Virginie < 8/km².

Peuplement

- Présence de semenciers d'essences désirées.
- Structure irrégulière (≥ 2 cohortes).
- Surface terrière avant la coupe ≥ 20 m²/ha.
- Capital forestier en croissance ≥ 9 m²/ha en essences désirées (à promouvoir et acceptables).
- Protection de la régénération d'essences désirées préétablie dans les strates inférieures (semis, gaules et perches).
- Faible quantité de végétation concurrente, particulièrement dans les ouvertures du couvert.

Arbre

- Arbres qui demeureront vigoureux pour profiter de l'effet d'éclaircie et perpétuer le capital forestier en croissance.
- Arbres appartenant aux essences les moins vulnérables aux insectes, aux maladies ou au chablis.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Risque de chablis (ex. : exposition au vent, pente, emplacement par rapport aux coupes adjacentes).
- Contrainte de praticabilité (ex. : pierrosité, pente, inégalité du terrain).
- Épaisseur de l'humus.
- Risque de contamination par la rouille du PIB.

Peuplement

- Choix des semenciers à conserver, par priorité d'essences :
 - à promouvoir (ERS, BOJ, CHR, PIB);
 - acceptables (BOP, EPX, PRU, THO, SAB);
 - à maîtriser (PET, ERR, HEG).

- Estimer le coefficient de distribution des essences désirées et le risque d'envahissement par la végétation concurrente (ex. : HEG).
- Lorsque la régénération préétablie est constituée :
 - d'espèces à maîtriser : prévoir sa destruction par la circulation de la machinerie, le nettoyage des trouées et la préparation du terrain (scarifiage);
 - d'essences désirées : planifier des sentiers pour la protéger et une récolte d'hiver.

Arbre

- Arbres exempts de signes de faiblesse ou de défauts majeurs (classes de vigueur R ou C).
- Houppier bien développé sans dépérissement.

Prescription sylvicole**A. Les éléments de mise en œuvre**

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Du milieu d'août à mars (après la période de la montée de sève).
- Idéalement, lors d'une bonne année semencière pour les essences désirées.
- Évaluer si le sol doit être protégé ou perturbé :
 - protégé → récolte d'hiver;
 - perturbé → récolte d'automne.

Exécution

- Utilisation de machinerie et de techniques de travail adaptées aux coupes partielles afin de minimiser les blessures.
- Planification du réseau de sentiers de débardage afin de protéger les arbres résiduels et la régénération préétablie.
- Supervision étroite des opérations.
- Grandeur des trouées selon les essences désirées.
- Scarifiage passif ou actif dans les trouées (ex. : peigne).
- Maîtrise de la végétation concurrente.

B. Les directives opérationnelles

La qualité de peuplement résiduel est en corrélation avec le succès du traitement.

- Utiliser le martelage négatif.
- Récolter prioritairement les arbres malades et moribonds, défectueux et d'essences peu longévives.
- Prélever de 30 à 40 % de la surface terrière marchande.

- Conserver une surface terrière marchande résiduelle entre 14 et 16 m²/ha (FE3, FE4 et FE6) et > 16 m²/ha (RP1).
- Créer des trouées entre 0,5 H < diamètre ≤ 1 H (FE3, FE4 et RP1) pouvant aller jusqu'à 2 H (FE6).
- Scarifier pour exposer le sol minéral sur plus de 50 % de la surface dans les trouées selon les besoins des essences désirées.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.
- Immédiatement après la coupe :
 - surface terrière marchande résiduelle ≥ 14 m²/ha (FE3, FE4 et FE6) et >16 m²/ha (RP1);
 - la composition doit être améliorée :
 - ♦ augmentation de la proportion des essences à promouvoir,
 - ♦ maintien ou diminution de la proportion des essences à maîtriser;

- taux de protection du capital forestier en croissance ≥ 80 %;
- au moins 75 % de la superficie à régénérer doit présenter de bonnes conditions, soit en régénération préétablie ou en microsites favorables.

Suivi d'efficacité

- À court terme (de trois à cinq ans après la coupe) :
 - régénération établie et en croissance libre (au besoin, enrichir en essences à promouvoir);
 - reprise de croissance des strates inférieures.
- À moyen et à long terme :
 - stabilité du peuplement (chablis);
 - reconstitution de la surface terrière marchande;
 - amélioration de la qualité du peuplement.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

La coupe progressive irrégulière à couvert permanent de peuplements résineux

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc., Catherine Larouche, ing.f., Ph. D., Patricia Raymond, ing.f., Ph. D. et Steve Bédard, ing.f., M. Sc.

Révision : Ian Latremouille, ing.f.* et Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

La coupe progressive irrégulière à couvert permanent (CPI-CP) est un procédé de régénération qui vise à la fois à régénérer, à récolter, à éduquer et à améliorer le peuplement, par une série de coupes partielles étalées sur plus d'un cinquième de la révolution. Ce traitement est effectué dans le but **de maintenir, de convertir ou de restaurer une structure irrégulière** (généralement de deux à quatre classes d'âge), et ce, **sans faire de coupe finale**.

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- Le maintien d'un couvert forestier permanent et la création de lits de germination propices à l'établissement d'une nouvelle cohorte de régénération d'essences désirées ou de conditions favorables au développement de cohortes déjà établies.
- La conservation des attributs des vieilles forêts.

De 5 à 20 ans

- Le maintien des conditions favorables au développement de la régénération d'essences désirées (ex. : lumière, température, faible concurrence végétale).

20 ans et plus

- Le maintien d'arbres vigoureux en nombre suffisant pour assurer l'ensemencement et une production ligneuse acceptable en quantité et en qualité.

Bénéfices et risques

La CPI-CP (résineux) permet de récolter les arbres selon leur maturité et leur vigueur. Elle peut :

- favoriser la régénération d'essences aux autécologies différentes;

- réduire la densité des semis préétablis, des gaules et des perches;
- modifier les caractéristiques des arbres résiduels;
- modifier la qualité et la productivité du peuplement;
- comporter des risques de chablis;
- limiter certains des effets négatifs des coupes totales;
- permettre la conversion graduelle de la structure régulière d'un peuplement en une structure irrégulière;
- favoriser le maintien des attributs structuraux des peuplements;
- favoriser la conservation d'essences forestières en déclin.



CPI-CP dans une sapinière à épinette blanche : groupes d'arbres de 0,5 à 1 H, récoltés pour favoriser la régénération des épinettes.

Photo : É. Dancause

* Personne à contacter pour avoir plus de renseignements :
ian.latremouille@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Régénération	
<ul style="list-style-type: none"> • Peu ou pas de régénération (semis, gaules). • Régénération présente, mais insuffisamment développée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuffisance de lumière au sol. • Végétation concurrente surabondante. • Lits de germination peu favorables (ex. : humus épais, litière feuillue).
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'enfeuillement ou d'envahissement par la végétation concurrente. • Maintien d'un mélange d'essences ayant des longévités et des tolérances à l'ombre différentes. • Raréfaction de certaines essences. 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de semenciers d'essences feuillues à maîtriser dans le couvert. • Présence de végétation concurrente.
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> • Conversion de la structure régulière en structure irrégulière. 	<ul style="list-style-type: none"> • En aménagement écosystémique, une certaine proportion du territoire doit être composée de structures irrégulières. • Les perturbations importantes (ex. : coupes totales, feux) contribuent à générer des structures régulières.
Qualité ou santé	
<ul style="list-style-type: none"> • Tiges marchandes défectueuses ou susceptibles de le devenir d'ici la prochaine récolte. • Risque de pertes importantes si la récolte partielle est mal exécutée (ex. : trop grande ouverture du couvert, mauvais choix d'arbres laissés sur pied). 	<ul style="list-style-type: none"> • Le peuplement à traiter peut avoir été appauvri par des coupes antérieures (ex. : coupe à diamètre limite). • Des directives de récolte trop souples peuvent provoquer l'écrémage.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque de remontée de la nappe phréatique. • Stagnation ou ralentissement de la croissance. • Mort d'arbres résiduels. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de l'évapotranspiration. • Insuffisance de lumière au sol. • Forte concurrence végétale. • Dépérissement, chablis.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Végétations potentielles les plus propices : RS1, RS2, RS3, RS5 et RE2.

- Éviter les stations vulnérables face au chablis (ex. : exposition au vent, épaisseur du dépôt).
- Stations ayant une bonne capacité portante (ex. : texture du sol, pente, drainage, gel du sol).
- Densité du cerf de Virginie < 8/km².

Peuplement

- Présence de semenciers d'essences désirées.
- Structure irrégulière (≥ 2 cohortes).
- Densité avant la coupe de plus de 40 % (classe C).
- Protection de la régénération d'essences désirées préétablie dans les strates inférieures (semis, gaules).
- Faible quantité de végétation concurrente, particulièrement dans les ouvertures du couvert.

Arbre

- Arbres qui demeureront vigoureux pour profiter de l'effet d'éclaircie (houppier bien développé $> 1/3 H$, absence de défauts majeurs).
- Arbres appartenant aux essences les moins vulnérables face aux attaques des insectes, aux maladies ou au chablis (les essences varient selon la région).

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Risque de chablis (ex. : exposition au vent, pente, emplacement par rapport aux coupes adjacentes).
- Contrainte de praticabilité (ex. : pierrosité, pente, inégalité du terrain).
- Épaisseur de l'humus.

Peuplement

- Choix des semenciers à conserver en fonction de la station par priorité d'essences :
 - à promouvoir (EPB, EPR, THO, EPN, SAB); \
 - acceptables (BOP);
 - à maîtriser (PET).

- Estimer le coefficient de distribution des essences désirées et le risque d'envahissement par la végétation concurrente.
- Lorsque la régénération préétablie est constituée :
 - d'essences à maîtriser : prévoir sa destruction par la circulation de la machinerie, le nettoyage des trouées et la préparation de terrain (scarifiage);
 - d'essences désirées : planifier des sentiers pour la protéger et une récolte d'hiver.

Arbre

- Arbres exempts de signes de faiblesse ou de défauts (classes de vigueur R ou C).
- Proportion de houppier $> 1/3 H$.

Prescription sylvicole**A. Les éléments de mise en œuvre**

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Idéalement, lors d'une bonne année semencière pour les essences désirées.
- Évaluer si le sol doit être protégé ou perturbé :
 - protégé → récolte d'hiver;
 - perturbé → récolte d'été ou d'automne.

Exécution

- Utilisation de machinerie et de techniques de travail adaptées aux coupes partielles afin de minimiser les blessures.
- Planification du réseau de sentiers de débardage afin de protéger les arbres résiduels et la régénération préétablie.
- Supervision étroite des opérations.
- Grandeur des trouées selon les essences désirées.
- Scarifiage passif ou actif dans les trouées (ex. : peigne).
- Maîtrise de la végétation concurrente.

B. Les directives opérationnelles

La qualité de peuplement résiduel est en corrélation avec le succès du traitement.

- Généralement, on ne prévoit pas de martelage sauf s'il faut conserver des attributs particuliers ou des éléments rares (martelage positif).
- Récolter prioritairement les arbres malades et moribonds, défectueux et d'essences peu longévives.
- Pessières noires et pessières noires à sapin :
 - prélever de 30 à 40 % de la surface terrière marchande en trouées entre $1,5 H < \text{diamètre} \leq 2 H$.

- Autres groupements d'essences :
 - prélever environ 33 % de la surface terrière marchande en trouées de 1 H (pessières blanches et pessières blanches à sapin) ou entre $0,5 H < \text{diamètre} \leq 1 H$ (sapinières et sapinières à épinette blanche).

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.
- Immédiatement après la coupe :
 - densité C ou D ($> 30 \%$);
 - la composition doit être améliorée :
 - ♦ augmentation ou maintien de la proportion des essences à promouvoir,
 - ♦ maintien ou diminution de la proportion des essences à maîtriser;
 - la vigueur et la qualité doivent être maintenues ou augmentées;
 - au moins 15 à 25 % de la superficie à régénérer doit présenter de bonnes conditions, soit en régénération préétablie ou en microsites favorables.

Suivi d'efficacité

- À court terme (de trois à cinq ans après la coupe) :
 - régénération établie et en croissance libre (au besoin, enrichir en essences à promouvoir);
 - reprise de croissance des strates inférieures.
- À moyen et à long terme :
 - stabilité du peuplement (chablis);
 - reconstitution de la surface terrière marchande :
 - ♦ de 50 à 70 ans dans les pessières noires et les pessières noires à sapin,
 - ♦ de 20 à 30 ans dans les pessières blanches, les pessières blanches à sapin, les sapinières et les sapinières à épinette blanche;
 - amélioration de la qualité du peuplement.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

La coupe progressive irrégulière à couvert permanent de peuplements mixtes

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Patricia Raymond, ing.f., Ph. D., Steve Bédard, ing.f., M. Sc., Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc. et Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Révision : Ian Latremouille, ing.f.* et Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

La coupe progressive irrégulière à couvert permanent (CPI-CP) est un procédé de régénération qui vise à la fois à régénérer, à récolter, à éduquer et à améliorer le peuplement, par une série de coupes partielles étalées sur plus d'un cinquième de la révolution. Ce traitement est effectué dans le but **de maintenir, de convertir ou de restaurer une structure irrégulière** (généralement de deux à quatre classes d'âge), et ce, **sans faire de coupe finale**.

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- Le maintien d'un couvert forestier permanent et la création de lits de germination propices à l'établissement d'une nouvelle cohorte de régénération d'essences désirées ou de conditions favorables au développement de cohortes déjà établies.
- La conservation des attributs des vieilles forêts.

De 5 à 20 ans

- Le maintien des conditions favorables au développement de la régénération (ex. : lumière, température, faible concurrence végétale).

20 ans et plus

- Le maintien d'arbres vigoureux en nombre suffisant pour assurer l'ensemencement et une production ligneuse acceptable en quantité et en qualité.

Bénéfices et risques

La CPI-CP (mixtes) permet de récolter les arbres selon leur maturité et leur vigueur. Elle peut :

- favoriser la régénération d'essences aux autécologies différentes;

- réduire la densité des semis préétablis, des gaules et des perches;
- modifier les caractéristiques des arbres résiduels;
- modifier la qualité et la productivité du peuplement;
- comporter des risques de chablis;
- limiter certains des effets négatifs des coupes totales;
- permettre la conversion graduelle de la structure régulière d'un peuplement en une structure irrégulière;
- favoriser le maintien des attributs structuraux des peuplements;
- favoriser la conservation d'essences forestières en déclin.



CPI-CP dans une sapinière à bouleau jaune : trouée d'environ 1 H faite lors de la première coupe d'un scénario de CPI dans le but de créer un espace de croissance pour favoriser l'établissement du bouleau jaune.

Photo : P. Raymond

* Personne à contacter pour avoir plus de renseignements :
ian.latremouille@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Régénération	
<ul style="list-style-type: none"> • Peu ou pas de régénération (semis, gaules). • Régénération présente, mais insuffisamment développée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuffisance de lumière au sol. • Végétation concurrente surabondante. • Lits de germination peu favorables (ex. : humus épais, litière feuillue).
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'enfeuillement et d'envahissement par la végétation concurrente. • Maintien d'un mélange d'essences ayant des longévités ou des tolérances à l'ombre différentes. • Raréfaction de certaines essences. 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de semenciers d'essences à maîtriser dans le couvert. • Présence de végétation concurrente.
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> • Conversion de la structure régulière en structure irrégulière. 	<ul style="list-style-type: none"> • En aménagement écosystémique, une certaine proportion du territoire doit être composée de structures irrégulières. • Les perturbations importantes (ex. : coupes totales, feux) contribuent à générer des structures régulières.
Qualité ou santé	
<ul style="list-style-type: none"> • Tiges marchandes défectueuses ou susceptibles de le devenir d'ici la prochaine récolte. • Risque de dégradation du peuplement si la récolte partielle est mal exécutée (ex. : trop grande ouverture du couvert, mauvais choix d'arbres laissés sur pied). 	<ul style="list-style-type: none"> • Le peuplement à traiter peut avoir été appauvri par des coupes antérieures (ex. : coupe à diamètre limite). • Des directives de martelage ou de récolte trop souples peuvent provoquer l'écrémage.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque de remontée de la nappe phréatique. • Stagnation ou ralentissement de la croissance. • Mort d'arbres résiduels. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de l'évapotranspiration. • Insuffisance de lumière au sol. • Forte concurrence végétale. • Dépérissement, chablis.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Végétations potentielles à prioriser : MJ1, MJ2 et MS1.

- Végétations potentielles possibles : MS2, MS6 et ME1.
- Éviter les stations vulnérables face au chablis (ex. : exposition au vent, épaisseur du dépôt).
- Stations ayant une bonne capacité portante (ex. : texture du sol, pente, drainage, gel du sol).
- Densité du cerf de Virginie < 8/km².

Peuplement

- Présence de semenciers d'essences désirées.
- Structure irrégulière (≥ 2 cohortes).
- Densité avant la coupe de plus de 60 % (classe A ou B).
- Capital forestier en croissance $> 9 \text{ m}^2/\text{ha}$ d'essences désirées (à promouvoir et acceptables).
- Protection de la régénération d'essences désirées préétablie dans les strates inférieures (semis, gaules et perches).

- Faible quantité de végétation concurrente, particulièrement dans les ouvertures du couvert.

Arbre

- Arbres qui demeureront vigoureux pour profiter de l'effet d'éclaircie et perpétuer le capital forestier en croissance.
- Arbres appartenant aux essences les moins vulnérables aux insectes, aux maladies ou au chablis.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Risque de chablis (ex. : exposition au vent, pente, emplacement par rapport aux coupes adjacentes).
- Contrainte de praticabilité (ex. : pierrosité, pente, inégalité du terrain).
- Épaisseur de l'humus.

Peuplement

- Choix des semenciers à conserver, par priorité d'essences :
 - à promouvoir (BOJ, ERS, EPR, EPB, THO, PIB);
 - acceptables (BOP, SAB);
 - à maîtriser (PET, ERR, HEG).

- Estimer le coefficient de distribution des essences désirées et le risque d'envahissement par la végétation concurrente.
- Lorsque la régénération préétablie est constituée :
 - d'espèces à maîtriser : prévoir sa destruction par la circulation de la machinerie, le nettoyage des trouées et la préparation de terrain (scarifiage);
 - d'essences désirées : planifier des sentiers pour la protéger et une récolte d'hiver.

Arbre

- Arbres exempts de signes de faiblesse ou de défauts majeurs (classes de vigueur R ou C).
- Houppier bien développé sans dépérissement (proportion de houppier $> 1/3 \text{ H}$).

Prescription sylvicole**A. Les éléments de mise en œuvre**

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Du milieu d'août à mars (après la période de la montée de sève).
- Idéalement, lors d'une bonne année semencière pour les essences désirées.
- Évaluer si le sol doit être protégé ou perturbé :
 - protégé \rightarrow récolte d'hiver;
 - perturbé \rightarrow récolte d'automne.

Exécution

- Utilisation de machinerie et de techniques de travail adaptées aux coupes partielles afin de minimiser les blessures.
- Planification du réseau de sentiers de débardage afin de protéger les arbres résiduels et la régénération préétablie.
- Supervision étroite des opérations.
- Grandeur des trouées selon les essences désirées (tenir compte de l'exposition si le relief est accidenté).
- Scarifiage passif ou actif dans les trouées (ex. : peigne).
- Maîtrise de la végétation concurrente.

B. Les directives opérationnelles

La qualité de peuplement résiduel est en corrélation avec le succès du traitement.

- Utiliser le martelage négatif dans les peuplements mixtes à dominance de feuillus tolérants. Le martelage n'est généralement pas nécessaire dans les peuplements mixtes à dominance résineuse sauf s'il faut conserver des attributs particuliers ou des éléments rares (martelage positif). Des directives de récolte seront toutefois nécessaires pour baliser l'application du traitement.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.
- Immédiatement après la coupe :
 - densité B ou C (> 40 %);
 - la composition doit être améliorée :
 - ♦ augmentation de la proportion des essences à promouvoir,
 - ♦ maintien ou diminution de la proportion des essences à maîtriser;
 - la vigueur et la qualité doivent être maintenues ou augmentées (% du capital forestier en croissance après > % du capital forestier en croissance avant);

- Récolter prioritairement les arbres malades et moribonds, défectueux et d'essences peu longévives.
- Prélever de 30 à 40 % de la surface terrière marchande.
- Conserver une surface terrière marchande résiduelle > 16 m²/ha (MJ1 et MJ2).
- Créer des trouées entre 0,5 H < diamètre ≤ 1 H.
- Si la conservation des gros bois est un enjeu, laisser > 25 % d'arbres de 100 ans et plus (35 cm et plus de DHP).

- au moins 75 % de la superficie à régénérer doit présenter de bonnes conditions, soit en régénération préétablie ou en microsites favorables.

Suivi d'efficacité

- À court terme (de trois à cinq ans après la coupe) :
 - régénération établie et en croissance libre (au besoin, enrichir en essences à promouvoir);
 - reprise de croissance des strates inférieures.
- À moyen et à long terme :
 - stabilité du peuplement (chablis);
 - reconstitution de la surface terrière marchande (de 30 à 40 ans);
 - amélioration de la qualité du peuplement.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

La coupe progressive irrégulière à régénération lente des peuplements feuillus

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Steve Bédard, ing.f., M. Sc., Patricia Raymond, ing.f., Ph. D. et Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc.
Révision : Ian Latremouille, ing.f.* et Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

La coupe progressive irrégulière à régénération lente (CPI-RL) est un procédé de régénération qui vise à la fois à récolter, à régénérer, à éduquer et à améliorer le peuplement, par une série de coupes partielles étalées sur plus d'un cinquième de la révolution. Ce traitement est effectué dans le but de **maintenir ou de restaurer une structure irrégulière (biétagée) ou de convertir une structure régulière en structure irrégulière.**

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- Le maintien d'un couvert forestier et des attributs des vieilles forêts pendant la période de régénération et la création de lits de germination propices à l'établissement d'une cohorte de régénération d'essences désirées ou de conditions favorables au développement de cohortes déjà établies.

De 5 à 20 ans

- Le maintien des conditions favorables au développement de la régénération d'essences désirées (ex. : lumière, température, faible concurrence végétale).

20 ans et plus

- Le maintien d'arbres vigoureux en nombre suffisant pour assurer l'ensemencement et une production ligneuse acceptable en quantité et en qualité pendant la période de régénération.
- L'accès à la pleine lumière pour la régénération grâce à la coupe finale du couvert.

Bénéfices et risques

La CPI-RL de peuplements feuillus permet de récolter les arbres selon leur maturité et leur vigueur. Elle peut :

- favoriser la régénération d'essences aux autécologies différentes;
- réduire la densité des semis préétablis, des gaules et des perches;
- modifier les caractéristiques des arbres résiduels;
- modifier la qualité et la productivité du peuplement;
- comporter des risques de chablis;
- limiter certains des effets négatifs des coupes totales;
- permettre la conversion graduelle de la structure régulière d'un peuplement en une structure irrégulière;
- favoriser le maintien des attributs structuraux des peuplements;
- favoriser la conservation d'essences forestières en déclin.

* Personne à contacter pour avoir plus de renseignements :
ian.latremouille@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Régénération	
<ul style="list-style-type: none"> • Peu ou pas de régénération (semis, gaules). • Régénération présente, mais insuffisamment développée. • Difficulté à régénérer les essences semi-tolérantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuffisance de lumière au sol. • Végétation concurrente surabondante. • Lits de germination peu favorables (ex. : humus épais, litière feuillue).
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'envahissement par la végétation concurrente lors du retrait du couvert. • Maintien d'un mélange d'essences ayant des longévités ou des tolérances à l'ombre différentes. • Raréfaction de certaines essences. 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de semenciers d'essences à maîtriser dans le couvert. • Présence de végétation concurrente.
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> • Conservation de la structure biétagée. • Conversion de la structure régulière ou irrégulière en structure biétagée. 	<ul style="list-style-type: none"> • En aménagement écosystémique, une certaine proportion du territoire doit être composée de structures irrégulières. • Les peuplements de structure régulière ou biétagée sont issus de perturbations allant de modérées à fortes (ex. : coupes, feux, épidémies graves).
Qualité ou santé	
<ul style="list-style-type: none"> • Tiges marchandes défectueuses ou susceptibles de le devenir d'ici la prochaine récolte. • Risque de dégradation du peuplement si la récolte partielle est mal exécutée (ex. : trop grande ouverture du couvert, mauvais choix d'arbres laissés sur pied). 	<ul style="list-style-type: none"> • Le peuplement à traiter peut avoir été appauvri par des coupes antérieures (ex. : coupe à diamètre limite). • Des directives de martelage ou de récolte trop souples peuvent provoquer l'écrémage.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque de remontée de la nappe phréatique. • Stagnation ou ralentissement de la croissance. • Mort des arbres résiduels. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de l'évapotranspiration. • Insuffisance de lumière au sol. • Forte concurrence végétale. • Dépérissement, chablis.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Végétations potentielles applicables : FE3, FE4, FE6, FC1 et RP1.

- Éviter les stations vulnérables face aux chablis (ex. : exposition aux vents, épaisseur du dépôt).
- Privilégier les stations ayant une bonne capacité portante (ex. : texture et gel du sol, pente, drainage).
- Densité du cerf de Virginie < 8/km².

Peuplement

- Présence de semenciers d'essences désirées (sauf en cas de coupe d'abri).
- Densité avant coupe de plus de 60 % (B), idéalement près de 80 % (A).
- Capital forestier en croissance $\geq 5 \text{ m}^2/\text{ha}$ d'essences désirées, idéalement $\geq 7 \text{ m}^2/\text{ha}$.
- Protection de la régénération préétablie d'essences désirées dans les strates inférieures (semis, gaules, perches).
- Faible quantité de végétation concurrente.

Arbre

- Arbres qui profiteront de l'effet d'éclaircie et demeureront vigoureux jusqu'à la coupe finale.
- Arbres d'essences peu vulnérables aux épidémies d'insectes, aux maladies ou aux chablis.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Risque de chablis (ex. : exposition aux vents, pente, emplacement par rapport aux coupes adjacentes).
- Contrainte de praticabilité (ex. : pierrosité, pente, inégalité du terrain).
- Épaisseur de l'humus.
- Risque d'infestation par la rouille du PIB.

Peuplement

- Choix des semenciers à conserver, par priorité d'essences :
 - à promouvoir (ERS, BOJ, CHR, PIB);
 - acceptables (BOP, EPX, PRU, THO, SAB);
 - à maîtriser (PET, ERR, HEG).

- Estimer le coefficient de distribution des essences désirées et le risque d'envahissement par la végétation concurrente.
- Lorsque la régénération préétablie est constituée :
 - d'espèces à maîtriser : prévoir sa destruction par la circulation de la machinerie, puis procéder à la préparation du terrain, au scarifiage et au nettoyage;
 - d'essences désirées : planifier des sentiers pour la protéger et une récolte d'hiver.

Arbre

- Arbres exempts de signes de faiblesse ou de défauts majeurs (classes de vigueur R et C).
- Houppier bien développé sans dépérissement.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Idéalement, du milieu d'août à mars (après la période de la montée de sève).
- Idéalement, lors d'une bonne année semencière pour les essences désirées.
- Évaluer si le sol doit être protégé ou perturbé (pour créer des lits de germination ou pour diminuer la végétation concurrente) :
 - protégé → récolte d'hiver;
 - perturbé → récolte d'automne.

Exécution

- Utilisation de machinerie et de techniques de travail adaptées aux coupes partielles afin de minimiser les blessures.

- Planification du réseau de sentiers de débardage afin de protéger les arbres résiduels et la régénération préétablie.
- Grandeur des ouvertures selon les essences désirées (essence tolérante $\leq 0,5 \text{ H}$; essence semi-tolérante $0,5 \text{ H} < \text{diamètre} \leq 1 \text{ H}$).
- Supervision étroite des opérations.
- Maîtrise de la végétation concurrente.
- Possibilité de laisser des legs biologiques.
- Choix du scénario de CPI-RL : le scénario à trois interventions (coupe d'ensemencement, coupe secondaire et coupe finale) est généralement préconisé lorsque la régénération préétablie d'essences désirées est insuffisante ou absente; le scénario à deux interventions est possible lorsque la régénération préétablie est suffisante, il n'est pas nécessaire alors de procéder à la coupe secondaire.

- RP1 :
 - ♦ procéder à une coupe secondaire d'environ 15 à 20 ans après la coupe d'ensemencement (laisser environ 9 m²/ha) en surface terrière marchande (de 40 à 50 arbres dominants et codominants/ha), enlever les arbres peu vigoureux et dégager la régénération,
 - ♦ exécuter la coupe finale lorsque la régénération aura de 3 à 6 m de hauteur;
- FE2, FE3, FE4, FE6 et FC :
 - ♦ procéder à une coupe secondaire de 5 à 10 ans après la coupe d'ensemencement; lorsque la régénération a plus de 1 m de hauteur, laisser environ 4 à 6 m²/ha en surface terrière marchande (de 40 à 50 arbres dominants et codominants/ha); enlever les arbres peu vigoureux et dégager la régénération,
 - ♦ exécuter la coupe finale de 25 à 60 ans après la coupe d'ensemencement.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.
- Immédiatement après la coupe d'ensemencement :
 - couvert supérieur $\geq 60\%$ (FE3, FE4, FE6 et FC1), surface terrière marchande résiduelle $> 14\text{ m}^2/\text{ha}$ (RP1);
 - amélioration de la composition :
 - ♦ augmentation de la proportion des essences à promouvoir,
 - ♦ maintien ou diminution de la proportion des essences à maîtriser;
 - maintien ou augmentation de la vigueur et de la qualité (% de capital forestier en croissance après

B. Les directives opérationnelles

La qualité du peuplement résiduel est en corrélation avec le succès du traitement.

- Utiliser le martelage positif.
- Récolter prioritairement les arbres malades et moribonds, défectueux et d'essences peu longévives.
- Conserver un couvert de 60 à 70 % (FE6) ou de 60 à 80 % (FE3, FE4 et FC1).
- Prélever de 40 à 50 % de la surface terrière marchande (RP1).
- Conserver une surface terrière marchande résiduelle $> 14\text{ m}^2/\text{ha}$ (RP1).

- \geq % de capital forestier en croissance avant);
- au moins 75 % de la superficie à régénérer doit présenter de bonnes conditions, soit en régénération préétablie ou en microsites favorables.

Suivi d'efficacité

- À court terme (de trois à cinq ans après la coupe d'ensemencement) :
 - régénération établie et en croissance libre (au besoin, enrichir en CHR ou en PIB);
 - reprise de croissance des strates inférieures.
- À moyen et à long terme :
 - RP1 : régénération de 3 à 6 m de hauteur pour pouvoir procéder à la coupe finale;
 - FE2, FE3, FE4, FE6 et FC : régénération de plus de 1 m de hauteur (environ 5 à 10 ans après la coupe d'ensemencement) nécessaire pour pouvoir procéder à la coupe secondaire si la régénération est dégagée.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

La coupe progressive irrégulière à régénération lente des peuplements résineux

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc., Catherine Larouche, ing.f., Ph. D., Patricia Raymond, ing.f., Ph. D. et Steve Bédard, ing.f., M. Sc.

Révision : Ian Latrémouille, ing.f.* et Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

La coupe progressive irrégulière à régénération lente (CPI-RL) est un procédé de régénération qui vise à la fois à récolter, à régénérer, à éduquer et à améliorer le peuplement par une série de coupes partielles étalées sur plus d'un cinquième de la révolution. Ce traitement est effectué dans le but de **maintenir ou de restaurer une structure irrégulière (biétagée) ou de convertir une structure régulière en structure irrégulière.**

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- Le maintien d'un couvert forestier et des attributs de vieilles forêts pendant la période de régénération et la création de lits de germination propices à l'établissement d'une cohorte de régénération d'essences désirées ou de conditions favorables au développement de cohortes déjà établies.

De 5 à 20 ans

- Le maintien de conditions favorables au développement de la régénération d'essences désirées (ex. : lumière, température, faible concurrence végétale).

20 ans et plus

- Le maintien d'arbres vigoureux en nombre suffisant pour assurer l'ensemencement et une production ligneuse acceptable en quantité et en qualité pendant la période de régénération.
- L'accès à la pleine lumière pour la régénération grâce à la coupe finale du couvert.

Bénéfices et risques

La CPI-RL de peuplements résineux permet de récolter les arbres selon leur maturité et leur vigueur. Elle peut :

- favoriser la régénération d'essences aux autécologies différentes;
- réduire la densité des semis préétablis, des gaules et des perches;
- modifier les caractéristiques des arbres résiduels;
- modifier la qualité et la productivité du peuplement;
- comporter des risques de chablis;
- limiter certains des effets négatifs des coupes totales;
- permettre la conversion graduelle de la structure régulière d'un peuplement en une structure irrégulière;
- favoriser le maintien des attributs structuraux des peuplements;
- favoriser la conservation d'essences forestières en déclin.

* Personne à contacter pour avoir plus de renseignements :
ian.latremouille@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Régénération	
<ul style="list-style-type: none"> • Peu ou pas de régénération (semis, gaules). • Régénération présente, mais insuffisamment développée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuffisance de lumière au sol. • Végétation concurrente surabondante. • Lits de germination peu favorables (ex. : humus épais, litière feuillue).
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'enfeuillement ou d'envahissement par la végétation concurrente lors du retrait du couvert. • Maintien d'un mélange d'essences ayant des longévités ou des tolérances à l'ombre différentes. • Raréfaction de certaines essences. 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de semenciers d'essences feuillues à maîtriser dans le couvert. • Présence de végétation concurrente.
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> • Conservation de la structure biétagée. • Conversion de la structure régulière en structure biétagée. 	<ul style="list-style-type: none"> • En aménagement écosystémique, une certaine proportion du territoire doit être composée de structures irrégulières. • Les peuplements de structure régulière ou biétagée sont issus de perturbations allant de modérées à fortes (ex. : coupes, feux, épidémies graves).
Qualité ou santé	
<ul style="list-style-type: none"> • Tiges marchandes défectueuses ou susceptibles de le devenir d'ici la prochaine récolte. • Risque de pertes importantes, notamment par le chablis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Récolte effectuée trop tard dans un peuplement issu d'un procédé de régénération menant à une structure régulière (ex. : coupe totale). • La récolte partielle a été mal exécutée (ex. : trop grande ouverture du couvert, mauvais choix d'arbres laissés sur pied).
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque de remontée de la nappe phréatique. • Stagnation ou ralentissement de la croissance. • Mort d'arbres résiduels. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de l'évapotranspiration. • Insuffisance de lumière au sol. • Forte concurrence végétale. • Dépérissement, chablis.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Végétations potentielles applicables : RS1, RS2, RS3, RS5 et RE2.

- Éviter les stations vulnérables face aux chablis (ex. : exposition aux vents, épaisseur du dépôt).
- Privilégier les stations ayant une bonne capacité portante (ex. : texture et gel du sol, pente, drainage).
- Densité du cerf de Virginie < 8/km².

Peuplement

- Peuplement prémature ($\approx \frac{1}{2}$ âge de la maturité pathologique).
- Présence de semenciers d'essences désirées.
- Densité avant coupe de plus de 60 % (classe A ou B).
- Protection de la régénération préétablie d'essences désirées dans les strates inférieures (semis et gaules).
- Faible quantité de végétation concurrente.

Arbre

- Arbres qui profiteront de l'effet d'éclaircie et demeureront vigoureux jusqu'à la coupe finale.
- Arbres d'essences peu vulnérables aux épidémies d'insectes, aux maladies ou aux chablis.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Risque de chablis (ex. : exposition aux vents, pente, emplacement par rapport aux coupes adjacentes).
- Contrainte de praticabilité (ex. : pierrosité, pente, inégalité du terrain).
- Épaisseur de l'humus.

Peuplement

- Choix des semenciers à conserver en fonction de la station. De manière générale, la priorité d'essences pourrait être :
 - à promouvoir (EPB, EPR, THO, EPN, SAB);
 - acceptables (BOP);
 - à maîtriser (PET).

- Estimer le coefficient de distribution des essences désirées et le risque d'envahissement par la végétation concurrente.
- Lorsque la régénération préétablie est constituée :
 - d'espèces à maîtriser : prévoir sa destruction par la circulation de la machinerie, puis procéder à la préparation du terrain, au scarifiage et au nettoyage;
 - d'essences désirées : planifier des sentiers pour la protéger et une récolte d'hiver.

Arbre

- Arbres exempts de signes de faiblesse ou de défauts majeurs (classes de vigueur R et C).
- Houppier bien développé sans dépérissement (proportion de houppier $> \frac{1}{3}$ H).

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Idéalement, lors d'une bonne année semencière pour les essences désirées.
- Évaluer si le sol doit être protégé ou perturbé (pour créer des lits de germination ou diminuer la végétation concurrente) :
 - protégé → récolte d'hiver;
 - perturbé → récolte d'été ou d'automne.

Exécution

- Utilisation de machinerie et de techniques de travail adaptées aux coupes partielles afin de minimiser les blessures.
- Planification du réseau de sentiers de débardage afin de protéger les arbres résiduels et la régénération préétablie.

- Grandeur des trouées selon les essences désirées.
- Supervision étroite des opérations.
- Maîtrise de la végétation concurrente.
- Possibilité de laisser des legs biologiques.
- Choix du scénario de CPI-RL pour la conversion :
 - le scénario à trois interventions :
 - conversion débutant tôt,
 - possibilité de procéder à une coupe secondaire,
 - peuplements ayant une maturité pathologique tardive,
 - régénération préétablie d'essences désirées absente,
 - risque d'envahissement par la végétation concurrente élevé,
 - risque de chablis faible,
 - exécuter la coupe finale lorsque la régénération résineuse est suffisamment haute (de 5 à 10 ans après la coupe secondaire);

- le scénario à deux interventions :
 - ♦ conversion débutant plus tard,
 - ♦ peuplement ayant une maturité pathologique précoce,
 - ♦ régénération préétablie d'essences désirées présente,
 - ♦ risque d'envahissement par la végétation concurrente modéré,
 - ♦ risque de chablis modéré,
 - ♦ exécuter la coupe finale lorsque la régénération résineuse est suffisamment haute (de 20 à 30 ans après la coupe d'ensemencement dans les pessières noires et les pessières noires à sapin ou de 15 à 25 ans dans les pessières blanches, les pessières blanches à sapin, les sapinières à épinette blanche et les sapinières).

B. Les directives opérationnelles

La qualité du peuplement résiduel est en corrélation avec le succès du traitement.

- Pas de martelage sauf s'il y a des attributs particuliers ou des éléments rares à conserver (martelage positif).
- Récolter prioritairement les arbres malades, moribonds, défectueux et d'essences peu longévives.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.
- Immédiatement après la coupe d'ensemencement :
 - densité B ou C (> 40 %);
 - amélioration de la composition :
 - ♦ augmentation ou maintien de la proportion des essences à promouvoir,
 - ♦ maintien ou diminution de la proportion des essences à maîtriser;

- Pessières noires et pessières noires à sapin (première intervention) :
 - prélever de 30 à 40 % de la surface terrière marchande en trouées entre $1,5 H < \text{diamètre} \leq 2 H$.
- Autres groupements d'essences (première intervention) :
 - prélever ≤ 25 % de la surface terrière marchande en trouées de 1 H (pessières blanches et pessières blanches à sapin) ou entre $0,5 H < \text{diamètre} \leq 1 H$ (sapinières et sapinières à épinette blanche).
- Tous les groupements d'essences :
 - prélever ≤ 25 % de la surface terrière marchande dans un rayon de 5 m en bordure des trouées chez les arbres qui risquent de mourir ou de tomber avant la prochaine intervention (ex. : petites tiges avec un coefficient d'élanement [rapport hauteur/diamètre] élevé, sapins et épinettes noires avec un DHP supérieur respectivement à 20 et à 25 cm).
- Laisser environ 10 m²/ha de surface terrière marchande pour prévenir le drageonnement du peuplier et, lorsque nécessaire, enlever les arbres moins vigoureux.

- maintien ou augmentation de la vigueur et de la qualité;
- au moins 15 à 25 % de la superficie à régénérer doit présenter de bonnes conditions, soit en régénération préétablie ou en microsites favorables.

Suivi d'efficacité

- À court terme (de trois à cinq ans après la coupe d'ensemencement) :
 - régénération établie et en croissance libre (au besoin, enrichir en EPR, EPB, THO);
 - reprise de croissance des strates inférieures.
- À moyen et à long terme :
 - régénération d'essences désirées de plus de 15 cm de hauteur (de 10 à 20 ans après la coupe d'ensemencement);
 - régénération d'essences désirées dégagée.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

La coupe progressive irrégulière à régénération lente des peuplements mixtes

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Patricia Raymond, ing.f., Ph. D., Steve Bédard, ing., M. Sc., Stéphane Tremblay, ing.f., M. Sc. et Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Révision : Ian Latremouille, ing.f.* et Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

La coupe progressive irrégulière à régénération lente (CPI-RL) est un procédé de régénération qui vise à la fois à récolter, à régénérer, à éduquer et à améliorer le peuplement, par une série de coupes partielles étalées sur plus d'un cinquième de la révolution. Ce traitement est effectué dans le but de **maintenir ou de restaurer une structure irrégulière (biétagée) ou de convertir une structure régulière en structure irrégulière.**

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans les peuplements traités :

De 0 à 5 ans

- Le maintien d'un couvert forestier et des attributs des vieilles forêts pendant la période de régénération et la création de lits de germination propices à l'établissement d'une cohorte de régénération d'essences désirées ou de conditions favorables au développement de cohortes déjà établies.

De 5 à 20 ans

- Le maintien de conditions favorables au développement de la régénération d'essences désirées (ex. : lumière, température, faible concurrence végétale).

20 ans et plus

- Le maintien d'arbres vigoureux en nombre suffisant pour assurer l'ensemencement et une production ligneuse acceptable en quantité et en qualité pendant la période de régénération.
- L'accès à la pleine lumière pour la régénération grâce à la coupe finale du couvert.

Bénéfices et risques

La CPI-RL de peuplements mixtes permet de récolter les arbres selon leur maturité et leur vigueur. Elle peut :

- favoriser la régénération d'essences aux autécologies différentes;
- réduire la densité des semis préétablis, des gaules et des perches;
- modifier les caractéristiques des arbres résiduels;
- modifier la qualité et la productivité du peuplement;
- comporter des risques de chablis;
- limiter certains des effets négatifs des coupes totales;
- permettre la conversion graduelle de la structure régulière d'un peuplement en une structure irrégulière;
- favoriser le maintien des attributs structuraux des peuplements;
- favoriser la conservation d'essences forestières en déclin.



CPI-RL avec 40 % de prélèvement dans une sapinière à bouleau jaune trois ans après l'intervention.

Photo : P. Raymond

* Personne à contacter pour avoir plus de renseignements : ian.latremouille@mffp.gouv.qc.ca



Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Régénération	
<ul style="list-style-type: none"> • Peu ou pas de régénération (semis, gaules). • Régénération présente, mais insuffisamment développée. • Difficulté à régénérer les essences semi-tolérantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuffisance de lumière au sol. • Végétation concurrente surabondante. • Lits de germination peu favorables (ex. : humus épais, litière feuillue).
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'envahissement par la végétation concurrente lors du retrait du couvert. • Maintien d'un mélange d'essences ayant des longévités ou des tolérances à l'ombre différentes. • Raréfaction de certaines essences. 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de semenciers d'essences feuillues à maîtriser dans le couvert. • Présence de végétation concurrente en sous-étage.
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> • Conservation de la structure biétagée. • Conversion de la structure régulière en structure biétagée. 	<ul style="list-style-type: none"> • En aménagement écosystémique, une certaine proportion du territoire doit être composée de structures irrégulières. • Les peuplements de structure régulière ou biétagée sont issus de perturbations allant de modérées à fortes (ex. : coupes, feux, épidémies graves).
Qualité ou santé	
<ul style="list-style-type: none"> • Tiges marchandes défectueuses ou susceptibles de le devenir d'ici la prochaine récolte. • Risque de dégradation du peuplement si la récolte partielle est mal exécutée (ex. : trop grande ouverture du couvert, mauvais choix d'arbres laissés sur pied). 	<ul style="list-style-type: none"> • Le peuplement à traiter peut avoir été appauvri par des coupes antérieures (ex. : coupe à diamètre limite). • Des directives de martelage ou de récolte trop souples peuvent provoquer l'écrémage.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque de remontée de la nappe phréatique. • Stagnation ou ralentissement de la croissance. • Mort des arbres résiduels. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de l'évapotranspiration. • Insuffisance de lumière au sol. • Forte concurrence végétale. • Dépérissement, chablis.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Végétations potentielles applicables : MJ1, MJ2, MS1, MS2, MS6 et ME1.

- Éviter les stations vulnérables face aux chablis (ex. : exposition aux vents, épaisseur du dépôt).
- Privilégier les stations ayant une bonne capacité portante (ex. : texture et gel du sol, pente, drainage).
- Densité du cerf de Virginie < 8/km.

Peuplement

- Présence de semenciers d'essences désirées (sauf en cas de coupe d'abri).
- Densité avant coupe de plus de 60 % (classe A ou B).
- Capital forestier en croissance ≥ 7 m²/ha d'essences désirées.
- Protection de la régénération préétablie d'essences désirées dans les strates inférieures (semis, gaules, perches).
- Faible quantité de végétation concurrente.

Arbre

- Arbres qui profiteront de l'effet d'éclaircie et demeureront vigoureux jusqu'à la coupe finale.
- Arbres d'essences peu vulnérables aux épidémies d'insectes, aux maladies ou aux chablis.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Risque de chablis (ex. : exposition aux vents, pente, emplacement par rapport aux coupes adjacentes).
- Contrainte de praticabilité (ex. : pierrosité, pente, inégalité du terrain).
- Épaisseur de l'humus.

Peuplement

- Choix des semenciers à conserver, par priorité d'essences :
 - à promouvoir (BOJ, ERS, EPR, EPB, THO, PIB);
 - acceptables (BOP, SAB);
 - à maîtriser (PET, ERR, HEG).

- Estimer le coefficient de distribution des essences désirées et le risque d'envahissement par la végétation concurrente.
- Lorsque la régénération préétablie est constituée :
 - d'espèces à maîtriser : prévoir sa destruction par la circulation de la machinerie, puis procéder à la préparation du terrain, au scarifiage et au nettoyage;
 - d'essences désirées : planifier des sentiers pour la protéger et une récolte d'hiver.

Arbre

- Arbres exempts de signes de faiblesse ou de défauts majeurs (classes de vigueur R et C).
- Houppier bien développé sans dépérissement (proportion de houppier > 1/3 H).

Prescription sylvicole**A. Les éléments de mise en œuvre**

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Idéalement, du milieu d'août à mars (après la période de la montée de sève).
- Idéalement, lors d'une bonne année semencière pour les essences désirées.
- Évaluer si le sol doit être protégé ou perturbé (pour créer des lits de germination ou pour diminuer la végétation concurrente) :
 - protégé → récolte d'hiver;
 - perturbé → récolte d'automne.

Exécution

- Utilisation de machinerie et de techniques de travail adaptées aux coupes partielles afin de minimiser les blessures.

- Planification du réseau de sentiers de débardage afin de protéger les arbres résiduels et la régénération préétablie.
- Grandeur des ouvertures selon les essences désirées (essence tolérante $\leq 0,5$ H; essence semi-tolérante $0,5 H < \text{diamètre} \leq 1 H$).
- Supervision étroite des opérations.
- Maîtrise de la végétation concurrente essentielle.
- Possibilité de laisser des legs biologiques.
- Choix du scénario de CPI-RL :
 - le scénario à trois interventions :
 - ♦ peut être utilisé en présence d'essences longévives, peu vulnérables aux chablis et lorsque l'on désire maintenir ou développer une structure de peuplement plus complexe.

- possibilité de procéder à la coupe secondaire lorsque la régénération résineuse a plus de 60 cm de hauteur (de 15 à 20 ans après la coupe d'ensemencement dans MJ1 et MJ2) :
 - laisser environ 9 m²/ha en surface terrière marchande (MJ1 et MJ2),
 - enlever les arbres peu vigoureux,
 - dégager la régénération;
- le scénario à deux interventions :
 - devrait être privilégié en présence d'une forte proportion d'essences peu longévives (ex. : sapin) ou lorsque la structure du peuplement est plus simple (ex. : régulière),
 - possibilité de procéder à une coupe finale si la régénération résineuse est > 1 m de hauteur (de 20 à 30 ans après la coupe d'ensemencement dans MS1).

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.
- Immédiatement après la coupe d'ensemencement :
 - densité d'au moins 50 %;
 - amélioration de la composition :
 - augmentation de la proportion des essences à promouvoir,
 - maintien ou diminution de la proportion des essences à maîtriser;
 - maintien ou augmentation de la vigueur et de la qualité (% de capital forestier en croissance après ≥ % de capital forestier en croissance avant);
 - au moins 75 % de la superficie à régénérer doit présenter de bonnes conditions, soit en régénération préétablie ou en microsites favorables.

B. Les directives opérationnelles

La qualité du peuplement résiduel est en corrélation avec le succès du traitement.

- Martelage positif dans les peuplements à dominance de feuillus tolérants.
- Pas de martelage dans les peuplements mixtes à dominance résineuse sauf s'il y a des attributs particuliers ou des éléments rares à conserver (martelage positif). Des directives de récolte seront toutefois nécessaires pour baliser l'application du traitement.
- Récolter prioritairement les arbres malades et moribonds, défectueux et d'essences peu longévives.
- Prélever de 40 à 50 % de la surface terrière marchande (première intervention).
- Conserver une surface terrière marchande résiduelle > 14 m²/ha (MJ1 et MJ2).

Suivi d'efficacité

- À court terme (de trois à cinq ans après la coupe d'ensemencement) :
 - régénération établie et en croissance libre (au besoin, enrichir en EPR, EPB);
 - reprise de croissance des strates inférieures.
- À moyen et à long terme :
 - régénération résineuse de plus de 60 cm de hauteur (de 15 à 20 ans après la coupe d'ensemencement dans MJ1 et MJ2) pour pouvoir procéder à la coupe secondaire;
 - régénération résineuse de plus de 1 m de hauteur (de 15 à 20 ans après la coupe secondaire dans MJ1 et MJ2 ou de 20 à 30 ans après la coupe d'ensemencement dans MS1) pour pouvoir procéder à la coupe finale.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

Bibliographie

Procédés de régénération menant à une structure irrégulière

- ARSENEAULT, J. E., et autres (2011). "First Decadal Response to Treatment in a Disturbance-Based Silviculture Experiment in Maine", *Forest Ecology and Management*, vol. 262, n° 3, p. 402-412.
- ARSENEAULT, J. E., et M.R. SAUNDERS (2012). "Incorporating Canopy Gap-Induced Growth Responses Into Spatially Implicit Growth Model Projections", *Ecological Modelling*, vol. 237, p. 120-131.
- BÉDARD, S., et autres (2014). "Rehabilitation of Northern Hardwood Stands Using Multi-Cohort Scenarios in Québec", *Journal of Forestry*, vol. 112, n° 3, p. 276-286.
- BERGERON, Y., et autres (1999). "Forest Management Guidelines Based on Natural Disturbance: Stand and Landscape-Level Considerations", *The Forestry Chronicle*, vol. 75, n° 1, p. 49-54.
- BESCOND, H., N. J. FENTON et Y. BERGERON (2011). "Partial Harvests in the Boreal Forest: Response of the Understory Vegetation Five Years after Harvest", *The Forestry Chronicle*, vol. 87, n° 1, p. 86-98.
- BOIVIN, M.-A. (2003). *Potentiel de la régénération préétablie en épinette noire dans la région de Lebel-sur-Quévillon*, Québec, Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, 87 p.
- BOUCHER, D., L. DE GRANDPRÉ et S. GAUTHER (2003). « Développement d'un outil de classification de la structure des peuplements et comparaison de deux territoires de la pessière à mousses du Québec », *The Forestry Chronicle*, vol. 79, p. 318-328.
- CIMON-MORIN, J., J.-C. RUEL et M. DARVEAU (2010). "Short Term Effects of Alternative Silvicultural Treatments on Stand Attributes in Irregular Balsam Fir-Black Spruce Stands", *Forest Ecology and Management*, vol. 260, n° 5, p. 907-914.
- COMITÉ CONSULTATIF SCIENTIFIQUE DU MANUEL D'AMÉNAGEMENT FORESTIER (2002). *Coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM) – avis scientifique*, Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, Comité consultatif scientifique du Manuel d'aménagement forestier, 146 p.
- COURTOIS et autres (2008). "Demographic and Behavioural Response of Woodland Caribou to Forest Harvesting", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 38, n° 11, p. 2837-2849.
- ELIE, J.-G., et J.-C. RUEL (2005). "Windthrow Hazard Modelling in Boreal Forests of Black Spruce and Jack Pine", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 35, n° 11, p. 2655-2663.
- FENTON, N., et autres (2008). « Évaluation sylvicole et écologique de la coupe partielle dans la forêt boréale de la ceinture d'argile », dans GAUTHIER, S. et autres (éds), *Aménagement écosystémique en forêt boréale*, Québec, Presses de l'Université du Québec, p. 393-415.
- FORTIN, M., J. BÉGIN et L. BÉLANGER (2003). « Évolution de la structure diamétrale et de la composition des peuplements mixtes de sapin baumier et d'épinette rouge de la forêt primitive après une coupe à diamètre limite sur l'Aire d'observation de la rivière Ouareau », *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 33, p. 691-704.

- FORTIN, M., J. BÉGIN et L. BÉLANGER (2003b). « Les coupes partielles : une alternative à la coupe à blanc dans les peuplements mixtes de sapin baumier et d'épinette rouge en termes de rendement », *The Forestry Chronicle*, vol. 79, n° 5, p. 948-956.
- FOURCHY, P. (1952). « En Suisse, quelques aspects de la sylviculture contemporaine », *Revue forestière française*, vol. 4, n° 5, p. 315-341.
- GAUTHIER, M.-M. (2005). *Régénération dans les sentiers de débardage en pessière noire irrégulière du Québec*, Mémoire (M. Sc.), Université Laval, 45 p.
- GAUTHIER, S., et autres (2008). *Aménagement écosystémique en forêt boréale*, Québec, Presses de l'Université du Québec, 568 p.
- GROOT, A. (2002). "Is Uneven-Aged Silviculture Applicable to Peatland Black Spruce (*Picea mariana*) in Ontario, Canada?" *Forestry*, vol. 75, n° 4, p. 437-442.
- GROOT, A., et autres (2005). "A Silvicultural Systems Perspective on Changing Canadian Forestry Practices", *The Forestry Chronicle*, vol. 81, n° 1, p. 50-55.
- HANNAH, P. R. (1988). "The Shelterwood Method in the Northeastern Forest Types: a Literature Review", *Northern Journal of Applied Forestry*, vol. 5, n° 1, p. 70-77.
- HÉBERT, F., et autres (2010a). "Comparative Physiological Responses of *Rhododendron groenlandicum* and Regenerating *Picea mariana* Following Partial Canopy Removal in Northeastern Quebec, Canada", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 40, n° 9, p. 1791-1802.
- HÉBERT, F., et autres (2010b). "Ericaceous shrubs Affect Black Spruce Physiology Independently from Inherent Site Fertility", *Forest Ecology and Management*, vol. 260, n° 2, p. 219-228.
- HILLMAN, D. (2003). « *La coupe avec protection des petites tiges marchandes : coût et mise en application* », *Avantage*, vol. 4, FPInnovations – Forest Operations (FERIC), 6 p.
- LÄHDE, E., L. LAIHO et Y. NOROKORPI (2001). "Structure Transformation and Volume Increment in Norway Spruce-Dominated Forests Following Contrasting Silvicultural Treatments", *Forest Ecology and Management*, vol. 151, nos 1-3, p. 133-138.
- LE BLANC, M.-L., et autres (2010). "Short Term Response of Small Mammals and Forest Birds to Silvicultural Practices Differing in Tree Retention in Irregular Boreal Forests", *Ecoscience*, vol. 17, n° 3, p. 334-342.
- MACDONELL, M. R., et A. GROOT (1996). *Unevenaged Silviculture for Peatland Second-Growth Black Spruce: Biological Feasibility*, 12 p. (NODA/NFP Technical Report; TR-26).
- MASON, B., G. KERR et L. SIMPSON (1999). *What is Continuous Cover Forestry?*, Edinburgh, Great Britain, Forestry Commission, 8 p. (Information Note; 29).
- MASON, W. L. (2002). "Are Irregular Stands More Windfirm?", *Forestry*, vol. 75, n° 4, p. 347-355.
- MATTHEWS, J. D. (1989). *Silvicultural Systems*, New York, NY, Oxford University Press, 284 p.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS. *Atlas des contraintes à l'aménagement forestier*, Québec, gouvernement du Québec, Direction des inventaires forestiers. (À paraître)
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2012). *L'enjeu de structure interne des peuplements feuillus et mixtes à dominance feuillue – La raréfaction et la restauration des vieux peuplements à structure complexe, Version 1.0*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 34 p. [Non publié]

- MIRON, S., M. RIOPEL et J. BÉGIN (2011). *Coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM) : résultats 5 et 10 ans après traitement*, Québec, Université Laval, Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Innovations 2011, 6 p.
- NYLAND, R. D. (2002). *Silviculture: Concepts and Applications*, 2^e ed., New York, NY, McGraw-Hill, 682 p.
- PARENT, B. (2010). *Ressources et industries forestières – Portrait statistique édition 2010*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction du développement de l'industrie des produits forestiers, 498 p.
- PUETTMANN, K. J., et autres (2009b). "Individual-Tree Growth Dynamics of Mature *Abies alba* During Repeated Irregular Group Shelterwood (*Femelschlag*) Cuttings", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 39, n° 12, p. 2437-2449.
- RAYMOND, P., et autres (2009). "The irregular shelterwood system: review, classification, and potential application to forests affected by partial disturbances", *Journal of Forestry*, vol. 107, n° 8, p. 405-413.
- RAYMOND, P., et autres (2010). *La coupe progressive irrégulière, un outil prometteur pour la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique au Québec*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, 2 p. (Avis de recherche forestière; 18).
- RAYMOND, P., J.-C. RUEL et 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 », *The Forestry Chronicle*, vol. 76, n° 4, p. 643-652.
- RIOPEL, M. (1999). *Potentiel de croissance de la haute régénération préétablie de sapin baumier : une analyse dendrométrique au niveau de la tige et du peuplement*, Mémoire (M. Sc.), Université Laval, 149 p.
- RIOPEL, M. (2012). *Étude de coupes avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM) 5 et 10 ans après traitement : probabilités de pertes, distribution de la régénération et probabilités d'insolation hivernale*, Thèse (Ph. D.), Université Laval, 153 p.
- RIOPEL, M., J. BÉGIN et J.-F. GINGRAS. (2000). « Une option pour la récolte en forêt boréale : la coupe avec protection des petites tiges marchandes », *Avantage*, vol. 1, n° 17, 8 p.
- RIOPEL, M., J. BÉGIN et J.-C. RUEL (2010). « Probabilités de pertes cinq ans après des coupes avec protection des petites tiges marchandes appliquées dans des forêts résineuses du Québec », *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 40, p. 1458-1472.
- RIOPEL, M., J. BÉGIN et J.-C. RUEL (2011). « Coefficients de distribution de la régénération, cinq ans après des coupes avec protection des petites tiges marchandes appliquées dans des sapinières et des pessières noires du Québec », *The Forestry Chronicle*, vol. 87, n° 5, p. 669-683.
- RIOPEL, M., S. MIRON et J. BÉGIN (2011). *Étude de l'insolation hivernale au tronc sur les tiges survivantes 10 ans après une coupe avec protection des petites tiges marchandes dans les dispositifs permanents*, Fonds québécois de recherche sur la nature et les technologies, 25 p.
- RIoux, J. (2006). *Effets de la coupe avec la protection des petites tiges marchandes (CPPTM) et de la coupe avec la protection de la haute régénération et des sols (CPHRS) sur la faune de la pessière noire à mousses de l'Est*, Mémoire (M. Sc.), Université Laval, 92 p.

- RUEL, J.-C. (1995). "Understanding Windthrow: Silvicultural Implications", *The Forestry Chronicle*, vol. 71, n° 4, p. 434-445.
- RUEL, J.-C., et autres (2007). « Mise au point d'une sylviculture adaptée à la forêt boréale irrégulière », *The Forestry Chronicle*, vol. 83, n° 3, p. 367-374.
- RUEL, J.-C., P. RAYMOND et M. PINEAU (2003). "Windthrow After Shelterwood Cutting in Balsam Fir Stands", *Northern Journal of Applied Forestry*, vol. 20, n° 1, p. 5-13.
- SCHÜTZ, J.-P. (2001). "Opportunities and Strategies of Transforming Regular Forests to Irregular Forests", *Forest Ecology and Management*, vol. 151, n°s 1-3, p. 87-94.
- SCHÜTZ, J.-P. (2002). "Silvicultural Tools to Develop Irregular and Diverse Forest Structures", *Forestry*, vol. 75, n° 4, p. 329-337.
- SILVY-LELIGOIS, P. (1953). « La futaie par bouquets », *Revue forestière française*, vol. 5, p. 213-229.
- SMITH, D. M., et autres (1997). *The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology*, 9^e ed., New York, NY, John Wiley & Sons, 537 p.
- SPURR, S. H. (1956). "German Silvicultural Systems", *Forest Science*, vol. 2, p. 75-80.
- STROEMPL, G., et P. W. SECKER (1995). *Guide to the Group Shelterwood Cutting Method for Regenerating Northern Red Oak*, Ontario Ministry of Natural Resources, Ontario Forest Research Institute, 45 p. (Information Paper; 120).
- THORPE, H. C., S. C. THOMAS et J. P. CASPERSEN (2007). "Residual-Tree Growth Responses to Partial Stand Harvest in the Black Spruce (*Picea mariana*) Boreal Forest", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 37, n° 9, p. 1563-1571.
- THORPE, H. C., S. C. THOMAS et J. P. CASPERSEN (2008). "Tree Mortality Following Partial Harvests is Determined by Skidding Proximity", *Ecological Applications*, vol. 18, n° 7, p. 1652-1663.
- TROOPER, W. A. (1994). *Rentabilité des options de production pour les tiges de petite taille. Projet 37-43K-446*, Forintek Canada Corp., 38 p.
- VAN DER KELEN, G., et G. LESSARD (2004). *Entre les coupes progressives et le jardinage par trouées : le cas des coupes progressives irrégulières – Synthèse de littérature*, Québec, Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy, 124 p.
- YELLE, V., L. BÉLANGER et J. PÂQUET (2008). « Acceptabilité visuelle de coupes forestières pour la pessière noire : comparaison de la coupe à blanc traditionnelle et de différents types de rétention végétale chez divers groupes d'intérêt issus d'une région ressource forestière », *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 38, p. 1983-1995.

4. Procédés de régénération

4.3 Menant à une structure jardinée

Les coupes de jardinage avec gestion par arbres

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : Steve Bédard, ing.f., M. Sc. et François Guillemette, ing.f., M. Sc.
Révision : Ian Latrémouille, ing.f.* et Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

La coupe de jardinage par pied d'arbres (CJP) et la coupe de jardinage par pied d'arbres et groupes d'arbres (CJPG) sont des procédés de régénération qui consistent à faire des coupes périodiques d'arbres sélectionnés individuellement ou par groupes dans un peuplement inéquienne pour en récolter la production, l'aider à atteindre une structure équilibrée ou à s'y maintenir, assurer les soins culturaux aux arbres en croissance et permettre l'établissement de semis.

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans le peuplement traité :

De 0 à 5 ans

- Le maintien d'une structure jardinée composée majoritairement d'arbres vigoureux de qualité et la création de lits de germination propices à l'établissement d'une nouvelle cohorte d'essences désirées.

De 5 à 20 ans

- Le maintien des conditions favorables au développement de la régénération (ex. : lumière, température, faible concurrence végétale).
- La création d'un milieu favorable au recrutement et à la croissance des arbres d'avenir.

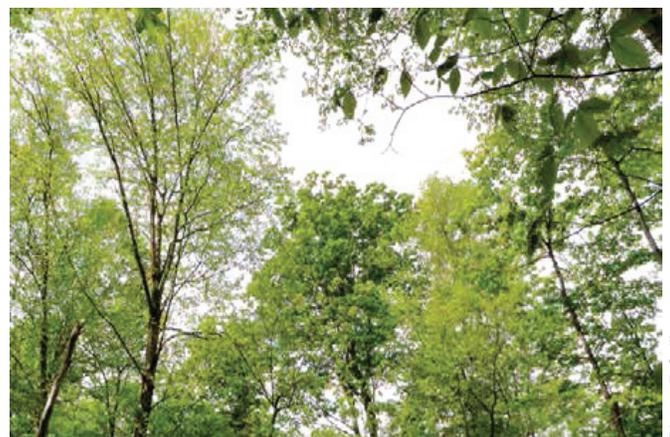
20 ans et plus

- Une structure diamétrale équilibrée du peuplement qui permet de soutenir des récoltes périodiques à long terme (tous les 10 à 25 ans) de gros bois de grande valeur.

Bénéfices et risques

Les CJP et CJPG peuvent :

- stimuler l'accroissement net du peuplement et la vigueur des arbres;
- stimuler la production de gros bois de grande qualité;
- influer sur la composition forestière;
- limiter certains effets négatifs propres aux coupes totales;
- influencer la structure du peuplement et la diversité des attributs écologiques.



Nouvelle ouverture créée par la récolte d'un groupe d'arbres dans une CJPG.

Photo : F. Guillemette

* Personne à contacter pour avoir plus de renseignements :
ian.latremouille@mffp.gouv.qc.ca



Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Régénération	
<ul style="list-style-type: none"> • Peu ou pas de régénération des essences désirées (semis, gaules). • Régénération présente, mais insuffisamment développée. • Envahissement par la végétation concurrente 	<ul style="list-style-type: none"> • Insuffisance de lumière au sol. • Lits de germination peu favorables (ex. : humus épais, litière feuillue). • Végétation concurrente surabondante.
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'envahissement par les essences à maîtriser. • Maintien d'un mélange d'essences ayant des tolérances à l'ombre différentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de semenciers d'essences à maîtriser (ex. : HEG) et de tiges d'essences à reproduction végétative (ex. : PÉT). • Abondance d'espèces tolérantes à maîtriser établies en sous-étage. • Abondance de végétation concurrente.
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> • Comparativement à la structure jardinée recherchée, surplus de tiges dans les moyens et les gros bois, souvent associé à des déficits de gaules, de perches ou de petits bois. 	<ul style="list-style-type: none"> • La croissance du peuplement tend à refermer le couvert dominant, puis à ralentir la régénération et le recrutement, lesquels sont nécessaires au maintien de la structure jardinée à long terme.
Qualité ou santé	
<ul style="list-style-type: none"> • Tiges marchandes défectueuses ou susceptibles de le devenir d'ici la prochaine récolte. • Risque de dégradation du peuplement si la récolte partielle est mal exécutée ou surabondance de tiges peu vigoureuses. • Abondance d'arbres ayant une forte probabilité de mortalité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le peuplement à traiter peut avoir été appauvri par des coupes antérieures (ex. : coupe à diamètre limite). • Des directives de martelage ou de récolte trop souples peuvent provoquer l'écrémage.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> • Stagnation ou ralentissement de la croissance des arbres et des semis. • Mort des tiges non vigoureuses. • Stagnation du recrutement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Densité du peuplement trop élevée. • Nombre élevé de tiges non vigoureuses. • Insuffisance de lumière au sol. • Forte concurrence végétale.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Végétations potentielles les plus propices: FE1 à FE6 et RT1.
- Autres végétations potentielles possibles : MJ1, MJ2, RS1, RS5 et MS6.
- Éviter les stations vulnérables au chablis (ex. : exposition au vent, épaisseur du dépôt).
- Stations ayant une bonne capacité portante (ex. : texture, pente, drainage, gel du sol).
- Densité du cerf de Virginie < 8/km².

Peuplement

- Peuplement inéquienne (≥ 3 cohortes).
- Présence de semenciers des essences désirées (à promouvoir et acceptables).
- Grand type de couvert feuillu tempéré :
 - surface terrière ≥ 20 m²/ha, mais généralement ≥ 23 m²/ha;
 - capital forestier en croissance ≥ 9 m²/ha avant la coupe des essences désirées (à promouvoir et acceptables);

- surface terrière des gros bois (DHP ≥ 40 cm) ≥ 6 m²/ha;
- surface terrière des perches et des petits bois (10 ≤ DHP ≤ 28 cm) ≥ 2 m²/ha.

- Grand type de couvert mixte et résineux tempéré :
 - surface terrière ≥ 26 m²/ha;
 - capital forestier en croissance ≥ 45 % de la surface terrière (≥ 12 m²/ha);
 - protection de la régénération d'essences désirées préétablie dans les strates inférieures (semis, gaules et perches).
- Faible quantité de végétation concurrente, particulièrement dans les ouvertures du couvert.

Arbre

- Arbres qui demeureront vigoureux pour profiter de l'effet d'éclaircie et perpétuer le capital forestier en croissance.
- Arbre appartenant aux essences les moins vulnérables aux insectes, aux maladies ou au chablis.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Risque de chablis (ex. : exposition au vent, pente, emplacement par rapport aux coupes adjacentes).
- Contrainte de praticabilité (ex. : pierrosité, pente, inégalité du terrain).
- Épaisseur de l'humus.

Peuplement

- Choix des semenciers à conserver par priorité d'essences :
 - à promouvoir (ERS, BOJ, CHR, TIA, PRU, PIB, EPR, EPB, THO);
 - acceptables (BOP, SAB);
 - à maîtriser (PET, ERR, HEG).

- Estimer le coefficient de distribution des essences désirées et le risque d'envahissement par la végétation concurrente (ex. : HEG).
- Lorsque la régénération préétablie est constituée :
 - d'essences à maîtriser : préparer le terrain (scarifiage surtout dans les trouées) et procéder à un nettoyage dans les trouées;
 - d'essences désirées : planifier des sentiers pour la protéger et une récolte d'hiver.

Arbre

- Arbres exempts de signes de faiblesse ou de défauts majeurs (classes de vigueur R et C).
- Houppier bien développé sans dépérissement.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- Du milieu d'août à mars (après la période de la montée de sève).
- Idéalement, lors d'une bonne année semencière pour les essences désirées.

Exécution

- Utilisation de machinerie et de techniques de travail adaptées aux coupes partielles afin de minimiser les blessures.

- Planification du réseau de sentiers de débardage afin de protéger les arbres résiduels et la régénération préétablie.
- Supervision étroite des opérations.
- Grandeur des trouées selon les essences désirées.
- Scarifiage passif ou actif dans les trouées pour créer des lits de germination favorables (ex. : peigne).
- Maîtrise de la végétation concurrente.

B. Les directives opérationnelles

La qualité de peuplement résiduel est en corrélation avec le succès du traitement.

- Utiliser le martelage négatif.
- Récolter en priorité les arbres malades, moribonds, défectueux et d'essences peu longévives (préciser les modalités d'application du traitement pour éviter l'écrémage).

- Récolter des arbres d'essences à maîtriser pour en réduire la présence.
- Répartir l'espace de croissance des arbres résiduels.
- Prélever un maximum de 10 m²/ha.
- Groupes d'arbres : créer des trouées entre 0,5 H < diamètre ≤ 1 H.
- Surface terrière marchande résiduelle de 18 à 20 m²/ha (≥ 16 m²/ha).

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.
- Immédiatement après la coupe :
 - surface terrière ≥ 18 m²/ha (grand type de couvert feuillu tempéré) et ≥ 16 m²/ha (grand type de couvert mixte et résineux tempéré);
 - la composition doit être améliorée :
 - ♦ augmentation de la proportion des essences à promouvoir,

- ♦ maintien ou diminution de la proportion des essences à maîtriser;
- taux de protection du capital forestier en croissance ≥ 88 %.

Suivi d'efficacité

- À court terme (de trois à cinq ans après la coupe) :
 - régénération établie et en croissance libre des essences désirées;
 - reprise de croissance des strates inférieures.
- À moyen et à long terme :
 - stabilité du peuplement (chablis);
 - reconstitution de la surface terrière marchande avant la prochaine récolte.
- Maintien ou augmentation de la qualité (capital forestier en croissance).
- Recrutement suffisant dans chacune des classes.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

Les coupes de jardinage par trouées et par bandes

Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la recherche forestière

Rédaction : François Guillemette, ing.f., M. Sc. et Ian Latrémouille, ing.f.*

Révision : Catherine Larouche, ing.f., Ph. D.

Définition

La coupe de jardinage par trouées (CJT) et la coupe de jardinage par bandes (CJB) sont des procédés de régénération qui visent à donner une structure jardinée au peuplement en créant une mosaïque de classes d'âge différentes, réparties en cohortes juxtaposées.

À chaque intervention, une proportion du peuplement est totalement coupée pour établir une nouvelle cohorte dans des trouées ou des bandes. La proportion de ces ouvertures est calculée selon le nombre de classes d'âge désiré pour couvrir toute la superficie. Il est possible d'éclaircir légèrement dans la matrice résiduelle (modalité d'un scénario sylvicole intensif).

Résultats escomptés

Selon une période de temps courte, moyenne ou longue, les résultats suivants devraient pouvoir être observés dans le peuplement traité :

De 0 à 5 ans

- Des lits de germination adéquats dans les ouvertures récemment créées dans lesquels s'est installée une abondante régénération d'essences à promouvoir.

De 5 à 20 ans

- Dans les ouvertures récentes : une régénération d'essences à promouvoir vigoureuse.
- Dans les autres portions du peuplement : une augmentation progressive de la surface terrière, une augmentation du diamètre moyen et une régénération des essences à promouvoir peu abondante ou opprimée.

20 ans et plus

- De nouvelles parties du peuplement matures et disponibles pour la récolte périodique par trouées ou par bandes à intervalle régulier.

Bénéfices et risques

La CJT et la CJB peuvent :

- influencer la croissance des gaules et des arbres marchands ainsi que la qualité du bois;
- influencer l'établissement et la croissance de la basse régénération et la composition du futur peuplement;
- influencer la production nette du peuplement;
- influencer les coûts d'exploitation et la valeur des bois produits;
- augmenter l'hétérogénéité du couvert forestier;
- diversifier la structure du peuplement et les attributs fauniques.

* Auteur à contacter pour avoir plus de renseignements :
ian.latremouille@mffp.gouv.qc.ca

Cheminement diagnostique

A. Les enjeux sylvicoles

Lors de l'étape d'analyse de la démarche du diagnostic sylvicole, le sylviculteur devrait envisager ce traitement dans les situations suivantes :

Problème	Cause
Régénération	
<ul style="list-style-type: none"> Peu ou pas de régénération des essences à promouvoir; généralement il s'agit d'essences semi-tolérantes à l'ombre. Abondance de végétation concurrente sous couvert. 	<ul style="list-style-type: none"> Insuffisance de lumière au sol et de lits de germination favorables pour les essences à promouvoir. La luminosité sous couvert est suffisante pour stimuler la végétation concurrente.
Composition	
<ul style="list-style-type: none"> Trop forte proportion d'essences à maîtriser dans les portions immatures. Abondance de gros arbres d'essences peu longévives. 	<ul style="list-style-type: none"> Trop d'essences à maîtriser lors de l'établissement de la régénération. L'âge de maturité des essences peu longévives est inférieur à l'âge de révolution déterminé pour créer des ouvertures.
Structure	
<ul style="list-style-type: none"> La proportion de la superficie composée de portions matures est supérieure à la structure cible. Peuplement de structure inéquienne non équilibrée. 	<ul style="list-style-type: none"> Le peuplement n'a pas encore atteint la structure désirée ou le temps de pratiquer une coupe pour maintenir la structure cible est venu.
Qualité ou santé	
<ul style="list-style-type: none"> Surabondance d'arbres défectueux dans les portions matures. 	<ul style="list-style-type: none"> Ces portions, qui ont été peu éduquées ou ne l'ont pas été, sont constituées de vieux arbres.
Croissance	
<ul style="list-style-type: none"> Stagnation des portions matures. 	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la dégradation des arbres et de leur taux de mortalité.

B. Les facteurs qui conditionnent la réussite

Les éléments suivants ont été reconnus comme des facteurs qui augmentent la probabilité d'atteindre les objectifs du traitement et d'obtenir les résultats souhaités :

Site ou station

- Traitement applicable dans les végétations potentielles associées à une production dominante d'essences semi-tolérantes à l'ombre : MJ1, MJ2 et FC1.
- Drainage approprié à l'essence à promouvoir (ex. : drainage modéré pour le BOJ) qui n'est ni imparfait ni mauvais.
- Accès au peuplement et praticabilité du terrain permettant de procéder au besoin à une préparation de terrain dans les ouvertures.

Peuplement

- Structure horizontale en mosaïque ou en bandes de classes d'âge différentes.
- Peuplement contenant suffisamment de portions matures ou surmatures pour y pratiquer les ouvertures voulues.

Arbre

- Présence suffisante de semenciers dans la matrice résiduelle.
- Si on choisit d'éclaircir dans la matrice résiduelle, il faut sélectionner les arbres de façon à améliorer la composition, la qualité ou la vigueur de celle-ci.

C. Les autres éléments à prendre en considération

Lors des inventaires diagnostiques, l'ingénieur forestier peut être appelé à prendre en considération les éléments suivants :

Site ou station

- Classe de drainage du terrain.
- Évaluer la praticabilité du terrain, notamment pour créer des lits de germination dans les ouvertures.

Peuplement

- Historique du peuplement (ex. : peuplement précédent, traitements sylvicoles, perturbations, saison et procédé de récolte).

- Structure horizontale : abondance et répartition des îlots matures et des trouées improductives.
- Présence notable d'essences à maîtriser et susceptibles d'envahir les trouées.

Arbre

- Vérifier plus particulièrement le coefficient d'élanement (rapport hauteur/diamètre) des PIG et des MEL.
- Vérifier la croissance des arbres d'avenir d'essences désirées (AAED) au cours des trois dernières années par rapport au coefficient d'élanement.

Prescription sylvicole

A. Les éléments de mise en œuvre

Le traitement est appliqué en tenant compte des éléments opérationnels suivants :

Période, saison ou mois

- CJT ou CJB avec éclaircie dans la matrice résiduelle : du milieu d'août à mars (après la période de la montée de sève) pour minimiser les blessures causées aux arbres résiduels.
- Prévoir une préparation de terrain si les lits de germination sont inadéquats pour les essences à promouvoir :
 - idéalement lors d'une bonne année semencière des essences à promouvoir.

Exécution

- CJT :
 - première application dans un peuplement plutôt mature : localiser les trouées de façon semi-systématique. Si c'est possible, créer des ouvertures dans les îlots d'essences peu longévives ou les portions matures;
 - en tout temps : créer des trouées d'un diamètre approximatif de 20 m en adaptant la forme et la dimension de celui-ci selon la hauteur des arbres matures adjacents, l'orientation et la pente du terrain (voir le tome 2 du Guide sylvicole du Québec, p. 610). Cibler les îlots d'arbres matures ou surmatures pour localiser les nouvelles trouées. Maintenir entre elles des superficies dont le diamètre est près d'un multiple du diamètre des trouées (ex. : 20 ou 40 m).
- CJB :
 - première application dans un peuplement plutôt mature : localiser les bandes de façon systématique. Le choix de la largeur des bandes

doit être fait selon l'orientation et la pente du terrain, et doit respecter une largeur de 15 à 25 m (voir le tome 2, du Guide sylvicole du Québec, p. 619). Idéalement, les bandes sont orientées est-ouest et la progression des coupes se fait vers le sud.

- CJT et CJB :
 - la proportion des ouvertures est donnée en se basant sur le nombre de rotations souhaitées pendant la période de révolution (ex. : 1/5 pour 5 rotations de 25 ans au cours d'une révolution de 125 ans; voir le tome 2 du Guide sylvicole du Québec, p. 608);
 - il est préférable de délimiter au préalable les ouvertures à créer lors de la coupe. Éviter de situer une ouverture sur un sol trop mince ou trop humide. Évaluer la nécessité de procéder à une préparation de terrain selon les lits de germination recherchés et les effets prévus de l'opération sur ceux-ci;
 - après la première rotation, essayer de réutiliser les sentiers créés lors de la coupe précédente, de façon à minimiser le prélèvement attribué à des sentiers qui seraient disposés de façon systématique. Il est préférable de marquer au préalable les sentiers. Idéalement, la coupe des sentiers ne doit pas créer de grandes ouvertures du couvert, pour lui permettre de se refermer en une quinzaine d'années.
- Modalité d'éclaircie dans la matrice résiduelle :
 - il faut sélectionner les arbres de façon à améliorer la composition, la qualité ou la vigueur de la matrice résiduelle;
 - il faut aussi couper une partie des essences à maîtriser ou des grosses tiges d'essences peu longévives dans les portions immatures;

Les coupes de jardinage par trouées et par bandes

- étant donné le faible taux de prélèvement dans cette matrice (environ 20 % de la surface terrière), il est préférable de demander à l'opérateur de l'abatteuse d'appliquer une directive de récolte simple (essence, DHP, espacement ou proportion),

plutôt que de recourir à un martelage. Néanmoins, le martelage peut être nécessaire s'il est difficile d'améliorer le peuplement avec des directives de récolte.

B. Les directives opérationnelles

Décrire les exigences relatives aux éléments suivants :

- déterminer la dimension des trouées ou des bandes en fonction de la tolérance à l'ombre des essences à promouvoir et en fonction de leur exposition. Maximum de 2 H et de 0,04 à 0,2 ha pour les trouées;

- déterminer s'il y aura un prélèvement dans la matrice résiduelle;
- nombre de classes d'âge = âge à maturité/rotation;
- proportion de la superficie à traiter $\approx 1/\text{nombre de classes d'âge}$.

C. Les contrôles et les suivis

Les contrôles d'exécution et les suivis d'efficacité sont des éléments clés de rétroaction permettant d'améliorer le diagnostic sylvicole, la prescription sylvicole de même que les directives opérationnelles de celle-ci.

Contrôle d'exécution

- Respect des directives sur les paiements.
- Respect des directives opérationnelles énumérées dans la prescription sylvicole.

Suivi d'efficacité

- À court terme (de trois à cinq ans après la coupe) :
 - régénération établie et en croissance libre dans les ouvertures créées.
- À moyen et à long terme :
 - stabilité du peuplement (chablis);
 - reconstitution de la surface terrière marchande;
 - maintien ou augmentation de la qualité (capital forestier en croissance) s'il y a une récolte dans la matrice résiduelle.



Source : Ministère des Ressources naturelles, 2013

Illustration représentant un peuplement aménagé par CJT après plusieurs rotations dans lequel on observe une juxtaposition des cohortes.

mffp.gouv.qc.ca/forets/entreprises/entreprises-traitements.jsp

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Ligne sans frais : 1 844 523-6738
Télécopieur : 418 644-6513
services.clientele@mffp.gouv.qc.ca

Bibliographie

Procédés de régénération menant à une structure jardinée

- ARBOGAST, C., Jr. (1957). *Marking Guides for Northern Hardwoods under the Selection System*, St. Paul, Minnesota, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Lake States Forest Experiment Station, 21 p. (Station Paper; LS-56).
- BÉDARD, S., et J. DEBLOIS (2010). *Effets de trouées sylvicoles sur l'établissement de la régénération d'une érablière à bouleau jaune après cinq ans*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, 25 p. (Mémoire de recherche forestière; 159).
- BÉDARD, S., et Z. MAJCEN (2000). *Accroissement et régénération des prucheraies dix ans après une coupe de jardinage dans une aire d'hivernage de cerf de Virginie*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, 13 p. (Note de recherche forestière; 103).
- BÉDARD, S., J. DEBLOIS et F. GUILLETTE (2012). *Accroissements quinze ans après coupe de jardinage dans des érablières : une analyse par période quinquennale et par secteur*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, 25 p. (Mémoire de recherche forestière; 165).
- BRISSETTE, J. C., et L. S. KENEFIC (2000). "Eastern Hemlock Response to Even- and Uneven-Age Management in the Acadian Forest: Results from the Penobscot Experimental Forest Long-Term Silviculture Study", dans MCMANUS, K. A., K. S. SHIELDS et D. R. SOUTO (éds), *Proceedings of the Symposium on Sustainable Management of Hemlock Ecosystems in Eastern North America*, USDA Forest Service, Northeastern Research Station, p. 23-28. (General Technical Report; NE-267).
- CANHAM, C. D. (1988). "An index for understory light levels in and around canopy gaps", *Ecology*, vol. 69, n° 5, p. 1634-1638.
- COMITÉ CONSULTATIF SCIENTIFIQUE DU MANUEL D'AMÉNAGEMENT FORESTIER (2003). *Aménagement de peuplements de structure inéquienne pour la production du bouleau jaune : avis scientifique*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, Comité consultatif scientifique du Manuel d'aménagement forestier, 158 p.
- CROW, T. R., et autres (1981). *Stocking and Structure for Maximum Growth in Sugar Maple Selection Stands*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, 16 p. (Research Paper; NC-199).
- DOYON, F., D. GAGNON et J. F. GIROUX (2005). "Effects of Strip and Single-Tree Selection Cutting on Birds and their Habitat in a Southwestern Quebec Northern Hardwood Forest", *Forest Ecology and Management*, vol. 209, p. 101-115.
- ERDMANN, G. G., et R. R. OBERG (1973). *Fifteen-Year Results from Six Cutting Methods in Second-Growth Northern Hardwoods*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. (Research Paper; NC-100)
- EYRE, F. H., et W. M. ZILLGITT (1953). *Partial Cutting in Northern Hardwoods of the Lake States*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Lake States Forest Experiment Station, 123 p. (Technical Bulletin; LS-1076).

- GODMAN, R. M., et D. J. BOOKS (1971). *Influence of Stand Density on Stem Quality in Pole-Size Northern Hardwoods*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, 7 p. (Research Paper; NC-54).
- GUILLEMETTE, F., et autres (2013). *Effets réels décennaux des coupes de jardinage pratiquées de 1995 à 1999 dans un contexte opérationnel*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, 13 p. (Mémoire de recherche forestière; 168).
- HANSEN, G., et R. D. NYLAND (1987). "Effects of Diameter Distribution on the Growth of Simulated Uneven-Aged Sugar Maple Stands", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 17, n° 1, p. 1-8.
- JOHNSON, P. S., S. R. SHIFLEY et R. ROGERS (2002). *The Ecology and Silviculture of Oaks*, New York, NY, CABI Publishing, 503 p.
- KERN, C. C., et autres (2012). "Do Deer and Shrubs Override Canopy Gap Size Effects on Growth and Survival of Yellow Birch, Northern Red Oak, Eastern White Pine, and Eastern Hemlock Seedlings?", *Forest Ecology and Management*, vol. 267, p. 134-143.
- KNEESHAW, D. D., et M. PRÉVOST (2007). "Natural Canopy Gap Disturbances and their Role in Maintaining Mixed-Species Forests of Central Quebec, Canada", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 37, n° 9, p. 1534-1544.
- LAMSON, N. I., et W. B. LEAK (2000). *Guidelines for Applying Group Selection Harvesting*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 8 p. (Report; NA-TP-02-00).
- 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*, vol. 16, n° 3, p. 151-153.
- LEAK, W. B., D. S. SOLOMON et P. S. DEBALD (1987). *Silvicultural Guide for Northern Hardwood Types in the Northeast (revised)*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, 36 p. (Research Paper; NE-603).
- LEAK, W. B., et S. M. FILIP (1977). "Thirty-Eight Years of Group Selection in New England Northern Hardwoods", *Journal of Forestry*, vol. 75, n° 10, p. 641-643.
- LESSARD, G., et autres (1999). « L'utilisation des trouées dans la régénération des forêts du Québec – Première partie de deux », *Encart de L'Aubelle*, vol. 128, 15 p.
- MAJCEN, Z., et autres (1990). *Choix des tiges à marquer pour le jardinage d'érablières inéquiennes – Guide technique*, Québec, gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Service de la recherche, 94 p. (Mémoire de recherche forestière; 96).
- MAJCEN, Z., S. BÉDARD et S. MEUNIER (2005). *Accroissement et mortalité quinze ans après la coupe de jardinage dans quatorze érablières du Québec méridional*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, 39 p. (Mémoire de recherche forestière; 148).
- MILLER, G., T. M. SCHULER et C. H. SMITH (1995). *Method for Applying Group Selection in Central Appalachian Hardwoods*, Radnor, PA, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, 11 p. (Research Paper; NE-696).
- NIESE, J. N., T. F. STRONG et G. G. ERDMANN (1995). "Forty Years of Alternative Management Practices in Second-Growth, Pole-Size Northern Hardwoods – II. Economic Evaluation", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 25, n° 7, p. 1180-1188.

- NYLAND, R. D. (1998). "Selection System in Northern Hardwoods", *Journal of Forestry*, vol. 96, n° 7, p. 18-21.
- NYLAND, R. D. (2002). *Silviculture: Concept and Applications*, 2^e éd., New York, NY, McGraw-Hill, 682 p.
- PRÉVOST, M., P. RAYMOND et J.-M. LUSSIER (2010). "Regeneration Dynamics after Patch Cutting and Scarification in Yellow Birch–Conifer Stands", *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 40, n° 2, p. 357-369.
- REAY, R. S. (2000). "Management of Eastern Hemlock for Deer Wintering Areas", dans MCMANUS, K. A., K. S. SHIELDS et D. R. SOUTO (éds), *Proceedings of the Symposium on Sustainable Management of Hemlock Ecosystems in Eastern North America*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, p. 144-147. (General Technical Report; NE-267).
- SEYMOUR, R. S., et L. S. KENEFIC (1998). "Balance and Sustainability in Multiaged-Stands: A Northern Conifer Case Study", *Journal of Forestry*, vol. 96, n° 7, p. 12-16.
- SMITH, D. M. (1986). *The Practice of Silviculture*, 8^e éd., New York, NY, John Wiley & Sons, 527 p.
- SMITH, D. M., et autres (1997). *The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology*, 9^e éd., John Wiley & Sons, 537 p.
- WEBSTER, C. R., et C. G. LORIMER (2005). "Minimum Opening Sizes for Canopy Recruitment of Midtolerant Tree Species: A Retrospective Approach", *Ecological Applications*, vol. 15, n° 4, p. 1245-1262.

