

# **Développement de systèmes de coupes progressives adaptées aux pessières noires régulières**

J.-Martin Lussier, ing.f., M.Sc., Ph.D. Service canadien des forêts  
Ève Therrien, biol., Université du Québec à Chicoutimi  
Hubert Morin, biol., M.Sc., Ph.D., Université du Québec à Chicoutimi  
Philippe Meek, ing.f., M.Sc., FERIC

---

## **Introduction**

Le système sylvicole des coupes progressives est un système de régénération applicable dans un régime de futaie régulière. Ce système consiste à établir une régénération sous couvert par une ou plusieurs coupes partielles avant la coupe finale (Nyland 2002). Son application s'avère potentiellement intéressante dans un contexte d'aménagement où l'on cherche à produire de la matière ligneuse tout en protégeant l'habitat du caribou forestier. Les coupes partielles figurent en effet parmi les stratégies d'aménagement pour protéger cette espèce (Courtois et al. 2004). D'autre part, les coupes progressives est aussi potentiellement une solution moins coûteuse que la plantation pour régénérer les peuplements résineux dont la régénération sous couvert est déficiente.

Le but du projet de recherche est de développer, d'expérimenter et d'évaluer quatre systèmes de coupe partielle de régénération dans des pessières noires régulières.

Le projet est issu d'un partenariat entre l'Université du Québec à Chicoutimi, le Service canadien des forêts, FERIC, Produits forestiers Saguenay, Boisaco, le MRNFQ (régions 02 et 09) et l'Université du Québec à Rimouski.

Le projet comporte un volet expérimental, faisant l'essai de nouvelles pratiques sylvicoles, et un volet rétrospectif, visant à décrire et modéliser la réaction de la régénération en épinette noire aux coupes partielles.

## **Objectifs spécifiques**

1. Évaluer la productivité opérationnelle, coûts de récolte et de scarifiage
2. Comparer le rayonnement solaire et substrats de germination 0, 2, 5 et 10 ans après intervention
3. Évaluer la densité, la distribution et croissance de la régénération, et la production ligneuse du peuplement 2, 5 et 10 ans après intervention
4. Développer un modèle de prédiction de la densité et de la croissance de la régénération, en fonction de la densité du couvert résiduel et du type de substrat
5. Établir des sites expérimentaux pour l'évaluation de l'impact des coupes partielles sur l'habitat du caribou

## Volet expérimental

### Méthodes

Le dispositif expérimental comprend trois systèmes de coupes progressives, un système de coupe avec réserve de semenciers, un témoin non coupé et une CPRS. Le dispositif comprend 36 unités expérimentales (UE) de 1,3 ha chacune, regroupées en six blocs. Les systèmes de coupes progressives sont : (a) La coupe progressive par minibandes, (b) la coupe progressive avec sélection rapprochée et (c) la coupe progressive à sélection distante. Le Tableau 1 résume les principaux paramètres opérationnels de la première intervention des systèmes expérimentaux, ainsi que les Figures Figure 1 à Figure 4. Les coupes ont été réalisées avec des duos d'abatteuses multifonctionnelles et de porteurs. Pour augmenter l'efficacité de l'abatteuse, les coupes ont été limitées à une **zone d'intervention** d'au plus 5m de largeur, de part et d'autre des sentiers. Les coupes partielles ont eu lieu en 2004 sur les territoires d'approvisionnement de Produits forestiers Saguenay et de Boisaco, au Saguenay et sur la Haute Côte-Nord.

La moitié des blocs ont été établis dans des futaies non-régénérées et l'autre dans des futaies régénérées, deux situations représentatives du territoire à l'étude. Dans ce dernier cas, l'objectif sylvicole de l'intervention est d'augmenter la proportion d'épinette noire par de nouveaux semis et de favoriser la croissance de la régénération résiduelle déjà établie.

Une intervention de scarifiage par placeaux a suivi en 2004-2005 ; des placeaux de 1 m x 2 m ont été réalisés avec des pelles excavatrices, dans les sentiers de débardage et dans les zones d'intervention. L'espacement prescrit entre les placeaux était de 2 m. Aucun placeau ne devait être placé à moins d'un mètre d'une tige résiduelle vivante, et aucun placeau ne devait être établi dans les groupes de régénération déjà bien formés.

Tableau 1

### Caractéristiques de la première intervention des quatre systèmes sylvicoles expérimentaux

|   | Réserve de semenciers | Minibandes | Sélection rapprochée                   | Sélection distante |
|---|-----------------------|------------|--|--------------------|
| <b>Sentiers principaux</b>  |                       |            |  |                    |
| Espacement (m)  | 20                    | 10         | 20                                     | 30                 |
| Largeur (m)   | 5                     | 5          | 5                                      | 5                  |
| Occupation  | 25%                   | 50%        | 25%                                    | 17%                |
| <b>Sentiers secondaires</b>   |                       |            |  |                    |
| Présence  | Non                   | Non        | Non                                    | Oui                |
| <b>Récolte dans la zone d'intervention (5m de part et d'autre des sentiers)</b> |                       |            |  |                    |
| Intensité   | 100%                  | 0%         | 50%                                    | 50%                |
| Règle de coupe  | Aucune                |            | Sur trois arbres, prendre le plus gros |                    |

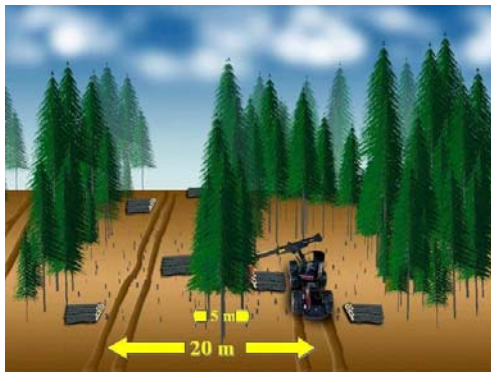


Figure 1  
Schéma d'une première intervention  
d'un système de coupe avec réserve de  
semenciers

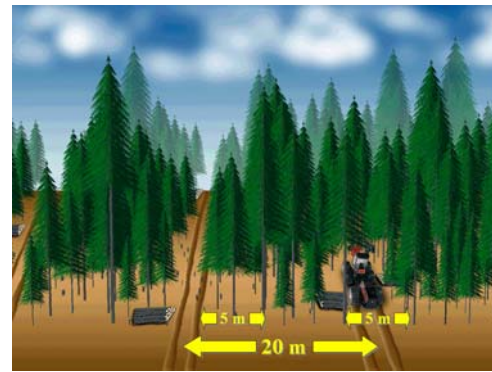


Figure 3  
Schéma de la première intervention d'un  
système de coupes progressives avec  
sélection rapprochée



Figure 2  
Schéma de la première intervention d'un  
système de coupes progressives par  
minibandes

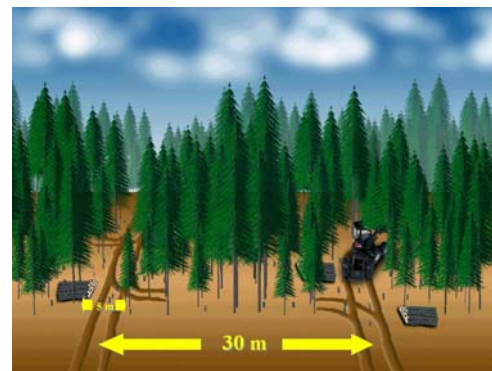


Figure 4  
Schéma de la première intervention d'un  
système de coupes progressives avec  
sélection distante

Des parcelles dendrométriques ont été établies avant intervention dans chaque UE, à raison d'une placette de 10 m x 60 m placée au centre de l'UE, perpendiculairement à la pente. Tous les arbres marchands ont été marqués et recensés avant et après intervention. Quarante-deux micro-placettes de 4m<sup>2</sup> ont été établies en périphérie de chaque placette principale, dans le but de recenser la régénération, de décrire l'évolution des substrats et de mesurer le rayonnement solaire transmis. Le suivi des placettes s'est effectué immédiatement avant et après intervention, puis sera repris cinq et dix ans plus tard.

## Résultats

### Impact sur le peuplement marchand

- Conformément aux résultats attendus, l'intensité de la coupe en volume a été de 74% (écart-type=4%) pour la coupe avec réserve de semencier, 49% (ET=14%) pour la coupe en minibandes, 48% (ET=18%) pour la coupe avec sélection rapprochée et 50% (ET=12%). La variation statistique provient notamment des variations dans l'espacement et le parallélisme des sentiers, conditionnés par le relief et la rugosité du terrain.
- L'ensemble des coupes ont provoqué une réduction du volume moyen par tige sur pied de 4 à 11%.

### Impact sur les conditions de régénération

- La Figure 5 présente la fréquence (équivalent au coefficient de distribution [CD%] ou stocking) des micro-parcelles par type de substrat. Le pourcentage sous chaque type de substrat correspond à la proportion minimale de la microparcelle occupée par ce type de substrat.

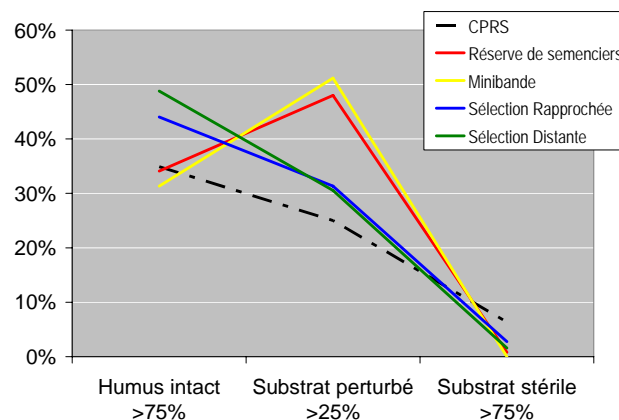


Figure 5 :

### **Fréquence des parcelles en fonction du type de substrat pour les quatre interventions de coupe partielle (la CPRS est présentée à titre comparatif)**

- Le scarifiage dans les interventions sans coupe sélective (minibandes et réserve de semenciers) ont significativement augmenté le coefficient de distribution des parcelles avec un substrat favorable à la germination (i.e. dont au moins 25% de la surface est perturbée). Dans ces situations, un CD% de 50% a été obtenu en moyenne. La proportion de parcelles dominées par un humus intact est alors de 30-35%, une valeur comparable à la CPRS.
- Les interventions avec coupe sélective (sélection rapprochée et sélection distante) ont permis un scarifiage moins efficace, en raison de l'encombrement occasionné par les tiges résiduelles. Ce problème semble *a priori* plus important dans les futaies non régénérées, généralement plus denses, que dans les futaies régénérées.

- Toutes les interventions ont mis à jour des microsites stériles, généralement dans moins de 10% des micros parcelles. Il s'agit de parcelle dont la surface comporte plus de 75% de roc nu ou d'eau, dans des micros stations à sol mince, ou encore d'accumulation importante de résidus ligneux frais issus de la coupe.
- Les analyses de lumière sous couvert sont en cours.

### **Productivité et coûts des interventions**

- Les observations menées par FERIC montrent que par rapport à la CPRS, les productivités atteintes sont de 100% pour la réserve de semenciers, 98,5% pour les minibandes, 96,1% pour la sélection rapprochée et 83,7% pour la sélection distante (valeurs normalisées pour un volume par tige récolté de 0,120 m<sup>3</sup>/tige). Ces données sont issues d'observations de courte durée devant être validées ultérieurement
- Les frais de supervision de la coupe pourraient être réduits si l'échantillonnage de contrôle est modeste et si la navigation de l'abatteuse est assistée par GPS.
- La productivité du scarifiage a varié de 70 à 156 placeaux/HMP, pour des frais d'intervention de l'ordre de 267,35 à 447,78\$/ha (avec un taux de 90\$/HMP). Par rapport, les densités de placeaux atteintes par hectare varient de 50 à 77% par rapport aux valeurs attendues. La même tendance est obtenue en comparant avec les attentes du Manuel d'aménagement forestier pour ce type de scarifiage. Ces écarts s'expliquent principalement à l'encombrement produit par les tiges résiduelles, puisque l'intervention a été sous la supervision soutenue d'un technicien de recherche.

### **Volet rétrospectif**

#### ***Méthodes***

L'objectif du projet de recherche est de développer un modèle de prédiction de la densité et de la croissance de la régénération naturelle sous-couvert, en fonction de la densité du couvert résiduel et du type de substrat. Pour permettre d'effectuer un pronostic à moyen terme sur la réaction des peuplements aux traitements, une analyse rétrospective de la régénération a été réalisée dans 10 peuplements situés dans la pessière noire boréale du Saguenay/Lac-St-Jean, ayant subi une éclaircie commerciale au cours des 10 dernières années.

Dans chaque micro-placette toute la régénération (semis et marcotte d'épinette noire et de sapin baumier) a été prélevée et analysée, une évaluation substrat a été réalisée, des mesures de lumière (ppfd) et de surface terrière (F2 et F3) ont été effectuées ainsi que l'évaluation de la profondeur du minéral.

## Résultats

La majorité des semis sont âgés de 4 à 9 ans (médiane = 6 ans, moyenne = 5,37 ans, n= 1444 individus). La régénération en épinette est d'origine sexuée à 90%. Dans les pessières non aménagées, la régénération est à plus de 90% constituées de marcottes (Doucet 1988).

Les résultats préliminaires ont démontré que la densité de semis d'épinette augmente significativement en fonction de l'augmentation de la perturbation du substrat (microsite de croissance). Les microplacettes situées dans les monticules et les ornières comptent pour plus de 60% du total de la régénération par semis malgré qu'elles ne représentent que 23,4% du total des microplacettes échantillonnées. Le coefficient de distribution (CDR) est très faible dans les bandes non perturbées (<15%). Les perturbations de sol augmentent le CDR d'épinette noire (CDR normal >50%).

Les meilleures croissances ont été observées dans les ornières avec 26-50% de lumière transmise. En général, les meilleures croissances se retrouvent avec une ouverture de 26-50% (Logan 1969). En général on observe les plus fortes densités dans les ornières et les monticules avec une ouverture entre 51 et 75%.

Afin d'évaluer et d'établir un modèle de croissance des semis d'épinette noire en fonction du substrat, de la position dans le peuplement (ornière, monticule, bande, bordure de bande), de l'âge ainsi que de la profondeur de germination et leurs interactions, l'analyse statistique Proc mixed de SAS a été utilisée. Cette analyse démontre que la lumière n'a pas d'effet significatif, ni en effet simple, ni en interaction sur la croissance de semis d'épinette noire (*Picea mariana*). Trois explications possibles : (1) le gradient de lumière obtenu n'est pas assez étendu ; (2) la régénération est trop jeune pour qu'on puisse mesurer un effet sensible de la lumière (Zarnovican 2003) ; (3) le développement de la régénération est conditionné par un autre facteur limitant que la lumière. Selon cette même analyse, on constate que la variable ayant une influence la plus significative est la profondeur de germination. Donc plus il y a eu d'accumulation de matière organique, plus les semis sont longs. Deux explications possibles : (1) l'accumulation de matière organique favorise la croissance moyenne des semis ou (2) l'accumulation de matière organique tue les semis à faible croissance, ce qui hausse la moyenne de la population. Les interactions âge x position et substrat de surface x profondeur de germination sont également hautement significatives. Dans ce dernier cas, on peut suspecter que l'accumulation de MO depuis l'établissement du semis varie en fonction de la nature du substrat.

L'analyse statistique Proc mixed de SAS a également été utilisée pour élaborer un modèle de densité de régénération de semis d'épinette noire. L'interaction de l'épaisseur de matière organique accumulée sur le minéral depuis la coupe d'éclaircie en fonction de la position du semis dans le peuplement est hautement significative. Ces variables avaient également une importance certaine dans le modèle de croissance. L'interaction surface terrière d'épinette noire des peuplements en fonction de la position des semis dans le peuplement est significative. Donc, plus il y a d'épinette mature pouvant contribuer à la régénération par semis et plus il y a de site pouvant favoriser l'établissement des semis (ornière et monticule) plus la densité de régénération des semis d'épinette noire sera grande. Contrairement au modèle de croissance, on observe une influence de la lumière dans le modèle de densité. L'interaction entre la lumière et le type de peuplement (perchis ou futaie) est significative. Il s'agit de résultats préliminaires, les analyses étant en cours.

## **Conclusions et Retombées escomptées**

Le projet démontre la faisabilité opérationnelle de systèmes de coupes progressives applications aux pessières noires boréales, à un coût raisonnable, dans une large gamme de peuplements. Les méthodes développées sont basées sur une gestion simple de l'espacement des sentiers et des règles des priorités de récolte.

L'analyse rétrospective laisse entrevoir le succès de l'établissement de la régénération dans les microsites perturbés par le passage de la machinerie et le scarifiage par placeaux.

En raison de l'encombrement du peuplement résiduel après les coupes à caractère sélectif, les systèmes de coupe avec réserve de semenciers et la coupe progressive par minibandes semble a priori le plus efficace pour établir une régénération dense et bien distribuée. L'emploi de scarificateur plutôt que de pelles excavatrices dans ces systèmes permettrait de réduire significativement le coût du scarifiage.

Un suivi d'une dizaine d'année est nécessaire pour statuer sur l'efficacité des interventions et sur les impacts sur le rendement des peuplements.

## **Références**

- Courtois, R., J.-P. Ouellet<sup>2</sup>, C. Dussault<sup>4</sup> and A. Gingras. 2004. Forest management guidelines for forest-dwelling caribou in Québec. *For.Chron.* 80:598-607
- Doucet, R. 1988. La régénération préétablie dans les peuplements forestiers naturels au Québec. *For.Chron.* 64: 116-120.
- Nyland, R.A. 2002. *Silviculture, concepts and applications*. Second Edition. McGraw-Hill, New York.
- Zarnovican, R. 2003. Effet de la production semencière et de la scarification du sol sur la régénération naturelle d'une sapinière de seconde venue du Bas-Saint-Laurent.. *Rapp. inf. LAU-X-127*.