

Influence des coupes partielles sur la productivité, la structure et la composition des peuplements mixtes de sapin baumier et d'épinette rouge

Présentateur : Mathieu Fortin, Ph.D., ing.f.
Direction de la recherche forestière
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
2700, rue Einstein
Québec, Qc
G1P 3W8
(418) 643-7994 p.6554
mathieu.fortin@mrnf.gouv.qc.ca

Co-auteur : Jean Bégin, D.Sc., ing.f.
Département des sciences du bois et de la forêt
Faculté de foresterie et de géomatique
Université Laval
Sainte-Foy, Québec
G1K 7P4
(418) 656-2131 p.2366
jean.begin@sbf.ulaval.ca

Collaborateurs scientifiques

Louis Archambault, Ph.D., ing.f.

Chhun-Huor Ung, Ph.D., ing.f.

Objectifs

Ce projet de recherche porte sur les peuplements mixtes de sapin baumier, d'épinette rouge et de bouleau jaune. Plus spécifiquement, il vise (i) à identifier les changements structurels et (ii) à quantifier la croissance à la suite de coupe partielle. Les changements structurels ont été analysés par le biais des distributions diamétrales, alors que la croissance a été étudiée tant à l'échelle de la tige individuelle que du peuplement.

Méthodologie

Matériel disponible

La Forêt expérimentale du lac Édouard et l'Aire d'observation de la rivière Ouareau sont respectivement situées dans le Parc national de la Mauricie et le Parc national du Mont-Tremblant. Ces deux sites d'étude comprennent chacun un réseau de plus de 250 placettes permanentes dont le suivi remonte à plus de 50 ans. Chacune des placettes couvre une superficie de 404 m² (0,1 acre) disposées selon une grille dont les maillons sont espacés de 200 m. Des coupes à diamètre limite ont été réalisées dans les peuplements des deux sites au cours des années 1950. Avant 2001, on disposait de 2 à 4 mesurages par placette.

Par ailleurs, des travaux réalisés en 1998 sur l'Aire d'observation de la rivière Ouareau mettaient à notre disposition des carottes de croissance prélevées sur 465 tiges de sapin baumier et d'épinette rouge.

Travaux réalisés

Entre 2001 et 2003, 255 placettes ont été retrouvées et remesurées sur l'ensemble des placettes des deux sites d'étude. Un inventaire écologique a été réalisé dans chacune des placettes afin de pouvoir leur

attribuer un type écologique selon les normes actuellement en vigueur au Québec. Ce remesurage a permis d'étendre le suivi de la croissance des peuplements sur une période de plus de 50 ans après la coupe à diamètre limite. Il a également permis de constater les changements de distributions diamétrales dans le temps. Une attention particulière a été accordée aux placettes appartenant aux types écologiques de la bétulaie jaune à sapin (MJ1x et MJ2x) et de la sapinière à bouleau jaune (RS50).

Croissance diamétrale des tiges individuelles

La croissance diamétrale des tiges de sapin baumier et d'épinette rouge a été reconstituée à partir des carottes de croissance. Les données ont ensuite été analysées à l'aide d'un modèle statistique comprenant les variables explicatives suivantes : le diamètre initial, *i.e.*, le diamètre au moment de la coupe, l'essence, le type écologique et le temps depuis la coupe. Les croissances moyennes ont été comparées.

Croissance en surface terrière à l'échelle du peuplement

L'équation de von Bertalanffy-Richards (*cf.*, Richards 1959) a été utilisée afin de modéliser la croissance moyenne en surface terrière du sapin baumier et de l'épinette rouge après coupe partielle. Les deux espèces ont été modélisées séparément. Le temps depuis la coupe, le diamètre des 250 plus grosses tiges de l'espèce à l'hectare et le ratio entre la densité relative de l'espèce et la densité relative de l'ensemble des espèces ont été utilisés comme variables explicatives dans le modèle. Étant donné que les mesures de surface terrière d'une même placette étaient corrélées, une structure de covariance et une fonction de variance ont été spécifiées. L'ajout de ces éléments au modèle permettait d'obtenir des inférences statistiques non biaisées.

Comparaison des distributions diamétrales avant et après coupe

Les distributions diamétrales des peuplements matures avant et après coupe ont été comparées sur une base statistique. La surface terrière de la placette, la densité de la placette et le groupe (avant ou après coupe) sont les variables explicatives qui ont été spécifiées dans un modèle linéaire mixte généralisé. Ce modèle a permis de quantifier la variabilité de la distribution diamétrale moyenne entre les placettes et d'établir s'il existait des différences significatives entre les deux groupes de placettes.

Taux de survie et recrutement

L'information concernant la survie des tiges et le recrutement n'était pas directement disponible en raison de la nature des données d'inventaire. Toutefois, en utilisant une matrice de transition à deux niveaux, la survie et le recrutement ont pu être modélisés. La surface terrière de la placette a été utilisée comme variable explicative dans le modèle.

Résultats et discussion

Croissance des tiges individuelles

Les résultats révèlent que les gaules de sapin baumier ont des croissances diamétrales supérieures à celles des gaules d'épinette rouge, mais uniquement sur les types écologiques MJ2x. Ces écarts de croissance entre les deux espèces s'atténuent chez les tiges dont le diamètre était marchand ($d_{hp} > 9,0$ cm) au moment de la récolte. Sur le type écologique RS50, la croissance en diamètre de l'épinette rouge est supérieure à celle du sapin baumier et ce, peu importe le diamètre au moment de la récolte. Par ailleurs, il ressort de l'analyse que le diamètre de la tige au moment de l'intervention est une variable importante

Bétulaie jaune à sapin MJ22 (d_{hp} initial = 50 mm)

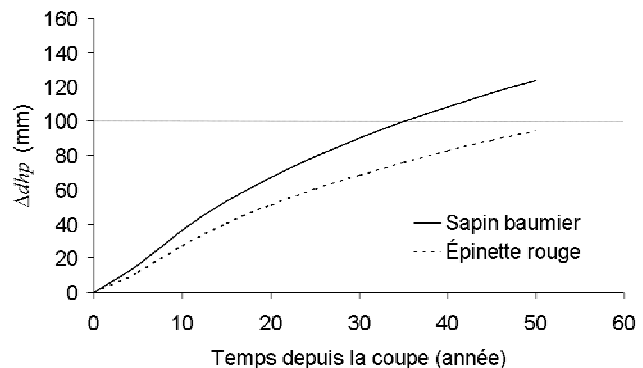


Figure 1 - Croissances diamétrales moyennes des gaules de sapin baumier et d'épinette rouge après une coupe à diamètre limite sur l'Aire d'observation de la rivière Ouareau

dans la prédiction de la croissance en diamètre chez l'épinette rouge, alors que l'effet de cette même variable est beaucoup moins marqué dans le cas du sapin baumier.

Les différences les plus marquées entre les croissances moyennes des deux espèces ont été observées sur le type écologique de la bétulaie jaune à sapin mésique (MJ22) chez les tiges qui étaient à l'état de gaule au moment de l'intervention (Figure 1). Bien que significatifs, les écarts de croissance entre les deux espèces sont modestes. La compétition exercée par la régénération de sapin baumier sur les tiges d'épinette rouge n'apparaît donc pas comme un facteur important dans le phénomène de raréfaction de l'épinette rouge.

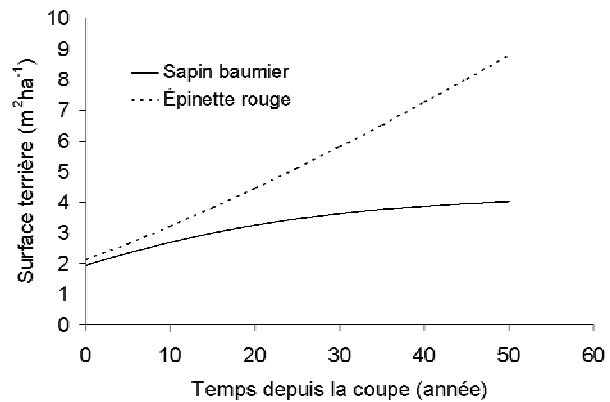


Figure 2 - Évolution moyenne de la surface terrière de l'épinette rouge et du sapin baumier après une coupe à diamètre limite ($RD=0,25$ et $dq250=13$)

Croissance en surface terrière à l'échelle du peuplement

Chez les deux espèces, l'ajout d'une structure de covariance a amélioré la vraisemblance du modèle de façon significative. Cette structure a également permis de corriger la corrélation et l'hétéroscédasticité des erreurs, de sorte que les inférences statistiques pouvaient être considérées comme étant non biaisées.

Pour un même ratio de densité relative (RD) et un même diamètre moyen quadratique des 250 plus grosses tiges à l'hectare de l'espèce ($dq250$) après coupe, l'épinette rouge et le sapin baumier affichent des patrons de croissance en surface terrière différents (Figure 2). L'épinette a une croissance régulière, alors que celle du sapin baumier suit une tendance asymptotique. Cette différence semble conforme à ce que l'on connaît de l'écologie des deux espèces. En effet, l'épinette rouge a la capacité de réagir à l'éclaircie même lorsqu'elle a atteint de forts diamètres (Ray 1956; Seymour 1992). Par ailleurs, le sapin baumier est reconnu pour être moins résistant au chablis et à la carie (Hatcher 1959), de sorte que la tendance asymptotique pourrait être le reflet d'une mortalité plus élevée chez cette espèce.

Comparaison des distributions diamétrales avant et après coupe

Par rapport, à la méthode traditionnelle de prédiction des paramètres ("parameter prediction method"), le modèle linéaire généralisé à effets mixtes peut générer des inférences statistiques non biaisées. L'approche permet de comparer statistiquement les distributions diamétrales moyennes de différents groupes de placettes. Par ailleurs, il est possible de compartimenter l'erreur du modèle et d'obtenir un estimé de la variabilité de la distribution diamètre entre les placettes.

Pour des surfaces terrières et des densités équivalentes, les résultats de la modélisation démontrent qu'il n'existe pas de différences significatives entre la distribution diamétrale moyenne avant coupe et celle 50 ans après coupe (Figure 3). Il semble donc que la structure de ces peuplements ne soit pas affectée outre mesure par une coupe à diamètre limite.

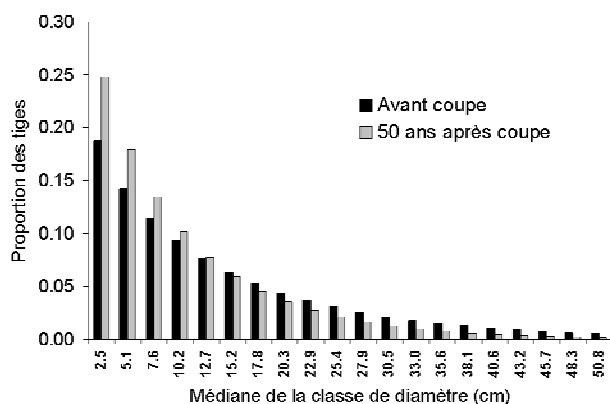


Figure 3 - Distributions diamétrales moyennes avant coupe et 50 ans après coupe pour une surface terrière de $30 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ et une densité de $2000 \text{ ti} \cdot \text{ha}^{-1}$

Taux de survie et recrutement

En moyenne, le recrutement de sapin baumier sur une période de 10 ans est beaucoup plus important que celui de l'épinette rouge (Figure 4a). L'augmentation de la surface terrière induit une diminution du recrutement chez les deux espèces. Quant au taux de survie, il diminue rapidement pour les gaules de sapin lorsque la surface terrière augmente. Les gaules d'épinette rouge sont moins affectées par cette augmentation (Figure 4b).

Conséquences pour l'aménagement

La problématique de la raréfaction de l'épinette rouge au profit du sapin baumier est soulignée par plusieurs auteurs (Seymour 1992). L'analyse des données des dispositifs de la rivière Ouareau et du lac Édouard permet de mieux comprendre ce phénomène et de suggérer une stratégie d'aménagement qui puisse maintenir des structures et des compositions typiques des peuplements mixtes de sapin baumier et d'épinette rouge de la forêt primitive.

La croissance des tiges individuelles des deux espèces n'est pas un facteur majeur dans le phénomène de raréfaction de l'épinette rouge. Même si les gaules et les petites tiges marchandes de sapin baumier réagissent de façon plus dynamique lors du dégagement, la croissance diamétrale de cette espèce tend à ralentir lors de la fermeture du couvert. À long terme, les différences quant à la croissance diamétrale des deux espèces sont relativement faibles et ne peuvent expliquer à elles seules la diminution des proportions d'épinette rouge dans les peuplements de seconde venue.

Le recrutement et la mortalité apparaissent comme les facteurs déterminants dans la dynamique de ces peuplements. Le sapin baumier possède une abondante régénération qui constitue une banque de semis. Après une ouverture de la canopée, le recrutement est généralement important. Si le couvert reste ouvert suffisamment longtemps, ces nouvelles recrues auront l'opportunité d'atteindre le diamètre marchand ($d_{hp} > 9$ cm). Toutefois, si le couvert se referme rapidement, une bonne proportion de ces nouvelles recrues pourrait ne pas survivre. À l'inverse, le recrutement d'épinette rouge est généralement peu abondant, mais ces quelques recrues ont un meilleur taux de survie lors de la fermeture de la canopée. Ceci serait en partie attribuable au fait que le sapin baumier est plus vulnérable que l'épinette rouge aux défoliations de la tordeuse, au chablis et à la carie (Hatcher 1959; Seymour 1992). À l'échelle du peuplement, ces différences se traduisent par une plus grande variabilité de la croissance en surface terrière marchande chez le sapin baumier. En somme, l'épinette apparaît comme une essence stable qu'il est moins risqué de protéger lors d'une intervention par coupe partielle.

La possibilité d'une homogénéisation de la structure diamétrale après coupe partielle est soulevée par Seymour (1992). À la lumière des résultats de cette thèse, le maintien d'une distribution diamétrale irrégulière dans les peuplements mixtes de sapin baumier et d'épinette rouge n'est pas un élément problématique de l'aménagement de ces peuplements. En effet, à surfaces terrières et densités équivalentes, les peuplements matures issus d'une coupe partielle de forte intensité ont une distribution diamétrale similaire à celle des peuplements matures observés avant le traitement. Il n'en demeure pas

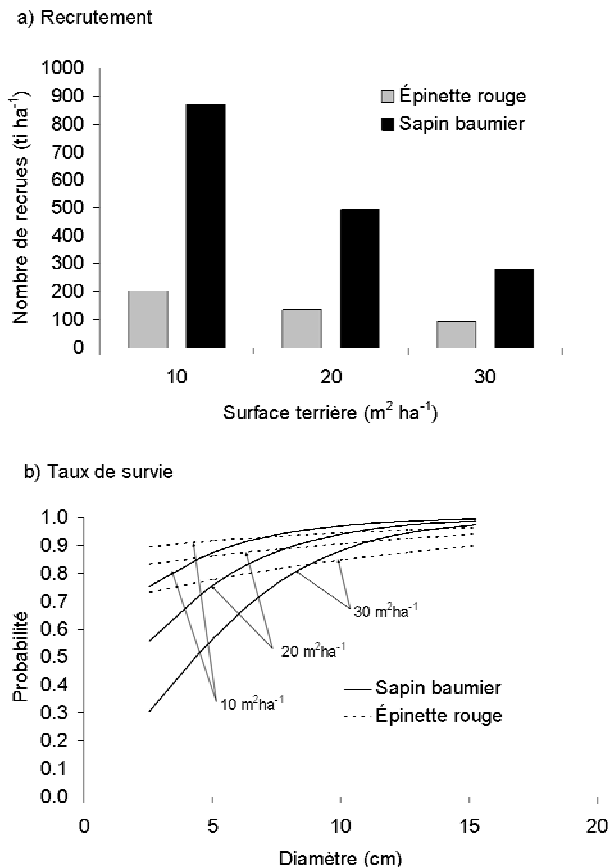


Figure 4 - Recrutement et taux de survie du sapin baumier et de l'épinette rouge en fonction de la surface terrière sur une période de 10 ans.

moins que le suivi sur plus d'une rotation n'est pas disponible et que l'homogénéisation pourrait survenir à moyen ou à long terme.

En somme, les résultats présentés suggèrent que le maintien des proportions d'épinette rouge passe par un contrôle de la régénération de sapin baumier. Une fermeture rapide du couvert pourrait réduire la croissance des nouvelles recrues de sapin baumier et augmenter leur taux de mortalité. Les coupes partielles de faible intensité sont indiquées pour obtenir cette fermeture rapide du couvert. Une surface terrière résiduelle de $20 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ après intervention semble être une limite à ne pas dépasser pour contenir la nouvelle cohorte de sapin baumier. Dans le cadre normatif québécois, le jardinage par pied d'arbre est le traitement le plus approprié pour maintenir ce seuil de $20 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ et favoriser une fermeture rapide de la canopée. Des mesures additionnelles peuvent être envisagées pour contrôler la composition de la nouvelle cohorte, comme l'utilisation d'éclaircies précommerciales, mais ces alternatives dépassent le cadre de cette étude.

La littérature forestière fournit très peu d'information quant aux processus qui régissent l'abondance de la régénération d'épinette rouge. Il est évident qu'une meilleure connaissance de ces processus permettrait d'adopter des mesures visant à augmenter l'abondance des semis d'épinette rouge. Ces mesures pourraient diminuer le risque d'un changement de composition au profit du sapin baumier après coupe partielle. Cette avenue de recherche mériterait d'être explorée.

Publications

Fortin, M. 2005. Étude rétrospective de la croissance en diamètre du sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.) et de l'épinette rouge (*Picea rubens* Sarg.) en peuplements mixtes après une coupe à diamètre limite. For. Chron. 81(6) : 791-800.

Fortin, M., C.-H. Ung, L. Archambault et J. Bégin. 2006. Calibrating a generalized diameter distribution model with mixed effects. For. Sci. (en révision).

Fortin, M., G. Daigle, C.-H. Ung., J. Bégin et L. Archambault. 2006. A variance-covariance structure to take into account repeated measurements and heteroscedasticity in growth modeling. Eur. J. For. Res. (soumis).

Remerciements

Les auteurs adressent les plus sincères remerciements aux individus et organismes qui ont contribué à la réalisation de ce projet : le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT), la Compagnie Abitibi-Consolidated, division Mauricie, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), le Centre de foresterie des Laurentides (SCF), le Programme de mise en valeur de la ressource forestière (Volet 1), le Parc national de la Mauricie, le Parc national du Mont-Tremblant, M. Louis Archambault (CFL-SCF), M. Chhun-Huor Ung (CFL-SCF), M. Gaétan Daigle (Université Laval), Mme Michèle Bernier-Cardou (SCF-CFL), M. Bernard Parresol (USDA), quatre réviseurs anonymes pour l'aspect scientifique des manuscrits, Mme Pamela Cheers (SCF-CFL), M. William F.J. Parsons (Université de Sherbrooke), Claude Delisle (SCF-CFL), laboratoire de dendrométrie (Université Laval), Daniel Kneeshaw (Université du Québec à Montréal) et M. Louis-Paul Rivest (Université Laval).

Références

Hatcher, R.J. 1959. Mortality and regeneration following partial cutting of spruce-balsam fir-hardwood stands at Lake Edward, P.Q. Government of Canada. Department of Northern Affairs and National Resources. Forestry Branch. Forest Research Division. Project Q-44. 13 p.

Ray, R.G. 1956. Site-types, growth and yield at Lake Edward Experimental Area Quebec. Government of Canada. Department of Northern Affairs and National Resources. Forestry Branch. Forest Research Division. Technical Note No. 27. 53 p.

Richards, F.J. 1959. A flexible growth function for empirical use. J. Exp. Bot. 10: 290-300.

Seymour, R.S. 1992. The red spruce-balsam fir forest of Maine : Evolution of silvicultural practice in response to stand development patterns and disturbances. Dans The ecology and silviculture of mixed-species forests. Kelty, M.J., B.C. Larson et C.D. Oliver (eds.). Kluwer Publishers, Norwell, MA. p. 217-244.