

# Gestion des conditions lumineuses générées par la coupe partielle en variant l'intensité et le patron spatial de récolte : **UNE APPROCHE DE MODÉLISATION**

## Réponse initiale

Marilou Beudet (MRNF), Brian Harvey (UQAT), Christian Messier (UQÀM), Dave Coates (Ministère des Forêts, C.-B.), Julie Poulin (Bureau du forestier en chef), Daniel Kneeshaw (UQÀM), Suzanne Brais (UQAT) et Yves Bergeron (UQÀM-UQAT)

Note de recherche No.25



Les conditions lumineuses jouent un rôle important dans la dynamique forestière et sont directement affectées par les interventions sylvicoles. L'objectif de cette étude était de déterminer comment les conditions lumineuses du sous-bois d'un peuplement boréal mixte sont affectées par des variations dans l'intensité et le patron spatial de récolte. À l'aide du modèle de simulation SORTIE-ND, nous avons simulé neuf traitements de coupe partielle en combinant trois taux de prélèvement (30 %, 45 % et 60 % de la surface terrière) et trois patrons de récolte (uniforme, par bandes étroites et par trouées). Nos résultats démontrent que la récolte n'augmente pas nécessairement la transmission de la lumière en sous-étage d'une façon proportionnelle au taux de prélèvement, le patron spatial de récolte jouant un rôle déterminant. De façon générale, on observe que, pour un même niveau de prélèvement, un patron de récolte plus agrégé génère des conditions lumineuses plus élevées.

### Contexte

Dans un contexte d'aménagement forestier basé sur les perturbations naturelles, le recours aux coupes partielles est vu comme une façon d'imiter les perturbations naturelles secondaires. La mise en pratique d'une telle approche requiert une bonne connaissance des facteurs qui déterminent l'évolution des peuplements. Il est notamment essentiel de contrôler adéquatement les conditions lumineuses générées par ce type d'interventions forestières. En effet, la lumière influence l'établissement de la régénération, la croissance et la survie des arbres, l'abondance de la végétation compétitrice ainsi que la succession des espèces. Un tel contrôle peut être effectué en ajustant le taux de prélèvement, l'espèce prélevée ainsi que la taille, la forme et l'orientation des ouvertures créées lors de la coupe. Toutefois, puisque l'éventail de combinaisons est très large, il pourrait être utile aux aménagistes de posséder des outils pour les guider dans l'élaboration de leurs prescriptions sylvicoles.

La modélisation peut constituer un tel outil et être considérée comme une approche complémentaire aux essais sylvicoles en permettant d'explorer un éventail plus étendu de traitements. Notre objectif dans cette étude était de déterminer comment les variations de l'intensité et du patron spatial de récolte affectent les conditions lumineuses après une coupe partielle en forêt boréale mixte. Pour ce faire, nous avons utilisé SORTIE-ND, un modèle spatialement explicite de simulation de la dynamique forestière qui permet une représentation réaliste de trouées de différentes tailles au sein des peuplements où une récolte partielle est simulée.

### Étalonnage et évaluation du modèle

Lors de l'étalonnage du modèle, étape préalable à son utilisation, nous avons caractérisé l'allométrie (relations diamètre à hauteur de poitrine [DHP] versus hauteur, DHP versus rayon de cime et hauteur versus longueur de cime) et le coefficient de transmission de la lumière de chacune des espèces prises en compte dans les simulations. Le modèle a été étalonné pour le secteur de la Forêt d'enseignement et de recherche du Lac Duparquet (FERLD) pour le tremble, le

pin gris, le bouleau blanc, l'épinette blanche, le thuya et le sapin baumier. Afin de s'assurer que le modèle prédise adéquatement les conditions lumineuses, nous avons comparé les valeurs prédites par le modèle à des intensités lumineuses mesurées à la FERLD dans des peuplements non récoltés et récoltés à différentes intensités : ~33 %, ~66 % et 100 %. Cet exercice a confirmé que le modèle capturait adéquatement la variation dans les conditions lumineuses observées en forêt pour les peuplements récoltés.

Coupé partielle par trouées 45%



Coupe partielle uniforme 45 %



## Simulations

Les traitements sylvicoles simulés ont été appliqués à un peuplement mixte d'une superficie de 4 ha généré à partir de données d'inventaire. Le peuplement avant coupe avait une surface terrière (ST) de 39 m<sup>2</sup>/ha et comportait 65 % de feuillus (principalement du tremble) et 35 % de résineux (principalement de l'épinette blanche). Nous avons simulé 9 traitements sylvicoles résultant de la combinaison de trois taux de prélèvement (30 %, 45 % et 60 % de la ST) et de trois patrons de récolte (uniforme, par bandes étroites et par trouées). Le logiciel SORTIE-ND a attribué aléatoirement la position des arbres dans le peuplement initial, puis les traitements sylvicoles ont été appliqués de façon spatialisée avec des sentiers de débardage de 4 m (largeur) à tous les 32 m.

Dans la coupe partielle uniforme (Figure 1A), toutes les tiges présentes dans les sentiers ont été récoltées et une coupe partielle du tremble (DHP >9 cm) a été effectuée entre les sentiers en appliquant un taux de récolte permettant d'atteindre le taux visé à l'échelle du peuplement en tenant compte de la récolte effectuée dans les sentiers. Le patron de coupe par bandes étroites, similaire à la coupe dite de « sélection rapprochée », consistait à récolter toutes les ti-

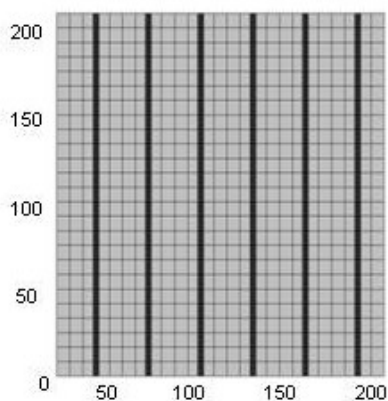
ges présentes dans des bandes de 8 m avec une coupe partielle du tremble sur une distance de 8 m de part et d'autre des sentiers, en laissant une bande de 8 m intacte (Figure 1B).

Le patron de coupe par trouées (Figure 1C) consistait quant à lui à élargir localement les sentiers de débardage de façon à créer des trouées carrées ou rectangulaires de 256 m<sup>2</sup> (16 m x 16 m), 576 m<sup>2</sup> (24 m x 24 m), et 768 m<sup>2</sup> (24 m x 32 m) selon le taux de prélèvement visé (30 %, 45 % ou 60 %). SORTIE-ND a été utilisé pour prédire la lumière à 3 m de hauteur selon une grille de 2 m x 2 m couvrant l'ensemble du 4 ha.

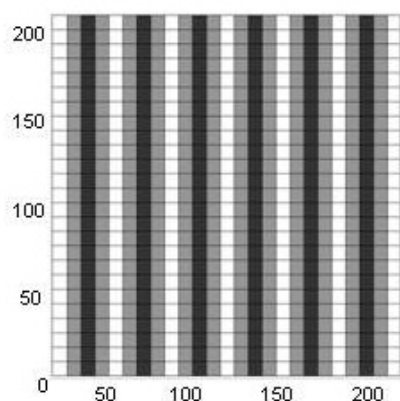
## Résultats

La distribution spatiale des niveaux de lumière après intervention est affectée par l'intensité et le patron spatial de récolte (Figure 2). Dans les coupes uniformes, les sentiers de 4 m avaient un impact visible sur l'environnement lumineux en sous-étage. En fait, ces sentiers étaient associés à des niveaux de lumière pouvant atteindre 35 % dans la coupe à 30 %, 40 % dans la coupe à 45 % et 50 % dans la coupe à 60 %.

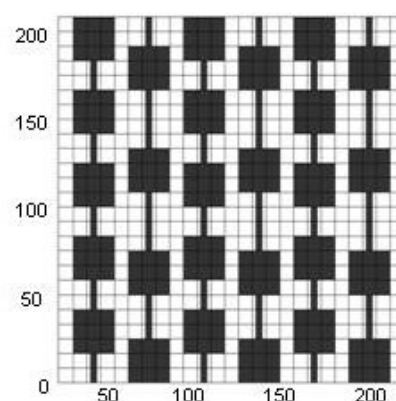
### A) Uniforme



### B) Bandes

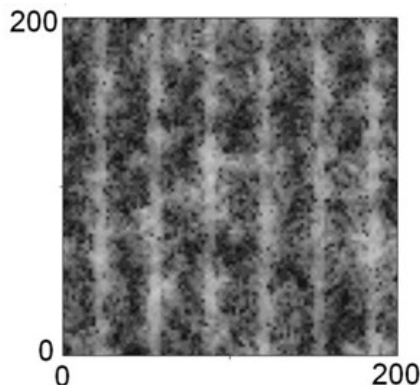


### C) Trouées

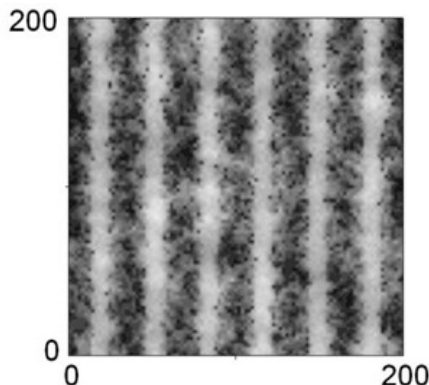


**Figure 1 :** Représentation schématique des trois patrons de récolte, ici illustrés pour un taux de récolte de 45 %. Les superficies en noir, gris et blanc représentent respectivement des zones de coupe totale, de coupe partielle et non coupées.

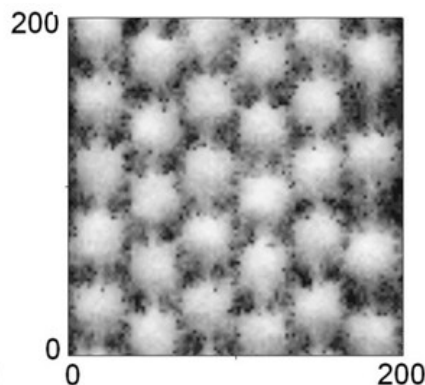
### A) Uniforme



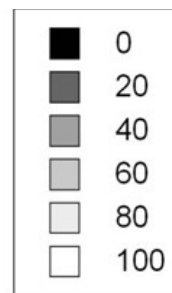
### B) Bandes



### C) Trouées



% de lumière



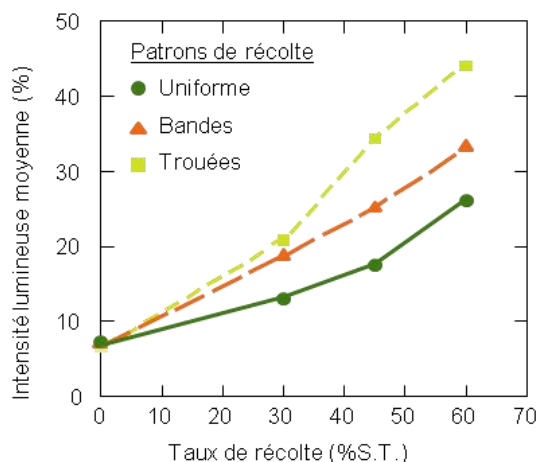
**Figure 2 :** Distribution spatiale de la lumière en sous-étage prédite par SORTIE-ND pour trois patrons de coupe partielle (ici illustrée pour un prélèvement de 45 %). Les tons de gris correspondent aux intensités lumineuses de 0 (noir) à 100 % de pleine lumière (blanc).

À l'échelle du peuplement, le fait d'augmenter le taux de prélèvement de 30 % à 45 % et 60 % avait moins d'impact sur les conditions lumineuses lorsque la récolte était effectuée de façon uniforme et davantage d'impact lorsque la récolte était effectuée par trouées (Figure 3). Le patron par bandes étroites se situait généralement entre les deux autres types de coupes.

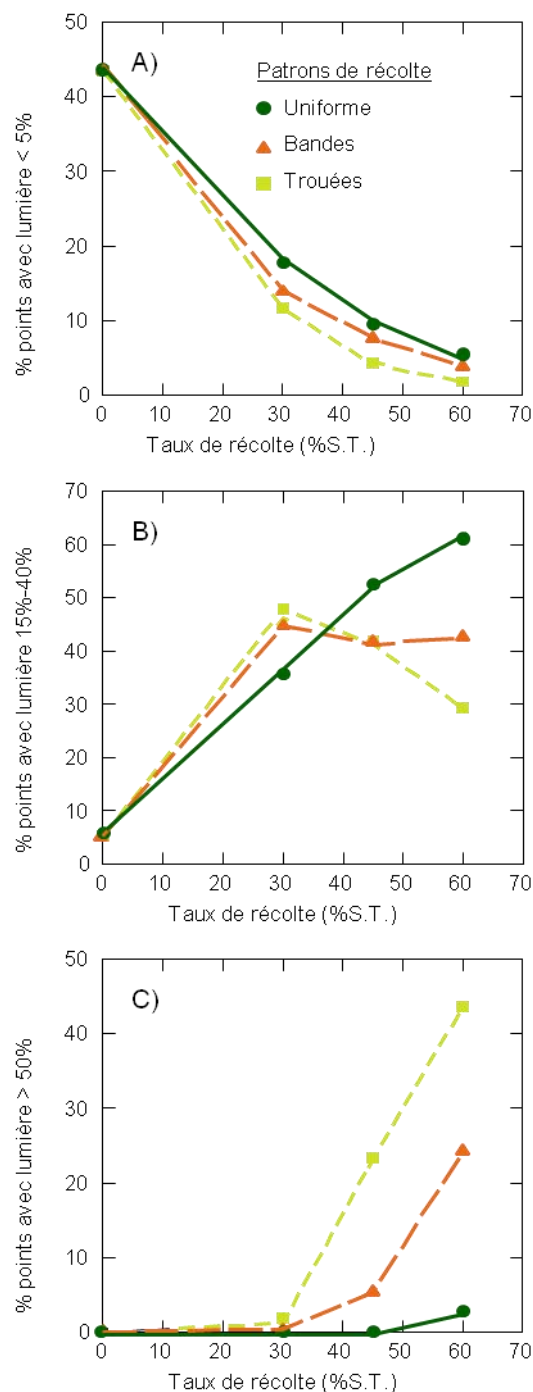
Lorsque l'objectif est d'accélérer la succession d'un peuplement dominé par le tremble vers un peuplement mixte résineux, des conditions lumineuses intermédiaires (ex. : entre 15 % et 40 % pour l'épinette blanche selon Lieffers et Stadt, 1994) permettraient de favoriser la croissance des essences résineuses préétablies dans le sous-étage tout en prévenant l'installation massive du tremble et autres espèces compétitrices de lumière.

Les résultats indiquent que des prélèvements de 45 % et 60 % selon un patron de récolte uniforme seraient plus appropriés que des patrons par bandes ou par trouées. En effet, parmi tous les traitements testés, les coupes partielles uniformes à 45 % et particulièrement à 60 % étaient celles qui généraient la plus forte proportion de microsites avec des conditions lumineuses intermédiaires (Figure 4B) et très peu de conditions lumineuses supérieures à 50 % (Figure 4C), un seuil au-delà duquel les conditions deviennent nettement plus favorables aux essences de lumière. Si toutefois un taux de prélèvement plus faible est souhaité (ex. : 30 %), les patrons de coupe plus agrégés sous forme de bandes ou de trouées seraient préférables à un patron de récolte uniforme.

Avec un taux de prélèvement de 30 %, les coupes partielles par bandes et par trouées maximisent la proportion des microsites avec des conditions lumineuses intermédiaires (Figure 4B) sans générer de conditions lumineuses supérieures à 50 % (Figure 4C), évitant donc de favoriser outre mesure le recrutement du tremble. De plus, à un taux relativement faible de récolte, les coupes par bandes ou par trouées présentent moins de contraintes opérationnelles.



**Figure 3 :** Variation dans l'intensité lumineuse moyenne prédite par SORTIE-ND selon le taux et le patron spatial de récolte.



**Figure 4 :** Variation dans la proportion des points du sous-étage recevant A) moins de 5 % de lumière ; B) entre 15 et 40 % de lumière ; C) plus de 50 % de lumière, en fonction du taux et du patron spatial de récolte.

Bien que ces résultats s'appliquent à des peuplements de composition et de structure semblables à celles du peuplement simulé ici, les recommandations qui sont formulées et les seuils qui sont avancés ne devraient être pris en compte qu'en considérant les points suivants. Les peuplements mixtes sont très diversifiés au niveau de leur composition en espèces et hétérogènes au niveau structural, avec des conditions lumineuses qui peuvent varier de façon notable entre peuplements.

Nos résultats visent les conditions générées immédiatement après coupe et ne prennent pas en compte la réponse rapide de la végétation dans les années suivant la coupe.

Finalement, les seuils de lumière qui sont utilisés dans cette discussion sont tirés d'une étude spécifique. Les exigences en lumière des espèces sont connues pour varier selon la productivité de la station et entre les régions.



## Implications

Cette étude illustre comment un modèle spatialement explicite peut servir à améliorer notre compréhension de l'effet de différents traitements sylvicoles, notamment au niveau des interactions entre les taux de prélèvement et les patrons de récolte, et ainsi être utile pour guider l'élaboration de prescriptions sylvicoles. Plus spécifiquement, nos résultats ont permis de démontrer que la récolte n'augmente pas nécessairement la transmission de la lumière en sous-étage d'une façon proportionnelle au taux de prélèvement; le patron spatial de récolte joue aussi un rôle déterminant.

Le fait d'accroître le taux de prélèvement a moins d'impact sur la transmission de la lumière lorsque la récolte est effectuée de façon uniforme, et un effet plus marqué lorsque la récolte est regroupée par bandes ou trouées. Ceci indique qu'un taux de prélèvement plus élevé pourrait être appliqué lorsque la récolte est effectuée de façon uniforme, sans que les essences de lumière ne soient trop favorisées. Bien que le recours à une récolte plus dispersée puisse présenter des difficultés opérationnelles plus grandes, le prélèvement en volume plus important pourrait compenser pour les coûts plus élevés.



## Responsable du projet

Brian Harvey (UQAT, CEF)

## Responsable du volet modélisation

Marilou Beaudet, Direction de la recherche forestière du MRNF, CEF

## Collaborateurs

Daniel Kneeshaw (UQÀM, CEF), Christian Messier (UQÀM, CEF), Dave Coates (Ministère des Forêts, C.-B., CEF), Julie Poulin (Bureau du forestier en chef), Suzanne Brais (UQAT, CEF) et Yves Bergeron (UQÀM & UQAT, CEF).

## Référence

Lieffers, V.J., Stadt, K.J., 1994. Growth of understory *Picea glauca*, *Calamagrostis canadensis*, and *Epilobium angustifolium* in relation to overstory light transmission. *Can. J. For. Res.* 24, 1193-1198.

## Pour en savoir davantage

Beaudet, M., Harvey, B.D., Messier, C., Coates, K.D., Poulin, J., Kneeshaw, D.D., Brais, S., Bergeron, Y. 2011. Managing understory light conditions in boreal mixedwoods through variation in the intensity and spatial pattern of harvest: a modelling approach. *For. Ecol. Manage.* 261, 84-94.

Bergeron, Y., Harvey, B., 1997. Basing silviculture on natural ecosystem dynamics: an approach applied to the southern boreal mixed-wood forest of Quebec. *For. Ecol. Manage.* 92, 235-242.

Brais, S., Harvey, B.D., Bergeron, Y., Messier, C., Greene, D., Belleau, A., Paré, D. 2004. Testing forest ecosystem management in boreal mixedwoods of northwestern Quebec: initial response of aspen stands to different levels of harvesting. *Can. J. For. Res.* 34, 431-446.

Coates, K.D., Canham, C.D., Beaudet, M., Sachs, D.L., Messier, C. 2003. Use of a spatially explicit individual-tree model (SORTIE/BC) to explore the implication of patchiness in structurally complex forests. *For. Ecol. Manage.* 186, 297-310

**Réalisation** Marie-Noëlle Caron, UQÀM

**Révision** Marie-Eve Sigouin, UQAT

ISBN 978-2-923064-80-2

Parution 20 octobre 2011