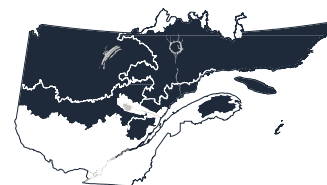




EsPaCe : simuler la croissance après une éclaircie précommerciale

Par [Emmanuel Duchateau](#)¹, biol., Ph. D., [Isabelle Auger](#)¹, stat., M. Sc.,

[Stéphane Tremblay](#)¹, ing.f., M. Sc., [Hugues Power](#)¹, ing.f., Ph. D., et [Marie-Eve Roy](#)¹, ing.f., MBA



Territoires où les résultats s'appliquent.

Depuis les années 1990, l'éclaircie précommerciale est une pratique courante en forêt boréale dans les jeunes peuplements issus d'une régénération naturelle abondante après une coupe totale. Ce traitement sylvicole d'éducation consiste à réduire le nombre d'arbres pour redistribuer les ressources et ainsi favoriser la croissance en diamètre de ceux sélectionnés. Or, les simulateurs de croissance actuels, qui servent à faire des projections nécessaires à la planification forestière à long terme, peinent à bien représenter l'évolution de ces jeunes peuplements traités. Un nouveau modèle, EsPaCe, a été conçu pour combler cette lacune.

Les modèles de croissance servent à prévoir l'évolution de caractéristiques dendrométriques à l'échelle du peuplement ou de l'arbre pour prévoir la croissance, la mortalité et le recrutement. Ils appuient la planification des traitements sylvicoles (par exemple, une éclaircie commerciale dans un peuplement traité en éclaircie précommerciale [EPC] auparavant) et permettent de comparer différents scénarios d'aménagement. Ces modèles sont aussi utilisés pour évaluer les effets à long terme des interventions sylvicoles. Au Québec, les deux modèles de croissance les plus utilisés sont *Natura* et *Artémis*. Le premier opère à l'échelle du peuplement; le second, à l'échelle de l'arbre. Conçus à partir de données issues d'arbres marchands, ces modèles ne tiennent pas compte des gaules et peinent donc à représenter adéquatement la dynamique structurale et la croissance des jeunes peuplements denses. Cette limite entraîne, au fil du temps, des biais dans les simulations des peuplements traités par EPC : sous-estimation du volume marchand brut, de la surface terrière et de la densité en tiges marchandes.

Les données et la structure du modèle EsPaCe

Le modèle EsPaCe a été calibré à partir de la base de données du réseau des suivis de validation des effets de l'EPC (aussi appelé « suivi des effets réels »; figure 1). Les 759 placettes-échantillons éclaircies, regroupées en trois grands types de peuplements (329 sapinières, 322 pessières et 108 pinèdes grises), ont été mesurées tous les 5 ans durant une période de 20 ans.

À partir de ces données d'inventaire, EsPaCe permet de simuler la trajectoire des caractéristiques des peuplements après un traitement d'EPC, par période de cinq ans, pour générer à chaque étape un inventaire virtuel du peuplement. Le modèle comprend six sous-

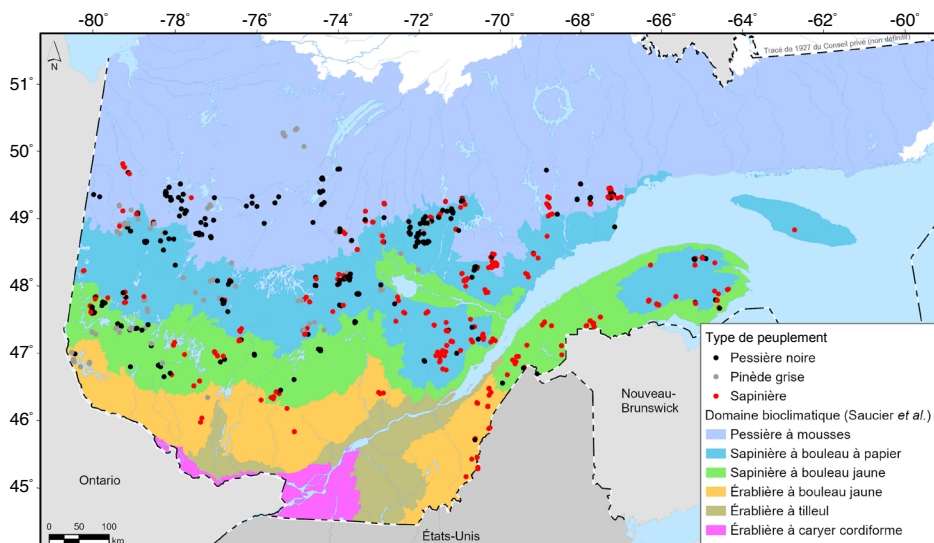


Figure 1. Localisation des placettes-échantillons permanentes du réseau des suivis de validation des effets de l'éclaircie précommerciale par type de peuplement.

modèles successifs qui reproduisent, étape par étape, les principales composantes de la dynamique structurale : 1) la densité totale, 2) le diamètre moyen quadratique² (DMQ), 3) la composition en essences (présence/absence), 4) les proportions relatives des essences, 5) la densité spécifique à chaque essence, puis 6) la distribution des arbres par classe de diamètre et par essence. Cette architecture modulaire permet de reproduire l'évolution conjointe de la structure et de la composition du peuplement.

Un modèle qui reflète bien la dynamique des peuplements traités

EsPaCe reproduit fidèlement l'évolution observée sur le terrain des peuplements après un traitement d'EPC (figure 2). Les données récoltées montrent une augmentation rapide de la densité totale au cours des premières années suivant le traitement, suivie d'une stabilisation après environ 15 ans. Ce phénomène s'explique par la

¹ Ministère des Ressources naturelles et des Forêts

² Le **diamètre quadratique moyen** est une mesure de diamètre moyen des arbres dans un peuplement. Il est calculé en prenant la racine carrée de la moyenne des carrés des diamètres. Cette mesure est souvent utilisée pour évaluer la dimension moyenne des arbres d'un peuplement.

croissance de la régénération (semis et petites tiges) qui, libérée de la compétition, atteint progressivement le seuil de mesure (diamètre à hauteur de poitrine [DHP] $\geq 1,1$ cm). Dans les sapinières, le sapin baumier demeure l'essence dominante à long terme, ce que le modèle reproduit correctement.

EsPaCe simule avec précision l'évolution de la densité, de la surface terrière et du DMQ, tant au stade gaulis qu'au stade des arbres marchands. Il permet ainsi de projeter la dynamique des caractéristiques de peuplements jusqu'à 30 à 35 ans après l'EPC, en s'appuyant sur des tendances empiriques bien reproduites. Cette fiabilité rend possible l'extraction d'informations utiles à la planification. Par exemple, nos simulations montrent qu'un peuplement dominé par le sapin baumier atteint en moyenne une surface terrière marchande de 25 m²/ha, soit un seuil couramment utilisé pour envisager une éclaircie commerciale, environ 20 ans après l'EPC.

Explorer l'influence des conditions initiales

EsPaCe permet de simuler différents scénarios selon les conditions initiales du peuplement après l'EPC. La figure 3 illustre l'effet combiné de la densité initiale, du DMQ et de la composition dans une sapinière. Globalement, la surface terrière évolue de manière similaire dans tous les cas, mais la densité est plus faible lorsque le DMQ initial est élevé, ce qui indique une croissance concentrée sur un nombre moindre d'arbres. Lorsque le traitement est appliqué très tôt, la régénération a le temps de rattraper les tiges sélectionnées, ce qui entraîne la convergence des trajectoires des caractéristiques. À l'inverse, un traitement plus tardif maintient plus longtemps les effets du choix initial. De légères différences liées à la composition initiale (l'épinette blanche comparativement à l'épinette noire) peuvent aussi persister, mais tendent à s'atténuer avec le temps. La densité initiale, en revanche, ne semble pas montrer d'effets notables.

Vers une intégration aux outils de planification

En permettant de simuler de façon réaliste l'évolution des peuplements pendant les premières décennies suivant l'EPC, EsPaCe comble une lacune importante des modèles de croissance existants. Il permet de générer un inventaire virtuel jusqu'au moment où les peuplements atteignent des dimensions marchandes suffisantes pour être repris par les simulateurs d'arbres marchands comme *Natura* et *Artémis*. Cette complémentarité ouvre la voie à une chaîne de simulation cohérente, du stade gaulis aux stades matures, mieux adaptée aux réalités des jeunes peuplements denses. Grâce au suivi continu des placettes-échantillons du réseau de suivi de validation de l'EPC et à l'intégration éventuelle de peuplements témoins, EsPaCe pourra encore gagner en précision, permettra de mieux appuyer la planification des traitements sylvicoles à long terme et contribuera à affiner le calcul des possibilités forestières.

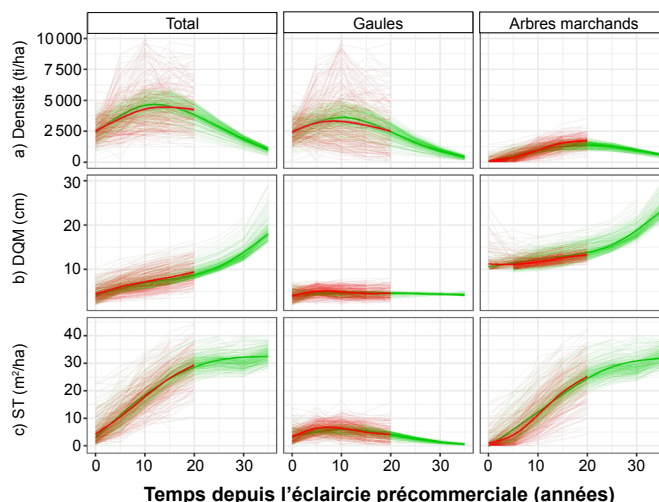


Figure 2. Comparaison entre les données observées (lignes rouges) et les prévisions du modèle EsPaCe (lignes vertes) pour trois variables dans des sapinières traitées par éclaircie précommerciale : (a) densité totale (tiges/hectare), (b) diamètre quadratique moyen (DMQ; cm) et (c) surface terrière (ST; m²/ha) totale. Les valeurs sont présentées jusqu'à 35 ans après le traitement.

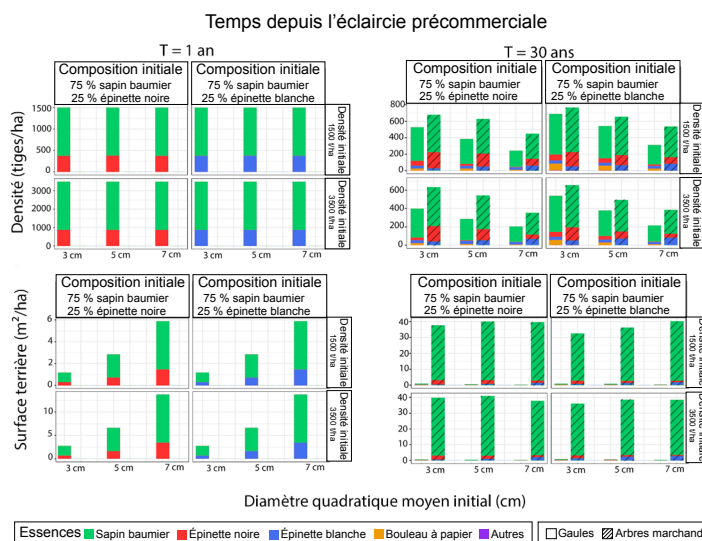


Figure 3. Évolution de la densité et de la surface terrière dans des sapinières simulées avec EsPaCe, un an et 30 ans après une éclaircie précommerciale. Les simulations permettent de comparer deux compositions initiales (75 % de sapin baumier avec 25 % d'épinette noire ou d'épinette blanche), deux densités initiales (1 500 et 3 500 tiges/ha) et trois diamètres quadratiques moyens (3, 5 et 7 cm). Les barres hachurées représentent la proportion d'arbres marchands ($\geq 9,1$ cm DHP).

Publication scientifique source

Duchateau, E., I. Auger, S. Tremblay et H. Power (2025). *EsPaCe: a growth model for balsam fir stands following precommercial thinning in Québec, Canada*. Can. J. For. Res. 55: 1–17.

Référence complémentaire

Tremblay, S., H. Power et I. Auger (2019). *Effets réels de l'éclaircie précommerciale : évaluation des prévisions des modèles de croissance Natura-2014 et Artémis-2014 dans des peuplements de résineux propices à une éclaircie précommerciale*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 153, 32 p.

Auteur de correspondance

emmanuel.duchateau@mrnf.gouv.qc.ca

Les hyperliens de ce document étaient fonctionnels au moment de son édition.

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec :

Direction de la recherche forestière
Ministère des Ressources naturelles et des Forêts
2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8

Téléphone : 418 643-7994
Télécopieur : 418 643-2165

Courriel : recherche.forestiery@mrnf.gouv.qc.ca
Internet : recherche.forestiery.gouvernementale

ISSN : 1715-0795

Ressources naturelles
et Forêts

Québec