

Avis technique

SSS-08

Direction de la recherche forestière

Titre :	Ajustements des tables de rendement pour les plantations d'épinette blanche pour le simulateur d'éclaircie commerciale en plantation
Responsables :	Isabelle Auger, stat. ASSQ, M. Sc.
Date :	Décembre 2021

Le simulateur d'éclaircie commerciale en plantation nécessite des tables de rendement jusqu'à 100 ans pour l'épinette blanche. Le Bureau du forestier en chef (BFEC) a de telles tables pour les caractéristiques des arbres marchands (soit ceux dont le diamètre à hauteur de poitrine [DHP] est de plus de 9 cm) et pour les densités de reboisement de 1 600 et de 2 000 plants-ha⁻¹. Nous présentons quelques ajustements pour ces tables et ajoutons les caractéristiques pour l'ensemble des arbres ainsi que les rendements pour la densité de reboisement de 2 500 plants-ha⁻¹.

1. Contexte

Le simulateur d'éclaircie commerciale en plantation nécessite comme intrant des tables de rendement de plantations jusqu'à 100 ans, pour les caractéristiques de l'ensemble des arbres et des arbres marchands (soit ceux dont le diamètre à hauteur de poitrine [DHP] est de plus de 9 cm) de même que pour des densités de reboisement de 1 600, 2 000 et 2 500 plants-ha⁻¹. De telles tables sont disponibles pour l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.) et le pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) (Auger et Ward 2021). Pour l'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss); EPB), les tables de rendement présentement utilisées par le Bureau du forestier en chef (BFEC) sont celles qui se rapprochent le plus des besoins du simulateur. Elles ont été élaborées à partir des modèles de Prégent *et al.* (2010) pour des plantations âgées jusqu'à 60 ans. Pour obtenir des prévisions au-delà de cet âge, l'approche développée par le BFEC consiste à extrapoler les tables de rendement construites à partir des modèles de Prégent (Poulin 2013).

Auger et Power (2021) ont conclu que les tables de rendement de l'EPB utilisées par le BFEC pour une densité de reboisement de 2 000 plants-ha⁻¹ étaient adéquates pour des indices de qualité de station (IQS; hauteur dominante à 25 ans) allant de 8 à 11 m, de même que pour un IQS de 7 m, à condition d'appliquer une modification dans ce dernier cas. Ces tables pourraient donc être utilisées dans le simulateur d'éclaircie. Toutefois, pour la surface terrière marchande, les courbes obtenues à partir des valeurs de ces

tables montrent des soubresauts à certains âges, ce qui ne représente pas l'évolution normale d'une plantation et engendre des problèmes dans le simulateur. De plus, les rendements pour les caractéristiques de l'ensemble des arbres ne sont pas disponibles, ni ceux pour une densité de reboisement de 2 500 plants·ha⁻¹.

Le présent travail vise à combler ces lacunes afin de fournir une information complète pour le simulateur d'éclaircie commerciale en plantations d'EPB.

2. Méthodologie

2.1. Tables de rendement du BFEC pour les plantations d'EPB

Nous avons utilisé les tables de rendement pour les plantations d'EPB présentement en usage au BFEC pour le calcul des possibilités forestières (Poulin 2013). Ces tables résultent d'une régression polynomiale basée sur les prévisions obtenues avec les modèles de Prégent *et al.* (2010) jusqu'à 60 ans et pour la suite, sur des hypothèses provenant du *Manuel d'aménagement forestier* (MRN 1998, cité dans Poulin 2013). Ces régressions sont effectuées pour le volume marchand brut (V9), le volume moyen par tige (VT9), le diamètre moyen quadratique marchand (DMQ9), la hauteur dominante (HD, soit la hauteur moyenne des 100 plus grands arbres plantés à l'hectare) et l'accroissement annuel moyen (AAM). Le nombre d'arbres marchands (N9) est calculé à partir du V9 et du VT9, tandis que la surface terrière marchande (ST9) est calculée à partir du N9 et du DMQ9 (Poulin 2013).

Les tables de rendement utilisées par le BFEC sont disponibles pour les densités de reboisement de 1 600 et de 2 000 plants·ha⁻¹, de même que pour les classes d'IQS de 5 à 11 m.

2.2. Lissage des courbes de surface terrière marchande

Les courbes du BFEC pour le ST9 contiennent certains soubresauts, en particulier à 60 ans, soit l'âge du passage de la courbe de Prégent *et al.* (2010) à l'extrapolation effectuée par le BFEC, ainsi qu'à d'autres âges plus avancés (figures 1 et 3 dans Auger et Power 2021). Ces soubresauts ne représentent pas l'évolution normale d'une plantation, ce qui engendre des problèmes dans le simulateur d'éclaircie commerciale pour ce type de peuplements. Nous avons donc ajusté un modèle spline cubique en fonction de l'âge à partir des points aux 5 ans de la courbe de rendement en ST9 du BFEC, mais en excluant les points problématiques (celui à 60 ans pour les IQS de 7 à 9 m, et ceux à 55 et 60 ans pour les IQS de 10 et de 11 m), et ce, pour chaque densité de reboisement (1 600 et 2 000 plants·ha⁻¹) et IQS (de 5 à 11 m). Nous avons ensuite utilisé ces modèles pour estimer les valeurs annuelles modifiées de ST9 pour les âges allant de 5 à 100 ans.

2.3. Tables de rendement annuel

Le simulateur d'éclaircie commerciale en plantation nécessite des tables de rendement avec des pas de 1 an. Nous avons donc ajusté un modèle en fonction de l'âge à partir des points aux 5 ans des courbes de rendement en V9 et en DMQ9 du BFEC, et ce, pour chaque densité de reboisement (1 600 et 2 000 plants·ha⁻¹) et IQS (de 5 à 11 m). Nous avons utilisé un modèle spline cubique pour le V9 et un modèle linéaire simple pour le DMQ9. À partir de ces modèles, nous avons ensuite estimé les valeurs annuelles de V9 et de DMQ9 pour les âges allant de 5 à 100 ans. Pour finir, nous avons recalculé les courbes de N9 à partir des courbes de ST9 modifiées et celles de DMQ9.

2.4. Tables de rendement pour une densité de reboisement de 2 500 plants·ha⁻¹

Le simulateur d'éclaircie commerciale nécessite des tables de rendement pour une densité de reboisement de 2 500 plants·ha⁻¹, en plus de celles de 1 600 et 2 000 plants·ha⁻¹. Selon les figures 7 et 8 de Prégent *et al.* (2010) qui montrent l'effet de la densité de reboisement en fonction de l'IQS pour le V9 et le DMQ9, l'écart entre les courbes des densités de 1 600 et de 2 000 plants·ha⁻¹ est le même que celui entre les densités de 2 000 et de 2 500 plants·ha⁻¹, et ce, pour tous les IQS. L'examen des courbes de ST9 et de N9 obtenues avec les équations 9 à 21 de Prégent *et al.* (2010) mène au même constat. Nous avons donc supposé que l'écart entre les courbes associées aux densités de 1600 et de 2000 tiges·ha⁻¹ se maintenait pour les peuplements âgés de 60 ans et plus. Cela nous a permis de calculer, pour chaque IQS, l'écart entre les courbes de 1 600 et de 2 000 plants·ha⁻¹. Nous avons ensuite additionné cet écart aux valeurs des courbes de 2 000 plants·ha⁻¹ pour générer les courbes de 2 500 plants·ha⁻¹, et ce, pour les variables de ST9, de N9, DMQ9 et de V9.

2.5. Tables de rendement des caractéristiques de l'ensemble des arbres

Dans Poulin (2013), les tables de rendement sont fournies seulement pour les arbres de taille marchande, et non pour l'ensemble des arbres. Toutefois, puisque la partie des courbes âgée de plus de 60 ans a été modifiée par rapport aux courbes originales de Prégent *et al.* (2010) pour les caractéristiques des arbres marchands, nous ne pouvons pas simplement les utiliser jusqu'à 100 ans. Nous avons plutôt calculé l'écart entre les courbes de surface terrière totale (ST0) et de ST9 de Prégent *et al.* (2010) et déterminé l'âge auquel cet écart était minimal, et ce, pour chaque densité de reboisement et chaque IQS. Nous avons ensuite ajouté cet écart aux courbes respectives de ST9 du BFEC et maintenu l'écart constant au-delà de l'âge où l'écart était minimal. Nous avons appliqué le même principe pour obtenir les courbes du nombre total de tiges (N0) et du volume total brut (V0), en maintenant l'écart constant à partir du même âge que pour les courbes de ST0. Pour finir, nous avons calculé les courbes de diamètre moyen quadratique total (DMQ0) à partir des courbes de ST0 et N0 obtenues.

2.6. Tables de rendement pour l'IQS de 7 m

Auger et Power (2021) recommandaient d'appliquer une translation de 5 ans aux courbes d'EPB du BFEC pour l'IQS de 7 m. Toutefois, en analysant graphiquement les courbes résultant de cette translation, nous remarquons que l'écart entre la courbe pour les IQS de 7 m et de 8 m est très grand comparativement à celui entre les courbes pour les autres IQS. Pour respecter l'écart moyen entre les courbes, nous avons appliqué une translation de 2 ans aux courbes associées à l'IQS de 7 m, et ce, pour toutes les caractéristiques, tant des arbres marchands que de l'ensemble des arbres.

3. Résultats et discussion

Après avoir effectué les modifications présentées dans la section précédente, nous obtenons de nouvelles courbes. La figure 1 présente la comparaison des courbes originales du BFEC pour le rendement de ST9 et leurs versions modifiées. On peut voir que la forme générale des courbes a été conservée lors de l'élimination des soubresauts.

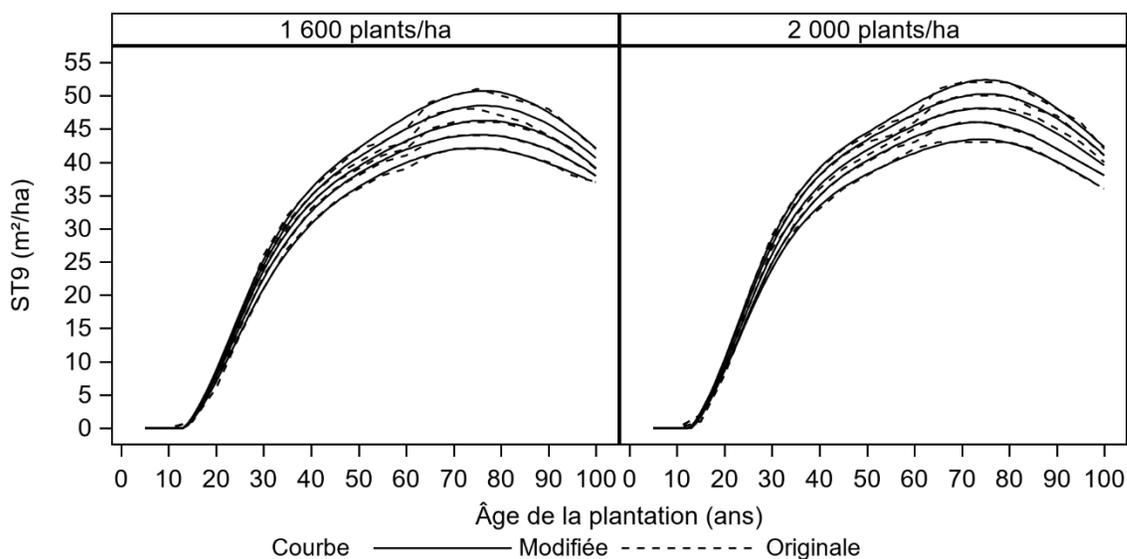


Figure 1. Comparaison des courbes de rendement en surface terrière marchande (ST9) originales du BFEC (trait pointillé) et celles modifiées par le présent exercice (trait plein), pour des plantations d'EPB établies avec 2 densités de reboisement et pour 5 valeurs d'IQS (une ligne par IQS, de 7 m [en bas] à 11 m [en haut]).

Les courbes de rendement en ST, V, DMQ et N, pour l'ensemble des arbres et les arbres marchands, pour les IQS de 7 à 11 m et pour les densités de reboisement de 1 600, 2 000 et 2 500 plants·ha⁻¹ sont présentées à la figure 2. L'ensemble des variables caractérisant les arbres marchands et l'ensemble des arbres dans les plantations d'EPB âgées de 5 à 100 ans, pour ces 3 densités de reboisement, sont colligées dans un fichier Excel disponible sur demande auprès de l'autrice ou en écrivant à recherche.forestiere@mffp.gouv.qc.ca.

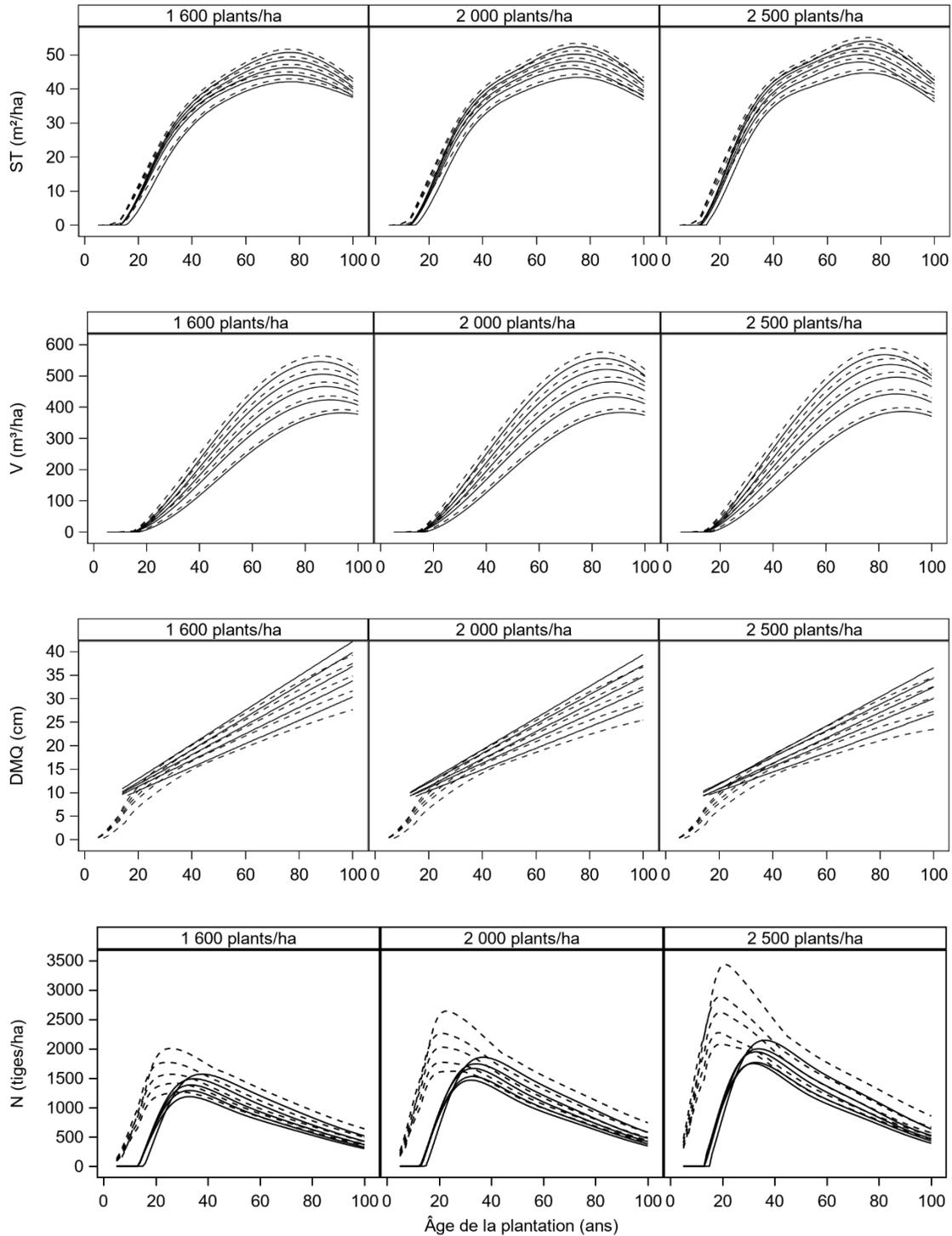


Figure 2. Courbes modifiées du rendement en surface terrière (ST), en volume (V), en diamètre quadratique moyen (DMQ) et en nombre de tiges (N) de l'ensemble des arbres (traits pointillés) et des arbres marchands (traits pleins) dans des plantations d'EPB établies avec 3 densités de reboisement et pour 5 valeurs d'IQS (une ligne par IQS, de 7 m, [en bas] à 11 m [en haut]).

4. Conclusion

Le présent travail a permis de modifier les tables de rendement utilisées par le BFEC pour les caractéristiques des arbres marchands et d'ajouter les caractéristiques de l'ensemble des arbres dans les plantations d'EPB âgées jusqu'à 100 ans au Québec, et ce, pour des densités de reboisement de 1 600, 2 000 et 2 500 plants·ha⁻¹ ainsi que pour des IQS allant de 7 à 11 m. Ces tables modifiées pourront être utilisées à la place des précédentes pour corriger certaines lacunes rencontrées dans le simulateur d'éclaircie commerciale en plantations pour l'EPB. Leur utilisation devra être reconsidérée lors d'une prochaine mise à jour des données.

5. Remerciements

Nous remercions Hugues Power pour ses commentaires sur une version préliminaire du document. Nos remerciements s'adressent également à Denise Tousignant pour l'édition et à Nathalie Langlois pour la mise en page du document.

6. Références

- Auger, I. et H. Power, 2021. *Évaluation des tables de rendement pour les plantations d'épinette blanche au Québec*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSS-07. 10 p.
https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/AT_SSS-07.pdf
- Auger, I. et C. Ward, 2021. *Tables de rendement pour les plantations d'épinette noire et les plantations de pin gris au Québec*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Avis technique SSS-06. 25 p.
https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/AT_SSS-06.pdf
- Poulin, J., 2013. *Création des courbes d'évolution — Calcul des possibilités forestières 2013-2018*. Gouvernement du Québec, Bureau du forestier en chef, Roberval, QC, 53 p.
https://forestierenchef.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2012/12/BFEC_CreationCourbes.pdf
- Prégent, G., G. Picher et I. Auger, 2010. *Tarif de cubage, tables de rendement et modèles de croissance pour les plantations d'épinette blanche au Québec*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 160. 73 p.
<https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/connaissances/recherche/Memoire160.pdf>

Isabelle Auger, stat. ASSQ, M. Sc.

Ministère des Forêts, de la Faune et des parcs
Direction de la recherche forestière
Service du soutien scientifique

Correspondance :

2700, rue Einstein, bureau C.1.325.1
Québec (Québec) G1P 3W8
Tél : 418 643-7994 poste 706650

Courriel : Isabelle.Auger@mffp.gouv.qc.ca