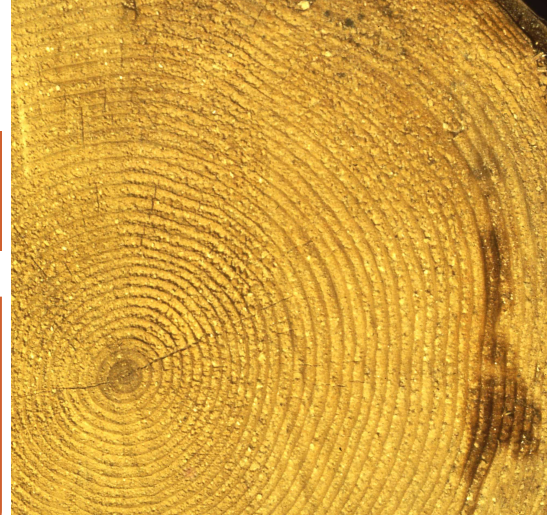


2.4 Évolution des strates

Les courbes d'évolution font évoluer les variables des strates d'aménagement sur tout l'horizon de calcul des possibilités forestières. Ces courbes prévoient, entre autres, l'évolution des volumes de matière ligneuse. À la suite de l'application d'un des traitements sylvicoles du calcul, les strates évoluent selon une nouvelle courbe, sélectionnée en fonction de l'effet du traitement sur la strate.



Crédit photo : Ministère des Ressources naturelles

Description

Les différentes variables d'une strate d'aménagement (ex. : volume, surface terrière) évoluent sur l'ensemble des périodes du calcul des possibilités forestières. Cette évolution est décrite par une courbe *actuelle d'évolution* ou, à la suite de l'application d'un traitement sylvicole, par une courbe *effets de traitement*¹. Une courbe *actuelle d'évolution* est construite pour chaque groupe de strates² à l'aide d'un modèle de croissance. Une courbe *effets de traitement* est également créée pour chaque groupe de strates sur lequel un traitement sylvicole est appliqué dans le calcul.

Modèles de croissance

Les modèles de croissance ARTÉMIS-2009³ et NATURA-2009⁴ servent à prévoir l'évolution des placettes échantillons en peuplements forestiers de 7 mètres et plus de hauteur⁵. ARTÉMIS-2009 est un modèle de croissance à l'échelle de la tige et NATURA-2009, à l'échelle du peuplement (encadré 1). Aux fins du calcul, les caractéristiques et les limites de chacun de ces modèles conditionnent leur utilisation pour certaines combinaisons de type de forêt⁶ et de végétation potentielle (tableau 1).

Encadré 1. Deux approches de modélisation

Par tiges individuelles

Un modèle par tiges individuelles simule les différents processus qui se déroulent à l'échelle de l'arbre. Il fournit une liste d'arbres selon leur essence et leurs dimensions. Les prévisions d'évolution de chacune des tiges sont compilées à l'échelle de la placette.

Par peuplement entier

Un modèle par peuplement entier fait évoluer directement les caractéristiques dendrométriques d'un peuplement, sans utiliser d'information à l'échelle de la tige individuelle. Il fournit donc des informations plus sommaires, telles la surface terrière et le volume d'un peuplement à l'échelle de la placette.

Source : Adaptée de Auger et al. (2011)

Tableau 1. Modèle de croissance utilisé pour chaque combinaison de type de forêt et de végétation potentielle.

Type de forêt	Végétation potentielle	
	F ^a , MJ ^b et MF1	Autres
Bétulaies blanches	ARTÉMIS-2009	NATURA-2009
Peupleraies		
Mélaizaies		
Pessières		
Pinèdes grises		
Sapinières (sauf à bouleau jaune)	ARTÉMIS-2009	
Bétulaies jaunes		
Chênaies		
Érablières		
Cédrières		
Pinèdes blanches		
Prucheraies		
Sapinières (à bouleau jaune)		

^a FE1, FE2, FE3, FE4, FE5, FE6, FC1 et FO1.

^b MJ1 et MJ2.

¹ Une courbe est une représentation graphique de l'évolution dans le temps d'une des variables d'une table de rendement.
² Un groupe de strates est un regroupement de strates d'aménagement pouvant être de stades de développement différents et relativement homogènes sur le plan de l'aménagement potentiel.
³ Fortin et Langevin (2010).
⁴ Pothier et Auger (2011).
⁵ Auger et al. (2011).
⁶ Le type de forêt est déterminé par l'essence ou le groupe d'essences qui domine la composition de la strate d'aménagement. Se référer au fascicule 2.3 – Stratégie sylvicole.

Ces modèles prévoient l'évolution des six variables⁷ suivantes applicables aux tiges marchandes, c'est-à-dire pour les tiges de 9,1 cm et plus de diamètre à hauteur de poitrine :

- le volume marchand (m³/ha);
- la surface terrière marchande (m²/ha);
- le nombre de tiges marchandes (tiges/ha);
- la hauteur dominante (m);
- le diamètre quadratique moyen (cm);
- le volume moyen par tige (dm³/tige).

Élaboration des modèles

Les modèles de croissance sont élaborés à partir des données du réseau de placettes échantillons permanentes du Québec. Les placettes retenues comptent au moins deux mesures. Ces données fournissent les conditions initiales ainsi que l'évolution réelle des différentes variables qui décrivent un peuplement. Elles couvrent au total jusqu'à une quarantaine d'années entre la première et la dernière mesure. L'évaluation des modèles sur cet horizon montre que les prévisions de croissance sont fiables, mais leur fiabilité pourrait diminuer fortement sur des horizons de calcul supérieurs à 60 ans. Toutefois, aucune aberration n'a été identifiée au-delà de cette période.

ARTÉMIS-2009 est élaboré pour les 25 végétations potentielles les plus abondantes au Québec. Les données sont prévues par essence ou par regroupement d'essences⁸ (encadré 2).

NATURA-2009 est élaboré en tenant compte du sous-domaine bioclimatique. Les données sont prévues par groupe d'essences⁹ (tableau 2).

Courbe actuelle d'évolution

Aux fins du calcul, une courbe *actuelle d'évolution* est une courbe qui traduit la croissance d'un groupe de strates. Elle est produite à partir des courbes de croissance des placettes qui composent le groupe de strates.

Encadré 2. ARTÉMIS-2009 – le regroupement d'essences

Des regroupements d'essences propres à chacune des végétations potentielles sont réalisés.

Certaines essences sont regroupées dès le départ :

- les épinettes : blanche, noire, rouge et de Norvège;
- les pins : rouge et blanc;
- les chênes : rouge, blanc, bicolore et à gros fruits;
- les peupliers : faux-tremble, baumier, deltoïde et à grandes dents.

Afin de ne pas être regroupés davantage, ces groupes d'essences et les autres essences doivent satisfaire les trois conditions suivantes, par végétation potentielle :

- suffisamment de tiges vivantes;
- suffisamment de tiges mortes;
- suffisamment de recrues.

Selon la végétation potentielle, ARTÉMIS-2009 tient compte de 2 à 16 groupes d'essences ou essences individuelles.

Exemple partiel d'un regroupement d'essences d'une végétation potentielle

Essence ou groupe d'essences	1 ^{er} regroupement	2 ^e regroupement
Bouleau à papier	Bouleau à papier	Bouleau à papier
Sapin baumier	Sapin baumier	Sapin baumier
Épinettes	EPX	EPX
Peupliers	Autres feuillus intolérants	Autres feuillus
Cerisier tardif		
Mélèze	Autres résineux	Autres feuillus tolérants et résineux
Pins		
Chênes		

Source : Adapté de Fortin et Langevin (2010). La liste complète des regroupements d'essences se trouve à l'Annexe III de Fortin et Langevin (2010).

Tableau 2. Groupes d'essences des courbes *actuelles d'évolution* selon le modèle de croissance et exemples d'essences qui les composent.

ARTÉMIS-2009	NATURA-2009 ^a
Feuillus intolérants (Fi) Bouleau à papier, érable rouge, peupliers	Feuillus intolérants (Fi) Bouleau à papier, chêne rouge, peupliers
Feuillus nobles (Fn) Cerisier tardif, bouleau jaune, chênes, érable à sucre	Feuillus tolérants (Ft) Bouleau jaune, érable à sucre, hêtre
Résineux intolérants (Ri) Mélèze et pin gris	Résineux intolérants (Ri) Mélèze, pins gris et rouge
Résineux tolérants (Rt) Épinettes, pins blanc et rouge	Résineux tolérants (Rt) Épinettes, pin blanc
Sapin baumier (SAB)	Sapin baumier (SAB)
Autres (AUT) Hêtre, les essences ou groupes d'essences marginaux	

^a La liste complète des essences de chaque groupe se trouve à l'annexe I de Pothier et Auger (2011).

⁷ L'équation utilisée pour estimer le volume d'une tige est le tarif de cubage de Fortin et al. (2007; à partir de la hauteur de la souche jusqu'au fin bout de 9 cm avec écorce) et pour calculer la hauteur, celle de Fortin et al. (2009). Le diamètre quadratique moyen (cm) et le volume moyen par tige (dm³/tige) sont dérivés des autres variables.

⁸ Se référer à Fortin et Langevin (2010).

⁹ Se référer à Pothier et Auger (2011).

Production des courbes de croissance des placettes

La courbe de croissance de chaque placette est produite par un des modèles de croissance. Les modèles sont appliqués aux mêmes essences ou groupes d'essences que ceux utilisés lors de leur élaboration. Aux fins du calcul, l'évolution des variables est prévue sur un horizon de 150 ans.

Pour les courbes issues de ARTÉMIS-2009, les placettes sont associées à différents stades de développement. Toutefois, l'âge des types de forêt qui évoluent avec ce modèle de croissance (tableau 1) n'est généralement pas caractérisé. Ainsi, les courbes de croissance doivent être agencées entre elles sur l'axe du temps. L'agencement est réalisé en fonction du patron d'évolution de la surface terrière¹⁰. Les essences ou groupes d'essences de l'encadré 2 sont ensuite regroupés selon les groupes d'essences du tableau 2.

Pour les courbes issues de NATURA-2009, leur début est l'âge moyen de l'ensemble des arbres études dominants et codominants des placettes de la strate d'aménagement (figure 1).

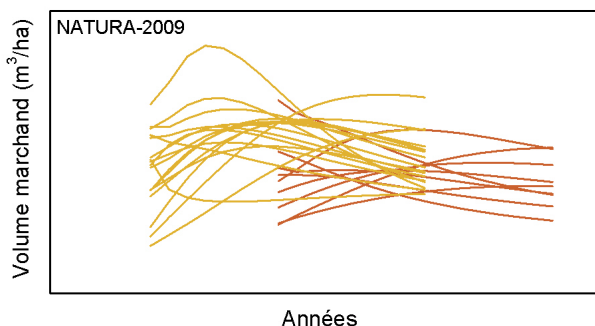


Figure 1. Courbes de croissance du volume marchand des placettes d'un groupe de strates. Exemple avec les courbes de croissance produites par NATURA-2009 pour un groupe de strates composé de 2 strates d'aménagement.

Courbe actuelle d'évolution des groupes de strates

La courbe *actuelle d'évolution* du groupe de strates est une moyenne des courbes de croissance à l'échelle de la placette (figure 2). Cette courbe moyenne est obtenue par un modèle de régression entre la variable et le temps (ou l'âge), pour chaque essence ou groupe d'essences¹¹. La régression est pondérée par la superficie relative de chaque strate d'aménagement dans le groupe de strates.

Les variables du tableau 3 sont disponibles pour chaque essence et groupe d'essences composant la courbe *actuelle d'évolution* (tableau 2).

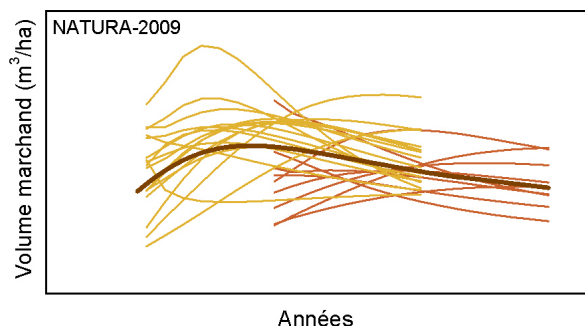


Figure 2. Exemple d'une courbe *actuelle d'évolution* (en brun) d'un groupe de strates issue du modèle de régression sur les courbes de croissance des placettes de 2 strates d'aménagement.

Tableau 3. Variables des courbes d'évolution.

Variable	Description	
	ARTÉMIS-2009	NATURA-2009
Volume marchand ^a (m ³ /ha)	√	√
Surface terrière marchande ^a (m ² /ha)	√	√
Nombre de tiges marchandes ^a (tiges/ha)	√	√
Hauteur dominante ^b (m)	√	√
Diamètre quadratique moyen ^a (cm)	√	√
Volume moyen par tige ^a (dm ³ /tige)	√	√
Âge de la strate ^c (année)		√
Maturité absolue ^d (année)		√

^a Ces variables sont également disponibles par essence ou par groupe d'essences.

^b Hauteur dominante d'un peuplement définie par la hauteur moyenne des 100 plus gros arbres à l'hectare, ce qui correspond aux 4 arbres de plus gros dhp d'une placette de 0,04 ha ou 400 m².

^c Âge moyen des arbres études dominants et codominants.

^d Âge auquel l'accroissement annuel moyen en volume marchand de la strate est maximal. Cet âge est fixé à 0 aux fins du calcul. Des valeurs négatives sont obtenues pour les périodes précédant l'atteinte de la maturité absolue et des valeurs positives pour les périodes suivant la maturité absolue.

Correction du départ de la courbe actuelle d'évolution

Pour les courbes issues de NATURA-2009, les données des placettes ne permettent pas d'établir l'âge auquel un groupe de strates atteint un volume marchand. Conséquemment, la partie de la courbe entre l'âge associé à un volume marchand nul et l'âge de début de la courbe moyenne est extrapolée¹² (figure 3).

¹⁰ La translation horizontale sur l'axe du temps suit une méthode statistique expliquée à l'annexe IV de Poulin (2013). Pour les groupes de strates modélisés avec ARTÉMIS-2009 dont l'âge est caractérisé (ARTÉMIS-âge), tels que les cédrières, le positionnement de la courbe sur l'axe du temps suit la méthode utilisée pour les courbes issues de NATURA-2009.

¹¹ Annexe V dans Poulin (2013).

¹² Ce segment d'évolution est nécessaire pour faire évoluer les strates de moins de 7 m de hauteur.

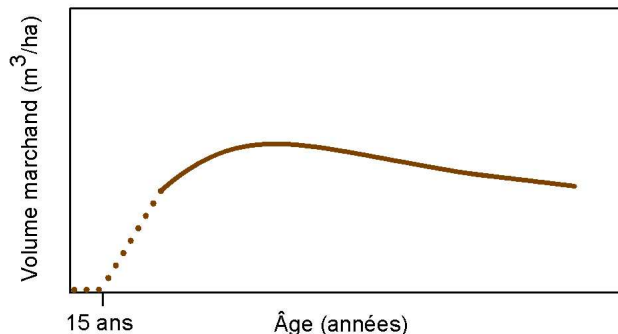


Figure 3. Extrapolation de la courbe *actuelle d'évolution* jusqu'à un volume marchand nul.

Ajustement des courbes *actuelles d'évolution* de pessières noires

Pour l'épinette noire, après l'atteinte du volume marchand maximal, un plateau peut être fixé à 80 % du sommet pour pallier une trop forte diminution du volume prévu par le segment décroissant des courbes¹³ (figure 4).

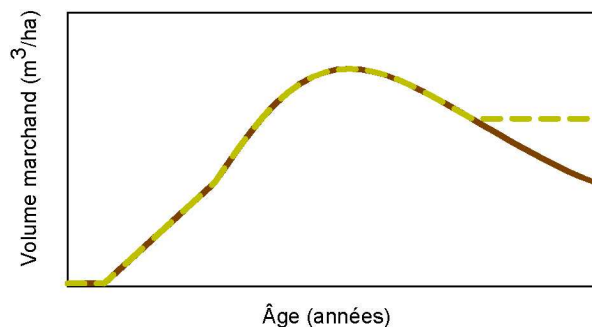


Figure 4. Courbe *actuelle d'évolution* d'une pessière noire dont un plateau a été fixé à 80 % du sommet.

Ventilation de la courbe *actuelle d'évolution* par essence

Les groupes d'essences de la courbe *actuelle d'évolution* (tableau 2) sont ventilés afin d'obtenir une courbe par essence (figure 5). Ainsi, les données par groupe d'essences sont réparties en essences en fonction de leur représentativité au sein du groupe de strates selon l'inventaire. La proportion de chaque essence est maintenue sur tout l'horizon de la courbe.

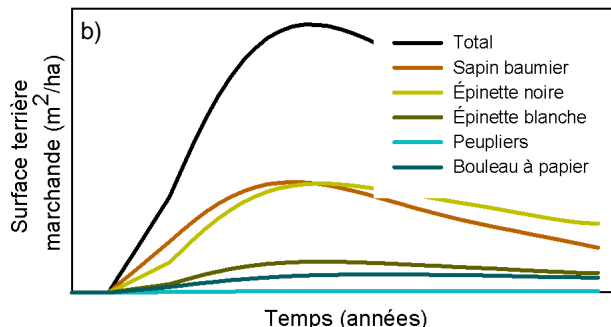
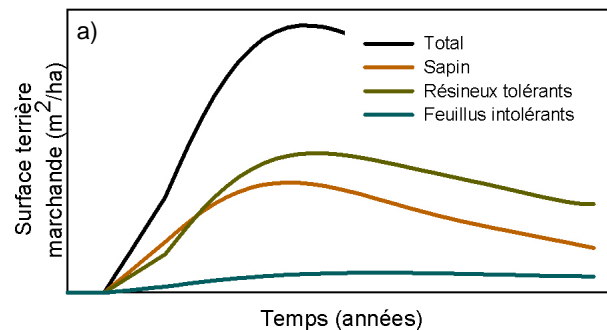


Figure 5. Courbe *actuelle d'évolution* par groupes d'essences (a) ventilée par essence (b).

Positionnement des strates sur leur courbe *actuelle d'évolution*

Les strates d'aménagement sont positionnées sur leur courbe *actuelle d'évolution*. La méthode diffère selon la hauteur des arbres de la strate. Les strates d'aménagement de 7 m et plus de hauteur conservent la position sur l'axe des « x » attribuée lors de l'agencement (se référer à la section *Production des courbes de croissance des placettes*; figure 6). Les strates de moins de 7 m de hauteur¹⁴ sont positionnées selon leur âge (nombre d'années écoulées depuis la dernière perturbation totale ou classe d'âge de l'appellation cartographique).

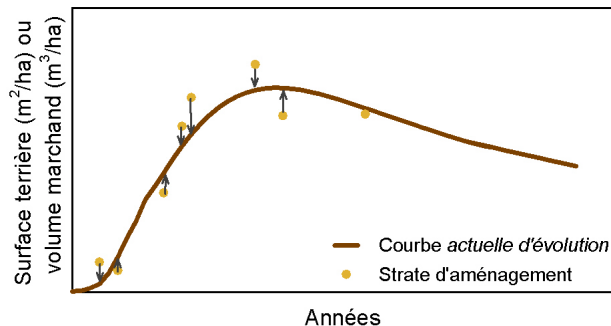


Figure 6. Positionnement des strates d'aménagement sur la courbe *actuelle d'évolution* de leur groupe de strates.

¹³ Valeur fixée de façon arbitraire, revue dans Garêt et al. (2009).

¹⁴ Ces strates se trouvent essentiellement dans les types de forêt touchés par des perturbations totales (ex. : coupe totale, brûlis). L'évolution de ces types de forêt est généralement modélisée avec NATURA-2009.

Précision du volume des courbes

L'analyse de la précision porte sur l'écart entre le volume total inventorié d'une strate d'aménagement¹⁵ et son volume selon sa position sur sa courbe *actuelle d'évolution*. Cet écart est occasionné par l'utilisation d'une courbe moyenne pour un groupe de strates. Ceci entraîne, pour certaines strates, une surestimation du volume de l'inventaire et, pour d'autres, une sous-estimation. L'objectif est que l'écart moyen¹⁶ soit inférieur à 3 % (en valeur absolue) à l'échelle de l'unité d'aménagement. Pour l'ensemble des 71 unités d'aménagement, le volume est surestimé de 0,93 %. Une unité d'aménagement a un écart supérieur à 3,1 % (figure 7).

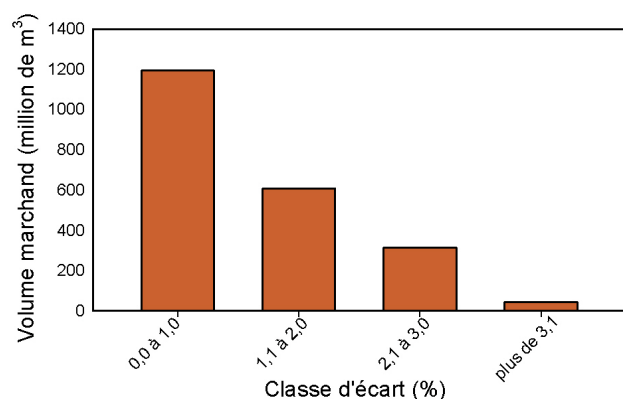


Figure 7. Répartition des volumes par classe d'écart entre le volume total inventorié des strates d'aménagement et leur volume total prévu par les courbes *actuelles d'évolution*.

Courbe effets de traitement

La courbe *effets de traitement* fait évoluer une strate à la suite de l'application d'un traitement sylvicole dans le calcul. Le processus d'élaboration des courbes *effets de traitement* et la méthode de positionnement de la strate traitée sur cette dernière (position de retour¹⁷) dépendent du type de forêt et du traitement sylvicole. Les courbes *effets de traitement* utilisées dans le calcul sont de trois types :

- la courbe *actuelle d'évolution* sélectionnée parmi les courbes existantes;
- la courbe produite à l'aide du modèle de prélèvement de ARTÉMIS-2009;
- la courbe de plantation.

Courbe *actuelle d'évolution* existante

Pour les groupes de strates résineux, résineux à feuillus intolérants et feuillus intolérants, la courbe *effets de traitement* est sélectionnée parmi les courbes *actuelles d'évolution* existantes. En fonction de la composition avant traitement (ex. : épinette noire), de la végétation potentielle de la strate (ex. : RS2) et du scénario sylvicole, le choix de la courbe attribuée à la suite de l'application du traitement est établi à l'aide du modèle de succession forestière SUCCÈS-2009¹⁸, des données de suivi après intervention sylvicole et de l'expertise des analystes. Ce type de courbe est attribué à la suite d'un traitement d'éducation au stade gaulis, d'une coupe totale¹⁹ ou d'une coupe avec protection des petites tiges marchandes. Le positionnement de la strate sur ce type de courbe est déterminé en fonction de l'âge.

La courbe *actuelle d'évolution* sélectionnée pour construire la courbe *effets de traitement* peut également être modifiée afin de traduire les effets de certaines coupes partielles sur l'évolution des strates. Deux formes sont utilisées : la courbe parallèle et la courbe proportionnelle²⁰ (figure 8).

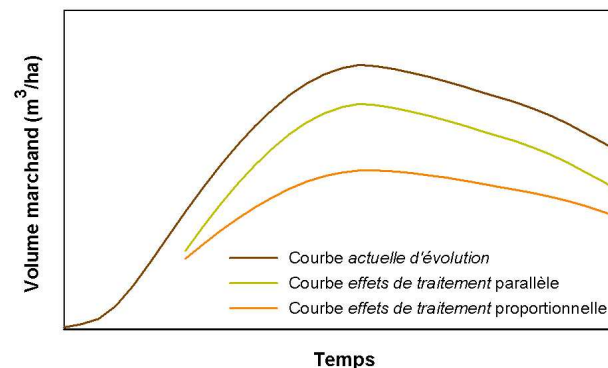


Figure 8. Courbes *effets de traitement* parallèle et proportionnelle obtenues par la modification d'une courbe *actuelle d'évolution*.

La courbe parallèle

La courbe parallèle est utilisée pour représenter un maintien de l'accroissement annuel moyen en volume ($m^3/ha/an$) du peuplement après traitement (puisque les courbes d'évolution du volume demeurent parallèles). Cette courbe traduit une augmentation de l'accroissement en diamètre des arbres résiduels de façon à compenser pour les arbres coupés. La courbe parallèle est utilisée pour l'éclaircie commerciale.

¹⁵ Volume toutes essences basé sur l'ensemble des placettes d'inventaire de la strate.

¹⁶ Moyenne de l'écart pour chacune des strates d'aménagement, pondérée par les superficies des différentes strates.

¹⁷ Se référer aux traitements sylvicoles du chapitre 3 pour en apprendre davantage sur les positions de retour après traitement.

¹⁸ SUCCÈS-2009 est un modèle de prévision de la succession forestière après une perturbation ou une intervention majeure (Auger et al. 2011).

¹⁹ Incluant la coupe finale ou la coupe progressive régulière.

²⁰ Ces formes de courbe sont expliquées dans Comité consultatif scientifique du manuel d'aménagement forestier (2003).

La courbe proportionnelle

La courbe proportionnelle est utilisée pour représenter un accroissement annuel moyen en volume ($m^3/ha/an$) du peuplement qui est inférieur après le traitement. Cette courbe traduit le maintien de l'accroissement en diamètre des arbres résiduels, sans compenser pour les arbres coupés. La courbe proportionnelle est utilisée pour certaines coupes d'ensemencement des coupes progressives.

Courbe du modèle de prélèvement de ARTÉMIS-2009

Le modèle de prélèvement de ARTÉMIS-2009 simule un traitement de coupe partielle des strates de feuillus tolérants, des sapinières à bouleaux jaunes, des cèdrières, des pinèdes et des prucheraies (tableau 1). Ce modèle est élaboré pour huit traitements sylvicoles génériques de coupe partielle²¹. Il détermine la probabilité de prélèvement de chacune des tiges en fonction de l'essence, du diamètre à hauteur de poitrine et du traitement. À partir de la nouvelle table de peuplement de la strate traitée, ARTÉMIS-2009 génère la courbe *effets de traitement*. Aux fins du calcul, cette approche est utilisée pour produire les courbes *effets de traitement* de l'éclaircie commerciale, des certaines coupes d'ensemencement des coupes progressives régulière et irrégulière et de la coupe de jardinage. Le positionnement de la strate sur ce type de courbe est déterminé en fonction de la surface terrière ou du volume après le traitement. Ainsi, le pourcentage de prélèvement correspond à la différence entre la surface terrière de la strate avant le traitement et la surface terrière à la position de retour sur sa courbe *effets de traitement*²².

Courbe de plantation

Les courbes de plantation sont spécifiques à chaque combinaison d'essence, d'indice de qualité de station et de densité de mise en terre utilisée dans le calcul des possibilités forestières²³. Ces courbes sont générées par les modèles de Prégent et al. (1996) pour l'épinette noire, Prégent et al. (2010) pour l'épinette blanche et Bolghari et Bertrand (1984) pour le pin blanc, le pin rouge et le pin gris. Ces modèles sont valides pour la période couverte par les observations terrains, soit jusqu'à 30 ou 65 ans selon l'essence. Au-delà de la période couverte par ces

données, les courbes sont extrapolées à l'aide d'un modèle de régression²⁴.

Références

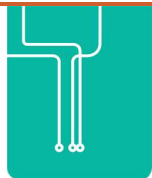
- Auger, I., M. Fortin, D. Pothier et J.-P. Saucier. 2011. Une nouvelle génération de modèles de prévision pour les forêts du Québec. Avis de recherche forestière, n° 32, octobre 2011, 2 p.
<http://www.mmf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Auger-Isabelle/Avis32.pdf> (consultée le 15 juin 2012)
- Bolghari, H.A. et V. Bertrand. 1984. Tables préliminaires de production des principales essences résineuses plantées dans la partie centrale du sud du Québec. Mémoire n°79. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Service de la recherche, Québec, Qc, 392 p.
- Comité consultatif scientifique du manuel d'aménagement forestier. 2003. Éclaircie commerciale pour le groupe de production prioritaire SEPM. Avis scientifique. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 79 p.
- Fortin, M. et L. Langevin. 2010. ARTÉMIS-2009 – Un modèle de croissance basé sur une approche par tiges individuelles pour les forêts du Québec. Mémoire de recherche forestière n° 156. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 48 p.
<http://www.mmf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Fortin-Mathieu/Memoire156.pdf> (consultée le 15 juin 2012)
- Fortin, M., J. DeBlois, S. Bernier et G. Blais. 2007. Mise au point d'un tarif de cubage général pour les forêts québécoises : une approche pour mieux évaluer l'incertitude associée aux prévisions. The Forestry Chronicle, 83(5) : 754-765.
- Fortin, M., S. Bernier, J.-P. Saucier et F. Labbé. 2009. Une relation hauteur-diamètre tenant compte de l'influence de la station et du climat pour 20 espèces commerciales du Québec. Mémoire de recherche forestière n° 153. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 22 p.
- Garêt, J., D. Pothier et M. Bouchard. 2009. Predicting the long-term yield trajectory of black spruce stands using time since fire. Forest Ecology and Management, 257 : 2189-2197.
- Pothier, D. et I. Auger. 2011. NATURA-2009 – Un modèle de prévision de la croissance à l'échelle du peuplement pour les forêts du Québec. Mémoire de recherche forestière n° 163. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 76 p.
<http://www.mmf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Auger-Isabelle/Memoire163.pdf> (consultée le 15 juin 2012)
- Pothier, D. et F. Savard. 1998. Actualisation des tables de production pour les principales espèces forestières du Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 183 p.
- Poulin, J. 2013. Création des courbes d'évolution. Calcul des possibilités forestières 2013-2018. Bureau du forestier en chef, Roberval, Qc, 53 p.
http://forestierenchef.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2012/12/BFEC_CreationCourbes.pdf (consulté le 30 octobre 2013)
- Prégent, G., V. Bertrand et L. Charrette. 1996. Tables préliminaires de rendement pour les plantations d'Épinette noire au Québec. Mémoire de recherche forestière n° 118. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 88 p.
- 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. Mémoire de recherche forestière n° 160. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 82 p.

²¹ Coupe d'amélioration, coupe d'éclaircie, coupe de jardinage avant 1997, coupe de jardinage de 1997 à 2004, coupe de jardinage après 2004, coupe progressive, éclaircie commerciale, éclaircie sélective; Annexe II dans Poulin (2013).

²² Cette notion de « retours multiples » est expliquée plus en détail dans Poulin (2013).

²³ Les IQS et les courbes sont présentés au fascicule 3.1 – Plantation.

²⁴ La méthode d'extrapolation de la courbe, une adaptation de la méthode de Pothier et Savard (1998), est expliquée dans Poulin (2013).



Rédaction : Julie Poulin, biol., M.Sc.

Collaboration : Marie-Josée Blais, ing.f., M.Sc. (BFEC), Toma Guillemette, ing.f., M.Sc. (BFEC) et Daniel Pin, ing.f., M.Sc. (BFEC).

Révision : Isabelle Auger, Stat. ASSQ, M.Sc. (MRN), Marilou Beudet, biol., Ph.D. (MRN), Mathieu Fortin, ing.f., Ph.D. (MRN), Daniel Mailly, ing.f., Ph.D. (MRN) et David Pothier, ing.f., Ph.D. (U. Laval).

Référence à citer : Poulin, J. 2013. Évolution des strates. Fascicule 2.4. *Dans* Bureau du forestier en chef. Manuel de détermination des possibilités forestières 2013-2018. Gouvernement du Québec, Roberval, Qc, pp. 55-61.