

Les courbes d'évolution servent à faire fluctuer les variables de chacune des strates d'aménagement sur tout l'horizon de calcul des possibilités forestières. Ces courbes prévoient l'évolution du volume de matière ligneuse dans le temps. Dans le calcul, l'application d'un traitement sylvicole pour une strate donnée, provoque un changement de courbe en fonction de l'effet prévu du traitement sur la strate.



Crédit photo : Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Description

Les caractéristiques d'une strate d'aménagement (âge, 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 pour lequel un traitement sylvicole a été appliqué dans le calcul. Dans le cas d'un prélèvement partiel, la récolte de bois correspond à la différence entre la surface terrière ou le volume de la strate avant le traitement et la surface terrière ou le volume à la position de retour sur la courbe *effets de traitement*³.

Modèles de croissance

Les modèles de croissance Artémis-2014⁴ et Natura-2014⁵ servent à prévoir l'évolution de peuplements forestiers de 7 mètres et plus de hauteur⁶ à partir de placettes-échantillons. Artémis-2014 est un modèle de croissance basé sur une approche par tiges individuelles et Natura-2014, 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 types de forêt⁷ et de végétations potentielles (tableau 1).

Encadré 1. Deux approches de modélisation

Par tiges individuelles

Un modèle par tiges individuelles simule les processus qui se déroulent à l'échelle de l'arbre. Il fournit la liste des essences 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'informations 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 : Adapté de Auger *et al.* (2011)

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

Types de forêt	Végétations potentielles	
	F ^a , MJ ^b et MF1	Autres
Bétulaies blanches Peupleraies Mélèzaies Pessières Pinèdes grises Sapinières (sauf à bouleau jaune)	Artémis-2014	Natura-2014
Bétulaies jaunes Chênaies Érablières Cédrrières Pinèdes blanches Prucheraies Sapinières (à bouleau jaune)	Artémis-2014	

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

^b MJ1 et MJ2.

⁴ Fortin et Langevin (2010).

⁵ Pothier et Auger (2011).

⁶ Auger *et al.* (2011).

⁷ 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.

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

Les deux modèles prévoient l'évolution des six variables⁸ suivantes applicables aux tiges marchandes, c'est-à-dire pour les tiges de 9,1 centimètres et plus de diamètre à hauteur de poitrine (DHP; 1,3 mètre au-dessus du sol) :

- 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).

Pour l'érable à sucre et le bouleau jaune de forte dimension (DHP supérieur à 23 centimètres), le modèle Artémis-2014 prédit également le volume de bois d'œuvre selon la classification de Petro et Calvert (1976)⁹.

Élaboration des modèles

Les modèles de croissance Artémis-2014 et Natura-2014 sont des modèles empiriques, étalonnés à partir des données du réseau de placettes-échantillons permanentes du Québec. La première version des modèles date de 2009 et a été utilisée pour le calcul des possibilités forestières 2015-2018. L'ajout d'une nouvelle mesure des placettes permanentes a conduit à un nouvel étalonnage des modèles en 2014¹⁰. 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. Cependant, leur fiabilité pourrait diminuer sur des horizons de calcul supérieurs à 60 ans. Toutefois, aucune aberration n'a été identifiée au-delà de cette période.

Artémis-2014 est élaboré pour les 25 végétations potentielles les plus abondantes au Québec. Les données sont prévues par essence ou par regroupement d'essences (encadré 2)¹¹.

Natura-2014 est élaboré en tenant compte du sous-domaine bioclimatique. Les données sont prévues par groupe d'essences (encadré 3)¹².

Encadré 2. Artémis-2014 – 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-2014 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	Autres feuillus tolérants	

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).

Encadré 3. Groupes d'essences des courbes d'évolution du modèle de croissance Natura-2014

Groupes d'essences Natura-2014	Essences
Feuillus intolérants (Fi)	bouleau à papier, chêne rouge, érable rouge, peupliers
Feuillus tolérants (Ft)	bouleau jaune, érable à sucre, hêtre
Résineux intolérants (Ri)	mélèze, pins gris et rouge
Résineux tolérants (Rt)	épinettes, pin blanc, pruche, thuya
Sapin baumier (SAB)	sapin baumier

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.

⁸ 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 centimètres avec écorce. L'équation pour calculer la hauteur est celle de Fortin *et al.* (2009). Le diamètre quadratique moyen (centimètre) et le volume moyen par tige (dm³/tige) sont dérivés des autres variables.

⁹ Fortin *et al.* (2009).

¹⁰ Power (2016) et Auger (2017).

¹¹ Se référer à Fortin et Langevin (2010).

¹² Se référer à Pothier et Auger (2011).

Production des courbes de croissance par placette

La courbe de croissance de chaque placette est produite par le modèle de croissance le plus approprié. 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 d'Artémis-2014, les strates sont associées à différents stades de développement. Les groupes de strates prennent en considération ces stades reflétés par la composition, la classe de surface terrière initiale et le potentiel de croissance. L'âge des strates forestières qui évoluent avec ce modèle de croissance n'est généralement pas caractérisé (tableau 1). Ainsi, l'agencement des courbes de croissance sur l'axe du temps se fait en fonction de la période de modélisation (figure 1).

L'agencement sur l'axe du temps des courbes des placettes issues de Natura-2014 se fait en fonction de l'âge moyen de leurs arbres études dominants et codominants pour chacune des strates d'aménagement (figure 2).

Courbe *actuelle d'évolution* des groupes de strates

La courbe *actuelle d'évolution* d'un groupe de strates est une moyenne des courbes de croissance des placettes de ce groupe de strates. Dans le cas du modèle Artémis-2014, la courbe est calculée par essence individuelle ou groupe d'essences via une moyenne pondérée par la superficie relative de chaque strate d'aménagement dans le groupe de strates (figure 1).

Les variables disponibles pour chaque essence et groupe d'essences composant la courbe *actuelle d'évolution* sont présentées au tableau 2.

Dans le cas de Natura-2014, la courbe moyenne est obtenue par un modèle de régression entre la variable et l'âge, pour chaque groupe d'essences (figure 2)¹³.

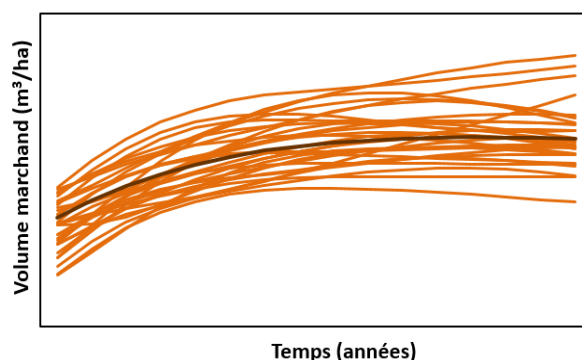


Figure 1. Courbes de croissance des placettes ainsi que la courbe *actuelle d'évolution* (en noir) d'un groupe de strates, avec le modèle de croissance Artémis-2014.

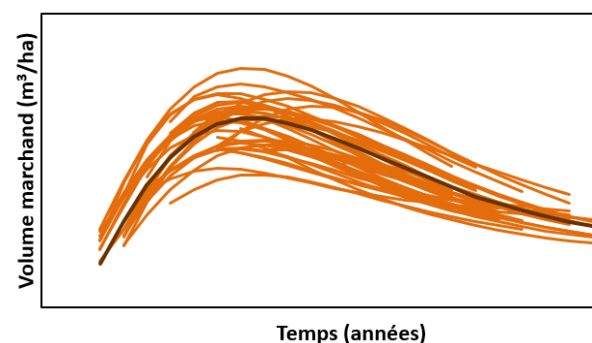


Figure 2. Courbe *actuelle d'évolution* (en noir) d'un groupe de strates issue du modèle de régression sur les courbes de croissance des placettes de ce groupe de strates, avec le modèle de croissance Natura-2014.

Tableau 2. Variables des courbes d'évolution.

Variables	Description	
	Artémis-2014	Natura-2014
Volume marchand ^a (m ³ /ha)	√	√
Volume de bois d'œuvre de qualité (m ³ /ha) ^b	√	
Surface terrière marchande ^a (m ² /ha)	√	√
Nombre de tiges marchandes ^a (tiges/ha)	√	√
Hauteur dominante ^c (m)	√	√
Diamètre quadratique moyen ^a (cm)	√	√
Volume moyen par tige ^a (dm ³ /tige)	√	√
Âge de la strate ^d (années)		√
Maturité absolue ^e (années)		√

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

^b Regroupement des classes de bois d'œuvre F1 et F2 (Petro et Calvert 1976).

^c 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 diamètre à hauteur de poitrine d'une placette de 0,04 hectare ou 400 m².

^d Âge moyen des arbres études dominants et codominants.

^e Âge auquel l'accroissement annuel moyen en volume marchand de la strate est maximal.

¹³ Annexe V dans Poulin (2013).

Correction du départ de la courbe *actuelle d'évolution*

Pour les courbes issues de Natura-2014, 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 extrapolée (figure 3)¹⁴.

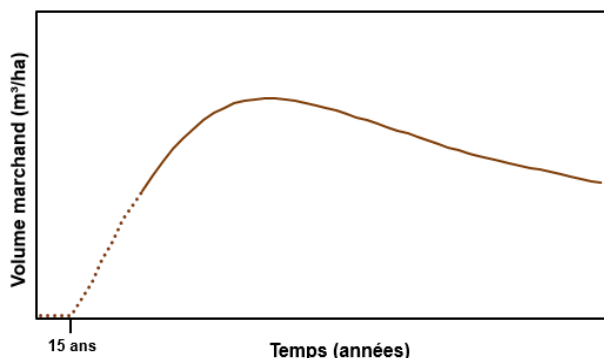


Figure 3. Extrapolation de la courbe *actuelle d'évolution* jusqu'à un volume marchand nul.

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

Les groupes d'essences de la courbe *actuelle d'évolution* (figure 4a) sont répartis afin d'obtenir une courbe par essence (figure 4b). Ainsi, les données par groupe d'essences sont réparties en essence en fonction de leur représentativité au sein du groupe de strates selon l'inventaire au temps initial. La proportion de chaque essence est maintenue sur tout l'horizon de la courbe.

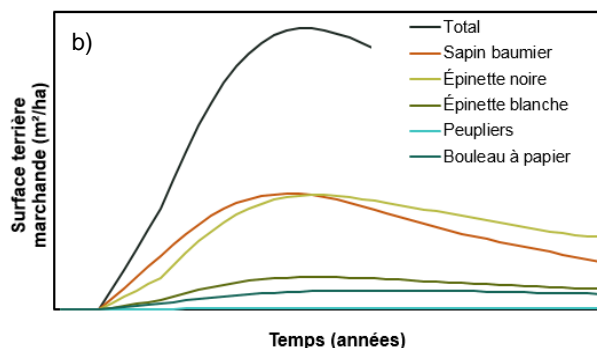
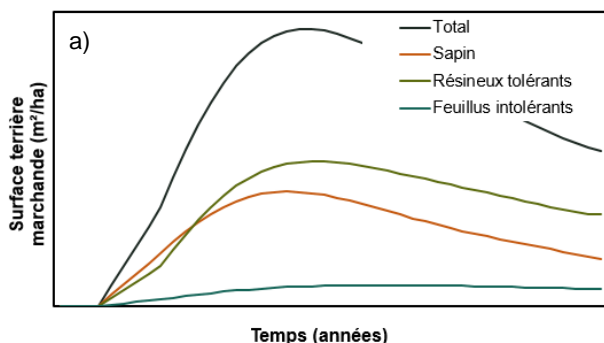


Figure 4. Courbe *actuelle d'évolution* par groupe d'essences (a) ventilée par essence (b).

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

Les strates d'aménagement sont positionnées sur la courbe *actuelle d'évolution* de leur groupe de strates. La méthode diffère selon la classe de hauteur des arbres de la strate, le modèle de croissance et la version d'inventaire écoforestier. Les strates de moins de 7 mètres de hauteur¹⁵ sont positionnées selon leur âge (nombre d'années écoulées depuis la dernière perturbation totale ou classe d'âge de l'appellation cartographique). Dans l'approche d'inventaire par peuplement forestier (AIPF) entreprise à la fin du 4^e cycle d'inventaire, l'âge d'une strate d'aménagement Natura-2014 de 7 mètres et plus est calculé en fonction du volume estimé de la strate et de la classe d'âge cartographique de la strate. Les méthodes de positionnement des strates d'aménagement de 7 mètres et plus de hauteur sont résumées dans le tableau 3.

Tableau 3. Positionnement des strates de 7 mètres et plus selon le modèle de croissance et la version d'inventaire écoforestier.

Modèle de croissance	Versión d'inventaire	Positionnement des strates sur la courbe <i>actuelle</i>
Artémis-2014	Toutes les versions d'inventaire	Toutes les strates se placent au début de la courbe <i>actuelle</i> (année 0).
Natura-2014	4 ^e inventaire	Une strate se place sur la courbe <i>actuelle</i> à un âge qui correspond à l'âge moyen des arbres études de la strate (figure 5).
Natura-2014	4 ^e inventaire de type AIPF	Une strate se place sur la courbe <i>actuelle</i> à l'endroit ayant la même classe d'âge que la classe d'âge cartographique de la strate et un volume égal au volume moyen de la strate (figure 6).

¹⁴ Ce segment de courbe est nécessaire pour faire évoluer les strates de moins de 7 mètres de hauteur.

¹⁵ Ces strates se trouvent essentiellement dans les types de forêt touchés par des perturbations totales (coupe totale, brûlis). L'évolution de ces types de forêt est généralement modélisée avec Natura-2014.

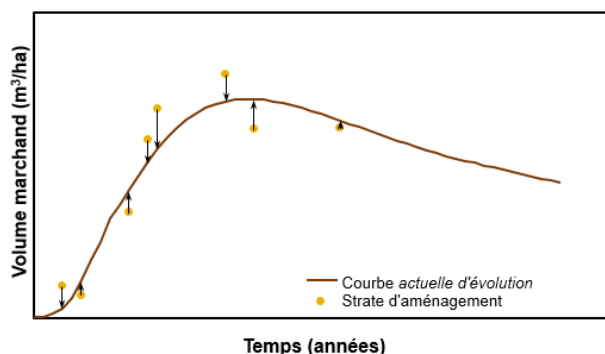


Figure 5. Positionnement des strates d'aménagement sur la courbe *actuelle d'évolution* en fonction de l'âge moyen de leurs arbres étudiés.

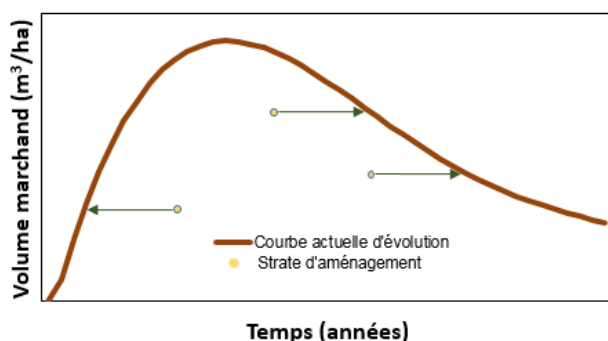


Figure 6. Positionnement des strates d'aménagement sur la courbe *actuelle d'évolution* en fonction de leur volume moyen.

Précision du volume des courbes

L'analyse de la précision porte sur l'écart entre le volume total inventorié d'une strate d'aménagement¹⁶ 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 moyen¹⁷ soit inférieur à 3 % (en valeur absolue) à l'échelle de l'unité d'aménagement.

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 retour¹⁸) 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 d'Artémis-2014;
- 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 (épinette noire), de la végétation potentielle de la strate (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 SUCCÈS¹⁹, 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 totale²⁰ 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 ou du temps depuis la dernière perturbation. 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, soit la courbe parallèle et la courbe proportionnelle (figure 7)²¹.

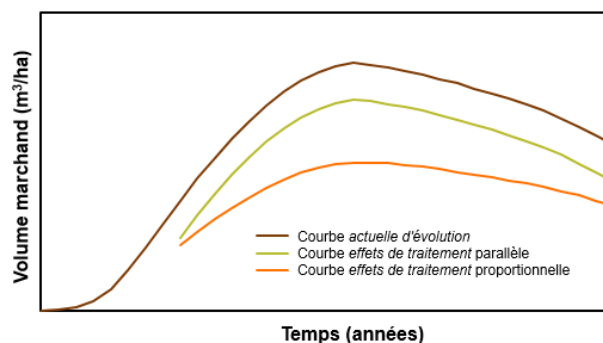


Figure 7. Courbes *effets de traitement* parallèle et proportionnelle obtenues par la modification d'une courbe *actuelle d'évolution*.

¹⁶ Volume toutes essences basé sur l'ensemble des placettes d'inventaire de la strate.

¹⁷ Moyenne de l'écart pour chacune des strates d'aménagement, pondérée par la superficie des différentes strates.

¹⁸ Se référer aux traitements sylvicoles du chapitre 3 pour en apprendre davantage sur les positions de retour après traitement.

¹⁹ SUCCÈS est un modèle de prévision de la succession forestière après une perturbation ou une intervention majeure (Auger *et al.* 2011).

²⁰ Incluant la coupe finale de la coupe progressive régulière.

²¹ Ces formes de courbe sont expliquées dans Comité consultatif scientifique du manuel d'aménagement forestier (2003).

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.

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 d'Artémis-2014

Le modèle de prélèvement d'Artémis-2014 reproduit un traitement de coupe partielle des strates de feuillus tolérants, des sapinières à bouleau jaune, des cèdrières, des pinèdes et des prucheraies (tableau 1). Ce modèle détermine la probabilité de prélèvement de chacune des tiges en fonction de l'essence, du diamètre et du traitement sylvicole. À partir de la nouvelle table de peuplement de la strate traitée, Artémis-2014 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, de certaines coupes d'ensemencement, des coupes progressives régulières et irrégulières et de la coupe de jardinage. Le positionnement de la strate sur ce type de courbes est déterminé en fonction de la surface terrière ou du volume après le traitement.

Courbe de plantation

Les courbes de plantation sont spécifiques à chaque combinaison d'essences, d'indices de qualité de station et de densités de mise en terre utilisées dans le calcul des possibilités forestières²². Ces courbes sont générées par les modèles de Prigent *et al.* (1996) pour l'épinette noire, Prigent *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 terrain, 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 régression²³.

Références

- Auger, I. 2017. Natura-2014 : Mise à jour et évaluation du modèle de croissance forestière à l'échelle du peuplement. Note de recherche forestière n° 147. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 32 p.
- Auger, I., M. Fortin, D. Pothier, J.-P. Saucier. 2011. Une nouvelle génération de modèles de prévision pour les forêts du Québec. Avis de recherche forestière n° 32. Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 2 p.
- 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, F. Guillemette et S. Bédard. 2009. Predicting volumes by log grades in standing sugar maple and yellow birch trees in southern Quebec, Canada. *Can. J. For. Res.* 39 (10): 1928-1938.
- 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. 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.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Fortin-Mathieu/Memoire156.pdf> (consulté le 30 juillet 2018)
- 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.
- Petro, F.J. et W.W. Calvert. 1976. La classification des billes de bois franc destinées au sciage. Ministère des Pêches et de l'Environnement du Canada, Service canadien des forêts, Ottawa, Ont. Rapp. Tech. For. 6F.
- 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.
- 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.
<https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Auger-Isabelle/Memoire163.pdf> (consulté le 30 juillet 2018)
- Poulin, J. 2013. Création des courbes d'évolution. Calcul des possibilités forestières 2013-2018. Gouvernement du Québec, Roberval, Qc, 53 p.
http://forestierenchef.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2012/12/BFEC_CreationCourbes.pdf (consulté le 30 juillet 2018)

²² Les indices de qualité de station et les courbes sont présentés au fascicule 3.1 – Plantation.

²³ La méthode d'extrapolation de la courbe, une adaptation de la méthode de Pothier et Savard (1998), est expliquée dans Poulin (2013).

Power, H. 2016. Comparaison des biais et de la précision des estimations des modèles Artémis-2009 et Artémis-2014 pour la surface terrière totale des peuplements forestiers, avec et sans coupe partielle, sur une période de 40 ans. Note de recherche forestière n° 142. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 22 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.

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.

Lecture suggérée

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.



V. 1.1
2018-2023
2018

Mise à jour : Adrian Spatacean, ing.f., M.Sc.

Collaboration : Daniel Pin, ing.f., M.Sc., Éric Pronovost, tech.f., ARPSE et Marie-Josée Blais, ing.f., M.Sc.

Révision : Mario Roy, ing.f., M.G.P., Camille Ménard, biol., M.Sc., Simon Guay, ing.f., Jean Girard, ing.f., M.Sc., Lucie Bertrand, ing.f., Ph.D. et Louis Pelletier, ing.f.

Révision linguistique : Claire Fecteau

Référence à citer : Bureau du forestier en chef. 2018. Évolution des strates. Fascicule 2.4. Manuel de détermination des possibilités forestières 2018-2023. Gouvernement du Québec, Roberval, Qc, 7 p.



V. 1.0
2013-2018
2013

Rédaction : Julie Poulin, biol., M.Sc.²⁴

Collaboration : Marie-Josée Blais, ing.f., M.Sc. (BFEC), Toma Guillemette, ing.f., M.Sc. (BFEC)²⁴ et Daniel Pin, ing.f., M.Sc. (BFEC)

Révision : Isabelle Auger, Stat. ASSQ, M.Sc. (MRN), Marilou Beaudet, 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)

²⁴ N'est plus à l'emploi du Bureau du forestier en chef.