



Rendement des plantations

La *Stratégie de protection des forêts* de 1994¹ prévoyait le recours préférentiel à la régénération naturelle. Bien que celle-ci soit l'option la plus utilisée pour le rétablissement après coupe de plusieurs types de forêt, les plantations jouent un rôle important dans la régénération des forêts. Elles font partie des outils sylvicoles qui permettent d'améliorer la valeur des forêts en augmentant la dimension des arbres, la productivité forestière et en orientant la composition en essences des peuplements. Elles permettent aussi de maintenir la superficie forestière et de recréer un couvert forestier pour assurer l'ensemble des services environnementaux.

Cette fiche vise à expliquer la démarche employée pour attribuer le rendement des plantations actuelles et futures dans le calcul des possibilités forestières de la période 2023-2028.

Types de plantations

Dans le calcul des possibilités forestières, deux variantes de plantation sont utilisées selon les objectifs sylvicoles visés et le mode d'intervention.

La **plantation uniforme** consiste à mettre en terre de jeunes plants d'une essence désirée selon un espacement régulier. Elle a pour objectif principal d'établir un couvert forestier et d'utiliser pleinement la capacité de production ligneuse de la superficie. Deux densités de mise en terre sont représentées dans le calcul : la plantation intensive à 2 000 plants à l'hectare et la plantation de base à 1 600 plants à l'hectare. La première étant généralement employée en prévision d'une séquence de traitements sylvicoles contenant des éclaircies alors que ce n'est pas le cas de la seconde.

Le **regarni** consiste à mettre en terre des plants d'essences commerciales pour combler les trouées sur une superficie où la régénération n'atteint pas une densité adéquate.

La présente fiche précisera le rendement attribué aux plantations uniformes, le regarni ayant des effets variables et généralement liés à la composition.

Amélioration génétique

La majorité des plants mis en terre sont issus de programmes d'amélioration génétique. Cette dernière vise à produire des variétés plus productives, de meilleure qualité et plus résistantes aux ravageurs par des cycles continus de sélection, de testage et de croisement. La mise en terre sur des stations de bonne qualité ainsi que la maîtrise de la végétation concurrente sont essentielles pour obtenir les gains en volume escomptés dans le temps.

En 2021, 94 % des plants reboisés au Québec étaient génétiquement améliorés, c'est-à-dire produits avec des semences récoltées dans des vergers à graines de 1^{re} ou de 2^e génération². Conséquemment, les plants produits à partir de semences récoltées dans des peuplements naturels ne représentaient que 6 % de l'ensemble des plants produits. Les gains en hauteur des plants améliorés, par rapport aux semences issues de peuplements naturels, peuvent atteindre, voire dépasser 15 %³, ceci permet d'envisager des gains en volume conséquents.

Changements climatiques

Parce qu'elles peuvent être récoltées sur de plus courtes rotations, les plantations contribuent à la diminution des risques et des incertitudes dans le contexte des changements climatiques. Leur plus

¹ Gouvernement du Québec, 1994

² MFFP, 2021a

³ Compilation fournie par la Direction générale de la production de semences et plants forestiers (2022)

Rendement des plantations

grande productivité et la meilleure taille des tiges contribuent à l'accroissement de la séquestration du carbone en forêt et dans les produits forestiers.

En effet, les forêts peuvent jouer un rôle majeur dans la séquestration du carbone contribuant en conséquence, à l'atténuation des changements climatiques. L'aménagement plus intensif par les plantations peut ainsi constituer une solution prometteuse dans la lutte contre les changements climatiques, car ces dernières permettent une séquestration plus élevée de carbone qu'un peuplement naturel grâce à une croissance plus rapide et un volume sur pied supérieur aux forêts naturelles.

En raison de la rapidité des changements climatiques, plusieurs essences en place, n'auront probablement pas le temps de s'adapter et pourraient se trouver en situation de mésadaptation. La plantation constitue alors un traitement sylvicole privilégié d'adaptation puisqu'elle permet de déplacer plus rapidement les essences dans de nouvelles conditions en vue d'assurer une forêt mieux adaptée au futur climat en s'assurant ainsi de maintenir une forêt productive et contributive aux autres services environnementaux.

Contribution des plantations

Les plantations forestières sont reconnues pour contribuer à un approvisionnement en matière ligneuse qui répond aux attentes de la société en regard de l'aménagement durable des forêts. En effet, les plantations ont un rendement ligneux plus élevé que celui des forêts régénérées naturellement. De ce fait, elles sont appelées à jouer un rôle important dans la *Stratégie nationale de production de bois*⁴.

Le Forestier en chef a évalué l'importance du volume provenant des plantations dans le temps à partir de la stratégie d'aménagement intégrée au calcul des possibilités forestières en forêt publique du calcul 2015-2018 (tableau 1). Durant cette période, le taux de reboisement prévu des coupes totales était alors de 28 %.

Tableau 1. Contribution prévue des plantations en proportion des possibilités forestières

Période	Proportion
Court terme (0 – 25 ans)	1,7 %
Moyen terme (25 – 50 ans)	12,0 %
Long terme (50 – 100 ans)	36,0 %
Très long terme (100 – 150 ans)	46,0 %

La prédiction de la croissance et du rendement des plantations est essentielle pour évaluer adéquatement les possibilités forestières puisqu'une part importante du volume futur est appelé à provenir de celles-ci.

Caractérisation des plantations passées

La caractérisation des plantations consiste à identifier l'essence effectivement reboisée et à vérifier l'atteinte de critères minimaux d'un rendement de plantation. En effet, comme l'inventaire forestier est parfois muet sur ces éléments pour certains peuplements, il importe donc de les compléter pour leur donner un rendement adéquat.

Premièrement, pour être reconnu comme plantation, un peuplement de l'inventaire écoforestier doit indiquer une origine de plantation, ne pas indiquer un couvert mixte ou feuillu et ne pas être situé sur un site hydrique. Par la suite, lorsque le peuplement remplit ces conditions, l'essence effectivement reboisée peut être déduite de trois manières différentes :

- ▶ directement des données d'inventaire écoforestier lorsqu'elle y est identifiée
- ▶ à partir du groupement d'essences si celui-ci correspond à épinette blanche, épinette noire ou pin gris

⁴ <https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/amenagement-durable-forets/strategie-damenagement-durable-forets/strategie-nationale-production-bois/>

Rendement des plantations

- ▶ lorsque le groupement d'essences n'est pas différencié ou absent, le dépôt de surface est utilisé comme indicateur pour déduire l'essence reboisée. En situation de dépôts sablonneux, le pin gris est retenu, sinon l'épinette noire est alors assignée.

Une fois l'essence reboisée connue, les conditions minimales de croissance sont vérifiées pour attribuer un rendement à l'aide des informations sur l'âge et la hauteur interprétée ou mesurée avec les relevés LiDAR. Lorsque les critères minimaux de croissance sont satisfaits, un indice de qualité de station est déterminé en fonction du sous-domaine bioclimatique, de l'essence reboisée et du groupe de stations (annexe). Le tableau 2 présente les indices de qualité de station pour les plantations passées et le tableau 3 ceux des plantations futures.

Dans le cas des plantations qui ne satisfont pas ces critères, un rendement de peuplement naturel est attribué. La mention de plantation est cependant conservée pour faire le suivi de la superficie reboisée dans les bilans et/ou dans la reddition de comptes.

Tableau 2. Indice de qualité de station moyen pour les plantations passées à un âge de référence de 25 ans pour les épinettes et de 15 ans pour le pin gris⁵

Essences reboisées	Groupes de stations	Indices de qualité de station par sous-domaine bioclimatique						
		Érablière à caryer	Sapinière à bouleau jaune		Sapinière à bouleau blanc		Pessière à mousses	
			Ouest (3O)	Ouest (4O)	Est (4E)	Ouest (5O)	Est (5E)	Ouest (6O)
Épinette noire	BJRMS	7	7	7	7	8		
	RFiF	6	8	8	7 à 8	8	6 à 8	8
	RFiM	8	8	8	6	6	6	6
	RESR/RESRL	7	6	6	6	6	5	5
Épinette blanche	BJRMS	10	9	9	10	10		
	RFiF	10	10	10	9	9		
	RFiM					7		
	RESR/RESRL							
Pin gris	BJRMS	6	6	6				
	RFiF	7	7	7	6	6	4 à 6	4
	RFiM	6	6	6	5	5	5	5
	RESR/RESRL	5	5	5	4	4	5	5

⁵ Les données ne sont pas disponibles pour les cellules en gris foncé.

Rendement des plantations

Tableau 3. Indice de qualité de station moyen par essence, groupe de stations et sous-domaine bioclimatique des futures plantations à un âge de référence de 25 ans pour les épinettes et de 15 ans pour le pin gris⁶

Essences reboisées	Groupes de stations	Indices de qualité de station par sous-domaine bioclimatique						
		Érablière à caryer	Sapinière à bouleau jaune		Sapinière à bouleau blanc		Pessière à mousses	
		Ouest (3O)	Ouest (4O)	Est (4E)	Ouest (5O)	Est (5E)	Ouest (6O)	Est (6E)
Épinette noire	BjRMS	8	8	8	10			
	RFiF	7	9					
	RFiM	9	9	9	7	7	6	6
	RESR/RESRL		7	7	6	7	6	6
Épinette blanche	BjRMS	12	9	10	10	11		
	RFiF	10	10	10	10	10	10	10
	RFiM							
	RESR/RESRL							
Pin gris	BjRMS	6	6	6				
	RFiF	7	7	7	6	6	5 à 6	4
	RFiM	6	7	6	6	6	5	5
	RESR/RESRL	5	6	6	5	5	5	5

Pour les futures plantations, les indices de qualité de station moyens incluent les gains en hauteur attribuables à l'amélioration génétique des plants issus des vergers à graines selon la proportion des plants provenant de chaque cycle d'amélioration la région. Les plantations futures sont escomptées réussies et entretenues adéquatement jusqu'à leur évaluation dans les prochains calculs.

Quantification des essences compagnes

Les plantations considérées réussies ne sont pas nécessairement composées à 100 % de l'essence reboisée. Pour tenir compte des essences recrutées par dynamique naturelle dans les plantations, une part d'essences compagnes est prévue dans les courbes des plantations (tableau 4). L'objectif visé est de répartir le volume total des courbes de rendement des plantations en fonction du pourcentage des essences compagnes présentes dans celles-ci.

⁶ Les cellules en gris foncé indiquent des combinaisons non utilisées dans les stratégies sylvicoles.

Rendement des plantations

Tableau 4. Composition en essences des plantations par groupe de stations, sous-domaine bioclimatique et essence reboisée

Essences reboisées	Familles de stations	Sous-domaines	Pourcentage par type de couvert et par essence (%)								
			R	F	EPN	PIG	SAB	EPB	MEX	PEU	BOP
Épinette noire	BJR	3O_4O	90	10	78	3	8	1		2	8
	RES	5E_6E	98	2	80	18	0	0	0	1	1
	RES	5O_6O	98	2	70	27	0	0	1	1	1
	RFI	3O_4O	94	6	66	20	5	1	0	2	5
	RFI	5E_6E	94	6	86	5	3	0	0	3	3
	RFI	5O_6O	94	6	68	21	5	0	0	3	3
Épinette blanche	BJR	3O_4O	89	11	2	1	8	76		6	5
	RES	5E	98	2	2	10	0	86	0	1	1
	RES	5O	96	4	18	0	14	63	0	2	2
	RFI	3O_4O	95	5	2	11	9	73		3	2
	RFI	5E	94	6	0	0	0	94	0	3	3
	RFI	5O	92	8	17	4	5	66	0	3	5
Pin gris	RES	3O_4O	99	1	4	94		1		1	1
	RES	5E_6E	99	1	13	86	0	0	0	1	0
	RES	5O_6O	99	1	11	88	0	0	0	2	0
	RFI	3O_4O	95	5	7	86	1	2		2	2
	RFI	5E_6E	93	7	11	81	1	0	0	4	3
	RFI	5O_6O	96	4	8	87	1	0	0	2	2

Modèles de croissance utilisés pour le calcul du rendement des plantations

Les courbes de rendement des plantations sont créées à partir des travaux produits par la Direction de la recherche forestière⁷. Les courbes varient en fonction de l'essence reboisée, de la densité de mise en terre (1 600 et 2 000 plants/ha) et de l'indice de qualité de station. Une courbe spécifique est générée pour chaque combinaison des trois variables (figure 1) (voir la fiche *Évolution de la forêt*).

⁷ Bolghari, et Bertrand., 1984 ; Prégent et coll., 1996 ; Prégent et coll., 2010

Rendement des plantations

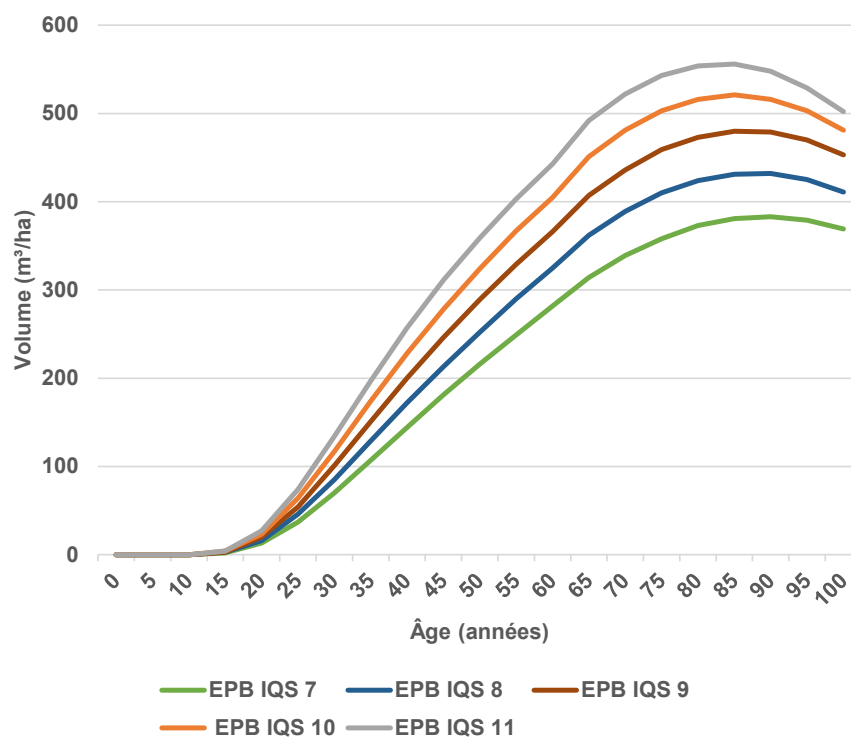


Figure 1. Courbes de plantation d'épinette blanche de densité de 2 000 plants à l'hectare en fonction de divers indices de qualité de station

Rendements des plantations

Dans le calcul des possibilités forestières, plusieurs éléments contribuent à établir des projections réalistes. En résumé, le Forestier en chef s'assure en premier lieu que les plantations passées soient effectivement réussies. Les rendements sont ajustés en fonction de la composition forestière provenant de l'inventaire écoforestier, des caractéristiques écologiques (groupe de stations forestières) et de la présence d'essences compagnes. De plus, les rendements des plantations passées ne tiennent pas compte des gains supplémentaires attribuables à l'amélioration génétique. Les rendements sont considérés conservateurs pour les plantations passées. Le rendement des plantations futures intègre également les gains selon la proportion des semences provenant de différentes générations de vergers à graines .

Un rendement de peuplement naturel s'applique aux plantations classées non réussies ainsi qu'aux stations hydriques. Au niveau provincial, les travaux du Forestier en chef évaluent que 65 % des plantations rencontrent les rendements attendus. Pour les autres (35 %), un rendement de peuplement naturel leur est attribué.

Finalement, les courbes de rendement utilisées pour les fins du calcul des possibilités forestières ont été validées par un Avis technique de la Direction de la recherche forestière⁸. La figure 2 montre un exemple de courbes utilisées par le Forestier en chef comparativement aux placettes-échantillons et aux modèles de prédiction pour l'épinette noire et le pin gris. Elle démontre que les courbes utilisées suivent la trajectoire des placettes et du modèle de prédiction. De façon générale, les courbes utilisées par le Forestier en chef sont conservatrices puisque le rendement prédit demeure inférieur aux modèles en fin d'horizon.

⁸ Auger et Ward, 2021

Rendement des plantations

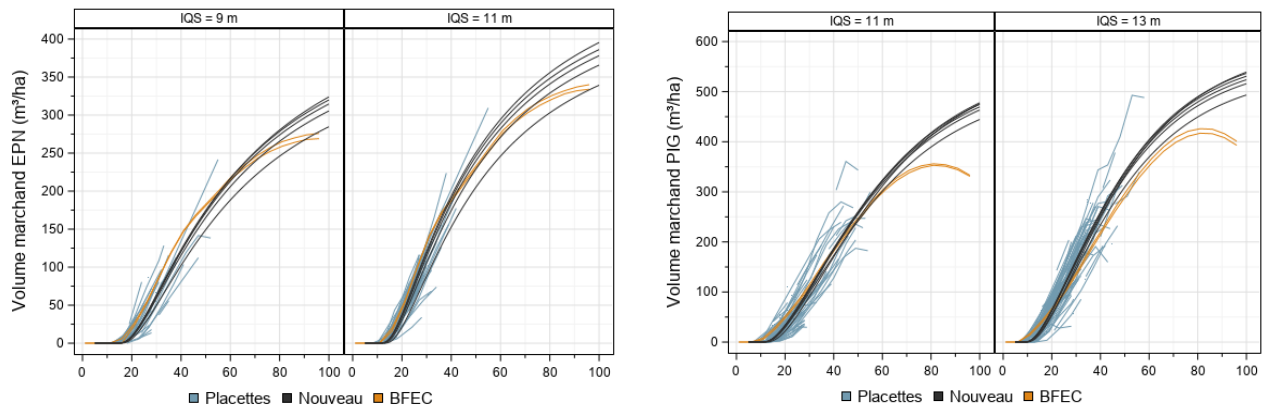


Figure 2. Comparaison des courbes utilisées par le Forestier en chef, des modèles de prédiction et des placettes de suivi des effets réels pour l'épinette noire (à gauche) et le pin gris (à droite).

Rédaction : Habiba Ayadi, ing.f., Ph.D., François Ouellet, ing.f., M.Sc., Adrian Spatacean, ing.f., M.Sc., Francis Wagner, ing.f., Lucie Bertrand, ing.f., Ph.D.

Révision : Jean Girard, ing.f., M.Sc., David Baril, ing.f., Philippe Marcotte, ing.f., M.Sc., Stéphane Petitclerc, ing.f., Louis Pelletier, ing.f.

Le 11 mai 2022

Rendement des plantations

Références

Auger, I. et C. Ward, 2021. Tables de rendement pour les plantations d'épinette noire et les plantations de pin gris au Québec. Avis technique SSS-06 de la Direction de la recherche forestière, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Gouvernement du Québec, 25 pages. https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/AT_SSS-06.pdf

Bolghari, H.A. et V. Bertrand, 1984. Tables préliminaires de production des principales essences résineuses plantées dans la partie centrale du sud du Québec. Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Service de la recherche (Terres et Forêts). Mémoire de recherche forestière no 79, 392 p. <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Divers/Memoire79.pdf>

Gouvernement du Québec, 1994. Une stratégie : Aménager pour mieux protéger les forêts. Publication FQ94-3051, ministère des Ressources naturelles, Québec, 197 p.

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2021a. En résumé : la production de semences et de plants forestiers au Québec, Édition 2021 <https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/production-semences-plants-forestiers/resume/>

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2021b. Cartographie du cinquième inventaire écoforestier du Québec méridional — Méthodes et données associées, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Secteur des forêts, Direction des inventaires forestiers, 129 p.

Prégent, G., V. Bertrand et L. Charette, 1996. Tables préliminaires de rendement pour les plantations d'épinette noire au Québec. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière no 118. 70 p. <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Pregent-Guy/Memoire118.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 no 160. 73 p. <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Pregent-Guy/Memoire160.pdf>

Réseau ligniculture Québec, 2004. La ligniculture dans le cadre du zonage de la triade/quad : une vision novatrice du développement durable pour le Québec forestier. Mémoire présenté par le Réseau Ligniculture Québec.

Rendement des plantations

Annexe - Description des principaux groupes de stations⁹

Principaux groupes de stations (GR_STAT)	Description
RES_R	Groupe des stations à résineux où la concurrence par les feuillus intolérants est faible.
RES_RL	Groupe des stations de pessière noire à lichens
RFI_M	Groupe des stations à résineux à feuillus intolérants où la concurrence par les feuillus intolérants est modérée.
RFI_F	Groupe des stations à résineux à feuillus intolérants où la concurrence par les feuillus intolérants est élevée.
BJR_MS	Famille des stations à bouleau jaune avec résineux (regroupe les stations de végétations potentielles de la bétulaie jaune à sapin et érable à sucre (MJ1), de la bétulaie jaune à sapin (MJ2) et de la sapinière à bouleau jaune (MS1).
RES_RH	Groupe de stations à résineux à drainage hydrique où la concurrence par les feuillus intolérants est faible.

⁹ Source : Direction des inventaires forestiers, MFFP, 2021b