

**TABLES DE RENDEMENT DE PLANTATIONS
D'ÉPINETTE BLANCHE AU NOUVEAU-
BRUNSWICK**

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES II
soumis
comme exigence partielle pour l'obtention
du Baccalauréat en aménagement des forêts

Par M. Christian Martin



**UNIVERSITÉ DE MONCTON
CAMPUS D'EDMUNDSTON**

ÉCOLE DE FORESTERIE

AVRIL 2021

REMERCIEMENTS

Je souhaite remercier Chris Hennigar pour ses réponses à nos questions et pour son aide technique avec le logiciel OSM, Adam Dick pour nous avoir fourni la base de données, ayant permis de réaliser le projet. Je tiens également à mentionner Michel Soucy, lecteur de ce mémoire, pour son implication tout au long du projet, particulièrement pour avoir obtenu la base de données comprenant les placettes échantillons temporaires de la province du Nouveau-Brunswick. De plus, je veux dire un merci tout spécial à Martin Béland pour ses recommandations ainsi que ses commentaires qui ont mis à terme ce travail. Pour finir, il est important de souligner l'appui de tous les membres de ma famille, notamment, mes parents ainsi que ma bien-aimée, qui ont grandement contribué à la réussite de ce mémoire.

RÉSUMÉ

À ce jour, les lots boisés privés fournissent environ un million de mètres cubes de bois par année aux usines de transformation du Nouveau-Brunswick (GNB, 2012). Cependant, les propriétaires privés ne disposent pas d'outils d'aide à la décision adaptés à leurs besoins afin d'aménager leurs lots boisés privés. Plusieurs d'entre eux possèdent des plantations, mais ne sont pas en mesure d'obtenir le meilleur rendement, parce qu'ils ne savent pas à quel moment récolter celles-ci. Devant cette problématique, un appel d'aide des propriétaires privés s'est fait sentir. En réponse à cette demande, un outil assez facile d'interprétation doit être conçu afin d'aider un plus grand nombre de personnes possibles. Le modèle de croissance et rendement « Open Stand Model », initialisé avec les données de parcelles-échantillons temporaires du Nouveau-Brunswick, fournies par le ministère de l'Énergie et du développement des ressources, a permis de simuler le développement de plantations d'épinette blanche. Les résultats moyens des parcelles appartenant à chacune des 9 combinaisons de densité et qualité de station ont permis de composer les tables de rendement. Les tables présentent notamment les accroissements annuels moyens en volume marchand, volume de produits de sciages réguliers et de sciages surdimensionnés. La démarche d'utilisation des tables par les propriétaires est aussi présentée.

Mots-clés: plantation, épinette blanche, propriétaires privés, récolte, AAM, âge

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements	ii
Résumé	iii
Table des matières	iv
Liste des tableaux	vi
Liste des figures.....	vii
CHAPITRE 1 Introduction.....	1
1.1. Mise en contexte	1
1.1.1. Nouveau-Brunswick	1
1.1.1.1. Tenures privées	1
1.1.1.2. Tenures publiques	1
1.1.1.3. Tenures publiques fédérales	2
1.2. Épinette blanche.....	2
1.2.1. Amélioration génétique	2
1.2.1.1. Nouveau-Brunswick.....	3
1.2.1.2. Québec.....	3
1.3. Plantation	4
1.3.1. Préparation de terrain	4
1.3.2. Éclaircie précommerciale	5
1.3.3. Éclaircie commerciale	5
1.3.4. Maturité	5
1.4. Table de production	6
1.4.1. Utilisées dans le monde	7
1.5. Contexte du projet.....	8
CHAPITRE 2 Matériel et méthodes.....	9
2.1. Données utilisées	9
2.2. OSM.....	9
2.2.1. BGI	9
2.2.2. Slasher	10
2.2.3. Condenseur	10
2.3. Distribution des parcelles	10
2.3.1. Hauteur de Lorey	11
2.3.2. Densité relative	12
2.4. Choix des tables.....	12
2.4.1. Peuplements formants les tables.....	12
2.4.2. Contenu des tables.....	12
CHAPITRE 3 Résultats	13
CHAPITRE 4 Discussion.....	30

CHAPITRE 5 Conclusion	34
Références	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1	Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 34% et 55% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 14,1 m et 15,5 m.	17
Tableau 3.2.	Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 55% et 76% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 14,1 m et 15,5 m.	18
Tableau 3.3.	Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 76% et 97% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 14,1 m et 15,5 m.	19
Tableau 3.4.	Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 34% et 55% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 15,5 m et 16,8 m.	20
Tableau 3.5.	Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 55% et 76% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 15,5 m et 16,8 m.	21
Tableau 3.6.	Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 76% et 97% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 15,5 m et 16,8 m.	22
Tableau 3.7.	Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 34% et 55% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 16,8 m et 18,1 m.	23
Tableau 3.8.	Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 55% et 76% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 16,8 m et 18,1 m.	24
Tableau 3.9.	Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 76% et 97% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 16,8 m et 18,1 m.	25

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1	Exemple de table de production réalisée par Pothier et Savard (1998).	7
Figure 2.1.	Distribution de la hauteur de Lorey et la densité relative des parcelles sélectionnées simulées avec OSM.	11
Figure 3.1	Structure et composition moyens des peuplements de départs à l'âge de 30 ans utilisés pour simuler les tables de rendements de l'épinette blanche.	14
Figure 3.2.	Hauteur de Lorey en fonction de l'âge pour les neuf tables.	15
Figure 3.3	Indice de croissance de la biomasse en fonction de la hauteur de Lorey à 50 ans.	16
Figure 3.4	Révolution biologique pour le volume marchand brut et pour le volume de sciage de la table 5.	26
Figure 3.5	Sommaire de l'AAM maximal en fonction de la hauteur de Lorey (à 50 ans) et de la densité relative (à 30 ans) des neuf tables pour le volume marchand brut.	27
Figure 3.6	Sommaire de l'AAM en fonction de la hauteur de Lorey et de la densité relative des neuf tables pour les produits de sciage.	28
Figure 3.7	Âge de culmination de l'AAM en fonction de la hauteur de Lorey et de la densité relative des neuf tables pour le volume marchand brut.	28
Figure 3.8	Âge de culmination de l'AAM en fonction de la hauteur de Lorey et de la densité relative des neuf tables pour les produits de sciage.	29

CHAPITRE 1

Introduction

1.1. Mise en contexte

1.1.1. Nouveau-Brunswick

L'étendue forestière du Nouveau-Brunswick est d'environ 6,1 millions d'hectares représentant 85% du territoire, cette ressource permet de générer plus de 20 000 emplois. De plus, la division forestière est considérée comme étant la pierre angulaire de l'économie de la province. (GNB et GNB, 2011). Plus de la moitié (environ 60%) des essences que l'on retrouve dans la province sont des conifères, dont trente pour cent représentent des épinettes. Les terres forestières du Nouveau-Brunswick comprennent les lots boisés privés, les tenures franches industrielles, les terres publiques ainsi que les terres fédérales (GNB, 2003).

1.1.1.1. Tenures privées

Au Nouveau-Brunswick les tenures privées se divisent en deux classes, soit les lots boisés privés ainsi que les terres privées industrielles appartenant aux entreprises forestières qui possèdent une ou plusieurs installations de transformation (GNB, 2012). Les lots boisés représentant plus de quarante mille propriétaires, ces derniers sont libres de gérer leurs lots comme bon leur semble (GNB, 2015). Cependant, ils se doivent de respecter certaines normes environnementales : telle la loi *sur l'assainissement de l'eau* (art. LN-B 1989, c C-6.1).

1.1.1.2. Tenures publiques

Également connues sous le nom de terres de la Couronne, ces forêts couvrent environ la moitié de la superficie forestière de la province (Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick, 2018 et Martin et al. 2003). Le ministre des ressources naturelles détient la responsabilité des activités ayant lieu sur ces terres (GNB, 2010). Les dix permis de coupe formant les 3 272 505 hectares sont regroupés en six unités administratives et gérées par cinq compagnies et le Ministère des ressources naturelles, soit les titulaires de permis. Ces derniers sont : AV Cell Inc., Fornebu Lumber Company Inc., le département des ressources naturelles (gestionnaire des licences de Kent), J.D. Irving ltée, AV Nackawick Inc ainsi que Twin Rivers Paper Company. Chaque titulaire de permis est responsable de produire un plan d'aménagement

forestier prouvant la viabilité de la stratégie de récolte ainsi que des scénarios sylvicoles prévus pour une durée d'au moins 80 ans, tout en répondant aux objectifs du ministre des ressources naturelles. De plus, les titulaires de permis sont responsables de produire un plan d'exploitation annuel, comprenant les emplacements de récolte prévus ainsi que la construction ou l'entretien de chemin (GNB, 2014).

1.1.1.3. Tenures publiques fédérales

La province du Nouveau-Brunswick compte deux parcs qui sont gérés par le gouvernement fédéral, soit le parc Kouchibouguac ainsi que le parc national Fundy. L'objectif premier de la gestion de ces terres formant un peu plus de quatre cents kilomètres carrés, est de conserver l'authenticité des attributs écologiques que forme les deux parcs (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2015; L'encyclopédie canadienne, 2020).

1.2. Épinette blanche

L'épinette blanche (*Picea glauca* [Moench] Voss) est une essence commerciale que l'on retrouve presque partout au Canada, sauf le long de la côte pacifique (Arbres Canada). Nous la retrouvons dans une grande variété de stations. Cependant, les meilleurs accroissements sont retrouvés dans les sols fertiles, comprenant une texture qualifiée de fine à moyenne ainsi que d'un drainage bon à modéré (Carter et Selin, 1987). Les principaux produits possibles d'obtenir de cette espèce sont le sciage, le colombage, la pâte ainsi que la biomasse (utilisé pour créer de l'énergie) (ODVDM, 2021). Le prix est une valeur très variable dans le temps, le sciage varie de 57,00 \$ à 86,00\$ la tonne, le colombage varie tant qu'à lui de 45,00\$ à 64,00\$ la tonne (J.D. Irving, 2017 et J.D. Irving, 2019). Pour finir, la pâte étant un produit peu recherché, le prix varie de 40,00\$ à 44,00\$ la tonne (ODVDM, 2021). D'autres débouchés sont possibles autre que l'utilisation du bois d'œuvre, comme des produits à valeurs ajoutés. En effet, des huiles essentielles, des barreaux d'échelles, des planches pour des instruments de musiques et bien d'autres peuvent être conçus à partir de celle-ci (Arbres Canada et Pranasens, 2020).

1.2.1. Amélioration génétique

L'amélioration génétique des arbres se définit comme étant un processus constant de sélection, d'évaluation ainsi que de reproduction d'individus détenant des attributs voulus de

l'industrie. Ces derniers sont : une croissance grandissante pouvant s'ajuster à toutes conditions environnementales, un tronc droit constitué d'une fine branchaison, un bois qualifié de qualité (dépourvu de gros nœuds) et muni d'une densité élevée ainsi que d'une bonne résistance aux ravageurs. La sélection primaire d'arbres se fait dans les peuplements naturels, ces derniers sont nommés « arbres plus », ils sont sélectionnés par leurs phénotypes (Gouvernement du Québec, 2000). Les programmes d'améliorations génétiques de l'entreprise J.D. Irving ont fait leurs apparitions vers les années 1980, leur objectif était de bonifier la valeur des arbres plantés. De nos jours, les semis se développent environ vingt pour cent plus rapidement et sont de meilleures qualités que ceux plantés auparavant (Irving Woodlands Division, 2017).

1.2.1.1. Nouveau-Brunswick

L'épinette noire (*Picea mariana*) et blanche sont les essences les plus fréquemment utilisées dans les programmes d'amélioration génétique ainsi que plantées sur le territoire. D'ailleurs nous retrouvons deux pépinières dans la province, soit celle de Kingsclear appartenant au ministère des ressources naturelles (MRN), près de Fredericton ainsi que celle appartenant à J.D. Irving Limited située à Juniper. La pépinière appartenant au MRN produit environ 25 millions de semis d'arbres par année, ces derniers sont presque entièrement plantés sur les terres publiques du Nouveau-Brunswick (Ministère des Ressources naturelles, province du Nouveau-Brunswick, 2004). Comme celle du ministère, la pépinière appartenant à l'entreprise produit environ les mêmes quantités de semis par année. De plus, sachant que l'épidémie de tordeuse de bourgeons d'épinette (*Choristoneura fumiferana* [Clemens]) est le principal ravageur dans l'est du Canada, l'entreprise J.D. Irving tente de réduire l'impact sur leur plantation actuel ou futur en inoculant des champignons endophytes à leurs nouveaux semis (Irving Woodlands Division, 2017).

1.2.1.2. Québec

Tout comme le Nouveau-Brunswick, l'épinette noire et blanche font partie des principales essences avec le pin gris utilisées dans les programmes d'amélioration génétique au Québec. Durant les années 1960 à 1970, les essais d'amélioration génétique ont été réalisés par le service canadien des forêts. Pendant les années 1970, un partage des tâches avec le ministère des ressources naturelles du Québec concernant l'épinette de Norvège s'est établi. Au tournant de

l'année 1996, le service canadien des forêts à cesser toute participation les reliant aux activités d'amélioration génétique, depuis c'est le ministère québécois qui s'en occupe. Depuis les années 1980, environ 150 millions de semis sont plantés chaque année. Il est important de noter que des centaines de millions de graines furent nécessaires pour atteindre cet objectif (Ressources naturelles Canada, 2000).

1.3. Plantation

La plantation se définit comme étant l'action de la mise en terre de semis, ces derniers peuvent se présenter sous différents formats, soit de petits plants en récipients, des plants en récipients de forte dimension ainsi que des plants à racines nues (MFFP, 2016 et SPBCQ, 2020). Cette pratique sylvicole est utilisée pour répondre à une multitude de fonctions, comme : augmenter la productivité forestière, rétablir l'activité d'un peuplement appauvri ainsi qu'inclure la venue de nouvelles espèces d'arbres ou d'accroître la proportion de celles déjà établies. De plus, plusieurs bienfaits environnementaux peuvent être générés, tels que : la séquestration de carbone, la limitation de l'érosion des sols, la création d'habitat pour la faune ainsi que la décontamination du sol et de l'eau (AFSQ, 2020). Le choix de l'espèce plantée dans la station adéquate est un facteur capital pour s'assurer d'un retour sur l'investissement (Savill et al., 1997). Suite à l'établissement d'une plantation, certains traitements d'éducatifs peuvent être employés comme : la préparation de terrain, l'éclaircie précommerciale, l'éclaircie commerciale (Thiffault et al. 2003).

1.3.1. Préparation de terrain

Le principal objectif de la préparation de terrain consiste à créer un microsite adéquat pour l'établissement et la croissance des semis. Pour y arriver, un ameublissement du sol minéral est nécessaire afin d'y mélanger la matière organique en décomposition. (Prévost, 1992). Plusieurs actions sont possibles pour réaliser la préparation de terrain, notons : le scarifiage, le dégagement des débris de coupe ainsi que le contrôle de la végétation concurrente (SPBCQ, 2020). De plus, d'autres traitements peuvent être réalisés, soit : le brûlage contrôlé ou l'application de phytocide (LBprofor, 2019).

1.3.2. Éclaircie précommerciale

Ce traitement est appliqué dans une structure régulière, il vise à identifier et à libérer les arbres d'avenir d'essences désirées, d'autres sujets moins attrayants pouvant nuire à leur développement. Les arbres conservés sont habituellement dépourvus de défauts, de chancres ou même de ravageurs pouvant nuire à leur plein développement. À la suite de cette intervention, le peuplement sera en bien meilleure santé. Cette pratique est réalisée lorsque le peuplement est jeune et abondant, reproduisant ainsi le phénomène d'auto éclaircie, ce qui permet aux arbres résiduels de croître en diamètre plus rapidement (MFFP, 2002). L'éclaircie précommerciale comprend plusieurs variantes, soit la systématique, celle par puits de lumière ou même par trouée. La première variante est celle la plus souvent employée, elle consiste à diminuer la compétition intra, ainsi qu'interspécifique sur tous les sujets pouvant constituer le peuplement. La seconde consiste à supprimer les arbres compétitionnant avec ceux voulus, et ce à une plus petite échelle que la variante présentée précédemment. Comme son nom l'indique, la dernière a pour objectif de retirer tous les arbres concurrents autour des sujets désirés amalgamés (Guide sylvicole du Québec, 2013).

1.3.3. Éclaircie commerciale

Tout comme le traitement décrit au préalable, l'éclaircie commerciale est appliquée dans la structure régulière, cette dernière permet d'éduquer le peuplement en recueillant une partie des arbres marchands. L'objectif est de promouvoir la croissance radiale ainsi que de conserver la robustesse des arbres résiduels. De plus, sachant que ce traitement s'inscrit dans un scénario sylvicole intensif, trois variantes d'éclaircie commerciale sont possibles (MFFP, 2016 et Guide sylvicole du Québec, 2013). Ces dernières sont l'éclaircie commerciale systématique, sélective ainsi que mixte. La première variante a comme cible de recueillir les tiges selon un gabarit mathématique. La seconde a pour objectif d'enlever les arbres de médiocres qualités ainsi que les moins vigoureux. Pour finir, la dernière est une combinaison des deux présentées ci-haut (Guide sylvicole du Québec, 2013).

1.3.4. Maturité

Il est difficile de déterminer la maturité d'une plantation d'épinette blanche, due au fait qu'aucune donnée à l'appui n'est disponible et qu'aucun outil n'est en mesure de déterminer

cette maturité. L'accroissement annuel moyen se définit comme étant l'augmentation moyenne de volume ou de surface terrière d'un arbre ou d'un peuplement forestier, et ce depuis la naissance jusqu'à l'année de mesure (Gouvernement du Québec, 2012). Il est également possible de déterminer la révolution biologique de l'arbre, qui se situe entre 50 et 60 ans. Il est également à noter que la longévité naturelle de l'épinette blanche varie de 200 à 250 ans (Gouvernement du Québec, 2014).

1.4. Table de production

Par définition, une table de rendement ou table de production comprend des tableaux ou graphiques indiquant des volumes à l'hectare en fonction de l'âge pour un peuplement donné. Une table de rendement normal se définit comme une projection du volume pour une densité optimale du peuplement par classe (Gouvernement du Canada, 2020). La construction des tables de productions nécessite un grand nombre de placettes-échantillons comprenant plusieurs classes d'âges ainsi que toutes les qualités de stations possibles (Decourt 1972). Cependant, la méthode la plus efficace pour élaborer des tables de rendement est de se baser sur des mesures établies depuis longtemps et ce, dans les placettes-échantillons permanentes. Sachant que ce type de placette est parfois inexistante ou en nombre insuffisant, l'utilisation des données fournies par les placettes-échantillons temporaires est alors nécessaire pour la conception des tables de production (Palm 1989). De ce fait, les tables de production permettent de décrire l'accroissement des peuplements forestiers, et ce, selon l'essence et la richesse des sites. Ces tables comprennent diverses valeurs, dont : le nombre de tiges, la surface terrière et le volume. Cet outil permet d'aider le forestier à avoir une idée de l'évolution attendue des peuplements (Decourt 1964). La figure qui suit présente un exemple d'une table de production réalisée par Pothier et Savard (1998).

Épinette blanche

		Indice de qualité de station = 15 Âge d'exploitabilité absolu (9+) = 34							DENSITÉ FORTE Âge d'exploitabilité absolu (13+) = 39			N° d'années pour atteindre 1 m = 2 Âge d'exploitabilité absolu (17+) = 50			
		Arbres de 9,1 cm et +							Arbres de 13,1 cm et +			Arbres de 17,1 cm et +			
ÂGE	H _d	D _q	N	ρ _r	G	V	AAP	AAM	V	AAP	AAM	V	AAP	AAM	ÂGE
20	9.8	13.5	1446	0.36	20.8	75		3.75	58	2.88	30	1.50	20		
25	11.1	14.6	1585	0.44	26.7	105	6.02	4.20	86	5.70	3.45	50	4.00	2.00	25
30	12.2	15.7	1609	0.51	31.0	131	5.25	4.38	112	5.23	3.74	71	4.24	2.38	30
35	13.2	16.6	1574	0.56	33.9	154	4.44	4.39	135	4.52	3.85	92	4.11	2.62	35
40	14.0	17.4	1514	0.60	36.0	172	3.70	4.30	154	3.79	3.85	111	3.76	2.77	40
45	14.7	18.2	1444	0.64	37.4	187	3.07	4.16	169	3.12	3.76	127	3.33	2.83	45
50	15.3	18.9	1374	0.67	38.4	200	2.55	4.00	182	2.54	3.64	142	2.88	2.83	50
55	15.8	19.5	1308	0.69	39.0	211	2.13	3.83	192	2.07	3.50	154	2.47	2.80	55
60	16.2	20.1	1247	0.71	39.5	220	1.78	3.66	201	1.68	3.35	165	2.10	2.74	60
65	16.6	20.6	1191	0.73	39.7	227	1.49	3.49	208	1.37	3.20	173	1.78	2.67	65
70	16.9	21.1	1141	0.75	39.9	233	1.26	3.33	213	1.12	3.05	181	1.52	2.59	70
75	17.2	21.5	1096	0.76	40.0	239	1.07	3.18	218	0.92	2.91	188	1.30	2.50	75
80	17.4	22.0	1056	0.78	40.0	243	0.91	3.04	222	0.75	2.77	193	1.12	2.41	80
85	17.7	22.3	1021	0.79	40.0	247	0.78	2.91	225	0.62	2.64	198	0.98	2.33	85
90	17.8	22.7	988	0.80	39.9	251	0.67	2.78	227	0.52	2.53	202	0.86	2.25	90
95	18.0	23.0	959	0.81	39.8	253	0.58	2.67	230	0.43	2.42	206	0.76	2.17	95
100	18.1	23.3	933	0.82	39.8	256	0.50	2.56	231	0.36	2.31	209	0.67	2.09	100
105	18.3	23.6	910	0.82	39.7	258	0.43	2.46	233	0.30	2.22	212	0.61	2.02	105
110	18.4	23.8	888	0.83	39.6	260	0.38	2.36	234	0.26	2.13	215	0.55	1.96	110
115	18.5	24.1	863	0.83	39.3	260	0.04	2.26	234	-0.04	2.03	217	0.32	1.89	115
120	18.5	24.3	828	0.82	38.4	257	-0.59	2.14	231	-0.58	1.93	216	-0.11	1.80	120
125	18.6	24.6	784	0.80	37.1	251	-1.24	2.01	225	-1.13	1.80	214	-0.55	1.71	125
130	18.7	24.8	731	0.76	35.3	242	-1.89	1.86	217	-1.70	1.67	208	-1.01	1.60	130
135	18.7	25.0	669	0.71	33.0	229	-2.57	1.69	206	-2.28	1.52	201	-1.50	1.49	135
140	18.8	25.3	600	0.65	30.2	212	-3.28	1.52	191	-2.89	1.37	191	-2.04	1.36	140
145	18.8	25.6	522	0.57	26.8	192	-4.03	1.33	173	-3.55	1.20	173	-3.48	1.20	145
150	18.8	25.9	436	0.49	23.0	168	-4.85	1.12	152	-4.27	1.01	152	-4.27	1.01	150
155	18.9	26.3	341	0.38	18.5	139	-5.78	0.90	127	-5.09	0.82	127	-5.09	0.82	155
160	18.9	26.7	238	0.27	13.4	105	-6.89	0.65	96	-6.11	0.60	96	-6.11	0.60	160
165	18.9	27.5	126	0.14	7.5	62	-8.44	0.38	58	-7.56	0.35	58	-7.56	0.35	165
170	0.0	0.0	0	0.00	0.0	0	-12.48	0.00	0	-11.65	0.00	0	-11.65	0.00	170

Figure 1.1 Exemple de table de production réalisée par Pothier et Savard (1998).

1.4.1. Utilisées dans le monde

Plusieurs tables de rendements sont utilisées dans le monde, quelques-unes seront présentées ici. Tout d'abord les tables de Plonski (1974) sont utilisées en Ontario, où nous retrouvons : l'épinette noire, le pin gris, blanc et rouge, le peuplier faux-tremble, le bouleau blanc, ainsi que pour les feuillus tolérants. Ces tables sont construites à partir d'un modèle de croissance sigmoïdale comprenant quatre facteurs, ceux-ci sont déterminés par rapport à l'âge du peuplement ainsi qu'à la qualité de station (Payandeh, 1991). Les tables de productions normales servent à fournir les rendements à prévoir pour des peuplements mono-cohortes bien stockés comprenant diverses qualités de stations (Osborne et Schumacher, 1935). De plus, la correction de la densité est souvent une étape importante à réaliser pour la conception de ces tables, car la plupart du temps, les peuplements sont moins denses. Il faut alors modifier les données dans la table afin que les peuplements soient « normaux » (Decourt, 1964). Pour finir, les tables de productions réalisées par Saucier et *al.* avaient comme objectif de poursuivre le travail réalisé par Boudoux (1978) en y ajoutant les nouvelles données acquises à l'époque et en

améliorant certains aspects en utilisant les outils plus modernes. La réalisation de ce travail a été faite en utilisant des placettes à échantillons temporaires.

1.5. Contexte du projet

Les propriétaires de lots boisés privés possèdent environ trente pour cent des terres forestières au Nouveau-Brunswick, représentant environ 1,7 million d'hectares de forêts (GNB, 2012). Selon un sondage réalisé par le gouvernement du Nouveau-Brunswick, plus du tiers (32%) des propriétaires de lots boisés affirment avoir fait des récoltes au moins une fois sur une période de 10 ans. De ce nombre, 28% déclarent avoir vendu de la matière ligneuse aux usines (GNB, 2012). En 2019-2020, 1328 hectares ont été plantés sur les terres privées recouvrant l'ensemble de la province (GNB, 2020).

En tenant compte que les propriétaires de boisés privés sont conscient des diverses options s'offrant à eux concernant l'aménagement de leurs peuplements, il est difficile pour eux de s'arrêter sur un choix, car il est difficile de savoir comment une plantation évoluera. Dans le même sens, devraient-ils récolter maintenant ou plus tard? Le but du projet sera de guider les propriétaires du Nouveau-Brunswick à déterminer la maturité de leurs plantations. Pour y arriver, le principal objectif sera de produire des tables de rendement pour les plantations d'épinette blanche (*Picea glauca*) pour que celles-ci soient accessiblement disponibles aux propriétaires. La suite de ce mémoire présentera la méthode utilisée pour réaliser les tables de rendements, une discussion ainsi qu'une synthèse accompagneront le tout.

CHAPITRE 2

Matériel et méthodes

2.1. Données utilisées

Le matériel utilisé pour la réalisation de ce travail provient d'une base de données fournie par le Ministère de l'énergie et des Ressources naturelles du N.-B. Cette base de données renferme une multitude de placettes-échantillons temporaires réparties dans toute la province, comprenant ainsi une panoplie d'informations sur les types de peuplements possibles de retrouver sur le territoire. Étant donné que l'objectif est d'étudier les peuplements d'épinette blanche, des filtres tels que : l'âge, le groupement d'essences (nom de l'unité forestière) et l'origine par plantation ont été utilisés afin de cibler la recherche sur les peuplements désirés.

2.2. OSM

Le logiciel FORUS est utilisé comme interface à OSM pour mesurer la croissance des peuplements et l'estimation du rendement pour la planification forestière. Le programme FORUS présente des approches évolutives et flexibles pour gérer et analyser des milliers de simulations de modèles de peuplements (FORUS Research, 2021). L'utilisation de ce logiciel a été la pierre angulaire pour la réalisation de ce mémoire, car il a permis de simuler les parcelles sélectionnées provenant du MRN. Le programme « Open Stand Model », variante acadienne, a été établi au Nouveau-Brunswick en 2015 par Hennigar et Weiskittel et a succédé à son prédécesseur Staman (Département du développement de l'énergie et des ressources, 2017 et Northeast Forest Information Source, 2021). Cet outil est un modèle de simulation de croissance d'arbres conçu pour la forêt acadienne, permettant de prévoir les changements dans la végétation forestière future, en lien avec le développement des peuplements, et ce pour tous types d'aménagement et de conditions de stations (Béland et Soucy, 2020). De plus, ce modèle est considéré comme étant non spatial par arbre individuel. Il est à noter que la fonction régénération a été désactivée lorsque les simulations ont été roulées.

2.2.1. BGI

L'indice de croissance de la biomasse, ou « biomass growth index » est une mesure du taux de croissance maximal de la biomasse d'une zone forestière, exprimé en kilogramme par

hectare par année (kg/ha/an). Cette mesure est calculée à partir de la relation entre le climat, le sol et les covariables topographiques (FORUS Research, 2021). De plus, le BGI est une mesure continue pouvant être utilisée à l'échelle de l'arbre ainsi qu'à la modélisation de la croissance et du rendement des peuplements (Hennigar et al., 2017). Cet indice est utilisé afin d'offrir une seule mesure quantitative de rendement pour l'ensemble de la forêt acadienne, dans l'intention d'améliorer et de simplifier les prévisions du modèle de croissance des peuplements, comme OSM (FORUS Research, 2021). La base de données utilisée inclut la valeur du BGI pour chacune des parcelles.

2.2.2. Slasher

Ce logiciel utilisant des équations de défilements permet de calculer le volume des arbres selon différents produits variant en diamètre au fin bout et longueur de billes. Les équations de défilements utilisées par le slasher pour les essences résineuses sont tirées de Li et al (2012). Ce fichier comprend des descriptions de produits (dimensions minimales et maximales d'utilisations), les produits suivants ont été insérés : le sciage surdimensionné, le sciage, le petit sciage ou gros colombage, le colombage, le petit colombage et pâte, la pâte ainsi que la biomasse. Les diamètres maximaux sont présentés respectivement comme suit : 37 cm, 24,6 cm, 16,1 cm, 10,4 cm, 10 cm, 8,5 cm et 6,7 cm. Il est à noter que les diamètres minimaux des produits dépendent directement de la longueur des produits.

2.2.3. Condenseur

Une fois les calculs réalisés dans le slasher, le condenseur utilise ces données afin de faire un rapport de tous les arbres avec les produits possibles pour chacun, et ce pour toutes les parcelles. Le condenseur fait la somme de la contribution de chaque arbre à la densité relative fournie par OSM pour aboutir à une valeur de densité relative pour le reste du peuplement.

2.3. Distribution des parcelles

À la suite de la sélection des parcelles à l'étude, une distribution des parcelles selon leur hauteur de Lorey à 50 ans et leur densité relative à 30 ans a été réalisée afin de déterminer le choix des tables de rendements (Figure 2.1).

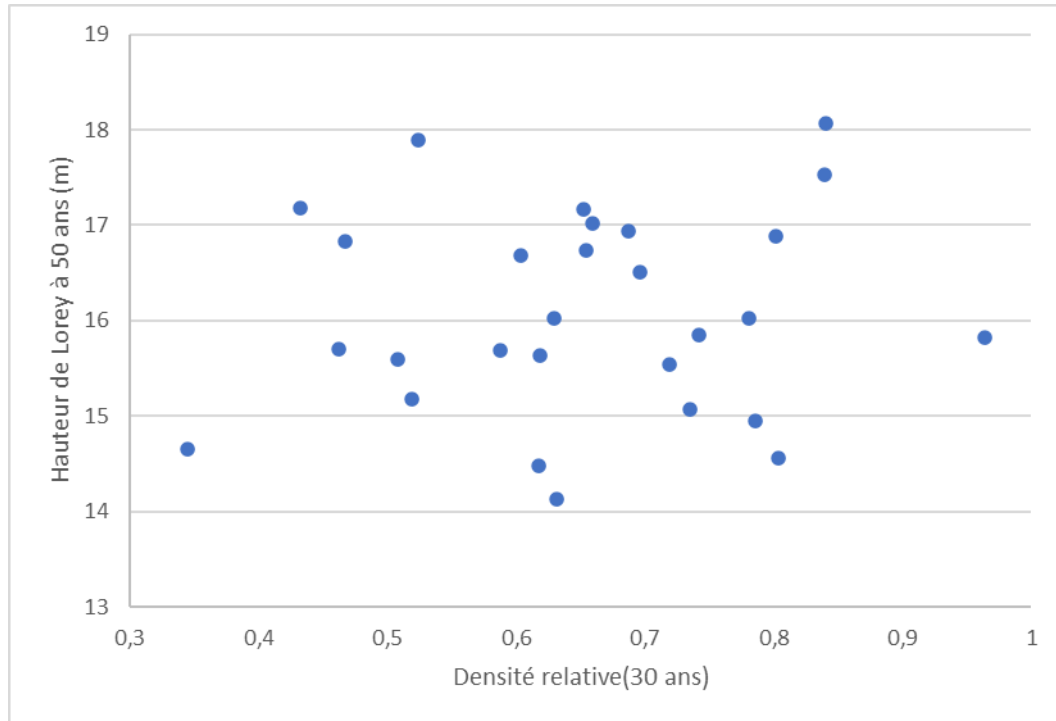


Figure 2.1. Distribution de la hauteur de Lorey et la densité relative des parcelles sélectionnées simulées avec OSM.

2.3.1. Hauteur de Lorey

Le BGI n'étant pas une mesure de qualité de station familière. La hauteur de Lorey est réalisée en calculant la hauteur moyenne des arbres pondérée par leur surface terrière, cette façon de calculer la hauteur permet ainsi de donner un plus grand poids sur les arbres de plus grands diamètre (Gouvernement du Canada, 2020). Cette mesure permet du même coup de qualifier la qualité de station. Cependant, la hauteur de Lorey n'est pas une mesure parfaite de la hauteur dominante, mais elle demeure une façon facilement calculable. Pour les propriétaires, la hauteur de Lorey (Gouvernement du Canada, 2020) à 50 ans a été calculée comme substitut à la hauteur dominante à 50 ans en guise d'indice de qualité de station. L'équation de la hauteur de Lorey se traduit comme suit :

$$H_L = \frac{\sum_{i=1}^n g_i h_i}{\sum_{i=1}^n g_i},$$

où n est le nombre d'arbres, h_i est la hauteur de chaque arbre et g_i est la surface terrière de chaque arbre (Nakai et al., 2010).

2.3.2. Densité relative

Par définition, la densité relative est une mesure qualitative de la suffisance d'un couvert forestier sur une surface donnée du point de vue de la fermeture du couvert, du nombre d'arbres, de la surface terrière ou du volume, par rapport à une norme préétablie (Gouvernement du Canada, 2021). L'indice de densité a été déterminé par Drew et Flewelling (1979). Ces derniers se sont basés sur la loi de l'auto-éclaircie, qui était notamment utilisée pour le suivi de la densité des peuplements forestiers. L'indice de densité relative prend alors tout son sens lorsqu'il prend compte du changement dans la densité des arbres entre les parcelles, dû au fait que lorsqu'il prévoit que la densité relative augmentera au fil du temps pendant l'auto-éclaircie en raison de la croissance des arbres (Pothier et Savard, 1998).

2.4. Choix des tables

Le choix des parcelles a été accompli en divisant par trois respectivement la plage de données de la densité relative atteinte à 30 ans et de la hauteur de Lorey à 50 ans. Cela a permis de définir 9 groupes de parcelles, chacun de ces groupes comportant de 2 à 8 parcelles. Les résultats moyens des simulations des parcelles de chaque groupe ont servi à générer les tables de rendements.

2.4.1. Peuplements formants les tables

Avec l'aide des tables de peuplements générées par Forus et un chiffrier bâti pour calculer la structure et la composition d'un peuplement moyen. Il a été possible de simuler un peuplement type pour chaque table, et ce en utilisant les données des parcelles formant la table à l'âge de 30 ans (âge de départ des tables de rendement).

2.4.2. Contenu des tables

Les tables comprennent les deux variables de bases utilisées pour le choix des tables, soit : la hauteur de Lorey et la densité relative. Elles comprennent également d'autres informations comme : le diamètre à hauteur de poitrine quadratique moyen des arbres, la densité, la surface terrière ainsi que le volume marchand brut. De plus, le choix de l'intervalle d'âge étant de 30 à 155 ans a été déterminé en sélectionnant la parcelle débutant le plus tard ainsi que celle se terminant le plus tôt lors des simulations.

CHAPITRE 3

Résultats

À 30 ans, les peuplements moyens choisis pour la simulation étaient composés majoritairement d'épinette blanche mais comportaient aussi des proportions variables d'autres espèces dont les principales étaient le sapin baumier, l'érable à sucre et la pruche. La structure de diamètre de ces mêmes peuplements indique que ces espèces compagnes sont largement confinées aux classes de diamètres inférieures ou bien sont en très faible proportion (Figure 3.1).

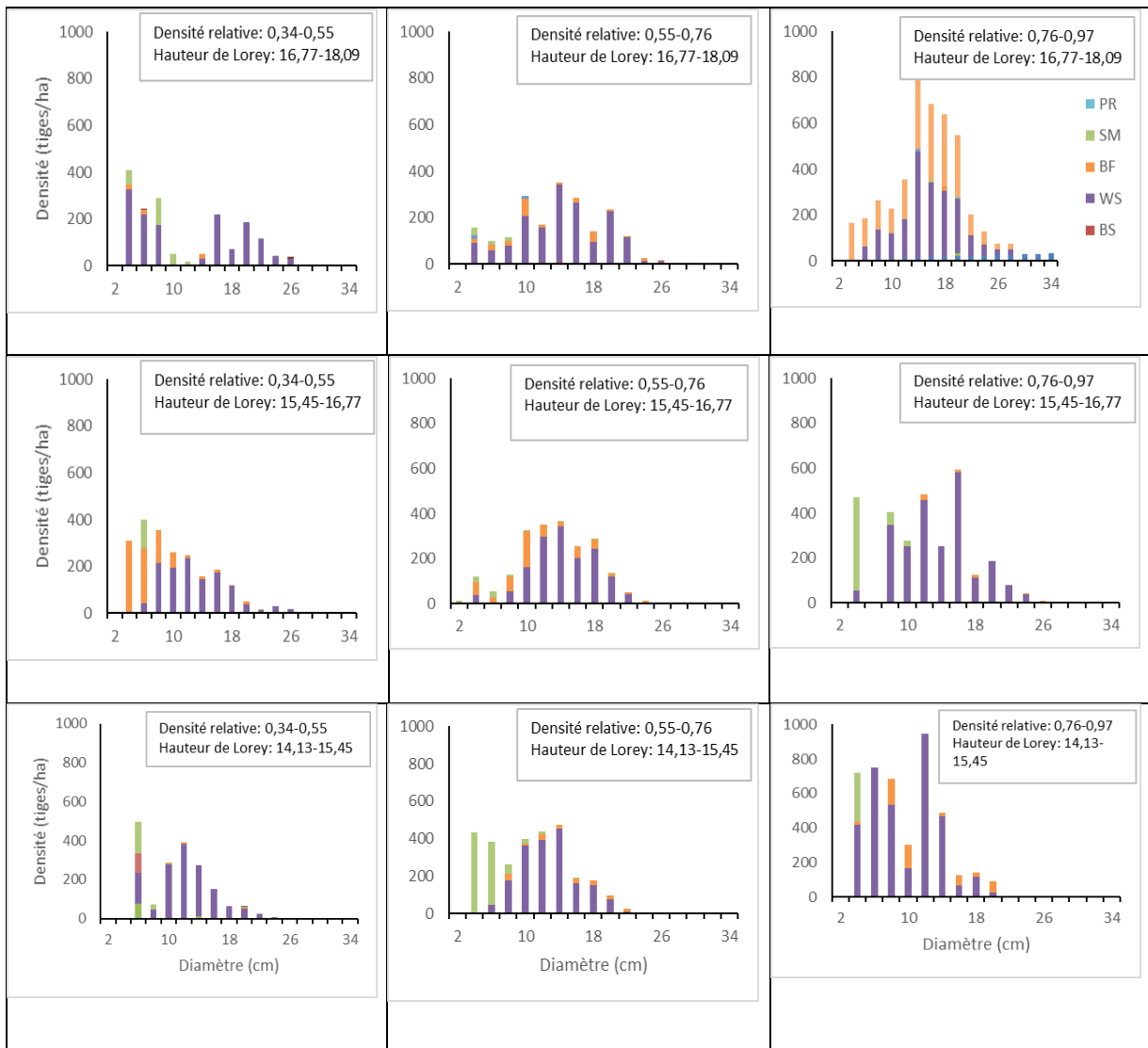


Figure 3.1 Structure et composition moyens des peuplements de départs à l'âge de 30 ans utilisés pour simuler les tables de rendements de l'épinette blanche.

À 30 ans, les neuf tables sont réunies en quatre regroupements composés de chacun deux courbes, seule une courbe est isolée des autres regroupements (celle de la table 3). Le premier ensemble comporte les tables 1 et 2, la seconde agglomération comporte les tables de 4 à 5, la troisième combinaison comporte quant à elle les tables 6 et 8 et la dernière comporte les tables 7 et 9. Il est à noter que la courbe de la table 3 est réunie auprès des courbes des tables 1 et 2, à 50 ans. De plus, les courbes des tables 6 et 9 s'associent aux regroupements inférieurs respectifs.

Les courbes varient entre 9 à 13 mètres à 30 ans et terminent entre 14 et 18 mètres à 50 ans (Figure 3.2).

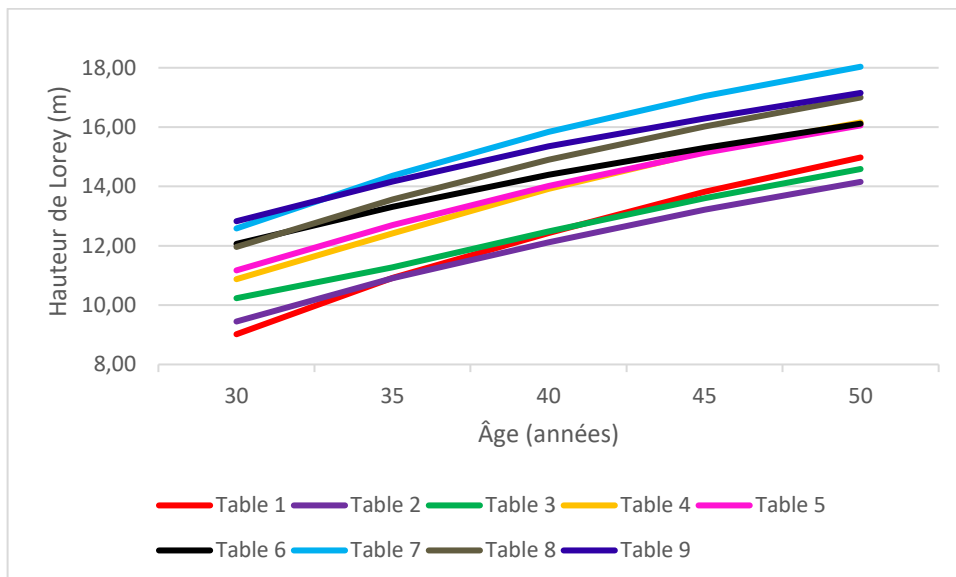


Figure 3.2. Hauteur de Lorey en fonction de l'âge pour les neuf tables.

Il est possible de déterminer l'indice de croissance de la biomasse à partir de la hauteur de Lorey. Nous observons ici qu'une hauteur de Lorey moyenne et un indice de croissance de la biomasse moyen est présenté pour chaque table. Il est à noter qu'un minimum d'environ 3250 kg/ha/an et d'un maximum d'environ 3950 kg/ha/an est présent pour l'indice de croissance de la biomasse. Il est également important de mentionner que le coefficient de détermination est de 82%, indiquant ainsi que le modèle explique bien la variabilité des données autour de la moyenne (Figure 3.3).

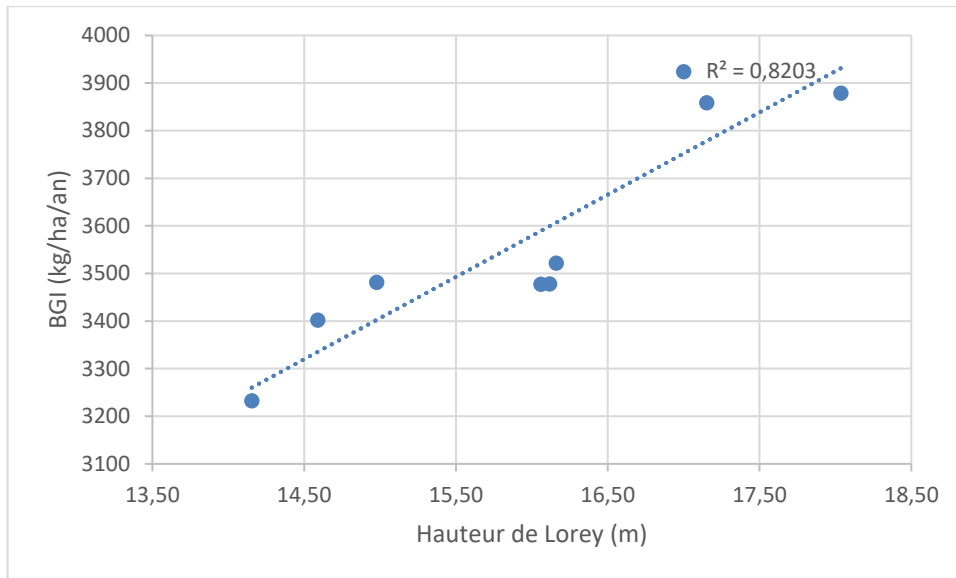


Figure 3.3 Indice de croissance de la biomasse en fonction de la hauteur de Lorey à 50 ans.

Nous observons une culmination du volume marchand brut à un âge variant de 60 à 90 ans. Concernant le sciage et le sciage surdimensionné, l'apogée survient respectivement entre 70 et 105 ans et 115 à 150 ans. Pour finir, la culmination de l'accroissement annuel moyen pour le volume marchand brut, le sciage et le sciage surdimensionné se traduit comme suit : entre 35 et 55 ans, entre 55 et 70 ans ainsi qu'entre 100 à 140 ans respectivement. Les différentes formes de volumes plafonnent toutes juste avant que leurs accroissements annuels périodiques deviennent négatifs. Cela indique le début de l'effondrement du peuplement. La culmination de l'AAM en sciage surdimensionné survient toujours après la culmination de l'AAM en volume marchand (Tableaux 3.1 à 3.9).

Tableau 3.1 Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 34% et 55% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 14,1 m et 15,5 m.

Âge	LTH	Dq	N	pr	G	Volume marchand brut			Volume billes de colombages			Volume billes de sciages		
						V	AAP	AAM	V	AAP	AAM	V	AAP	AAM
30	9,0	13,7	1194	0,43	18,2	56,3		1,88	22,9		0,76	0,0		0,00
35	11,0	15,9	1275	0,55	25,5	96,1	7,94	2,74	55,1	6,44	1,57	0,0	0,00	0,00
40	12,4	17,1	1459	0,66	33,1	146,2	10,03	3,65	90,1	7,02	2,25	0,0	0,00	0,00
45	13,8	18,8	1387	0,73	38,1	190,6	8,87	4,23	124,5	6,87	2,77	2,6	0,53	0,06
50	14,9	19,8	1378	0,77	42,5	230,3	7,94	4,61	153,8	5,86	3,08	6,6	0,79	0,13
55	15,9	21,4	1246	0,78	44,5	259,4	5,83	4,72	171,4	3,51	3,12	17,7	2,23	0,32
60	16,4	21,9	1196	0,76	45,0	270,7	2,26	4,51	174,7	0,66	2,91	24,9	1,42	0,41
65	16,8	22,9	1090	0,75	45,0	278,6	1,58	4,29	179,2	0,90	2,76	29,3	0,88	0,45
70	17,3	24,0	995	0,73	44,9	284,2	1,11	4,06	173,7	-1,09	2,48	41,5	2,45	0,59
75	17,7	24,9	913	0,71	44,6	289,7	1,10	3,86	164,4	-1,86	2,19	57,0	3,11	0,76
80	18,1	25,9	837	0,69	44,2	293,1	0,67	3,66	156,0	-1,69	1,95	70,1	2,61	0,88
85	18,4	26,9	769	0,68	43,6	295,4	0,46	3,48	150,6	-1,07	1,77	77,9	1,57	0,92
90	18,8	27,8	707	0,66	42,9	295,7	0,07	3,29	145,3	-1,06	1,61	85,1	1,43	0,95
95	19,1	28,7	650	0,64	42,1	294,4	-0,25	3,10	141,2	-0,84	1,49	88,3	0,63	0,93
100	19,4	29,6	596	0,61	41,1	291,1	-0,66	2,91	132,3	-1,77	1,32	94,2	1,19	0,94
105	19,6	30,5	546	0,59	40,0	286,5	-0,94	2,73	124,4	-1,58	1,18	98,1	0,79	0,93
110	19,9	31,4	500	0,56	38,6	279,8	-1,33	2,54	113,4	-2,20	1,03	103,0	0,98	0,94
115	20,1	32,2	455	0,54	37,1	271,4	-1,67	2,36	101,0	-2,49	0,88	108,0	0,99	0,94
120	20,3	33,1	412	0,51	35,5	261,2	-2,04	2,18	89,2	-2,36	0,74	110,6	0,51	0,92
125	20,5	34,0	371	0,47	33,6	249,4	-2,36	2,00	77,3	-2,37	0,62	111,1	0,10	0,89
130	20,6	34,8	332	0,44	31,5	235,4	-2,80	1,81	70,2	-1,43	0,54	106,1	-0,99	0,82
135	20,8	35,6	293	0,40	29,2	219,4	-3,21	1,62	63,2	-1,40	0,47	99,2	-1,39	0,73
140	20,9	36,3	257	0,37	26,7	201,8	-3,51	1,44	54,9	-1,66	0,39	91,8	-1,47	0,66
145	21,0	37,1	221	0,33	24,0	182,0	-3,95	1,26	44,3	-2,12	0,31	84,9	-1,39	0,59
150	21,1	38,0	186	0,29	21,2	161,5	-4,10	1,08	36,0	-1,64	0,24	74,8	-2,01	0,50
155	21,2	38,8	154	0,25	18,3	140,5	-4,20	0,91	29,1	-1,39	0,19	63,2	-2,32	0,41

Note : **LTH**, hauteur de Lorey (m); **Dq**, dhp quadratique moyen des arbres de 9,1 cm et plus (cm); **N**, nombre d'arbres dont le dhp est supérieur à 9,0 cm (tiges/ha); **pr**, indice de densité relative; **G**, surface terrière des arbres de dhp supérieur à 9,0 cm (m²/ha); **V**, volume marchand brut des arbres de dhp supérieur à 9,0 cm (m³/ha); **AAP**, accroissement annuel périodique (m³/ha/an); **AAM**, accroissement annuel moyen (m³/ha/an). Les trois AAM présentés dans la table représentent l'accroissement pour chaque produit, soit : celui du colombage, celui du sciage ainsi que celui des produits jugés surdimensionnés. À noter que les produits de sciages comprennent non seulement les billes de sciages, mais également les petites billes de sciages ou les grosses billes de colombages.

Tableau 3.2. Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 55% et 76% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 14,1 m et 15,5 m.

Âge	LTH	Dq	N	pr	G	Volume marchand brut			Volume billes de colombages			Volume billes de sciages				
						V	AAP	AAM	V	AAP	AAM	V	AAP	AAM		
30	10,0	14,4	1700	0,66	27,8	93,1		3,10		34,9		1,16		0,2		0,01
35	11,4	15,7	1807	0,76	34,8	141,1	9,61	4,03		61,2	5,24	1,75		0,3	0,03	0,01
40	12,6	16,8	1852	0,82	40,5	180,7	7,91	4,52		91,8	6,13	2,29		0,4	0,01	0,01
45	13,6	18,2	1700	0,85	43,6	219,0	7,67	4,87		121,1	5,87	2,69		1,3	0,17	0,03
50	14,6	19,6	1514	0,83	45,3	243,6	4,93	4,87		140,7	3,91	2,81		3,8	0,51	0,08
55	15,3	20,8	1366	0,82	46,2	261,6	3,60	4,76		150,9	2,03	2,74		14,3	2,10	0,26
60	15,7	21,8	1217	0,78	45,2	262,9	0,26	4,38		154,8	0,78	2,58		18,2	0,78	0,30
65	16,0	22,5	1123	0,76	44,6	264,5	0,31	4,07		157,5	0,55	2,42		23,3	1,02	0,36
70	16,4	23,4	1022	0,73	43,9	265,5	0,22	3,79		156,4	-0,23	2,23		31,9	1,72	0,46
75	16,7	24,1	953	0,71	43,3	266,3	0,15	3,55		155,7	-0,13	2,08		38,4	1,30	0,51
80	17,0	24,9	876	0,69	42,5	265,9	-0,09	3,32		152,9	-0,57	1,91		45,8	1,50	0,57
85	17,3	25,8	802	0,67	41,6	264,5	-0,27	3,11		149,5	-0,68	1,76		53,8	1,59	0,63
90	17,6	26,6	734	0,64	40,6	262,2	-0,46	2,91		139,8	-1,95	1,55		65,8	2,40	0,73
95	17,8	27,5	672	0,62	39,6	259,3	-0,59	2,73		129,8	-2,00	1,37		75,8	2,02	0,80
100	18,1	28,3	615	0,60	38,5	255,2	-0,82	2,55		122,8	-1,40	1,23		82,5	1,34	0,83
105	18,3	29,1	562	0,57	37,3	249,9	-1,05	2,38		114,4	-1,67	1,09		89,4	1,37	0,85
110	18,6	30,0	513	0,55	35,9	243,6	-1,28	2,21		108,7	-1,15	0,99		92,0	0,51	0,84
115	18,8	30,8	466	0,52	34,4	235,6	-1,60	2,05		103,6	-1,02	0,90		91,7	-0,05	0,80
120	19,0	31,6	422	0,49	32,8	226,3	-1,86	1,89		96,9	-1,33	0,81		91,3	-0,08	0,76
125	19,1	32,4	380	0,46	30,9	214,8	-2,30	1,72		86,6	-2,07	0,69		92,4	0,24	0,74
130	19,3	33,2	339	0,43	28,9	201,6	-2,63	1,55		75,6	-2,19	0,58		92,1	-0,08	0,71
135	19,4	33,8	302	0,39	26,7	186,8	-2,96	1,38		64,4	-2,24	0,48		90,6	-0,29	0,67
140	19,5	34,6	264	0,36	24,3	170,9	-3,19	1,22		53,3	-2,21	0,38		87,6	-0,61	0,63
145	19,5	35,1	228	0,32	21,7	152,4	-3,70	1,05		43,9	-1,88	0,30		80,8	-1,35	0,56
150	19,6	35,5	196	0,29	19,1	134,5	-3,58	0,90		35,8	-1,62	0,24		72,5	-1,67	0,48
155	19,6	35,4	167	0,25	16,4	116,0	-3,70	0,75		29,8	-1,20	0,19		60,8	-2,33	0,39

Note : Voir la notice du tableau 3.1 pour la description des variables.

Tableau 3.3. Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 76% et 97% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 14,1 m et 15,5 m.

Âge	LTH	Dq	N	pr	G	Volume marchand brut			Volume bille de colombages			Volume billes de sciages		
						V	AAP	AAM	V	AAP	AAM	V	AAP	AAM
30	10,3	13,5	2099	0,79	30,6	106,7		3,56	26,9		0,90	0,0		0,00
35	11,4	14,0	2621	0,88	40,5	159,7	10,59	4,56	64,0	7,41	1,83	0,0	0,00	0,00
40	12,6	15,5	2355	0,89	43,8	198,2	7,70	4,96	92,6	5,73	2,32	0,0	0,00	0,00
45	13,8	17,1	2017	0,85	45,6	230,0	6,37	5,11	113,3	4,13	2,52	1,1	0,21	0,02
50	14,7	18,6	1728	0,83	46,8	257,7	5,53	5,15	137,5	4,83	2,75	3,0	0,38	0,06
55	15,6	20,0	1513	0,82	47,6	279,6	4,38	5,08	155,0	3,50	2,82	7,1	0,83	0,13
60	16,0	21,1	1340	0,79	46,7	282,8	0,63	4,71	160,8	1,17	2,68	11,5	0,88	0,19
65	16,5	22,1	1199	0,76	45,8	284,5	0,35	4,38	160,7	-0,02	2,47	19,3	1,56	0,30
70	16,9	23,0	1077	0,73	44,9	285,2	0,14	4,07	157,0	-0,74	2,24	30,1	2,15	0,43
75	17,2	24,0	971	0,70	43,9	284,4	-0,17	3,79	153,9	-0,62	2,05	40,1	2,00	0,53
80	17,6	24,9	878	0,68	42,9	282,2	-0,44	3,53	152,4	-0,30	1,90	47,3	1,45	0,59
85	17,9	25,8	795	0,65	41,7	279,3	-0,57	3,29	149,6	-0,55	1,76	54,4	1,42	0,64
90	18,2	26,7	720	0,62	40,5	274,8	-0,91	3,05	146,9	-0,55	1,63	60,6	1,24	0,67
95	18,5	27,6	652	0,60	39,2	268,9	-1,18	2,83	142,8	-0,81	1,50	66,3	1,13	0,70
100	18,7	28,5	589	0,57	37,7	261,9	-1,40	2,62	132,8	-2,01	1,33	75,7	1,88	0,76
105	19,0	29,4	532	0,54	36,2	253,6	-1,67	2,41	123,0	-1,96	1,17	83,7	1,60	0,80
110	19,2	30,3	479	0,51	34,5	244,2	-1,88	2,22	114,8	-1,64	1,04	87,9	0,84	0,80
115	19,4	31,1	429	0,48	32,7	233,0	-2,23	2,03	105,1	-1,94	0,91	92,1	0,85	0,80
120	19,6	32,0	382	0,45	30,7	220,0	-2,60	1,83	93,9	-2,23	0,78	94,8	0,53	0,79
125	19,8	32,8	336	0,41	28,4	205,2	-2,97	1,64	85,2	-1,73	0,68	92,8	-0,40	0,74
130	19,9	33,7	292	0,37	26,1	189,2	-3,20	1,46	73,7	-2,30	0,57	91,2	-0,32	0,70
135	20,1	34,6	248	0,33	23,4	169,9	-3,86	1,26	62,7	-2,21	0,46	87,2	-0,79	0,65
140	20,2	35,5	207	0,29	20,5	149,0	-4,18	1,06	52,5	-2,04	0,37	80,1	-1,43	0,57
145	20,2	36,4	169	0,25	17,5	127,3	-4,34	0,88	40,6	-2,38	0,28	73,3	-1,36	0,51
150	20,2	36,9	137	0,21	14,5	105,7	-4,33	0,70	31,9	-1,74	0,21	62,6	-2,14	0,42
155	20,2	36,4	113	0,18	11,7	84,5	-4,24	0,55	24,5	-1,47	0,16	51,0	-2,32	0,33

Note : Voir la notice du tableau 3.1 pour la description des variables.

Tableau 3.4. Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 34% et 55% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 15,5 m et 16,8 m.

Âge	LTH	Dq	N	pr	G	Volume marchand brut			Volume billes de colombages			Volume billes de sciages		
						V	AAP	AAM	V	AAP	AAM	V	AAP	AAM
30	10,6	15,3	1115	0,49	20,2	73,0		2,43	35,5		1,18	0,2		0,01
35	12,1	16,1	1414	0,62	28,3	120,0	9,40	3,43	67,4	6,37	1,93	1,1	0,18	0,03
40	13,6	18,0	1348	0,71	33,5	163,9	8,78	4,10	96,7	5,87	2,42	6,3	1,04	0,16
45	14,7	18,9	1466	0,77	39,1	208,8	8,99	4,64	117,8	4,21	2,62	14,8	1,70	0,33
50	15,6	19,5	1476	0,81	43,2	249,5	8,13	4,99	140,1	4,46	2,80	22,8	1,60	0,46
55	16,5	20,4	1391	0,80	45,1	275,2	5,14	5,00	161,1	4,20	2,93	29,6	1,36	0,54
60	16,9	21,5	1234	0,78	44,6	280,2	1,01	4,67	157,7	-0,68	2,63	40,5	2,18	0,68
65	17,3	22,6	1101	0,75	44,0	283,7	0,71	4,36	151,2	-1,30	2,33	52,9	2,49	0,81
70	17,7	23,7	986	0,73	43,3	285,7	0,40	4,08	152,4	0,24	2,18	56,9	0,78	0,81
75	18,0	24,0	947	0,70	42,9	286,2	0,09	3,82	149,3	-0,62	1,99	63,9	1,41	0,85
80	18,3	25,0	856	0,67	42,0	284,3	-0,37	3,55	141,0	-1,66	1,76	75,5	2,32	0,94
85	18,6	25,5	801	0,65	41,1	281,9	-0,50	3,32	129,0	-2,41	1,52	87,6	2,43	1,03
90	18,9	26,5	723	0,62	39,9	276,8	-1,02	3,08	125,8	-0,63	1,40	90,2	0,52	1,00
95	19,1	27,4	654	0,60	38,6	271,5	-1,05	2,86	117,9	-1,58	1,24	95,5	1,06	1,00
100	19,3	28,3	591	0,57	37,2	264,3	-1,45	2,64	106,3	-2,32	1,06	102,4	1,40	1,02
105	19,5	29,2	532	0,54	35,5	254,4	-1,97	2,42	96,8	-1,92	0,92	104,9	0,49	1,00
110	19,7	30,0	479	0,51	33,7	242,5	-2,37	2,20	90,8	-1,19	0,83	102,5	-0,47	0,93
115	19,9	30,8	428	0,48	31,7	229,3	-2,65	1,99	83,8	-1,39	0,73	99,1	-0,68	0,86
120	20,0	31,5	381	0,44	29,5	215,4	-2,79	1,79	70,5	-2,66	0,59	100,0	0,17	0,83
125	20,1	32,3	336	0,41	27,2	198,8	-3,32	1,59	61,9	-1,73	0,49	94,5	-1,10	0,76
130	20,1	32,4	307	0,37	24,6	179,8	-3,80	1,38	51,5	-2,08	0,40	89,1	-1,08	0,69
135	20,2	33,1	266	0,33	21,9	160,2	-3,93	1,19	42,9	-1,72	0,32	80,3	-1,77	0,59
140	20,2	33,8	227	0,29	19,2	140,2	-3,99	1,00	34,3	-1,73	0,24	70,7	-1,92	0,51
145	20,2	34,4	189	0,26	16,2	118,4	-4,36	0,82	26,2	-1,62	0,18	59,0	-2,34	0,41
150	20,2	34,7	162	0,23	13,7	99,2	-3,84	0,66	20,4	-1,16	0,14	46,6	-2,48	0,31
155	20,1	33,8	142	0,21	11,4	82,2	-3,38	0,53	13,7	-1,34	0,09	36,6	-2,01	0,24

Note : Voir la notice du tableau 3.1 pour la description des variables.

Tableau 3.5. Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 55% et 76% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 15,5 m et 16,8 m.

Âge	LTH	Dq	N	pr	G	Volume marchand brut			Volume billes de colombages			Volume billes de sciages		
						V	AAP	AAM	V	AAP	AAM	V	AAP	AAM
30	11,3	15,2	1777	0,66	31,78	126,2		4,21	56,0		1,87	0,0		0,00
35	12,8	16,9	1738	0,75	38,11	176,9	10,14	5,06	92,3	7,27	2,64	0,0	0,00	0,00
40	14,1	18,2	1666	0,80	42,92	221,4	8,89	5,54	125,5	6,63	3,14	1,0	0,20	0,03
45	15,2	19,6	1523	0,82	45,83	258,6	7,44	5,75	150,7	5,04	3,35	4,9	0,78	0,11
50	16,1	21,1	1365	0,82	47,58	286,5	5,58	5,73	168,9	3,63	3,38	12,6	1,55	0,25
55	16,8	22,4	1243	0,81	48,43	305,7	3,83	5,56	177,9	1,81	3,23	25,2	2,51	0,46
60	17,2	23,3	1120	0,78	47,55	306,8	0,21	5,11	173,1	-0,95	2,89	36,9	2,35	0,62
65	17,6	24,3	1009	0,75	46,69	307,3	0,11	4,73	171,6	-0,30	2,64	45,2	1,66	0,70
70	17,9	25,3	912	0,72	45,77	306,6	-0,14	4,38	171,0	-0,13	2,44	51,1	1,18	0,73
75	18,2	26,3	827	0,70	44,77	304,7	-0,39	4,06	160,7	-2,05	2,14	65,4	2,87	0,87
80	18,5	27,1	761	0,67	43,74	301,4	-0,66	3,77	150,5	-2,04	1,88	77,3	2,39	0,97
85	18,8	28,0	692	0,65	42,54	296,4	-0,99	3,49	141,9	-1,72	1,67	86,8	1,89	1,02
90	19,1	29,0	628	0,62	41,22	290,0	-1,28	3,22	132,7	-1,83	1,47	95,3	1,71	1,06
95	19,3	29,9	569	0,59	39,76	282,6	-1,48	2,97	122,5	-2,04	1,29	103,4	1,61	1,09
100	19,6	30,8	514	0,56	38,15	273,7	-1,79	2,74	111,5	-2,20	1,11	110,3	1,39	1,10
105	19,7	31,6	463	0,53	36,36	262,8	-2,18	2,50	103,3	-1,64	0,98	111,9	0,31	1,07
110	19,9	32,5	415	0,50	34,37	250,0	-2,56	2,27	93,5	-1,96	0,85	113,1	0,24	1,03
115	20,1	33,3	369	0,46	32,18	235,1	-2,97	2,04	86,4	-1,42	0,75	109,7	-0,68	0,95
120	20,2	34,1	326	0,42	29,76	218,1	-3,40	1,82	77,3	-1,83	0,64	106,3	-0,68	0,89
125	20,3	34,9	283	0,38	27,10	199,1	-3,80	1,59	66,5	-2,16	0,53	101,7	-0,91	0,81
130	20,4	35,7	242	0,34	24,22	178,3	-4,16	1,37	55,2	-2,25	0,42	96,0	-1,14	0,74
135	20,4	36,5	203	0,30	21,18	155,8	-4,50	1,15	45,8	-1,88	0,34	86,5	-1,92	0,64
140	20,4	37,2	165	0,25	17,97	131,9	-4,78	0,94	35,8	-1,99	0,26	76,0	-2,08	0,54
145	20,4	37,8	132	0,21	14,81	108,3	-4,72	0,75	27,7	-1,62	0,19	63,8	-2,45	0,44
150	20,4	37,4	108	0,18	11,86	86,3	-4,40	0,58	20,9	-1,36	0,14	50,9	-2,58	0,34
155	20,2	35,0	95	0,18	9,27	66,8	-3,91	0,43	15,7	-1,06	0,10	39,0	-2,37	0,25

Note : Voir la notice du tableau 3.1 pour la description des variables.

Tableau 3.6. Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 76% et 97% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 15,5 m et 16,8 m.

Âge	LTH	Dq	N	pr	G	Volume marchand brut			Volume billes de colombages			Volume billes de sciages		
						V	AAP	AAM	V	AAP	AAM	V	AAP	AAM
30	11,9	15,4	2097	0,87	39,0	161,8		5,39	83,3		2,78	1,4		0,05
35	13,2	17,0	1869	0,86	42,5	204,8	8,59	5,85	123,9	8,13	3,54	2,0	0,11	0,06
40	14,2	18,7	1620	0,84	44,5	229,3	4,90	5,73	152,3	5,67	3,81	3,5	0,31	0,09
45	15,1	20,0	1462	0,82	46,0	252,0	4,55	5,60	173,6	4,26	3,86	11,1	1,53	0,25
50	15,9	21,4	1316	0,81	47,4	275,0	4,60	5,50	192,7	3,83	3,85	17,8	1,34	0,36
55	16,6	22,8	1185	0,80	48,2	295,3	4,05	5,37	197,2	0,90	3,59	34,6	3,36	0,63
60	17,0	23,8	1073	0,78	47,7	299,4	0,81	4,99	197,5	0,06	3,29	41,1	1,30	0,68
65	17,4	24,8	981	0,76	47,2	303,0	0,72	4,66	186,5	-2,19	2,87	57,9	3,36	0,89
70	17,8	25,7	899	0,74	46,6	305,5	0,49	4,36	180,8	-1,13	2,58	68,6	2,15	0,98
75	18,1	26,6	826	0,72	45,9	306,6	0,22	4,09	171,5	-1,86	2,29	81,1	2,49	1,08
80	18,4	27,5	760	0,70	45,1	306,0	-0,11	3,82	162,4	-1,83	2,03	91,5	2,08	1,14
85	18,7	28,4	700	0,68	44,2	304,5	-0,30	3,58	156,6	-1,15	1,84	98,1	1,32	1,15
90	19,0	29,2	645	0,66	43,2	301,1	-0,68	3,35	151,5	-1,03	1,68	101,9	0,75	1,13
95	19,2	30,0	594	0,64	42,0	296,1	-0,99	3,12	144,1	-1,48	1,52	105,8	0,78	1,11
100	19,4	30,8	546	0,61	40,7	289,2	-1,39	2,89	132,8	-2,25	1,33	112,8	1,40	1,13
105	19,6	31,6	501	0,58	39,3	281,4	-1,56	2,68	123,2	-1,93	1,17	115,9	0,62	1,10
110	19,8	32,4	455	0,55	37,6	271,1	-2,06	2,46	111,4	-2,35	1,01	119,3	0,68	1,08
115	20,0	33,2	412	0,52	35,7	259,5	-2,33	2,26	100,5	-2,18	0,87	120,3	0,21	1,05
120	20,1	34,0	372	0,49	33,8	246,4	-2,62	2,05	87,7	-2,55	0,73	121,2	0,17	1,01
125	20,2	34,8	333	0,46	31,5	230,9	-3,08	1,85	76,1	-2,33	0,61	119,1	-0,42	0,95
130	20,3	35,5	294	0,42	29,1	213,6	-3,48	1,64	64,6	-2,30	0,50	114,6	-0,90	0,88
135	20,4	36,2	255	0,38	26,3	193,4	-4,02	1,43	55,8	-1,76	0,41	105,2	-1,87	0,78
140	20,4	37,0	217	0,34	23,3	171,9	-4,31	1,23	47,8	-1,58	0,34	93,6	-2,32	0,67
145	20,4	37,6	181	0,29	20,1	148,2	-4,74	1,02	38,0	-1,97	0,26	81,7	-2,39	0,56
150	20,4	38,3	147	0,25	16,9	124,8	-4,68	0,83	30,1	-1,57	0,20	67,7	-2,80	0,45
155	20,3	38,9	117	0,21	13,8	102,3	-4,50	0,66	22,5	-1,54	0,14	54,3	-2,68	0,35

Note : Voir la notice du tableau 3.1 pour la description des variables.

Tableau 3.7. Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 34% et 55% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 16,8 m et 18,1 m.

Âge	LTH	Dq	N	pr	G	Volume marchand brut			Volume billes de colombages			Volume billes de sciages		
						V	AAP	AAM	V	AAP	AAM	V	AAP	AAM
30	12,5	18,7	803	0,47	22,2	99,8		3,33	68,5		2,28	0,0		0,00
35	14,2	20,5	832	0,56	27,6	143,8	8,79	4,11	102,9	6,88	2,94	0,6	0,11	0,02
40	15,3	20,6	1060	0,62	33,9	186,7	8,58	4,67	129,1	5,24	3,23	9,8	1,84	0,24
45	16,4	21,9	1039	0,67	38,0	227,5	8,16	5,06	143,8	2,94	3,20	28,2	3,68	0,63
50	17,3	23,1	1009	0,70	41,3	262,9	7,07	5,26	152,2	1,68	3,04	48,8	4,14	0,98
55	18,1	24,6	930	0,70	42,8	285,9	4,61	5,20	149,1	-0,61	2,71	69,8	4,19	1,27
60	18,5	25,6	844	0,68	42,5	290,1	0,82	4,83	144,4	-0,94	2,41	81,7	2,39	1,36
65	18,9	26,7	766	0,66	42,0	292,1	0,42	4,49	139,9	-0,91	2,15	90,5	1,76	1,39
70	19,3	27,7	698	0,64	41,3	292,7	0,12	4,18	126,2	-2,74	1,80	105,0	2,90	1,50
75	19,6	28,6	637	0,61	40,4	290,4	-0,46	3,87	114,8	-2,27	1,53	116,0	2,19	1,55
80	19,9	29,6	578	0,59	39,2	285,8	-0,93	3,57	106,5	-1,67	1,33	121,6	1,13	1,52
85	20,2	30,5	524	0,56	37,8	279,0	-1,36	3,28	99,6	-1,39	1,17	123,3	0,33	1,45
90	20,4	31,4	476	0,53	36,2	269,5	-1,90	2,99	87,6	-2,39	0,97	127,0	0,74	1,41
95	20,6	32,2	427	0,50	34,3	257,7	-2,35	2,71	79,1	-1,71	0,83	125,1	-0,37	1,32
100	20,7	33,0	381	0,46	32,2	243,2	-2,90	2,43	69,2	-1,98	0,69	122,1	-0,60	1,22
105	20,9	33,7	338	0,42	29,7	226,1	-3,42	2,15	62,1	-1,41	0,59	114,4	-1,54	1,09
110	21,0	34,4	295	0,38	27,0	206,8	-3,86	1,88	53,0	-1,84	0,48	106,2	-1,65	0,97
115	21,1	35,1	254	0,34	24,1	185,1	-4,35	1,61	44,2	-1,76	0,38	95,3	-2,17	0,83
120	21,1	35,7	214	0,29	20,9	161,4	-4,73	1,35	36,9	-1,45	0,31	81,5	-2,76	0,68
125	21,1	36,0	180	0,25	17,8	137,7	-4,76	1,10	29,5	-1,48	0,24	67,3	-2,84	0,54
130	21,1	36,1	150	0,21	14,7	113,7	-4,80	0,87	21,8	-1,53	0,17	52,9	-2,87	0,41
135	21,1	35,8	126	0,18	11,9	92,5	-4,23	0,69	15,7	-1,22	0,12	39,4	-2,71	0,29
140	21,1	35,4	111	0,17	9,6	75,4	-3,41	0,54	10,6	-1,03	0,08	29,0	-2,08	0,21
145	21,1	34,1	109	0,20	7,8	61,9	-2,71	0,43	6,8	-0,76	0,05	19,8	-1,85	0,14
150	20,4	25,2	150	0,27	6,8	52,7	-1,85	0,35	4,5	-0,47	0,03	12,4	-1,48	0,08
155	16,2	16,8	421	0,37	8,3	52,6	0,00	0,34	2,9	-0,32	0,02	9,1	-0,65	0,06

Note : Voir la notice du tableau 3.1 pour la description des variables.

Tableau 3.8. Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 55% et 76% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 16,8 m et 18,1 m.

Âge	LTH	Dq	N	pr	G	Volume marchand brut			Volume billes de colombages			Volume billes de sciages				
						V	AAP	AAM	V	AAP	AAM	V	AAP	AAM		
30	12,1	16,0	1670	0,67	33,6	144,2		4,81		76,4		2,55		0		0,00
35	13,7	17,8	1589	0,75	39,7	197,3	10,61	5,64		114,6	7,64	3,28		0	0,05	0,01
40	14,9	19,3	1540	0,80	44,7	245,5	9,65	6,14		150,9	7,25	3,77		4	0,69	0,09
45	16,0	20,7	1437	0,83	48,2	289,2	8,73	6,43		179,3	5,68	3,98		13	1,79	0,28
50	17,0	22,4	1260	0,82	49,5	316,6	5,48	6,33		188,6	1,86	3,77		29	3,27	0,58
55	17,8	23,9	1117	0,81	50,0	333,8	3,44	6,07		185,9	-0,53	3,38		52	4,68	0,95
60	18,2	25,0	1004	0,78	49,0	333,6	-0,05	5,56		177,0	-1,80	2,95		68	3,12	1,13
65	18,6	26,0	907	0,75	48,1	333,9	0,07	5,14		175,2	-0,36	2,69		78	1,97	1,20
70	18,9	27,1	822	0,72	47,2	331,8	-0,42	4,74		163,3	-2,38	2,33		94	3,23	1,34
75	19,3	28,1	747	0,70	46,1	329,0	-0,57	4,39		159,4	-0,78	2,12		102	1,51	1,35
80	19,6	29,0	680	0,67	45,0	325,1	-0,77	4,06		155,9	-0,69	1,95		107	1,04	1,34
85	19,8	30,0	619	0,65	43,7	319,6	-1,10	3,76		149,0	-1,38	1,75		114	1,40	1,34
90	20,1	30,9	563	0,62	42,3	312,5	-1,42	3,47		134,0	-2,99	1,49		126	2,46	1,40
95	20,3	31,8	511	0,59	40,7	303,1	-1,88	3,19		122,8	-2,25	1,29		132	1,18	1,39
100	20,5	32,7	462	0,56	38,9	292,0	-2,23	2,92		112,7	-2,01	1,13		135	0,53	1,35
105	20,7	33,6	415	0,52	36,8	278,2	-2,75	2,65		100,5	-2,46	0,96		137	0,37	1,30
110	20,9	34,4	370	0,49	34,6	262,6	-3,12	2,39		92,0	-1,69	0,84		133	-0,70	1,21
115	21,0	35,3	325	0,45	32,0	243,7	-3,79	2,12		83,5	-1,70	0,73		127	-1,25	1,10
120	21,1	36,2	282	0,40	29,1	222,7	-4,18	1,86		73,3	-2,04	0,61		119	-1,63	0,99
125	21,1	37,0	241	0,36	26,0	199,0	-4,75	1,59		59,0	-2,85	0,47		113	-1,15	0,90
130	21,2	37,8	200	0,31	22,6	172,3	-5,35	1,33		48,6	-2,09	0,37		101	-2,47	0,77
135	21,1	38,6	161	0,26	18,9	144,3	-5,61	1,07		38,2	-2,09	0,28		86	-2,82	0,64
140	21,1	39,3	125	0,21	15,3	116,2	-5,62	0,83		28,2	-1,98	0,20		72	-2,86	0,52
145	21,0	38,9	98	0,18	11,9	89,3	-5,37	0,62		21,7	-1,30	0,15		55	-3,34	0,38
150	20,9	36,6	84	0,17	8,9	66,5	-4,55	0,44		14,8	-1,39	0,10		42	-2,61	0,28
155	20,5	32,0	92	0,20	6,6	47,9	-3,72	0,31		9,8	-1,00	0,06		31	-2,35	0,20

Note : Voir la notice du tableau 3.1 pour la description des variables.

Tableau 3.9. Table de rendement des plantations d'épinette blanche produite par simulation OSM pour des densités relatives variant entre 76% et 97% ainsi qu'une hauteur de Lorey à 50 ans entre 16,8 m et 18,1 m.

Âge	LTH	Dq	N	ρr	G	Volume marchand brut			Volume billes de colombages			Volume billes de sciages		
						V	AAP	AAM	V	AAP	AAM	V	AAP	AAM
30	13,3	17,0	1857	0,83	42,1	201,9		6,73	121,8		4,06	0,6		0,02
35	14,6	18,7	1664	0,86	45,8	242,3	8,08	6,92	159,5	7,53	4,56	5,2	0,92	0,15
40	15,8	20,6	1399	0,83	46,7	270,2	5,58	6,75	180,0	4,10	4,50	13,1	1,57	0,33
45	16,6	22,1	1258	0,82	48,3	297,2	5,40	6,60	198,2	3,64	4,40	22,5	1,88	0,50
50	17,5	23,8	1104	0,81	49,0	318,9	4,34	6,38	203,2	1,00	4,06	41,0	3,70	0,82
55	18,2	25,2	1005	0,80	49,9	337,2	3,66	6,13	203,5	0,07	3,70	60,8	3,97	1,11
60	18,5	26,2	914	0,78	49,3	339,4	0,44	5,66	192,4	-2,23	3,21	76,7	3,18	1,28
65	18,9	27,2	841	0,76	48,7	341,4	0,40	5,25	186,5	-1,18	2,87	86,9	2,03	1,34
70	19,2	28,1	776	0,74	48,1	341,9	0,10	4,88	176,3	-2,03	2,52	99,8	2,60	1,43
75	19,5	29,0	717	0,72	47,4	341,7	-0,04	4,56	168,1	-1,65	2,24	110,2	2,07	1,47
80	19,8	29,9	662	0,70	46,4	339,3	-0,50	4,24	160,6	-1,49	2,01	117,0	1,37	1,46
85	20,1	30,8	610	0,67	45,4	335,0	-0,86	3,94	148,5	-2,43	1,75	127,0	1,99	1,49
90	20,3	31,7	562	0,65	44,1	329,4	-1,12	3,66	135,0	-2,70	1,50	136,1	1,82	1,51
95	20,5	32,5	516	0,62	42,7	320,8	-1,72	3,38	125,5	-1,89	1,32	138,7	0,53	1,46
100	20,7	33,3	473	0,59	41,1	310,6	-2,04	3,11	114,0	-2,30	1,14	142,2	0,70	1,42
105	20,9	34,1	431	0,56	39,2	298,2	-2,47	2,84	101,7	-2,46	0,97	144,2	0,39	1,37
110	21,0	34,9	390	0,53	37,2	284,4	-2,77	2,59	91,6	-2,02	0,83	141,8	-0,48	1,29
115	21,1	35,6	351	0,49	34,9	267,4	-3,41	2,32	84,7	-1,39	0,74	134,4	-1,48	1,17
120	21,2	36,4	310	0,45	32,3	247,6	-3,95	2,06	73,3	-2,27	0,61	128,6	-1,16	1,07
125	21,2	37,2	272	0,41	29,4	225,8	-4,37	1,81	62,6	-2,14	0,50	120,0	-1,72	0,96
130	21,3	37,9	232	0,36	26,2	201,2	-4,91	1,55	51,8	-2,16	0,40	109,1	-2,19	0,84
135	21,3	38,7	195	0,32	22,9	175,2	-5,21	1,30	41,5	-2,07	0,31	96,2	-2,57	0,71
140	21,2	39,4	159	0,27	19,4	148,3	-5,37	1,06	32,3	-1,83	0,23	81,1	-3,02	0,58
145	21,2	40,2	127	0,22	16,1	122,8	-5,11	0,85	24,2	-1,62	0,17	66,0	-3,01	0,46
150	21,2	41,0	98	0,19	12,9	98,7	-4,82	0,66	17,4	-1,37	0,12	50,6	-3,09	0,34
155	21,2	41,3	75	0,17	10,1	77,3	-4,28	0,50	12,2	-1,03	0,08	36,4	-2,83	0,23

Note : Voir la notice du tableau 3.1 pour la description des variables.

Il est possible de déterminer l'âge de culmination de l'accroissement annuel moyen (AAM) en déterminant le croisement de l'accroissement annuel moyen et périodique, c'est ce qu'on appelle la révolution biologique. Pour la table de densité et qualité de station intermédiaire, la révolution biologique du volume marchand brut et du volume de sciage sont respectivement de 50 et 100 ans (Figure 3.4).

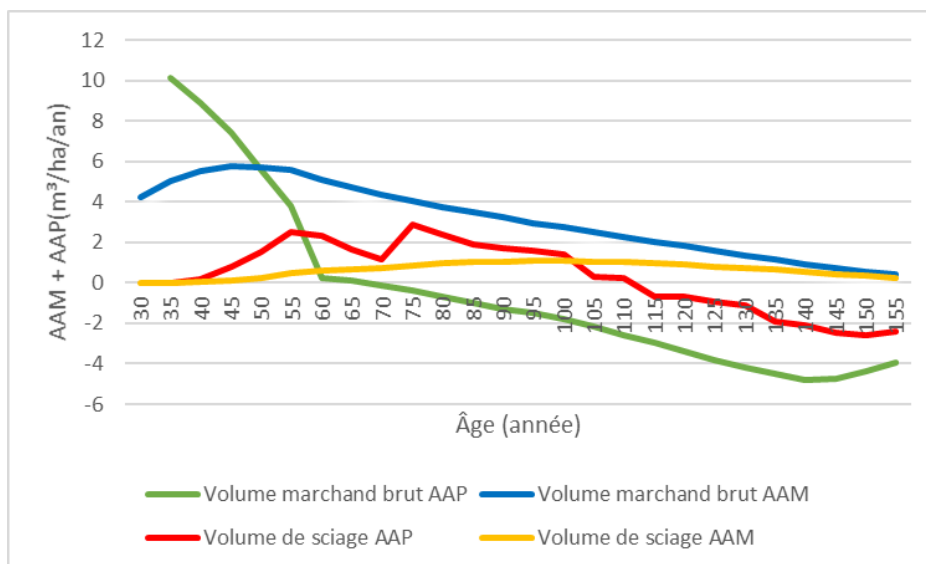


Figure 3.4 Révolution biologique pour le volume marchand brut et pour le volume de sciage de la table 5.

Nous constatons que l'AAM évolue proportionnellement à la hauteur de Lorey ainsi qu'à la densité relative. Donc plus la qualité de station sera élevée, plus grand sera le rendement. Dans le même sens, plus la densité relative sera élevée, plus grand sera le rendement dû au fait qu'il y a un plus grand nombre de tiges à l'hectare (Figure 3.5).

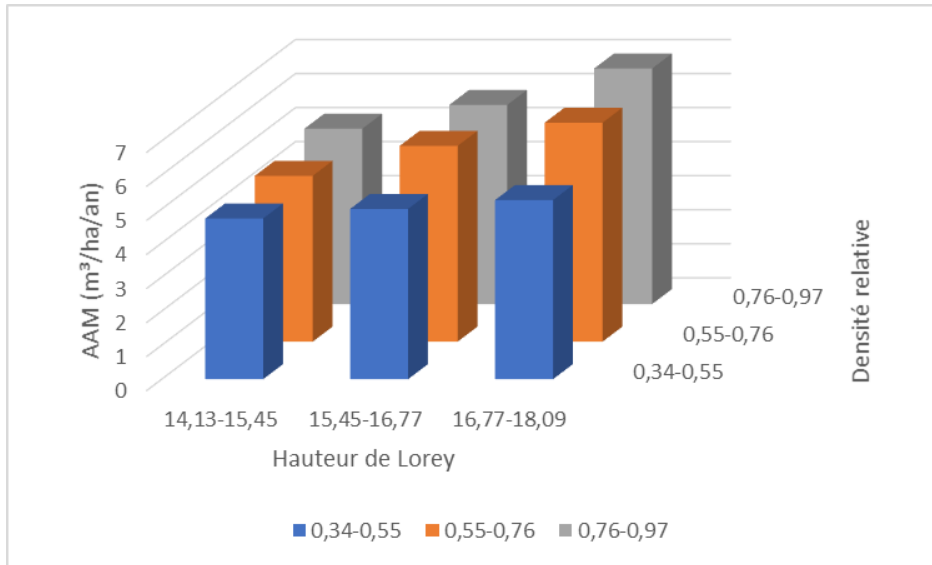


Figure 3.5 Sommaire de l'AAM maximal en fonction de la hauteur de Lorey (à 50 ans) et de la densité relative (à 30 ans) des neuf tables pour le volume marchand brut.

Les mêmes grandes tendances se répètent pour les produits de sciage sauf pour les faibles qualités de station, ou presque aucun changement n'est relaté, donc la densité relative n'a aucun impact sur l'AAM à faible qualité de station. À forte qualité de station et faible densité relative, les tiges auront plus d'espaces pour croître en diamètre. Cependant, à forte qualité de station et forte densité relative les arbres devraient être plus frêles et élancés, donc avoir beaucoup de petites billes. Nous retrouvons malgré tout une aussi bonne croissance que pour le cas préalablement expliqué (Figure 3.6).

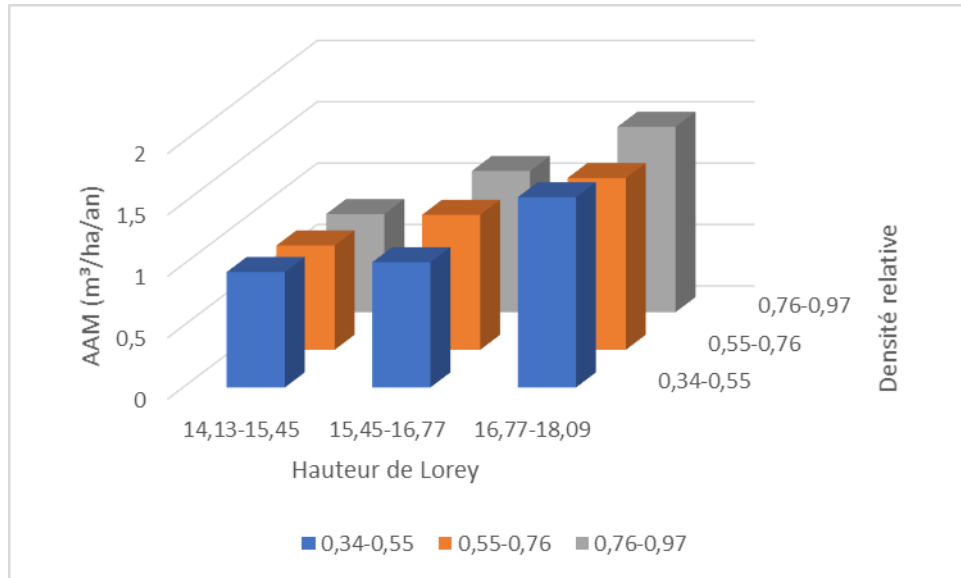


Figure 3.6 Sommaire de l'AAM en fonction de la hauteur de Lorey et de la densité relative des neuf tables pour les produits de sciage.

Nous remarquons que l'âge de culmination de l'AAM est inversement proportionnel à la hauteur de Lorey ainsi qu'à la densité relative. Cependant, il n'existe aucun lien entre une densité relative moyenne et l'âge qui est toujours de 45 ans (Figure 3.7).

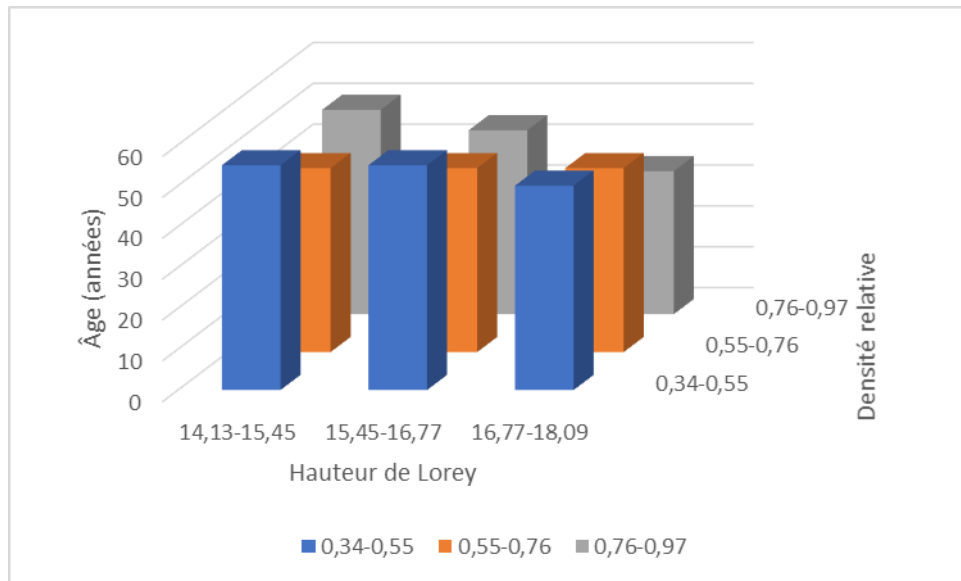


Figure 3.7 Âge de culmination de l'AAM en fonction de la hauteur de Lorey et de la densité relative des neuf tables pour le volume marchand brut.

Les mêmes grandes tendances sont reflétées pour les produits de sciages. Cependant, on peut remarquer l'effet inverse pour une bonne qualité de station en fonction de la densité relative. Donc, plus la qualité de station est élevée et que la densité relative est faible, plus l'âge de culmination surviendra tôt (plus d'espace de croissance). Comparativement à une densité relative élevée qui surviendra plus tard, dû à l'effet de la compétition (Figure 3.8).

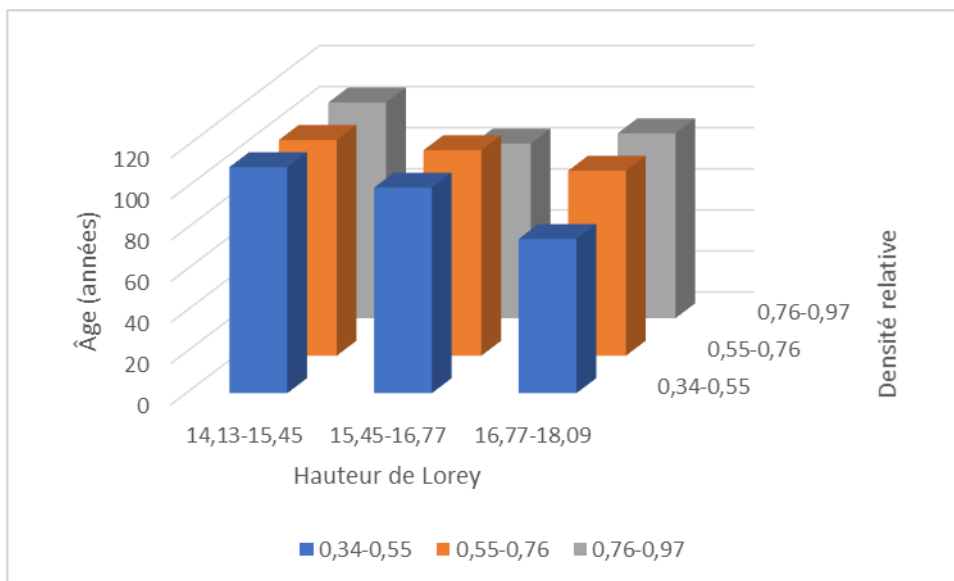


Figure 3.8 Âge de culmination de l'AAM en fonction de la hauteur de Lorey et de la densité relative des neuf tables pour les produits de sciage.

CHAPITRE 4

Discussion

Les tables de rendements produites dans ce projet ont été conçues à l'aide d'un modèle de simulation de croissance initialisé avec des placettes-échantillons temporaires. Ces tables présentent des volumes marchands bruts ainsi que des volumes par produits à des âges variés de 30 à 155 ans. Les tables de rendements réalisées par Pothier et Savard (1998) utilisent tant qu'à elles des placettes-échantillons temporaires ainsi que permanentes. De plus, les informations retrouvées dans les tables de Pothier et Savard (1998) présentent des volumes pour des dimensions d'arbres. Les tables produites par Plonski (1974) présentent quant à elles, des volumes totaux bruts, des volumes marchands bruts ainsi que des volumes marchands bruts allant jusqu'à sept centimètres au diamètre extérieur d'écorce.

Les placettes-échantillons temporaires utilisées pour démarrer les simulations reflètent les variations des plantations d'épinette blanche du Nouveau-Brunswick. Cependant, certaines plantations ne feront pas l'objet de ces variations, celles-ci seront qualifiées de pures. La faible proportion et la position sociale inférieure des espèces compagnes dans les peuplements moyens de départ confirme la position dominante de l'épinette blanche nécessaire pour le développement de tables de rendement pour cette espèce. Pour déterminer le choix de la table appropriée, il revient à l'utilisateur de comparer la densité relative et la hauteur de Lorey de sa plantation aux tables de rendements, et ce, selon l'âge approprié. La table avec une forte densité et qualité de station intermédiaire, s'apparentait initialement à la table ayant une densité intermédiaire et une forte qualité de station (à 30 ans), qui se retrouve auprès des tables ayant une qualité de station intermédiaire ainsi qu'une densité faible et moyenne respectivement, à 50 ans. Cette incohérence peut s'expliquer par le fait que certaines parcelles possédaient des caractéristiques similaires lorsqu'elles ont été séparées lors de la sélection des tables. Dans le cas de la table avec une densité et qualité de station forte, elle rejoint la table ayant une forte densité ainsi qu'une qualité de station intermédiaire, celles-ci disposent d'un indice de croissance de la biomasse très similaires. L'utilisation de ces tables permet de donner une approximation des volumes pouvant être générés par la plantation, et ce à divers moments durant son évolution.

La classification des tables est légèrement aberrante, en raison du fait qu'elle a été réalisée en utilisant la hauteur de Lorey de l'ensemble de la parcelle et non de l'épinette blanche. Cette classification qualifiée d'aberrante, à peu d'impact sur les tables ayant une faible diversité en composition d'espèces, comparativement à celles disposant d'une forte diversité. Donc les tables avec une faible densité et qualité de station intermédiaire ainsi que celle ayant une qualité de station et densité forte seront dans une certaine mesure légèrement différentes à ce qu'elles auraient été avec une classification exclusive en épinette blanche. La figure 3.2 permet de constater un coefficient de corrélation de 82%. Concrètement, cette valeur permet d'affirmer qu'il y a un fort lien entre la hauteur de Lorey et l'indice de croissance de la biomasse (les deux variables tendent à augmenter ensemble). Donc, on peut démontrer que la hauteur de Lorey est une variable utile afin de déterminer ou de mesurer le rendement des tables, dans le même sens le rendement des plantations. Néanmoins, le logiciel OSM n'est pas très efficace pour reproduire de la variabilité (hauteur), s'il n'y en a pas au départ, comme dans un vrai peuplement. Il devient cependant difficile pour le propriétaire de déterminer la hauteur de Lorey pour son peuplement. Cependant, il serait possible d'estimer celle-ci en utilisant la hauteur dominante, tout en supposant que cette dernière correspond à des arbres de grand diamètre.

Afin de confirmer la cohérence des tables de rendement, il faut tout d'abord déterminer s'il y a un lien entre l'augmentation de la qualité de station et le moment du point de culmination de l'accroissement annuel moyen. En regardant de plus près les figures 3.7 et 3.8, il est possible de valider cette déclaration à une exception près. À la figure 3.7, nous constatons que le moment de culmination de l'AAM est le même pour toutes les gammes de qualité de station à une densité relative moyenne. Ce qui peut s'expliquer par une répartition des ressources disponibles équitables à l'ensemble du peuplement et ce peu importe la qualité de station, faisant en sorte que l'âge de culmination sera le même. Par ailleurs, on peut supposer qu'il y aura un lien entre la dimension d'un produit avec le moment de culmination de l'AAM. Il est possible de confirmer cette hypothèse en regardant l'âge de culmination des figures 3.7 et 3.8 qui survient beaucoup plus tard dans le cas des produits de sciages. En comparant les tables de rendement réalisées dans ce projet avec celle de Pothier et Savard (1998), soit la table ayant une qualité de station et densité intermédiaire de ce projet avec celle de Pothier et Savard (1998) présente dans l'introduction, il est possible d'observer des similitudes en termes de hauteur de Lorey et de

diamètre quadratique moyen. Cependant, la densité, la densité relative, la surface terrière marchande ainsi que le volume sont des variables qui diffèrent d'une table à l'autre.

Il est important de noter que la culmination de l'AAM de la table de Pothier et Savard (1998) est atteinte plus tôt, soit à 35 ans, comparativement à 50 ans. Nous remarquons tout de même des volumes plus élevés pour la table avec une densité et qualité de station intermédiaire. Une hypothèse qui pourrait être à considérer est le fait que les tables réalisées par Pothier et Savard (1998) regroupent l'ensemble du Québec (plus au nord), comparativement à celles réalisées dans ce projet (plus au sud).

Dans certains cas, il est possible d'observer des similitudes entre deux ou plusieurs tables ainsi que des transitions d'une table à l'autre n'apparaissant pas comme étant réguliers. Ceci s'explique du fait que certaines parcelles ont des densités relatives et des hauteurs de Lorey qui se rapprochent des limites établies entre les classes. De plus, il est possible d'observer des compositions et des structures peu orthodoxes. Pour un âge donné, une densité plus faible ne fait pas augmenter le diamètre alors que ça devrait. Cela s'explique par le fait qu'une moyenne des parcelles de départ a été réalisé afin d'obtenir une structure et une composition moyenne.

De plus, il serait intéressant de voir quelle valeur monétaire les propriétaires pourraient retirer de leur culture. Une façon simple d'y arriver serait de multiplier le prix actuel du bois ($\$/m^3$) des produits cibles par le volume généré par la plantation (en m^3) des produits présents. En ayant une valeur totale du peuplement, il est possible de soustraire les coûts de récolte et de transport engendrés afin d'obtenir la valeur nette obtenue par le propriétaire. À cause de la nature fluctuante des prix du bois, nous avons préféré ne pas inclure ces calculs dans les tables de rendements produites afin que les tables puissent être indépendantes de la fluctuation du prix du bois. S'agirait-il d'une avenue pour poursuivre ce projet?

CHAPITRE 5

Conclusion

À la suite de ce projet, il est important de retenir que les propriétaires de boisés privés sont maintenant en mesure de déterminer l'apogée de l'accroissement de leur plantation. La révolution biologique des plantations présentée dans ce travail varie entre 30 ans et 155 ans selon la densité initiale et la qualité de station. Cet outil d'aide à la décision leur permettra ainsi d'avoir une décision plus éclairée par rapport au moment de récolte de leur peuplement. Donc, l'objectif de départ de produire des tables de rendements utilisables a été atteint. De ce fait, ils seront également en mesure d'obtenir une meilleure valeur pour leurs produits, puisqu'ils seront en mesure de récolter leurs plantations lorsqu'elles produisaient le plus.

RÉFÉRENCES

- Arbres Canada. Les arbres officiels au Canada : Manitoba – Épinette blanche (*Picea glauca*). Consulté le 9 Janvier 2020.
- Association forestière du sud du Québec, 2020. Plantations et entretiens. Disponible à <https://afsq.org/information-foret/amenagement/plantations/> . Consulté le 17 Janvier 2020.
- Béland, M. et M. Soucy, 2020. Crop tree release – modelling a spatially heterogeneous treatment with a non spatially explicit tree list model. Consulté le 9 Janvier 2020.
- Carter, K.K et L.O. Selin, 1987. Larch plantation management in the northeast. *Northern Journal of Applied Forestry*, 4 :18-20. Consulté le 10 Janvier 2020.
- Decourt, N. 1964. Les tables de production.leurs limites et leur utilité. *Rev. For. Fr.* (8–9): 640. doi:10.4267/2042/24675. Consulté le 12 janvier 2020.
- Decourt, N. 1972. Méthode utilisée pour la construction rapide de tables de production provisoires en France. *Ann. Sci. forest.* **29**(1): 35–48. doi:10.1051/forest/19720102. Consulté le 12 Janvier 2020.
- Département du développement de l'énergie et des ressources, 2017. Recent advancements in stand development forecasting for New Brunswick. Consulté le 8 Janvier 2021.
- DNR Data Dictionary, 2012. Consulté le 14 Février 2021.
- Forêts, Faune et Parcs Québec, 2020. Amélioration génétique des arbres. Consulté le 19 Janvier 2020.
- FORUS Research, 2021. Acadian Forest Productivity Index - Version 1. Disponible à <http://www.forusresearch.com/bgi.php#:~:text=What%20is%20Biomass%20Growth%20Index,%2C%20soil%2C%20and%20topographic%20covariates>. Consulté le 14 Janvier 2021.
- FORUS Research, 2021. Business. Disponible à <http://www.forusresearch.com/about/>. Consulté le 27 Mars 2021.
- GNB. Gouvernance des forêts dans la province du Nouveau-Brunswick. Consulté le 13 septembre 2020.
- GNB, 2003. Ministère des ressources naturelles. Gestion des forêts publiques du Nouveau-Brunswick. Nouveau-Brunswick, Ministère des ressources naturelles, Fredericton. Consulté le 11 Janvier 2020.
- GNB, 2011. Vers une forêt économique durable au Nouveau-Brunswick: Rapport du Groupe de travail sur les Terres de la Couronne du Nouveau-Brunswick. Consulté le 13 septembre 2020.
- GNB, 2012. De nouvelles approches pour les lots boisés privés: Recadrage du débat sur la politique forestière. Consulté le 24 novembre 2020.

- GNB, 2012. Les forêts privées du Nouveau-Brunswick. Potentiel d'approvisionnement futur en bois et dynamique des forêts. Rapport du groupe de travail sur les forêts privées. Appendice C. Consulté le 4 Mars 2021.
- GNB, 2014. Manuel d'aménagement forestier pour les terres de la Couronne du Nouveau-Brunswick: Foresterie axée sur les résultats. Consulté le 11 Janvier 2020.
- GNB, 2015. Nouvelle carte illustrant en détail les forêts de la Couronne. Consulté le 12 Janvier 2020.
- GNB, 2020. Ressources naturelles et Développement de l'énergie. Rapport annuel 2019-2020. Annexe A : Sylviculture. Disponible à <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/nr-rn/pdf/fr/Publications/rapport-annuel-2019-20.pdf>. Consulté le 16 Mars 2021.
- Gouvernement du Canada, 2020. Hauteur moyenne de Lorey. Disponible à <https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/836082d5-d55f-46c3-9b9c-aaf1a306c247>. Consulté le 16 Mars 2020.
- Gouvernement du Canada, 2020. Ressources naturelles Canada. Glossaire forestier. Disponible à <https://scf.rncan.gc.ca/termes/category/22>. Consulté le 25 Mars 2021.
- Gouvernement du Québec, 2000. L'amélioration génétique des arbres au Québec. Disponible à <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Corporatif/AmeliorationGenetiqueArbresQuebec.pdf>. Consulté le 4 octobre 2020.
- Gouvernement du Québec, 2012. Office québécois de la langue française: Fiche terminologique. Disponible à http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26520052#:~:text=Augmentation%20annuelle%20moyenne%20de%20volume,%C3%A0%20l'ann%C3%A9e%20de%20mesure. Consulté le 17 Mars 2021.
- Gouvernement du Québec, 2014. Publications Québec. Le guide sylvicole du Québec: Outil de comparaison des essences. Épinette blanche. Disponible à <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/essences/arbre.php?id=5>. Consulté le 20 Janvier 2021.
- Guide sylvicole du Québec, 2013. Les concepts et l'application de la sylviculture: Tome 2. Consulté à la page 282- 284.
- Hennigar, C., Weiskittel, A., Allen, H., MacLean, D, 2017. Development and evaluation of a biomass increment based index for site productivity. Consulté le 14 Janvier 2021.
- Irving Woodlands Division, 2017. Sylviculture: Plantation d'arbres. Disponible à <https://irvingwoodlands.com/jdi-woodlands-sylviculture-fr.aspx>. Consulté le 12 Février 2020.
- J.D. Irving, 2017. Irving Woodlands Division: Wood Prices. Disponible à <https://irvingwoodlands.com/jdi-woodlands-wood-producers-wood-prices.aspx>. Consulté le 17 Mars 2021.
- J.D. Irving, 2019. JD: St. Leonard. Disponible à <http://www.nwoainc.com/jd-irving-st-leonard-sawmill.html>. Consulté le 17 Mars 2021.

- LBprofor, 2019. La préparation de terrain, les notions essentielles. Disponible à <https://lbprofor.com/preparation-de-terrain/>. Consulté le 18 Janvier 2020.
- L'encyclopédie canadienne, 2020. Parcs nationaux. Consulté le 12 Janvier 2020.
- Li, R., Weiskittel, A., Dick, A., Kershaw, J., Seymour, R, 2012. Regional Stem Taper Equations for Eleven Conifer Species in the Acadian Region of North America: Development and Assessment. Consulté le 24 Février 2021.
- Manuel de détermination des possibilités forestières, 2013-2018. Bureau du forestier en chef. Chapitre 4. Objectifs d'aménagement. 4.13 Production de bois. Disponible à https://forestierenchef.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2013/01/219-224_MDPF_ProductionBois.pdf. Consulté le 20 Janvier 2021.
- Ministère des forêts, faune et parcs, 2002. Ressources naturelles du Québec: L'éclaircie commerciale. Consulté le 18 Janvier 2020.
- Ministère des forêts, de la faune et des parcs, 2016. La plantation uniforme de résineux. Consulté le 16 Janvier 2020.
- Ministère des forêts, de la faune et des parcs, 2016. L'éclaircie commerciale. Consulté le 13 Février 2020.
- Ministère des Ressources naturelles, province du Nouveau-Brunswick, 2004. Pépinière forestière de Kingsclear. Consulté le 12 Février 2020.
- Nakai, T., Sumida, A., Kodama, Y., Hara, T., Ohta, T., 2010. Agricultural and Forest Meteorology: A comparison between various definitions of forest stand height and aerodynamic canopy height. P. 1226. Consulté le 17 Mars 2021.
- Northeast Forest Information Source, 2021. Stand development prediction accuracy of two individual-tree statistical growth models for the Acadian forest region: FVS-ACD and OSM-ACD. Disponible à <https://nefismembers.org/documents/stand-development-prediction-accuracy-of-two-individual-tree-statistical-growth-models-for-the-acadian-forest-region-fvs-acd-and-osm-acd/> . Consulté le 8 Janvier 2021.
- Office de vente du Madawaska, 2021. Acheteurs. Disponible à <https://odvdm.com/fr/acheteurs>. Consulté le 17 Mars 2021.
- Osborne et Schumacher, 1935. The construction of normal-yield and stand tables for even-aged timber stands. Consulté le 30 Décembre 2020.
- Palm, R. 1989. Construction de tables de production à partir de placettes temporaires : présentation d'une méthode. *Ann. For. Sci.* **46**(4): 387–396. doi:10.1051/forest:19890406.
- Pothier et Savard, 1998. Actualisation des tables de production pour les principales espèces forestières du Québec. Consulté le 30 Décembre 2020.
- Pranasens, 2020. Huile essentielle Épinette blanche biologique. Disponible à <https://pranasens.com/produit/epinette-blanche/>. Consulté le 28 septembre 2020.
- Prévost, M., 1992. Effet du scarifiage sur les propriétés du sol, la croissance des semis et la compétition: revue des connaissances actuelles et perspectives de recherches au Québec. *Annales des sciences forestières.* 49: 277-296.

- Ressources naturelles Canada; Service canadien des forêts, 2000. L'amélioration génétique des arbres au Québec. Consulté le 18 Janvier 2020.
- Ressources naturelles, Faune et Parcs Québec, 2003. L'amélioration des arbres au Québec: un outil de performance industrielle et environnementale. Consulté le 19 Janvier 2020.
- Savill, P., J. Evans, D. Auclair and J. Falck, 1997. Plantation Silviculture in Europe. Oxford University Press, Oxford, 297 p.
- Syndicat des producteurs de bois du Centre-du-Québec, 2020. Le reboisement. Consulté le 15 Janvier 2020.
- Syndicat des producteurs de bois du Centre-du-Québec, 2020. La préparation de terrain. Consulté le 17 Janvier 2020.
- The Forestry Chronicle, 1991. Plonski's (metric) yield tables formulated by Bijan Payandeh. Vol. 67, no5. Disponible à Plonski's (metric) yield tables formulated (cif-ifc.org) Consulté le 29 Décembre 2020.
- Thiffault, N., V. Roy, G. Prigent, G. Cyr, R. Jobidon et J. Ménérier. 2003. La sylviculture des plantations résineuses du Québec. Consulté le 16 Janvier 2020.