

Tables préliminaires de rendement pour les plantations d'Épinette noire au Québec

par G. PRÉGENT
V. BERTRAND
et L. CHARETTE

Ce document contient un errata
à la page iv du document



Guy PRÉSENT est ingénieur forestier, diplômé de l'Université Laval depuis 1980. En 1985, le même établissement lui décernait le diplôme de maître ès sciences (écologie et pédologie forestières). De 1982 à 1987, il est assistant de recherche à la Faculté de foresterie et de géodésie de l'Université Laval, puis professionnel de recherche au Centre de recherche en biologie forestière du même établissement. À l'emploi du Ministère à partir de 1987, il est d'abord affecté au Service de la régénération forestière puis, depuis 1992, au Service de l'amélioration des arbres, à titre de chargé de recherches sur la mesure des effets réels dans les plantations.



Valère BERTRAND est bachelier ès sciences appliquées (génie forestier) de l'Université Laval depuis 1959. Après avoir été chargé de travaux de restauration forestière et de renseignements forestiers dans le district de Rouyn-Témiscamingue, il retournait en 1964 à l'Université Laval pour y obtenir une maîtrise en sylviculture. Affecté ensuite au Service de la restauration, il était muté au Service de la recherche lors de sa formation en 1967. Il aura été à l'emploi du ministère responsable des Forêts du Québec pendant près de 35 ans, jusqu'à sa retraite en 1994.



Lise CHARETTE a obtenu un baccalauréat ès sciences (statistique) de l'Université Laval en 1988. Depuis août de cette même année, elle est à l'emploi du Service de la recherche appliquée, à titre d'analyste en biométrie, et collabore à des projets de recherche en amélioration des arbres, surtout en ce qui regarde la production de plants et les plantations.



Depuis de nombreuses années, chacun des Mémoires et des autres rapports publiés par la Recherche forestière est révisé par un comité *ad hoc* d'au moins trois membres recrutés aussi bien à l'intérieur du Ministère que dans le milieu universitaire, la fonction publique du Canada ou les autres milieux de la recherche. Les responsables de la Recherche forestière remercient les scientifiques qui ont accepté bénévolement de revoir le texte présenté ici et de participer ainsi à la diffusion des résultats des recherches menées au Ministère des Ressources naturelles.

Les publications de la Recherche forestière sont produites et diffusées à même les budgets de recherche et de développement, comme autant d'étapes essentielles à la réalisation de chaque projet ou expérience. En conséquence, ces documents sont, par définition, à *tirage limité* et à *diffusion restreinte*. Adresser toute demande à :

Publications
Direction de la recherche forestière
Ministère des Ressources naturelles du Québec
2700, rue Einstein
SAINTE-FOY (Québec) Canada G1P 3W8

**Tables préliminaires de rendement
pour les plantations d'Épinette noire
au Québec**



**Tables préliminaires de rendement
pour les plantations d'Épinette noire
au Québec**

par

Guy PRÉGENT, ing.f., M.Sc.
Valère BERTRAND, ing.f., M.Sc.
et
Lise CHARETTE, B.Sc.

avec la collaboration de

René KIROUAC, techn. f.
Service de l'amélioration des arbres

Mémoire de recherche forestière n° 118

Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles
Direction de la recherche forestière
1996

Ce texte est un rapport partiel du projet de recherche n° 0899-356E : *Mesure des effets réels dans les plantations*.

Guy PRÉGENT, Valère BERTRAND et Lise CHARETTE, 1996. *Tables préliminaires de rendement pour les plantations d'Épinette noire au Québec*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Mémoire de recherche forestière n° 118.

ERRATA

Page 7, 2^e colonne

Zone feuillue :

sigma accent circonflexe = 91,9 **cm**

Zone mixte et boréale :

sigma accent circonflexe = 58,1 **cm**

Page 8, 1^{re} colonne
19^e ligne

facteur $1/(D^2H)^{3/2}$

[3/2 est un **exposant**]

ISBN 2-550-25960-2

ISSN 1183-3912

Dépôt légal 1996

Bibliothèque nationale du Québec

Bibliothèque nationale du Canada

© 1996 Gouvernement du Québec

Remerciements

Les auteurs tiennent à souligner la précieuse collaboration du personnel des régions administratives et de leurs unités de gestion pour les renseignements fournis et, dans certains cas, pour la cueillette des données sur le terrain. Les auteurs désirent aussi remercier les nombreuses personnes qui ont réalisé les inventaires au fil des ans. Des remerciements sincères s'adressent également à Mme Sylvie Bourassa pour la dactylographie du texte, M. Richard Grenier et Mme Sylvie Dusseault pour la réalisation de programmes informatiques, M. Yvon Richard pour les conseils relatifs à l'échantillonnage et aux analyses statistiques, MM. Gilles Désaulniers et Albert Pelchat pour le cubage des arbres, M. Raymond Castonguay pour la préparation de figures, M. Fabien Caron pour la révision linguistique et l'édition et, enfin, les examinateurs anonymes pour leurs suggestions.

Résumé

Depuis 1981, l'Épinette noire (*Picea mariana* [Mill.] BSP) est l'essence la plus fréquemment utilisée pour les reboisements au Québec. Toutefois, la rareté des vieilles plantations a fait en sorte qu'aucune table de rendement n'avait pu être produite pour cette essence. Dans cette étude, l'échantillonnage de 67 plantations réparties dans la plupart des régions administratives a permis d'élaborer des tables préliminaires de rendement. À l'intérieur des tables, la hauteur dominante (hauteur moyenne des 200 plus hautes tiges à l'hectare), la surface terrière, le DHP, le volume, le nombre de tiges et l'accroissement annuel en volume marchand sont présentés. Ces tables sont valides pour des espacements initiaux variant de 1,50 à 2,75 m et des indices de qualité de station variant de 6 mètres (station pauvre) à 10 mètres (station riche), ces derniers correspondant à la hauteur dominante à 25 ans. Ces tables sont dites préliminaires puisque certaines catégories de plantation sont peu représentées et que les prédictions n'ont pu être faites au-delà de 35 ans (âge total comprenant les années de production en pépinière). Néanmoins, la discussion présente une approche permettant d'avoir un aperçu de la croissance en volume marchand entre 35 et 55 ans. L'indice de qualité de station influence considérablement le volume total et le volume marchand. Pour un espacement initial de 2 mètres, le volume total à 35 ans varie de 83,0 à 165,1 m³/ha lorsque l'indice de qualité de station augmente de 6 à 10 m. L'effet de l'espacement initial sur la production en volume est faible. À 35 ans, les différences en volume total entre les espacements de 1,5 et 2,5 m varient entre 11,7 et 17,5 m³/ha selon l'indice de qualité de station. Les grands espacements, auxquels une légère diminution en volume total est associée, entraînent une hausse importante des dimensions individuelles des arbres. De plus, cette hausse est d'autant plus importante que les stations sont plus fertiles. Le choix de l'âge de rotation et de l'espacement initial à privilégier, les impacts de celui-ci sur les coupes d'éclaircie et l'utilisation des tables de rendement sont discutés.

Mots-clés : épinette noire, *Picea mariana*, espacement, plantation, tables de rendement.

Abstract

Preliminary yield tables for Black Spruce plantations in Québec. Since 1981, Black Spruce (*Picea mariana* [Mill.] BSP) has been the most frequently planted species for reforestation in Québec. However, no yield table had been computed for this species, due to the dearth of older plantations. In this study, the sampling of 67 plantations spread over most of the administrative regions helped to establish preliminary yield tables, where dominant height (mean height of the 200 highest stems per hectare), basal area, DBH, volume, number of stems, and mean annual increment in merchantable volume, are presented. These tables are valid for initial spacings varying from 1,50 to 2,75 m, and site indices from 6 metres (poor) to 10 metres (rich), the latter corresponding to dominant height at 25 years. These tables are called preliminary since some plantation categories are not well represented, and because no prediction could be made beyond 35 years (total age including years in the nursery). Nevertheless, the discussion presents an approach giving an overview of growth in merchantable volume between 35 and 55 years. Site index greatly influences total and merchantable volumes. For an initial spacing of 2 metres, total volume at 35 years varies between 83,0 and 165,1 m³ when site index grows from 6 to 10 metres. The effect of initial spacing on volume yield is weak. At age 35, differences in total volume between 1,5 and 2,5 metre spacings vary from 11,7 to 17,5 m³/ha depending on site index. The larger spacings, associated with a slight reduction in total volume, lead to an important augmentation in individual tree dimensions, more important on the richer stations. The choice of a rotation age and initial spacing, the impacts of the latter on thinning operations, and the use of the yield tables are discussed.

Key words : black spruce, *Picea mariana*, spacing, planting, yield tables.

Table des matières

Remerciements	v
Résumé	vii
<i>Abstract</i>	vii
Liste des tableaux	xi
Liste des figures	xiii
Introduction	1
Chapitre premier	
Matériel et méthodes	3
1.1 Sélection des plantations	3
1.2 Caractéristiques des plantations échantillonnées	3
1.3 Installation des placettes d'échantillonnage	3
1.4 Répartition des placettes d'échantillonnage	5
1.5 Récolte des données	6
1.5.1 Dénombrement par classe de DHP	6
1.5.2 Arbres dominants	6
1.5.3 Défilement des arbres	6
1.6 Traitement des données	7
1.6.1 Cubage des arbres	7
1.6.2 Résultats moyens par placette	8
1.6.3 Indices de qualité de station	9
1.6.4 Paramètres de croissance	11

Chapitre deux		Annexe D	
Résultats	13	Abaque de prédiction de la surface terrière marchande (m ² /ha) d'une plantation d'épinette noire en fonction de la surface terrière totale	68
2.1 Modèles de prédiction	13	Annexe E	
2.1.1 Hauteur dominante et indices de qualité de station	13	Abaque de prédiction du DHP (cm) moyen d'une plantation d'épinette noire en fonction de la hauteur des arbres dominants et de l'espacement initial moyen entre les plants	69
2.1.2 Surface terrière	15	Annexe F	
2.1.3 Diamètre à hauteur de poitrine (DHP)	15	Abaque de prédiction du DHP (cm) moyen des arbres marchands d'une plantation d'épinette noire en fonction du DHP moyen	70
2.1.4 Volume	16		
2.2 Tables de rendement	16		
Chapitre trois			
Discussion	49		
3.1 Effets de l'espacement initial entre les plants et de l'indice de qualité de station	49		
3.2 Prédiction du volume marchand pour des plantations de plus de 35 ans	51		
3.3 Utilisation des tables de rendement	57		
3.4 Précision des tables de rendement	57		
Conclusion	59		
Bibliographie	61		
Annexe A			
Liste alphabétique des symboles, de leur signification et des unités de mesure utilisés	65		
Annexe B			
Abaque de prédiction de la hauteur dominante (m) d'une plantation d'épi- nette noire en fonction de l'âge total des plants et de l'indice de qualité de station	66		
Annexe C			
Abaque de prédiction de la surface terrière totale (m ² /ha) d'une plantation d'épinette noire en fonction de la hauteur des arbres dominants et de l'espacement initial moyen entre les plants	67		

Liste des tableaux

Tableau 1	Répartition du nombre de placettes échantillonnées selon les zones et les domaines écologiques (THIBAULT 1985)	5
Tableau 2	Répartition du nombre de placettes échantillonnées selon diverses classes d'âge et d'espacement entre les plants	6
Tableau 3	Paramètres et caractéristiques des équations de régression décrivant la relation entre la hauteur dominante et l'âge selon les groupes ou sous-groupes de qualité de station	10
Tableau 4	Statistiques descriptives de diverses variables dendrométriques des 130 placettes échantillonnées	11
Tableau 5	Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 1,50 m entre les plants	18
Tableau 6	Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 1,75 m entre les plants	23
Tableau 7	Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,00 m entre les plants	28
Tableau 8	Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,25 m entre les plants	33

Tableau 9	Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,50 m entre les plants	38
Tableau 10	Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,75 m entre les plants	43

Liste des figures

Figure 1	Localisation des plantations d'épinette noire échantillonnées	4
Figure 2	Hauteur dominante de l'épinette noire en fonction de l'âge pour divers indices de qualité de station	14
Figure 3	Surface terrière de l'épinette noire en fonction de l'âge pour divers indices de qualité de station et espacements initiaux entre les plants	50
Figure 4	DHP moyen à 35 ans de l'épinette noire en fonction de l'espacement initial et de l'indice de qualité de station	52
Figure 5	Volume total de l'épinette noire en fonction de l'âge pour divers indices de qualité de station et espacements initiaux entre les plants	52
Figure 6	Volume marchand de l'épinette noire en fonction de l'âge pour divers indices de qualité de station et espacements initiaux entre les plants	53
Figure 7	Volume total par arbre de l'épinette noire à 35 ans en fonction de l'espacement initial et de l'indice de qualité de station	54
Figure 8	Accroissement annuel moyen en volume total de l'épinette noire en fonction de l'âge pour divers indices de qualité de station et espacements initiaux entre les plants	54

-
- Figure 9** Accroissement annuel moyen en volume marchand de l'épinette noire en fonction de l'âge pour divers indices de qualité de station et espacements initiaux entre les plants 55
- Figure 10** Extrapolation jusqu'à 55 ans de la production en volume marchand de l'épinette noire avec un espacement initial de 2 m selon l'indice de qualité de station 56

Introduction

L'Épinette noire (*Picea mariana* [Mill.] BSP) est un des conifères les plus fréquents de l'Amérique du Nord. Présente sur toute la largeur du continent, de Terre-Neuve à l'Alaska, on la retrouve sur des stations très variées : sur des sols secs comme sur des sols très humides et du niveau de la mer jusqu'à plus de 1 800 mètres d'altitude (VINCENT 1965). La qualité de sa fibre en fait une essence particulièrement recherchée par l'industrie des pâtes et papiers mais c'est aussi une ressource importante pour les usines de sciage.

Au Québec, contrairement à d'autres essences résineuses comme l'épinette blanche, l'épinette de Norvège, les pins sylvestre, rouge et gris pour lesquelles des plantations avaient été établies au début du siècle (GAGNON 1972), les plantations d'importance en épinette noire n'existent que depuis la fin des années 1940. La popularité de l'épinette noire n'a cessé de s'accroître pour devenir, depuis 1981, l'essence la plus utilisée pour les reboisements au Québec. Au cours des trois périodes comprises entre les années 1970-1980, 1981-1985 et 1986-1992, non seulement le nombre moyen de plants mis en terre annuellement a-t-il augmenté de façon considérable, passant de 29,8 millions à 62,3 millions, puis à 214,1 millions, mais l'importance de l'épinette noire s'est également accrue, passant de 6,6 à 30,9 % et enfin à 44,3 % de tous les plants mis en terre.¹

L'utilisation grandissante des ressources forestières de la zone boréale, zone où l'épinette noire est abondante, et le souci d'en assurer un rendement soutenu expliquent en grande partie l'importance croissante de cette essence pour les reboisements au Québec.

Des connaissances sur le rendement des plantations sont essentielles pour assurer une gestion efficace de cette ressource. Ainsi, les tables de rendement constituent une source importante de renseignements pouvant servir à diverses fins : choisir les essences ou les espacements entre les plants, planifier les divers travaux d'aménagement, déterminer les possibilités annuelles de coupe, effectuer des analyses économiques, prédire la croissance, etc. Au Québec, des tables de rendement pour l'épinette noire en peuplement naturel ont déjà été publiées (BOUDOUX 1978, CARPENTIER *et al.* 1993, VÉZINA et LINTEAU 1968). BERTRAND (1987) a évalué la production de quelques plantations d'épinette noire. Toutefois, aucune table n'est disponible pour cette essence en plantation.

Notre étude vise à construire des tables de rendement pour l'épinette noire en plantation au Québec selon les indices de qualité de station et l'espacement initial moyen entre les plants. Étant donné le jeune âge des plantations échantillonnées, les modèles mathématiques sélectionnés ne peuvent s'appliquer à des plantations plus vieilles que 35 ans. En conséquence, ces tables sont dites préliminaires puisque d'autres tables devront être élaborées ultérieurement pour prédire des rendements jusqu'à l'âge de rotation.

Néanmoins, compte tenu de l'importance de connaître la productivité des plantations jusqu'à 55 ans, la discussion aborde l'extrapolation de la production en volume marchand. Ces valeurs constituent des repères approximatifs qui ne pourront être confirmés ou précisés qu'avec les échantillonnages de plus vieilles plantations. En conséquence, ces valeurs extrapolées doivent être utilisées avec prudence.

¹ Selon les données du Service des techniques d'intervention forestière.

Chapitre premier

Matériel et méthodes

1.1 Sélection des plantations

La sélection des plantations s'est faite selon les critères suivants :

- la plantation doit occuper une superficie suffisamment grande pour permettre l'établissement d'au moins une placette, tout en permettant d'obtenir des rangées de bordure en périphérie de celle-ci;
- la plantation est composée uniquement d'épinettes noires plantées; sinon, la surface terrière de l'épinette noire plantée doit représenter au moins 75 % de la surface terrière totale. Ainsi, lorsque deux essences ou plus ont été plantées, la surface terrière de l'épinette noire doit représenter au moins 75 % de la surface terrière totale. Le même principe s'applique pour les peuplements naturels regarnis avec de l'épinette noire;
- les plants d'une plantation ont tous été mis en terre au cours de la même période. On tolère un écart maximal de deux ans.

Compte tenu des difficultés de modélisation de la surface terrière, du diamètre moyen et du volume (total et marchand), de l'inférence désirée à partir de ces modèles et de la rareté de certains types de plantations, l'échantillonnage a dû être restreint pour l'analyse de ces paramètres. Ainsi, les plantations âgées de moins de 13 ans, celles dont l'espacement moyen entre les plants est inférieur à 1,375 m ou supérieur à 2,875 m, ainsi que celles dont l'indice de qualité de station (section 1.6.3) est inférieur à 5,5 m ne font pas partie de l'estimation des paramètres mentionnés ci-dessus. Toutefois, ces plantations ont pu être conservées pour la modélisation de l'indice de qualité de station (261 placettes, section 2.1.1) et le cubage des arbres (section 1.6.1).

Au total, 67 plantations ont pu satisfaire à l'ensemble des critères de sélection. La localisation géographique de ces plantations est présentée à la figure 1.

1.2 Caractéristiques des plantations échantillonnées

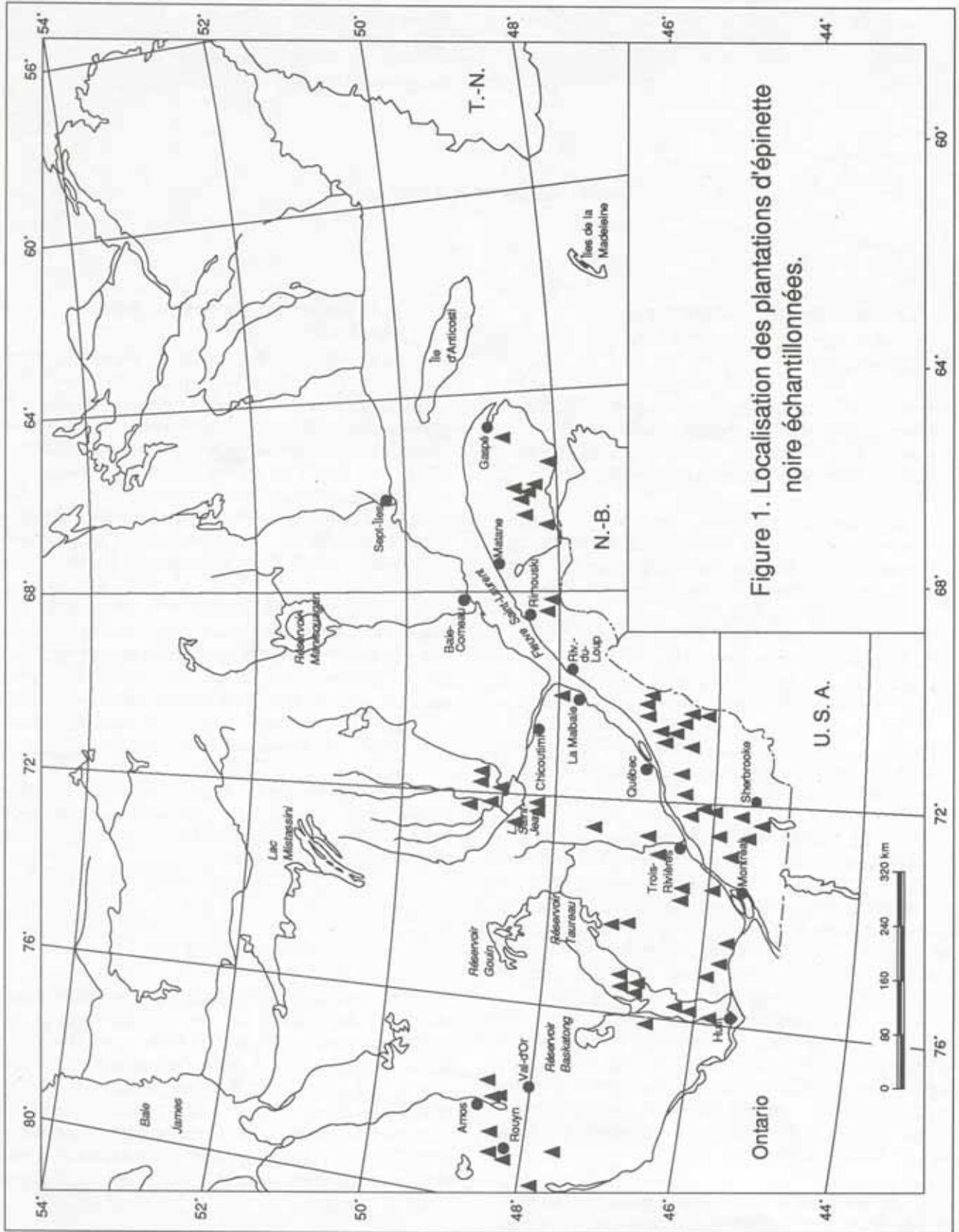
Les 67 plantations étudiées ont été établies entre les années 1952 et 1978. Un peu moins de 72 % de celles-ci sont situées sur des terres privées; il s'agit généralement d'anciennes terres agricoles. Ces plantations ont été réalisées manuellement dans près de 70 % des cas. Les plants étaient généralement à racines nues; des plants en récipient ont servi pour deux plantations seulement. Il s'agit de plantations pures dans près de 70 % des cas, 83 % des plantations ayant plus de 95 % des tiges en épinette noire.

Compte tenu des années de plantation, l'origine des semences utilisées est souvent inconnue. L'espacement entre les arbres est généralement régulier et les plantations occupent souvent de faibles superficies. Un peu plus de 79 % des plantations occupent une superficie inférieure à 5 hectares et 43,3 % ont une superficie inférieure à 1 hectare.

À l'exception de l'élagage artificiel ou de dégagement parfois pratiqué en bas âge, ces plantations n'ont bénéficié d'aucun traitement sylvicole comme l'éclaircie ou la fertilisation.

1.3 Installation des placettes d'échantillonnage

L'emplacement des placettes d'échantillonnage est choisi de façon à couvrir une superficie la plus homogène possible, autant pour ce qui est des conditions écologiques que de la croissance des arbres plantés. De plus, les secteurs de la plantation dont la croissance des arbres a été affectée de façon importante par un agent abiotique ou biotique sont exclus. Enfin, au moins deux rangées d'arbres en périphérie de la placette sont nécessaires afin de minimiser les effets de bordure.



Lorsque la plantation est suffisamment grande et que la qualité de la station semble varier d'un secteur à l'autre, plus d'une placette peuvent être établies par plantation. Ainsi, le nombre de placettes par plantation varie de un à neuf. Un peu plus de la moitié des plantations (34 sur 67) ne contient qu'une seule placette et seulement six plantations ont plus de trois placettes.

Les placettes sont de forme circulaire (115) ou rectangulaire (15). Elles sont positionnées par un piquet au centre (placette circulaire) ou par des piquets aux quatre coins (placette rectangulaire). Les arbres situés tout juste à l'extérieur de la placette sont marqués à la peinture. Les arbres à l'intérieur de la placette n'ont pas été numérotés.

La superficie de la placette est généralement de 0,04 ha (95 des 130 placettes); elle peut également être de 0,02 ha (26 placettes) ou de 0,01 ha (9 placettes) lorsque la superficie de la plantation est trop faible.

1.4 Répartition des placettes d'échantillonnage

La distribution des 130 placettes échantillonnées selon les zones et les domaines écologiques définis par THIBAUT (1985) est présentée au tableau 1. Ainsi, la répartition des placettes selon les zones feuillue, mixte et boréale est de 41,5, 33,1 et 25,4 % respectivement.

Les plantations échantillonnées sont jeunes et seulement 17 des 130 placettes échantillonnées ont 28 ans ou plus (tableau 2). Les classes d'espacement entre les plants les plus fréquentes sont 1,75, 2,00 et 2,25 m. Aucune plantation de 28 ans et plus ne fait partie des classes d'espacement les plus grandes (classes 2,50 et 2,75 m). Enfin, les quatre plantations âgées de 33 ans et plus font partie de la zone feuillue.

La répartition des placettes échantillonnées reflète fidèlement les caractéristiques des plantations disponibles au Québec au moment de l'inventaire.

Tableau 1. Répartition du nombre de placettes échantillonnées selon les zones et les domaines écologiques (THIBAUT 1985)

Zone écologique	Domaine écologique	Fréquence	Pourcentage (%)
Feuillue	1- Érablière à caryer et érablière à tilleul	0	0
	2- Érablière à tilleul et érablière à bouleau jaune	29	22,3
	3- Érablière à bouleau jaune	25	19,2
		54	41,5
Mixte	4- Érablière à bouleau jaune et sapinière à bouleau jaune	4	3,1
	5- Sapinière à bouleau jaune	9	6,9
	6- Sapinière à bouleau blanc	11	8,5
	7- Bétulaie jaune à sapin	19	14,6
		43	33,1
Boréale	8- Sapinière à bouleau blanc	29	22,3
	9- Sapinière à épinette noire	4	3,1
	10- Pessière blanche à sapin et sapinière à épinette blanche	0	0
	11- Pessière noire à sapin et mousses	0	0
	12- Pessière noire à mousses	0	0
	13- Toundra	0	0
		33	25,4
Total		130	100,0

Tableau 2. Répartition du nombre de placettes échantillonnées selon diverses classes d'âge et d'espacement entre les plants

Classe d'âge ¹ (années)	Classes d'espacement ² (m)						Total
	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	
15	5	13	13	14	5	1	51
20	0	5	9	6	2	1	23
25	0	6	12	10	3	8	39
30	1	1	8	3	0	0	13
35	1	2	0	1	0	0	4
Total	7	27	42	34	10	10	130

¹ L'âge correspond à l'âge total y compris les années de production en pépinière.

Les limites de la classe d'âge sont situées à 2,5 années de chaque côté de la valeur centrale indiquée.

² Les limites de la classe d'espacement sont situées à 0,125 m de chaque côté de la valeur centrale indiquée.

1.5 Récolte des données

Au cours des années 1982 à 1990, diverses équipes composées de personnel du Service de l'amélioration des arbres ou des administrations régionales ont récolté les données à l'intérieur des plantations sélectionnées. La prise de données a porté sur les points suivants : 1) le dénombrement des tiges par classe de diamètre à hauteur de poitrine (DHP) des arbres plantés, 2) les arbres dominants et 3) le défilement des arbres pour établir leur cubage.

1.5.1 Dénombrement par classe de DHP

Le diamètre à hauteur de poitrine (à 1,3 m du sol), y compris l'écorce, est évalué à l'aide d'un compas forestier pour chacun des arbres plantés. Par la suite, le nombre de tiges est inscrit pour chacune des classes de DHP utilisées, qui varient de 2 à 30 cm par intervalle de 2 cm. À titre d'exemple, le nombre de tiges dont le DHP varie de 7,1 à 9,0 cm est indiqué à la classe 8. Ce dénombrement se fait séparément pour les arbres vivants et pour les arbres morts. De même, lorsqu'il y a plus d'une essence plantée, on distingue les essences. De plus, on dénombre pour les cas suivants : tiges dont le DHP est de 1 cm et moins, tiges dont la hauteur est inférieure à 1,3 m, tiges disparues et tiges doubles, triples ou quadruples à hauteur de poitrine. Ces derniers dénombrements servent principalement à établir le taux de survie.

1.5.2 Arbres dominants

Dans chacune des placettes, on choisit les épinettes noires dominantes, saines et sans défaut extérieur apparent, équivalant aux 200 plus hautes tiges à l'hectare. Ainsi, pour les placettes les plus courantes, c'est-à-dire 0,04 ha, on sélectionne huit arbres domi-

nants. Pour chacun de ces arbres, on mesure le DHP (au millimètre près, à l'aide d'un compas forestier) et la hauteur totale (au centimètre près, à l'aide d'une règle graduée ou d'un clinomètre *SUUNTO*). De plus, les âges à hauteur de souche (15 cm) et à hauteur de poitrine sont évalués sur des carottes prélevées avec une sonde de Pressler.

L'étude des arbres dominants sert à établir la relation entre la hauteur dominante et l'âge et à déterminer les indices de qualité de station (section 1.6.3).

1.5.3 Défilement des arbres

Pour établir les relations entre la hauteur et le DHP ainsi qu'entre le volume (total ou marchand), la hauteur et le DHP, 249 arbres ont été choisis à la périphérie des placettes de façon à couvrir une gamme variée de hauteur et de DHP pour chaque classe d'âge. Le diamètre et l'épaisseur d'écorce sont évalués à différentes hauteurs : 15 (DHS), 45, 85, 130 (DHP), 200 cm et par intervalles de 100 cm par la suite. À chacune de ces hauteurs, deux mesures sont prises perpendiculairement et leur moyenne quadratique donne le diamètre et l'épaisseur d'écorce moyens. Le diamètre et l'épaisseur d'écorce sont mesurés au millimètre près à l'aide d'un compas forestier et d'une jauge d'épaisseur d'écorce respectivement. La hauteur totale est évaluée au centimètre près avec une règle graduée. Lorsqu'un renflement, un noeud ou une branche empêche l'évaluation du diamètre à un de ces niveaux prédéterminés, les mesures sont prises au-dessus ou au-dessous de la déformation et la hauteur exacte de l'évaluation est notée.

1.6 Traitement des données

Les analyses de régression se font à l'aide du progiciel statistique SAS (SAS Institute 1988), avec les procédures suivantes : *REG* pour les régressions linéaires ou intrinsèquement linéaires, *GLM* pour ces mêmes régressions mais avec l'ajout de variables indicatrices et *NLIN* pour les régressions non linéaires, ces dernières étant réalisées par la méthode itérative de Marquardt.

En régression non linéaire, on effectue l'analyse de la variance par analogie avec celle établie en régression linéaire. La somme résiduelle des carrés est minimisée numériquement puisqu'aucune formule n'existe à cette fin. Le calcul de l'erreur type (err. t.) se justifie intuitivement plutôt que mathématiquement puisque les degrés de liberté associés au dénominateur n'en font pas un estimateur sans biais (MEAD *et al.* 1993). Le coefficient de détermination (R^2)¹ est calculé de la façon suivante (KVALSETH 1985) :

$$R^2 = 1 - \left[\frac{\sum (y - \hat{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2} \right] \quad [1.6.1]$$

De façon générale, le choix des modèles de régression est basé sur le coefficient de détermination, l'erreur type et l'analyse graphique des résidus. La simplicité et la vraisemblance du modèle sont également considérées. Lorsque c'est nécessaire, on base le choix du facteur de pondération sur une analyse graphique des résidus, comme celle que Cook et Weisberg ont établie (CARROLL et RUPPERT 1988).

1.6.1 Cubage des arbres

Les volumes total et marchand (arbres dont le DHP est de plus de 9 cm) sans écorce des 249 arbres mentionnés à la section 1.5.3 sont déterminés selon la méthode mise au point par DÉSAULNIERS (1989). Par cette méthode, le défilement de la tige est défini par une relation entre le rayon de l'arbre et la hauteur à laquelle ce rayon correspond. Par la suite, l'intégrale de cette fonction sert à déterminer le volume entre deux niveaux de la tige. Pour cette étude, les volumes sont estimés de la souche à l'extrémité de la flèche terminale, en excluant l'écorce.

À partir de ces 249 arbres et des arbres dominants mesurés (section 1.5.2), on établit la relation entre la hauteur et le DHP. On ajuste ensuite une régression polynômiale du troisième degré (cubique) ainsi que le

modèle non linéaire de Chapman-Richards, lesquels ont un comportement semblable à l'intérieur des valeurs observées.

L'analyse des résidus pour ces deux modèles suggérant une possible différence entre les zones écologiques, le modèle polynômial avec variables indicatrices sert à tester l'effet de la zone (NETER *et al.* 1985), lequel s'avère significatif ($P < 0,01$). Les équations des zones mixte et boréale ne sont pas différentes entre elles mais diffèrent de celles de la zone feuillue au seuil de 5 %. La proximité relative des domaines écologiques ayant pu être échantillonnés pourrait expliquer l'absence de différence significative entre les deux premières zones.

Le modèle de Chapman-Richards est ensuite ajusté pour les zones mixte et boréale d'une part et pour la zone feuillue d'autre part. Selon les zones écologiques, la hauteur de l'arbre peut être prédite, à partir du DHP, au moyen des équations suivantes :

Zone feuillue :

$$\hat{H} = 1,3 + 22,258832 (1 - e^{(-0,04594 \text{ DHP})})^{1,286512} \quad [1.6.1.1]$$

avec d.l.² = 927
 $\hat{\sigma}$ = 91,9 m
 R^2 = 0,92

Zones mixte et boréale :

$$\hat{H} = 1,3 + 10,83307 (1 - e^{(-0,08770 \text{ DHP})})^{1,303644} \quad [1.6.1.2]$$

avec d.l. = 1608
 $\hat{\sigma}$ = 58,1 m
 R^2 = 0,94

où \hat{H} = Hauteur prédite (m)
 DHP = Diamètre à hauteur de poitrine (cm)
 e = constante népérienne.

¹ Le terme R^2 est utilisé ici par extension au cas linéaire. Néanmoins, il serait plus juste d'employer le terme pseudo- R^2 pour les cas non linéaires.

² d.l. : degrés de liberté; $\hat{\sigma}$: écart type résiduel; R^2 : coefficient de détermination.

Dans une deuxième étape, le volume (total ou marchand) est relié à la hauteur et au DHP. Les équations retenues sont les suivantes :

$$\hat{V}_t = 7,83324 \times 10^{-4} + [3,49 \times 10^{-5} (\text{DHP})^2 (\hat{H})] \quad [1.6.1.3]^3$$

avec d.l. = 247
 $\hat{\sigma}^2 = 1,4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{arbre}$
 $R^2 = 0,99$

$$\hat{V}_m = -7,316827 \times 10^{-3} + [3,27 \times 10^{-5} (\text{DHP})^2 (\hat{H})] \quad [1.6.1.4]^3$$

avec d.l. = 132
 $\hat{\sigma}^2 = 2,0 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{arbre}$
 $R^2 = 0,97$

où \hat{V}_t = Volume total prédit (m^3/arbre)
 \hat{V}_m = Volume marchand prédit (m^3/arbre)
DHP = Diamètre à hauteur de poitrine (cm)
 \hat{H} = Hauteur prédite par l'équation 1.6.1.1 ou 1.6.1.2 (m).

Afin de stabiliser la variance, les régressions ont été pondérées par le facteur $1/(D^2H)$ pour le volume total et le facteur $1/(D^2H)^{3/2}$ pour le volume marchand.

Cette méthode en deux étapes, prédiction de la hauteur, puis des volumes, constitue une façon indirecte de produire un tarif de cubage local (CAO 1989). Bien que présentant le désavantage d'une précision inconnue à la deuxième étape, les résultats de CAO indiquent que pour le pin à l'encens, cette méthode s'avère plus appropriée que l'établissement d'un tarif local à une seule entrée.

Ce tarif de cubage est valable pour les DHP variant de 1,0 cm (9,1 cm pour \hat{V}_m) à 23,4 cm et pour les hauteurs comprises entre 1,6 m (5,4 m pour \hat{V}_m) et 14,8 m. Pour les essences autres que l'épinette noire parfois présentes dans les placettes, nous avons utilisé les tarifs de cubage mis au point par BOLGHARI et BERTRAND (1984).

1.6.2 Résultats moyens par placette

Pour chacune des placettes, on estime les paramètres présentés ci-après. La liste des symboles et leur signification sont présentées à l'annexe A.

L'âge total (AGE) s'obtient en ajoutant deux ans à l'âge moyen à la souche des arbres dominants. Les deux années ajoutées correspondent au temps généralement nécessaire au semis pour atteindre la hauteur de souche, soit 15 cm.

La hauteur totale des arbres dominants (H_D) s'obtient en faisant la moyenne de la hauteur totale de tous les arbres dominants sélectionnés. L'âge total et la hauteur totale des arbres dominants serviront notamment à évaluer l'indice de qualité de station (IQS) de la placette (section 1.6.3).

Le nombre total de tiges à l'hectare (N_t) s'obtient par le dénombrement des tiges vivantes plantées dont le DHP est de plus de 1,0 cm et par l'utilisation d'un facteur de conversion pour obtenir le résultat par hectare.

Le nombre de tiges marchandes à l'hectare (N_m) est calculé de façon analogue à la variable précédente, mais en ne tenant compte que des tiges de plus de 9 cm de DHP.

La surface terrière totale (G_t) est calculée à partir de la surface à la hauteur de poitrine de chacune des tiges vivantes plantées dont le DHP est de 1 cm et plus, celle-ci étant évaluée ainsi :

$$G_i = \frac{\pi \text{DHP}_i^2}{40\,000} \quad [1.6.2.1]$$

où G_i = Surface de la tige «i» (m^2)
DHP_i = Diamètre à hauteur de poitrine de la tige «i» (cm).

Puis, la surface terrière totale est calculée ainsi :

$$G_t = \frac{\sum_{i=1}^T G_i}{S} \quad [1.6.2.2]$$

où G_t = Surface terrière totale (m^2/ha)
 G_i = Surface de la tige «i» (m^2);
 «i» variant de 1 à T,
 soit le nombre total de tiges
S = Superficie de la placette (ha).

³ L'ajustement de ces modèles a été réalisé avec la hauteur mesurée et non pas la hauteur estimée.

La surface terrière marchande (G_m) est évaluée de façon analogue, mais en considérant les tiges dont le DHP est de plus de 9 cm.

Le volume total (V_t) correspond à la somme des volumes de toutes les tiges vivantes plantées dont le DHP est de 1 cm et plus. Le volume individuel des tiges est estimé à partir du cubage des arbres. L'unité de mesure est le m^3/ha . Le volume marchand (V_m) est calculé de la même façon, mais en ne considérant que les tiges de plus de 9 cm.

Le diamètre moyen de la placette (DHP) équivaut au diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne de la placette. Le diamètre moyen des arbres marchands (DHP_m) correspond au diamètre de l'arbre de surface terrière marchande moyenne. Ces diamètres sont calculés ainsi :

$$DHP = 200 \sqrt{\frac{G_t}{\pi (N_t)}} \quad [1.6.2.3]$$

où DHP = Diamètre moyen (cm)
 G_t = Surface terrière totale (m^2/ha)
 N_t = Nombre de tiges à l'hectare.

$$DHP_m = 200 \sqrt{\frac{G_m}{\pi (N_m)}} \quad [1.6.2.4]$$

où DHP_m = Diamètre moyen
 des arbres marchands (cm)
 G_m = Surface terrière marchande (m^2/ha)
 N_m = Nombre de tiges marchandes à l'hectare.

1.6.3 Indices de qualité de station

La détermination de l'indice de qualité de station est basée sur la relation entre la hauteur et l'âge des arbres dominants de 261 placettes dont l'âge total variait de 4 à 36 ans. Cette relation a été étudiée à l'aide de plusieurs modèles statistiques (linéaire simple, polynômial, non linéaire).

Étant donné la qualité de l'ajustement pour l'ensemble des valeurs étudiées, le modèle suivant a été retenu :

$$\hat{H}_D = b_0 AGE^{b_1} b_2^{AGE} \quad [1.6.3.1]$$

où \hat{H}_D = Hauteur dominante prédite (m)
 AGE = Âge total (années)
 b_0, b_1 et b_2 = Coefficients de régression.

La méthode de détermination de l'indice de qualité de station est basée sur l'approche mise au point par CARPENTIER *et al.* (1989). Dans un premier temps, les 261 placettes sont séparées en deux grands groupes. Le groupe « riche » comprend les placettes dont les coordonnées hauteur-âge sont situées au-dessus de la courbe résultant de l'équation générale présentée en 1.6.3.1; le groupe « pauvre » comprend les placettes dont les coordonnées sont en dessous de cette courbe. Par la suite, la relation entre la hauteur dominante et l'âge est décrite pour les deux groupes séparément avec le même type de modèle. De la même façon, chacun des deux groupes est subdivisé en deux sous-groupes. Les relations entre la hauteur dominante et l'âge sont déterminées pour chacun des quatre sous-groupes ainsi formés. Les paramètres et les caractéristiques de ces équations de régression sont présentés au tableau 3.

Ces équations permettent de déterminer la hauteur dominante à l'âge de référence utilisé, soit 25 ans, pour chacun des quatre sous-groupes. Ces valeurs correspondent à l'indice de qualité de station de ces quatre sous-groupes.

L'indice de qualité de station de chacune des 261 placettes est estimé en comparant la hauteur dominante de la placette par rapport à celle prédite pour son sous-groupe. La différence entre ces deux valeurs à un âge donné est considérée comme étant proportionnelle à la différence qui serait observée à l'âge de référence, qui est 25 ans. L'indice de qualité de station, c'est-à-dire la hauteur dominante à 25 ans, peut ainsi être estimé de façon préliminaire pour les 261 placettes.

Enfin, en connaissant l'âge et l'indice de qualité de station des 261 placettes, on peut prédire la hauteur dominante à l'aide du modèle suivant :

$$\hat{H}_D = b_0 (\hat{IQS}) (AGE^{b_1}) b_2^{AGE} \quad [1.6.3.2]$$

où \hat{H}_D = Hauteur dominante prédite (m)
 \hat{IQS} = Indice de qualité de station
 estimé (m)
 AGE = Âge total (années)
 b_0, b_1 et b_2 = Coefficients de régression.

*

Tableau 3. Paramètres et caractéristiques des équations de régression* décrivant la relation entre la hauteur dominante et l'âge selon les groupes ou sous-groupes de qualité de station

Groupe**	Sous-groupe**	Paramètres		Degrés de liberté	Écart type résiduel (m)	R ²
		b ₀	b ₁ b ₂			
-	-	0,028278266	1,909783289	258	0,71	0,947
Riche	-	0,030334266	1,967689004	122	0,34	0,988
Riche	A	0,034654635	1,952907724	54	0,22	0,996
Riche	B	0,028380742	1,948340703	65	0,15	0,998
Pauvre	-	0,026457897	1,773596950	133	0,46	0,974
Pauvre	C	0,029889754	1,802770896	66	0,18	0,996
Pauvre	D	0,021966423	1,710465257	64	0,29	0,990

* Les équations de régression utilisées sont de la forme suivante : Hauteur dominante prédite = b_0 (âge)^{b₁} b₂ âge

** Un tiret (-) indique que les données ne sont pas subdivisées

1.6.4 Paramètres de croissance

La surface terrière, le DHP et le volume de tous les arbres ou des arbres marchands seulement peuvent être prédits à partir de différentes variables explicatives.

Ces prédictions sont faites à l'aide de modèles de régression. Les modèles testés ont été tirés principalement de BOLGHARI et BERTRAND (1984), BOUDOUX et BONENFANT (1979), DALE *et al.* (1989) et SHIPMAN et FAIRWEATHER (1989).

Les variables explicatives qu'on peut retenir sont : l'âge total, la hauteur dominante, l'espacement initial moyen entre les arbres, l'indice de qualité de station et la surface terrière totale. Il s'agit de variables dont les valeurs peuvent être obtenues par un inventaire relativement rapide d'une plantation.

Les statistiques descriptives de diverses variables des 130 placettes servant à la modélisation sont présentées au tableau 4.

Tableau 4. Statistiques descriptives de diverses variables dendrométriques des 130 placettes échantillonnées

Variable	Statistiques			
	Minimum	Moyenne	Maximum	Écart-type
Âge (années)	13,0	20,7	36,0	5,8
Hauteur dominante (m)	2,2	6,4	13,4	2,5
Indice de qualité de station (m)	5,8	8,4	11,4	1,2
Espacement initial (m)	1,39	2,08	2,86	0,31
Nombre de tiges (/ha)	600	2176	4400	838
Nombre de tiges marchandes (/ha)	0	659	2950	754
Surface terrière (m ² /ha)	0,3	10,9	38,4	9,4
Surface terrière marchande (m ² /ha)	0,0	7,7	36,4	9,7
DHP (cm)	2,0	7,3	14,7	3,4
DHP des arbres marchands (cm)	0,0	7,6	14,9	5,6
Volume total (m ³ /ha)	1	38	167	38
Volume marchand (m ³ /ha)	0	23	140	31
Taux de survie (%)	13,2	79,9	100,0	3,5

Chapitre deux

Résultats

2.1 Modèles de prédiction

Le choix des modèles a été influencé par le domaine restreint des valeurs échantillonnées. Ainsi, les modèles de type exponentiel testés, comme ceux de SHIPMAN et FAIRWEATHER (1989) par exemple, tendent trop rapidement vers une asymptote pour les plantations relativement jeunes de cette étude. Les bénéfices à tirer par l'extrapolation de ces modèles sont alors discutables. Il semble donc préférable de retenir un modèle plausible sur tout le domaine des valeurs échantillonnées même si celui-ci peut être plus limitatif à certains égards.

2.1.1 Hauteur dominante et indices de qualité de station

La hauteur dominante est prédite en fonction de l'âge et de l'indice de qualité de station avec le modèle suivant :

$$\hat{H}_D = 0,003813279 (\hat{IQS}) (AGE)^{1,904730104} (0,980710034)^{AGE} \quad [2.1.1.1]$$

où \hat{H}_D = Hauteur dominante prédite (m)
 \hat{IQS} = Indice de qualité de station prédit (m, âge de référence à 25 ans)
 AGE = Âge total (années)

avec d.l. = 258
 $\hat{\sigma}$ = 0,31 m
 R2 = 0,99.

Cette équation permet de présenter (figure 2) un faisceau de courbes décrivant la relation entre la hauteur dominante et l'âge pour divers indices de qualité de station. Ce modèle est valable à l'intérieur des valeurs suivantes : hauteur dominante de 1,3 à 16,8 m, âge total compris entre 4 et 36 ans et indices de qualité de station variant de 5,5 à 10,5 m inclusive-ment. L'abaque présenté à l'annexe B peut également servir à prédire la hauteur dominante.

Il est souvent nécessaire de prédire l'indice de qualité de station à partir de l'âge et de la hauteur dominante. Il s'agit alors d'une prédiction inverse. On obtient un estimateur ponctuel naturel d'un indice de qualité de station donné, IQS_0 , en résolvant l'équation 2.1.1.1 pour H_D :

$$\hat{IQS}_0 = \frac{H_{D_0}}{0,003813279 (AGE_0)^{1,904730104} (0,980710034)^{AGE_0}} \quad [2.1.1.2]$$

où \hat{IQS}_0 = Indice de qualité de station prédit (m, âge de référence à 25 ans)
 H_{D_0} = Hauteur dominante (m)
 AGE_0 = Âge total (années).

On peut aussi calculer un intervalle de prédiction (SEBER et WILD 1989).

La figure 2 ou l'abaque de l'annexe B peuvent également fournir une prédiction rapide de l'indice de qualité de station en fonction de l'âge total des plants et de la hauteur dominante.

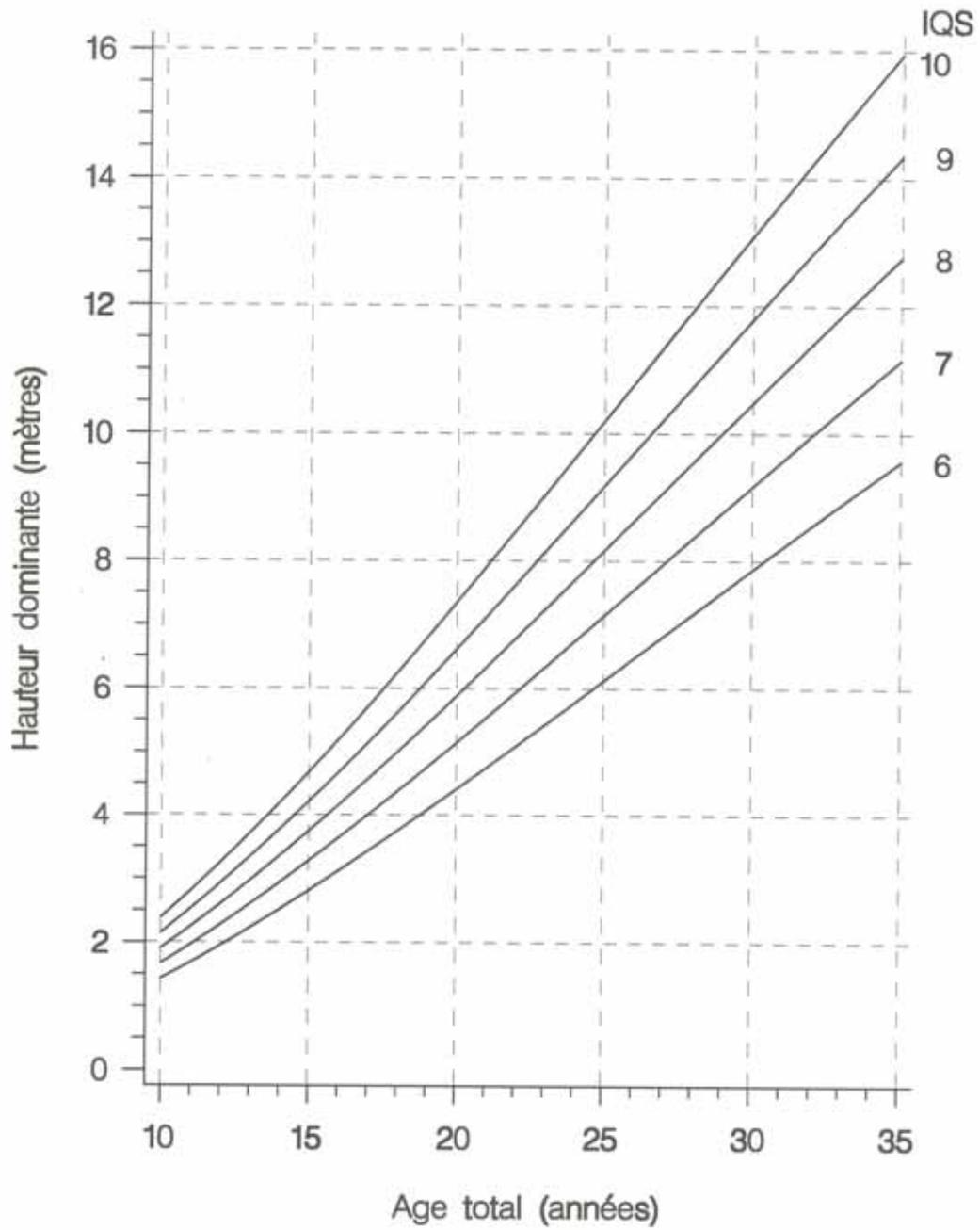


Figure 2. Hauteur dominante de l'épinette noire en fonction de l'âge pour divers indices de qualité de station.

2.1.2 Surface terrière

Les modèles servant à prédire la surface terrière totale et la surface terrière marchande sont les suivants :

$$\hat{G}_t = [-0,186304 + (0,866568 H_D) - (0,025474 H_D^2) - (0,483665 ESP)]^2 - 1 \quad [2.1.2.1]$$

avec d.l. = 126
 $\hat{\sigma}$ = 0,48 (m²/ha)^{1/2} *
 R² = 0,88

$$\hat{G}_m = -5,08195 + (1,095841 G_t) \quad [2.1.2.2]$$

avec d.l. = 84
 $\hat{\sigma}$ = 2,65 m²/ha
 R² = 0,93

où \hat{G}_t = Surface terrière totale prédite (m²/ha)
 \hat{G}_m = Surface terrière marchande prédite (m²/ha)
 H_D = Hauteur dominante (m)
 ESP = Espacement initial moyen entre les plants (m).

Ces modèles sont valables à l'intérieur des valeurs suivantes : hauteur dominante de 2,2 à 13,4 m, espacement initial de 1,4 à 2,9 m et surface terrière totale variant de 0,28 à 38,37 m²/ha.

Des abaques permettant de prédire la surface terrière totale en fonction de la hauteur dominante et de l'espacement initial entre les plants ainsi que la surface terrière marchande en fonction de la surface terrière totale sont présentés aux annexes C et D respectivement.

*

2.1.3 Diamètre à hauteur de poitrine (DHP)

Les prédictions du DHP moyen et du DHP marchand moyen sont réalisées à l'aide des formules 2.1.3.1 et 2.1.3.2 respectivement.

$$\hat{DHP} = 0,361305 + (0,663098 H_D) - (0,047237 H_D^2) - (1,618035 ESP) + [0,613046 H_D (ESP)] \quad [2.1.3.1]$$

avec d.l. = 125
 $\hat{\sigma}$ = 1,12 cm
 R² = 0,89.

$$\hat{DHP}_m = 6,16697 + (0,566622 DHP) \quad [2.1.3.2]$$

avec d.l. = 67
 $\hat{\sigma}$ = 0,45 cm
 R² = 0,87

où \hat{DHP} = Diamètre à hauteur de poitrine moyen prédit (cm)
 \hat{DHP}_m = Diamètre à hauteur de poitrine moyen prédit des arbres marchands (cm)
 H_D = Hauteur dominante (m)
 ESP = Espacement initial moyen entre les plants (m)
 DHP = Diamètre à hauteur de poitrine moyen (cm).

Le premier modèle (\hat{DHP}) est valable à l'intérieur des limites suivantes: hauteur dominante de 2,2 à 13,4 m et un espacement initial de 1,4 à 2,9 m. Le

second modèle (\hat{DHP}_m) est valable pour un DHP moyen variant de 6,3 à 14,2 cm.

À partir de ces équations, nous avons préparé des abaques permettant de prédire le DHP moyen en fonction de la hauteur dominante et de l'espacement initial entre les plants (annexe E) ainsi que le DHP marchand moyen en fonction du DHP moyen (annexe F).

* Les unités sont en (m²/ha)^{1/2} étant donné la transformation « racine carrée de (Gt + 1) » utilisée.

2.1.4 Volume

Les volumes total et marchand par hectare dépendent de la hauteur dominante, de la surface terrière et de l'espacement initial entre les tiges. Les équations permettant de prédire les volumes de bois sans écorce sont les suivantes:

$$\hat{V}_t = [-0,696772 + (0,319922 G_t) + (0,464719 H_D) - (0,010687 G_t (H_D)) + (0,274384 ESP)]^2 \quad [2.1.4.1]$$

avec d.l. = 125
 $\hat{\sigma} = 0,32 \text{ (m}^3/\text{ha)}^{1/2}$
 $R^2 = 0,99$

$$\hat{V}_m = -55,651588 + (0,851779 G_t) - (0,008986 H_D) + [0,248131 G_t (H_D)] + (20,775526 ESP) \quad [2.1.4.2]$$

avec d.l. = 81
 $\hat{\sigma} = 8,08 \text{ m}^3/\text{ha}$
 $R^2 = 0,94$

où \hat{V}_t = Volume total prédit (m^3/ha)
 \hat{V}_m = Volume marchand prédit (m^3/ha)
 G_t = Surface terrière totale (m^2/ha)
 H_D = Hauteur dominante (m)
 ESP = Espacement initial moyen entre les plants (m).

Ces modèles s'appliquent pour les valeurs suivantes : hauteur dominante comprise entre 2,2 m (4,3 m pour \hat{V}_m) et 13,4 m, surface terrière totale de 0,28 m^2/ha (3,37 m^2/ha pour \hat{V}_m) à 38,37 m^2/ha et espacement initial de 1,39 à 2,86 m.

*

2.2 Tables de rendement

L'utilisation des différents modèles présentés à la section 2.1 permet de produire les tables de rendement. Les résultats sont présentés pour des espacements initiaux moyens de 1,50 m (tableau 5), 1,75 m (tableau 6), 2,00 m (tableau 7), 2,25 m (tableau 8), 2,50 m (tableau 9) et 2,75 m (tableau 10). À l'intérieur de chacun de ces tableaux, les résultats sont présentés selon l'indice de qualité de station (hauteur dominante à 25 ans variant de 6 à 10 m par intervalle de 1 m) et l'âge total (de 15 à 35 ans par intervalle de 1 an). Dans ces tables, le nombre total de tiges et le nombre de tiges marchandes sont calculées à l'aide des formules suivantes :

$$N_t = \frac{40\,000 G_t}{\pi DHP^2} \quad [2.2.1]$$

$$N_m = \frac{40\,000 G_m}{\pi DHP_m^2} \quad [2.2.2]$$

où N_t = Nombre total de tiges par hectare dont le DHP est de 1 cm et plus
 N_m = Nombre de tiges marchandes (DHP > 9 cm) par hectare
 G_t = Surface terrière totale (m^2/ha)
 G_m = Surface terrière marchande (m^2/ha)
 DHP = Diamètre à hauteur de poitrine (cm)
 DHP_m = Diamètre à hauteur de poitrine des arbres marchands (cm).

Lorsque la surface terrière totale est inférieure à 4,64 m^2/ha , la surface terrière marchande est fixée à 0,0 afin d'éviter les valeurs négatives. Dans ces cas, le DHP des arbres marchands est manquant. De même, les valeurs négatives pour le volume marchand sont fixées à 0,0 m^3/ha . De plus, afin d'éviter les problèmes d'extrapolation reliés au modèle [2.1.3.2], le DHP_m est considéré comme étant égal au DHP pour des valeurs supérieures à 14,2 cm. Enfin, le volume total équivaut au volume marchand lorsque les modèles prédisent un volume total inférieur au volume marchand.

* Les unités sont en (m^3/ha)^{1/2} étant donné la transformation racine carrée de V_t utilisée.

L'accroissement annuel moyen en volume marchand est obtenu en divisant le volume marchand par l'âge total. L'accroissement annuel courant correspond à la différence entre le volume marchand pour une année donnée et celui de l'année précédente.

Pour prédire des rendements concernant des espacements ou des indices de qualité de station intermédiaires à ceux présentés dans ces tableaux, on peut utiliser les formules de la section 2.1. Une approche permettant d'estimer la production probable en volume marchand pour des plantations de plus de 35 ans est présentée à la section 3.2.

Tableau 5. Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 1,50 m entre les plants
Indice de qualité de station = 6 m (âge de référence à 25 ans)

Âge total dominant (ans)	Hauteur (m)	Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	2,8	0,8	0,0	2,0	-	1,5	0,0	2372	0	0,00	0,00
16	3,1	1,4	0,0	2,4	-	2,4	0,0	3028	0	0,00	0,00
17	3,4	2,1	0,0	2,8	-	3,6	0,0	3399	0	0,00	0,00
18	3,8	2,9	0,0	3,2	-	5,2	0,0	3621	0	0,00	0,00
19	4,1	3,8	0,0	3,6	-	7,2	0,0	3762	0	0,00	0,00
20	4,4	4,8	0,2	4,0	..	9,5	0,0	3853	..	0,00	0,00
21	4,8	5,9	1,4	4,4	..	12,4	0,0	3915	..	0,00	0,00
22	5,1	7,1	2,7	4,8	..	15,7	0,0	3957	..	0,00	0,00
23	5,4	8,3	4,0	5,1	..	19,4	0,0	3987	..	0,00	0,00
24	5,8	9,5	5,4	5,5	..	23,6	0,0	4008	..	0,00	0,00
25	6,1	10,8	6,8	5,9	..	28,3	1,2	4023	..	1,18	0,05
26	6,5	12,2	8,3	6,2	..	33,4	5,4	4034	..	4,23	0,21
27	6,8	13,6	9,8	6,5	9,9	38,9	9,9	4042	1277	4,53	0,37
28	7,2	14,9	11,3	6,9	10,1	44,7	14,8	4048	1423	4,82	0,53
29	7,5	16,3	12,8	7,2	10,2	50,7	19,9	4053	1561	5,08	0,68
30	7,9	17,7	14,4	7,5	10,4	57,1	25,2	4057	1692	5,32	0,84
31	8,2	19,1	15,9	7,7	10,6	63,6	30,7	4060	1815	5,54	0,99
32	8,6	20,5	17,4	8,0	10,7	70,2	36,4	4062	1931	5,73	1,14
33	8,9	21,9	18,9	8,3	10,9	76,8	42,3	4064	2039	5,89	1,28
34	9,2	23,2	20,3	8,5	11,0	83,5	48,3	4066	2141	6,02	1,42
35	9,6	24,5	21,8	8,8	11,1	90,1	54,5	4068	2237	6,12	1,56

Tableau 5 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 1,50 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 7 m (âge de référence à 25 ans)									
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	3,3	1,8	0,0	2,6	-	3,0	0,0	3245	0	0,00	0,00
16	3,6	2,6	0,0	3,1	-	4,6	0,0	3554	0	0,00	0,00
17	4,0	3,6	0,0	3,5	-	6,7	0,0	3735	0	0,00	0,00
18	4,4	4,7	0,1	4,0	..	9,3	0,0	3846	..	0,00	0,00
19	4,8	6,0	1,4	4,4	..	12,5	0,0	3917	..	0,00	0,00
20	5,2	7,3	2,9	4,8	..	16,3	0,0	3963	..	0,00	0,00
21	5,5	8,7	4,4	5,3	..	20,7	0,0	3994	..	0,00	0,00
22	5,9	10,1	6,0	5,7	..	25,8	0,0	4016	..	0,00	0,00
23	6,3	11,7	7,7	6,1	..	31,4	3,7	4030	..	3,75	0,16
24	6,7	13,2	9,4	6,5	9,8	37,6	8,9	4041	1243	5,14	0,37
25	7,1	14,8	11,2	6,8	10,0	44,3	14,4	4048	1414	5,55	0,58
26	7,6	16,5	13,0	7,2	10,2	51,4	20,4	4054	1575	5,94	0,78
27	8,0	18,1	14,8	7,5	10,4	58,8	26,7	4058	1726	6,29	0,99
28	8,4	19,8	16,6	7,9	10,6	66,5	33,3	4061	1868	6,61	1,19
29	8,8	21,4	18,3	8,2	10,8	74,4	40,2	4064	2000	6,89	1,38
30	9,2	23,0	20,1	8,5	11,0	82,4	47,3	4066	2124	7,13	1,58
31	9,6	24,5	21,8	8,8	11,1	90,3	54,6	4068	2240	7,33	1,76
32	10,0	26,0	23,5	9,0	11,3	98,1	62,1	4070	2346	7,47	1,94
33	10,4	27,5	25,1	9,3	11,4	105,8	69,7	4072	2445	7,58	2,11
34	10,8	28,9	26,6	9,5	11,6	113,2	77,3	4074	2537	7,63	2,27
35	11,2	30,2	28,0	9,7	11,7	120,3	84,9	4076	2621	7,64	2,43

Tableau 5 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 1,50 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 8 m (âge de référence à 25 ans)									
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	3,8	2,9	0,0	3,2	-	5,2	0,0	3619	0	0,00	0,00
16	4,2	4,1	0,0	3,7	-	7,7	0,0	3787	0	0,00	0,00
17	4,6	5,4	0,8	4,2	..	10,9	0,0	3887	..	0,00	0,00
18	5,0	6,8	2,3	4,7	..	14,8	0,0	3948	..	0,00	0,00
19	5,4	8,3	4,0	5,2	..	19,5	0,0	3988	..	0,00	0,00
20	5,9	9,9	5,8	5,6	..	25,0	0,0	4013	..	0,00	0,00
21	6,3	11,6	7,7	6,1	..	31,3	3,7	4030	..	3,68	0,18
22	6,8	13,4	9,6	6,5	9,9	38,3	9,5	4042	1263	5,81	0,43
23	7,2	15,2	11,6	6,9	10,1	45,9	15,8	4050	1454	6,35	0,69
24	7,7	17,1	13,7	7,3	10,3	54,1	22,7	4055	1633	6,86	0,95
25	8,2	19,0	15,7	7,7	10,5	62,8	30,0	4059	1800	7,32	1,20
26	8,6	20,8	17,7	8,1	10,7	71,7	37,8	4063	1956	7,74	1,45
27	9,1	22,7	19,7	8,4	10,9	80,8	45,9	4065	2101	8,11	1,70
28	9,6	24,5	21,7	8,7	11,1	89,9	54,3	4068	2234	8,41	1,94
29	10,0	26,2	23,6	9,1	11,3	99,0	62,9	4070	2358	8,65	2,17
30	10,5	27,9	25,5	9,3	11,5	107,9	71,8	4073	2471	8,82	2,39
31	10,9	29,5	27,2	9,6	11,6	116,4	80,7	4075	2575	8,92	2,60
32	11,4	31,0	28,9	9,8	11,7	124,5	89,6	4078	2669	8,95	2,80
33	11,9	32,4	30,5	10,1	11,9	132,1	98,6	4081	2755	8,91	2,99
34	12,3	33,8	31,9	10,3	12,0	139,2	107,4	4084	2832	8,80	3,16
35	12,8	35,0	33,3	10,4	12,1	145,6	116,0	4087	2901	8,63	3,31

Tableau 5 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 1,50 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 9 m (âge de référence à 25 ans)													
		Surface terrière			DHP			Volume (sans écorce)			Nombre de tiges			Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (m ³ /ha)	Marchandes (/ha)	Total (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)			
15	4,2	4,3	0,0	3,8	-	8,1	0,0	3804	0	0,00	0,00				
16	4,7	5,7	1,2	4,3	..	11,7	0,0	3904	..	0,00	0,00				
17	5,2	7,3	2,9	4,8	..	16,3	0,0	3963	..	0,00	0,00				
18	5,6	9,0	4,8	5,4	..	21,8	0,0	4000	..	0,00	0,00				
19	6,1	10,8	6,8	5,9	..	28,3	1,2	4023	..	1,15	0,06				
20	6,6	12,8	8,9	6,3	9,8	35,7	7,3	4038	1190	6,15	0,37				
21	7,1	14,8	11,1	6,8	10,0	43,9	14,1	4048	1405	6,84	0,67				
22	7,6	16,8	13,3	7,3	10,3	52,9	21,6	4055	1607	7,50	0,98				
23	8,2	18,9	15,6	7,7	10,5	62,4	29,7	4059	1794	8,10	1,29				
24	8,7	21,0	17,9	8,1	10,8	72,4	38,4	4063	1968	8,65	1,60				
25	9,2	23,0	20,1	8,5	11,0	82,6	47,5	4066	2128	9,13	1,90				
26	9,7	25,0	22,3	8,9	11,2	92,9	57,1	4069	2276	9,53	2,19				
27	10,2	27,0	24,5	9,2	11,4	103,0	66,9	4071	2410	9,84	2,48				
28	10,8	28,8	26,5	9,5	11,5	112,9	77,0	4074	2533	10,06	2,75				
29	11,3	30,6	28,5	9,8	11,7	122,3	87,1	4077	2644	10,17	3,00				
30	11,8	32,3	30,3	10,0	11,9	131,1	97,3	4080	2743	10,19	3,24				
31	12,3	33,8	31,9	10,3	12,0	139,2	107,4	4084	2832	10,10	3,47				
32	12,8	35,2	33,5	10,5	12,1	146,6	117,3	4088	2911	9,91	3,67				
33	13,3	36,4	34,8	10,6	12,2	153,1	127,0	4092	2979	9,63	3,85				
34	13,9	37,5	36,0	10,8	12,3	158,7	136,2	4097	3038	9,25	4,01				
35	14,4	38,4	37,0	10,9	12,4	163,4	145,0	4103	3089	8,79	4,14				

Tableau 5 (fin). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 1,50 m entre les plants

Âge total dominant (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 10 m (âge de référence à 25 ans)										Accroissement en volume marchand	
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)		
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)				
15	4,7	5,7	1,2	4,3	..	11,8	0,0	3905	..	0,00	0,00		
16	5,2	7,4	3,1	4,9	..	16,8	0,0	3968	..	0,00	0,00		
17	5,7	9,3	5,1	5,4	..	22,9	0,0	4005	..	0,00	0,00		
18	6,3	11,4	7,4	6,0	..	30,2	2,8	4028	..	2,76	0,15		
19	6,8	13,5	9,7	6,5	9,9	38,6	9,7	4042	1270	6,94	0,51		
20	7,4	15,7	12,1	7,0	10,1	47,9	17,5	4051	1498	7,77	0,87		
21	7,9	18,0	14,6	7,5	10,4	58,1	26,0	4057	1711	8,54	1,24		
22	8,5	20,2	17,1	8,0	10,7	68,8	35,3	4062	1908	9,26	1,60		
23	9,1	22,5	19,6	8,4	10,9	80,0	45,2	4065	2089	9,90	1,96		
24	9,6	24,7	22,0	8,8	11,2	91,3	55,6	4068	2254	10,43	2,32		
25	10,2	26,9	24,4	9,2	11,4	102,6	66,5	4071	2405	10,86	2,66		
26	10,8	29,0	26,7	9,5	11,6	113,5	77,6	4074	2540	11,16	2,99		
27	11,4	30,9	28,8	9,8	11,7	123,9	89,0	4078	2662	11,33	3,29		
28	12,0	32,7	30,8	10,1	11,9	133,6	100,3	4081	2771	11,36	3,58		
29	12,5	34,4	32,6	10,3	12,0	142,4	111,6	4086	2866	11,26	3,85		
30	13,1	35,9	34,2	10,6	12,2	150,2	122,6	4090	2949	11,01	4,09		
31	13,7	37,2	35,6	10,7	12,3	156,9	133,2	4096	3020	10,63	4,30		
32	14,3	38,3	36,8	10,9	12,3	162,6	143,3	4101	3079	10,11	4,48		
33	14,8	39,2	37,8	11,0	12,4	167,1	152,8	4108	3128	9,48	4,63		
34	15,4	39,8	38,6	11,1	12,5	170,6	161,5	4115	3165	8,73	4,75		
35	16,0	40,3	39,1	11,2	12,5	173,1	169,4	4123	3193	7,88	4,84		

Tableau 6. Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 1,75 m entre les plants
Indice de qualité de station = 6 m (âge de référence à 25 ans)

Âge total dominant (ans)	Hauteur dominante (m)	Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	2,8	0,4	0,0	2,0	-	1,5	0,0	1375	0	0,00	0,00
16	3,1	1,0	0,0	2,5	-	2,3	0,0	2112	0	0,00	0,00
17	3,4	1,7	0,0	2,9	-	3,5	0,0	2513	0	0,00	0,00
18	3,8	2,5	0,0	3,4	-	4,9	0,0	2747	0	0,00	0,00
19	4,1	3,3	0,0	3,8	-	6,8	0,0	2890	0	0,00	0,00
20	4,4	4,3	0,0	4,3	-	9,0	0,0	2981	0	0,00	0,00
21	4,8	5,3	0,7	4,7	..	11,7	0,0	3039	..	0,00	0,00
22	5,1	6,4	1,9	5,1	..	14,8	0,0	3077	..	0,00	0,00
23	5,4	7,6	3,2	5,6	..	18,4	0,0	3101	..	0,00	0,00
24	5,8	8,8	4,5	6,0	..	22,4	0,7	3115	..	0,70	0,03
25	6,1	10,0	5,9	6,4	9,8	26,9	4,4	3124	785	3,74	0,18
26	6,5	11,3	7,3	6,8	10,0	31,7	8,5	3127	930	4,05	0,33
27	6,8	12,6	8,8	7,2	10,2	36,9	12,8	3128	1067	4,35	0,48
28	7,2	14,0	10,3	7,5	10,4	42,5	17,5	3125	1196	4,63	0,62
29	7,5	15,3	11,7	7,9	10,7	48,4	22,3	3121	1317	4,89	0,77
30	7,9	16,7	13,2	8,3	10,8	54,5	27,5	3116	1431	5,13	0,92
31	8,2	18,1	14,7	8,6	11,0	60,7	32,8	3109	1537	5,34	1,06
32	8,6	19,4	16,2	8,9	11,2	67,1	38,3	3102	1635	5,53	1,20
33	8,9	20,7	17,6	9,2	11,4	73,6	44,0	3094	1727	5,69	1,33
34	9,2	22,0	19,0	9,5	11,6	80,0	49,8	3085	1812	5,82	1,47
35	9,6	23,3	20,4	9,8	11,7	86,5	55,8	3076	1891	5,92	1,59

Tableau 6 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 1,75 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 7 m (âge de référence à 25 ans)											Accroissement en volume marchand	
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)			Nombre de tiges		Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)		
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)					
15	3,3	1,4	0,0	2,7	-	2,9	0,0	2348	0	0,00	0,00			
16	3,6	2,2	0,0	3,2	-	4,4	0,0	2677	0	0,00	0,00			
17	4,0	3,1	0,0	3,7	-	6,3	0,0	2863	0	0,00	0,00			
18	4,4	4,2	0,0	4,2	-	8,8	0,0	2973	0	0,00	0,00			
19	4,8	5,3	0,8	4,7	..	11,8	0,0	3041	..	0,00	0,00			
20	5,2	6,6	2,1	5,2	..	15,4	0,0	3082	..	0,00	0,00			
21	5,5	7,9	3,6	5,7	..	19,6	0,0	3106	..	0,00	0,00			
22	5,9	9,3	5,2	6,2	..	24,4	2,4	3120	..	2,39	0,11			
23	6,3	10,8	6,8	6,6	9,9	29,8	6,9	3126	875	4,50	0,30			
24	6,7	12,3	8,4	7,1	10,2	35,7	11,8	3128	1037	4,92	0,49			
25	7,1	13,9	10,2	7,5	10,4	42,1	17,1	3126	1188	5,33	0,69			
26	7,6	15,5	11,9	7,9	10,7	49,0	22,8	3121	1329	5,71	0,88			
27	8,0	17,1	13,6	8,4	10,9	56,1	28,9	3114	1460	6,06	1,07			
28	8,4	18,7	15,4	8,7	11,1	63,6	35,3	3106	1582	6,38	1,26			
29	8,8	20,2	17,1	9,1	11,3	71,2	41,9	3097	1694	6,65	1,45			
30	9,2	21,8	18,8	9,5	11,5	78,9	48,8	3086	1798	6,89	1,63			
31	9,6	23,3	20,5	9,8	11,7	86,6	55,9	3076	1893	7,09	1,80			
32	10,0	24,8	22,1	10,2	11,9	94,3	63,2	3064	1980	7,24	1,97			
33	10,4	26,2	23,7	10,5	12,1	101,8	70,5	3052	2059	7,34	2,14			
34	10,8	27,6	25,2	10,8	12,3	109,0	77,9	3040	2131	7,39	2,29			
35	11,2	28,9	26,6	11,0	12,4	116,0	85,3	3027	2196	7,40	2,44			

Tableau 6 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 1,75 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Surface terrière		DHP			Volume (sans écorce)			Nombre de tiges			Accroissement en volume marchand		
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (ha)	Marchandes (ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)	Total (ha)	Marchandes (ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	3,8	2,5	0,0	3,4	-	4,9	0,0	2745	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
16	4,2	3,5	0,0	3,9	-	7,3	0,0	2915	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
17	4,6	4,8	0,1	4,5	..	10,3	0,0	3012	..	0,00	0,00	..	0,00	0,00	
18	5,0	6,1	1,6	5,0	..	14,0	0,0	3069	..	0,00	0,00	..	0,00	0,00	
19	5,4	7,6	3,2	5,6	..	18,5	0,0	3101	..	0,00	0,00	..	0,00	0,00	
20	5,9	9,2	4,9	6,1	..	23,7	1,8	3119	..	1,82	0,09	..	1,82	0,09	
21	6,3	10,8	6,8	6,6	9,9	29,7	6,8	3126	873	5,01	0,33	873	5,01	0,33	
22	6,8	12,5	8,6	7,1	10,2	36,4	12,4	3128	1054	5,57	0,56	1054	5,57	0,56	
23	7,2	14,3	10,6	7,6	10,5	43,8	18,5	3125	1223	6,10	0,80	1223	6,10	0,80	
24	7,7	16,1	12,5	8,1	10,8	51,6	25,1	3118	1380	6,60	1,05	1380	6,60	1,05	
25	8,2	17,9	14,5	8,6	11,0	59,9	32,1	3110	1524	7,06	1,29	1524	7,06	1,29	
26	8,6	19,7	16,5	9,0	11,3	68,6	39,6	3100	1657	7,47	1,52	1657	7,47	1,52	
27	9,1	21,5	18,5	9,4	11,5	77,4	47,5	3088	1778	7,84	1,76	1778	7,84	1,76	
28	9,6	23,3	20,4	9,8	11,7	86,3	55,6	3076	1889	8,14	1,99	1889	8,14	1,99	
29	10,0	25,0	22,3	10,2	11,9	95,1	64,0	3063	1989	8,38	2,21	1989	8,38	2,21	
30	10,5	26,6	24,1	10,5	12,1	103,8	72,5	3049	2080	8,55	2,42	2080	8,55	2,42	
31	10,9	28,2	25,8	10,9	12,3	112,1	81,2	3034	2161	8,65	2,62	2161	8,65	2,62	
32	11,4	29,7	27,4	11,2	12,5	120,1	89,8	3019	2233	8,68	2,81	2233	8,68	2,81	
33	11,9	31,1	29,0	11,5	12,7	127,6	98,5	3003	2297	8,65	2,98	2297	8,65	2,98	
34	12,3	32,4	30,4	11,7	12,8	134,6	107,0	2987	2353	8,54	3,15	2353	8,54	3,15	
35	12,8	33,5	31,7	12,0	13,0	140,9	115,4	2971	2401	8,37	3,30	2401	8,37	3,30	

Tableau 6 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 1,75 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 9 m (âge de référence à 25 ans)										Accroissement en volume marchand	
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)		
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)				
15	4,2	3,7	0,0	4,0	-	7,6	0,0	2933	0	0,00	0,00		
16	4,7	5,1	0,5	4,6	..	11,1	0,0	3029	..	0,00	0,00		
17	5,2	6,6	2,1	5,2	..	15,4	0,0	3082	..	0,00	0,00		
18	5,6	8,2	4,0	5,8	..	20,6	0,0	3110	..	0,00	0,00		
19	6,1	10,0	5,9	6,4	9,8	26,8	4,4	3124	784	4,41	0,23		
20	6,6	11,9	7,9	7,0	10,1	33,9	10,3	3128	989	5,89	0,51		
21	7,1	13,8	10,1	7,5	10,4	41,8	16,9	3126	1181	6,56	0,80		
22	7,6	15,8	12,2	8,0	10,7	50,4	24,1	3120	1357	7,21	1,09		
23	8,2	17,8	14,5	8,5	11,0	59,6	31,9	3110	1519	7,81	1,39		
24	8,7	19,8	16,7	9,0	11,3	69,3	40,2	3099	1667	8,35	1,68		
25	9,2	21,8	18,9	9,5	11,5	79,2	49,1	3086	1801	8,83	1,96		
26	9,7	23,8	21,0	9,9	11,8	89,2	58,3	3072	1922	9,22	2,24		
27	10,2	25,7	23,1	10,3	12,0	99,1	67,8	3057	2031	9,53	2,51		
28	10,8	27,5	25,1	10,7	12,3	108,7	77,6	3040	2128	9,74	2,77		
29	11,3	29,3	27,0	11,1	12,5	117,9	87,4	3023	2214	9,86	3,01		
30	11,8	30,9	28,8	11,4	12,6	126,6	97,3	3006	2289	9,88	3,24		
31	12,3	32,4	30,4	11,7	12,8	134,6	107,1	2987	2353	9,80	3,45		
32	12,8	33,7	31,9	12,0	13,0	141,9	116,7	2968	2408	9,62	3,65		
33	13,3	34,9	33,2	12,3	13,1	148,4	126,1	2948	2454	9,34	3,82		
34	13,9	36,0	34,4	12,5	13,3	154,0	135,0	2928	2490	8,98	3,97		
35	14,4	36,9	35,4	12,7	13,4	158,8	143,6	2907	2519	8,53	4,10		

Tableau 6 (fin). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 1,75 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 10 m (âge de référence à 25 ans)									
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	4,7	5,1	0,5	4,6	..	11,2	0,0	3030	..	0,00	0,00
16	5,2	6,8	2,3	5,3	..	15,9	0,0	3086	..	0,00	0,00
17	5,7	8,6	4,3	5,9	..	21,7	0,1	3114	..	0,13	0,01
18	6,3	10,5	6,4	6,5	9,9	28,7	5,9	3126	841	5,82	0,33
19	6,8	12,6	8,7	7,2	10,2	36,7	12,6	3128	1060	6,65	0,66
20	7,4	14,7	11,0	7,7	10,6	45,6	20,1	3123	1262	7,46	1,00
21	7,9	16,9	13,5	8,3	10,9	55,4	28,3	3115	1448	8,23	1,35
22	8,5	19,1	15,9	8,9	11,2	65,8	37,2	3103	1616	8,93	1,69
23	9,1	21,3	18,3	9,4	11,5	76,6	46,8	3089	1768	9,56	2,03
24	9,6	23,5	20,7	9,9	11,8	87,7	56,9	3074	1905	10,09	2,37
25	10,2	25,6	23,0	10,3	12,0	98,6	67,4	3057	2027	10,51	2,70
26	10,8	27,6	25,2	10,8	12,3	109,3	78,2	3039	2134	10,81	3,01
27	11,4	29,6	27,3	11,2	12,5	119,5	89,2	3020	2228	10,99	3,30
28	12,0	31,3	29,2	11,5	12,7	129,0	100,2	3000	2309	11,02	3,58
29	12,5	32,9	31,0	11,9	12,9	137,7	111,1	2979	2377	10,92	3,83
30	13,1	34,4	32,6	12,2	13,1	145,5	121,8	2958	2434	10,68	4,06
31	13,7	35,7	34,0	12,4	13,2	152,2	132,1	2935	2479	10,31	4,26
32	14,3	36,8	35,2	12,7	13,4	157,9	141,9	2911	2514	9,81	4,44
33	14,8	37,6	36,2	12,9	13,5	162,6	151,1	2887	2539	9,19	4,58
34	15,4	38,3	36,9	13,1	13,6	166,2	159,6	2861	2553	8,46	4,69
35	16,0	38,8	37,4	13,2	13,6	168,9	167,2	2835	2559	7,63	4,78

Tableau 7. Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,00 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 6 m (âge de référence à 25 ans)										Accroissement en volume marchand (m ³ /ha.an)
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ² /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)			
15	2,8	0,2	0,0	2,1	-	1,5	0,0	515	0	0,00	0,00	
16	3,1	0,7	0,0	2,6	-	2,3	0,0	1352	0	0,00	0,00	
17	3,4	1,3	0,0	3,1	-	3,3	0,0	1795	0	0,00	0,00	
18	3,8	2,0	0,0	3,6	-	4,7	0,0	2050	0	0,00	0,00	
19	4,1	2,8	0,0	4,1	-	6,4	0,0	2204	0	0,00	0,00	
20	4,4	3,7	0,0	4,5	-	8,5	0,0	2301	0	0,00	0,00	
21	4,8	4,7	0,1	5,0	..	11,1	0,0	2363	..	0,00	0,00	
22	5,1	5,8	1,2	5,5	..	14,0	0,0	2403	..	0,00	0,00	
23	5,4	6,9	2,4	6,0	..	17,4	0,9	2428	..	0,95	0,04	
24	5,8	8,0	3,7	6,5	9,8	21,3	4,2	2443	489	3,25	0,17	
25	6,1	9,2	5,0	6,9	10,1	25,5	7,8	2451	630	3,56	0,31	
26	6,5	10,5	6,4	7,4	10,3	30,1	11,6	2454	763	3,87	0,45	
27	6,8	11,8	7,8	7,8	10,6	35,2	15,8	2452	886	4,16	0,58	
28	7,2	13,1	9,2	8,2	10,8	40,5	20,2	2448	1002	4,44	0,72	
29	7,5	14,4	10,7	8,7	11,1	46,1	24,9	2442	1109	4,70	0,86	
30	7,9	15,7	12,1	9,1	11,3	52,0	29,9	2434	1209	4,93	1,00	
31	8,2	17,0	13,6	9,5	11,5	58,1	35,0	2424	1301	5,14	1,13	
32	8,6	18,3	15,0	9,8	11,7	64,2	40,3	2414	1386	5,33	1,26	
33	8,9	19,6	16,4	10,2	11,9	70,5	45,8	2403	1465	5,49	1,39	
34	9,2	20,9	17,8	10,5	12,1	76,8	51,4	2390	1537	5,62	1,51	
35	9,6	22,1	19,1	10,9	12,3	83,0	57,2	2378	1603	5,72	1,63	

Tableau 7 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,00 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 7 m (âge de référence à 25 ans)									
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	3,3	1,0	0,0	2,8	-	2,8	0,0	1614	0	0,00	0,00
16	3,6	1,8	0,0	3,4	-	4,2	0,0	1973	0	0,00	0,00
17	4,0	2,6	0,0	3,9	-	6,0	0,0	2175	0	0,00	0,00
18	4,4	3,6	0,0	4,5	-	8,3	0,0	2293	0	0,00	0,00
19	4,8	4,7	0,1	5,1	..	11,2	0,0	2365	..	0,00	0,00
20	5,2	5,9	1,4	5,6	..	14,6	0,0	2409	..	0,00	0,00
21	5,5	7,2	2,8	6,1	..	18,6	1,9	2434	..	1,94	0,09
22	5,9	8,6	4,3	6,7	10,0	23,2	5,8	2448	556	3,87	0,26
23	6,3	10,0	5,9	7,2	10,2	28,3	10,1	2453	713	4,29	0,44
24	6,7	11,5	7,5	7,7	10,5	34,0	14,8	2453	859	4,71	0,62
25	7,1	13,0	9,1	8,2	10,8	40,1	19,9	2449	994	5,11	0,80
26	7,6	14,5	10,8	8,7	11,1	46,7	25,4	2441	1119	5,48	0,98
27	8,0	16,1	12,5	9,2	11,4	53,6	31,2	2431	1234	5,83	1,16
28	8,4	17,6	14,2	9,6	11,6	60,8	37,4	2420	1340	6,14	1,33
29	8,8	19,1	15,9	10,1	11,9	68,2	43,8	2407	1437	6,42	1,51
30	9,2	20,7	17,6	10,5	12,1	75,7	50,5	2393	1525	6,66	1,68
31	9,6	22,1	19,2	10,9	12,3	83,2	57,3	2377	1605	6,85	1,85
32	10,0	23,6	20,8	11,3	12,6	90,6	64,3	2361	1677	7,00	2,01
33	10,4	25,0	22,3	11,6	12,8	97,9	71,4	2345	1741	7,10	2,16
34	10,8	26,3	23,8	12,0	13,0	105,0	78,6	2328	1799	7,16	2,31
35	11,2	27,6	25,2	12,3	13,2	111,8	85,7	2310	1851	7,17	2,45

Tableau 7 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,00 m entre les plants

Âge total dominant (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 8 m (âge de référence à 25 ans)										Accroissement en volume marchand	
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)	Marchandes (t/ha)	Total (t/ha)
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (t/ha)	Marchandes (t/ha)				
15	3,8	2,0	0,0	3,5	-	4,7	0,0	2047	0	0,00	0,00	0,00	0,00
16	4,2	3,0	0,0	4,2	-	6,9	0,0	2231	0	0,00	0,00	0,00	0,00
17	4,6	4,2	0,0	4,8	-	9,7	0,0	2335	0	0,00	0,00	0,00	0,00
18	5,0	5,5	0,9	5,4	..	13,3	0,0	2395	..	0,00	0,00	0,00	0,00
19	5,4	6,9	2,5	6,0	..	17,5	1,0	2429	..	1,03	1,03	0,05	0,05
20	5,9	8,4	4,1	6,6	9,9	22,5	5,3	2446	534	4,23	4,23	0,26	0,26
21	6,3	10,0	5,9	7,2	10,2	28,2	10,0	2453	711	4,78	4,78	0,48	0,48
22	6,8	11,6	7,7	7,8	10,6	34,7	15,4	2453	874	5,33	5,33	0,70	0,70
23	7,2	13,4	9,6	8,3	10,9	41,7	21,2	2447	1025	5,85	5,85	0,92	0,92
24	7,7	15,1	11,5	8,9	11,2	49,3	27,6	2438	1164	6,34	6,34	1,15	1,15
25	8,2	16,9	13,4	9,4	11,5	57,3	34,4	2426	1290	6,80	6,80	1,37	1,37
26	8,6	18,6	15,3	9,9	11,8	65,7	41,6	2411	1404	7,21	7,21	1,60	1,60
27	9,1	20,4	17,2	10,4	12,1	74,2	49,1	2395	1508	7,57	7,57	1,82	1,82
28	9,6	22,1	19,1	10,9	12,3	82,8	57,0	2378	1601	7,87	7,87	2,04	2,04
29	10,0	23,7	20,9	11,3	12,6	91,4	65,1	2360	1684	8,10	8,10	2,25	2,25
30	10,5	25,3	22,7	11,7	12,8	99,9	73,4	2340	1758	8,27	8,27	2,45	2,45
31	10,9	26,9	24,4	12,1	13,1	108,1	81,7	2320	1823	8,38	8,38	2,64	2,64
32	11,4	28,3	26,0	12,5	13,3	115,9	90,2	2299	1879	8,41	8,41	2,82	2,82
33	11,9	29,7	27,5	12,9	13,5	123,3	98,5	2277	1928	8,38	8,38	2,99	2,99
34	12,3	31,0	28,9	13,2	13,7	130,1	106,8	2254	1969	8,28	8,28	3,14	3,14
35	12,8	32,1	30,1	13,5	13,8	136,5	114,9	2231	2003	8,12	8,12	3,28	3,28

Tableau 7 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,00 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 9 m (âge de référence à 25 ans)										Accroissement en volume marchand	
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Marchandes		Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)				
15	4,2	3,2	0,0	4,3	-	7,3	0,0	2250	0	0,00	0,00	0,00	
16	4,7	4,5	0,0	4,9	-	10,5	0,0	2352	0	0,00	0,00	0,00	
17	5,2	5,9	1,4	5,6	..	14,6	0,0	2409	..	0,00	0,00	0,00	
18	5,6	7,5	3,2	6,3	..	19,6	2,8	2438	..	2,78	0,15	0,15	
19	6,1	9,2	5,0	6,9	10,1	25,5	7,7	2451	629	4,95	0,41	0,41	
20	6,6	11,0	7,0	7,6	10,5	32,2	13,4	2453	816	5,63	0,67	0,67	
21	7,1	12,9	9,1	8,2	10,8	39,8	19,7	2449	987	6,29	0,94	0,94	
22	7,6	14,8	11,2	8,8	11,2	48,1	26,6	2439	1144	6,93	1,21	1,21	
23	8,2	16,8	13,3	9,4	11,5	57,0	34,1	2426	1285	7,52	1,48	1,48	
24	8,7	18,8	15,5	10,0	11,8	66,3	42,2	2410	1413	8,05	1,76	1,76	
25	9,2	20,7	17,6	10,5	12,1	75,9	50,7	2392	1527	8,52	2,03	2,03	
26	9,7	22,6	19,7	11,0	12,4	85,6	59,6	2372	1629	8,92	2,29	2,29	
27	10,2	24,5	21,7	11,5	12,7	95,3	68,8	2351	1719	9,22	2,55	2,55	
28	10,8	26,3	23,7	12,0	13,0	104,7	78,3	2328	1797	9,44	2,79	2,79	
29	11,3	27,9	25,5	12,4	13,2	113,7	87,8	2305	1864	9,56	3,03	3,03	
30	11,8	29,5	27,3	12,8	13,4	122,3	97,4	2280	1922	9,58	3,25	3,25	
31	12,3	31,0	28,9	13,2	13,7	130,2	106,9	2254	1969	9,50	3,45	3,45	
32	12,8	32,3	30,3	13,6	13,9	137,4	116,2	2228	2008	9,33	3,63	3,63	
33	13,3	33,5	31,6	13,9	14,1	143,9	125,3	2200	2038	9,06	3,80	3,80	
34	13,9	34,6	32,8	14,2	14,2	149,5	134,0	2172	2061	8,70	3,94	3,94	
35	14,4	35,4	33,8	14,5	14,5	154,4	142,2	2143	2041	8,27	4,06	4,06	

Tableau 7 (fin). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,00 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 10 m (âge de référence à 25 ans)										Accroissement en volume marchand			
		Surface terreière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)	Marchandes (t/ha)	Total (t/ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (m ³ /ha)
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (t/ha)	Marchandes (t/ha)						
15	4,7	4,5	0,0	4,9	-	10,6	0,0	2354	0	0,00	0,00				
16	5,2	6,1	1,6	5,7	..	15,1	0,0	2413	..	0,00	0,00				
17	5,7	7,8	3,5	6,4	9,8	20,6	3,7	2441	466	3,65	0,21				
18	6,3	9,7	5,6	7,1	10,2	27,2	9,2	2453	682	5,55	0,51				
19	6,8	11,7	7,7	7,8	10,6	34,9	15,6	2452	880	6,36	0,82				
20	7,4	13,8	10,0	8,5	11,0	43,5	22,7	2445	1060	7,16	1,14				
21	7,9	15,9	12,3	9,1	11,3	52,9	30,6	2432	1223	7,91	1,46				
22	8,5	18,1	14,7	9,8	11,7	63,0	39,2	2416	1369	8,61	1,78				
23	9,1	20,2	17,1	10,4	12,0	73,5	48,5	2397	1500	9,23	2,11				
24	9,6	22,3	19,4	10,9	12,4	84,2	58,2	2375	1615	9,75	2,43				
25	10,2	24,4	21,6	11,5	12,7	94,9	68,4	2352	1715	10,17	2,74				
26	10,8	26,4	23,8	12,0	13,0	105,3	78,9	2327	1802	10,47	3,03				
27	11,4	28,2	25,9	12,5	13,3	115,3	89,5	2300	1875	10,65	3,32				
28	12,0	30,0	27,8	13,0	13,5	124,7	100,2	2272	1937	10,69	3,58				
29	12,5	31,6	29,5	13,4	13,7	133,3	110,8	2243	1987	10,59	3,82				
30	13,1	33,0	31,1	13,8	14,0	141,0	121,2	2213	2026	10,36	4,04				
31	13,7	34,2	32,4	14,1	14,2	147,8	131,2	2181	2054	10,00	4,23				
32	14,3	35,3	33,6	14,5	14,5	153,5	140,7	2149	2045	9,51	4,40				
33	14,8	36,1	34,5	14,8	14,8	158,2	149,6	2115	2020	8,90	4,53				
34	15,4	36,8	35,3	15,0	15,0	162,0	157,7	2080	1992	8,19	4,64				
35	16,0	37,3	35,8	15,2	15,2	165,1	165,1	2044	1961	7,37	4,72				

Tableau 8. Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,25 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 6 m (âge de référence à 25 ans)									
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	2,8	0,0	0,0	2,1	-	1,5	0,0	0	0	0,00	0,00
16	3,1	0,4	0,0	2,6	-	2,2	0,0	727	0	0,00	0,00
17	3,4	1,0	0,0	3,2	-	3,2	0,0	1215	0	0,00	0,00
18	3,8	1,6	0,0	3,7	-	4,5	0,0	1493	0	0,00	0,00
19	4,1	2,4	0,0	4,3	-	6,1	0,0	1661	0	0,00	0,00
20	4,4	3,2	0,0	4,8	-	8,1	0,0	1768	0	0,00	0,00
21	4,8	4,1	0,0	5,4	-	10,5	0,0	1837	0	0,00	0,00
22	5,1	5,1	0,5	5,9	..	13,3	1,9	1882	..	1,92	0,09
23	5,4	6,2	1,7	6,4	9,8	16,6	4,7	1911	226	2,76	0,20
24	5,8	7,3	2,9	6,9	10,1	20,2	7,8	1929	366	3,08	0,32
25	6,1	8,5	4,2	7,5	10,4	24,3	11,2	1939	496	3,39	0,45
26	6,5	9,7	5,5	8,0	10,7	28,7	14,8	1943	617	3,69	0,57
27	6,8	10,9	6,9	8,5	11,0	33,5	18,8	1943	730	3,98	0,70
28	7,2	12,2	8,3	8,9	11,2	38,6	23,1	1940	834	4,25	0,82
29	7,5	13,5	9,7	9,4	11,5	44,1	27,6	1935	930	4,51	0,95
30	7,9	14,7	11,1	9,9	11,8	49,7	32,3	1927	1019	4,74	1,08
31	8,2	16,0	12,5	10,3	12,0	55,5	37,3	1918	1100	4,95	1,20
32	8,6	17,3	13,8	10,7	12,3	61,5	42,4	1908	1175	5,13	1,33
33	8,9	18,5	15,2	11,2	12,5	67,6	47,7	1896	1243	5,29	1,45
34	9,2	19,8	16,6	11,6	12,7	73,7	53,1	1884	1305	5,42	1,56
35	9,6	21,0	17,9	11,9	12,9	79,8	58,6	1871	1361	5,53	1,68

Tableau 8 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,25 m entre les plants

Âge total dominant (ans)	Hauteur (m)	Indice de qualité de station = 7 m (âge de référence à 25 ans)										Accroissement en volume marchand	
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)				
15	3,3	0,7	0,0	2,9	-	2,7	0,0	1016	0	0,00	0,00		
16	3,6	1,4	0,0	3,5	-	4,0	0,0	1410	0	0,00	0,00		
17	4,0	2,2	0,0	4,1	-	5,7	0,0	1629	0	0,00	0,00		
18	4,4	3,1	0,0	4,8	-	7,9	0,0	1759	0	0,00	0,00		
19	4,8	4,2	0,0	5,4	-	10,6	0,0	1839	0	0,00	0,00		
20	5,2	5,3	0,7	6,0	..	13,9	2,4	1888	..	2,37	0,12		
21	5,5	6,5	2,1	6,6	9,9	17,7	5,6	1917	271	3,25	0,27		
22	5,9	7,8	3,5	7,2	10,2	22,0	9,3	1934	427	3,67	0,42		
23	6,3	9,2	5,0	7,8	10,6	26,9	13,4	1942	572	4,09	0,58		
24	6,7	10,6	6,6	8,3	10,9	32,4	17,9	1944	705	4,50	0,75		
25	7,1	12,1	8,2	8,9	11,2	38,3	22,8	1941	827	4,89	0,91		
26	7,6	13,6	9,8	9,5	11,5	44,6	28,0	1934	939	5,26	1,08		
27	8,0	15,1	11,4	10,0	11,8	51,3	33,6	1925	1042	5,61	1,25		
28	8,4	16,6	13,1	10,5	12,1	58,2	39,6	1913	1135	5,92	1,41		
29	8,8	18,1	14,7	11,0	12,4	65,4	45,8	1901	1219	6,19	1,58		
30	9,2	19,5	16,3	11,5	12,7	72,6	52,2	1886	1295	6,42	1,74		
31	9,6	21,0	17,9	12,0	12,9	79,9	58,8	1871	1363	6,62	1,90		
32	10,0	22,4	19,5	12,4	13,2	87,2	65,6	1854	1424	6,77	2,05		
33	10,4	23,8	21,0	12,8	13,4	94,3	72,4	1837	1477	6,87	2,19		
34	10,8	25,1	22,4	13,2	13,7	101,2	79,4	1819	1525	6,93	2,33		
35	11,2	26,3	23,7	13,6	13,9	107,9	86,3	1801	1566	6,95	2,47		

Tableau 8 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,25 m entre les plants

Âge total dominant (ans)	Hauteur (m)	Indice de qualité de station = 8 m (âge de référence à 25 ans)										Accroissement en volume marchand	
		Surface terre		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)	Marchandes (/ha)	Total (/ha)
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)				
15	3,8	1,6	0,0	3,7	-	4,5	0,0	1490	0	0,00	0,00	0,00	0,00
16	4,2	2,6	0,0	4,4	-	6,6	0,0	1691	0	0,00	0,00	0,00	0,00
17	4,6	3,7	0,0	5,1	-	9,3	0,0	1805	0	0,00	0,00	0,00	0,00
18	5,0	4,9	0,3	5,8	..	12,6	1,3	1873	..	1,29	0,07	1,29	0,07
19	5,4	6,2	1,7	6,4	9,8	16,7	4,8	1911	230	3,47	0,25	3,47	0,25
20	5,9	7,7	3,3	7,1	10,2	21,4	8,8	1933	407	4,01	0,44	4,01	0,44
21	6,3	9,2	5,0	7,8	10,6	26,9	13,3	1942	570	4,56	0,63	4,56	0,63
22	6,8	10,8	6,8	8,4	10,9	33,0	18,4	1944	719	5,09	0,84	5,09	0,84
23	7,2	12,5	8,6	9,0	11,3	39,8	24,0	1939	855	5,60	1,04	5,60	1,04
24	7,7	14,1	10,4	9,7	11,6	47,1	30,1	1931	979	6,09	1,25	6,09	1,25
25	8,2	15,8	12,3	10,3	12,0	54,8	36,6	1919	1091	6,54	1,47	6,54	1,47
26	8,6	17,6	14,2	10,8	12,3	62,9	43,6	1905	1191	6,94	1,68	6,94	1,68
27	9,1	19,3	16,0	11,4	12,6	71,2	50,9	1889	1280	7,30	1,88	7,30	1,88
28	9,6	20,9	17,9	11,9	12,9	79,6	58,5	1871	1360	7,60	2,09	7,60	2,09
29	10,0	22,6	19,6	12,5	13,2	88,0	66,3	1852	1430	7,83	2,29	7,83	2,29
30	10,5	24,1	21,4	12,9	13,5	96,2	74,3	1832	1491	8,01	2,48	8,01	2,48
31	10,9	25,6	23,0	13,4	13,8	104,2	82,4	1811	1544	8,11	2,66	8,11	2,66
32	11,4	27,0	24,6	13,9	14,0	111,9	90,6	1789	1589	8,15	2,83	8,15	2,83
33	11,9	28,4	26,0	14,3	14,3	119,1	98,7	1767	1620	8,12	2,99	8,12	2,99
34	12,3	29,6	27,4	14,7	14,7	125,9	106,7	1743	1611	8,03	3,14	8,03	3,14
35	12,8	30,8	28,6	15,1	15,1	132,2	114,6	1719	1600	7,87	3,27	7,87	3,27

Tableau 8 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,25 m entre les plants

Âge total dominant (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 9 m (âge de référence à 25 ans)										Accroissement en volume marchand	
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand		Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)		
15	4,2	2,7	0,0	4,5	-	6,9	0,0	1711	0	0,00	0,00	0,00	0,00
16	4,7	3,9	0,0	5,2	-	10,0	0,0	1825	0	0,00	0,00	0,00	0,00
17	5,2	5,3	0,7	6,0	..	13,9	2,4	1888	..	2,38	0,14	2,38	0,14
18	5,6	6,8	2,4	6,7	10,0	18,6	6,4	1922	308	4,04	0,36	4,04	0,36
19	6,1	8,5	4,2	7,5	10,4	24,2	11,1	1939	495	4,71	0,59	4,71	0,59
20	6,6	10,2	6,1	8,2	10,8	30,7	16,5	1944	666	5,37	0,82	5,37	0,82
21	7,1	12,0	8,1	8,9	11,2	38,0	22,5	1941	821	6,02	1,07	6,02	1,07
22	7,6	13,9	10,1	9,6	11,6	46,0	29,2	1932	961	6,65	1,33	6,65	1,33
23	8,2	15,8	12,2	10,2	12,0	54,5	36,4	1920	1087	7,23	1,58	7,23	1,58
24	8,7	17,7	14,3	10,9	12,3	63,5	44,2	1904	1198	7,76	1,84	7,76	1,84
25	9,2	19,6	16,4	11,5	12,7	72,9	52,4	1886	1297	8,22	2,10	8,22	2,10
26	9,7	21,5	18,4	12,1	13,0	82,3	61,0	1865	1384	8,61	2,35	8,61	2,35
27	10,2	23,3	20,4	12,7	13,4	91,7	69,9	1843	1459	8,92	2,59	8,92	2,59
28	10,8	25,0	22,3	13,2	13,7	100,9	79,1	1820	1523	9,13	2,82	9,13	2,82
29	11,3	26,7	24,1	13,7	14,0	109,8	88,3	1795	1577	9,25	3,05	9,25	3,05
30	11,8	28,2	25,8	14,2	14,2	118,2	97,6	1770	1620	9,28	3,25	9,28	3,25
31	12,3	29,6	27,4	14,7	14,7	126,0	106,8	1743	1611	9,21	3,44	9,21	3,44
32	12,8	30,9	28,8	15,2	15,2	133,1	115,8	1715	1598	9,04	3,62	9,04	3,62
33	13,3	32,1	30,1	15,6	15,6	139,6	124,6	1687	1582	8,78	3,78	8,78	3,78
34	13,9	33,1	31,2	16,0	16,0	145,2	133,1	1658	1562	8,44	3,91	8,44	3,91
35	14,4	34,0	32,2	16,3	16,3	150,1	141,1	1628	1540	8,01	4,03	8,01	4,03

Tableau 8 (fin). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,25 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 10 m (âge de référence à 25 ans)									
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	4,7	4,0	0,0	5,3	-	10,1	0,0	1826	0	0,00	0,00
16	5,2	5,5	0,9	6,1	..	14,3	2,8	1892	..	2,76	0,17
17	5,7	7,1	2,7	6,9	10,1	19,6	7,2	1926	344	4,48	0,43
18	6,3	8,9	4,7	7,7	10,5	25,9	12,5	1941	543	5,28	0,70
19	6,8	10,9	6,8	8,4	10,9	33,3	18,6	1943	724	6,08	0,98
20	7,4	12,9	9,0	9,2	11,4	41,5	25,5	1938	887	6,86	1,27
21	7,9	14,9	11,3	9,9	11,8	50,6	33,1	1926	1032	7,60	1,57
22	8,5	17,0	13,6	10,7	12,2	60,3	41,4	1910	1160	8,29	1,88
23	9,1	19,1	15,9	11,3	12,6	70,5	50,3	1891	1273	8,90	2,19
24	9,6	21,2	18,1	12,0	13,0	80,9	59,7	1869	1371	9,42	2,49
25	10,2	23,2	20,3	12,7	13,3	91,3	69,5	1844	1455	9,84	2,78
26	10,8	25,1	22,4	13,3	13,7	101,5	79,7	1819	1527	10,14	3,06
27	11,4	26,9	24,4	13,8	14,0	111,3	90,0	1791	1586	10,31	3,33
28	12,0	28,6	26,3	14,4	14,4	120,5	100,3	1762	1618	10,35	3,58
29	12,5	30,2	28,0	14,9	14,9	129,0	110,6	1732	1606	10,26	3,81
30	13,1	31,6	29,5	15,4	15,4	136,7	120,6	1700	1589	10,04	4,02
31	13,7	32,8	30,9	15,8	15,8	143,5	130,3	1667	1569	9,69	4,20
32	14,3	33,8	32,0	16,2	16,2	149,2	139,5	1634	1545	9,21	4,36
33	14,8	34,7	32,9	16,6	16,6	154,1	148,1	1599	1518	8,62	4,49
34	15,4	35,3	33,7	17,0	17,0	157,9	156,1	1563	1488	7,92	4,59
35	16,0	35,8	34,2	17,3	17,3	163,2	163,2	1526	1456	7,12	4,66

Tableau 9. Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,50 m entre les plants

Âge total dominant (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 6 m (âge de référence à 25 ans)									
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (ha)	Marchandes (ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	2,8	0,0	0,0	2,1	-	1,5	0,0	0	0	0,00	0,00
16	3,1	0,1	0,0	2,7	-	2,2	0,0	217	0	0,00	0,00
17	3,4	0,6	0,0	3,3	-	3,1	0,0	748	0	0,00	0,00
18	3,8	1,3	0,0	3,9	-	4,3	0,0	1048	0	0,00	0,00
19	4,1	2,0	0,0	4,5	-	5,9	0,0	1231	0	0,00	0,00
20	4,4	2,7	0,0	5,1	-	7,8	1,6	1347	0	1,59	0,08
21	4,8	3,6	0,0	5,7	-	10,0	3,6	1423	0	1,99	0,17
22	5,1	4,6	0,0	6,3	-	12,7	5,9	1474	0	2,30	0,27
23	5,4	5,6	1,0	6,9	10,1	15,8	8,5	1508	128	2,61	0,37
24	5,8	6,6	2,2	7,4	10,4	19,2	11,4	1529	258	2,91	0,47
25	6,1	7,7	3,4	8,0	10,7	23,1	14,6	1543	379	3,22	0,58
26	6,5	8,9	4,7	8,6	11,0	27,4	18,1	1550	491	3,51	0,70
27	6,8	10,1	6,0	9,1	11,3	32,0	21,9	1553	594	3,80	0,81
28	7,2	11,3	7,3	9,6	11,6	36,9	26,0	1552	689	4,07	0,93
29	7,5	12,5	8,7	10,2	11,9	42,1	30,3	1549	776	4,32	1,05
30	7,9	13,8	10,0	10,7	12,2	47,6	34,9	1543	856	4,55	1,16
31	8,2	15,0	11,4	11,2	12,5	53,2	39,6	1535	929	4,76	1,28
32	8,6	16,3	12,7	11,6	12,8	59,0	44,6	1526	995	4,94	1,39
33	8,9	17,5	14,1	12,1	13,0	64,8	49,7	1516	1055	5,10	1,51
34	9,2	18,7	15,4	12,6	13,3	70,8	54,9	1505	1109	5,23	1,61
35	9,6	19,8	16,7	13,0	13,5	76,7	60,2	1494	1158	5,33	1,72

Tableau 9 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,50 m entre les plants

Âge total dominant (ans)	Hauteur (m)	Indice de qualité de station = 7 m (âge de référence à 25 ans)										Accroissement en volume marchand	
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)		
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)				
15	3,3	0,4	0,0	3,0	-	2,6	0,0	532	0	0,00	0,00		
16	3,6	1,0	0,0	3,7	-	3,9	0,0	958	0	0,00	0,00		
17	4,0	1,8	0,0	4,4	-	5,5	0,0	1196	0	0,00	0,00		
18	4,4	2,7	0,0	5,0	-	7,6	1,4	1337	0	1,40	0,08		
19	4,8	3,6	0,0	5,7	-	10,1	3,7	1425	0	2,25	0,19		
20	5,2	4,7	0,1	6,4	9,8	13,2	6,3	1481	13	2,65	0,32		
21	5,5	5,9	1,4	7,0	10,2	16,8	9,4	1516	170	3,06	0,45		
22	5,9	7,1	2,7	7,7	10,5	21,0	12,8	1537	316	3,48	0,58		
23	6,3	8,5	4,2	8,3	10,9	25,7	16,7	1548	449	3,89	0,73		
24	6,7	9,8	5,7	9,0	11,3	30,9	21,0	1553	571	4,29	0,88		
25	7,1	11,2	7,2	9,6	11,6	36,6	25,7	1552	683	4,68	1,03		
26	7,6	12,7	8,8	10,2	12,0	42,6	30,8	1548	785	5,04	1,18		
27	8,0	14,1	10,4	10,8	12,3	49,1	36,1	1541	876	5,38	1,34		
28	8,4	15,6	12,0	11,4	12,6	55,8	41,8	1531	959	5,69	1,49		
29	8,8	17,0	13,6	11,9	12,9	62,7	47,8	1520	1034	5,96	1,65		
30	9,2	18,5	15,2	12,5	13,2	69,7	54,0	1507	1100	6,19	1,80		
31	9,6	19,9	16,7	13,0	13,5	76,8	60,4	1493	1159	6,39	1,95		
32	10,0	21,2	18,2	13,5	13,8	83,9	66,9	1478	1211	6,54	2,09		
33	10,4	22,6	19,7	14,0	14,1	90,8	73,5	1462	1257	6,64	2,23		
34	10,8	23,8	21,0	14,5	14,5	97,6	80,3	1446	1276	6,70	2,36		
35	11,2	25,1	22,4	14,9	14,9	104,2	87,0	1428	1276	6,72	2,49		

Tableau 9 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,50 m entre les plants

Âge total dominant (ans)	Hauteur (m)	Indice de qualité de station = 8 m (âge de référence à 25 ans)										
		Surface terrière		DHP			Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (ha)	Marchandes (ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)	
15	3,8	1,2	0,0	3,9	-	4,3	0,0	1045	0	0,00	0,00	
16	4,2	2,1	0,0	4,6	-	6,3	0,3	1263	0	0,26	0,02	
17	4,6	3,2	0,0	5,4	-	8,8	2,5	1388	0	2,26	0,15	
18	5,0	4,3	0,0	6,1	-	12,0	5,3	1463	0	2,76	0,29	
19	5,4	5,6	1,0	6,9	10,1	15,9	8,6	1508	131	3,27	0,45	
20	5,9	7,0	2,6	7,6	10,5	20,4	12,4	1534	297	3,80	0,62	
21	6,3	8,4	4,2	8,3	10,9	25,6	16,7	1548	448	4,33	0,79	
22	6,8	10,0	5,9	9,0	11,3	31,5	21,5	1553	585	4,86	0,98	
23	7,2	11,6	7,6	9,7	11,7	38,0	26,9	1552	709	5,36	1,17	
24	7,7	13,2	9,4	10,4	12,1	45,0	32,7	1546	820	5,84	1,36	
25	8,2	14,9	11,2	11,1	12,5	52,5	39,0	1536	920	6,28	1,56	
26	8,6	16,5	13,0	11,8	12,8	60,3	45,7	1524	1009	6,68	1,76	
27	9,1	18,2	14,8	12,4	13,2	68,3	52,7	1510	1088	7,04	1,95	
28	9,6	19,8	16,6	13,0	13,5	76,5	60,1	1494	1157	7,33	2,15	
29	10,0	21,4	18,4	13,6	13,9	84,7	67,6	1476	1216	7,57	2,33	
30	10,5	22,9	20,0	14,1	14,2	92,7	75,4	1458	1268	7,74	2,51	
31	10,9	24,4	21,6	14,7	14,7	100,5	83,2	1438	1276	7,85	2,68	
32	11,4	25,8	23,2	15,2	15,2	108,1	91,1	1418	1274	7,89	2,85	
33	11,9	27,1	24,6	15,7	15,7	115,2	99,0	1396	1268	7,86	3,00	
34	12,3	28,3	25,9	16,2	16,2	121,9	106,8	1374	1259	7,77	3,14	
35	12,8	29,4	27,2	16,6	16,6	128,1	114,4	1352	1248	7,62	3,27	

Tableau 9 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,50 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 9 m (âge de référence à 25 ans)									
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	4,2	2,3	0,0	4,7	-	6,6	0,6	1285	0	..	0,04
16	4,7	3,4	0,0	5,6	-	9,5	3,1	1410	0	2,57	0,20
17	5,2	4,7	0,1	6,4	9,8	13,2	6,3	1481	13	3,18	0,37
18	5,6	6,2	1,7	7,2	10,2	17,7	10,1	1521	204	3,81	0,56
19	6,1	7,7	3,4	8,0	10,7	23,1	14,6	1543	379	4,47	0,77
20	6,6	9,4	5,2	8,8	11,1	29,3	19,7	1552	536	5,12	0,99
21	7,1	11,2	7,1	9,6	11,6	36,3	25,5	1552	678	5,76	1,21
22	7,6	13,0	9,1	10,3	12,0	43,9	31,8	1547	804	6,37	1,45
23	8,2	14,8	11,1	11,1	12,4	52,2	38,8	1537	917	6,95	1,69
24	8,7	16,7	13,2	11,8	12,9	60,9	46,3	1523	1016	7,47	1,93
25	9,2	18,5	15,2	12,5	13,3	70,0	54,2	1507	1102	7,93	2,17
26	9,7	20,3	17,2	13,2	13,6	79,1	62,5	1488	1177	8,31	2,40
27	10,2	22,1	19,1	13,8	14,0	88,3	71,1	1468	1241	8,62	2,63
28	10,8	23,8	21,0	14,5	14,5	97,3	80,0	1446	1276	8,83	2,86
29	11,3	25,4	22,8	15,1	15,1	106,0	88,9	1423	1275	8,96	3,07
30	11,8	26,9	24,4	15,6	15,6	114,2	97,9	1399	1269	8,98	3,26
31	12,3	28,3	25,9	16,2	16,2	122,0	106,8	1374	1259	8,92	3,45
32	12,8	29,6	27,3	16,7	16,7	129,0	115,6	1348	1246	8,76	3,61
33	13,3	30,7	28,6	17,2	17,2	135,5	124,1	1321	1229	8,51	3,76
34	13,9	31,7	29,7	17,7	17,7	141,1	132,2	1294	1211	8,17	3,89
35	14,4	32,6	30,6	18,1	18,1	146,1	140,0	1266	1190	7,75	4,00

Tableau 9 (fin). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,50 m entre les plants

Âge total dominant (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 10 m (âge de référence à 25 ans)										
		Surface terre		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand		
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)	
15	4,7	3,4	0,0	5,6	-	9,6	3,2	1411	0	..	0,21	
16	5,2	4,9	0,3	6,5	9,8	13,6	6,7	1486	33	3,48	0,42	
17	5,7	6,5	2,0	7,3	10,3	18,7	10,9	1527	238	4,24	0,64	
18	6,3	8,2	3,9	8,2	10,8	24,7	15,9	1546	423	5,02	0,88	
19	6,8	10,0	5,9	9,1	11,3	31,7	21,7	1553	589	5,80	1,14	
20	7,4	12,0	8,0	9,9	11,8	39,7	28,3	1551	737	6,57	1,41	
21	7,9	14,0	10,2	10,7	12,3	48,4	35,6	1542	868	7,30	1,69	
22	8,5	16,0	12,5	11,5	12,7	57,8	43,6	1528	982	7,97	1,98	
23	9,1	18,0	14,7	12,3	13,2	67,7	52,1	1511	1081	8,58	2,27	
24	9,6	20,1	16,9	13,1	13,6	77,8	61,2	1491	1166	9,09	2,55	
25	10,2	22,0	19,0	13,8	14,0	87,9	70,7	1469	1238	9,50	2,83	
26	10,8	23,9	21,1	14,5	14,5	97,9	80,5	1445	1276	9,80	3,10	
27	11,4	25,7	23,1	15,2	15,2	107,5	90,5	1419	1274	9,98	3,35	
28	12,0	27,3	24,9	15,8	15,8	116,6	100,5	1392	1267	10,03	3,59	
29	12,5	28,9	26,5	16,4	16,4	125,0	110,5	1363	1254	9,94	3,81	
30	13,1	30,2	28,0	17,0	17,0	132,6	120,2	1334	1237	9,73	4,01	
31	13,7	31,4	29,3	17,5	17,5	139,3	129,6	1303	1217	9,39	4,18	
32	14,3	32,4	30,5	18,0	18,0	145,2	138,5	1271	1194	8,92	4,33	
33	14,8	33,3	31,4	18,5	18,5	150,1	146,9	1239	1168	8,34	4,45	
34	15,4	33,9	32,1	18,9	18,9	154,5	154,5	1205	1140	7,66	4,54	
35	16,0	34,4	32,6	19,3	19,3	161,4	161,4	1171	1110	6,88	4,61	

Tableau 10. Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,75 m entre les plants

Âge total dominant (ans)	Hauteur (m)	Indice de qualité de station = 6 m (âge de référence à 25 ans)									
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ² /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	2,8	0,0	0,0	2,1	-	1,5	0,7	0	0	..	0,05
16	3,1	0,0	0,0	2,8	-	2,2	1,3	0	0	0,55	0,08
17	3,4	0,3	0,0	3,4	-	3,1	2,0	375	0	0,77	0,12
18	3,8	0,9	0,0	4,1	-	4,2	3,1	694	0	1,02	0,17
19	4,1	1,6	0,0	4,7	-	5,7	4,3	888	0	1,28	0,23
20	4,4	2,3	0,0	5,4	-	7,5	5,9	1013	0	1,56	0,29
21	4,8	3,1	0,0	6,0	-	9,6	7,7	1096	0	1,85	0,37
22	5,1	4,0	0,0	6,6	-	12,2	9,9	1152	0	2,15	0,45
23	5,4	5,0	0,4	7,3	10,3	15,1	12,3	1190	42	2,45	0,54
24	5,8	6,0	1,5	7,9	10,6	18,4	15,1	1216	165	2,75	0,63
25	6,1	7,0	2,6	8,5	11,0	22,1	18,1	1233	278	3,05	0,73
26	6,5	8,2	3,9	9,1	11,3	26,1	21,5	1244	382	3,34	0,83
27	6,8	9,3	5,1	9,7	11,7	30,6	25,1	1249	477	3,62	0,93
28	7,2	10,5	6,4	10,3	12,0	35,3	29,0	1251	564	3,89	1,04
29	7,5	11,7	7,7	10,9	12,3	40,3	33,1	1250	644	4,13	1,14
30	7,9	12,9	9,0	11,5	12,7	45,5	37,5	1246	716	4,36	1,25
31	8,2	14,1	10,3	12,0	13,0	51,0	42,1	1241	782	4,57	1,36
32	8,6	15,3	11,6	12,6	13,3	56,6	46,8	1234	841	4,75	1,46
33	8,9	16,4	12,9	13,1	13,6	62,3	51,7	1226	894	4,91	1,57
34	9,2	17,6	14,2	13,6	13,9	68,0	56,8	1216	942	5,04	1,67
35	9,6	18,8	15,5	14,1	14,1	73,7	61,9	1206	985	5,15	1,77

Tableau 10 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,75 m entre les plants

Âge total dominant (ans)	Hauteur (m)	Indice de qualité de station = 7 m (âge de référence à 25 ans)										
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand		
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)	
15	3,3	0,1	0,0	3,1	-	2,6	1,6	145	0	..	0,11	
16	3,6	0,7	0,0	3,8	-	3,8	2,7	598	0	1,03	0,17	
17	4,0	1,4	0,0	4,6	-	5,3	4,0	851	0	1,36	0,24	
18	4,4	2,2	0,0	5,3	-	7,3	5,7	1003	0	1,71	0,32	
19	4,8	3,1	0,0	6,0	-	9,7	7,8	1098	0	2,09	0,41	
20	5,2	4,2	0,0	6,8	-	12,6	10,3	1160	0	2,48	0,51	
21	5,5	5,3	0,7	7,5	10,4	16,1	13,2	1199	82	2,88	0,63	
22	5,9	6,5	2,0	8,2	10,8	20,0	16,5	1225	218	3,29	0,75	
23	6,3	7,7	3,4	8,9	11,2	24,5	20,2	1240	343	3,69	0,88	
24	6,7	9,0	4,8	9,6	11,6	29,5	24,3	1248	456	4,09	1,01	
25	7,1	10,4	6,3	10,3	12,0	35,0	28,7	1251	559	4,47	1,15	
26	7,6	11,8	7,8	11,0	12,4	40,8	33,6	1249	651	4,83	1,29	
27	8,0	13,2	9,4	11,6	12,7	47,0	38,7	1245	735	5,16	1,43	
28	8,4	14,6	10,9	12,3	13,1	53,5	44,2	1238	809	5,47	1,58	
29	8,8	16,0	12,5	12,9	13,5	60,2	49,9	1229	876	5,74	1,72	
30	9,2	17,4	14,0	13,5	13,8	67,0	55,9	1218	934	5,97	1,86	
31	9,6	18,8	15,5	14,1	14,1	73,9	62,0	1206	986	6,16	2,00	
32	10,0	20,1	17,0	14,7	14,7	80,8	68,4	1193	1006	6,31	2,14	
33	10,4	21,4	18,4	15,2	15,2	87,5	74,8	1179	1012	6,42	2,27	
34	10,8	22,7	19,7	15,7	15,7	94,2	81,2	1164	1015	6,48	2,39	
35	11,2	23,8	21,0	16,3	16,3	100,6	87,8	1149	1014	6,50	2,51	

Tableau 10 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,75 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 8 m (âge de référence à 25 ans)											
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand			
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)		
15	3,8	0,9	0,0	4,1	-	4,2	3,0	691	0	..	0,20		
16	4,2	1,7	0,0	4,9	-	6,1	4,7	922	0	1,64	0,29		
17	4,6	2,7	0,0	5,7	-	8,5	6,8	1058	0	2,09	0,40		
18	5,0	3,8	0,0	6,5	-	11,5	9,3	1140	0	2,57	0,52		
19	5,4	5,0	0,4	7,3	10,3	15,2	12,4	1191	46	3,08	0,65		
20	5,9	6,3	1,8	8,1	10,8	19,5	16,0	1222	201	3,59	0,80		
21	6,3	7,7	3,4	8,9	11,2	24,5	20,1	1240	341	4,11	0,96		
22	6,8	9,2	5,0	9,7	11,7	30,1	24,7	1249	468	4,63	1,12		
23	7,2	10,7	6,7	10,5	12,1	36,3	29,9	1251	582	5,12	1,30		
24	7,7	12,3	8,4	11,2	12,5	43,1	35,5	1248	684	5,59	1,48		
25	8,2	13,9	10,2	11,9	12,9	50,3	41,5	1241	774	6,03	1,66		
26	8,6	15,5	11,9	12,7	13,3	57,9	47,9	1232	854	6,43	1,84		
27	9,1	17,1	13,7	13,4	13,7	65,7	54,7	1220	923	6,78	2,03		
28	9,6	18,7	15,4	14,1	14,1	73,6	61,8	1207	984	7,07	2,21		
29	10,0	20,3	17,1	14,7	14,7	81,5	69,1	1192	1007	7,30	2,38		
30	10,5	21,8	18,8	15,4	15,4	89,4	76,5	1175	1013	7,48	2,55		
31	10,9	23,2	20,3	16,0	16,0	97,0	84,1	1158	1015	7,59	2,71		
32	11,4	24,5	21,8	16,6	16,6	104,4	91,8	1139	1013	7,63	2,87		
33	11,9	25,8	23,2	17,1	17,1	111,5	99,4	1120	1007	7,61	3,01		
34	12,3	27,0	24,5	17,7	17,7	118,1	106,9	1101	999	7,53	3,14		
35	12,8	28,1	25,7	18,2	18,2	124,2	114,3	1080	988	7,38	3,26		

Tableau 10 (suite). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,75 m entre les plants

Âge total dominant (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 9 m (âge de référence à 25 ans)									
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Accroissement en volume marchand	
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (/ha)	Marchandes (/ha)	Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)
15	4,2	1,8	0,0	5,0	-	6,4	5,0	947	0	..	0,33
16	4,7	2,9	0,0	5,9	-	9,1	7,3	1081	0	2,38	0,46
17	5,2	4,2	0,0	6,8	-	12,6	10,3	1160	0	2,97	0,61
18	5,6	5,5	1,0	7,6	10,5	16,9	13,9	1206	114	3,59	0,77
19	6,1	7,0	2,6	8,5	11,0	22,0	18,1	1233	277	4,23	0,95
20	6,6	8,6	4,4	9,4	11,5	28,0	23,0	1246	423	4,87	1,15
21	7,1	10,3	6,2	10,3	12,0	34,7	28,5	1251	554	5,50	1,36
22	7,6	12,1	8,2	11,1	12,5	42,1	34,6	1249	669	6,10	1,57
23	8,2	13,9	10,1	11,9	12,9	50,0	41,3	1242	771	6,67	1,79
24	8,7	15,7	12,1	12,7	13,4	58,5	48,4	1231	860	7,18	2,02
25	9,2	17,5	14,0	13,5	13,8	67,2	56,1	1218	936	7,64	2,24
26	9,7	19,2	16,0	14,3	14,3	76,2	64,1	1202	999	8,02	2,47
27	10,2	20,9	17,9	15,0	15,0	85,1	72,4	1184	1010	8,32	2,68
28	10,8	22,6	19,7	15,7	15,7	93,9	81,0	1165	1015	8,54	2,89
29	11,3	24,2	21,4	16,4	16,4	102,4	89,6	1145	1014	8,66	3,09
30	11,8	25,6	23,0	17,1	17,1	110,5	98,3	1123	1008	8,69	3,28
31	12,3	27,0	24,5	17,7	17,7	118,1	106,9	1100	999	8,63	3,45
32	12,8	28,3	25,9	18,3	18,3	125,1	115,4	1077	987	8,48	3,61
33	13,3	29,4	27,1	18,8	18,8	131,5	123,7	1053	972	8,24	3,75
34	13,9	30,4	28,2	19,4	19,4	137,2	131,6	1028	955	7,91	3,87
35	14,4	31,2	29,1	19,9	19,9	142,2	139,1	1003	936	7,50	3,97

Tableau 10 (fin). Table préliminaire de rendement pour les plantations d'épinette noire avec un espacement initial moyen de 2,75 m entre les plants

Âge total (ans)	Hauteur dominante (m)	Indice de qualité de station = 10 m (âge de référence à 25 ans)										Accroissement en volume marchand	
		Surface terrière		DHP		Volume (sans écorce)		Nombre de tiges		Courant (m ³ /ha.an)	Moyen (m ³ /ha.an)		
		Totale (m ² /ha)	Marchande (m ² /ha)	Moyen (cm)	Marchand (cm)	Total (m ³ /ha)	Marchand (m ³ /ha)	Total (ha)	Marchandes (ha)				
15	4,7	2,9	0,0	5,9	-	9,2	7,4	1083	0	..	0,49		
16	5,2	4,3	0,0	6,9	-	13,0	10,6	1166	0	3,26	0,66		
17	5,7	5,8	1,3	7,8	10,6	17,8	14,6	1213	146	3,99	0,86		
18	6,3	7,5	3,1	8,8	11,1	23,6	19,4	1238	319	4,76	1,08		
19	6,8	9,2	5,1	9,7	11,7	30,3	24,9	1249	472	5,52	1,31		
20	7,4	11,1	7,1	10,6	12,2	38,0	31,2	1251	608	6,28	1,56		
21	7,9	13,1	9,2	11,6	12,7	46,4	38,2	1245	727	7,00	1,82		
22	8,5	15,0	11,4	12,4	13,2	55,4	45,8	1235	830	7,66	2,08		
23	9,1	17,0	13,6	13,3	13,7	65,0	54,1	1221	918	8,26	2,35		
24	9,6	19,0	15,7	14,2	14,2	74,8	62,9	1204	993	8,77	2,62		
25	10,2	20,9	17,8	15,0	15,0	84,7	72,0	1185	1010	9,18	2,88		
26	10,8	22,7	19,8	15,8	15,8	94,4	81,5	1164	1015	9,47	3,14		
27	11,4	24,4	21,7	16,5	16,5	103,9	91,2	1141	1013	9,65	3,38		
28	12,0	26,1	23,5	17,2	17,2	112,8	100,9	1116	1006	9,70	3,60		
29	12,5	27,5	25,1	17,9	17,9	121,1	110,5	1091	994	9,62	3,81		
30	13,1	28,9	26,6	18,6	18,6	128,7	119,9	1064	979	9,42	4,00		
31	13,7	30,0	27,8	19,2	19,2	135,4	129,0	1036	961	9,09	4,16		
32	14,3	31,0	28,9	19,8	19,8	141,3	137,6	1008	940	8,63	4,30		
33	14,8	31,9	29,8	20,4	20,4	146,2	145,7	979	916	8,07	4,42		
34	15,4	32,5	30,5	20,9	20,9	153,1	153,1	949	892	7,40	4,50		
35	16,0	32,9	31,0	21,4	21,4	159,7	159,7	919	865	6,64	4,56		

Chapitre trois

Discussion

3.1 Effets de l'espacement initial entre les plants et de l'indice de qualité de station

L'espacement initial influence la hauteur moyenne d'une plantation, mais n'a généralement aucun effet sur la hauteur dominante (STIELL et BERRY 1977). Ainsi, pour un âge et un indice de qualité de station donnés, la hauteur dominante est la même quel que soit l'espacement initial choisi.

La figure 3 illustre la relation entre la surface terrière, l'âge total, l'espacement initial et l'indice de qualité de station. Pour cette figure et les subséquentes, seuls les indices de qualité de station de 6, 8 et 10 m ainsi que les espacements initiaux de 1,50, 2,00 et 2,50 m sont présentés afin d'en faciliter la présentation.

La surface terrière augmente avec une diminution de l'espacement initial ou une augmentation de l'indice de qualité de station (figure 3). Toutefois, l'effet de l'espacement est plus faible que celui de l'indice de qualité de station. Bien qu'une augmentation de la surface terrière soit associée à une diminution de l'espacement initial, ces différences devraient diminuer considérablement avec le temps (MALIMBWI *et al.* 1992, REUKEMA 1979). Dans notre étude toutefois, l'âge total n'est pas suffisamment élevé pour qu'on observe ce phénomène.

La surface terrière peut notamment servir de repère pour planifier les éclaircies des plantations (VUOKILA 1983). Ainsi, plus l'espacement initial est faible et plus l'indice de qualité de station est élevé, plus la première éclaircie devrait être réalisée en bas âge pour maximiser les rendements en matière ligneuse.

Les effets de l'espacement initial sur la croissance en diamètre sont, sous plusieurs aspects, complètement à l'opposé de ceux observés pour la surface terrière. Tout d'abord, le diamètre augmente avec une augmentation de l'espacement (figure 4). De plus, l'effet de l'espacement initial est plus marqué que celui de l'indice de qualité de station. Enfin, contrairement à la surface terrière, les différences de diamètre entre les divers espacements s'accroissent généralement avec le temps (BOWLING 1987, JOHNSTONE et POLLACK 1990, JONES 1987). Ainsi, pour l'indice de qualité de station de 8 m, le DHP moyen à 15 ans passe de 3,2 à 3,9 cm (écart de 0,7 cm) lorsque l'espacement initial augmente de 1,5 à 2,5 m (tableaux 5 et 9). Pour ces mêmes conditions, les DHP moyens atteignent, à 35 ans, 10,4 et 16,6 cm respectivement, soit un écart de 6,2 cm (figure 4). De plus, les différences entre les espacements sont d'autant plus importantes que les stations sont plus fertiles. À 35 ans, l'augmentation relative du DHP moyen en haussant l'espacement initial de 1,5 à 2,5 m est de 48 % pour l'indice de qualité de station de 6 m, de 60 % pour l'indice de 8 m et de 72 % pour l'indice de 10 m.

L'impact des espacements plus grands sur la rentabilité des coupes d'éclaircie devrait être majeur, notamment pour les raisons suivantes : 1) pour un même âge total, les diamètres sont plus gros (figure 4), 2) la mortalité est réduite, 3) la première éclaircie peut être retardée de quelques années (FEDUCCIA 1983) favorisant encore plus la croissance et la valeur des arbres récoltés, 4) les effets de l'espacement sur la croissance en diamètre sont plus marqués sur les meilleures stations (figure 4), pour lesquelles l'aménagement intensif devrait être pratiqué prioritairement. À ces facteurs s'ajoutent une diminution des coûts d'exploitation et du nombre d'éclaircies nécessaires de même qu'une meilleure homogénéité des tiges (LUNDGREN 1981, RIOU-NIVERT et GEORGEOT 1982).

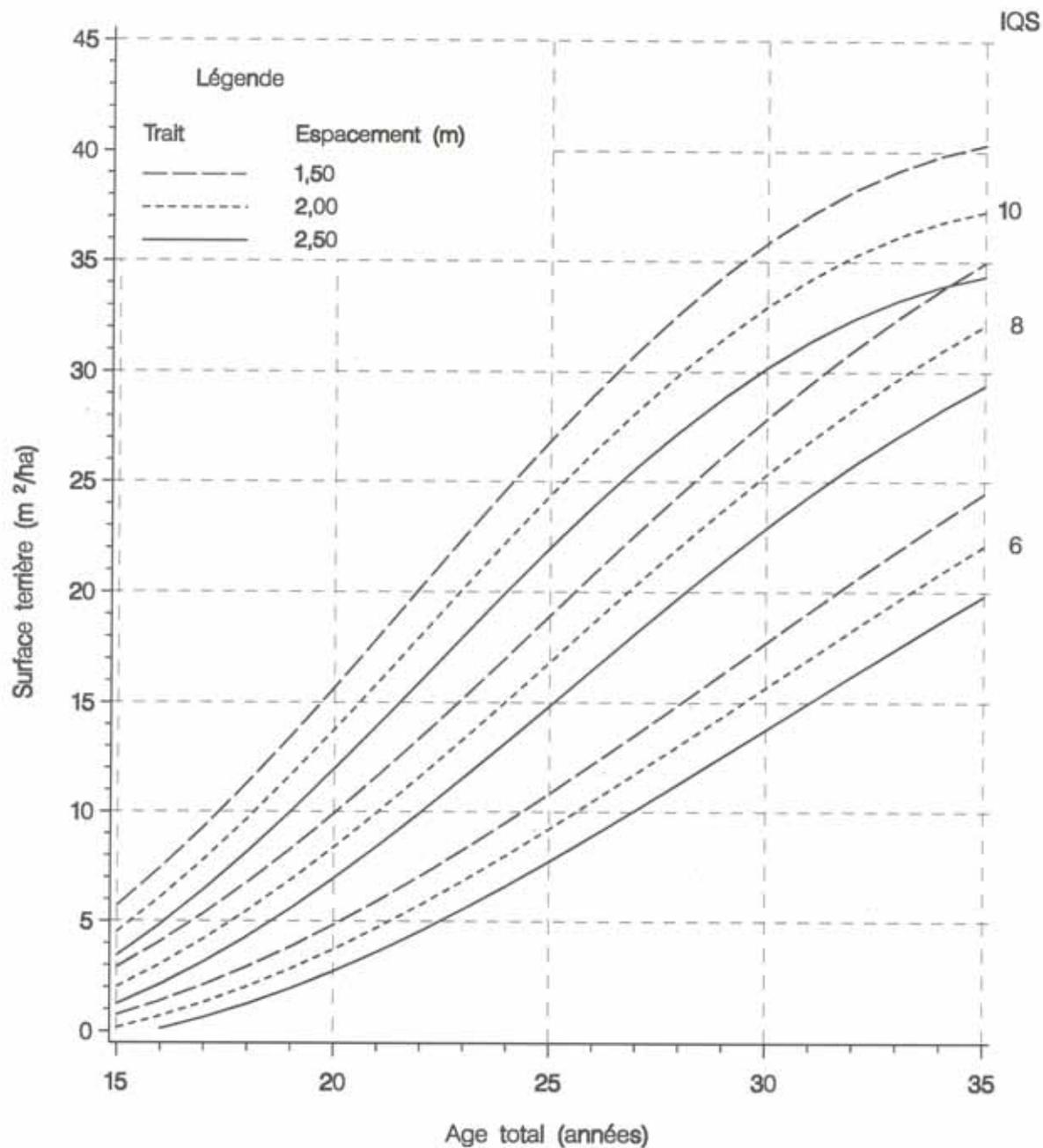


Figure 3. Surface terrière de l'épinette noire en fonction de l'âge pour divers indices de qualité de station et espacements initiaux entre les plants.

L'indice de qualité de station influence considérablement le volume total et le volume marchand par unité de superficie (figures 5 et 6). Ainsi, pour un espacement de 2 mètres, le volume total à 35 ans passe de 83,0 à 165,1 m³/ha lorsque l'indice de qualité de station augmente de 6 à 10 m.

Le volume total augmente également avec une diminution de l'espacement. Toutefois, les différences entre les espacements de 1,5 et 2,5 m sont faibles; à 35 ans, elles varient entre 11,7 à 17,5 m³/ha selon l'indice de qualité de station (figure 5). Par surcroît, ces différences de volume sont constituées principalement de bois de faibles dimensions (REUKEMA 1970) et, par conséquent, de faible valeur. D'ailleurs, l'effet de l'espacement sur le volume marchand est très faible (figure 6). Pour un indice de qualité de station de 10 m, on n'observe qu'une différence de 8,0 m³/ha à 35 ans entre les espacements de 1,5 et 2,5 m. Pour l'indice de qualité de station de 8 m, cette différence n'est plus que de 1,6 m³/ha. Sur des stations pauvres, les espacements de 2,5 m procurent même plus de volume marchand que les espacements plus faibles. Ce phénomène, également présent en bas âge pour tous les indices de qualité de station, a déjà été observé par BOWLING (1987).

Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'augmentation de l'espacement initial provoque une diminution du volume total par unité de superficie (figure 5). Toutefois, l'inverse se produit pour le volume total par arbre. De plus, contrairement au volume total par unité de superficie, les différences de volume total par arbre entre les divers espacements sont très élevées et elles sont d'autant plus élevées que les stations sont plus fertiles. Ainsi, lorsque l'espacement initial passe de 1,5 à 2,5 m, le volume total par arbre à 35 ans augmente de 0,022 à 0,051 m³ pour un indice de qualité de station de 6 m (augmentation de 132 %), de 0,036 à 0,095 m³ pour un indice de 8 m (augmentation de 164 %) et de 0,042 à 0,138 m³ pour un indice de 10 m (augmentation de 229 %) (figure 7).

L'accroissement annuel moyen en volume total pour les indices de qualité de station de 9 m et moins culmine à des âges supérieurs à 35 ans. Pour l'indice de qualité de station de 10 m, cette valeur culmine à 32 ans pour les espacements de 1,5 et 2,0 m et à 33 ans pour l'espacement de 2,5 m (figure 8).

Contrairement à l'indice de qualité de station, l'espacement influence peu l'âge auquel l'accroissement annuel moyen culmine (LUNDGREN 1981, MITCHELL 1978). Cet accroissement détermine l'âge de rotation permettant de maximiser la production de matière ligneuse. Toutefois, cette valeur n'indique pas

nécessairement l'âge de rotation permettant de maximiser la rentabilité économique. Néanmoins, pour l'indice de qualité de station de 10 m, la récolte à 32 ans procurerait un volume total de 153,5 m³/ha (accroissement annuel moyen de 4,8 m³/ha) pour un espacement de 2,0 m et de 145,2 m³/ha (accroissement annuel moyen de 4,5 m³/ha) pour un espacement de 2,5 m (tableaux 7 et 9, figure 8). Ainsi, même pour la production de bois de trituration, la diminution de volume associée à une hausse de l'espacement initial serait faible.

L'accroissement annuel moyen en volume marchand, paramètre plus important pour la production de bois de fortes dimensions, ne culmine pas avant 35 ans quel que soit l'indice de qualité de station (figure 9).

Les effets de l'espacement initial et de l'indice de qualité de station varient donc selon les paramètres étudiés. L'espacement initial à privilégier ne pourrait être choisi uniquement à partir des informations contenues dans ces tables de rendement. L'espacement optimal dépend notamment des objectifs de production (BENNETT 1971, JONES 1987), de la valeur des produits (HAIGHT 1993), de la relation entre le prix et les dimensions des produits (CAULFIELD *et al.* 1991), de l'âge de rotation, des coûts de plantation, d'entretien, d'exploitation et de transformation ainsi que des risques liés aux facteurs abiotiques, à la végétation compétitive et aux différents ravageurs. De plus, le choix de l'espacement initial doit tenir compte des travaux d'éclaircie qui permettent de réajuster l'espacement initial tout en maximisant la production de matière ligneuse. Néanmoins, plus les dimensions de bois recherchées seront fortes, plus l'espacement devra être grand (REUKEMA 1979).

3.2 Prédiction du volume marchand pour des plantations de plus de 35 ans

Pour une gestion efficace de cette ressource, il est important de connaître le rendement probable en volume marchand pour des plantations de plus de 35 ans.

L'extrapolation des rendements pour des plantations âgées entre 35 et 55 ans a été faite de la façon suivante. En premier lieu, la hauteur dominante (formule 2.1.1.1), la surface terrière totale (formule 2.1.2.1) et le volume marchand (formule 2.1.4.2) ont été successivement calculés pour des âges variant entre 36 ans et 55 ans et des indices de qualité de station variant entre 6 et 10 m. Puis, afin d'éviter la baisse soudaine du volume marchand causée par l'extrapolation des modèles, l'accroissement annuel

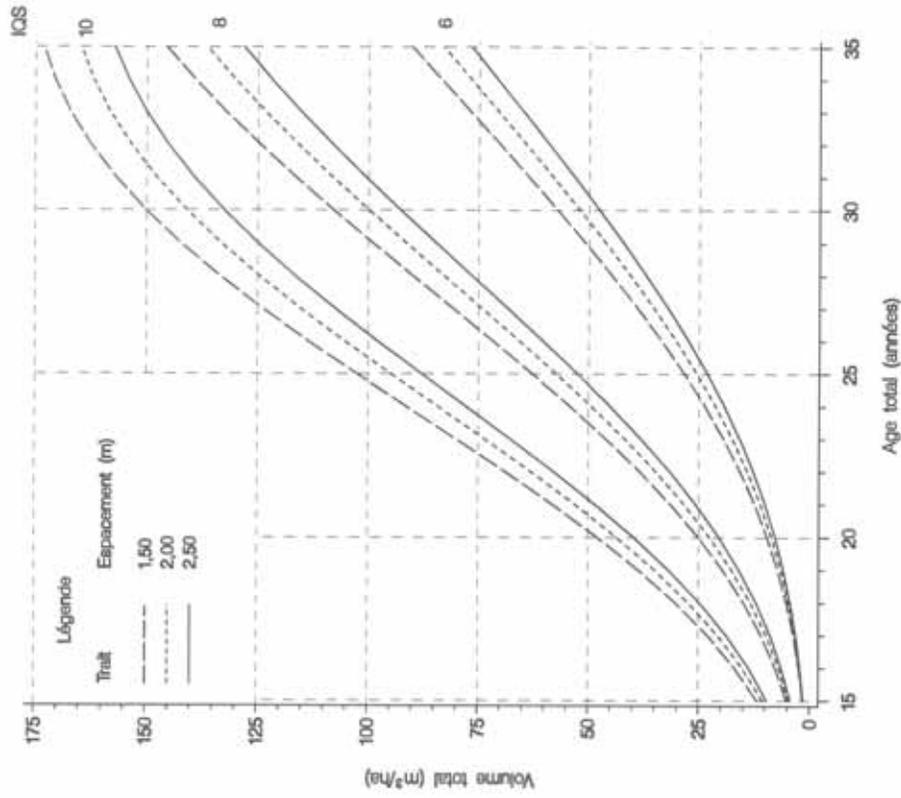


Figure 5. Volume total de l'épinette noire en fonction de l'âge pour divers indices de qualité de station et espacements initiaux entre les plants.

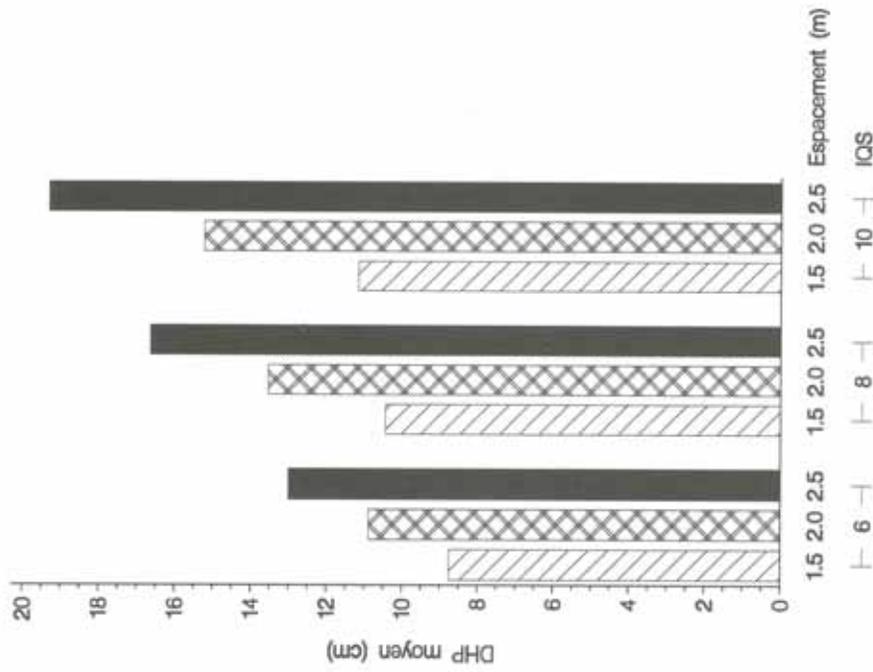


Figure 4. DHP moyen à 35 ans de l'épinette noire en fonction de l'espacement initial et de l'indice de qualité de station.

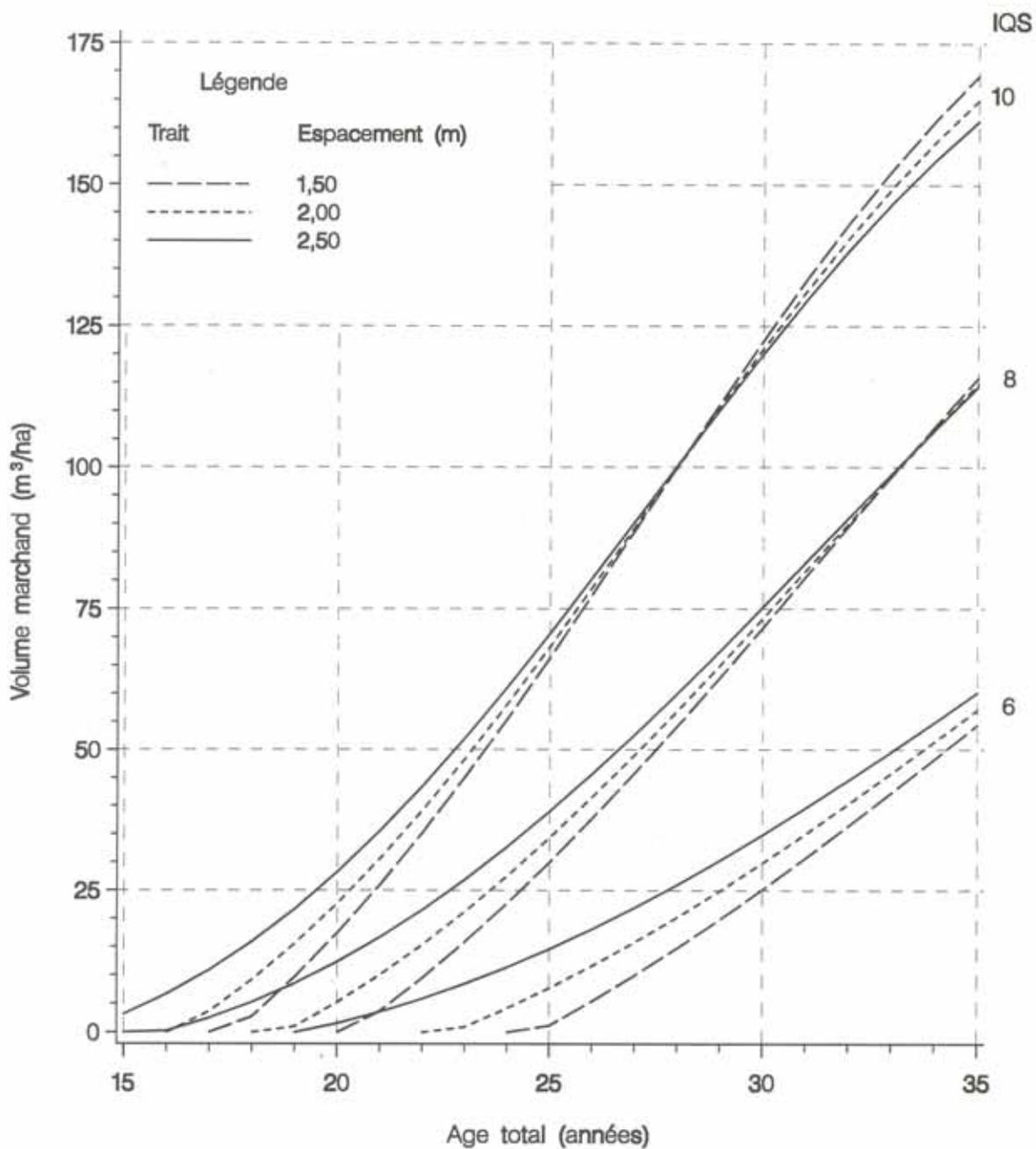


Figure 6. Volume marchand de l'épinette noire en fonction de l'âge pour divers indices de qualité de station et espacements initiaux entre les plants.

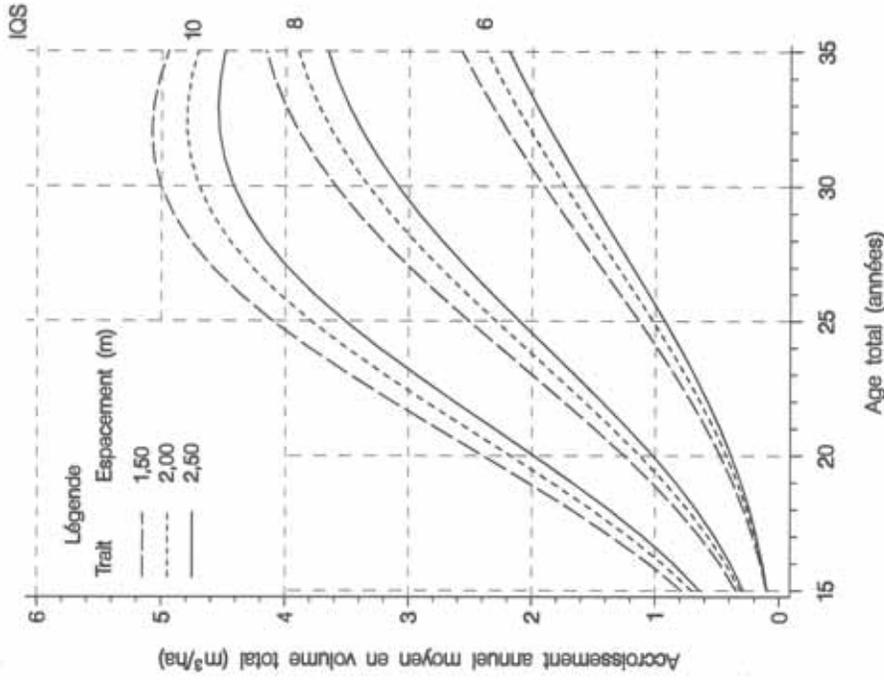


Figure 8. Accroissement annuel moyen en volume total de l'épinette noire en fonction de l'âge pour divers indices de qualité de station et espacements initiaux entre les plants.

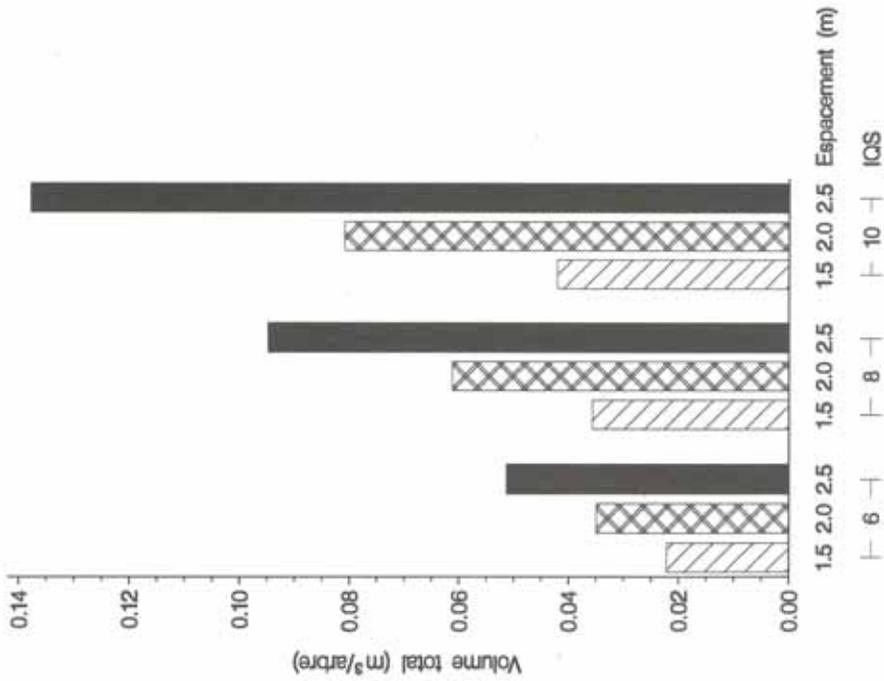


Figure 7. Volume total par arbre de l'épinette noire à 35 ans en fonction de l'espacement initial et de l'indice de qualité de station.

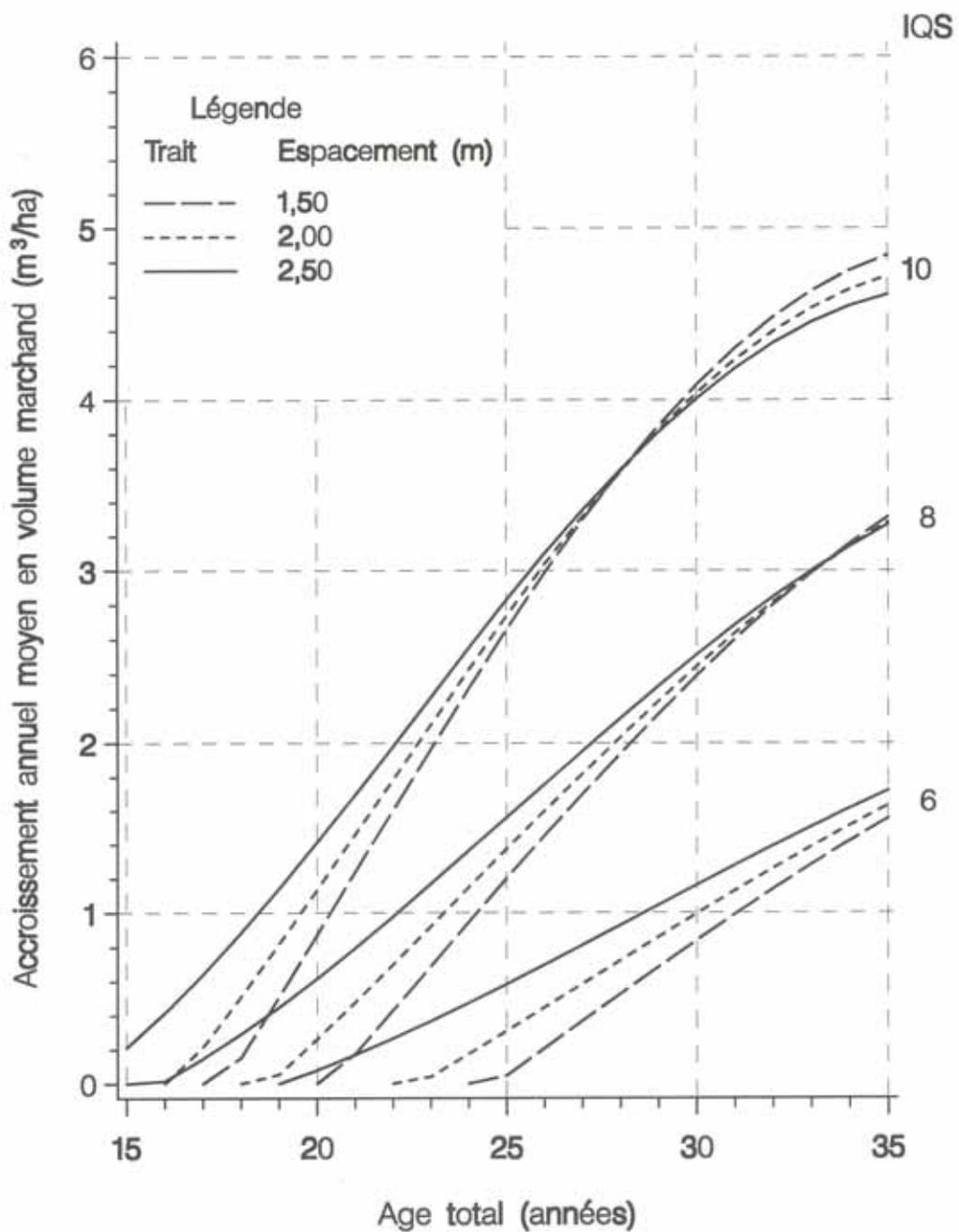


Figure 9. Accroissement annuel moyen en volume marchand de l'épinette noire en fonction de l'âge pour divers indices de qualité de station et espacements initiaux entre les plants.

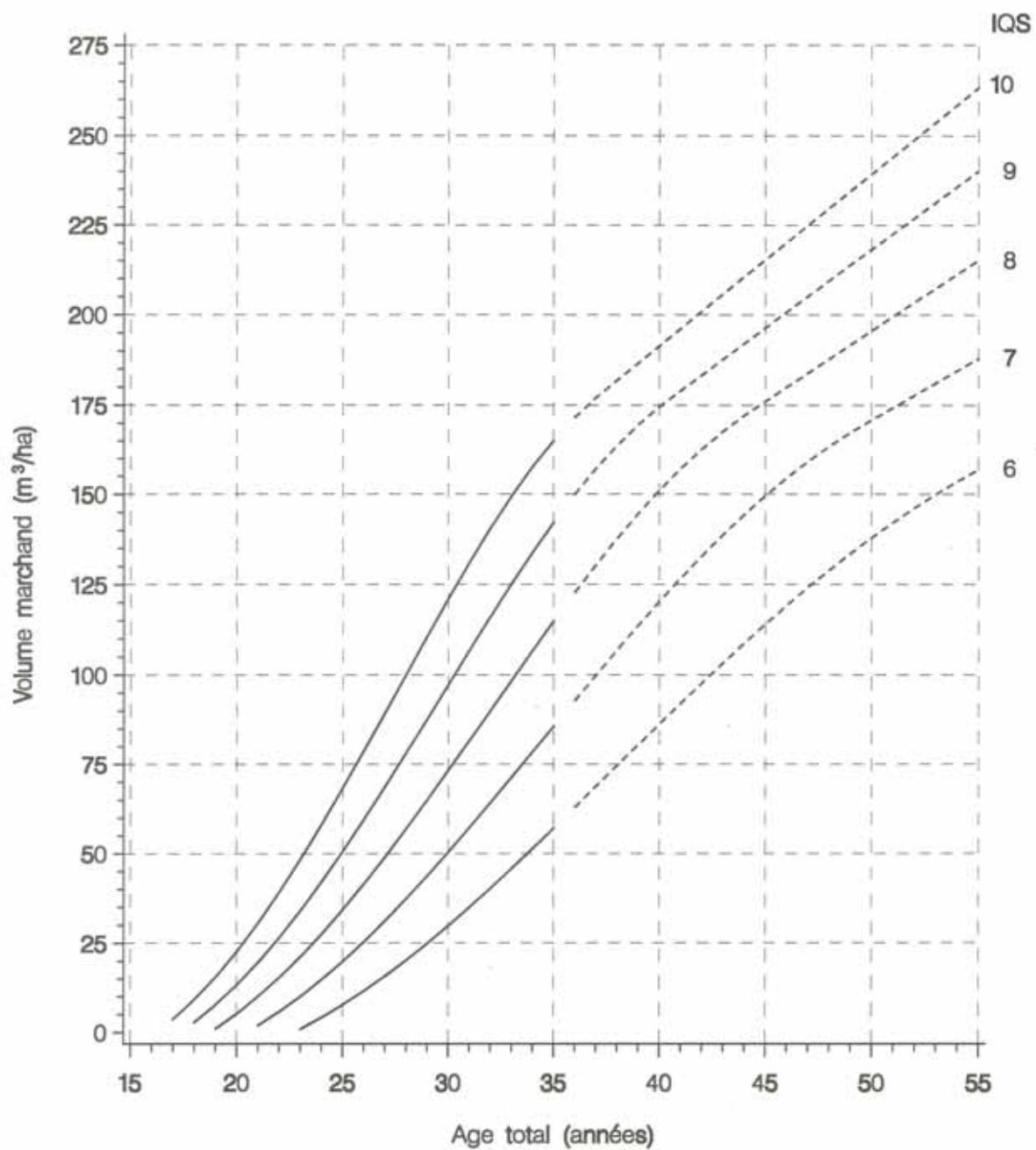


Figure 10. Extrapolation jusqu'à 55 ans de la production en volume marchand de l'épinette noire avec un espacement initial de 2 m selon l'indice de qualité de station.

moyen en volume marchand a été maintenu constant à partir de l'âge auquel l'accroissement atteint une valeur maximale.

Pour un espacement initial de 2 mètres, soit l'espacement le plus fréquent au cours des dernières années, des volumes marchands variant entre 157 et 263 m³/ha pourraient être obtenus à 55 ans selon l'indice de qualité de station (figure 10). Bien entendu, il s'agit de valeurs hypothétiques qui doivent être utilisées avec prudence et qui ne pourront être confirmées ou précisées que lorsque le nombre de plantations de plus de 50 ans sera appréciable.

3.3 Utilisation des tables de rendement

Les tables servent principalement à prédire des rendements de plantations existantes ou de plantations qui seront établies ultérieurement.

Dans une première étape, on doit estimer l'indice de qualité de station. Pour les plantations de 10 ans et plus (âge total y compris les années de culture en pépinière), on mesure la hauteur dominante (hauteur moyenne équivalant aux 200 plus hautes tiges à l'hectare). Puis, on estime l'indice de qualité de station à l'aide de la formule 2.1.1.2 (ou de la figure 2 ou encore de l'annexe B). Par la suite, on choisit le tableau équivalant à l'espacement initial entre les plants (tableaux 5 à 10). Enfin, la lecture est faite à l'indice de qualité de station calculé et à l'âge choisi. Pour des interpolations plus précises, on peut se servir des formules des sections 2.1.2 à 2.1.4. Pour les plantations qui ne sont pas encore établies ou pour les plantations de moins de 10 ans, l'indice de qualité de station doit être connu au préalable ou être estimé par l'utilisateur.

Pour estimer le rendement actuel (par opposition au rendement à venir) d'une plantation âgée de 15 ans et plus, on peut utiliser les méthodes suivantes :

- 1° étude du défilement de chacun des arbres de la plantation et sommation des volumes de chaque arbre déterminés selon la méthode de DÉSAULNIERS (1989) par exemple ou tout autre méthode permettant d'estimer le volume;
- 2° mesure du DHP et de la hauteur (ou estimation par une relation entre la hauteur et le diamètre) de tous les arbres de la plantation, établissement d'un tarif de cubage spécifique à cette plantation par l'étude de défilement d'arbres de diverses classes de diamètre de cette plantation, application du tarif de cubage et sommation des volumes de chaque arbre;

- 3° mesure du DHP de tous les arbres de la plantation, application du tarif de cubage présenté à la section 1.6.1 et sommation des volumes de chaque arbre;
- 4° mesure de la hauteur dominante, de l'espacement initial entre les plants, de l'âge total et de la surface terrière totale (à l'aide d'un prisme ou d'un relascope par exemple) et applications des formules 2.1.1.2 et 2.1.2.2 à 2.1.4.2;
- 5° mesure de la hauteur dominante, de l'espacement initial entre les plants et de l'âge total, calcul de l'indice de qualité de station (formule 2.1.1.2) et utilisation de la table de rendement appropriée.

Ces cinq méthodes sont placées ici par ordre décroissant de précision des prédictions. Toutefois, plus la méthode utilisée est précise, plus elle est longue et, par conséquent, coûteuse. Pour une estimation rapide et relativement précise des caractéristiques **actuelles** d'une plantation, la quatrième méthode représente un compromis intéressant.

3.4 Précision des tables de rendement

La production de tables de rendement réalisée dans cette étude présente le désavantage de ne pouvoir fournir des estimations de la précision des prédictions puisque certaines variables explicatives sont elles-mêmes prédites à partir d'un autre modèle. Il s'agit en fait d'une source d'erreur additionnelle introduite à chacune des modélisations pour laquelle une variable explicative doit être estimée (DALE *et al.* 1989). L'utilisation de l'âge, de l'espacement et de l'indice de qualité de station comme variables indépendantes dans tous les modèles aurait pu obvier à ce problème. Toutefois, cet essai n'a pu permettre d'obtenir des modèles adéquats en termes de vraisemblance et d'ajustement.

L'utilisation des modèles du chapitre deux et des tables de rendement n'est recommandée que pour les espacements, les âges et les indices de qualité de station compris à l'intérieur des diverses classes présentées dans ces tables. Cependant, certaines combinaisons d'âge, d'espacement initial et d'indice de qualité de station présentées dans les tables ne se retrouvent pas dans l'ensemble de données utilisé pour construire les modèles, spécialement pour les classes extrêmes. Dans ces cas, la précision des prédictions diminue avec l'éloignement des valeurs maximales observées.

Conclusion

Les différents modèles mis au point dans cette étude permettent de prédire la hauteur dominante, la surface terrière totale ou marchande, la moyenne quadratique du DHP de tous les arbres ou des arbres marchands et le volume total ou marchand des plantations d'épinette noire au Québec. Les résultats varient selon l'indice de qualité de station, l'espacement initial entre les plants et l'âge total des plants. Les modèles sont valables pour des plantations âgées de 35 ans et moins (l'âge comprend les années de production des plants en pépinière), des indices de qualité de station compris entre 6 et 10 m (l'indice de qualité de station correspond à la hauteur dominante à 25 ans) et des espacements initiaux variant entre 1,50 et 2,75 m.

À 35 ans, l'effet de l'espacement initial est faible pour la production en volume total et presque nul pour la production en volume marchand. Toutefois, les espacements plus grands favorisent la croissance en diamètre et le volume individuel des arbres. De plus, l'ampleur de ces gains de croissance augmente avec la qualité de la station.

Étant donné le jeune âge des plantations disponibles, les tables ne peuvent être utilisées pour des plantations de plus de 35 ans d'âge total. Ainsi, des échantillonnages seront ultérieurement nécessaires dans des plantations plus vieilles afin de permettre l'élaboration de tables de rendement atteignant l'âge de rotation. De plus, les prochains échantillonnages devront couvrir des domaines écologiques peu ou non inventoriés dans la présente étude et où les reboisements récents ont été importants (p. ex. : domaines de la pessière noire et de la sapinière à épinette noire). Une meilleure répartition et des plantations plus nombreuses et surtout plus vieilles (HASENAUER *et al.* 1994) pourront également servir à élaborer des tables de rendement spécifiques à chacun des domaines ou groupes de domaines écologiques (PAYANDEH 1991).

Les prochains échantillonnages devront également servir à évaluer les impacts des améliorations ou des changements récents apportés au processus de la régénération artificielle des forêts. À ce sujet, mentionnons l'amélioration génétique (LAMONTAGNE 1992), l'introduction récente de la production de plants en récipient et l'utilisation de plants de fortes dimensions.

Bibliographie

- BENNETT, F.A., 1971. *The role of thinning and some other problems in management of slash pine plantations*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. Research Paper SE-86. 14 p.
- BERTRAND, V., 1987. *Évaluation préliminaire de la production des plantations d'épinette noire*. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Direction de la recherche et du développement. Rapport interne n° 273. 28 p.
- BOLGHARI, H.A. et V. BERTRAND, 1984. *Tables préliminaires de production des principales essences résineuses plantées dans la partie centrale du sud du Québec*. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Service de la recherche. Mémoire n° 79. 392 p.
- BOUDOUX, M., 1978. *Tables de rendement empiriques pour l'épinette noire, le sapin baumier et le pin gris au Québec*. Ministère des Terres et Forêts du Québec, Service de l'information. 101 p.
- BOUDOUX, M. et F. BONENFANT, 1979. SACADOS. *Système automatique conversationnel d'analyse de données statistiques*. Service canadien des forêts, Centre de recherches forestières des Laurentides. Rapport d'information LAU-X-39. 22 p.
- BOWLING, D., 1987. *Twenty-year slash pine spacing study : what to optimize?* Dans: D.R. Phillips (comp.). Proceedings of the Fourth Biennial Southern Silvicultural Research Conference, November 4-6 1986, Atlanta, GA. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. General Technical Report SE-42 : 300-304.

- CAO, Q.V., 1989. *Evaluating indirect and direct methods of constructing local volume equations*. Dans : J.H. Miller (comp.). Proceedings of the Fifth Biennial Southern Silvicultural Research Conference, November 1-3 1988, Memphis, TN. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. General Technical Report SO-74 : 447-452.
- CARPENTIER, J.-P., L. LACOMBE et P. TARDIF, 1989. *Modélisation de la croissance et du rendement des peuplements de peuplier faux-tremble au Québec*. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Direction de la recherche et du développement. Mémoire n° 97. 228 p.
- CARPENTIER, J.-P., L. LACOMBE et P. TARDIF, 1993. *Modélisation de la croissance et du rendement des pessières noires au Québec*. Ministère des Forêts du Québec, Direction de la recherche. Mémoire n° 108. 148 p.
- CARROLL, R.J. et D. RUPPERT, 1988. *Transformation and weighting in regression*. Chapman and Hall, New York. 249 p.
- CAULFIELD, J.P., D.B. SOUTH et G.L. SOMERS, 1991. *The influence of the price-size curve on planting density decisions*. Dans : S.S. Coleman et D.G. Neary (comp.). Proceedings of the Sixth Biennial Southern Silvicultural Research Conference, October 30-November 1 1990, Memphis, TN. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. General Technical Report SE-70 : 801-810.
- DALE, M.E., D.E. LUTZ et H.J. BAILEY, 1989. *Yield of white pine plantations in Ohio*. Northern Journal of Applied Forestry 6 : 51-56.
- DÉSARLNIERS, G., 1989. *Équation du défilement d'un tronçon : fondement du cubage des arbres en vue du débitage*. Deuxième édition. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Direction de la recherche et du développement. Mémoire n° 69. 91 p.
- FEDUCCIA, D.P., 1983. *Thinning pine plantations*. Forest Farmer 13(10) : 10-11.
- GAGNON, J.D., 1972. *Les plantations de Grand'Mère. Modèle de reboisement pour l'avenir*. Service canadien des forêts, Centre de recherches forestières des Laurentides. Rapport d'information Q-X-30F. 32 p.
- HAIGHT, R.G., 1993. *Optimal management of loblolly pine plantations with stochastic price trends*. Can. J. For. Res. 23 : 41-48.
- HASENAUER, H., H.E. BURKHART et H. STERBA, 1994. *Variation in potential volume yield of loblolly pine plantations*. For. Sci. 40 : 162-176.
- JOHNSTONE, W.D. et J.C. POLLACK, 1990. *The influence of espacement on the growth and development of a lodgepole pine plantation*. Can. J. For. Res. 20 : 1631-1639.
- JONES, E.P. Jr., 1987. *Slash pine plantation spacing study – Age 30*. Dans : D.R. Phillips (comp.). Proceedings of the Fourth Biennial Southern Silvicultural Research Conference, November 4-6 1986, Atlanta, GA. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. General Technical Report SE-42 : 45-49.
- KVALSETH, T.O., 1985. *Cautionary note about R²*. The American Statistician 39 : 279-285.
- LAMONTAGNE, Y., 1992. *Vergers à graines de première génération et tests de descendance implantés au Québec pour les espèces résineuses. Bilan des réalisations*. Ministère des Forêts du Québec, Direction de la recherche. Mémoire n° 106. 40 p.
- LUNDGREN, A.L., 1981. *The effect of initial number of trees per acre and thinning densities on timber yields from red pine plantations in the Lake States*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. Research Paper NC-193. 25 p.
- MALIMBWI, R.E., A. PERSSON, S. IDDI, S.A.O. CHAMSHAMA et S.T. MWIHOMEKE, 1992. *Effects of spacing on yield and some wood properties of Pinus patula at Rongai, northern Tanzania*. Forest Ecology and Management 53 : 297-306.
- MEAD, R., R.N. CURMOW et A.M. HASTED, 1993. *Statistical methods in agriculture and experimental biology* (2^e éd.). Chapman and Hall, Londres. 415 p.

- MITCHELL, K.J., 1978. *Impact of planting density and juvenile spacing on the yield of Douglas-fir*. Dans : J. Fries, H.E. Burkhart et T.A. Max (éd.). Growth models for long term forecasting of timber yields. Proceedings of a Meeting sponsored by International Union of Forestry Research Organisation, School of Forestry and Wildlife Resources, Virginia Polytechnic Institute and State University. Publication FWS-1-78 : 143-158.
- NETER, J., W. WASSERMAN et M.H. KUTNER, 1985. *Applied linear statistical models*. (2^e éd.). Richard D. Irwin, Inc. Homewood, Illinois. 1127 p.
- PAYANDEH, B., 1991. *Composite site-productivity functions for Northeastern Ontario black spruce*. New Forests 5 : 1-12.
- REUKEMA, D.L., 1970. *Forty-year development of Douglas-fir stands planted at various spacings*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. Research Paper PNW-100. 21 p.
- REUKEMA, D.L., 1979. *Fifty-year development of Douglas-fir stands planted at various spacings*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. Research Paper PNW-253. 21 p.
- RIOU-NIVERT, P. et J.-M. GEORGEOT, 1982. *Densité de plantation et sylviculture du douglas en forêt domaniale d'Amance : les plus grands espacements ont donné les meilleurs résultats*. Forêt Entreprise 82(8) : 14-25.
- SAS INSTITUTE INC., 1988. *SAS/STAT User's Guide, Release 6.03 Edition*. Cary, NC, SAS Institute Inc. 1028 p.
- SEBER, G.A.F. et C.J. WILD, 1989. *Nonlinear regression*. John Wiley and Sons, Inc. 768 p.
- SHIPMAN, R.D. et S.E. FAIRWEATHER, 1989. *Yields of Japanese larch plantations in Pennsylvania*. Northern Journal of Applied Forestry 6 : 78-81.
- STIELL, W.M. et A.B. BERRY, 1977. *A 20-year trial of red pine planted at seven spacings*. Canadian Forestry Service, Forest Management Institute. Information Report FMR-X-97. 25 p.
- THIBAUT, M., 1985. *Les régions écologiques du Québec méridional. Deuxième approximation*. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Service de la recherche et Service de la cartographie. Carte au 1 : 1 250 000.
- VÉZINA, P.-É. et A. LINTEAU, 1968. *Growth and yield of balsam fir and black spruce in Quebec*. Canada Department of Forestry and Rural Development, Forest Research Laboratory Quebec Region. Information Report Q-X-2. 58 p.
- VINCENT, A.B., 1965. *Black spruce. A review of its silvics, ecology and silviculture*. Canada. Department of Forestry. Publication No. 1100. 79 p.
- VUOKILA, Y., 1983. *Thinning models for forest cultures in Finland*. Folia Forestalia 556 : 1-15.

Annexe A

Liste alphabétique des symboles, de leur signification et des unités de mesure utilisés

Symbole	Signification	Unité de mesure
AGE	Âge total y compris les années en pépinière. Parfois estimé en ajoutant deux ans à l'âge calculé à hauteur de souche.	année
DHP	Diamètre à hauteur de poitrine	cm
DHP _m	Diamètre à hauteur de poitrine des arbres marchands (DHP > 9 cm)	cm
ESP	Espacement initial moyen entre les plants	m
G _m	Surface terrière des arbres marchands (DHP > 9 cm)	m ² /ha
G _t	Surface terrière totale des tiges dont le DHP est de 1 cm et plus	m ² /ha
H	Hauteur de l'arbre	m
H _D	Hauteur moyenne des arbres dominants	m
IQS	Indice de qualité de station (Âge de référence : 25 ans)	m
N _m	Nombre de tiges marchandes (DHP > 9 cm) par hectare	tige/ha
N _t	Nombre de tiges par hectare dont le DHP est de 1 cm et plus	tige/ha
V _m	Volume de bois par hectare des arbres marchands (DHP > 9 cm)	m ³ /ha
V _t	Volume de bois par hectare des tiges dont le DHP est de 1 cm et plus	m ³ /ha

Annexe B

**Abaque de prédiction de la hauteur dominante (m) d'une plantation d'épinette noire
en fonction de l'âge total des plants et de l'indice de qualité de station**

Âge (années)	Indices de qualité de station (m à 25 ans)										
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5
10	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5
11	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9
12	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,4
13	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9
14	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4
15	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,0	4,2	4,5	4,7	4,9
16	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	4,9	5,2	5,5
17	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,4	5,7	6,0
18	3,4	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0	5,3	5,6	5,9	6,3	6,6
19	3,7	4,1	4,4	4,8	5,1	5,4	5,8	6,1	6,5	6,8	7,1
20	4,0	4,4	4,8	5,2	5,5	5,9	6,3	6,6	7,0	7,4	7,7
21	4,4	4,8	5,1	5,5	5,9	6,3	6,7	7,1	7,5	7,9	8,3
22	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4	6,8	7,2	7,6	8,1	8,5	8,9
23	5,0	5,4	5,9	6,3	6,8	7,2	7,7	8,2	8,6	9,1	9,5
24	5,3	5,8	6,3	6,7	7,2	7,7	8,2	8,7	9,2	9,6	10,1
25	5,6	6,1	6,6	7,1	7,7	8,2	8,7	9,2	9,7	10,2	10,7
26	5,9	6,5	7,0	7,6	8,1	8,6	9,2	9,7	10,3	10,8	11,3
27	6,3	6,8	7,4	8,0	8,5	9,1	9,7	10,2	10,8	11,4	11,9
28	6,6	7,2	7,8	8,4	9,0	9,6	10,2	10,8	11,4	12,0	12,6
29	6,9	7,5	8,1	8,8	9,4	10,0	10,7	11,3	11,9	12,5	13,2
30	7,2	7,9	8,5	9,2	9,8	10,5	11,1	11,8	12,5	13,1	13,8
31	7,5	8,2	8,9	9,6	10,3	10,9	11,6	12,3	13,0	13,7	14,4
32	7,8	8,6	9,3	10,0	10,7	11,4	12,1	12,8	13,5	14,3	15,0
33	8,2	8,9	9,6	10,4	11,1	11,9	12,6	13,3	14,1	14,8	15,6
34	8,5	9,2	10,0	10,8	11,5	12,3	13,1	13,9	14,6	15,4	16,2
35	8,8	9,6	10,4	11,2	12,0	12,8	13,6	14,4	15,2	16,0	16,8

Note. La relation mathématique utilisée est la suivante : $H_D = 0,003613279 (\widehat{IQS}) (AGE)^{1,904730104} (0,980710034)^{AGE}$.

Annexe C

**Abaque de prédiction de la surface terrière totale (m²/ha)
d'une plantation d'épinette noire en fonction de la hauteur des arbres dominants
et de l'espacement initial moyen entre les plants**

Hauteur dominante (m)	Espacements (m)					
	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
2,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,0	1,1	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0
3,5	2,3	1,9	1,5	1,1	0,8	0,5
4,0	3,6	3,1	2,6	2,2	1,8	1,4
4,5	5,1	4,5	4,0	3,4	3,0	2,5
5,0	6,8	6,1	5,5	4,9	4,3	3,8
5,5	8,5	7,8	7,1	6,4	5,8	5,1
6,0	10,4	9,6	8,8	8,0	7,3	6,7
6,5	12,3	11,4	10,6	9,8	9,0	8,2
7,0	14,3	13,3	12,4	11,6	10,7	9,9
7,5	16,3	15,3	14,3	13,4	12,5	11,6
8,0	18,3	17,2	16,2	15,2	14,3	13,3
8,5	20,3	19,2	18,1	17,1	16,1	15,1
9,0	22,3	21,1	20,0	18,9	17,8	16,8
9,5	24,2	23,0	21,8	20,7	19,6	18,5
10,0	26,1	24,9	23,6	22,5	21,3	20,2
10,5	27,9	26,6	25,4	24,2	23,0	21,8
11,0	29,7	28,3	27,1	25,8	24,5	23,3
11,5	31,3	30,0	28,6	27,3	26,1	24,8
12,0	32,9	31,5	30,1	28,8	27,5	26,2
12,5	34,3	32,9	31,5	30,1	28,8	27,5
13,0	35,6	34,1	32,7	31,3	30,0	28,6
13,5	36,8	35,3	33,8	32,4	31,0	29,7

Note. La relation mathématique utilisée est la suivante :

$$\hat{G}_t = [-0,186304 + (0,866568 H_D) - (0,025474 H_D^2) - (0,483665 ESP)]^2 - 1.$$

Annexe D

**Abaque de prédiction de la surface terrière marchande (m²/ha)
d'une plantation d'épinette noire en fonction de la surface terrière totale**

Unité de surface terrière	Fractions de surface terrière			
	0,00	0,25	0,50	0,75
5	0,40	0,67	0,95	1,22
6	1,49	1,77	2,04	2,31
7	2,59	2,86	3,14	3,41
8	3,68	3,96	4,23	4,51
9	4,78	5,05	5,33	5,60
10	5,88	6,15	6,42	6,70
11	6,97	7,25	7,52	7,79
12	8,07	8,34	8,62	8,89
13	9,16	9,44	9,71	9,99
14	10,26	10,53	10,81	11,08
15	11,36	11,63	11,90	12,18
16	12,45	12,73	13,00	13,27
17	13,55	13,82	14,10	14,37
18	14,64	14,92	15,19	15,47
19	15,74	16,01	16,29	16,56
20	16,83	17,11	17,38	17,66
21	17,93	18,20	18,48	18,75
22	19,03	19,30	19,57	19,85
23	20,12	20,40	20,67	20,94
24	21,22	21,49	21,77	22,04
25	22,31	22,59	22,86	23,14
26	23,41	23,68	23,96	24,23
27	24,51	24,78	25,05	25,33
28	25,60	25,88	26,15	26,42
29	26,70	26,97	27,25	27,52
30	27,79	28,07	28,34	28,62
31	28,89	29,16	29,44	29,71
32	29,98	30,26	30,53	30,81
33	31,08	31,35	31,63	31,90
34	32,18	32,45	32,72	33,00
35	33,27	33,55	33,82	34,09
36	34,37	34,64	34,92	35,19
37	35,46	35,74	36,01	36,29
38	36,56	36,83	37,11	37,38

Note. La relation mathématique utilisée est la suivante : $\hat{G}_m = -5,08195 + (1,095841 G_t)$.

Exemple : la surface terrière marchande est de 31,90 m²/ha lorsque la surface terrière totale est de 33,75 m²/ha.

Annexe E

**Abaque de prédiction du DHP (cm) moyen d'une plantation
d'épinette noire en fonction de la hauteur des arbres dominants
et de l'espacement initial moyen entre les plants**

Hauteur dominante (m)	Espacements (m)					
	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
2,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
3,0	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5
3,5	2,9	3,0	3,2	3,3	3,4	3,6
4,0	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,6
4,5	4,1	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5
5,0	4,7	5,0	5,4	5,8	6,1	6,5
5,5	5,2	5,6	6,1	6,5	7,0	7,4
6,0	5,7	6,2	6,8	7,3	7,8	8,3
6,5	6,2	6,8	7,4	8,0	8,6	9,2
7,0	6,7	7,4	8,0	8,7	9,4	10,0
7,5	7,1	7,9	8,6	9,4	10,1	10,9
8,0	7,6	8,4	9,2	10,0	10,9	11,7
8,5	8,0	8,9	9,8	10,7	11,6	12,5
9,0	8,4	9,3	10,3	11,3	12,3	13,2
9,5	8,7	9,8	10,8	11,9	12,9	14,0
10,0	9,0	10,2	11,3	12,4	13,5	14,7
10,5	9,3	10,5	11,8	13,0	14,2	15,4
11,0	9,6	10,9	12,2	13,5	14,8	16,0
11,5	9,9	11,2	12,6	14,0	15,3	16,7
12,0	10,1	11,6	13,0	14,4	15,9	17,3
12,5	10,3	11,8	13,4	14,9	16,4	17,9
13,0	10,5	12,1	13,7	15,3	16,9	18,5
13,5	10,7	12,4	14,0	15,7	17,3	19,0

Note. La relation mathématique utilisée est la suivante :

$$\widehat{DHP} = 0,361305 + (0,663098 H_D) - (0,047237 H_D^2) - (1,618035 ESP) + [0,613046 H_D (ESP)].$$

Annexe F

**Abaque de prédiction du DHP (cm) moyen des arbres marchands
d'une plantation d'épinette noire en fonction du DHP moyen**

Unité de DHP moyen	Fractions de DHP moyen			
	0,00	0,25	0,50	0,75
6			9,85	9,99
7	10,13	10,27	10,42	10,56
8	10,70	10,84	10,98	11,12
9	11,27	11,41	11,55	11,69
10	11,83	11,97	12,12	12,26
11	12,40	12,54	12,68	12,82
12	12,97	13,11	13,25	13,39
13	13,53	13,67	13,82	13,96
14	14,10			

Note. La relation mathématique utilisée est la suivante : $\widehat{DHP}_m = 6,16697 + (0,566622 \text{ DHP})$.

Exemple : le DHP moyen des arbres marchands est de 13,39 cm lorsque le DHP moyen est de 12,75 cm.

L'étude de la croissance et du rendement des plantations menée par la Direction de la recherche forestière procure des informations essentielles à un aménagement efficace des ressources forestières du Québec. Les résultats qui découlent de ces recherches peuvent servir, notamment, à élaborer des plans d'aménagement forestier, à déterminer la possibilité annuelle de coupe, à mener diverses études économiques ou encore à choisir les essences et les densités de reboisement de même que les traitements sylvicoles appropriés.

