

GUIDE

D'INVENTAIRE ET
D'ÉCHANTILLONNAGE
en milieu forestier



GUIDE

D’INVENTAIRE ET D’ÉCHANTILLONNAGE

en milieu forestier

Sébastien Méthot, ing.f.
Louis Blais, B. Sc. Stat.
Jacques Gravel, ing.f.
Ian Latrémouille, ing.f.
Stéphane St-Pierre, ing.f.
Simon Vézeau, ing.f.

Ministère des Ressources naturelles
Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers

Québec, avril 2014

Collaboration

Sylvain Dallaire et Sylvain Marois, Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers
David Morin, Direction du soutien aux opérations Faune et Forêts
Sébastien Meunier et Anick Patry, Direction des opérations intégrées de l’Outaouais

Remerciements

Geneviève Bouchard et Catherine Dufour, consultantes en gestion de projet; Pierre Beaupré, Sylvie Delisle, Pierre Fontaine, Lyne Giasson et Nathalie Laurencelle, Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers; Sylvie Jean, Direction de la protection des forêts

Pour plus de renseignements

Ministère des Ressources naturelles
Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers
5700, 4^e Avenue Ouest, local C-402
Québec (Québec) G1H 6R1
Téléphone : 418 627-8609
Télécopieur : 418 627-0720
Courriel : services.clientele@mrn.gouv.qc.ca
Numéro de publication : DAEF2-0049

Cette publication, conçue pour une impression recto verso, est offerte en ligne à l’adresse suivante :
<http://www.mrn.gouv.qc.ca/forets/connaissances/connaissances-guide-inventaire.jsp>

Référence : MÉTHOT, S., et autres (2014). *Guide d’inventaire et d’échantillonnage en milieu forestier*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers, 237 p.

Mots clés : caractéristique, cartographie, contrôle, critère, diagnostic sylvicole, échantillonnage, forêt, intensité de la sylviculture, inventaire, LiDAR, planification, plan de sondage, Québec, suivi.

Key words: cartography, characteristic, control, criterion, design, forest, inventory, LiDAR, monitoring, planification, sampling, silvicultural diagnosis, treatment intensity, Quebec.

Photo de la page couverture : Sébastien Méthot

© Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles, 2014
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2014
ISBN : 978-2-550-70462-1

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
1. Besoins d’information et stratification	3
1.1 Acquisition de connaissances adaptée aux besoins	5
1.2 Concepts généraux d’ordonnement des besoins	5
1.3 Stratégie d’acquisition de connaissances et intensité de la sylviculture	6
1.3.1 Stratégie générale de gestion basée sur l’intensité de la sylviculture	6
1.3.2 Stratégie 1 – Optimisation des ressources en fonction du potentiel de croissance	6
1.3.3 Stratégie 2 – Optimisation des ressources en fonction de l’incertitude du contenu	6
1.4 Nature des besoins d’acquisition de connaissances	7
1.4.1 Informations de base améliorées	7
1.4.2 Informations sur les caractéristiques forestières	7
1.4.3 Informations sur les critères forestiers	8
1.5 Produits disponibles pour supporter l’acquisition de connaissances	8
1.5.1 Produits cartographiques	8
1.5.2 Produits d’imagerie	10
1.5.3 Produits LiDAR	13
1.6 Approches méthodologiques d’acquisition de connaissances	15
1.6.1 Requêtes cartographiques	15
1.6.2 Interprétation opérationnelle	15
1.6.3 Autocorrélation et points photogrammétriques	18
1.6.4 Classification pixel à pixel	18
1.6.5 Approche orientée objet	19
1.6.5.1 Identification des tiges individuelles (approche en fonction de l’arbre)	20
1.6.5.2 Approche par hauteur-densité	21
1.6.6 Analyses par surface	22
1.6.7 Acquisition de données de terrain	23
1.6.7.1 Inventaire de reconnaissance, points d’observation et points de contrôle	23
1.6.7.2 Inventaire de calibration	24
1.6.7.3 Inventaire d’intervention	24
1.6.8 Recrutement de placettes-échantillons	25
1.7 Performances des approches selon la nature des besoins	25
2. Planification d’un inventaire et plan de sondage	29
2.1 Plan de sondage	31
2.1.1 Objectifs de l’inventaire	31
2.1.1.1 Objectifs du diagnostic sylvicole	33
2.1.1.2 Objectifs du suivi de conformité des activités d’aménagement forestier	33
2.1.1.3 Objectifs du suivi d’efficacité des activités d’aménagement forestier	33
2.1.2 Territoire à inventorier	34
2.1.3 Type d’information requise	34
2.1.4 Nature des résultats escomptés	36
2.1.5 Précision recherchée	36
2.2 Contraintes qui influent sur les éléments de base	37
2.3 Échantillonnage (méthodes)	37

2.3.1 Définitions de base.....	37
2.3.2 Type d'unités d'échantillonnage	38
2.3.2.1 Inventaires dans les peuplements de 7 m ou plus de hauteur.....	38
2.3.2.2 Inventaires dans les peuplements en régénération (ou de moins de 7 m de hauteur).....	40
2.3.3 Plan de sondage	41
2.3.3.1 Intensité d'échantillonnage	42
3. Diagnostic sylvicole	47
3.1 Démarche.....	49
3.2 Critères forestiers.....	49
4. Inventaire.....	57
4.1 Outils recommandés	59
4.2 Gestion des déplacements	60
4.3 Convention de mesure et choix des unités de mesure	60
4.4 Prise de données des différentes caractéristiques forestières.....	60
4.4.1 Historique des peuplements	61
4.4.1.1 Origine du peuplement.....	61
4.4.1.2 Perturbation moyenne ou intervention partielle.....	61
4.4.2 Caractéristiques du site et de la station.....	62
4.4.2.1 Type écologique.....	64
4.4.2.2 Végétation potentielle	64
4.4.2.3 Groupe d'espèces indicatrices (GEI).....	65
4.4.2.4 Situation topographique (situation sur la pente).....	66
4.4.2.5 Exposition de la pente.....	68
4.4.2.6 Pente.....	68
4.4.2.7 Densité du peuplement.....	69
4.4.2.8 Type de dépôt de surface	70
4.4.2.9 Texture du sol	73
4.4.2.10 Drainage.....	75
4.4.2.11 Pierrosité	78
4.4.2.12 Inégalité du terrain	79
4.4.2.13 Débris ligneux	81
4.4.2.14 Microsite propice.....	85
4.4.3 Caractéristiques de la basse régénération et des gaules	86
4.4.3.1 Essence	86
4.4.3.2 Arbre d'avenir libre de croître (diagnostic au stade semis).....	86
4.4.3.3 Arbre d'avenir éclairci naturellement (stade gaulis)	87
4.4.3.4 Arbre d'avenir libre de croître (stade gaulis)	88
4.4.3.5 Arbres d'avenir ayant fait l'objet d'un traitement sylvicole.....	88
4.4.3.6 DHP.....	89
4.4.3.7 Hauteur de la basse régénération et de la végétation concurrente	92
4.4.3.8 Recouvrement.....	93
4.4.4 Caractéristiques des arbres dont le DHP est supérieur à 90 mm	93
4.4.4.1 État de l'arbre.....	93
4.4.4.2 Arbres à valeur faunique.....	99
4.4.4.3 Arbres secs et sains.....	100
4.4.4.4 Essence	100
4.4.4.5 Diamètre.....	102

4.4.4.6	Structure diamétrale (distribution diamétrale)	108
4.4.4.7	Hauteur d'un arbre ou d'un peuplement	108
4.4.4.8	Âge d'un arbre ou d'un peuplement	111
4.4.4.9	Étage de l'arbre.....	113
4.4.4.10	Structure verticale (étagement)	116
4.4.4.11	Classe de vigueur de l'arbre (M, S, C et R).....	117
4.4.4.12	Blessures aux arbres résiduels.....	118
4.4.4.13	Fréquence, distribution, proportion ou degré de couverture (projection horizontale des houppiers d'un peuplement).....	121
4.4.4.14	Taux de cime morte des feuillus	122
4.4.4.15	Classe de qualité de la bille de pied	124
4.4.4.16	Utilisation des arbres	124
5.	Critères forestiers	127
5.1	Définition	129
5.2	Moyenne.....	129
5.2.1	Moyenne arithmétique	129
5.2.2	Moyenne quadratique	130
5.3	Densité	130
5.3.1	Nombre de grandes gaules.....	131
5.3.2	Nombre de petites tiges marchandes	132
5.3.2.1	Nombre de petites tiges marchandes mesurées.....	132
5.3.2.2	Nombre de petites tiges marchandes estimées	132
5.4	Proportion.....	133
5.4.1	Ratio du DHP moyen après traitement et du DHP moyen avant traitement (D/d).....	133
5.4.2	Pourcentage.....	133
5.4.3	Coefficient de distribution (CD).....	135
5.4.3.1	Autres coefficients de distribution	136
5.4.4	Taux de recouvrement	137
5.4.4.1	Taux de recouvrement des framboisiers, des fougères ou des épilobes (% de FFÉ).....	137
5.4.4.2	Autres taux de recouvrement.....	137
5.4.5	Coefficient d'élancement (C_{el}).....	137
5.5	Surface terrière (g).....	138
5.5.1	Capital forestier (CF).....	139
5.5.2	Capital forestier en croissance (CFC).....	139
5.6	Indice de qualité de station (IQS)	140
5.6.1	Courbes hauteur-âge	140
5.7	Volume	141
5.7.1	Volume marchand brut.....	141
5.7.2	Volume marchand net.....	142
5.7.3	Détermination du volume (marchand brut).....	142
5.7.3.1	Tarif de cubage	142
5.7.3.2	Tarif de cubage général	142
5.7.3.3	Tarif de cubage local.....	143
5.7.4	Calcul du volume d'une pièce de bois – Volume brut réel avec les deux diamètres	143
5.7.5	Volume brut par tige d'un territoire	143
5.8	Structure d'un peuplement.....	144

6. Suivis en milieu forestier	145
6.1 Contexte	147
6.2 Catégories de suivis	147
6.2.1 Suivi de conformité	148
6.2.2 Suivi d’efficacité	148
6.2.3 Suivi de référence	148
6.2.4 Suivi de validation	148
6.2.5 Suivi d’implantation	148
6.3 Détermination des besoins corporatifs dans l’élaboration d’un programme de suivis d’efficacité	148
6.4 Choix des critères forestiers à suivre	149
6.5 Suivis d’efficacité concernant la régénération	150
6.5.1 Objectifs des suivis d’efficacité	150
6.5.1.1 Scénarios comportant une sylviculture extensive et de base, sans actions supplémentaires pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente	151
6.5.1.2 Scénarios comportant une sylviculture de base, avec actions pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente	151
6.5.1.3 Scénarios sylvicoles comportant une sylviculture intensive et d’élite	151
6.5.2 Calendriers des suivis d’efficacité	152
6.5.3 Méthodologie de sondage	157
6.5.3.1 Unité de sondage	157
6.5.3.2 Intensité d’échantillonnage	157
6.5.4 Éléments à recueillir	158
6.5.5 Cibles minimales	162
6.5.6 Méthode de suivi par photo-interprétation	163
6.5.6.1 Calcul du recouvrement total moyen pondéré	165
6.5.6.2 Comparaison du résultat pondéré avec des seuils suggérés	165
6.5.6.3 Limites de la méthode et recommandations	166
Annexes	169
Bibliographie	225
Glossaire	231

LISTE DES ANNEXES

Annexe A Intensité de la sylviculture selon le type de traitement ou de procédé.....	171
Annexe B Rayon d’échantillonnage en fonction du DHP pour le prisme CST-2 (métrique).....	172
Annexe C Autres caractéristiques forestières à évaluer sur le terrain	176
Annexe D Types de dépôts de surface	183
Annexe E Évaluation tactile de la texture.....	188
Annexe F Tables de conversion des DHSaé et DHPaé par essence	190
Annexe G Précisions sur la longueur des blessures affectant la tige principale.....	216
Annexe H Facteur d’arbre par classe de DHP mesuré avec le prisme CST-2 (métrique)	217
Annexe I Table des surfaces terrières	218
Annexe J Application de la méthode d’analyse de structure des peuplements feuillus et mélangés.....	221
Annexe K Critères forestiers pouvant être évalués lors des vérifications de conformité et d’efficacité	223

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Principaux types d’images satellites utilisés en foresterie	12
Tableau 2 Spécifications d’acquisition LiDAR recommandées pour les applications forestières.....	13
Tableau 3 Performance des produits pour les besoins d’information de base en planification forestière opérationnelle – Tout contexte forestier	26
Tableau 4 Performance des produits pour les besoins sur les caractéristiques forestières en planification forestière opérationnelle – Contexte forestier résineux	26
Tableau 5 Performance des produits pour les besoins sur les caractéristiques forestières en planification forestière opérationnelle – Contexte forestier feuillu et mixte.....	27
Tableau 6 Performance des produits pour les besoins sur les critères forestiers en planification forestière opérationnelle – Contexte forestier résineux.....	27
Tableau 7 Performance des produits pour les besoins sur les critères forestiers en planification forestière opérationnelle – Contexte feuillu et mixte	28
Tableau 8 Rayon des microplacettes en fonction du type d’inventaire et de l’intensité de la sylviculture	39
Tableau 9 Critères forestiers du diagnostic sylvicole pour les traitements de récolte	50
Tableau 10 Critères forestiers du diagnostic sylvicole pour les traitements de site et de régénération artificielle.....	53
Tableau 11 Critères forestiers du diagnostic sylvicole pour les traitements d’éducation des peuplements de moins de 7 m de hauteur	55
Tableau 12 Codes de situation sur la pente	67
Tableau 13 Codes des classes de pente.....	68
Tableau 14 Code des classes de densité.....	69
Tableau 15 Arbres pris en compte lors de l’évaluation de la densité du couvert.....	70
Tableau 16 Épaisseur des dépôts	72
Tableau 17 Classes de texture du sol et leurs codes.....	74
Tableau 18 Classes de drainage et classes synthèses de drainage	76
Tableau 19 Codification des modifications du drainage.....	78
Tableau 20 Classes de dimension des particules rocheuses	78

Tableau 21 Codes des classes d’inégalité du terrain	79
Tableau 22 Description des classes de décomposition des débris ligneux	83
Tableau 23 Classes de DHP des gaules	89
Tableau 24 Classes de hauteur (h) des semis	92
Tableau 25 Codes d’état d’un arbre à utiliser lors d’un établissement.....	94
Tableau 26 Codes de hauteur d’un tronc cassé.....	99
Tableau 27 Essences commerciales feuillues.....	100
Tableau 28 Essences commerciales résineuses	101
Tableau 29 Essences non commerciales	102
Tableau 30 Classes de 2 cm de DHP des arbres	103
Tableau 31 Classes de hauteur d’un peuplement.....	110
Tableau 32 Classes d’âge selon la structure des peuplements	112
Tableau 33 Classes de vigueur de l’arbre	117
Tableau 34 Effets appréhendés des blessures infligées aux feuillus à la suite d’une coupe	119
Tableau 35 Effets appréhendés des blessures infligées aux résineux à la suite d’une coupe.....	120
Tableau 36 Classes de taux de cime vivante des résineux	121
Tableau 37 Classes de taux de cime morte des feuillus	123
Tableau 38 Classes et codes d’utilisation des arbres	124
Tableau 39 Quantité de grandes gaules dans 1 ha et dans une placette de 400 m ²	132
Tableau 40 Exemples d’éléments et d’échelles de territoire associés aux suivis	147
Tableau 41 Critères forestiers corporatifs à calculer lors des suivis d’efficacité concernant la régénération	149
Tableau 42 Exemple de détermination des superficies forestières résiduelles nécessitant un suivi d’efficacité à la suite des interventions des années antérieures.....	150
Tableau 43 Calendrier des suivis à faire en 2014-2015 pour les scénarios comportant une sylviculture extensive et de base, sans actions supplémentaires pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente	153
Tableau 44 Calendrier des suivis à faire en 2014-2015 pour les scénarios comportant une sylviculture de base, avec actions pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente	154
Tableau 45 Calendrier des suivis à faire en 2014-2015 pour les scénarios sylvicoles comportant une sylviculture intensive et d’élite	155
Tableau 46 Synthèse des délais prescrits selon l’intensité prévue dans le scénario sylvicole.....	156
Tableau 47 Rayons des microplacettes à utiliser	158
Tableau 48 Caractéristiques et critères forestiers obligatoires pour les suivis d’efficacité	159
Tableau 49 Cibles minimales à atteindre lors du premier suivi d’efficacité	162
Tableau 50 Cibles minimales à atteindre lors du deuxième suivi d’efficacité	162
Tableau 51 Exemple de calcul du recouvrement total moyen pondéré d’un secteur d’intervention.	165
Tableau 52 Seuils de recouvrement suggérés	165
Tableau 53 Résultats des essais réalisés en 2013	166
Tableau 54 Solidité du sol en fonction du drainage, du type de dépôt et de la texture	178
Tableau 55 Échelle de von Post	186
Tableau 56 Échelle de résistance du moule.....	188
Tableau 57 Pourcentage de diminution du nombre d’arbres sous lequel la structure est jardinée ..	222

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Type de production cartographique du quatrième inventaire.....	9
Figure 2	Photo aérienne numérique couleur à une résolution de 30 cm	10
Figure 3	Image satellite Landsat 2013.....	11
Figure 4	Format image de la donnée LiDAR	14
Figure 5	Format d'un nuage de points de la donnée LiDAR	14
Figure 6	Interprétation opérationnelle à une station de travail équipée d'un écran pour la vision stéréoscopique	16
Figure 7	Exemple d'interprétation opérationnelle réalisée au moyen d'un MHC LiDAR	17
Figure 8	Exemple de classification pixel à pixel par une approche supervisée	19
Figure 9	Exemple de délimitation fine de secteurs d'intervention et d'identification des arbres individuels par l'approche orientée objet sur MHC LiDAR	21
Figure 10	Classification du potentiel de récolte réalisé avec l'approche hauteur-densité	22
Figure 11	Illustration du processus d'analyse par surface	23
Figure 12	Coûts de correction des anomalies d'un logiciel	32
Figure 13	Exemple de disposition d'une grappe de cinq microplacettes	39
Figure 14	Emplacement des gaules dans une placette.....	43
Figure 15	Niveaux où se situent les critères dans un peuplement ou un site.....	49
Figure 16	Exemples de sites (stations).....	63
Figure 17	Situation topographique de la placette-échantillon	67
Figure 18	Méthodes d'évaluation de la pente d'un terrain	69
Figure 19	Profil d'un dépôt de surface.....	70
Figure 20	Clé simplifiée de détermination de la nature du dépôt.....	71
Figure 21	Épaisseur des dépôts	73
Figure 22	Abaque des classes de texture du sol.....	75
Figure 23	Clé simplifiée de détermination du drainage	77
Figure 24	Détermination de la classe d'inégalité du terrain.....	80
Figure 25	Clé simplifiée de classification de la décomposition des débris ligneux	82
Figure 26	Exemples de débris ligneux.....	84
Figure 27	Situations de débris ligneux présents dans une placette	85
Figure 28	Autres situations de débris ligneux présents dans la placette	85
Figure 29	Arbre d'avenir résineux éclairci naturellement	87
Figure 30	Arbre d'avenir résineux libre de croître	88
Figure 31	Méthode de mesure du DHP des gaules	89
Figure 32	Branche à ne pas mesurer comme une gaule	90
Figure 33	Gaules à mesurer (à partir du plus haut niveau du sol)	91
Figure 34	Détermination de la hauteur de la basse régénération	92
Figure 35	Évaluation du recouvrement.....	93
Figure 36	Exemple de formulaire pour l'évaluation du recouvrement.....	93
Figure 37	Arbres vivants sur pied à mesurer (codes 10 et 11)	94
Figure 38	Arbres fusionnés sous l'endroit où le DHP est mesuré.....	95
Figure 39	Arbres vivants sur pied, tronc cassé (code 11)	95
Figure 40	Clé pour déterminer la hauteur du tronc cassé d'un feuillu.....	97
Figure 41	Arbre vivant renversé (chablis) à mesurer (code 12).....	97

Figure 42 Arbres morts sur pied à mesurer (code 14).....	98
Figure 43 Arbres morts sur pied, tronc cassé à mesurer (code 16).....	98
Figure 44 Méthode de mesure d'un DHP	104
Figure 45 Utilisation du ruban forestier pour mesurer le diamètre	105
Figure 46 Lecture du ruban forestier.....	105
Figure 47 Endroits de mesure du DHP	106
Figure 48 Déformations empêchant de mesurer le DHP à 1,30 m au dessus du plus haut niveau du sol.....	107
Figure 49 Mesure du DHP d'arbres fourchus	107
Figure 50 Hauteur de deux arbres études	109
Figure 51 Hauteur d'un arbre étude.....	109
Figure 52 Autre exemple de la hauteur d'un arbre étude.....	110
Figure 53 Étages d'arbres vivants sur pied d'essences commerciales.....	114
Figure 54 Arbres dominants et codominants	115
Figure 55 Classes d'étagement de la végétation	116
Figure 56 Hauteur totale d'un arbre portant des branches vivantes	121
Figure 57 Situations particulières d'évaluation du taux de cime vivante.....	122
Figure 58 Exemples de défoliation d'arbres feuillus (% de cime morte).....	123
Figure 59 Détermination de la face à classer	124
Figure 60 Classes de grandes gaules	131
Figure 61 Classes de petites tiges marchandes.....	133
Figure 62 Illustration des andains présents dans un déblaiement fait par une abatteuse- groupeuse	135
Figure 63 Importance de la superficie de la microplacette dans le coefficient de distribution	136
Figure 64 Mesurage de la surface terrière d'un arbre ou d'un peuplement	138
Figure 65 Indice de qualité de station (IQS) du bouleau à papier en fonction de la hauteur et de l'âge des arbres dominants et codominants.....	140
Figure 66 Volume marchand brut	141
Figure 67 Tarif de cubage général pour l'épinette noire.....	142
Figure 68 Structure du peuplement	144
Figure 69 Premier suivi d'efficacité portant sur la régénération	160
Figure 70 Deuxième suivi d'efficacité portant sur la régénération.....	161
Figure 71 Exemple d'une partie d'un secteur d'intervention ayant fait l'objet d'une photo-interprétation (infrarouge standard) avant et après le rehaussement des couleurs.....	164
Figure 72 Classes de débris ligneux.....	176
Figure 73 Classes d'obstruction visuelle latérale	179
Figure 74 Classes d'arbres vivants et morts (chicots).....	180
Figure 75 Exemple de répartition des classes de DHP	181
Figure 76 Clé simplifiée de détermination du type d'humus.....	185
Figure 77 Clé d'évaluation de la texture du sol.....	189
Figure 78 Représentation d'une seule blessure formée de deux blessures superposées	216
Figure 79 Zone de mortalité du cambium et agrandissement de la blessure avec le temps	216

Introduction

Dans le contexte du régime forestier actuel, le ministère des Ressources naturelles (MRN) est responsable de l’aménagement durable des forêts du domaine de l’État. Il est notamment responsable de la gestion des forêts, de la planification des travaux sylvicoles et de l’attribution des bois, que ce soit par l’entremise des garanties d’approvisionnement ou par les ventes sur le marché libre.

Le présent guide est un outil de référence dans lequel sont répertoriées les méthodes d’inventaire forestier et d’échantillonnage privilégiées par le MRN. Il a pour objet de guider les utilisateurs de ces méthodes dans la planification ainsi que la réalisation des inventaires forestiers et de l’échantillonnage. Cette version du guide se veut évolutive et adaptative afin de répondre aux besoins des utilisateurs au fur et à mesure de l’avancement des connaissances. Pour ce faire, le document présente des pistes de réflexion qui permettront d’optimiser la planification et la réalisation des inventaires. On y trouve aussi les caractéristiques et critères forestiers nécessaires à l’élaboration du diagnostic sylvicole et des suivis.

Le chapitre 1 de ce guide aborde plus particulièrement deux étapes primordiales qui ont souvent été négligées par le passé lorsque vient le temps de réaliser des inventaires, c’est-à-dire la détermination des besoins d’information et la stratification. Le chapitre 2 présente la planification et la réalisation d’un échantillonnage efficace. Le chapitre 3 expose les critères forestiers disponibles pour l’élaboration d’un diagnostic sylvicole. Le chapitre 4 décrit en détail comment faire le relevé des caractéristiques forestières sur le terrain. Ces critères forestiers sont présentés et décrits dans le chapitre 5. Finalement, le chapitre 6 présente une description des différents suivis des activités d’aménagement forestier.

En résumé, ce document a pour but de présenter les conditions gagnantes d’un diagnostic sylvicole qui permettra de prescrire le bon traitement au bon endroit et d’en faire le suivi.

CHAPITRE

1

Besoins d'information et stratification



1.1 Acquisition de connaissances adaptée aux besoins

L’acquisition de connaissances forestières vise à combler une variété de besoins en information. La nature de ces besoins est liée au processus forestier pour lequel l’information est requise. Dans le contexte de la Loi sur l’aménagement durable des forêts, le calcul des possibilités forestières, la planification forestière tactique et opérationnelle ainsi que le suivi des activités d’aménagement forestier sont les principaux processus qui requièrent l’acquisition de connaissances forestières.

Par ailleurs, la mise en place du nouveau régime forestier favorise une approche de gestion par objectifs et résultats. La stratégie d’aménagement durable des forêts, le *Manuel de planification forestière 2013-2018* (Ministère des Ressources naturelles, 2013a), les tomes 1 et 2 du *Guide sylvicole du Québec* (Ministère des Ressources naturelles, 2013b et c) ainsi que les parties I et II du document *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d’aménagement forestier intégré* (Ministère des Ressources naturelles, 2013d et e) supportent le virage de l’aménagement et de la sylviculture par objectifs.

Ainsi les enjeux spécifiques liés aux processus forestiers et les objectifs d’aménagement déterminés par l’approche de gestion par objectifs et résultats détermineront la nature des besoins d’acquisition de connaissances.

1.2 Concepts généraux d’ordonnement des besoins

L’ordonnement des besoins vise à orienter l’acquisition de connaissances afin d’optimiser l’utilisation des ressources matérielles, humaines et financières. L’étendue des besoins, la diversité des enjeux et la multiplicité des objectifs d’aménagement, jumelées aux ressources disponibles limitées, rendent l’ordonnement nécessaire. Ce principe consiste à classer les différents besoins selon leur priorité afin de retenir les éléments les plus significatifs et de réaliser une planification intégrée de l’acquisition de connaissances.

Tel qu’il est présenté dans le tome 2 du *Guide sylvicole du Québec*, l’ordonnement des besoins peut se faire en tenant compte, notamment, des informations suivantes :

- les objectifs d’aménagement et les cibles retenues (ex. : enjeux d’aménagement écosystémique, aires d’intensification de la production ligneuse [AIPL]);
- le cadre légal et réglementaire en vigueur (ex. : La paix des braves);
- l’accessibilité au territoire;
- les exigences liées à la certification du territoire;
- l’intensité de la sylviculture (voir la section 1.3);
- les besoins d’amélioration des connaissances pour le MRN (ex. : Bureau de mise en marché des bois, Direction de la recherche forestière du MRN).

1.3 Stratégie d’acquisition de connaissances et intensité de la sylviculture

1.3.1 Stratégie générale de gestion basée sur l’intensité de la sylviculture

L’intensité de la sylviculture peut servir de cadre à une stratégie d’acquisition de connaissances. L’objectif d’une telle stratégie est d’optimiser les coûts de planification, d’échantillonnage, de mise en œuvre et de suivi en fonction des gradients d’intensité. Le principe général soutenant cette stratégie veut que plus nous investissons des ressources, financières ou autres, dans une superficie, moins nous prenons de risques. Idéalement, l’analyse de rentabilité économique s’applique à tous les scénarios sylvicoles. Les résultats permettent d’ordonner les scénarios (du plus rentable au moins rentable) et de les comparer afin de déterminer le scénario et le gradient le plus approprié en matière de rendement économique. Le scénario d’une sylviculture d’« élite » ou « intensive » peut être réalisé si le rendement économique est supérieur aux scénarios dont l’intensité est plus faible. Ainsi, l’investissement sert à la fois la croissance du rendement forestier et la rentabilité financière.

L’annexe A présente l’intensité de la sylviculture selon le type de traitement ou de procédé de régénération appliqué.

1.3.2 Stratégie 1 – Optimisation des ressources en fonction du potentiel de croissance

Cette stratégie consiste à investir davantage dans les peuplements qui ont un rendement plus élevé.

Intensité de la sylviculture	Potentiel de croissance	Intérêt d’acquisition de connaissances	Précision des données requises	Type de produits utilisés	Acquisition de données de terrain
Extensive	Faible	Faible	Moyenne	Cartographique	Inventaire de reconnaissance et points de contrôle
De base				Cartographique et imagerie	Points d’observation et inventaires ciblés
Intensive				Cartographique, imagerie et/ou LiDAR	Inventaire d’intervention
D’élite	Très élevé	Très élevé	Très précise	Cartographique, imagerie et LiDAR	

1.3.3 Stratégie 2 – Optimisation des ressources en fonction de l’incertitude du contenu

Cette stratégie consiste à investir davantage dans les peuplements hétérogènes afin d’améliorer la précision des caractéristiques forestières par une meilleure stratification et une meilleure caractérisation des peuplements.

Incertitude du contenu	Intérêt d’acquisition de connaissances	Précision des données requises	Type de produits utilisés	Acquisition de données terrain
Faible	Faible	Moyenne	Cartographique	Inventaire de reconnaissance et points de contrôle
			Cartographique et imagerie	Points d’observation et inventaires ciblés
Très élevé	Très élevé	Très précise	Cartographique, imagerie et/ou LiDAR	Inventaire d’intervention

1.4 Nature des besoins d’acquisition de connaissances

Que les besoins en matière d’acquisition de connaissances concernent la planification forestière tactique ou opérationnelle ou les suivis, la nature de ces besoins comporte trois niveaux.

1.4.1 Informations de base améliorées

Les informations topographiques et hydrographiques de la Base de données topographiques du Québec (BDTQ) sont disponibles et couvrent tout le territoire québécois. Toutefois, les produits offerts ne présentent pas un niveau de détail très élevé. Une amélioration de la précision de ces informations s’avère nécessaire pour certains processus tels que la planification opérationnelle et les suivis. L’amélioration de la précision devrait s’appliquer aux éléments suivants :

- le modèle numérique de terrain;
- le modèle numérique de surface;
- la cartographie des pentes;
- les courbes de niveau;
- l’hydrographie linéaire;
- l’hydrographie surfacique.

1.4.2 Informations sur les caractéristiques forestières

Ces informations correspondent aux différentes caractéristiques forestières (voir le chapitre 4), précisées et prises en compte soit dans l’appellation de la carte écoforestière comme critères forestiers pour le diagnostic sylvicole, soit comme critères forestiers de suivi des activités d’aménagement forestier. Il s’agit notamment de :

- l’essence;
- la densité;
- la hauteur;
- l’âge;
- l’état.

1.4.3 Informations sur les critères forestiers

Les critères forestiers correspondent aux différentes variables dendrométriques (voir le chapitre 5). Ils caractérisent, par des valeurs mesurées, les peuplements de la carte écoforestière, les critères forestiers du diagnostic sylvicole ou les critères forestiers de suivi des activités d’aménagement. Il s’agit notamment :

- du volume marchand brut total et/ou par essence;
- du volume par tige;
- de la surface terrière;
- du nombre de tiges;
- du diamètre moyen.

1.5 Produits disponibles pour supporter l’acquisition de connaissances

Cette section présente les principaux produits actuellement disponibles pour supporter l’acquisition de connaissances. En fonction des besoins définis et de leur ordonnancement, les aménagistes sont en mesure de choisir le ou les produits qui leur permettront de recueillir les informations requises. Ces dernières pourront être obtenues à partir d’analyses forestières faites au moyen du ou des produits retenus (voir la section 1.6) et de relevés de terrain (voir le chapitre 4).

1.5.1 Produits cartographiques

Par son mandat d’acquisition de connaissances, le MRN poursuit des activités de cartographie écoforestière et de mise à jour annuelle des perturbations naturelles et anthropiques (feux, épidémies, chablis, coupes, etc.) qui surviennent dans les forêts du Québec. Ces activités sont sous la responsabilité de la Direction des inventaires forestiers. Le Ministère en est à son quatrième programme d’inventaire écoforestier qui vise à couvrir l’ensemble du territoire situé sous la limite nordique d’attribution des bois (inventaire écoforestier du Québec méridional). Cet inventaire comprend deux types de données, soit les données géométriques (cartographie écoforestière) et les données descriptives (compilation d’inventaires). Les données cartographiques sont constituées des principaux éléments forestiers et écologiques des massifs boisés du Québec.

La cartographie écoforestière établie lors de cet inventaire est le produit le plus couramment utilisé pour répondre aux différents besoins de connaissances. Elle sert d’assise à la planification forestière tactique et opérationnelle et permet de décrire les caractéristiques forestières à l’échelle du territoire. Au cours du quatrième programme d’inventaire, le type de production cartographique a évolué. Au début, le programme s’appelait « Quatrième programme initial ». En 2009, son nom a changé pour celui de « Nouvelle approche d’inventaire par peuplement écoforestier (4^e NAIPF). La figure 1 présente l’évolution des types de production cartographique prévue et réalisée lors du quatrième inventaire. Ainsi, selon la localisation des territoires d’intérêt, les produits cartographiques disponibles peuvent être du 3^e inventaire, du 4^e programme initial ou du 4^e NAIPF (Ministère des Ressources naturelles, 2013f).

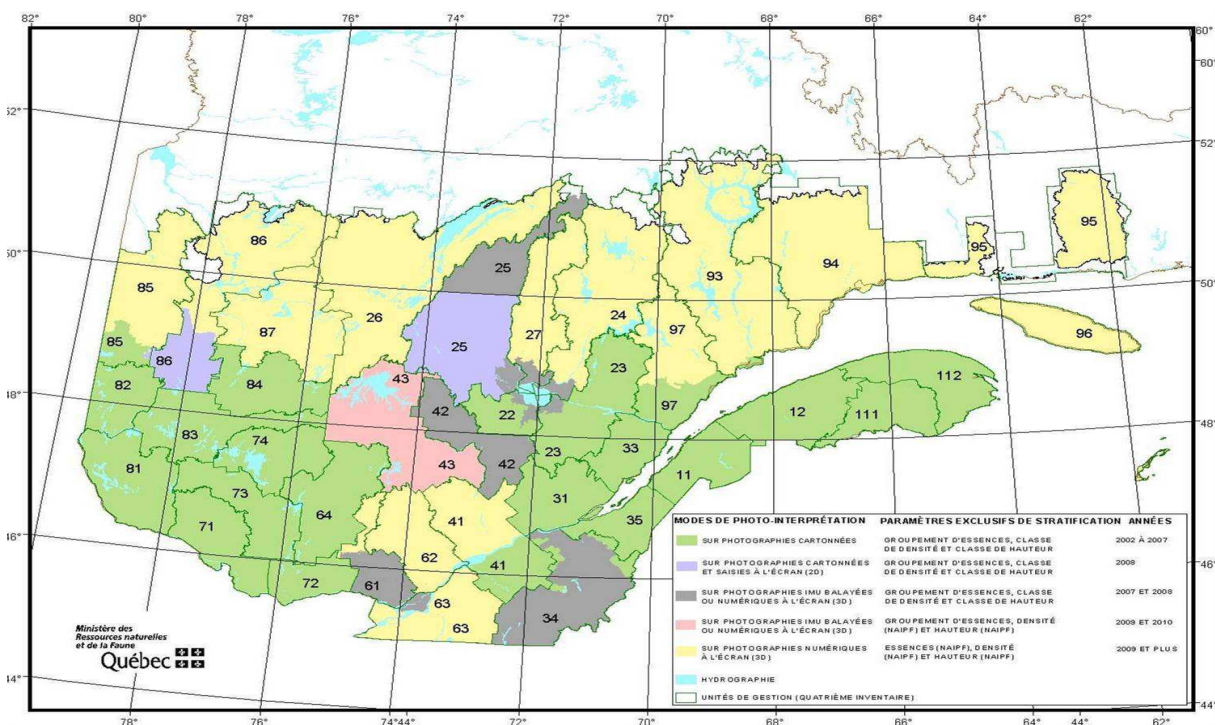


Figure 1 Type de production cartographique du quatrième inventaire

La norme NAIPF du quatrième inventaire écoforestier du Québec méridional offre une caractérisation et une délimitation des caractéristiques forestières nettement améliorées qui permettent de combler un plus grand nombre de besoins comparativement au 3^e inventaire et au 4^e programme initial. La taille moyenne des peuplements a diminué et la délimitation des milieux humides et des peuplements en régénération s'est affinée. La précision concernant l'évaluation de la composition des peuplements (classes de 10 %), de leur hauteur (classes de 1 m) et de leur densité (classes de 10 %) s'est aussi nettement améliorée.

Historique des interventions forestières

En complément à la carte écoforestière, une carte sur l'historique des interventions devrait être maintenue à jour en utilisant les informations contenues dans les rapports annuels d'activité. Cette carte cumule des données sur la nature précise des interventions sylvicoles successives réalisées sur le territoire, le type de plantation, les travaux d'éducation, les types de coupes partielles, le traitement à rétention variable, etc. Habituellement produite et tenue à jour régionalement, elle permet d'orienter adéquatement le processus d'acquisition de connaissances.

1.5.2 Produits d’imagerie

Différents produits d’imagerie sont accessibles pour soutenir l’acquisition de connaissances. Certaines banques d’images acquises lors de projets antérieurs peuvent être utilisées, ce qui inclut les photos aériennes qui ont servi à produire les cartes écoforestières (photos du 4^e inventaire écoforestier du Québec méridional). En l’absence de matériel suffisamment récent, il est possible de se procurer différents types d’images pour répondre à des besoins précis. Le groupe des produits d’imagerie comprend deux catégories d’images distinctes.

L’imagerie aérienne

Les photos aériennes sont utilisées dans le secteur forestier depuis près de 50 ans. Acquisées en format numérique depuis 2009, ces photos peuvent être commandées à différentes résolutions. La résolution de 30 cm est la plus couramment utilisée en foresterie (figure 2). L’image peut être en couleur (RVB), infrarouge ou panchromatique (noir et blanc). Les résolutions à 20, 15 et 7 cm peuvent être utilisées lorsqu’un niveau de détail plus élevé est nécessaire, pour voir des structures forestières en planification opérationnelle, par exemple, ou pour faire le suivi de certaines interventions forestières.

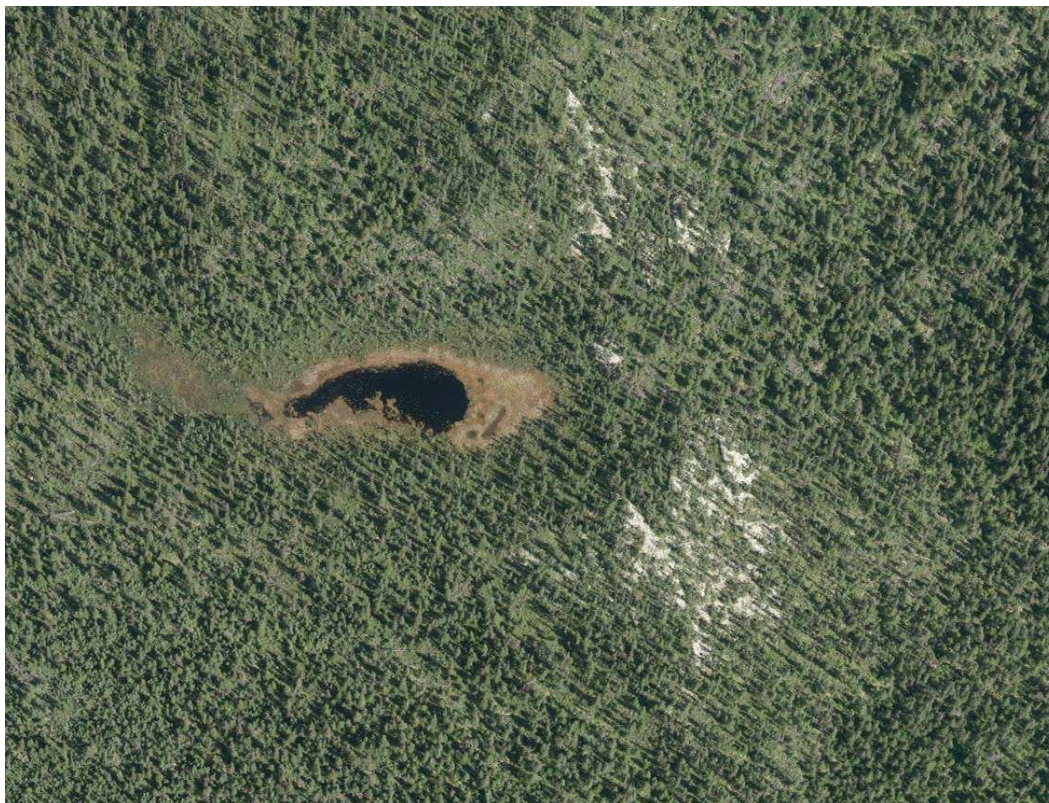


Figure 2 Photo aérienne numérique couleur à une résolution de 30 cm

L'imagerie satellitaire

L'imagerie satellitaire comprend les images acquises à partir de capteurs spatiaux. Comparativement aux images aériennes, ces images permettent de couvrir des territoires beaucoup plus grands à moindre coût. Toutefois, les résolutions étant habituellement plus faibles (plus de 50 cm), ce type de produit répond à un ensemble de besoins qui requiert un niveau de détail plus général (figure 3). Les principaux satellites actuellement en exploitation dont les images sont utilisées en foresterie sont présentés dans le tableau 1.



Figure 3 Image satellite Landsat 2013

Tableau 1 Principaux types d'images satellites utilisés en foresterie

	Landsat 8 (LCDM)	RAPIDEYE	IKONOS-2	QUICKBIRD-2	GEOEYE-1	WORLDVIEW-2	Spot 6
Pays	É.-U.	Allemagne	É.-U. – Space Imaging	É.-U. – DigitalGlobe	É.-U.	É.-U. – DigitalGlobe	France
Date de lancement	Février 2013	Juillet 2008	Septembre 1999	Octobre 2001	Septembre 2008	Octobre 2009	Septembre 2012
Altitude	705 km	630 km	681 km	450 km	681 km	770 km	694 km
Bandes spectrales	1-(VIS)[0.433-0.453] 2-(B)[0.45-0.515] 3-(V)[0.525-0.6] 4-(R)[0.63-0.68] 5-(IR)[0.845-0.885] 6-(SWIR)[1.56-1.66] 7-(SWIR)[2.1-2.3] 8-(Pan)[0.5-0.68] 9-(Cirrus)[1.36-1.39] 10-(TIR)[10.3-11.3] 11-(TIR)[11.5-12.5]	1 (B) [0,44,0,51] 2 (V) [0,52-0,59] 3 (R) [0,63-0,685] 4 (R-edge) [0,69-0,73] 5 (NIR) [0,76-0,85]	1 (B) [0,45-0,52] 2 (V) [0,52-0,60] 3 (R) [0,63-0,69] 4 (IR) [0,76-0,90] Pan [0,45-0,90]	1 (B) [0,45-0,52] 2 (V) [0,52-0,60] 3 (R) [0,63-0,69] 4 (IR) [0,76-0,89] Pan [0,45-0,90]	1 (B) [0,45-0,52] 2 (V) [0,52-0,60] 3 (R) [0,62-0,69] 4 (IR) [0,70-0,90] Pan [0,45-0,90]	8 bandes multispectrales 1 (B) [0,45-0,52] 2 (V) [0,52-0,60] 3 (R) [0,62-0,69] 4 (IR) [0,70-0,90] 5 "coastal" [0,40-0,45] 6 "yellow" [0,58-0,63] 7 "R-edge" [0,70-0,75] 8 "NIR" [0,86-1,04] Pan [0,45-0,80]	1-(b) [0.455-0.525] 2-(V) [0.530-0.590] 3-(R) [0.625-0.695] 4-(IR) [0.760-0.890] Pan [0.455-0.525]
Résolution spatiale (dimension des pixels)	Pan : 15 m B1 à B7 et B9 : 30 m B10-B11 : 100 m	6,5 m	Ms : 4 m Pan : 1 m	Ms : 2,5 m Pan : 0,61 m	Ms : 1,65 m Pan : 0,41 m	Ms : 1,85 à 2,07 m au nadir Pan : 0,46 à 0,52 m au nadir	Ms : 6 m Pan : 1,5 m
Dimension d'une scène	170 x 185 km	25 x 25 km	13 x 13 km Bande de 13 X 1 000 km	16,5 x 16,5 km Bande de 16,5 X 165 km	15 x 15 km Hyperspectral : 5 x 5 km	Maximum de la zone recueillie (1 passage) 96 x 110 km en mono 48 x 110 km en stéréo	Largeur de la fauchée = 60 km Longueur maximale = 600 km
Stéréoscopie	Non	Oui	Oui ± 26° d'inclinaison	Oui	Non	Oui	Oui +- 15 à 20
Fréquence de passage	16 jours	1 jour hors nadir et 5,5 jours en nadir	3 jours à 1 m 1,5 jour à 1,5 m	1 à 3,5 jours	2,1 à 3 jours	1,1 jour	Entre 1 et 3 jours
Vocation	Végétation et occupation du sol	Végétation et occupation du sol, occupation urbaine et physiographie	Occupation du sol, agriculture et cartographie	Occupation du sol, agriculture et cartographie	Occupation urbaine, agriculture et cartographie	Occupation urbaine et cartographie	Végétation et occupation du sol
Particularité	Grande variété spectrale	Répétitivité	Très grande précision spatiale	Très grande précision spatiale E	Très grande précision spatiale	Très grande précision spatiale	Très grande précision spatiale
Prix approximatif	Gratuit	Prix de base : - données archivées et sur demande = 1,28 \$/km² - mosaïques : à partir de 1,42 \$ et 1,69 \$/km² selon le type de mosaïque www.rapideye.com/about/resources.htm	Selon le type standard : - image archivée de type GEO de + de 90 jours = 10 \$/km² - image commandée de type GEO = 20 \$/km² www.e-geos.it/products/pdf/prices.pdf	Pan et Ms : - archives 14 \$/km² - commandes 20 \$/km² Bund(pan + ms) : - archives = 17 \$/km² - commandes = 23 \$/km² www.landinfo.com/quickbird.htm	Selon le type standard : - image archivée de type GEO = 12,50 \$/km² avec une image minimale de 25 km² - image commandée de type GEO = 25 \$/km² avec une image minimale de 100 km² Les prix varient selon les différents types de produits.	Archive standard > 90 jours : *Pan (2 m) = 7 \$/km² *Ms (4 bandes) = 10 \$/km² *Ms (8 bandes) = 29 \$/km² Programmé et nouvelles archives < 90 jours : *Ms (4 bandes) = 20 \$/km² *MS (8 bandes) = 29 \$/km² www.e-geos.it/products/pdf/prices.pdf	

1.5.3 Produits LiDAR

Le LiDAR (*Light Detection and Ranging*) est un processus de télémétrie par la lumière. Cette technologie permet de mesurer, à l’aide d’émissions lumineuses laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), la distance séparant l’émetteur de tout objet suffisamment dense pour retourner un signal au récepteur. Les capteurs LiDAR peuvent être terrestres ou aéroportés. Actuellement, ce sont les données LiDAR aériennes qui sont utilisées dans le processus de planification forestière des travaux commerciaux.

Certaines spécifications d’acquisition sont recommandées (tableau 2) lorsque la donnée LiDAR est captée pour faire des analyses forestières (White, et autres, 2013a).

Tableau 2 Spécifications d’acquisition LiDAR recommandées pour les applications forestières

Paramètre d’acquisition	Spécification recommandée pour les applications forestières
Type de système LiDAR	Tout type de système multi-impulsionnel (<i>multipulse</i>). Préférentiellement à miroir rotatif, sinon à miroir oscillant.
Empreinte au sol	De façon générale une empreinte au sol de 30 cm. La dimension de l’empreinte au sol est fonction de la divergence du faisceau laser et de l’altitude de vol.
Angle de balayage	Plus ou moins 12 degrés du nadir. La densité du couvert peut être utilisée pour déterminer l’angle de balayage (angle plus grand pour des forêts plus ouvertes).
Fréquence de mesure	De 50 à 180 kHz. Certains nouveaux capteurs offrent des fréquences pouvant aller jusqu’à 400 kHz.
Densité de points (pts) de captage théorique par m ²	Considérer plus de 2 pts/m ² pour dériver des modèles numériques de résolution moyenne et supporter des analyses par surface. Considérer plus de 4 pts/m ² pour dériver des modèles numériques de haute résolution et prendre des mesures précises de la canopée. Considérer plus de 8 pts/m ² pour supporter des analyses orientées objet pour l’identification et la mesure de tiges individuelles.
Recouvrement des lignes de vol	Plus grand ou égal à 50 %.
Nombre de retours de signal par point émis	En fonction des capteurs LiDAR disponibles actuellement, un nombre de quatre retours de signal par point.

Les prestataires de services d’acquisition fournissent la donnée LiDAR brute sous la forme d’un nuage de points (fichier.las). Les analyses subséquentes faites au moyen de cette donnée peuvent s’appuyer sur deux types de formats de données :

Les analyses d’images (raster)

Avec cette approche, la donnée LiDAR est transformée en données images (raster). Des produits dérivés primaires sont alors générés pour modéliser la surface (modèle numérique de surface), le sol (modèle numérique de terrain) et la hauteur de la végétation (modèle de hauteur de canopée) (figure 4). Les analyses forestières subséquentes sont faites à partir de ces produits dérivés au moyen de méthodes décrites dans la section suivante.

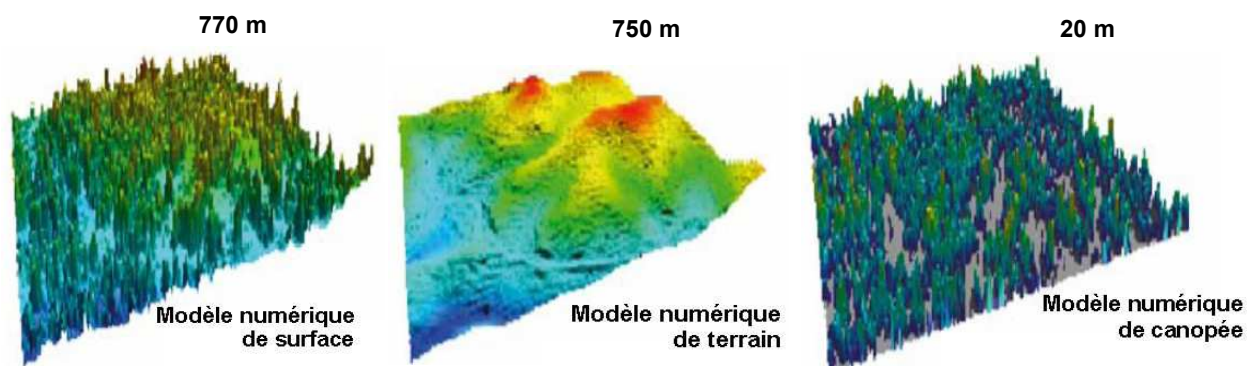


Figure 4 Format image de la donnée LiDAR

Les analyses sur le nuage de points LiDAR

Avec cette approche, le fichier de points LiDAR est directement utilisé, permettant de tirer le plein potentiel de l’information tridimensionnelle. Les analyses forestières subséquentes sont faites à partir de variables statistiques qui peuvent être extraites du nuage de points LiDAR (figure 5) au moyen de méthodes décrites dans la section suivante.

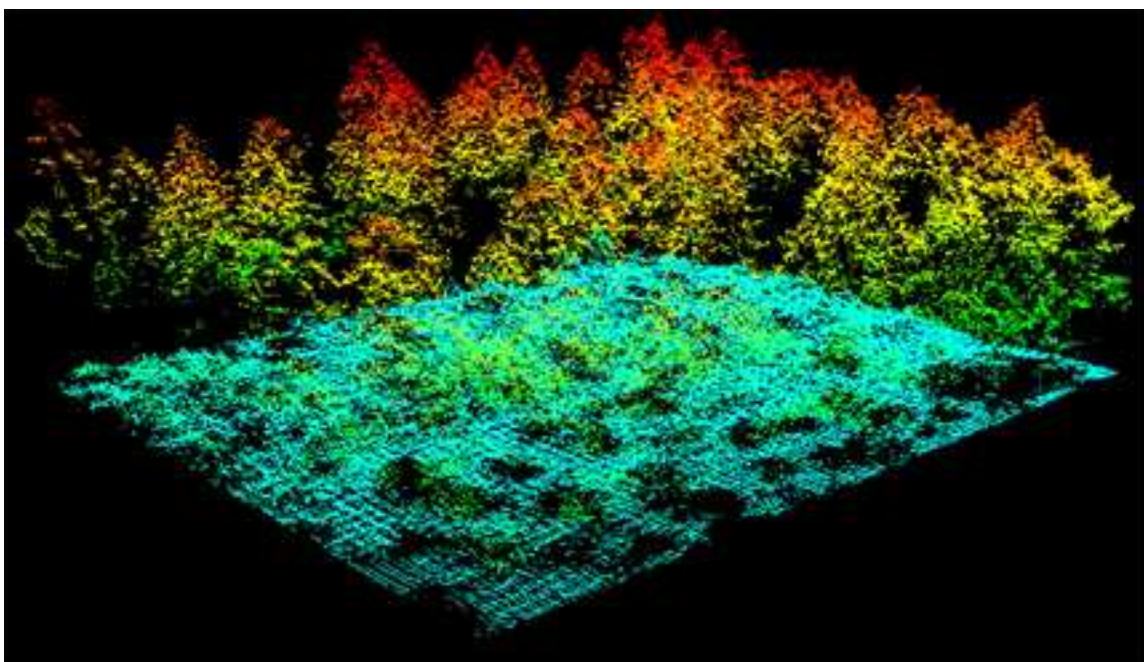


Figure 5 Format d’un nuage de points de la donnée LiDAR

1.6 Approches méthodologiques d’acquisition de connaissances

L’acquisition de connaissances forestières se fait au moyen de différentes approches méthodologiques qui permettent d’analyser les produits disponibles et d’obtenir les variables recherchées. Les approches retenues pour les analyses forestières seront adaptées à la nature des besoins exprimés. Cette section présente différentes approches méthodologiques qui peuvent être utilisées pour analyser un ou des types de produits. Ces méthodes permettent essentiellement d’adapter la stratification et la caractérisation en fonction des variables recherchées.

La stratification consiste à subdiviser, en peuplements ou en unités homogènes, le territoire qui fait l’objet d’une analyse. Il s’agit de superficies qui présentent une faible variabilité dans les critères forestiers que l’on souhaite documenter (ex. : peuplements de structure semblable). La stratification permet de distinguer diverses catégories de peuplements par une délimitation qui s’appuie sur les variables critiques du diagnostic sylvicole (essence, densité, structure, coefficient de distribution, etc.).

La caractérisation consiste à attribuer des variables aux peuplements ou aux unités homogènes stratifiés. Ces informations seront obtenues soit par interprétation (estimation des variables appuyée par des points de contrôle sur le terrain), soit au moyen de mesures directes (mesures LiDAR ou terrain). Ce sont ces superficies stratifiées et caractérisées qui répondront au besoin d’acquisition de connaissances.

1.6.1 Requêtes cartographiques

Les requêtes cartographiques constituent l’approche méthodologique la plus couramment utilisée pour répondre aux différents besoins de connaissances. Elle consiste à présenter des requêtes sur les produits cartographiques disponibles afin de se procurer des données spécifiques à un territoire donné. Cette méthode permet d’obtenir à faible coût des informations sur les caractéristiques et critères forestiers (voir la section 1.4). Largement utilisé pour faire de la planification tactique, son niveau d’information demeure celui du produit cartographique et des compilations d’inventaires afférentes. Lorsqu’un niveau de détail plus élevé s’avère nécessaire, pour les suivis forestiers ou la planification opérationnelle par exemple, des approches complémentaires doivent être utilisées. Ce sont les variables nécessitant une plus grande précision qui seront alors analysées.

1.6.2 Interprétation opérationnelle

Depuis quelques années, l’interprétation opérationnelle, autrefois appelée photo-interprétation fine, est de plus en plus utilisée dans les différents processus forestiers et, de façon plus importante, dans la planification forestière opérationnelle. Cette méthode d’analyse est peu onéreuse et permet d’optimiser la caractérisation et la stratification caractéristiques forestières. Elle permet une précision accrue et répond à certains besoins du diagnostic sylvicole. Elle consiste à effectuer une stratification du territoire adaptée au besoin de connaissances, de même qu’une caractérisation des variables interprétées. Les éléments à interpréter de même que les spécifications relatives à la caractérisation des unités homogènes sont définis dans un devis d’interprétation. Ce dernier est ajusté en fonction des objectifs et de la nature du contexte forestier.

L'interprétation opérationnelle comporte de nombreux avantages :

- une interprétation orientée en fonction des besoins opérationnels;
- l'ajustement de l'aire minimale d'interprétation selon les besoins;
- la caractérisation de la structure verticale et horizontale;
- une connaissance plus précise de la composition en essences;
- la détermination des contraintes opérationnelles;
- la caractérisation de la régénération et des petites tiges marchandes;
- l'identification d'essences associées aux enjeux de composition;
- l'homogénéité des strates à sonder;
- la diminution du volume d'inventaires sur le terrain;
- l'optimisation de l'utilisation des ressources humaines, matérielles et financières;
- la prise en compte à priori d'enjeux régionaux dans le processus.

L'interprétation opérationnelle répond plus spécifiquement aux besoins d'information sur les caractéristiques forestières (voir la section 1.4). Elle peut se faire à partir de produits d'imagerie ou de produits LiDAR.

Au moyen d'imagerie

L'accessibilité aux photos aériennes en stéréoscopie s'est grandement améliorée depuis quelques années. Les photos de grande qualité acquises en format numérique, accompagnées de leurs paramètres d'orientation, rendent cette approche méthodologique accessible. L'interprétation peut se faire sur la base d'orthophotographies ou en stéréoscopie numérique. Cette dernière offre des possibilités d'interprétation nettement supérieures et devrait être privilégiée pour tous les éléments qui comportent une élévation. La figure 6 illustre une station de travail équipée d'un écran adapté pour l'interprétation opérationnelle en vision stéréoscopique.

Le rehaussement des images offre également des possibilités d'interprétation nettement supérieures à celles qu'offrent les images dans leur format d'origine. Certaines variables critiques pour le diagnostic sylvicole, telles que la composition en essences, peuvent être évaluées avec une précision beaucoup plus grande grâce au rehaussement d'images. Cette technique consiste à faire varier les paramètres de composition de l'image (bandes spectrales) de même que les paramètres de visualisation (contraste, luminosité, etc.) pour accentuer les différences propres à certaines caractéristiques forestières.

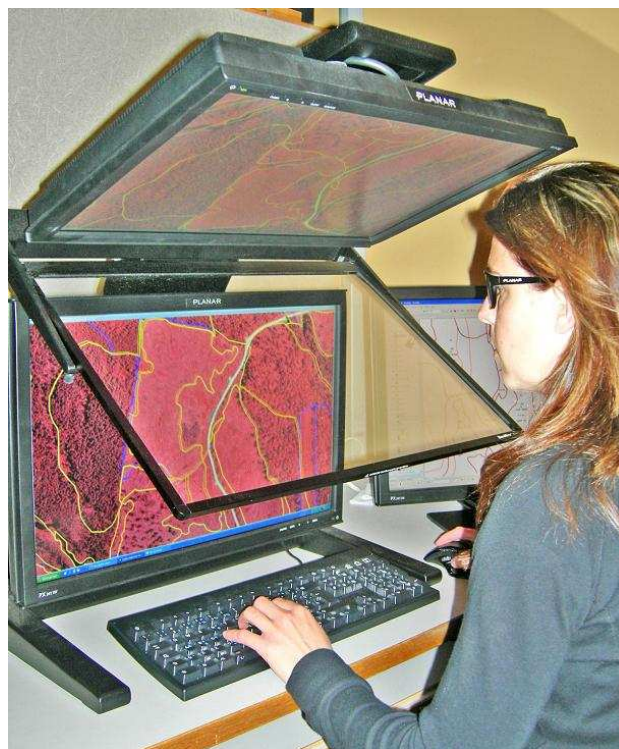


Figure 6 Interprétation opérationnelle à une station de travail équipée d'un écran pour la vision stéréoscopique

Au moyen de LiDAR

L’interprétation opérationnelle peut également se faire au moyen de produits LiDAR. Cette approche méthodologique présente un potentiel énorme d’acquisition de connaissances par l’interprétation du modèle de hauteur de canopée (MHC). Dans ce contexte, l’interprétation se fait à partir de valeurs mesurées, ce qui augmente la fiabilité de l’interprétation. Par ailleurs, le modèle de hauteur de canopée LiDAR (MHC LiDAR) illustre des arbres individuels, ce qui permet de réaliser une stratification à l’échelle de l’arbre (figure 7). La caractérisation bénéficie également de ce niveau de détail puisque les valeurs proviennent de mesures réelles. Cette méthode permet de caractériser une grande proportion des variables forestières qui sont considérées dans le diagnostic sylvicole, en ayant néanmoins certaines limitations inhérentes au LiDAR (ex. : essences, qualité). Par ailleurs, cette approche ouvre la voie à d’autres types d’analyses, tels que les parcelles-échantillons numériques, l’approche orientée objet et l’inventaire stratifié, qui apporteront plus de précisions aux évaluations dendrométriques.

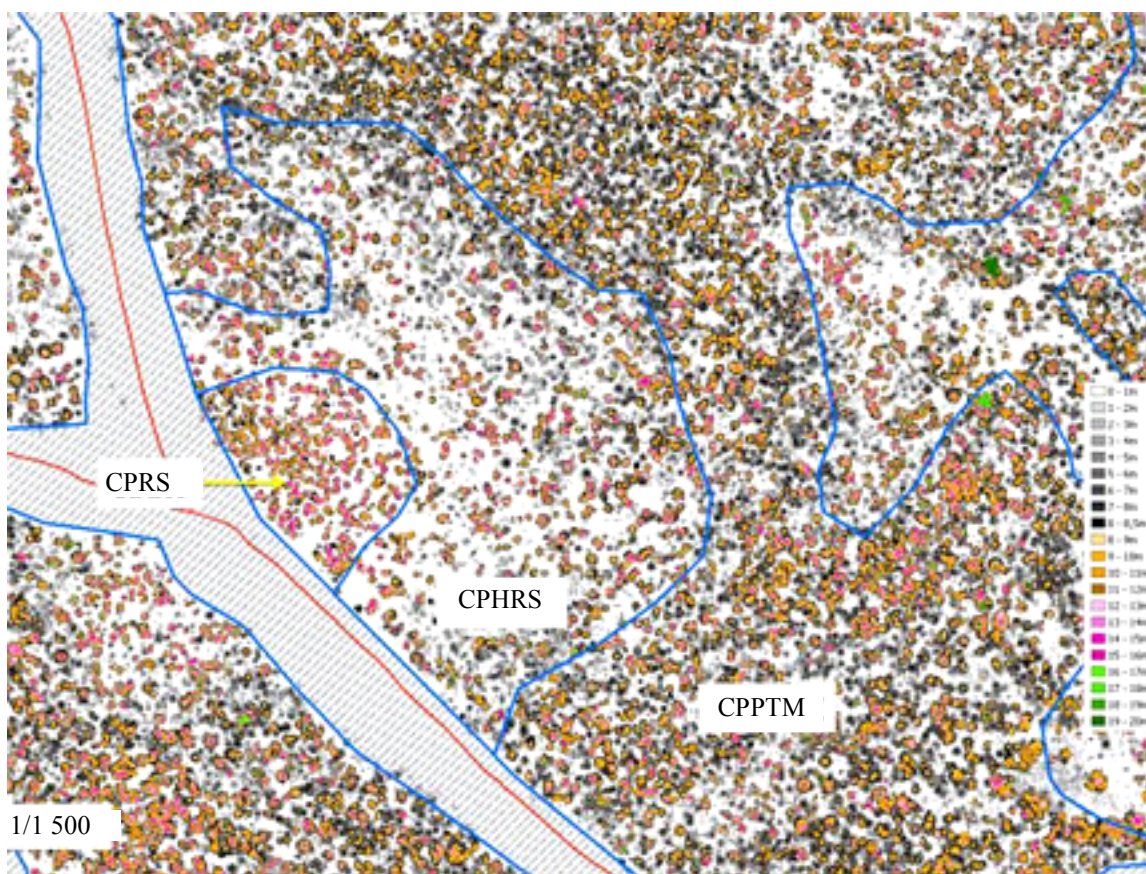


Figure 7 Exemple d’interprétation opérationnelle réalisée au moyen d’un MHC LiDAR

Parcelles-échantillons numériques (PEN)

La mesure de placettes-échantillons numériques est une méthode dérivée de l'interprétation opérationnelle. Elle consiste à mesurer les placettes-échantillons à l'écran afin de caractériser les éléments dendrométriques des strates homogènes interprétées. Les hauteurs de toutes les tiges situées dans des placettes circulaires de 11,28 m de rayon sont évaluées. Ces mesures peuvent se faire en stéréoscopie à l'écran à partir de photos aériennes de 15 cm de résolution ou d'un MHC LiDAR, à une densité de 8 points par mètre carré. Cette méthode doit absolument s'appuyer sur des points de contrôle sur le terrain et être appliquée par des photo-interprètes expérimentés dans ce type de mesures (en l'occurrence la mesure précise de la hauteur des tiges individuelles sur photo ou sur LiDAR à plus ou moins 10 cm). Les volumes des tiges ainsi mesurées peuvent être obtenus à partir de tables de Perron inversées (Perron, 2003) ou, mieux encore, d'une relation directe hauteur LiDAR/volume terrain.

1.6.3 Autocorrélation et points photogrammétriques

Les nuages de points photogrammétriques sont créés à partir de photographies aériennes numériques ou d'images conventionnelles numérisées et aérotriangulées. Au moyen de calculs photogrammétriques (processus d'autocorrélation ou appariement d'images), les positions des pixels constituant les photographies aériennes sont établies en trois dimensions (x, y et z) pour constituer le nuage de points photogrammétriques. Il est possible d'extraire des statistiques sur la distribution des points dans l'espace de même que de créer des modèles numériques de surfaces (MNS) et des modèles numériques de terrain (MNT). Toutefois, cette technique ne permet pas actuellement de générer des modèles numériques suffisamment précis pour faire des analyses forestières justes et professionnelles. Cela s'explique par le niveau élevé d'erreurs que présentent le modèle numérique de terrain, le modèle numérique de surface et le modèle de hauteur de canopée généré par cette méthode ainsi que par le manque de constance des biais. Des études et des développements relativement à cette méthode se poursuivent (White et autres, 2013b).

1.6.4 Classification pixel à pixel

Cette approche méthodologique utilise les produits d'imagerie pour stratifier et caractériser les milieux forestiers qui font l'objet d'une analyse. Ce processus de télédétection relativement simple consiste à attribuer à chacun des pixels d'une image une classe d'après sa signature spectrale. Cette classe peut, par exemple, être une caractéristique ou un critère forestier. La classification des pixels individuels peut être supervisée ou non. Dans la méthode non supervisée, les pixels sont automatiquement séparés suivant leurs propriétés spectrales tandis que dans la méthode supervisée, des échantillons de calibration sont utilisés pour estimer et établir les caractéristiques spectrales de chaque classe.

Approche non supervisée

Le principe de la classification non supervisée est d'attribuer automatiquement une classe à chaque pixel d'une image. Cette approche décharge l'analyste du choix des classes, celui-ci s'effectuant automatiquement par le logiciel de classification (Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, 2009). L'interprète doit déterminer a posteriori la nature de chaque classe générée par la classification.

Approche supervisée

Dans le cas de la classification supervisée, les classes doivent être établies a priori par des points de contrôle produits par l’interprète à partir de connaissances, d’interprétation d’images ou de placettes sur le terrain. Une liste de classes cibles est ainsi créée. On détermine ensuite une signature spectrale type pour chacune des classes. Cette signature spectrale est établie à partir de « sites d’entraînement », soit des sites représentatifs des caractéristiques numériques des classes pour lesquels des points de contrôle sont disponibles. La classification des pixels consiste ensuite à attribuer à chacun d’entre eux la classe la plus plausible en fonction de la ressemblance spectrale entre le pixel et la signature des points de contrôle (Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, 2009). La figure 8 présente un exemple d’évaluation du recouvrement de la régénération après coupe effectuée par une classification pixel à pixel supervisée.

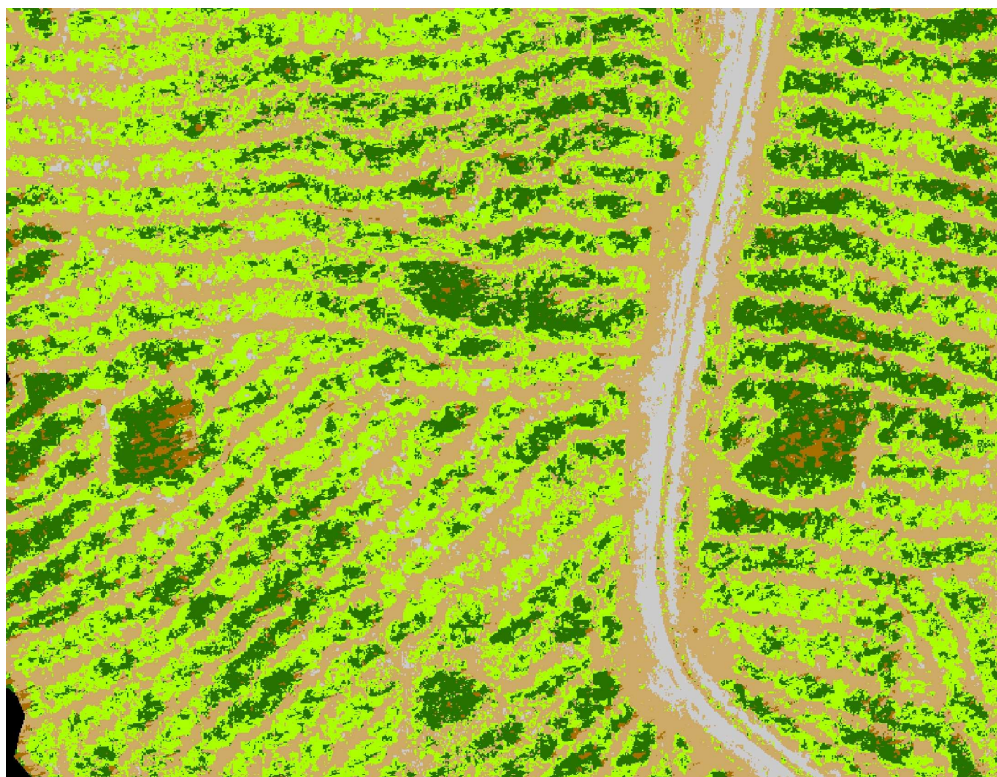


Figure 8 Exemple de classification pixel à pixel par une approche supervisée

1.6.5 Approche orientée objet

Tout comme la classification pixel à pixel, cette approche méthodologique utilise les produits d’imagerie ou LiDAR pour stratifier et caractériser les milieux forestiers faisant l’objet d’une analyse. Ce processus de télédétection diffère du précédent puisque la classification orientée objet ne traite plus le pixel de manière isolée, mais plutôt en groupes de pixels (objets) dans leur contexte, à différentes échelles de perception du paysage. Dès lors, les capacités

d'extraction de l'information sont considérablement multipliées. L'analyste peut se baser non seulement sur les valeurs spectrales, mais aussi sur des paramètres morphologiques (taille, forme, voisinage des objets), ce qui améliore considérablement la qualité des informations extraites.

Segmentation

La segmentation est la première étape du processus. Les objets sont délimités sur la base de l'hétérogénéité des pixels au moyen d'un algorithme de segmentation. Celui-ci ne repose pas que sur les informations concernant la valeur des pixels individuels, mais aussi sur leur continuité spatiale (texture, topologie). Les objets ainsi formés ont donc non seulement la valeur et l'information statistique des pixels avec lesquels ils sont formés, mais ils comportent aussi des informations de texture et de forme (éléments spatiaux) et des informations topologiques dans une table attributaire commune. Ces objets se situent à l'intérieur d'un réseau hiérarchique. La différence majeure, surtout si l'on compare avec l'approche par pixel, est que l'analyse par objet ne classe pas les pixels individuels, mais plutôt des objets images qui sont extraits d'une étape préalable de segmentation.

Classification

Une fois les objets délimités (segmentation), on procède à leur classification d'après des critères variés, certains ayant trait aux propriétés de l'objet lui-même (signature spectrale moyenne, taille, forme, texture, etc.) ou à sa relation à d'autres objets de même niveau hiérarchique (voisinage avec des polygones de telle autre classe) ou de niveau supérieur ou inférieur (est contenu ou contient tel type d'objet). Cette méthode est notamment utilisée par le logiciel eCognition dont les potentialités et les différentes fonctions sont considérables, mais complexes.

Ce logiciel utilise le principe de la classification par hiérarchie qui consiste à identifier les objets d'une image (produits d'imagerie ou LiDAR) en commençant par établir la distinction entre des classes très générales, puis en raffinant progressivement cette classification jusqu'aux classes désirées. À chaque niveau, on pourra employer des critères différents et on se servira de la classe supérieure pour contraindre le procédé d'identification des objets des sous-classes (Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, 2009).

1.6.5.1 Identification des tiges individuelles (approche en fonction de l'arbre)

Cette méthode est un exemple d'approche orientée objet, appliquée en foresterie. Elle consiste à identifier individuellement les arbres du territoire d'analyse et à leur assigner un volume, une hauteur et un diamètre. Cette approche implique également une délimitation fine des secteurs d'intervention potentiels fondée sur le modèle de hauteur de canopée (AECOM, 2011). Le processus de planification supporté par l'identification de tiges individuelles est décrit dans le rapport d'activité du projet d'inventaire forestier intégral présenté au MRN en 2011 (AECOM, 2012). L'identification des arbres individuels a été obtenue à l'aide d'un algorithme d'identification des arbres développé avec le logiciel eCognition. Cette méthode apporte une très grande précision dans les évaluations dendrométriques, mais nécessite toutefois une grande densité de points LiDAR (plus de 8 pts/m²) et une capacité de traitement informatique importante. La figure 9 illustre la délimitation fine de secteurs d'intervention et l'identification des arbres individuels par l'approche orientée objet.

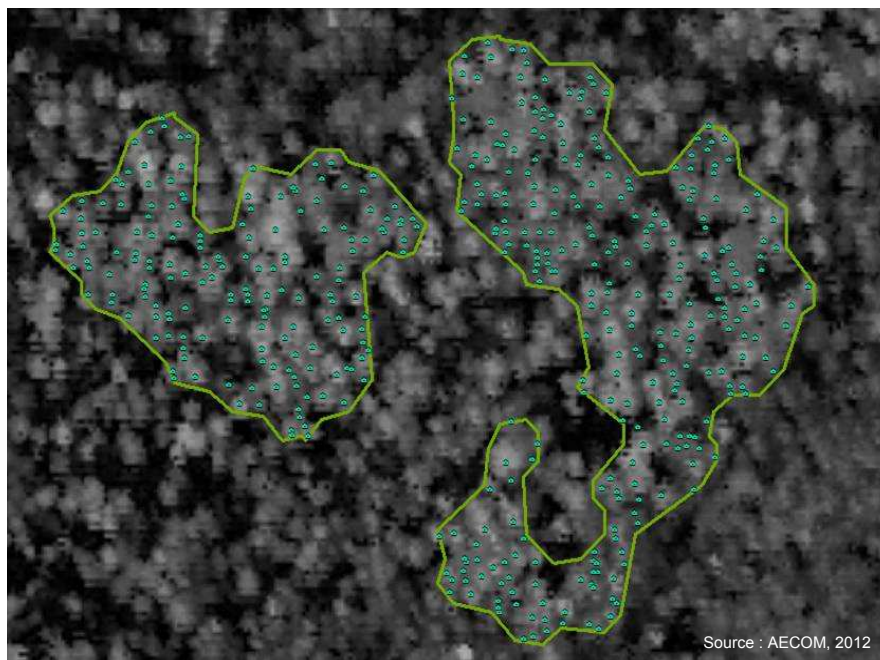


Figure 9 Exemple de délimitation fine de secteurs d'intervention et d'identification des arbres individuels par l'approche orientée objet sur MHC LiDAR

1.6.5.2 Approche par hauteur-densité

Cette approche méthodologique est une variante de l'approche orientée objet qui peut être utilisée avec des produits d'imagerie et des produits LiDAR. Elle consiste à créer des zones de hauteur et de densité (objet) homogènes et à les regrouper afin d'obtenir une nouvelle délimitation de peuplements. Ce processus permet notamment de localiser les secteurs d'intervention potentiels selon des critères de hauteur-densité définis et d'évaluer les critères forestiers (volume, nombre de tiges, diamètre moyen, etc.) avec une plus grande précision. L'outil LiDAR Suite, mis au point par le MRN, utilise cette approche pour générer différentes informations sur les variables forestières et dendrométriques. Des informations prises sur le terrain doivent venir appuyer les modèles utilisés pour calibrer adéquatement les évaluations ainsi réalisées. La figure 10 illustre une classification du potentiel de récolte réalisé avec cette approche.

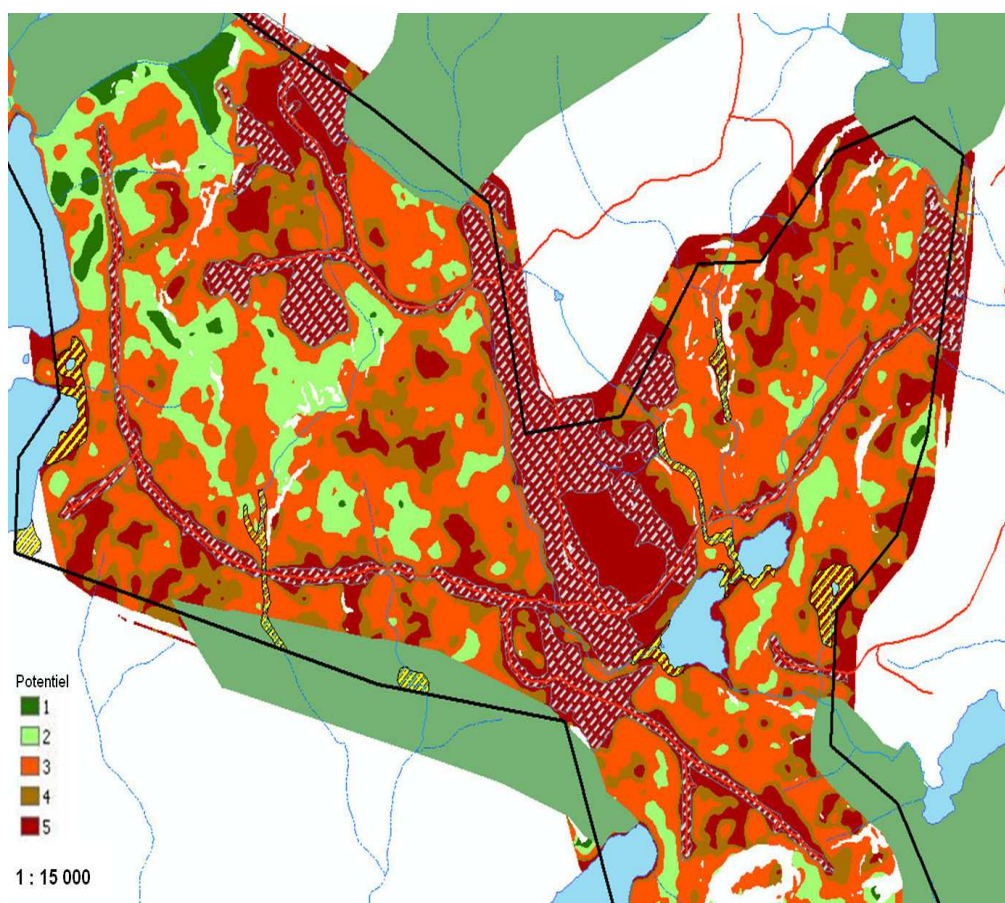


Figure 10 Classification du potentiel de récolte réalisée avec l’approche hauteur-densité

1.6.6 Analyses par surface

Utilisant les produits LiDAR, l’approche d’analyse par surface (*area-based approach*) est une méthode éprouvée qui a notamment été utilisée dans un projet en Ontario (Woods et autres, 2011) et sur le territoire de la république de Mayotte (Lesur, 2011). Ces essais ont été conduits de façon concluante sur des superficies importantes dans différents contextes forestiers. Cette approche se distingue des méthodes qui utilisent des images générées par LiDAR, puisque les analyses se font directement à partir du nuage de points LiDAR. La méthode permet d’estimer les attributs forestiers d’un territoire, tels que les volumes de bois sur pied et la surface terrière, et de caractériser certaines caractéristiques forestières, telles que la structure et la densité.

Les analyses par surface consistent à caractériser le territoire sur la base d’unités de surface similaires (grille ou quadrillage). Dans plusieurs projets, une matrice d’analyse de 20 m sur 20 m a été utilisée (Vezeau, 2013; Woods et autres, 2011). Les informations forestières sont ainsi évaluées pour chacun de ces forels (pixels de forêt de 20 m sur 20 m) qui se trouvent à l’intérieur du territoire d’analyse. Cette méthode utilise d’une part le nuage de points LiDAR et,

d’autre part, des échantillons prélevés sur le terrain afin de caractériser les forels de l’ensemble du territoire à partir des parcelles terrain qui ont des caractéristiques similaires (figure 11).

Pour y arriver, on utilise des modèles statistiques fondés sur la méthode des *k* plus proches voisins (*k-nearest neighbors* [KNN]) ou sur des modèles de régression développés à cette fin.

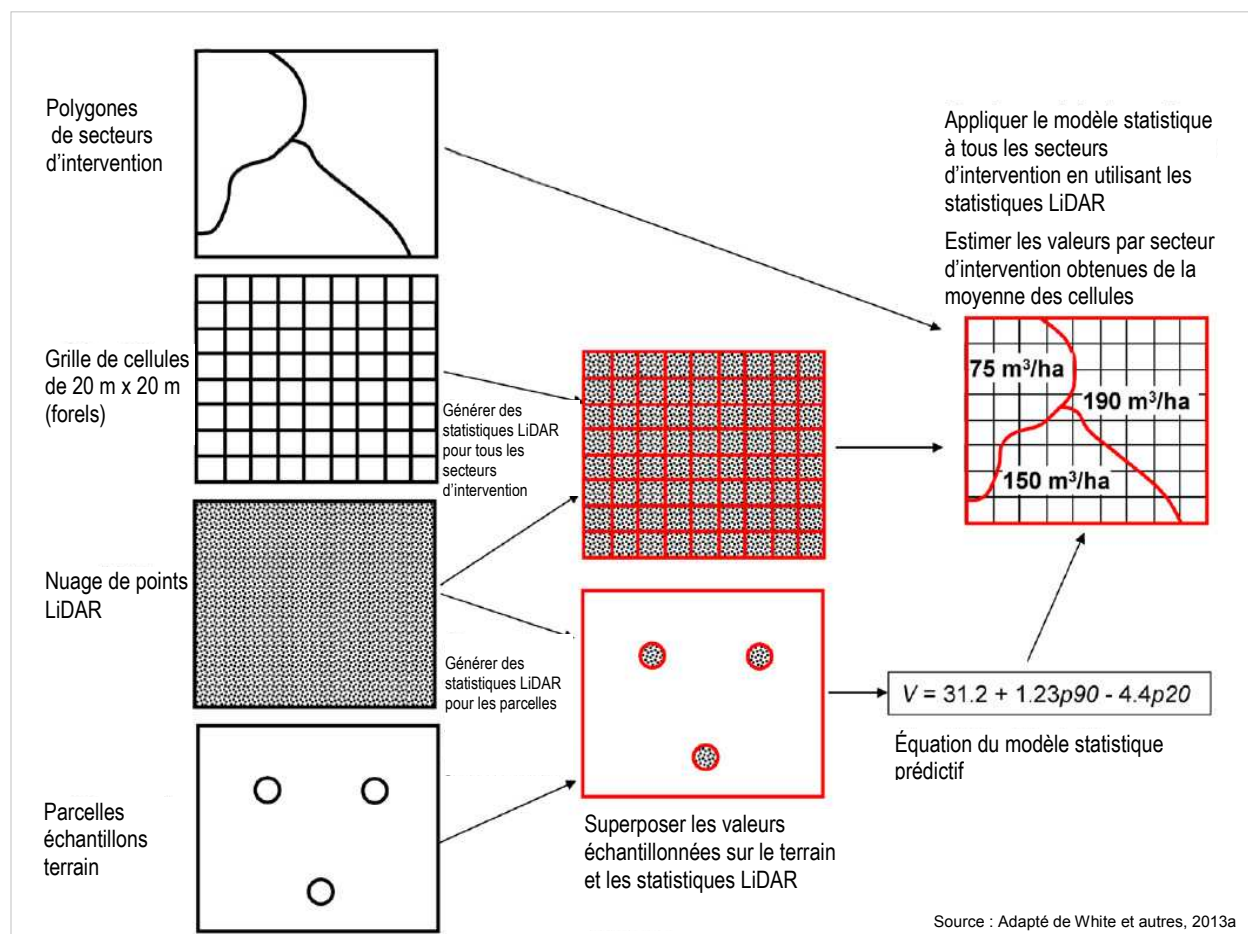


Figure 11 Illustration du processus d’analyse par surface

1.6.7 Acquisition de données de terrain

L’acquisition de données de terrain consiste en un inventaire forestier traditionnel qui rassemble des informations sur les caractéristiques et critères forestiers des peuplements ou des strates homogènes échantillonnés. Le choix des données à sonder découle de l’analyse des enjeux et de la nature des besoins d’acquisition. Selon les étapes préalablement réalisées (cartographie, interprétation opérationnelle, stratification par classification pixel à pixel, etc.) et les informations obtenues au cours de ces étapes, différents types d’inventaires peuvent être retenus.

1.6.7.1 Inventaire de reconnaissance, points d’observation et points de contrôle

L’inventaire de reconnaissance et les points d’observation visent à récolter des données sommaires pour appuyer ou confirmer certaines informations interprétées. L’acquisition de

données terrain peut également servir de points de contrôle dans les différentes approches méthodologiques énumérées précédemment.

1.6.7.2 Inventaire de calibration

L’inventaire de calibration est un inventaire requis pour appuyer une ou des approches méthodologiques décrites précédemment. Il vise à recueillir les informations critiques nécessaires à une utilisation adéquate de modèles statistiques ou d’analyses par classification. Ce type d’inventaire est également nécessaire lors de l’utilisation de données LiDAR.

Validation des hauteurs LiDAR

Afin d’utiliser adéquatement la donnée LiDAR et de faire des analyses forestières justes au moyen de celle-ci, il est nécessaire de valider l’écart entre la mesure de hauteur LiDAR et la hauteur réelle du terrain. Une comparaison de mesures de tiges sur le terrain et avec LiDAR peut être utilisée à cette fin. Au lieu d’un clinomètre classique, on recommande l’utilisation d’un vertex pour limiter les marges d’erreur induites par l’appareil de mesure.

Création de modèles statistiques pour supporter les analyses par surface

Puisque cet inventaire de calibration servira d’assise aux modèles statistiques et que leur précision en dépendra, il importe de le faire en respectant certains standards. La position des placettes doit notamment être inférieure à un mètre, et le type de placettes doit avoir un rayon fixe pour garantir la concordance avec les produits d’imagerie et les produits LiDAR (AECOM, 2013).

1.6.7.3 Inventaire d’intervention

L’inventaire d’intervention sert à obtenir des données sur des secteurs d’intervention, des peuplements ou des strates homogènes en vue d’une intervention sylvicole. Cet inventaire est nécessaire pour préciser, clarifier ou simplement acquérir des données qui permettront d’établir un diagnostic sylvicole ou de procéder à un suivi d’intervention. Il peut être systématique ou stratifié.

- L’inventaire systématique permet de couvrir un territoire de placettes-échantillons de façon uniforme pour déceler les variations spatiales des variables échantillonnées (création d’unités homogènes à même les valeurs du sondage).
- L’inventaire stratifié est utilisé lorsqu’une stratification et une caractérisation du territoire ont été effectuées préalablement au sondage. Cette méthode permet d’orienter la localisation des placettes-échantillons dans les strates homogènes identifiées et, par conséquent, de limiter le nombre de placettes nécessaires pour recueillir des informations précises sur le territoire échantillonné.

Pour les besoins de ce guide, les inventaires ont été présentés ainsi. Néanmoins, il est tout à fait possible de combiner les façons de prendre les données terrain selon les besoins, les objectifs et les ressources humaines et financières disponibles. C’est donc dire que dans une même placette, les données peuvent être mesurées, observées ou utilisées à des fins de calibration ou de contrôle.

Le chapitre 4 présente les caractéristiques forestières et la méthodologie relative aux inventaires forestiers plus en détail.

1.6.8 Recrutement de placettes-échantillons

Le recrutement de placettes-échantillons est utilisé pour obtenir des informations à partir de projets d’inventaire déjà réalisés. Le recrutement s’effectue généralement à l’aide d’une sélection multicritère (localisation géographique, date de réalisation, caractéristiques du ou des peuplements, etc.) d’unités d’échantillonnage provenant d’un ou de plusieurs projets d’inventaire déjà réalisés. L’outil DICA développé au MRN permet le recrutement de placettes de diverses provenances (3^e inventaire décennal PEP et PET, 4^e décennal PEP et PET, projets d’inventaire, d’intervention, etc.)

Les données d’inventaire recrutées servent habituellement à améliorer la précision des compilations par strate en augmentant le nombre de placettes. Sans négliger le potentiel de cette approche, il faut néanmoins s’assurer de bien connaître la nature des placettes recrutées (âge de la donnée, type de placette, précision des valeurs, provenance écologique, etc.) avant de les intégrer aux compilations d’un projet courant.

1.7 Performances des approches selon la nature des besoins

Cette section présente des tableaux permettant de faire un choix d’approches méthodologiques et de produits adaptés à la nature des besoins d’acquisition. Ils expriment le degré de précision et le niveau de détail de la performance des produits et des méthodes décrites dans les sections précédentes. Puisque cette évaluation peut varier selon la nature du processus forestier, les tableaux 4 à 7 présentent, à titre d’exemple, la performance des approches dans le contexte du processus de planification forestière opérationnelle.

Selon la nomenclature utilisée, une approche considérée comme étant « très élevée » signifie que l’information générée par cette méthode présente un très haut niveau de détail et une très grande précision sur la variable évaluée. Conséquemment, une approche considérée comme « faible » signifie que l’information qu’elle génère ne présente pas beaucoup de détails et que les évaluations réalisées sont peu précises.

Par ailleurs, les évaluations de performances sont basées sur le fait que la carte écoforestière du 4^e programme initial est disponible pour toutes les régions. Cette information vient appuyer les autres approches méthodologiques dans la caractérisation des ressources. À titre d’exemple, bien que LiDAR n’offre pas directement d’informations sur l’identification des essences, la précision de cette approche est celle de la carte du 4^e programme initial ou, mieux encore, d’une méthode qui permet de préciser davantage la donnée.

En fonction de la performance des produits et des méthodes permettant de répondre aux besoins qui ont été établis, l’aménagiste est en mesure de déterminer les composantes de son processus d’acquisition d’informations. Ce « scénario » utilisera les processus les plus performants pour chaque niveau de besoin en fonction des ressources disponibles et de la précision désirée.

Le tableau 3 présente la performance des produits afin de répondre aux besoins d’information de base. Cette évaluation est valable dans les différents contextes forestiers.

Tableau 3 Performance des produits pour les besoins d’information de base en planification forestière opérationnelle – Tout contexte forestier

Produit	Variante	Information de base améliorée			
		Hydrographie	Pente	Cran rocheux	Banc d’emprunt
Cartographique	4 ^e initial	Faible	Faible	N/D	Faible
	NAIPF	Moyenne	Faible	N/D	Moyen
Imagerie	Aérienne – Interprétation	Élevée	Moyenne	Moyen	Moyen
	Aérienne – Points photogrammétriques	Faible	Moyenne	Faible	Faible
LiDAR	2 pts/m ²	Élevée	Très élevée	Élevé	Élevé
	4 pts/m ²	Élevée	Très élevée	Très élevé	Très élevé
	8 pts/m ²	Élevée	Très élevée	Très élevé	Très élevé

Les tableaux 4 et 5 présentent la performance des produits et des approches méthodologiques afin de répondre aux besoins d’information sur les caractéristiques forestières. Le tableau 4 présente l’évaluation dans un contexte de forêts résineuses tandis que le tableau 5 la présente dans un contexte de forêts feuillues et mixtes.

Tableau 4 Performance des produits pour les besoins sur les caractéristiques forestières en planification forestière opérationnelle – Contexte forestier résineux

Produit	Variante	Méthode suggérée	Méthode complémentaire	Caractéristiques forestières			
				Essence	Structure	Hauteur	Densité
Cartographique	4 ^e initial	Requêtes cartographiques	S. O.	Moyenne	Faible	Faible	Faible
	NAIPF	Requêtes cartographiques	S. O.	Élevée	Faible	Moyenne	Moyenne
Imagerie	Aérienne	Interprétation opérationnelle	Requêtes cartographiques	Très élevée	Élevée	Moyenne	Moyenne
		Classification pixel à pixel	Requêtes cartographiques	Moyenne	Moyenne	Faible	Moyenne
	Satellite	Classification pixel à pixel	Requêtes cartographiques	Moyenne	Faible	Faible	Faible
		Approche orientée objet	Requêtes cartographiques	Moyenne	Faible	Faible	Faible
LiDAR	2 pts/m ²	Interprétation opérationnelle	Requêtes cartographiques	Élevée	Élevée	Élevée	Élevée
		Analyses par surface	Requêtes cartographiques	Élevée	Élevée	Élevée	Élevée
		Approche orientée objet – hauteur/densité	Requêtes cartographiques	Moyenne	Élevée	Élevée	Élevée
	4 pts/m ²	Interprétation opérationnelle	Requêtes cartographiques	Élevée	Très élevée	Très élevée	Élevée
		Approche orientée objet – hauteur/densité	Requêtes cartographiques	Moyenne	Élevée	Élevée	Élevée
	8 pts/m ²	Interprétation opérationnelle	Requêtes cartographiques	Élevée	Très élevée	Très élevée	Élevée

Tableau 5 Performance des produits pour les besoins sur les caractéristiques forestières en planification forestière opérationnelle – Contexte forestier feuillu et mixte

Produit	Variante	Méthode suggérée	Méthode complémentaire	Caractéristiques forestières			
				Essence	Qualité	Structure	Densité
Cartographique	4 ^e initial	Requêtes cartographiques	S. O.	Moyenne	Faible	Faible	Faible
	NAIPF	Requêtes cartographiques	S. O.	Élevée	Faible	Faible	Moyenne
Imagerie	Aérienne	Interprétation opérationnelle	Points d’observation	Très élevée	Faible	Moyenne	Élevée
		Interprétation opérationnelle	Inventaire stratifié	Très élevée	Élevée	Moyenne	Élevée
		Approche orientée objet	Inventaire de calibration	Élevée	Faible	Moyenne	Moyenne
LiDAR	2 pts/m ²	Interprétation opérationnelle	Inventaire stratifié	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée
		Analyses par surface	Inventaire de calibration	Élevée	Moyenne	Élevée	Élevée

Les tableaux 6 et 7 présentent la performance des produits et des approches méthodologiques afin de répondre aux besoins d’information sur les critères forestiers. Le tableau 6 présente l’évaluation dans un contexte de forêts résineuses tandis que le tableau 7 la présente dans un contexte de forêts feuillues et mixtes.

Tableau 6 Performance des produits pour les besoins sur les critères forestiers en planification forestière opérationnelle – Contexte forestier résineux

Produit	Variante	Méthode suggérée	Méthode complémentaire	Critère forestier			
				Volume total	Volume par essence	Nombre de tiges	Dm ³ /tiges
Cartographique	4 ^e initial	Requêtes cartographiques	Inventaire systématique	Moyen	Moyen	Faible	Faible
	NAIPF	Requêtes cartographiques	S. O.	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
Imagerie	Aérienne	Interprétation opérationnelle	Inventaire stratifié	Élevé	Élevé	Élevé	Élevé
			Parcelles numériques	Moyen	Moyen	Élevé	Élevé
LiDAR	2 pts/m ²	Interprétation opérationnelle	Inventaire stratifié	Très élevé	Très élevé	Très élevé	Très élevé
		Analyses par surface	Inventaire de calibration	Élevé	Élevé	Élevé	Élevé
		Approche orientée objet – hauteur/densité	Inventaire de calibration	Moyen	Moyen	Moyen	Faible
	4 pts/m ²	Interprétation opérationnelle	Inventaire stratifié	Très élevé	Très élevé	Très élevé	Très élevé
		Approche orientée objet – hauteur/densité	Inventaire de calibration	Moyen	Moyen	Moyen	Faible
	8 pts/m ²	Approche orientée objet – arbre	Inventaire de calibration	Très élevé	Moyen	Très élevé	Très élevé
		Interprétation opérationnelle	Inventaire stratifié	Très élevé	Très élevé	Très élevé	Très élevé

Tableau 7 Performance des produits pour les besoins sur les critères forestiers en planification forestière opérationnelle – Contexte feuillu et mixte

Produit	Variante	Méthode suggérée	Méthode complémentaire	Critères forestiers			
				Volume total	Volume par essence	Surface terrière	Nombre de tiges
Cartographique	4 ^e initial	Requêtes cartographiques	Inventaire systématique	Moyen	Faible	Faible	Faible
	NAIPF	Requêtes cartographiques	S. O.	Inconnu	Inconnu	Inconnue	Inconnu
Imagerie	Aérienne	Interprétation opérationnelle	Inventaire stratifié	Moyen	Moyen	Élevée	Moyen
LiDAR	2 pts/m ²	Interprétation opérationnelle	Inventaire stratifié	Très élevé	Élevé	Très élevée	Très élevé
		Analyses par surface	Inventaire de calibration	Élevé	Élevé	Élevée	Élevé

CHAPITRE

2

Planification d'un inventaire et plan de sondage



Photo : Sébastien Méthot

2.1 Plan de sondage

Une planification **optimale** du sondage sur le terrain est essentielle **avant** d’y envoyer les équipes techniques. Elle permet des économies qui peuvent s’avérer importantes.

Plusieurs éléments doivent être considérés :

- les objectifs de l’inventaire;
- le territoire à inventorier;
- le type d’information requise;
- la précision désirée;
- le budget de l’inventaire.

2.1.1 Objectifs de l’inventaire

Un inventaire forestier doit remplir certains objectifs. Son objectif principal peut être, par exemple :

- d’établir un diagnostic menant à une prescription sylvicole;
- de faire un suivi d’efficacité et un suivi de conformité des activités d’aménagement forestier (voir le chapitre 6);
- de préparer une vente aux enchères;
- d’évaluer la possibilité forestière d’un territoire;
- de connaître le territoire (état de référence);
- de déterminer les effets réels d’un traitement sylvicole.

Il est primordial de définir les objectifs principaux du sondage, particulièrement dans le cas d’un diagnostic menant à une prescription sylvicole, un suivi de conformité des activités d’aménagement forestier ou un suivi d’efficacité. Ces objectifs indiquent quels types de caractéristiques et de critères forestiers figureront dans le plan de sondage.

Le deuxième élément à considérer est de savoir à qui va servir le sondage. Peu importe l’objectif principal du sondage, le Bureau de mise en marché des bois, le Bureau du forestier en chef ou le MRN, qui ont des besoins autres que ceux décrits précédemment, peuvent aussi avoir des besoins en fonction de leur particularité. Selon le secteur d’activité, des exigences en ce qui a trait aux caractéristiques forestières ou à la manière dont les données seront mesurées devront être prises en considération.

Finalement, l’intensité de la sylviculture aura une grande influence sur la planification du sondage. Elle a une influence sur ce qui doit être mesuré ou estimé, sur la façon de le mesurer et sur l’intensité de l’échantillonnage.

Il est donc important de connaître à l’avance à quoi et à qui vont servir ces données. S’il manque des éléments, il sera probablement nécessaire de retourner sur le terrain, entraînant des coûts supplémentaires. La figure 12 montre les coûts relatifs de correction d’anomalies dans un processus de conception et de réalisation d’un logiciel. Ce qu’il faut retenir est que s’il y

a un défaut dans les exigences et la conception ou qu'un élément important a été omis et qu'on ne s'en rend compte qu'une fois sur le terrain, les coûts pour apporter des corrections peuvent s'avérer très élevés.

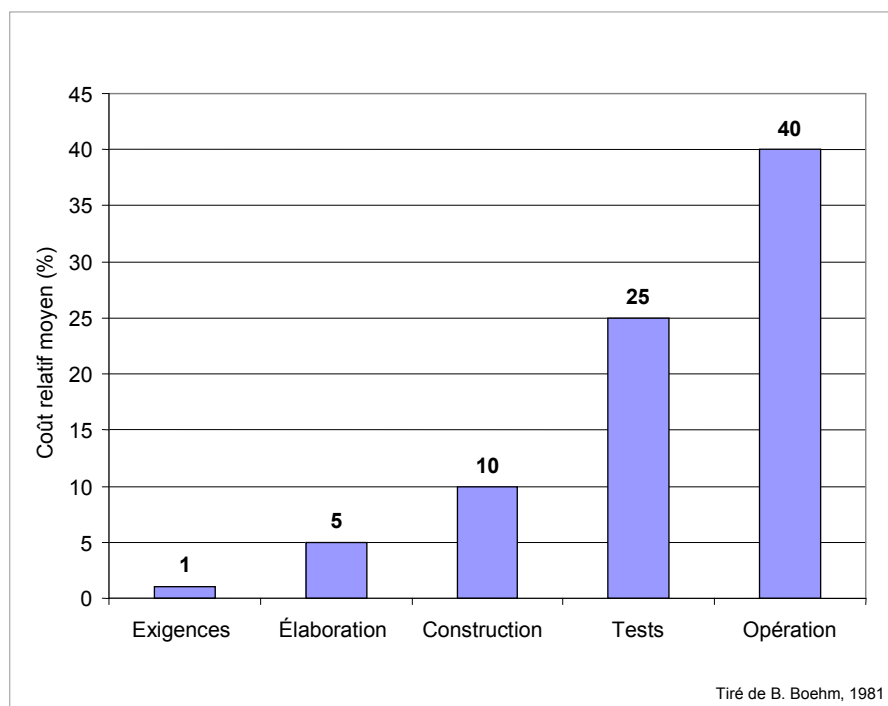


Figure 12 Coûts de correction des anomalies d'un logiciel

Prenons un exemple : un formulaire de saisie de données a été demandé dans le but de vérifier la qualité d'un martelage. Toutefois, aucun logiciel de traitement de données n'ayant été prévu, il est impossible de calculer les statistiques nécessaires pour accepter ou refuser le traitement. Les conséquences sont les suivantes :

- L'utilisateur devra se servir d'un logiciel de saisie de données désuet.
- Le format des données n'étant pas compatible avec le format employé, un plugiciel devra être mis au point pour extraire les données de l'ancien logiciel. Comme ce plugiciel n'était pas prévu dans les budgets, des fonds supplémentaires devront être trouvés.
- Il faudra ensuite préparer un programme de conversion de données pour entrer les données de l'ancien logiciel dans le nouveau avant de pouvoir procéder à la vérification de la coupe partielle. Des coûts supplémentaires pour préparer le programme de conversion s'ajouteront ainsi au budget.
- Enfin, les retards occasionnés par ces ajustements entraîneront d'autres frais.

Cet exemple illustre bien l'importance d'une bonne planification afin d'éviter d'avoir à débours des sommes importantes pour réparer les erreurs.

2.1.1.1 Objectifs du diagnostic sylvicole

Le but principal de l’inventaire forestier dans ce contexte est de permettre de rendre compte de l’historique et de l’état des peuplements avant d’établir une prescription. En particulier, l’inventaire va permettre :

- d’aller chercher l’information qui ne figure pas dans les données collectées en cabinet;
- de déterminer les problèmes d’ordre sylvicole;
- de trouver des solutions et de les analyser;
- de déterminer le choix des traitements et des scénarios selon le meilleur rapport qualité-prix;
- d’élaborer les prescriptions sylvicoles et les directives.

Pour plus de renseignements, on peut se référer au chapitre 4 du tome 2 du *Guide sylvicole du Québec* (Ministère des Ressources naturelles, 2013c).

2.1.1.2 Objectifs du suivi de conformité des activités d’aménagement forestier

L’objectif principal du suivi de conformité est de vérifier la réussite de la prescription sylvicole ou l’application d’une directive. L’information sert plus précisément à :

- valider ou réajuster l’aide financière (directives de paiement);
- valider la qualité de la prescription sylvicole;
- assurer un suivi d’efficacité, lorsque cela est applicable.

Pour plus de détails sur les taux, se référer au document intitulé *Directives sur les paiements concernant les ententes de réalisation des traitements sylvicoles non commerciaux et des appels d’offres publiques – Saison 2013-2014* (Ministère des Ressources naturelles, 2013g).

2.1.1.3 Objectifs du suivi d’efficacité des activités d’aménagement forestier

Le suivi d’efficacité consiste à suivre l’évolution d’une forêt. Il y a deux types de suivis d’efficacité qui sont principalement axés sur la régénération.

- Le premier vise à obtenir des informations pour s’assurer que les superficies traitées contiennent une régénération d’essences commerciales ou désirées en quantité suffisante. Combiné à un inventaire de diagnostic, ce suivi peut servir à établir un diagnostic et à demander au sylviculteur de procéder à un ajustement en matière de plantation, de regarni ou de dégagement.
- Le deuxième vise à obtenir des informations pour s’assurer que les objectifs de rendement prévus dans la prescription sylvicole sont atteints pour l’ensemble des superficies traitées. Il permet également de confirmer que la composition souhaitée a été atteinte. Ce suivi peut servir à établir un diagnostic et à demander au sylviculteur de procéder à une intervention sylvicole si nécessaire.

Ces deux suivis d’efficacité poursuivent des objectifs plus généraux :

- vérifier le respect de la composition souhaitée;
- satisfaire aux exigences de certification du MRN;
- fournir des données pour la reddition de comptes;
- permettre de dresser un tableau provincial ou régional de l’état de la forêt et en particulier de la régénération.

On peut se référer au chapitre 6 du présent guide pour plus de détails concernant ces suivis.

2.1.2 Territoire à inventorier

Le territoire à inventorier est une unité de sondage homogène au regard des variables sylvicoles, économiques et écosystémiques. La construction d’une unité de sondage dépend de son contexte.

- Dans le contexte d’un diagnostic sylvicole, l’unité de sondage correspond à un ou des secteurs d’intervention potentiels. Il peut y avoir plusieurs secteurs d’intervention potentiels dans une unité de sondage à la condition que les caractéristiques et critères forestiers à saisir dans un contrat d’inventaire soient identiques dans chacun de ces secteurs. Pour la construction d’un secteur d’intervention potentiel, il faut se référer au *Manuel de planification forestière 2013-2018* (Ministère des Ressources naturelles, 2013a).
- Dans le contexte d’un suivi de conformité des activités d’aménagement forestier ou d’un suivi d’efficacité, l’unité de sondage correspond à un secteur d’intervention. Le secteur d’intervention coïncide parfaitement avec l’unité de compilation finale lors de l’analyse des secteurs d’intervention potentiels.

2.1.3 Type d’information requise

Le type d’information requise dépend des objectifs et des personnes à qui servira le sondage. Certaines caractéristiques forestières et certains critères forestiers sont obligatoires, mais plusieurs sont facultatifs. Cependant, dès que la décision de mesurer une caractéristique forestière est prise, cette donnée doit être mesurée ou estimée dans toutes les unités d’échantillonnage. Sans cette contrainte, le risque est très grand de ne pas pouvoir traiter les données une fois l’inventaire complété.

L’autre conséquence de cette contrainte touche l’unité de sondage. Il n’est pas avantageux d’avoir une unité de sondage hétérogène. Le choix des caractéristiques forestières à mesurer risque d’être plus grand et de se répercuter sur les coûts d’inventaire totaux. Il est préférable de bien stratifier le territoire et ainsi de minimiser les coûts.

Par ailleurs, la notion de « facultatif » présente certaines limites. En effet, il existe des caractéristiques forestières interdépendantes qui ne peuvent être dissociées. Par exemple :

- avec le défaut indicateur de carie, il faut noter la priorité de récolte, l’essence et l’état de l’arbre;

- avec la qualité de l’arbre, il faut noter l’essence, le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et l’état;
- avec le taux de cime vivante ou morte, il faut noter l’essence.

De plus, l’information doit permettre de répondre aux objectifs du plan de sondage. La sélection des caractéristiques forestières décrites dans le chapitre 4 devrait être faite judicieusement afin de limiter les investissements, tout en s’assurant d’atteindre les objectifs.

Certains éléments, généralement recueillis lors d’un inventaire forestier, peuvent être inclus dans le sondage à un coût marginal pour permettre plus de flexibilité lors du traitement des données et des analyses. À titre d’exemple, dans un inventaire destiné à établir le diagnostic sylvicole d’un traitement d’éducation dans les peuplements de moins de 7 m de hauteur, chaque arbre peut être « éclairci » ou « libre de croître » (voir les définitions dans le chapitre 4) et les deux possibilités peuvent être mesurées dans le même inventaire. Il se peut qu’à la prescription, le choix final soit de faire un nettoyage. Cependant, le renseignement qui indique qu’un arbre est éclairci donne quand même une information pertinente sur son développement potentiel.

Certains éléments sont à considérer selon qu’il s’agit d’un inventaire de diagnostic, d’un inventaire pour le suivi (de conformité) des activités d’aménagement forestier ou d’un inventaire pour le suivi d’efficacité. Voyons ces éléments plus en détail.

Diagnostic sylvicole

- S’il s’agit d’un territoire de vente pour les besoins du Bureau de mise en marché des bois, mesurer minimalement l’essence, le DHP et l’état de l’arbre. Le DHP ne devra jamais être estimé.
- Si le Forestier en chef a des besoins précis, s’assurer qu’ils sont comblés.
- Si le MRN a des besoins supplémentaires, s’assurer qu’ils sont comblés.
- En fonction de l’intensité de la sylviculture :
 - **sylviculture d’élite** : prévoir, entre autres, l’acquisition de données sur les conditions de site et la qualité des arbres;
 - **sylviculture intensive** : prévoir, entre autres, l’acquisition de données sur la compétition intraspécifique et la qualité des arbres;
 - **sylviculture de base** : prévoir, entre autres, l’acquisition de données sur la compétition interspécifique et s’assurer de connaître la composition globale du peuplement;
 - **sylviculture extensive** : prévoir, entre autres, l’acquisition de données sur la régénération naturelle.

Suivi de conformité des activités d’aménagement forestier

- Prendre les mesures nécessaires pour vérifier la réussite d’une directive ou d’une prescription.
- Si le traitement implique un taux, prévoir l’acquisition de données pour réviser les taux (besoins du Bureau de mise en marché des bois) :

- s'il s'agit d'un traitement commercial, prévoir l'acquisition de données pour des besoins locaux (ex. : volume résiduel par essence dans une coupe partielle);
- s'il s'agit d'un traitement non commercial, mesurer en fonction d'un traitement d'éducation, d'un traitement de site ou de la régénération artificielle;
- prévoir, au besoin, la possibilité forestière (Bureau du forestier en chef).

Suivi d'efficacité des activités d'aménagement forestier

- Doit permettre de vérifier si le scénario sylvicole est respecté.
- Doit permettre de vérifier s'il y a eu un effet escompté par rapport à l'inventaire qui a servi au diagnostic ou à l'inventaire ayant servi au suivi de conformité des activités d'aménagement forestier.
- Doit permettre de vérifier si les cibles minimales requises pour la régénération sont atteintes.
- En fonction de l'intensité de la sylviculture, les éléments sont les mêmes que ceux d'un diagnostic sylvicole.

2.1.4 Nature des résultats escomptés

La nature des résultats escomptés doit, de façon générale, permettre le traitement des données forestières communément produites dans le contexte approprié. D'autres informations provenant de l'inventaire sont escomptées afin de pouvoir valider ou décider des choix envisageables pour l'unité de sondage.

Les résultats obtenus par l'utilisation des outils du MRN permettent de structurer la base de données en vue de la création de projets avec le logiciel DendroDIF, de valider les données et de les exploiter à l'aide de l'outil DICA ou de tout autre outil de traitement de données selon les différents besoins des secteurs d'activité du MRN.

2.1.5 Précision recherchée

Le niveau de précision généralement recherché pour les principaux éléments de décision dans le cas des inventaires de diagnostic des traitements commerciaux est de 80 % ou plus sur le volume total (pour une erreur relative de 20 %), avec un niveau de probabilité de 95 %.

Pour les traitements non commerciaux, la précision généralement demandée est de 90 % sur le coefficient de distribution total (pour une erreur relative de 10 %), avec un niveau de probabilité de 95 %.

Un cas à prendre en compte dans le calcul de la précision concerne les tableaux de fréquences. En effet, une variable peut être mesurée en classe plutôt qu'en mesure exacte. Il y a trois cas de figure possibles :

1. La variable numérique mesurée en classe (ex. : le DHP d'un arbre mesuré en classes plutôt qu'en centimètres). Dans ce cas, calculer une moyenne et un écart-type en utilisant la valeur médiane de la classe. Ce calcul permet d'obtenir une précision avec un niveau de probabilité.

2. La variable alphanumérique avec deux classes (ex. : la présence ou l’absence d’un arbre dans une microplacette). Dans ce cas, utiliser le pourcentage de la classe principale comme pour un coefficient de distribution.
3. La variable alphanumérique avec trois classes et plus (ex. : le nombre d’arbres par essence dans un peuplement). Dans ce cas, calculer la précision de chaque classe en utilisant le pourcentage de la classe correspondante (le calculer comme pour un coefficient de distribution). En pratique, il n’est pas obligatoire d’obtenir la précision de toutes les classes individuellement. Il peut y avoir une exigence de précision sur les classes principales seulement, et non sur les classes marginales.

Finalement, le gradient d’intensité de sylviculture peut aussi être un indicateur du niveau de précision désirée. La précision désirée ne devrait pas être la même pour une sylviculture d’élite et pour une sylviculture extensive. En effet, la première exige un niveau de précision à la hauteur de l’investissement qui est fait alors que la seconde demande une précision minimale. Dans ce cas, la précision peut être réduite à 80 % ou le niveau de confiance peut être réduit à 90 %, mais il n’est pas recommandé d’aller en dessous de ces seuils.

2.2 Contraintes qui influent sur les éléments de base

Les contraintes qui influent sur les éléments de base à considérer sont principalement les ressources, financières et humaines, et les délais impartis. Ces contraintes influencent généralement chacun des choix menant à la réalisation d’un inventaire forestier. Il est donc important de bien le planifier et d’obtenir un maximum d’informations avant d’envoyer des équipes techniques sur le terrain. De toutes les opérations, l’inventaire sur le terrain est la plus coûteuse.

2.3 Échantillonnage (méthodes)

2.3.1 Définitions de base

L’échantillonnage vise à établir le contenu moyen d’une unité de sondage. Dans le contexte de cet échantillonnage, la population est constituée de la superficie totale de l’unité de sondage à inventorier, alors que l’échantillon est représenté par un ensemble d’unités d’échantillonnage permettant d’atteindre le niveau de précision désirée pour les principaux éléments de décision.

La mesure de chaque unité d’échantillonnage dépend de son emplacement et correspond à une placette, une grappe de microplacettes, un transect, un point ou un ensemble de points. Son emplacement est établi de façon aléatoire, selon la méthode d’échantillonnage choisie. Elle vise à mesurer différentes caractéristiques forestières en vue de répondre aux objectifs du plan de sondage.

Les méthodes d’échantillonnage en milieu forestier incluent différentes méthodes aléatoires, soit les méthodes aléatoires simples, systématiques et aléatoires stratifiées. En foresterie, les méthodes les plus utilisées sont l’échantillonnage aléatoire stratifié (ex. : les inventaires décennaux) et les inventaires systématiques sur grille (ex. : les inventaires de diagnostic). Dans le cas de l’échantillonnage stratifié, les strates sont définies pour séparer des éléments hétérogènes dans la population statistique. Généralement, le poids des strates est fonction de la superficie de chaque strate, mais peut aussi être défini selon d’autres critères forestiers. En

Suède, le poids des strates est fonction de la valeur des bois. Ainsi, une strate composée d'un peuplement de moindre valeur forestière aura moins d'unités d'échantillonnage qu'une autre strate avec un peuplement plus « riche » (Jonsson, Jacobson et Kallur, 1993).

2.3.2 Type d'unités d'échantillonnage

2.3.2.1 Inventaires dans les peuplements de 7 m ou plus de hauteur

Dans les peuplements de 7 m ou plus de hauteur, il peut y avoir jusqu'à trois moyens différents de mesurer ou d'estimer les caractéristiques forestières d'une unité d'échantillonnage : les placettes, la grappe de microplacettes et le transect. Les placettes servent aux mesures des arbres marchands (DHP supérieur à 90 mm) et de données sur les conditions de site. La grappe de microplacettes sert à connaître l'état de la régénération et le transect, à évaluer les débris ligneux. Ces derniers peuvent aussi être estimés dans une placette de 400 m².

Placettes à surface définie et indéfinie

Les placettes à surface définie et celles à surface indéfinie sont les deux types de placettes disponibles pour la mesure des arbres ayant un DHP supérieur à 90 mm.

Pour chacune, le centre de la placette est le point central, défini comme l'endroit au sol qui correspond aux coordonnées déterminées dans le plan de sondage. Quel que soit le type de placette, ses limites sont basées sur la projection d'un plan horizontal.

La placette à surface définie à utiliser est celle de 400 m². Conséquemment, le rayon de la placette est de 11,28 m. Dans les plantations qui doivent faire l'objet d'une éclaircie commerciale, des placettes de 100 m² peuvent être utilisées puisqu'il y a une plus grande homogénéité des arbres par rapport à une forêt naturelle. Dans ce cas, le rayon de la placette est de 5,64 m.

La placette à surface indéfinie généralement utilisée est basée sur une constante de surface terrière de 2 m²/ha/tige en fonction de l'instrument utilisé. Le prisme et le relascope de Bitterlich sont des instruments précis et éprouvés qui sont recommandés pour faciliter l'établissement des placettes à surface indéfinie. Si un arbre se trouve à une distance limite du prisme ou du relascope, il est recommandé de mesurer la distance entre le point central de la placette et l'arbre et de mesurer le DHP au millimètre près pour vérifier si l'arbre est bel et bien dans la placette. Les rayons d'échantillonnage en fonction des DHP sont présentés à l'annexe B. Dernier point concernant les placettes à surface indéfinie : il ne faut jamais déplacer le centre de la placette sur un arbre. Un biais serait automatiquement créé, car la placette exclut la valeur nulle. Par ailleurs, la méthode avec un prisme ou un relascope exige que l'on tourne autour de l'outil. En se déplaçant sur un arbre, il est impossible de tourner autour du point central et le risque d'une erreur de mesure augmente avec le diamètre de l'arbre.

Pour terminer, la placette à surface définie sert aussi à mesurer ou à estimer les caractéristiques forestières de site. Elle peut également servir à décrire les débris ligneux et remplacer le transect.

Grappe de microplacettes

La grappe de microplacettes sert à mesurer la basse régénération et les gaules. C’est un ensemble de microplacettes à surface définie. Leur surface varie en fonction de l’essence ou du groupe d’essences ou encore selon un objectif de densité. Le tableau 8 présente les rayons utilisés (en mètres), uniformément espacés pour chacune des microplacettes selon les essences ou les groupes d’essences, en fonction du type d’inventaire (dénombrement et absence ou présence de régénération) et de l’intensité de la sylviculture.

Tableau 8 Rayon des microplacettes en fonction du type d’inventaire et de l’intensité de la sylviculture

Essence	Rayon des microplacettes (m)				
	Dénombrement	Absence ou présence selon l’intensité de la sylviculture			
		Extensive	De base : naturel et regarni	De base : plantation	Intensive ou d’élite
Sapin, épinette, pin gris, mélèze (SEPM) et thuya	1,13	1,63	1,63	1,41	1,26
Peupliers et bouleau à papier	1,13	1,69	1,69	1,69	1,69
Feuillus tolérants et semi-tolérants à l’ombre	1,13	2,82	2,82	2,82	2,82
Pruche, pin blanc et pin rouge	1,13	2,82	2,82	2,82	2,82

Les rayons de microplacettes qui servent à mesurer le coefficient de distribution varient en fonction d’une densité minimale recherchée par essence et par intensité de sylviculture. En effet, un rayon de 1,63 m pour le groupe SEPM correspond à une densité minimale de 1 200 plants par hectare alors qu’un rayon de 1,26 correspond à une densité minimale de 2 000 plants par hectare, si le coefficient de distribution est de 100 %. Le terme « densité minimale » vient du fait qu’un coefficient de distribution sous-estime la densité réelle. Seul un dénombrement permet de connaître cette dernière.

Les microplacettes doivent être établies en grappes de 5 ou 10. Il est possible d’établir les grappes de microplacettes selon l’une des configurations suivantes :

- Établir 5 microplacettes (1,13 m, 1,26 m, 1,69 m, 2,82 m de rayon) : 1 microplacette au point central et 4 autres microplacettes à 10 m du point central dans les quatre directions des points cardinaux (figure 13).
- Établir 5 microplacettes (1,13 m, 1,26 m, 1,69 m, 2,82 m de rayon) à 10 m l’une de l’autre en partant du point central dans le sens du cheminement de la virée d’inventaire.

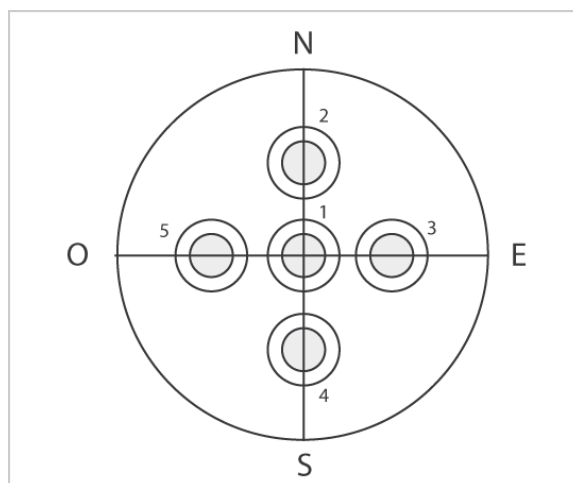


Figure 13 Exemple de disposition d’une grappe de cinq microplacettes

- Établir 10 microplacettes sur une ligne orientée vers le nord, espacées de 5 ou 6 m, en partant du point central.

Attention! Les microplacettes ne doivent jamais se chevaucher. C'est la raison pour laquelle une distance de 5 ou 6 m est suggérée entre les microplacettes.

S'il y a plus d'une essence ou d'un groupe d'essences, et que plus d'une dimension de microplacettes est nécessaire selon le tableau 8, celles-ci doivent être concentriques.

Dans le cas d'un dénombrement, il faut prévoir au moins 3 microplacettes sur 5 ou 6 microplacettes sur 10. La sélection des microplacettes à dénombrer doit être déterminée a priori. Il faut trouver lesquelles serviront au dénombrement pour éviter une sélection non aléatoire et l'introduction d'un biais.

Dans le cas où l'on cherche un coefficient de distribution, il faut vérifier la présence ou l'absence de régénération par essence pour chacune des 5 ou des 10 microplacettes.

Transect

Les débris ligneux sont mesurés au moyen d'un transect (virée continue). La méthode de mesure consiste à tirer une ligne de 25 m de long, dont le centre passe par le point central de la placette. Il s'agit ensuite de sélectionner tous les débris ligneux qui ont un point de contact avec la ligne.

Cette méthode permet aussi la vérification après traitement du scarifiage partiel par poquets dans les coupes de jardinage par pied d'arbres et par groupe d'arbres et dans les éclaircies sélectives. En effet, le transect sert à inventorier les trouées où une préparation de terrain a eu lieu.

2.3.2.2 Inventaires dans les peuplements en régénération (ou de moins de 7 m de hauteur)

Les inventaires dans les peuplements en régénération (ou de moins 7 m de hauteur) servent généralement à déterminer le coefficient de distribution. Ces inventaires impliquent donc qu'une grappe de microplacettes servira d'unité d'échantillonnage. Les tailles des microplacettes utilisées sont les mêmes que celles mentionnées dans le tableau 8. Par ailleurs, des placettes circulaires et des transects peuvent être utilisés pour connaître d'autres besoins. Il y a deux types d'inventaires dans les peuplements en régénération :

- un inventaire de la régénération préétablie et des besoins en matière de préparation de site et de régénération artificielle;
- un inventaire des besoins en matière de traitement d'éducation des peuplements.

L'inventaire de régénération sert principalement à déterminer le coefficient de distribution en essences désirées afin d'établir si une préparation de terrain est nécessaire en vue d'une plantation ou s'il faut plutôt stimuler la régénération naturelle. L'inventaire de diagnostic sylvicole se fait au moyen d'une grappe de microplacettes. Dans chaque microplacette, l'absence ou la présence de régénération est notée et, s'il y a lieu, un dénombrement de celle-ci est effectué. Ce dénombrement sert, entre autres, à établir le taux à appliquer pour payer les

travailleurs sylvicoles. Dans un inventaire pour le suivi de conformité (après traitement), le coefficient de distribution est mesuré à l’aide des microplacettes, et les vétérans feuillus résistants sont mesurés à partir d’une placette de 400 m² ou à rayon indéfini. Pour vérifier la qualité d’une éclaircie précommerciale, on mesure la densité des plants éclaircis par hectare à l’aide d’une placette circulaire de 5,64 m de rayon (100 m²).

L’inventaire pour les traitements d’éducation sert dans les cas de dégagement, de nettoyage ou d’éclaircie précommerciale. Il y a deux types d’inventaires, soit l’inventaire préalable à un diagnostic sylvicole et celui qui précède les activités d’aménagement forestier (après traitement). L’inventaire de diagnostic sylvicole se fait au moyen d’une grappe de microplacettes. Dans chaque microplacette, l’absence ou la présence d’arbres d’avenir est notée et, s’il y en a, on procède à leur dénombrement. Ce dénombrement sert, entre autres, à établir le taux à appliquer pour payer les travailleurs sylvicoles. Dans un inventaire pour le suivi des activités d’aménagement (après traitement), le coefficient de distribution est mesuré à l’aide des microplacettes, et les vétérans feuillus résistants sont mesurés à partir d’une placette de 400 m² ou à rayon indéfini. Pour vérifier la qualité d’une éclaircie précommerciale, on mesure également la densité des plants éclaircis par hectare à l’aide d’une placette circulaire de 5,64 m de rayon (100 m²).

2.3.3 Plan de sondage

La réalisation du plan de sondage consiste à distribuer les unités d’échantillonnage parmi la population selon la méthode d’échantillonnage choisie. Dans le présent contexte, lorsque l’unité de sondage n’est pas d’un seul tenant, les points centraux de chacune des placettes sont répartis de façon systématique dans les polygones appartenant à l’unité de sondage.

De façon générale :

- L’inventaire se fait par unité de sondage. Il peut se faire par regroupement d’unités de sondage s’il est envisageable que celles-ci obtiennent une même prescription sylvicole lors d’un diagnostic. Pour les inventaires de suivi des activités d’aménagement forestier, elle se fait par secteur d’intervention.
- Pour les inventaires dans les coupes commerciales, la coordonnée géographique correspond au point central de la placette. Dans les peuplements en régénération, elle correspond au point central de la première microplacette.
- Les unités d’échantillonnage doivent couvrir l’ensemble de l’unité de sondage. Si une unité de sondage n’est pas d’un seul tenant (avec plusieurs polygones), il est important que chaque polygone ait au moins une unité d’échantillonnage.

L’outil de sondage, compris dans la barre d’outils d’ArcGIS (Sondage MRNF, GSF-sondage ou Sondage DDIF), peut être utilisé pour produire les plans de sondage et construire la table qui sert à l’élaboration du projet de sondage dans DendroDIF. À partir d’une unité de sondage donnée, il permet de produire un plan de sondage selon diverses méthodes sur grille (une placette pour un nombre d’hectares donné, ou inversement, une distribution équidistante pour un nombre de placettes donné). Par la suite, l’outil Sondage DDIF permet de faire un lien entre le plan de sondage et l’outil de cueillette (DendroDIF).

2.3.3.1 Intensité d'échantillonnage

De façon générale, l'intensité d'échantillonnage est fonction de la variabilité, de la population, des ressources financières, ainsi que de la précision et du niveau de confiance désirés.

La superficie totale de la population n'est pas un facteur important dans la détermination de la taille de l'échantillon sauf pour les petites superficies. Dans ce cas, une correction pour les petites surfaces peut être appliquée selon la fraction d'échantillonnage. Dans une population discrète, la fraction se calcule en divisant le nombre d'échantillons par la taille de la population. Dans une population continue, elle se calcule en divisant la surface échantillonnée par la superficie totale de la population. Si l'unité d'échantillonnage est un point¹, ou un transect, la superficie de chaque unité est nulle et la taille de la population est infinie. Dans ces cas, la taille de l'unité n'a pas d'influence.

Le calcul du nombre d'unités d'échantillonnage nécessite une estimation de la variabilité de la caractéristique principale dans la population. La connaissance de cette variabilité est difficile à obtenir a priori. Par contre, il existe plusieurs sondages qui permettent de connaître l'ordre de grandeur de la variabilité de la caractéristique principale du sondage. Leur étude peut donner un aperçu de la variabilité et permet de démarrer sur une base plus solide.

La précision, le niveau de confiance et le budget disponible se décident au bureau. Si la précision de l'inventaire s'avère insuffisante pour atteindre les objectifs, il est alors possible de déterminer le nombre d'unités d'échantillonnage à ajouter pour y parvenir.

Diminuer la précision ou le niveau de confiance contribue à diminuer l'intensité d'échantillonnage. La décision de diminuer ces éléments revient au gestionnaire. Cependant, il n'est pas recommandé de diminuer la précision en dessous de 80 % ni de diminuer le niveau de confiance en dessous de 90 %.

Finalement, échantillonner dans une plantation, par opposition à un peuplement d'origine naturelle, influence l'intensité d'échantillonnage. En effet, de par sa nature, une plantation a une structure bien définie et est toujours moins variable qu'un peuplement naturel. L'intensité d'échantillonnage sera moindre dans une plantation que dans un peuplement naturel. Il est à noter que l'intensité d'échantillonnage est indépendante de l'intensité de sylviculture. Une intensité de sylviculture intensive implique que plus de données doivent être mesurées ou prises que pour une intensité de sylviculture extensive. Dans le cas d'une plantation, c'est le nombre d'unités d'échantillonnage qui sera moindre et non la quantité de données à relever.

Taille de la placette (ou de la microplacette)

La taille de la placette est un sujet fréquemment abordé. Plusieurs éléments sont à considérer.

- La taille de la placette dépend tout d'abord de la nature de la caractéristique ou du critère forestier à mesurer (Gregoire et Valentine, 2008). Elle diffère selon qu'il s'agit de mesurer la régénération plutôt que le volume marchand dans un peuplement de 7 m ou plus de hauteur.

1. Pour déterminer la perte de superficie productive d'une forêt après une coupe, un échantillonnage par point est utilisé; le pourcentage de points qui « tombent » sur une surface improductive constitue la perte de superficie productive.

- Plus la taille de la placette est grande, moins le nombre de placettes est élevé. La superficie à échantillonner est plus importante que la taille des placettes. Il vaut mieux avoir plusieurs « petites » placettes plutôt qu'une seule grande (Guillemette, Lambert et Bédard, 2012).
- Il y a fréquemment de l'autocorrélation spatiale en forêt. En effet, dans un court rayon, les caractéristiques forestières ont tendance à se ressembler. Plus on augmente le rayon, moins elles se ressemblent (Matérn, 1960; Duplat et Perrotte, 1981). Par exemple, il est fréquent d'observer qu'à un endroit donné et dans un court rayon, le DHP des arbres a tendance à varier peu, alors que plus le rayon augmente, plus cette tendance diminue.
- Le coût d'un inventaire se divise en deux catégories, soit le coût de déplacement entre les unités d'échantillonnage et le coût d'établissement et de mesurage des unités d'échantillonnage. Le coût de déplacement est fixe alors que les gains en productivité sont, le plus souvent, dans la seconde catégorie.
- Dans le cas où l'on cherche à établir un volume marchand ou une surface terrière par hectare, la taille optimale doit être telle que le fait d'ajouter ou de retirer un arbre a un impact minime, ou moins important, sur ces critères. Duplat et Perrotte (1981) estiment qu'entre 10 et 12 arbres par placette sont suffisants. Rondeux (1999, page 393) mentionne que de 15 à 20 arbres suffisent. La Direction des inventaires forestiers utilise une placette à rayon fixe de 400 m², sauf dans un peuplement feuillu avec des arbres d'un DHP supérieur ou égal à 32 cm et dont la superficie est de 625 m². Il est à noter que l'intensité d'échantillonnage est indépendante de l'intensité de la sylviculture. Une sylviculture intensive implique qu'un plus grand nombre de données doit être mesuré ou pris que lorsqu'il s'agit d'une sylviculture extensive. Dans le cas d'une plantation, c'est le nombre d'unités d'échantillonnage qui sera moindre et non la quantité de données à recueillir.
- Aggrandir la placette peut sembler être une solution intéressante, mais il est important de se rappeler que le risque d'oublier un arbre augmente avec la taille de la placette (Duplat et Perrotte, 1981).
- La taille optimale entre deux surfaces de placettes est une fonction de la variance entre les arbres (par exemple, variance du DHP) et le coût pour l'établir et la mesurer (Rondeux, 1999; Gregoire et Valentine, 2008).
- Le dénombrement est un cas à part très difficile à résoudre. Par contre, pour le dénombrement de la basse ou de la haute régénération, il est préférable de faire plusieurs microplacettes. En effet, il est fréquent que la répartition spatiale de la régénération se fasse en bouquets (figure 14). Dans ce cas, il est risqué de ne faire qu'une seule placette, car soit celle-ci ne comportera aucun plant (UE 1), soit elle sera située dans un bouquet (UE 2). Le fait d'agrandir la placette

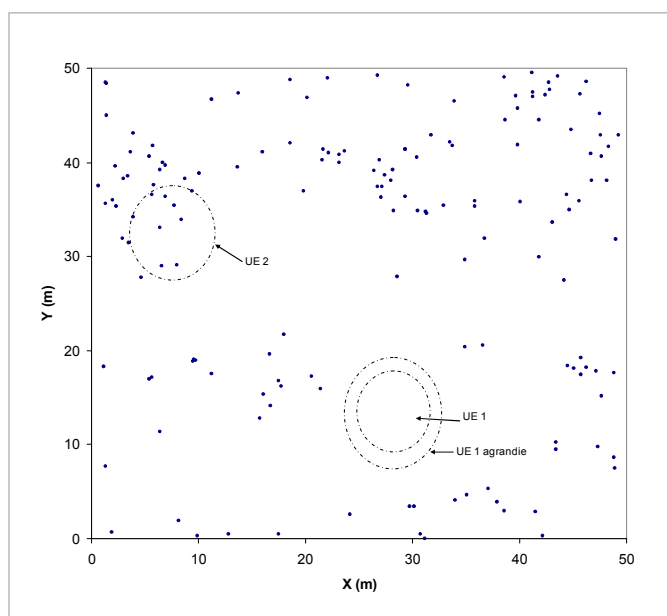


Figure 14 Emplacement des gaules dans une placette

ne corrigera pas le problème (UE 1 agrandie). Dans les deux cas, il y aura un biais dans le nombre de plants par hectare. Si l'on fait plusieurs microplacettes, les chances d'obtenir une meilleure estimation lors du dénombrement de la régénération sont plus grandes.

En résumé, la taille de la placette (ou de la microplacette) n'est pas un sujet facile à traiter. Jusqu'à preuve du contraire, il est recommandé d'utiliser les dimensions proposées dans ce guide.

Calcul de la taille d'échantillon

La taille d'échantillon se calcule de la façon suivante :

$$n = \left(\frac{n_0}{1 + \frac{an_0}{A}} \right) \quad (1)$$

où

$$n_0 = \left(\frac{t_{(1-\alpha)/2} S(x)}{d\bar{x}} \right)^2 \quad (2)$$

n est le nombre d'unités d'échantillonnage à utiliser, corrigé en fonction de la taille d'échantillon;

a est la superficie couverte par l'unité d'échantillonnage. Pour la superficie des grappes, utiliser la superficie maximale couverte par la grappe par rapport à la composition visée. Par exemple, si la composition visée est une sapinière à bouleau jaune, la superficie maximale couverte par la grappe est celle qui s'applique au bouleau jaune;

n_0 est la taille d'échantillon théorique avant la correction par rapport à la taille de la population;

A est la superficie totale de la population statistique;

t est la valeur de *Student*. Utiliser la valeur de t en fonction de la taille d'échantillon qui a servi à l'estimation de la variance « $S(x)$ »;

$S(x)$ est l'écart-type de l'échantillon de la mesure « x »;

d est la marge d'erreur désirée. Si la marge d'erreur désirée est de 10 % alors « d » vaut 0,10;

$\bar{x}$ est la moyenne de l'échantillon.

L'équation (1) corrige correctement pour des petites surfaces. Par exemple, supposons que la valeur « n_0 » vaut 50, que la superficie de la placette est de 400 m² et que la superficie de l'unité de sondage est de 20 ha. Alors le nombre d'unités d'échantillonnage nécessaire pour cette superficie est :

$$\left(\frac{50}{1 + \frac{50 \cdot 400}{200000}} \right) = 45,45$$

ou 46 placettes. Il est recommandé d’arrondir à l’entier supérieur pour être certain d’obtenir la précision désirée.

Il faut comprendre que le nombre d’échantillons nécessaires est en fonction de la variabilité sur le terrain. Si, pour 20 ha, 50 placettes sont nécessaires, c’est parce que la variabilité de la variable d’intérêt est élevée. Solutions possibles : réduire le niveau de confiance, augmenter la marge d’erreur ou réviser l’unité de sondage pour le rendre plus homogène.

Si la variable d’intérêt est une proportion, c’est-à-dire que ses valeurs possibles sont situées entre 0 et 100 % (exemple, un coefficient de distribution), l’écart-type se calcule de la façon suivante :

$S(p) = \sqrt{\left(\frac{p(1-p)}{n-1} \right)}$ où « p » est le coefficient de distribution exprimé entre 0 et 1 (un coefficient de distribution de 60 % aura la valeur 0,60). Noter que, dans ce cas, plus la proportion se rapproche de 0 ou 1, plus c’est homogène et moins il sera nécessaire d’échantillonner. Dans l’équation 2, remplacer alors $\bar{x}$ par $\bar{p}$.

Autrement, $S(x) = \sqrt{\left(\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \right)}$ où « x » est la valeur mesurée (par exemple, un volume en m³/ha).

CHAPITRE 3

Diagnostic sylvicole



Photo : Sébastien Méthot

3.1 Démarche

Le diagnostic sylvicole permet d’établir l’**historique** et l’**état actuel d’un peuplement et d’un site**, en ayant recours à une démarche structurée, rationnelle et logique dans le but de déterminer le ou les traitements sylvicoles à appliquer. La réussite du cheminement diagnostique repose sur la justesse des objectifs à l’échelle du territoire et, surtout, à l’échelle du peuplement ainsi que sur la disponibilité d’informations de qualité en quantité suffisante. Pour obtenir un supplément d’information sur la démarche du diagnostic sylvicole, vous pouvez consulter le chapitre 4 du tome 2 du *Guide sylvicole du Québec* (Ministère des Ressources naturelles, 2013c).

3.2 Critères forestiers

Les actions de l’ingénieur forestier influencent l’**établissement de la régénération**, la **composition**, la **structure**, la **qualité**, la **santé** et la **croissance** des **peuplements** ainsi que la **productivité** des **sites**. Ce sont sur ces thématiques fondamentales que sont construits les tableaux du présent chapitre. Ceux-ci regroupent les critères forestiers les plus communs pour chacune des trois familles de traitements sylvicoles, à savoir :

- les traitements de **récolte**;
- les **traitements de site et de régénération artificielle**;
- les traitements d’éducation des **peuplements de moins de 7 m de hauteur**.

Dans la mesure du possible, les critères forestiers sont ordonnancés et regroupés selon le niveau où ils se situent dans le peuplement, soit à l’**étage supérieur**, à l’**étage inférieur**, ou sur le **site** (figure 15).



Figure 15 Niveaux où se situent les critères dans un peuplement ou un site

L’utilisation des tableaux 9, 10 et 11 et le choix des critères forestiers seront facilités à la condition que l’ingénieur forestier ait une connaissance adéquate des objectifs stratégiques des peuplements touchés, de l’autécologie des différentes espèces et des types écologiques.

Tableau 9 Critères forestiers du diagnostic sylvicole pour les traitements de récolte

Thématique			Critère forestier
Historique des peuplements			Perturbation naturelle Peuplements précédents Traitements précédents Procédé de récolte Année et saison de récolte
Site et station	Écologique		Proportion par unité de paysage Fréquence ou distribution des types écologiques
	Topographique		Fréquence des altitudes Fréquence ou proportion des situations topographiques (situation sur la pente) Fréquence, distribution ou proportion des expositions de la pente (vent, soleil, etc.) Fréquence, distribution ou proportion des versants de la pente (haut, moyen, bas) Fréquence ou distribution des inclinaisons de la pente
	Dépôt et sol		Fréquence ou distribution des types de dépôts Fréquence, distribution ou proportion des classes de textures de sol Fréquence, distribution ou moyenne des épaisseurs du sol minéral Fréquence, distribution ou moyenne des épaisseurs d’humus Fréquence, distribution ou proportion des types d’humus Fréquence, distribution ou proportion des classes de drainage Fréquence ou distribution de la pierrosité
	Contraintes d’interventions forestières		Fréquence, distribution ou proportion des dénombrements de débris ligneux au sol Solidité du terrain (<i>Classification du terrain pour la foresterie du Canada</i>) Fréquence, distribution des inégalités du terrain (rugosité) Accessibilité du secteur d’intervention
Établissement de la régénération			Année semencière Fréquence, distribution ou moyenne du nombre d’arbres semenciers d’essences désirées à l’hectare Fréquence, distribution ou moyenne du nombre de microsites propices à l’ensemencement à l’hectare Fréquence, distribution ou proportion du nombre de trouées ou d’ouvertures à l’hectare
Composition	Étage inférieur	Concurrence ou compétition	Fréquence, distribution ou proportion des groupes d’espèces indicatrices Fréquence, distribution ou moyenne du nombre d’arbres d’espèces concurrentes à l’hectare (par espèce ou groupe d’espèces) Fréquence ou hauteur moyenne des espèces concurrentes (par espèce ou groupe d’espèces) Fréquence ou taux de recouvrement des espèces concurrentes (par espèce ou groupe d’espèces)
		Basse régénération ou gaules	Fréquence, distribution ou moyenne du nombre d’arbres des essences à maîtriser à l’hectare (par essence ou groupe d’essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d’arbres des essences à maîtriser (par essence ou groupe d’essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d’avenir des essences à maîtriser à l’hectare Fréquence ou distribution du nombre d’arbres d’avenir des essences acceptables (par essence ou groupe d’essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d’arbres d’avenir des essences acceptables (par essence ou groupe d’essences)

Tableau 9 Critères forestiers du diagnostic sylvicole pour les traitements de récolte (suite)

Thématique		Critère forestier	
		Basse régénération ou gaules	Distribution ou coefficient de distribution des arbres d’avenir des essences acceptables à l’hectare Fréquence ou distribution du nombre d’arbres d’avenir des essences à promouvoir (par essence ou groupe d’essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d’arbres d’avenir des essences à promouvoir (par essence ou groupe d’essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d’avenir des essences à promouvoir à l’hectare Fréquence ou distribution du nombre d’arbres d’avenir des essences désirées (par essence ou groupe d’essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d’arbres d’avenir des essences désirées (par essence ou groupe d’essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d’avenir des essences désirées à l’hectare Distribution diamétrale par essence (gaules seulement)
		Perches	Fréquence, distribution ou moyenne du nombre d’arbres des essences à maîtriser à l’hectare (par essence ou groupe d’essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d’arbres des essences à maîtriser (par essence ou groupe d’essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d’avenir des essences à maîtriser à l’hectare Fréquence ou distribution du nombre d’arbres d’avenir des essences acceptables (par essence ou groupe d’essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d’arbres d’avenir des essences acceptables (par essence ou groupe d’essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d’avenir des essences acceptables à l’hectare Fréquence ou distribution du nombre d’arbres d’avenir des essences à promouvoir (par essence ou groupe d’essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d’arbres d’avenir des essences à promouvoir (par essence ou groupe d’essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d’avenir des essences à promouvoir à l’hectare Fréquence ou distribution du nombre d’arbres d’avenir des essences désirées (par essence ou groupe d’essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d’arbres d’avenir des essences désirées (par essence ou groupe d’essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d’avenir des essences désirées à l’hectare Distribution diamétrale par essence
Composition	Étage supérieur	Couvert supérieur	Types de peuplements Fréquence de la classe de densité des peuplements (A, B, C, D) Fréquence ou distribution de la densité des peuplements (tiges/ha) Proportion des essences commerciales (par essence ou groupe d’essences) Proportion ou distribution des essences désirées (par essence ou groupe d’essences) Fréquence, distribution ou moyenne du volume total à l’hectare (par essence ou groupe d’essences) Fréquence, distribution ou moyenne de la surface terrière totale à l’hectare (par essence ou groupe d’essences) Fréquence, distribution ou moyenne du volume marchand à l’hectare (par essence ou groupe d’essences)

Tableau 9 Critères forestiers du diagnostic sylvicole pour les traitements de récolte (suite)

Thématique			Critère forestier
Composition	Étage supérieur	Couvert supérieur	Fréquence, distribution ou moyenne de la surface terrière marchande à l'hectare (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, distribution ou moyenne de la surface terrière par essence à l'hectare (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, distribution ou moyenne du volume en essences désirées (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, distribution ou moyenne de la surface terrière en essences désirées à l'hectare (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, proportion ou moyenne du volume par arbre d'essences désirées ou de groupe d'essences désirées Fréquence ou moyenne des hauteurs des peuplements Fréquence, moyenne ou nombre des hauteurs d'arbres en essences désirées (par essence ou groupe d'essences) Fréquence ou moyenne des âges des peuplements Fréquence, moyenne ou nombre des âges d'arbres en essences désirées (par essence ou groupe d'essences) Diamètre moyen quadratique des peuplements Diamètre moyen quadratique d'essences désirées (par essence ou groupe d'essences) Fréquence ou proportion du DHP > X cm d'arbres d'essences désirées à l'hectare (par essence ou groupe d'essence) Fréquence, moyenne ou nombre de profondeurs d'enracinement des arbres d'avenir d'essences désirées (par essence ou groupe d'essences)
Structure	Verticale		Fréquence, distribution ou proportion des étagements Proportion d'arbres selon l'étage (dominant, codominant, etc.) Structure diamétrale (distribution diamétrale)
	Horizontale		Fréquence, distribution, proportion ou nombre de trouées à l'hectare Fréquence, distribution, proportion ou degré de couverture (projection horizontale des houppiers d'un peuplement) Structure diamétrale (distribution diamétrale)
Santé			Fréquence, distribution ou moyenne du capital forestier en croissance (CFC) Fréquence, distribution ou moyenne du capital forestier (CF) Fréquence ou proportion d'arbres de vigueur X ou groupe d'arbres de vigueur (par essence ou groupe d'essences) Fréquence ou proportion d'arbres d'essences désirées de vigueur X ou groupe d'arbres de vigueur Fréquence ou proportion d'arbres attaqués par un insecte ou une maladie à haut risque de propagation Fréquence ou proportion des codes de défauts par essence Fréquence ou distribution des proportions de houppiers des résineux (taux de cime vivante) Fréquence ou distribution des taux de cime morte (feuillus)
Qualité			Fréquence, distribution ou proportion du volume par classe de qualité (A, B, C, D) Fréquence, distribution ou proportion de la surface terrière par classe de qualité (A, B, C, D) Fréquence, distribution ou proportion du volume par classe d'utilisation (P, O, O+) Fréquence, distribution ou proportion de la surface terrière par classe d'utilisation (P, O, O+) Moyenne ou nombre de branches sur X mètres de longueur sur la bille de pied

Tableau 9 Critères forestiers du diagnostic sylvicole pour les traitements de récolte (suite)

Thématique	Critère forestier
Qualité	Moyenne ou nombre de nœuds sur X mètres de longueur sur la bille de pied Fréquence ou moyenne des diamètres des branches ou nœuds sur X mètres de longueur sur la bille de pied Fréquence, moyenne ou proportion des coefficients d’élancement pour les arbres d’avenir d’essences désirées (par essence ou groupe d’essences) Fréquence ou longueur moyenne de la tige principale
Croissance	Indice de qualité de station (IQS) Fréquence ou moyenne annuelle d’accroissement en hauteur sur X années

Tableau 10 Critères forestiers du diagnostic sylvicole pour les traitements de site et de régénération artificielle

Thématique	Critère forestier
Historique des peuplements et parterre	Perturbation naturelle Peuplements précédents Traitements précédents Procédé de récolte Année et saison de récolte
Site et station	Écologique Proportion par unité de paysage Fréquence ou distribution des types écologiques Fréquence ou distribution de l’indice de fertilité (travaux d’amendement des sols forestiers)
	Topographique Fréquence des altitudes Fréquence ou proportion des situations topographiques (situation sur la pente) Fréquence, distribution ou proportion des expositions de la pente (vent, soleil, etc.) Fréquence, distribution ou proportion des versants de la pente (haut, moyen, bas) Fréquence ou distribution des inclinaisons de la pente
	Dépôt et sol Fréquence ou distribution des types de dépôt Fréquence, distribution ou proportion des classes de texture de sol Fréquence, distribution ou moyenne des épaisseurs du sol minéral Fréquence, distribution ou moyenne des épaisseurs d’humus Fréquence, distribution ou épaisseur moyenne des sols perméables ou indurés (travaux de drainage sylvicole) Fréquence, distribution ou proportion des types d’humus Fréquence, distribution ou proportion des classes de drainage Fréquence ou distribution de la pierrosité
	Contraintes d’interventions forestières Fréquence, distribution ou proportion des dénombrements de débris ligneux au sol Solidité du terrain (<i>Classification du terrain pour la foresterie du Canada</i>) Fréquence ou distribution des inégalités du terrain (rugosité) Accessibilité du secteur d’intervention
Établissement de la régénération	Année semencière Fréquence, distribution ou moyenne du nombre d’arbres semenciers d’essences désirées à l’hectare Fréquence, distribution ou moyenne du nombre de microsites propices à l’ensemencement à l’hectare Fréquence, distribution ou proportion du nombre des trouées à l’hectare Fréquence, distribution, proportion ou degré de couverture (projection horizontale des houppiers d’un peuplement)

Tableau 10 Critères forestiers du diagnostic sylvicole pour les traitements de site et... (suite)

Thématique			Critère forestier
Composition et structure	Concurrence et compétition		Fréquence, distribution ou proportion des groupes d'espèces indicatrices Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres d'espèces concurrentes à l'hectare (par espèce ou groupe d'espèces; travaux de débroussaillage) Fréquence ou hauteur moyenne des espèces concurrentes (par espèce ou groupe d'espèces; travaux de débroussaillage) Fréquence ou taux de recouvrement des espèces concurrentes (par espèce ou groupe d'espèces; travaux de débroussaillage)
	Étage inférieur	Basse régénération ou gaules	Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres des essences à maîtriser à l'hectare (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d'arbres des essences à maîtriser (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d'avenir des essences à maîtriser à l'hectare Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres d'avenir des essences acceptables (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d'arbres d'avenir des essences acceptables (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution d'arbres d'avenir des essences acceptables à l'hectare Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres d'avenir des essences à promouvoir (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d'arbres d'avenir des essences à promouvoir (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d'avenir des essences à promouvoir à l'hectare Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres d'avenir des essences désirées (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d'arbres d'avenir des essences désirées (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d'avenir des essences désirées à l'hectare Distribution diamétrale par essence (gaules seulement)
	Étage supérieur	Perches	Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres des essences à maîtriser à l'hectare (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d'arbres des essences à maîtriser (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d'avenir des essences à maîtriser à l'hectare Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres d'avenir des essences acceptables (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d'arbres d'avenir des essences acceptables (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d'avenir des essences acceptables à l'hectare

Tableau 10 Critères forestiers du diagnostic sylvicole pour les traitements de site et... (suite)

Thématique			Critère forestier
Composition, structure et santé	Étage supérieur	Perches	Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres d'avenir des essences désirées (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d'arbres d'avenir des essences désirées (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d'avenir des essences désirées à l'hectare Distribution diamétrale par essence
		Couvert supérieur	Fréquence, distribution de la densité des peuplements résiduels (tiges/ha) Fréquence, distribution, ou moyenne de la surface terrière des peuplements résiduels Fréquence, distribution ou proportion du volume par classe d'utilisation (P, O, O+; travaux de récupération possibles) Fréquence, distribution ou proportion de la surface terrière par classe d'utilisation (P, O, O+; travaux de récupération possibles)

Tableau 11 Critères forestiers du diagnostic sylvicole pour les traitements d'éducation des peuplements de moins de 7 m de hauteur

Thématique			Critère forestier
Historique des peuplements			Perturbation naturelle Peuplements précédents Traitements précédents Procédé de récolte Année et saison de récolte
Site et station	Écologique		Proportion par unité de paysage Fréquence ou distribution des types écologiques
	Topographique		Fréquence, distribution ou proportion des expositions de la pente (vent, soleil, etc.) Fréquence, distribution ou proportion des versants de la pente (haut, moyen, bas) Fréquence ou distribution des inclinaisons de la pente
	Contraintes d'interventions forestières		Fréquence, distribution, proportion des dénombrements des débris ligneux au sol (si intervention mécanisée) Solidité du terrain (<i>Classification du terrain pour la foresterie du Canada</i> ; si mécanisée) Fréquence ou distribution des inégalités du terrain (rugosité; si intervention mécanisée) Accessibilité du secteur d'intervention
Composition et structure	Concurrence et compétition		Fréquence, distribution ou proportion des groupes d'espèces indicatrices Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres d'espèces concurrentes à l'hectare (par espèce ou groupe d'espèces) Fréquence ou hauteur moyenne des espèces concurrentes (par espèce ou groupe d'espèces) Fréquence ou taux de recouvrement des espèces concurrentes (par espèce ou groupe d'espèces)
	Étage inférieur	Basse régénération naturelle ou gaules	Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres des essences à maîtriser à l'hectare (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d'arbres des essences à maîtriser (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d'avenir des essences à maîtriser à l'hectare Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres d'avenir des essences acceptables (par essence ou groupe d'essences)

Tableau 11 Critères forestiers du diagnostic sylvicole pour les traitements d'éducation... (suite)

Thématique			Critère forestier
Composition et structure	Étage inférieur	Basse régénération naturelle ou gaules	Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d'arbres d'avenir des essences acceptables (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d'avenir des essences acceptables l'hectare Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres d'avenir des essences à promouvoir (par essence ou groupe d'essences) Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d'arbres d'avenir des essences à promouvoir (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d'avenir des essences à promouvoir à l'hectare Fréquence, distribution ou moyenne du nombre d'arbres d'avenir des essences désirées (par essence ou groupe d'essences) d'avenir éclaircies à l'hectare pour les essences désirées Fréquence, distribution ou moyenne des hauteurs d'arbres d'avenir des essences désirées (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d'avenir des essences désirées à l'hectare (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d'avenir libres de croître en essences désirées à l'hectare (par essence ou groupe d'essences) Distribution ou coefficient de distribution des arbres d'avenir éclaircis naturellement en essences désirées à l'hectare (par essence ou groupe d'essences) et des arbres d'avenir éclaircis à l'hectare pour les essences désirées Fréquence, distribution, moyenne ou nombre d'arbres d'avenir éclaircis naturellement en essences désirées à l'hectare (par essence ou groupe d'essences) et des arbres d'avenir éclaircis à l'hectare pour les essences désirées Distribution diamétrale par essence (gaules seulement)
Composition, structure, santé		Couvert supérieur	Fréquence ou distribution de la densité des peuplements résiduels (tiges, ha) Fréquence, distribution ou moyenne de la surface terrière des peuplements résiduels Fréquence, distribution ou proportion du volume par classe d'utilisation (P, O, O+; travaux de récupération possibles) Fréquence, distribution ou proportion de la surface terrière par classe d'utilisation (P, O, O+; travaux de récupération possibles)
	Santé		Fréquence ou proportion d'arbres attaqués par un insecte ou une maladie à haut risque de propagation Fréquence ou distribution des taux de cime vivante (résineux) Fréquence ou distribution des taux de cime morte (feuillus)
	Qualité		Moyenne ou nombre de branches sur X mètres de longueur sur la bille de pied Moyenne ou nombre de nœuds sur X mètres de longueur sur la bille de pied Fréquence ou moyenne des diamètres des branches ou des nœuds sur X mètres de longueur sur la bille de pied Fréquence, moyenne ou proportion des coefficients d'élancement pour les arbres d'avenir d'essences désirées (par essence ou groupe d'essences) Fréquence ou longueur moyenne de la tige principale
	Croissance		Indice de qualité de station (IQS) Fréquence ou moyenne annuelle d'accroissement en hauteur sur X années Augmentation ou diminution de la croissance annuelle en hauteur sur X années Fréquence ou moyenne d'accroissement du DHP sur X années

CHAPITRE

4

Inventaire



Photo : Sébastien Méthot

4.1 Outils recommandés

Comme il a été mentionné précédemment, un inventaire débute par une planification efficace qui comprend un choix d’outils appropriés pour sa réalisation. Le MRN recommande d’utiliser le matériel et les documents de référence suivants :

Matériel

- Récepteur GPS
- Boussole
- Compas forestier (pied à coulisse)
- Compas forestier pour les gaules
- Prisme
- Ruban à mesurer
- Ruban circonférentiel
- Ruban de couleur
- Peinture
- Appareil photo numérique
- Papier hydrofuge
- Sonde de Pressler
- Clinomètre
- Émetteur radio
- GPS SPOT
- Télémètre laser
- Tablette électronique équipée, au minimum, du logiciel DendroDIF, crayon, formulaire d’inventaire (papier hydrofuge)
- Pour les pédons : pelle, sonde, trousse Hellige-Truog (mesure du pH)

Certains outils doivent être fréquemment calibrés. Si la personne qui les manipule ne le fait pas en temps opportun, cela pourrait nuire à la prise de données. Le MRN recommande donc de suivre les directives du fabricant lorsque ce genre d’outils est utilisé et de tenir un registre des calibrations.

Documents de référence

- *Classification des tiges d’essences feuillues – Normes techniques – Édition 2013* (Ministère des Ressources naturelles, 2013h)
- *Défauts et indices de la carie des arbres – Guide d’interprétation – 2^e édition* (Boulet, 2007)
- *Guide – Estimation de la productivité des débroussailliers – Dégagement de la régénération – 2^e édition* (Dubeau, LeBel et Imbeau, 2009)
- *Guide sur le drainage sylvicole* (Ministère de l’Énergie et des Ressources, 1989)
- *Le point d’observation écologique – Normes techniques* (Ministère des Ressources naturelles, 1994)

- *Qualité des plantations – Guide de l’évaluateur – Mise à jour 2006* (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2006)
- Série des guides de reconnaissance des types écologiques (produits par le MRN)

4.2 Gestion des déplacements

Dans l’équation des coûts reliés à l’inventaire, le déplacement pour se rendre au secteur à inventorier et aux unités d’échantillonnage est une variable importante qui doit être bien évaluée, car s’ils sont mal gérés, les coûts des déplacements peuvent facilement exploser.

La planification des déplacements implique l’intégration de différents besoins et une réflexion sur le jumelage de données à recueillir et sur le secteur d’intervention potentiel. La décision d’éliminer de la collecte une ou plusieurs caractéristiques forestières lors de l’inventaire dans le but de sauver temps et argent n’est pas nécessairement avantageuse. Il s’agit de bien cibler l’information utile à la récolte, ce qui permettra d’éviter d’avoir à retourner chercher une information manquante dans le secteur inventorié.

4.3 Convention de mesure et choix des unités de mesure

La convention de mesure résulte du choix des unités de mesure et du groupement des données en classes et doit être approuvée par le MRN. Le *Manuel de foresterie* publié par l’Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (2009) donne plus de détails à ce sujet.

Les unités de mesure sont choisies en tenant compte de la nature de la caractéristique forestière, de l’utilisation potentielle de la donnée, des outils de mesure utilisés et des coûts de la collecte. Pour des variables continues, le choix des unités de mesure dépend de l’utilisation prévue de la donnée et des techniques disponibles pour prendre la mesure. Il est important de noter que le logiciel DendroDIF propose des unités de mesure et des domaines de valeurs pour la plupart des caractéristiques forestières présentées dans ce chapitre. L’utilisation de ce logiciel permet d’uniformiser la saisie et de valider les caractéristiques forestières choisies lors des travaux d’inventaire.

Le groupement des données en classes présente quelques avantages, dont celui de simplifier grandement la prise de mesures et de diminuer le coût du relevé. Les coûts associés à la prise de mesures sont de première importance dans le processus de décision. L’utilisation d’une technique moins coûteuse est souvent à privilégier pourvu que la qualité de la mesure respecte l’utilisation prévue de la donnée. La définition de classe permet généralement de réduire les coûts associés à la prise de mesures. Par contre, une mauvaise définition des classes peut limiter l’utilisation des données. À titre d’exemple, le regroupement des mesures de diamètre en classes de centimètres pairs permet de simplifier le sondage, d’utiliser un pied à coulisse et procure des données adéquates pour les compilations usuelles des surfaces terrières et des volumes des unités de sondage. Par contre, l’utilisation de ces classes devient discutable pour effectuer des analyses d’accroissement.

4.4 Prise de données des différentes caractéristiques forestières

Ce chapitre énumère et décrit les caractéristiques forestières qu’il est possible de mesurer sur le terrain lors d’un inventaire. De plus, il présente les liens existant entre les critères forestiers,

nécessaires pour la réalisation d’un diagnostic ou d’un suivi, et les caractéristiques forestières requises.

Les caractéristiques forestières sont regroupées en quatre catégories :

- l’historique des peuplements;
- les caractéristiques du site et de la station;
- les caractéristiques de la basse régénération et des gaules;
- les caractéristiques des arbres dont le DHP est supérieur à 90 mm.

L’annexe C présente, pour chacune de ces catégories, les caractéristiques forestières dont la méthode de mesure n’a pas encore été mise au point et celles qu’on ne peut intégrer aux outils de saisi et de compilation (DendroDIF et DICA).

4.4.1 Historique des peuplements

4.4.1.1 Origine du peuplement

Deux événements peuvent avoir contribué à éliminer plus de 75 % de la surface terrière d’un peuplement : une perturbation naturelle ou humaine. Dans le premier cas, on parle d’origine naturelle, dans le second, le terme « intervention » remplace le terme « origine ». Généralement, les perturbations et l’année où elles ont sévi sont déterminées lors de l’analyse cartographique ou à l’aide des rapports d’activité antérieurs. Sur le terrain, il est possible de confirmer ou d’infirmer cette information en observant certaines caractéristiques, comme la présence de souches ou d’indices de coupes ou de feu passés. Avec l’analyse cartographique ou les rapports d’activité, il est possible de trouver les informations suivantes :

- la date du dernier traitement;
- le procédé de récolte;
- les années et la saison des récoltes.

Sur le terrain, il est possible de recueillir de l’information plus générale sur une perturbation d’origine naturelle ou sur une intervention récente ou trop petite pour être cartographiée.

4.4.1.2 Perturbation moyenne ou intervention partielle

La perturbation moyenne réfère à un phénomène naturel ayant éliminé de 25 à 75 % de la surface terrière du peuplement. L’intervention partielle, qui résulte toujours de l’activité humaine, désigne l’une ou l’autre des opérations suivantes :

- une récolte qui a éliminé entre 25 et 75 % de la surface terrière du peuplement;
- un traitement sylvicole qui vise à modifier la structure du peuplement, comme l’éclaircie précommerciale (EPC).

Généralement, les perturbations et l’année où elles ont eu lieu sont déterminées lors de l’analyse cartographique ou à l’aide des rapports d’activité antérieurs. Sur le terrain, il est possible de confirmer ou d’infirmer cette information en observant certaines caractéristiques comme la présence de souches, des indices de coupes passées ou des indices de feu passé.

Tout comme l'origine du peuplement, l'analyse cartographique ou les rapports d'activité peuvent permettre d'obtenir les informations suivantes :

- le dernier traitement;
- le procédé de récolte;
- les années et la saison des récoltes.

Sur le terrain, il est également possible de recueillir de l'information plus générale sur une perturbation moyenne ou une intervention partielle récente ou trop petite pour être cartographiée.

4.4.2 Caractéristiques du site et de la station

Bien circonscrire visuellement le site (station) sur le terrain est une tâche fondamentale : la cohérence des observations en dépend. Un site représentatif (station) est une référence pour la détermination du peuplement observé, de la classification écologique, des caractéristiques topographiques et du sol. Le forestier doit reconnaître la cohérence qui lie ces éléments en une entité écologique homogène.

Dans le milieu forestier, les diverses combinaisons des facteurs physiques du milieu vont créer des différences entre les sites qui vont influencer, favorablement ou non, l'installation et la croissance des essences forestières. Le sylviculteur doit évidemment connaître les caractéristiques des divers sites pour prendre des décisions éclairées. Plusieurs données utiles à cette fin sont recueillies dans le contexte de l'inventaire forestier et observées sur le site (la station).

Sur le terrain, le site (station) est une superficie d'environ 25 m de rayon, centrée sur l'unité d'échantillonnage, qui présente des caractéristiques physiques (dépôt, drainage, pente, exposition, etc.) et un couvert arborescent semblables.

Dans le cas où l'**unité d'échantillonnage** est située en bordure de sites ou à cheval sur des sites aux caractéristiques différentes, on ne considère que le site (station) couvrant la plus grande proportion de l'unité d'échantillonnage (figure 16).

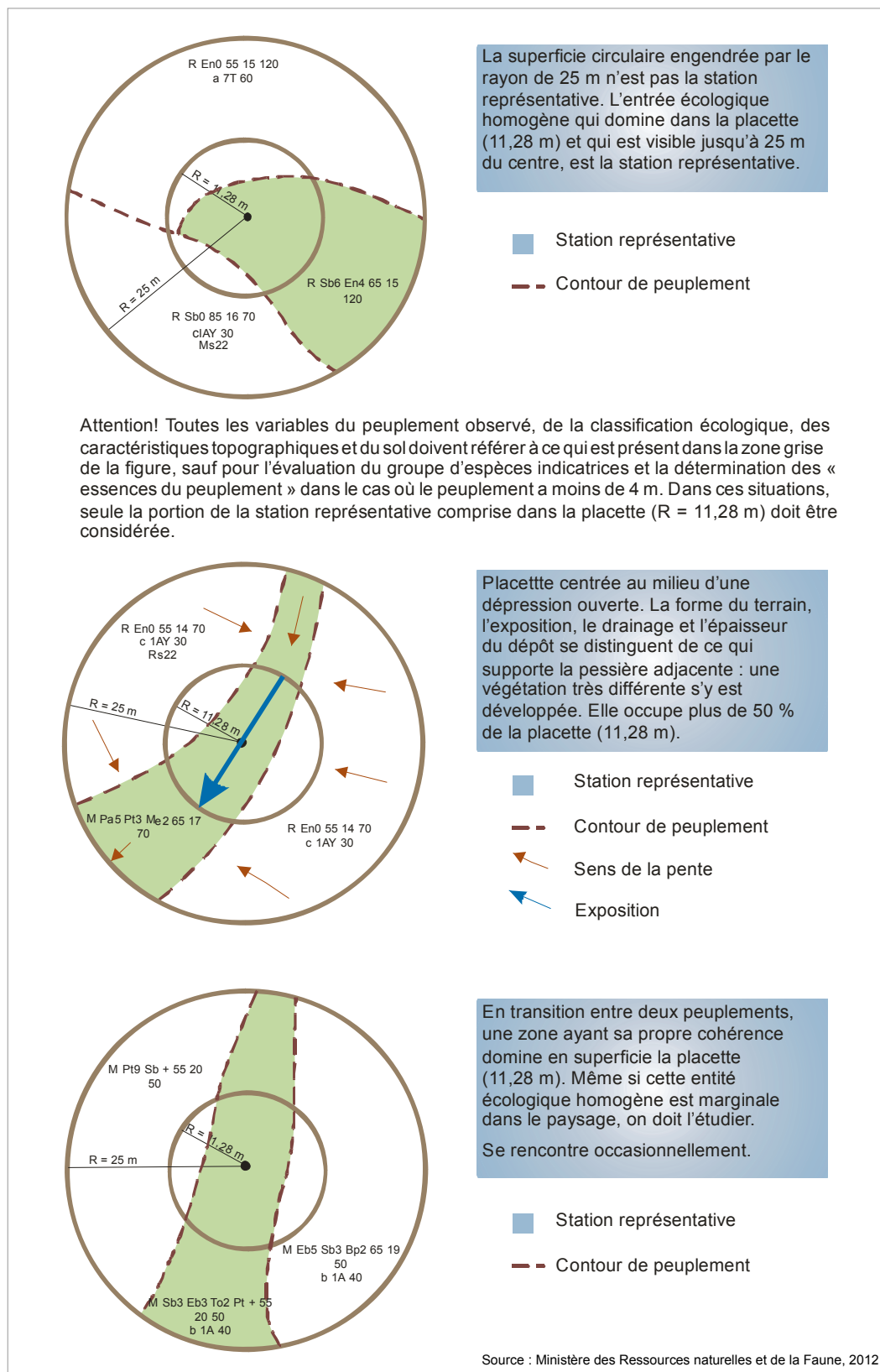


Figure 16 Exemples de sites (stations)

4.4.2.1 Type écologique

Le type écologique est une unité de classification qui exprime à la fois les caractéristiques physiques du milieu et les caractéristiques dynamiques et structurales de la végétation. Il correspond à la combinaison permanente de la végétation potentielle et des caractéristiques physiques d'un site (25 m de rayon). Partout au Québec, les données relatives sont toujours recueillies sur le site, même si on fait état, dans certains guides de terrain, d'une unité d'échantillonnage constituée d'une placette circulaire de 11,28 m.

Pour déterminer le type écologique, on doit connaître la position topographique du site, la nature et l'épaisseur du dépôt de surface, la texture synthèse (fine, moyenne ou grossière) de l'horizon B¹, la pierrosité du sol, la classe de drainage et la végétation potentielle.

On évalue la texture synthèse dans le premier horizon B de 10 cm et plus d'épaisseur. S'il n'y a pas d'horizon B de plus de 10 cm d'épaisseur, il faudra faire le prélèvement à 30 cm, à partir du début de l'horizon minéral si l'épaisseur du dépôt meuble le permet. Dans le cas contraire, il faudra le faire au milieu du profil du dépôt. En présence d'un drainage hydrique (50, 60, etc.), la détermination de la texture synthèse n'est pas requise.

Ainsi, il faut saisir le code que l'on trouve à la fin d'un des cheminements de la « Clé d'identification des végétations potentielles », suivi du code de la « Clé pour la détermination du premier caractère du code du milieu physique » et parfois du code de la « Clé pour la détermination du second caractère du code du milieu physique » du guide de reconnaissance des types écologiques de la région où l'on se trouve.

Lorsque l'on détermine le type écologique, il faut tenir compte des vétérans et des souches.

Exemple :

- Le cheminement de la « Clé d'identification des végétations potentielles » nous amène à MS2.
- Le cheminement de la « Clé pour la détermination du premier caractère du code du milieu physique » nous amène à 2.
- Le cheminement de la « Clé pour la détermination du second caractère du code du milieu physique » nous amène à M.
- Le type écologique évalué est « MS22M ».

4.4.2.2 Végétation potentielle

La végétation potentielle correspond au premier membre de la codification du type écologique. Elle est déterminée selon la région écologique où se situe la placette. Elle est évaluée en fonction du type forestier, du couvert arborescent et du groupe d'espèces indicatrices.

Type forestier

Le type forestier est une unité de classification qui décrit la végétation qui pousse actuellement en un lieu donné. On l'exprime par la composition des **espèces arborescentes** (évaluées dans

1. Communément appelé « horizon B diagnostique ».

la station quand les arbres de plus de 4 m de hauteur forment plus de 25 % du couvert, et dans la placette-échantillon, si tel n’est pas le cas) et des **espèces indicatrices** qui croissent dans les sous-bois. Ces dernières sont le reflet des conditions locales, du régime nutritif ou du statut dynamique du type forestier. Les types forestiers permettent de déterminer différents états de la végétation de chacun des types écologiques.

Le **code du type forestier** comporte trois parties distinctes : la première correspond à la physionomie du couvert¹ (non observé), la seconde, au couvert arborescent² (couv. arb.) et la troisième, au groupe d’espèces indicatrices³. Dans les unités d’échantillonnage, on ne doit pas tenir compte de la physionomie du couvert dans la prise de données.

Couvert arborescent

L’évaluation du **couvert arborescent** se fait en tenant compte des vétérans et des plantations. On indique le nombre et le ou les types de codes que l’on trouve à la fin de l’un des cheminements de la clé d’identification de la physionomie et de la composition du couvert arborescent du guide de reconnaissance des types écologiques de la région écologique où l’on se trouve. Un maximum de trois essences peut être noté.

Par exemple, le cheminement de la « Clé d’identification de la physionomie et de la composition du couvert arborescent » nous amène à **1F, 1F, 1R**.

Il faut alors choisir deux codes d’essence feuillue et un code d’essence résineuse :

Exemple :

Couv. arb. 1	ERS
Couv. arb. 2	BOJ
Couv. arb. 3	SAB

4.4.2.3 Groupe d’espèces indicatrices (GEI)

Le groupe d’espèces indicatrices est une unité de classification écologique qui sert à décrire le sous-bois. Elle est formée d’un ensemble d’espèces végétales qui partagent les mêmes affinités écologiques et qui nous renseignent ainsi sur la qualité d’un site donné ou sur les perturbations qu’il a subies de même que sur l’évolution éventuelle de la végétation.

Il faut indiquer le ou les codes que l’on trouve à la fin d’un des cheminements de la clé d’identification des groupes d’espèces indicatrices du guide de reconnaissance des types écologiques de la région écologique où l’on se trouve. Les données relatives au groupe d’espèces indicatrices sont évaluées seulement dans la placette-échantillon, **en tenant compte des vétérans** (ex. : PRP, ERE, SAL et AUR dans des jeunes peuplements). Un maximum de trois codes d’espèces peut être noté.

1. Physionomie du couvert : aspect et structure de la végétation arborescente qui couvre un site donné.

2. Couvert arborescent : partie de la végétation constituée d’arbres qui ont 4 m et plus de hauteur.

3. Groupe d’espèces indicatrices : unité de classification écologique qui sert à décrire le sous-bois. Elle est formée d’un ensemble d’espèces végétales qui partagent les mêmes affinités écologiques et qui nous renseignent ainsi sur la qualité d’un site donné ou sur les perturbations qu’il a subies de même que sur l’évolution éventuelle de la végétation.

Exemple : le cheminement de la « Clé d’identification des groupes d’espèces indicatrices » nous amène à « **ERE VIL** ».

Il faut alors retenir les deux codes d’espèce suivants dans l’évaluation du groupe d’espèces indicatrices :

GEI 1	ERE
GEI 2	VIL
GEI 3	----

Dans certains cas, pour les espèces indicatrices, les guides de terrain nous amènent à indiquer le code « X01 » et à compléter avec un ou deux groupes en caractères gras qui reflètent le mieux la végétation des sous-bois. Selon les guides, ces groupes peuvent se trouver en haut, au milieu ou en bas de page, mais ils peuvent tous servir à compléter le type forestier, peu importe leur emplacement, à condition de les retrouver dans une des cases en bas de page.

Attention! Lorsque l’on détermine le type forestier dans l’unité d’échantillonnage, soit pour la composition des espèces arborescentes (couv. arb.) de moins de 4 m ou pour le groupe d’espèces indicatrices, il faut les évaluer en ne tenant compte que du site à considérer à l’intérieur de l’unité d’échantillonnage (figure 16).

4.4.2.4 Situation topographique (*situation sur la pente*)

La position d’un peuplement sur une pente situe l’unité d’échantillonnage dans l’ensemble topographique traversé par la virée. La figure 17 illustre neuf situations qui peuvent être observées sur une pente.

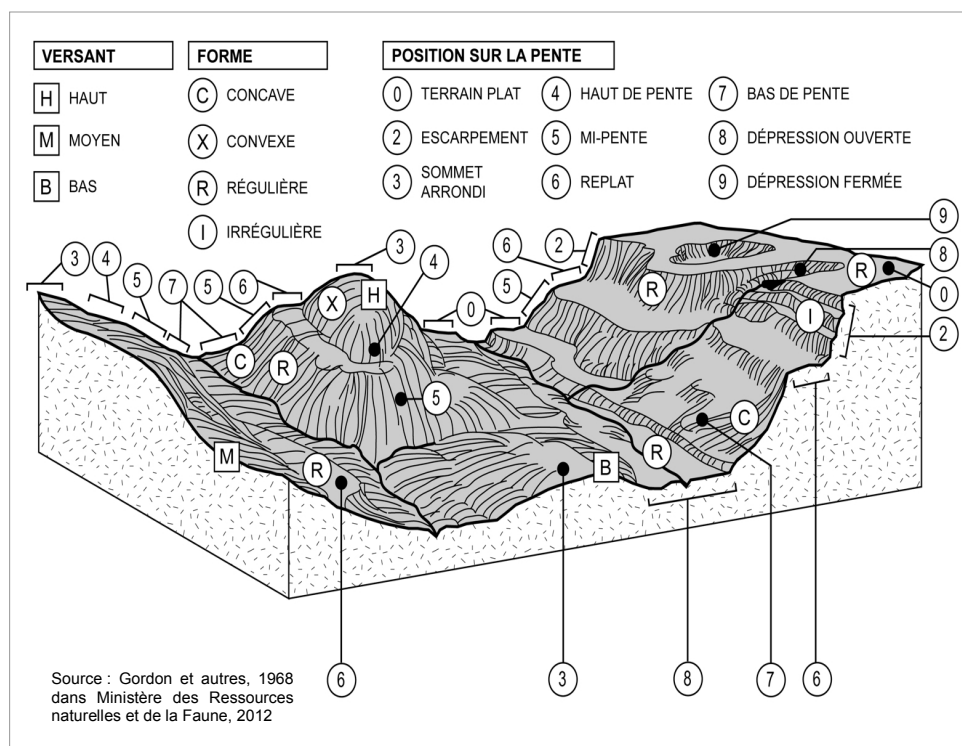


Figure 17 Situation topographique de la placette-échantillon

Lors de l'évaluation de la situation topographique, il est suggéré d'utiliser les codes présentés dans le tableau 12.

Tableau 12 Codes de situation sur la pente

Code ^a	Situation sur la pente
0	Terrain plat (de 0 à 3 % de pente)
2	Escarpement
3	Sommet arrondi
4	Haut de pente
5	Mi-pente
6	Replat
7	Bas de pente
8	Dépression ouverte
9	Dépression fermée

a. Le code 1, correspondant au terrain ondulé, n'est pas utilisé dans le contexte des unités d'échantillonnage.

4.4.2.5 Exposition de la pente

L'exposition de la station représentative correspond à l'orientation magnétique (de 001 à 360°) de la pente dont l'écoulement de l'eau exerce la plus grande influence sur la placette.

Lorsque l'exposition est totale (terrain dont la pente varie de 0 à 3 % et sommets), le code 400 est fréquemment utilisé. Si l'exposition est nulle (fond d'une dépression étroite et encaissée), le code 500 devrait être utilisé.

L'exposition du peuplement sera utile lors de la décision sur le type de traitement à appliquer, car certains traitements, comme les coupes partielles, nécessitent une attention particulière selon l'exposition du peuplement au vent.

4.4.2.6 Pente

La classe de pente exprime l'inclinaison moyenne du terrain occupé par un peuplement. Sur le terrain, on la mesure à l'aide d'un clinomètre et on l'exprime en pourcentage. Sur une carte, on la mesure à l'aide d'un modèle numérique de terrain et on l'exprime en classe de pente. Le tableau 13 détaille l'information sur les classes de pente (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2011a). La figure 18 présente les différentes méthodes d'évaluation de la pente d'un terrain en fonction de sa forme.

Tableau 13 Codes des classes de pente

Désignation	Inclinaison (%)	Classe
Nulle	de 0 à 3 %	A
Faible	de 4 à 8 %	B
Douce	de 9 à 15 %	C
Modérée	de 16 à 30 %	D
Forte	de 31 à 40 %	E
Abrupte	41 % et plus	F
Sommet	Superficies entourées de pentes de 41 % et plus	S

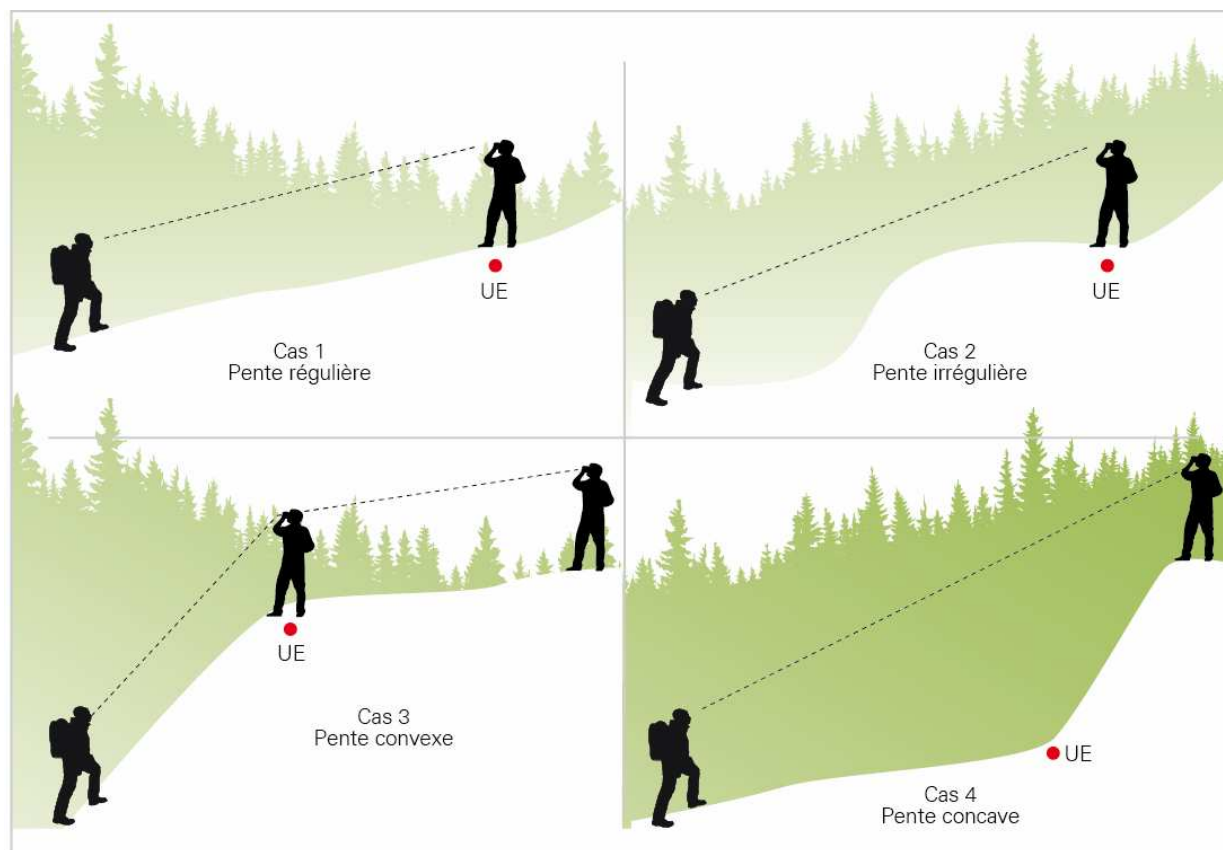


Figure 18 Méthodes d'évaluation de la pente d'un terrain

4.4.2.7 Densité du peuplement

La classe de densité (exprimée en classe de pourcentage) est déterminée par la projection au sol de la couverture des cimes (tableau 14). Les arbres de toutes les essences sont considérés dans l'évaluation du pourcentage de couvert, suivant la classe de hauteur du peuplement et de sa structure (tableau 15). La densité du peuplement est généralement déterminée par photo-interprétation, elle peut aussi être validée lors des inventaires sur le terrain, si nécessaire. Lorsqu'il est sur le terrain, le forestier n'a pas à évaluer les classes de densité dans les peuplements dont la classe de hauteur est supérieure à 2 m.

Tableau 14 Code des classes de densité

Code	Classe de densité
A	De 80 à 100 % du couvert
B	De 60 à 79 % du couvert
C	De 40 à 59 % du couvert
D	De 25 à 39 % du couvert

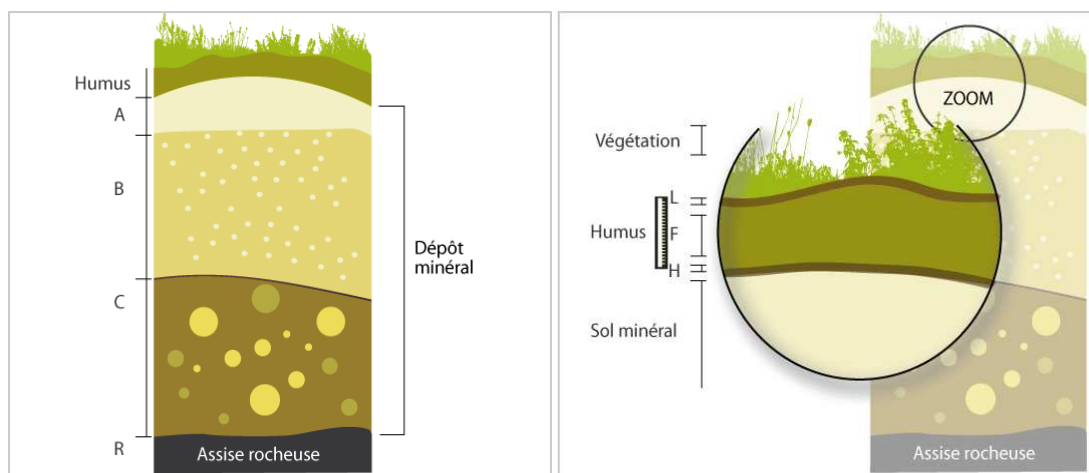
Tableau 15 Arbres pris en compte lors de l’évaluation de la densité du couvert

Structure du peuplement	Hauteur du peuplement	Arbres à considérer dans les unités d’échantillonnage de l’inventaire écoforestier
Régulière (peupl. équiennne)	7 m ou plus De 2 à < 7 m < 2 m	Dominants et codominants 2 m ou plus de hauteur (vétérans exclus) Sans objet ^a
Régulière (peupl. inéquienne)	7 m ou plus	7 m ou plus de hauteur
Irrégulière	7 m ou plus	Dans l’amplitude de la hauteur des arbres
Étagée	Toutes	Arbres de la strate qui occupe le plus fort pourcentage de la surface terrière

a. Dans les peuplements de moins de 3 m de hauteur ayant fait l’objet de photo-interprétations, la classe de densité n’est pas évaluée. De même, dans les peuplements inventoriés de classes de hauteur 0 et 1, la classe de densité n’est pas évaluée.

4.4.2.8 Type de dépôt de surface

Le dépôt est la couche de matériau meuble qui recouvre le roc. Il est habituellement composé d’une couche organique superficielle (un humus ou une tourbe) et d’une couche minérale sous-jacente (figure 19). La couche minérale est constituée de particules et de fragments minéraux meubles, dont la taille va de celle de l’argile (< 0,002 mm) à celle de blocs (> 60 cm). Le dépôt peut avoir été mis en place lors du retrait du glacier à la fin de la dernière glaciation ou par d’autres processus associés à l’érosion et à la sédimentation. La nature du dépôt meuble est évaluée à partir de la forme du terrain, de sa position sur la pente, de la texture du sol ou d’autres indices. Les codes désignant les principaux dépôts de surface sont présentés dans le tableau 38 du document intitulé *Norme de stratification écoforestière – Quatrième inventaire écoforestier* (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2011a).

**Figure 19** Profil d’un dépôt de surface

La description des divers types de dépôts de surface ainsi que tous les renseignements requis pour la codification selon leur nature, leur genèse et leur morphologie se trouvent à l’annexe D de ce document. La figure 20 présente une clé simplifiée permettant de déterminer la nature du dépôt.

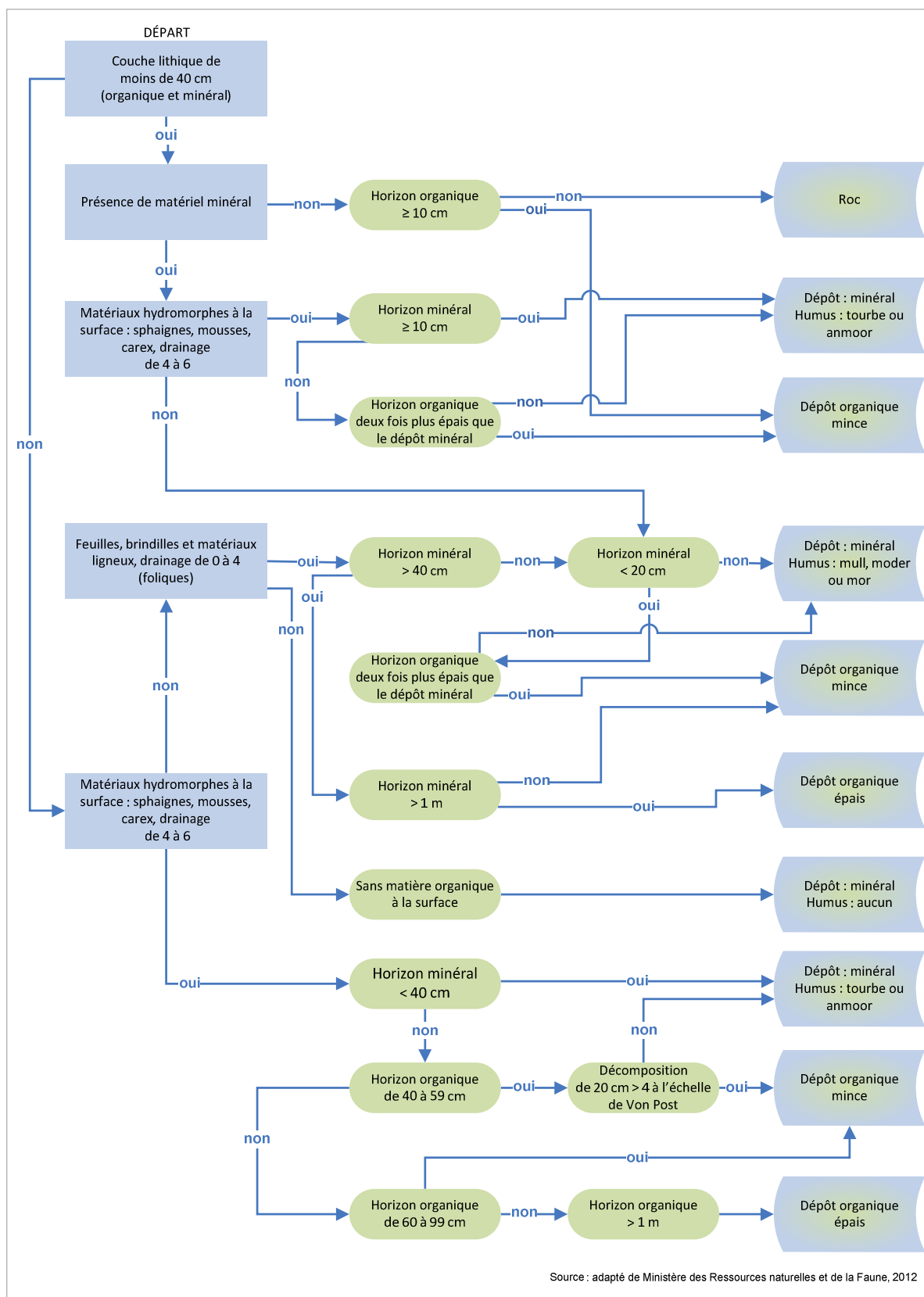


Figure 20 Clé simplifiée de détermination de la nature du dépôt

Il faut toujours indiquer l'épaisseur la plus représentative du dépôt à l'intérieur de **l'unité d'échantillonnage**, en ne tenant compte que de la station à considérer.

Mesurer l'épaisseur du dépôt en creusant le sol avec une sonde pédologique, et ce, jusqu'à une profondeur d'au moins 1 m, sinon jusqu'au roc. Si l'épaisseur est inférieure à 1 m, le code est précédé ou suivi d'un des codes qui figurent dans le tableau 16 et la figure 21. Si on ne peut mesurer l'épaisseur du dépôt directement (ex. : fort pourcentage de pierrosité), l'estimer à partir de critères morphologiques, de la position topographique et d'indices visuels tels que la présence d'affleurements ou d'escarpements près de la placette.

Si le **sol** est **organique** et mesure moins de 10 cm d'épaisseur (à partir du roc), il correspond au code R.

Tableau 16 Épaisseur des dépôts

Code	Description de la classe
X ^a	Dépôt épais : épaisseur modale supérieure à 1 m. Les affleurements rocheux sont nuls ou très rares.
xY	Dépôt d'épaisseur moyenne : épaisseur modale de 50 cm à 1 m. Les affleurements rocheux sont très rares ou rares.
xM	Dépôt mince : épaisseur modale de 25 à 50 cm. Les affleurements rocheux sont rares ou peu abondants.
Mx	Dépôt très mince : épaisseur modale inférieure à 25 cm. Les affleurements rocheux sont peu abondants.
Rx	Dépôt de mince à très mince : épaisseur modale inférieure à 50 cm. Les affleurements rocheux sont abondants.
R	Dépôt très mince ou absent : les affleurements rocheux, qui sont très abondants, représentent plus de 50 % de la surface.

a. « x » = type de dépôt

Épaisseur de l'humus

Le terme « humus » désigne les résidus végétaux et animaux, plus ou moins décomposés, à la surface du sol minéral. Lorsque cette matière organique a une épaisseur et un taux de décomposition donnés, elle est considérée comme du sol organique (**SO**) et non plus comme de l'humus. Ce dernier est généralement formé d'horizons successifs, génétiquement liés les uns aux autres (voir les définitions des horizons organiques présentées à l'annexe D), dont la composition et la séquence dépendent de l'activité animale et microbienne. Ce sont deux caractéristiques forestières importantes de l'humus.

On distingue deux grandes classes d'humus : les humus des milieux plus ou moins secs (mull, moder ou mor), qui caractérisent les sites où le drainage va d'excessif à imparfait, et les humus hydromorphes (anmor, tourbe, mor tourbeux), qui se forment sur les sites mal ou très mal drainés.

On détermine la profondeur de l'humus (en centimètres) depuis la surface jusqu'au sol minéral ou au roc. Lorsque l'on est en présence d'un humus de type mull, on mesure l'horizon Ah avec la matière organique. L'épaisseur de l'humus se mesure généralement en centimètres. Si

l'épaisseur est supérieure à 1 m, il est suggéré d'inscrire « 99 » (voir les définitions et les schémas à l'annexe D).

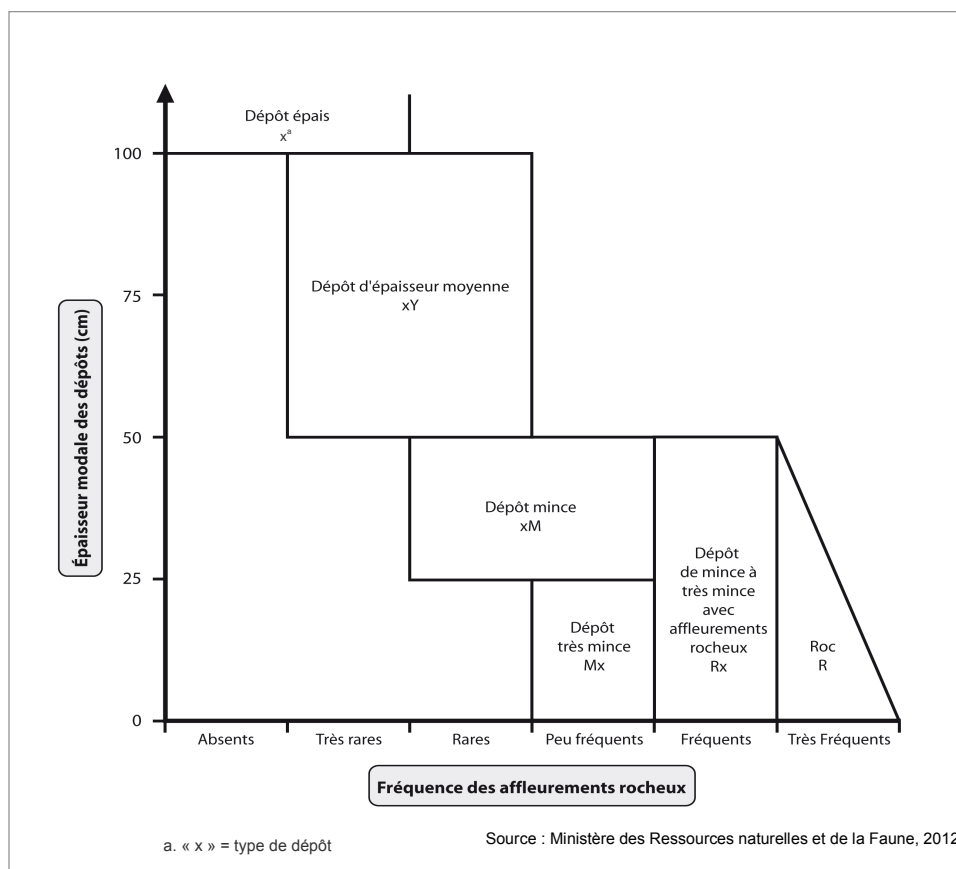


Figure 21 Épaisseur des dépôts

4.4.2.9 Texture du sol

La texture de matériau meuble permet d'établir le type de dépôt et influence la qualité de la station et le drainage. La texture d'un sol est déterminée par la taille des particules de sable, de limon et d'argile qu'il renferme ainsi que par leur importance relative.

La texture synthèse correspond à une classification obtenue en regroupant les différentes classes texturales. Celles-ci sont partagées en fonction des critères suivants : fine (F), moyenne (M), grossière (G) ou organique (O) (tableau 17), conformément à la clé simplifiée du guide de reconnaissance des types écologiques de la région écologique où l'on se trouve. Si cela est nécessaire, le sylviculteur pourra exiger l'utilisation de la classification à 24 classes (tableau 17; figure 22). La saisie de la texture se fait selon les codes du tableau 17.

Évaluer la texture dans le premier horizon B, qui a au moins 10 cm d'épaisseur et dans lequel on peut observer des changements de structure ou de couleur. Ces changements sont causés par l'hydrolyse, la réduction et l'oxydation ou encore par l'enrichissement en matière organique, en sesquioxydes ou en argile et dans l'horizon C (roche mère), c'est-à-dire dans l'horizon

minéral qui n'est affecté par aucun processus pédogénétique, si ce n'est la gleyification, et qui est généralement peu coloré.

Tableau 17 Classes de texture du sol et leurs codes

Classe de texture	Code	Texture synthèse
Sable très grossier	STG	G
Sable grossier	SG	G
Sable moyen	SM	G
Sable fin	SF	G
Sable très fin	STF	G
Sable très grossier, loameux	STGL	G
Sable grossier, loameux	SGL	G
Sable moyen, loameux	SML	G
Sable fin, loameux	SFL	G
Sable très fin, loameux	STFL	M
Loam sableux, très grossier	LSTG	M
Loam sableux, grossier	LSG	M
Loam sableux, moyen	LSM	M
Loam sableux, fin	LSF	M
Loam sableux, très fin	LSTF	M
Loam sablo-argileux	LSA	F
Loam	L	M
Loam limoneux	LLI	M
Limon	LI	M
Loam argileux	LA	F
Loam limono-argileux	LLIA	F
Argile sableuse	AS	F
Argile limoneuse	ALI	F
Argile	A	F
Organique	O	O

Évaluer, au besoin, la texture dans l'horizon C, c'est-à-dire dans l'horizon minéral qui n'est affecté par aucun processus pédogénétique, si ce n'est la gleyification, et qui est généralement peu coloré.

Toujours évaluer la texture au besoin, au centre du profil de l'horizon B et dans le profil de l'horizon C.

S'il n'y a qu'un horizon A, évaluer la texture au centre du profil de ce dernier, la noter dans le champ réservé à l'horizon C et inscrire « Ha » dans celui prévu pour l'horizon B.

Si l’échantillon présente les caractéristiques du sable, du sable loameux ou du loam sableux, évaluer la taille des particules de sable selon la classification proposée par la Commission canadienne de pédologie (annexe E).

Les sols organiques ne requièrent aucune texture.

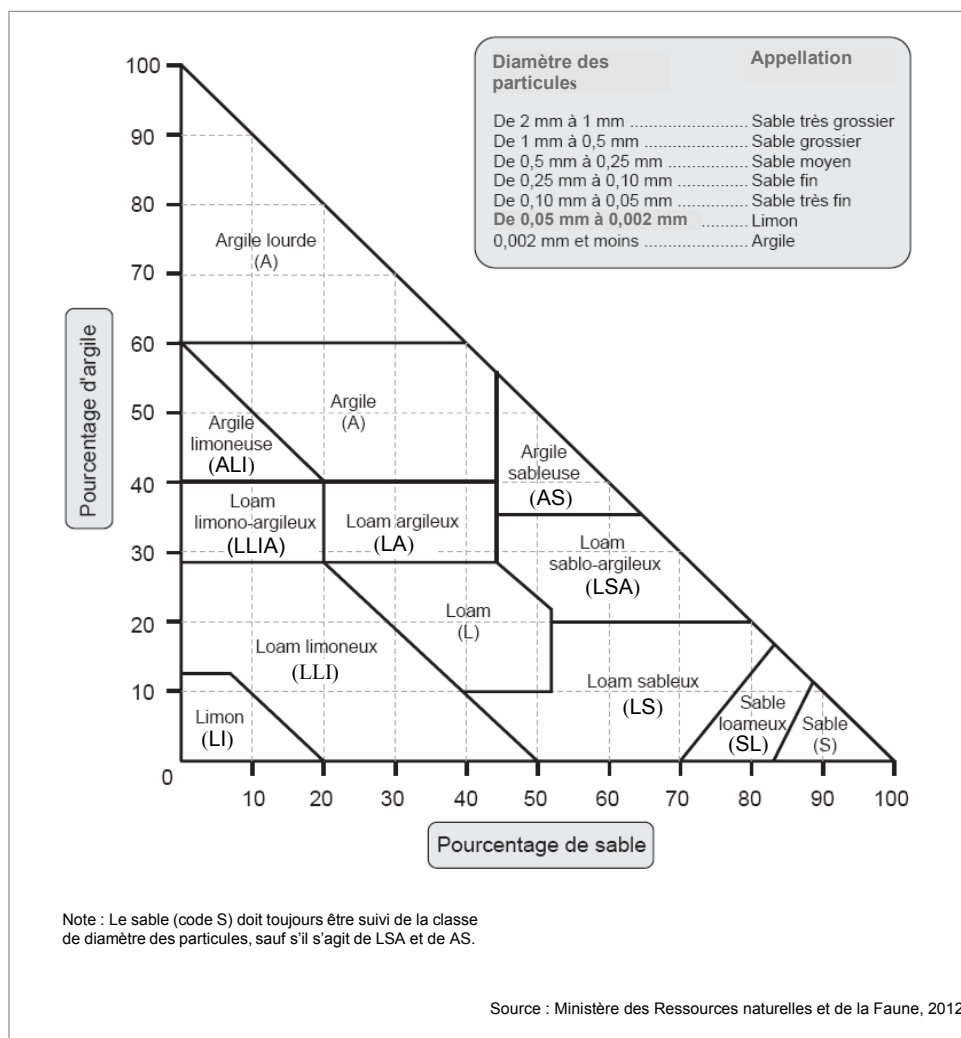


Figure 22 Abaque des classes de texture du sol

4.4.2.10 Drainage

Le drainage est conditionné par la position topographique (inclinaison de la pente, forme du terrain et position sur le versant), la perméabilité du sol (texture, pierrosité, etc.) et de l’assise rocheuse (géologie, structure, etc.), l’épaisseur du dépôt de surface, l’abondance et la régularité des apports d’eau (pluviométrie et écoulement), ainsi que par les niveaux atteints par la nappe phréatique. Analyser tous ces facteurs pour déterminer la classe de drainage.

Deux processus physico-chimiques, la gleyification et la marmorisation, permettent d’évaluer les niveaux atteints par la nappe phréatique lors de ses oscillations de même que la période durant laquelle le sol est saturé d’eau. La gleyification résulte de la réduction du fer dans le sol en l’absence d’oxygène. Ce phénomène, surtout attribuable à la saturation, se traduit dans la matrice par des couleurs plus pâles, qui vont du gris au gris bleuté. Pour sa part, la marmorisation provient de l’oxydation du fer et de sa précipitation localisée, qui provoque l’apparition de mouchetures de couleur rouille. Elle se produit dans la zone d’oscillation de la nappe phréatique.

La classe de drainage n’est donc pas déterminée seulement par la présence ou l’absence de mouchetures, mais aussi par l’ensemble des caractéristiques morphologiques et topographiques du site.

Évaluer le drainage d’un site, c’est en dresser le bilan hydrique. Pour ce faire, estimer l’eau disponible pour les plantes tout au long de l’année ainsi que la vitesse d’évacuation des surplus ou encore la durée et la fréquence des périodes pendant lesquelles le sol est saturé.

Il faut toujours indiquer le drainage représentatif de l’ensemble de **l’unité d’échantillonnage**, en ne tenant compte que de la station à considérer. Sur certains sites très particuliers, où l’on observe un éventail de classes de drainage allant de « très rapide » à « très mauvais », utiliser le code « 16 », qui indique un drainage dit complexe. Ce type de drainage est associé à des sites dont la microtopographie est très irrégulière, c’est-à-dire qu’on y trouve des creux où l’eau s’accumule et des bosses où le drainage est excessif. Il est assez commun sur les sites d’éboulis, sur les sites organiques entrecoupés d’affleurements rocheux, dans les champs de blocs et sur les sommets rocheux ondulés.

Lorsque l’on fait une coupe témoin du sol, en comparant la couleur des mouchetures avec celle de la matrice, on est en mesure d’en dresser le bilan hydrique. Ce n’est toutefois pas le seul facteur à considérer, car selon la nature des matériaux qu’il renferme et leur répartition, la partie du sol qui a été modifiée par la pédogenèse (horizons A et B) peut aussi présenter des mouchetures ou des marbrures permanentes. De plus, des mouchetures d’oxydation peuvent aussi se former au contact du roc.

On distingue sept classes de drainage, qui vont d’excessif à très mauvais (codes de 0 à 6; tableau 18), auxquelles correspondent des critères relatifs à la circulation de l’eau ainsi qu’aux caractéristiques du dépôt et du sol. On a élaboré une clé qui permet de déterminer la classe de drainage assez facilement (figure 23). Si cela s’avère nécessaire, le sylviculteur pourra exiger l’utilisation de la classification à sept classes (tableau 18).

Tableau 18 Classes de drainage et classes synthèses de drainage

Code	Nom	Classe	Nom
0	Drainage excessif	X	Xérique
1	Drainage rapide	M	Mésique
2	Drainage bon	S	Subhydrique
3	Drainage modéré	H	Hydrique
4	Drainage imparfait		
5	Mauvais drainage		
6	Drainage très mauvais		

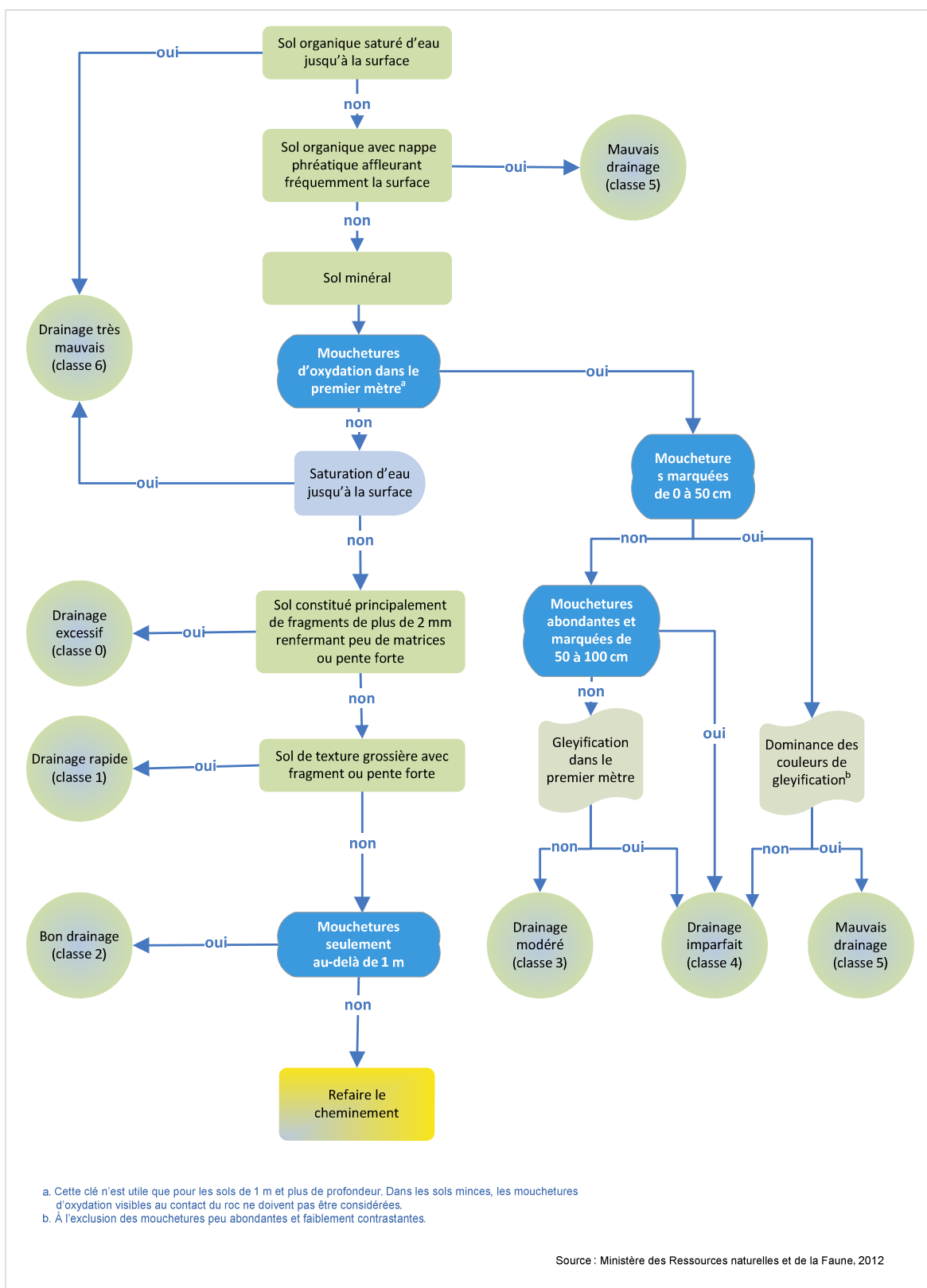


Figure 23 Clé simplifiée de détermination du drainage

Le code de drainage est habituellement accompagné d’un deuxième chiffre qui varie de 0 à 4. Ce chiffre donne une indication sur une modification du drainage (tableau 19). À titre d’exemple, un drainage « 31 » indique la présence d’un drainage latéral sur un site modérément drainé.

Tableau 19 Codification des modifications du drainage

Code	Modificateur du drainage
0	Aucun modificateur
1	Drainage latéral
2	Horizon gelé
3	Amélioration d’origine anthropique
4	Ralentissement d’origine anthropique

Le « drainage synthèse » est une classification obtenue en regroupant les différentes classes de drainage. Celles-ci sont ensuite partagées en quatre classes, soit xérique (X), mésique (M), subhydrique (S) et hydrique (H) (tableau 18), selon la clé simplifiée du guide de reconnaissance des types écologiques de la région écologique où l’on se trouve.

4.4.2.11 Pierrosité

La pierrosité du sol correspond au pourcentage de son volume qui est constitué de particules de plus de 2 mm de diamètre. Pour déterminer la pierrosité, il faut sonder à plus d’un endroit la placette-échantillon, en s’assurant que les mesures obtenues reflètent vraiment la situation de la station.

La pierrosité est exprimée en pourcentage, tout en précisant la dimension des particules rocheuses au moyen des codes présentés dans le tableau 20.

Tableau 20 Classes de dimension des particules rocheuses

Description	Dimension	Code
Graviers	De 2 à 75 mm	G
Cailloux	De 75 à 250 mm	C
Pierres	De 250 à 600 mm	P
Blocs	600 mm et plus	B

On indique d’abord les codes de dimension des particules rocheuses selon un ordre d’importance décroissant, puis le volume qu’elles occupent en pourcentage dans le matériau meuble.

Par exemple, si le matériau meuble renferme 60 % de particules de plus de 2 mm comprenant surtout des pierres et des blocs ainsi que du gravier et quelques cailloux, on notera « PBGC 60 ».

4.4.2.12 Inégalité du terrain

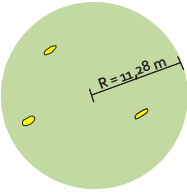
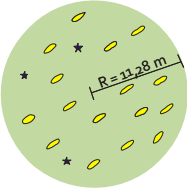
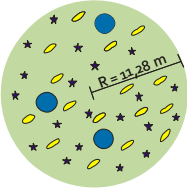
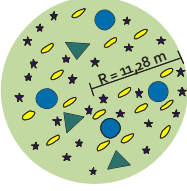
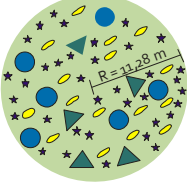
L’inégalité du terrain correspond au microrelief de la surface. Indépendante de la pente et de la forme générale du terrain, elle est déterminée par la hauteur ou la profondeur, la taille, l’abondance et l’espacement des obstacles permanents susceptibles d’influencer la vitesse de déplacement, la stabilité et le trajet de la machinerie forestière : pierres, blocs, affleurements, bosses et dépressions.

On évalue visuellement l’inégalité du terrain de l’ensemble de l’unité d’échantillonnage en relevant la présence d’obstacles topographiques et de l’amplitude du relief pouvant nuire aux interventions forestières. **Ne pas tenir compte des souches, des troncs au sol et des monticules de sphaignes.**

Les cinq classes d’inégalité du terrain (tableau 21) sont décrites à la figure 24, où l’on trouve certaines indications permettant d’évaluer l’inégalité du terrain.

Tableau 21 Codes des classes d’inégalité du terrain

Code	Classe d’inégalité du terrain
1	Très égal
2	Légèrement inégal
3	Inégal
4	Très inégal
5	Extrêmement inégal

Exemple de placette-échantillon de 400 m ²	Hauteur (ou profondeur) d'obstacle	Nombre d'obstacles par 400 m ²	Classe d'inégalité
	De 10 cm à 30 cm	De 4 à 16	1. Très égal
	- De 10 cm à 30 cm - De 30 cm à 50 cm	> 16 - De 4 à 16	2. Légèrement inégal
	- De 10 cm à 30 cm - De 30 cm à 50 cm - De 50 cm à 70 cm	> 16 - De 20 à 160 4 à 16	3. Inégal
	- De 10 cm à 30 cm - De 30 cm à 50 cm - De 50 cm à 70 cm - De 70 cm à 90 cm	> 16 - De 20 à 160 4 à 16 4 à 16	4. Très inégal
	Toutes les conditions pires que celles de la classe 4		5. Extrêmement inégal

Source : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2012

Figure 24 Détermination de la classe d'inégalité du terrain

4.4.2.13 Débris ligneux

On définit le débris ligneux comme étant un arbre mort cassé ou renversé ou encore comme une partie d’arbre détachée ou encrouée, issue d’un arbre vivant ou non. Un chablis vivant au sol n’est pas considéré comme un débris ligneux. Ce dernier doit avoir un diamètre supérieur à 90 mm au gros bout et une longueur supérieure à 1,5 m. De plus, pour être compté et classé, il doit avoir une forme de ronde à ovale et constituer **une entité distincte de l’humus forestier** lorsqu’il est au sol. Finalement, il doit être d’un seul tenant, c’est-à-dire en un seul morceau.

Transect

Le dénombrement se fait le long d’un transect orienté selon l’axe nord-sud magnétique, à l’intérieur de la placette-échantillon. Le transect constitue un échantillonnage qui implique que l’on prend une mesure ou des données le long d’une ligne. **Prendre les mesures directement le long de cette ligne.**

Conditions

Ne compter que le débris ligneux qui croise le transect, dans sa partie la plus haute, au sol ou dans les airs. Un débris ligneux qui croise plus d’une fois le transect n’est compté et classé qu’une seule fois dans sa partie la plus haute, au sol ou dans les airs.

Méthodologie

Suivre le transect du nord au sud. Évaluer la classe de décomposition de chaque débris admissible à l’intersection du transect avec le débris, dans la partie la plus haute du débris.

Les différents tronçons des débris ligneux faisant partie du dénombrement sont marqués par un jet de peinture à l’endroit où ils sont classés sur le transect.

Attention! Le forestier doit établir le transect selon l’axe nord-sud magnétique; il ne doit prendre les données qu’à la toute fin du travail dans la placette. Autrement, en circulant à l’intérieur de celle-ci pour prendre les autres données, il risquerait d’endommager les débris ligneux déjà dénombrés et classés. Un biais pourrait alors être créé lors du contrôle de qualité des travaux d’inventaire.

Clé de classification

La clé simplifiée de classification de la décomposition des débris ligneux est présentée à la figure 25. Le forestier doit **évaluer la texture du bois**. Les paramètres (tableau 22) tels que l’écorce, la portion du débris au sol, les branches, la forme et les racines envahissantes permettent de le guider dans son évaluation, mais celle-ci doit principalement porter sur la texture du bois.

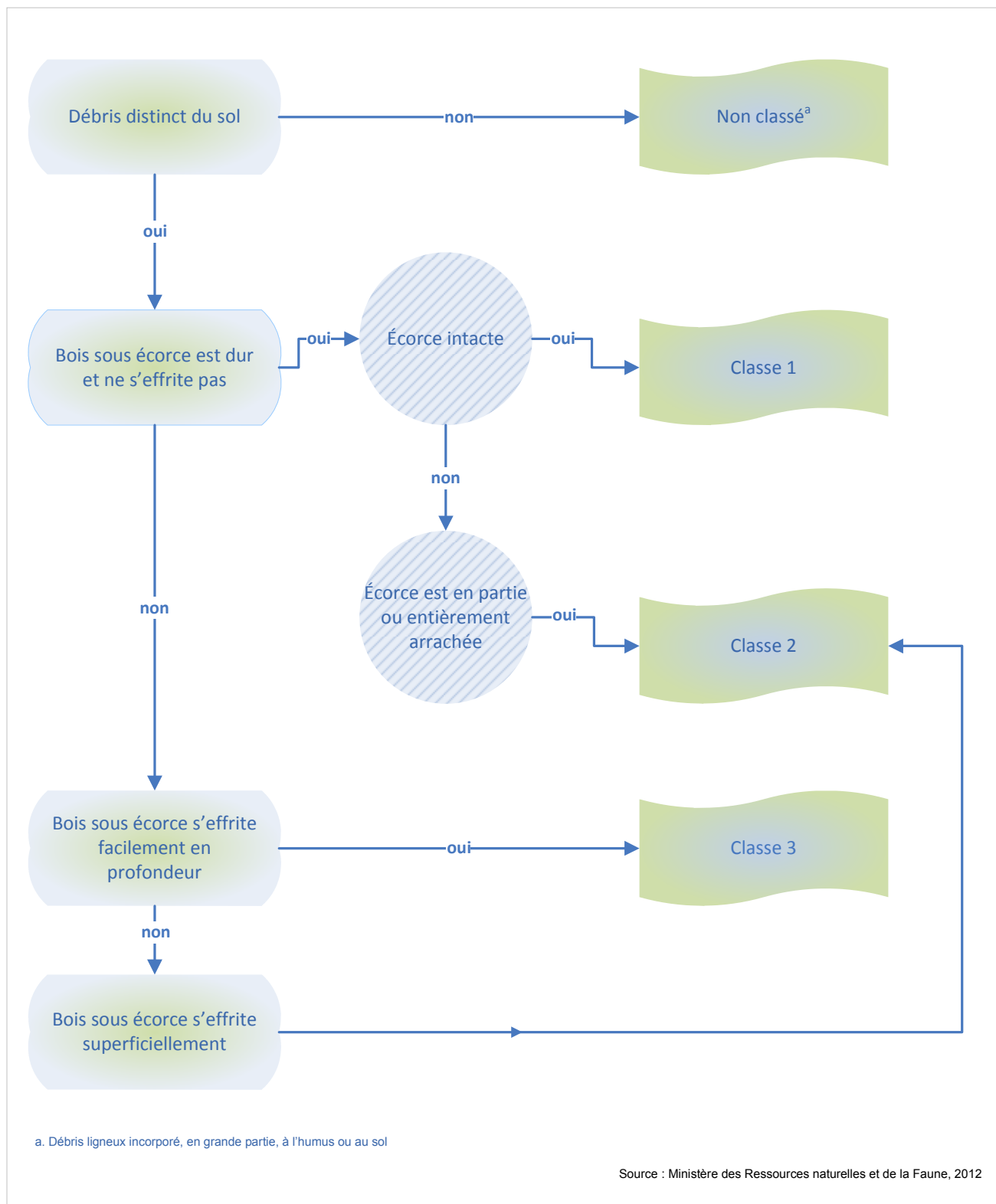


Figure 25 Clé simplifiée de classification de la décomposition des débris ligneux

Tableau 22 Description des classes de décomposition des débris ligneux

Paramètre	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Texture du bois	Intacte, dure	Intacte, dure à partiellement décomposée	Dure, grosses pièces, partiellement décomposée
Portion sur le sol	Débris surélevé, sur points d'appui	Débris surélevé, mais légèrement affaissé	Débris affaissé près du sol ou cassé
Ramilles < 3 cm (si présentes à l'origine)	Présentes	Aucune	Aucune
Écorce	Intacte	Intacte ou partiellement disparue	Traces
Forme	Ronde	Ronde	Ronde ou ovale
Racines envahissantes	Aucune	Aucune	Dans l'aubier

Détermination d'un débris ligneux

Lorsque l'on est dans une cime d'arbre tombée au sol, principalement s'il s'agit d'un feuillu, et que l'on intercepte une branche rattachée à un gros bout de plus de 90 mm, **toute la cime est considérée comme un seul débris**. On considérera, par exemple, la plus haute branche croisant le transect d'une cime d'arbre couchée sur le sol. Le cas de la cime d'une essence résineuse s'analyse comme celle d'une essence feuillue. Un arbre **vivant** au sol (**chablis**) n'est pas considéré comme un « débris ligneux ». Si on est en présence d'un arbre mort d'un diamètre supérieur à 90 mm, ne correspondant plus au code d'état « 16 » et ayant un point d'ancrage avec un arbre vivant, cet arbre sera dénombré comme étant un « débris ligneux ». Une branche morte dont le diamètre excède 90 mm, encore ancrée à un arbre vivant, n'est pas considérée comme un « débris ligneux ». Si on observe, à deux reprises, un « débris » le long du transect, on doit le compter et le classer **une seule fois**, à la première interception avec le transect. Un débris ligneux, croisant un transect, situé à une hauteur supérieure à 2 m est compté et classifié visuellement.

Un débris ligneux croisant un transect, qui est sectionné à un ou à plusieurs endroits et dont les différentes parties **non ancrées** (sectionnées) sont en contact les unes avec les autres, n'est pas accepté dans le dénombrement. Par contre, si les différentes parties d'un débris ligneux sont ancrées (attachées les unes aux autres) et que la somme de la longueur des tronçons est supérieure à 1,5 m, cela constitue un seul débris.

Enfin, déterminer le degré de décomposition de chaque débris en le plaçant dans la classe 1, 2 ou 3 (figure 26).

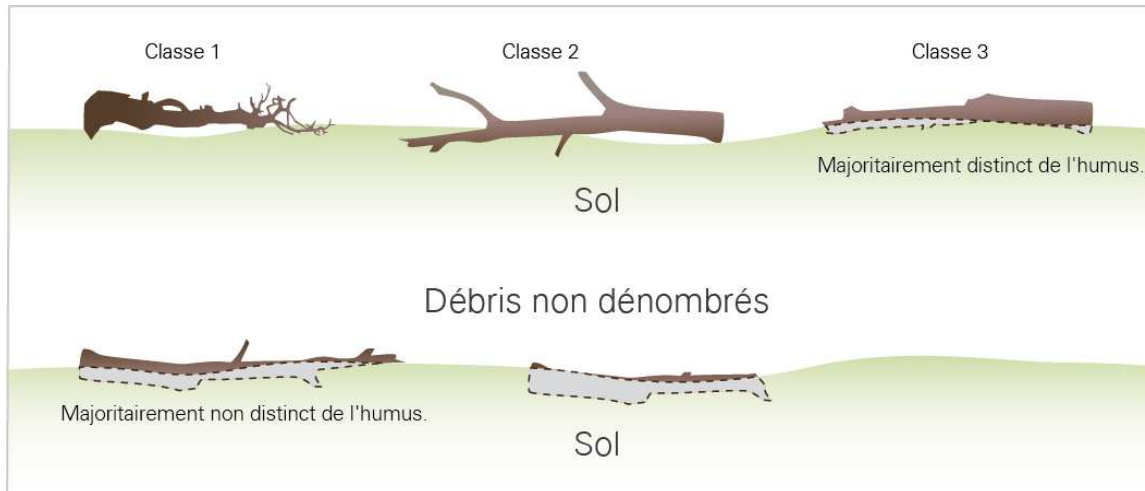


Figure 26 Exemples de débris ligneux

Les figures 27 et 28 illustrent dix cas de débris ligneux pouvant être observés dans une placette.

- **Cas n° 1** : Deux débris ligneux; dans ce cas, on pointe deux débris sur le transect nord-sud
- **Cas n° 2** : Aucun débris ligneux; diamètre non conforme, soit < 90 mm au gros bout, absence de croisement
- **Cas n° 3** : Quatre débris ligneux; on pointe quatre débris sur le transect nord-sud
- **Cas n° 4** : Ancrage ouvert : un débris ligneux qui croise le transect. Le débris ancré ne se trouve pas sur le transect; il s'est partiellement brisé; l'autre débris croise le transect à un seul endroit. Considérer un seul débris ligneux puisque celui-ci a un diamètre au fin bout de 30 mm, mais que son diamètre au gros bout est supérieur à 90 mm et sa longueur > 1,5 m
- **Cas n° 5** : Ancrage fermé : un débris ligneux puisqu'on additionne les longueurs de 1,5 m et de 1 m
- **Cas n° 6** : Un débris ligneux, car la branche mesure plus de 1,5 m
- **Cas n° 7** : Un débris ligneux, car la longueur de la branche mesure 2 m (1,0 + 0,8 + 1,2), et que le diamètre au gros bout est supérieur à 90 mm. De plus, la longueur totale est supérieure à 1,5 m
- **Cas n° 8** : Aucun débris ligneux, car le diamètre au gros bout n'est que de 80 mm
- **Cas n° 9** : Aucun débris ligneux, car la longueur et le diamètre ne sont pas conformes
- **Cas n° 10** : Un débris ligneux, car le diamètre au gros bout (sur la tige de 2 m de longueur) est de 100 mm

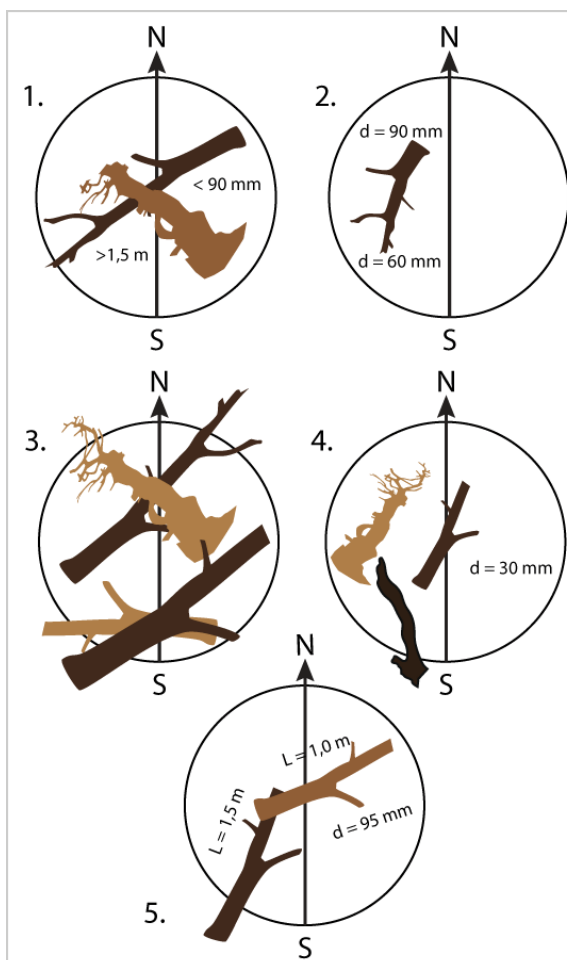


Figure 27 Situations de débris ligneux présents dans une placette

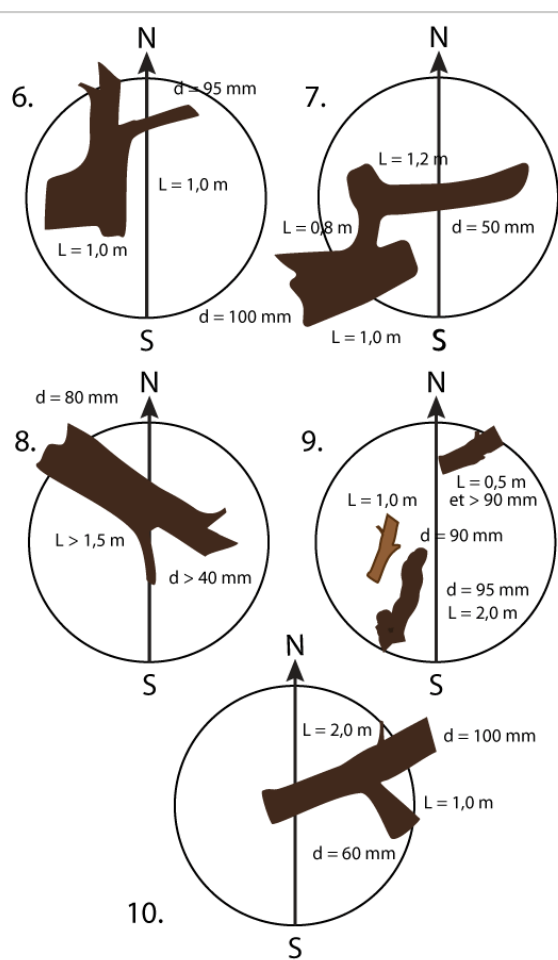


Figure 28 Autres situations de débris ligneux présents dans la placette

4.4.2.14 Microsite propice

Un microsite est un environnement permettant l'établissement, la survie et la croissance optimale d'un plant mis en terre.

Pour être considéré comme propice, un microsite doit :

- être sur une station où le sol minéral a une épaisseur minimale de 25 cm;
- permettre l'installation des racines dans un sol minéral ou dans un mélange de sol minéral et de matière organique. Ainsi, les substrats purement organiques (mousses, sphaignes, humus, etc.) et les déchets d'opérations forestières ne peuvent être considérés comme des microsites propices. Les microsites sur station argileuse compacte devront faire l'objet d'une

attention particulière afin de conserver une quantité suffisante de matière organique pour le reboisement;

- permettre de recevoir une quantité de lumière favorisant une croissance optimale. Ainsi, il doit être exempt de végétation compétitrice herbacée ou ligneuse et de déchets d'opérations forestières créant un environnement lumineux inférieur aux besoins de l'essence reboisée;
- être exempt de conditions ou de conditions anaérobiques potentielles comme des sols excessivement compactés ou saturés d'eau;
- être exempt de conditions exposant les plants à un stress hydrique important, au gel, au déchaussement ou au lessivage du sol.

Lors d'un regarni de la régénération naturelle sans préparation de terrain, l'épaisseur maximale d'humus forestier tolérée dans le microsite est de 5 cm.

4.4.3 Caractéristiques de la basse régénération et des gaules

4.4.3.1 Essence

Pour chaque arbre présent à l'intérieur de l'unité d'échantillonnage, déterminer le code d'**essences commerciales** ou **non commerciales**. Vous trouverez les codes de ces essences dans les tableaux de la section 4.4.4.4 du présent document.

4.4.3.2 Arbre d'avenir libre de croître (*diagnostic au stade semis*)

Arbre résineux évalué, libre de croître. Arbre d'avenir, d'essence désirée, d'au moins 15 cm (marcotte = 30 cm) de hauteur, autour duquel il n'y a pas d'espèces concurrentes à maîtriser d'une hauteur supérieure à la mi-hauteur de la tige évaluée. Le rayon d'évaluation avant traitement peut être adapté en fonction des essences, de la qualité du site ainsi que du ou des objectifs d'ordre sylvicole, écologique ou faunique. Actuellement, nous suggérons un minimum d'un mètre de rayon d'évaluation, le temps d'approfondir nos connaissances.

Dans le cas où il y a présence de vétérans feuillus résistants, un arbre d'avenir résineux est considéré comme libre de croître s'il est situé à l'extérieur de la projection de la cime de ces vétérans.

4.4.3.3 Arbre d'avenir éclairci naturellement (stade gaulis)



Arbre résineux évalué, éclairci (figure 29). Arbre d'avenir, d'essence désirée, d'au moins 2 m de hauteur, autour duquel il n'y a aucun :



- arbre résineux d'une hauteur supérieure au 2/3 de la hauteur de l'arbre résineux évalué, dans un rayon de 1 m de l'axe central de ce dernier;



- arbre fruitier d'une hauteur supérieure à la hauteur de l'arbre résineux évalué, dans un rayon de 1 m de l'axe central de ce dernier;



- feuillu commercial d'une hauteur supérieure au 2/3 de la hauteur de l'arbre résineux évalué, dans un rayon de 2 m de l'axe central de ce dernier;



- feuillu non commercial d'une hauteur supérieure à la hauteur de l'arbre résineux évalué, dans un rayon de 2 m de l'axe central de ce dernier.

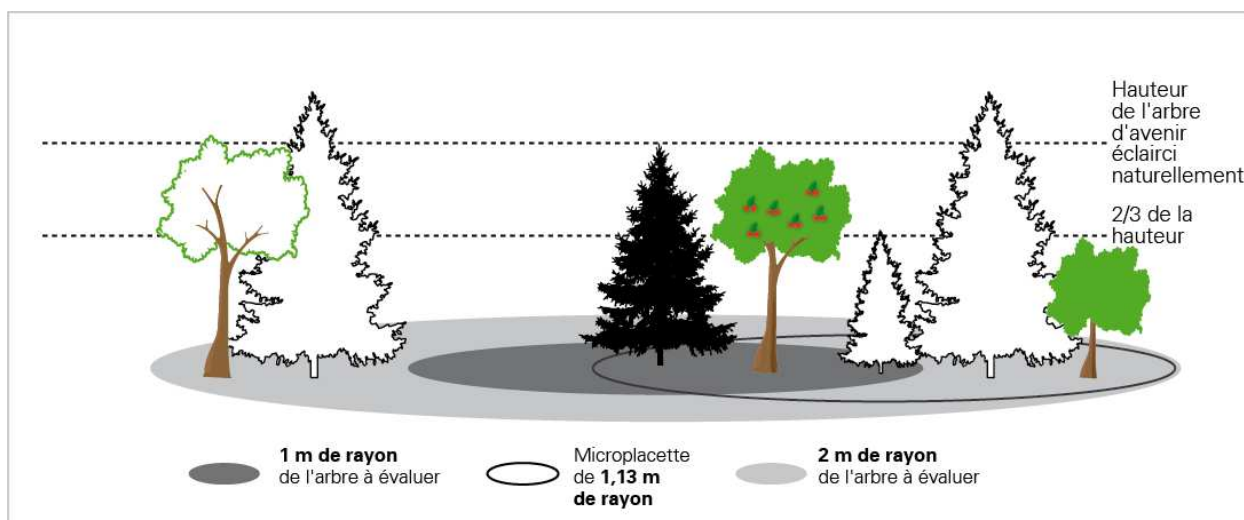


Figure 29 Arbre d'avenir résineux éclairci naturellement

4.4.3.4 Arbre d'avenir libre de croître (*stade gaulis*)



Arbre résineux évalué, libre de croître (figure 30). Arbre d'avenir, d'essence désirée, d'au moins 2 m de hauteur, autour duquel il n'y a aucun :



- arbre résineux indésirable d'une hauteur supérieure à la hauteur de l'arbre résineux évalué, dans un rayon de 1 m de l'axe central de ce dernier;



- arbre fruitier d'une hauteur supérieure à la hauteur de l'arbre résineux évalué, dans un rayon de 1 m de l'axe central de ce dernier;



- feuillu commercial d'une hauteur supérieure au 2/3 de la hauteur de l'arbre résineux évalué, dans un rayon de 2 m de l'axe central de ce dernier;



- feuillu non commercial d'une hauteur supérieure à la hauteur de l'arbre résineux évalué, dans un rayon de 2 m de l'axe central de ce dernier.

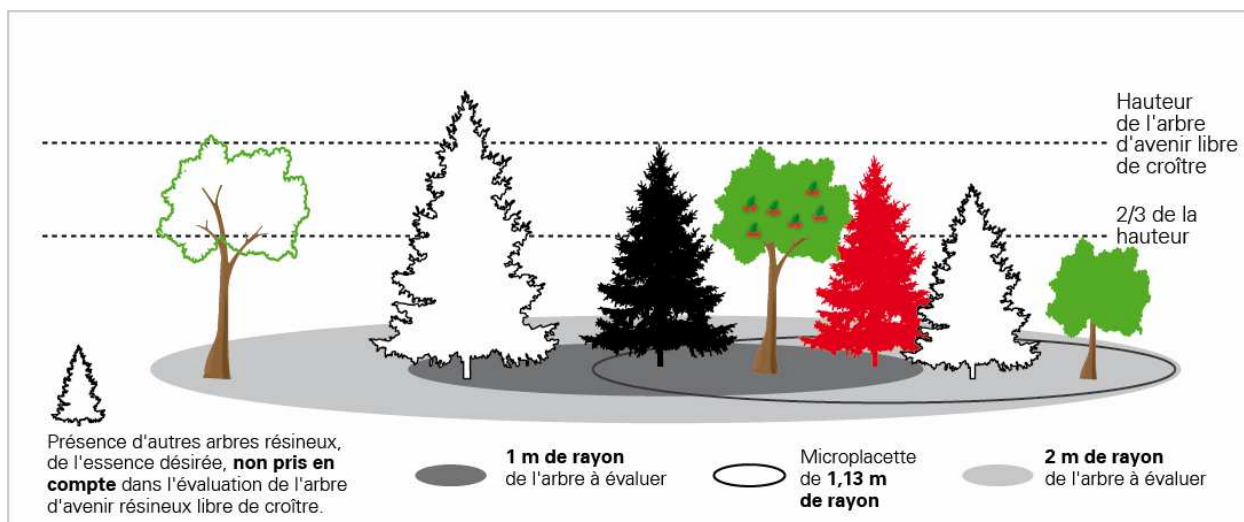


Figure 30 Arbre d'avenir résineux libre de croître

4.4.3.5 Arbres d'avenir ayant fait l'objet d'un traitement sylvicole

Arbres d'avenir ayant fait l'objet d'un traitement sylvicole. Concernant les arbres d'avenir ayant fait l'objet d'un traitement sylvicole, la définition des arbres d'avenir suivants est présentée dans les *Directives sur les paiements concernant la réalisation des traitements sylvicoles non commerciaux – Saison 2013-2014* (Ministère des Ressources naturelles, 2013g).

4.4.3.6 DHP

Mesurage du DHP des gaules

Toutes les gaules d’essences commerciales ou non commerciales – répondant aux objectifs de l’inventaire et dont le diamètre à 1,30 m au-dessus du plus haut niveau du sol (DHP) est supérieur à 10 mm et inférieur ou égal à 90 mm ($10 \text{ mm} < \text{DHP} \leq 90 \text{ mm}$) – comprises dans les microplacettes doivent être mesurées et dénombrées. Les **rejets de souche**, les **marcottes** et les **dragons** font également partie des gaules à mesurer.

Les mesures doivent être prises par classe de 2 cm au DHP ou par classe entière (tableau 23), à l’aide d’un compas forestier dont la règle graduée est dirigée vers le point central de la microplacette (figure 31). Les gaules doivent être mesurées dans le sens horaire.

Tableau 23 Classes de DHP des gaules

Classe	DHP
002	$1 \text{ cm} < \text{DHP} \leq 3 \text{ cm}$
004	$3 \text{ cm} < \text{DHP} \leq 5 \text{ cm}$
006	$5 \text{ cm} \leq \text{DHP} \leq 7 \text{ cm}$
008	$7 \text{ cm} \leq \text{DHP} \leq 9 \text{ cm}$
D2_D8	$1 \text{ cm} < \text{DHP} \leq 9 \text{ cm}$

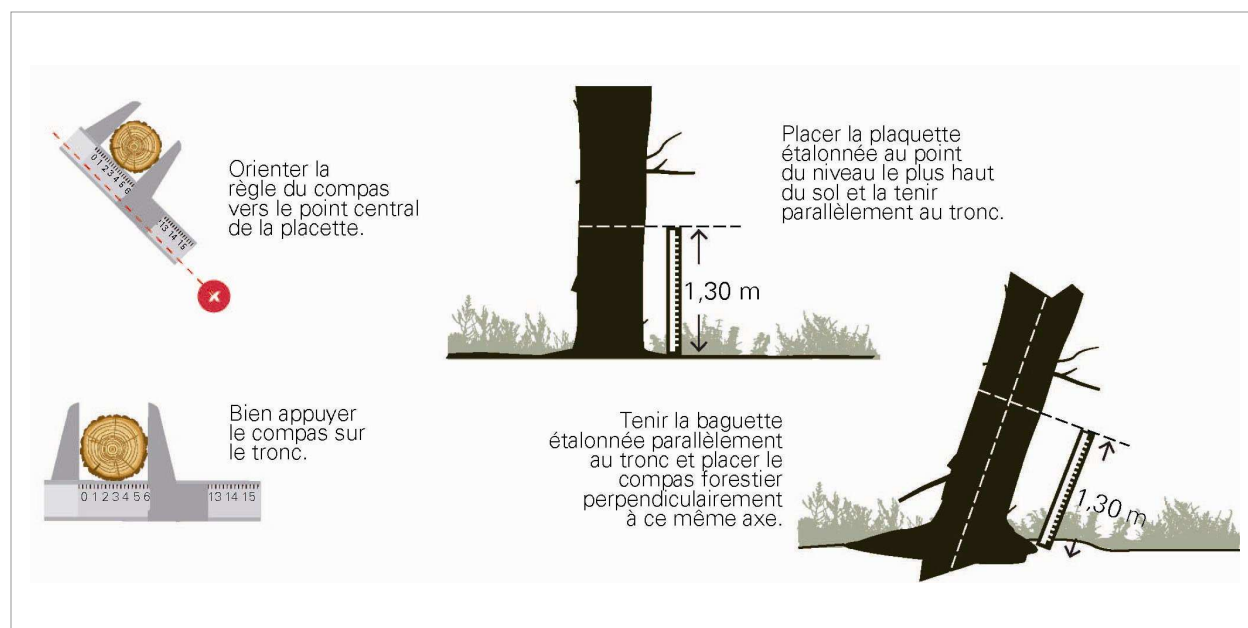


Figure 31 Méthode de mesure du DHP des gaules

Méthode pour déterminer l'endroit précis où mesurer le DHP

Se servir d'une baguette de 1,30 m de longueur, bien étalonnée. Déterminer le plus haut sol à partir de la base de la gaule; avec le pied, compacter l'humus, la mousse ou la sphaigne vivante. S'assurer que la baguette repose bien sur le point du plus haut niveau du sol. Dans une pente, placer la baguette vers le haut de la pente. Suivre parallèlement l'axe du tronc de la gaule avec la baguette. Une fois la hauteur du DHP déterminée, prendre la mesure avec le compas forestier.

Attention! Lorsque le diamètre d'une gaule est très près de 90 mm, il faut s'assurer qu'elle ne fait pas partie des arbres compris dans le dénombrement des tiges marchandes.

Cas spéciaux pour le mesurage du DHP des gaules

Il arrive parfois qu'il soit difficile de déterminer à quel endroit mesurer le DHP d'une gaule. Idéalement, il faut le faire à 1,30 m au-dessus du plus haut niveau du sol, mais on doit parfois se placer plus haut ou plus bas (tout en restant le plus près possible de 1,30 m) lorsque l'un des cas particuliers suivants se présente.

Il se peut que le tronc soit déformé par une bosse, un nœud ou autre chose. Déplacer la hauteur du DHP plus haut ou plus bas selon le cas, en restant le plus près possible de 1,30 m.

Ne pas soulever les tiges rampantes pour déterminer s'il s'agit ou non de ramifications. Si une gaule dont le DHP est supérieur à 10 mm semble indépendante (sur un pied unique), la mesurer tout simplement.

Lorsqu'une gaule est ramifiée et que certaines des ramifications ont un DHP supérieur à 10 mm, mesurer seulement le diamètre de la tige principale. Les ramifications inférieures ou égales à 90 mm sur un arbre ne sont pas considérées comme des gaules, mais comme des branches (figure 32). La figure 33 illustre des cas de tiges rampantes ou ramifiées.

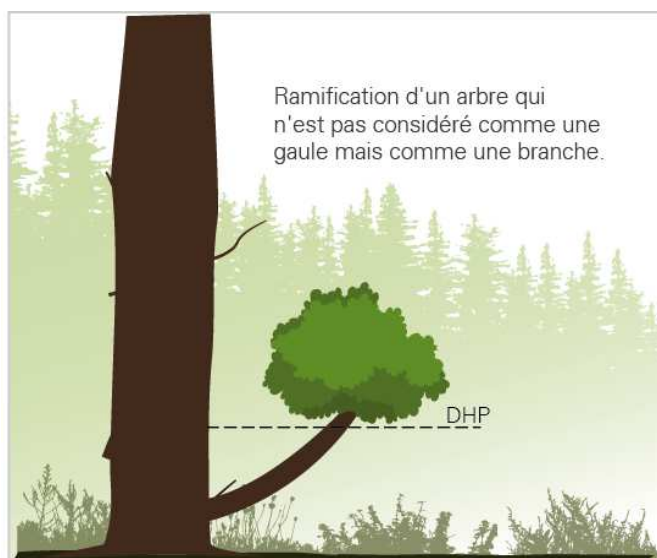


Figure 32 Branche à ne pas mesurer comme une gaule

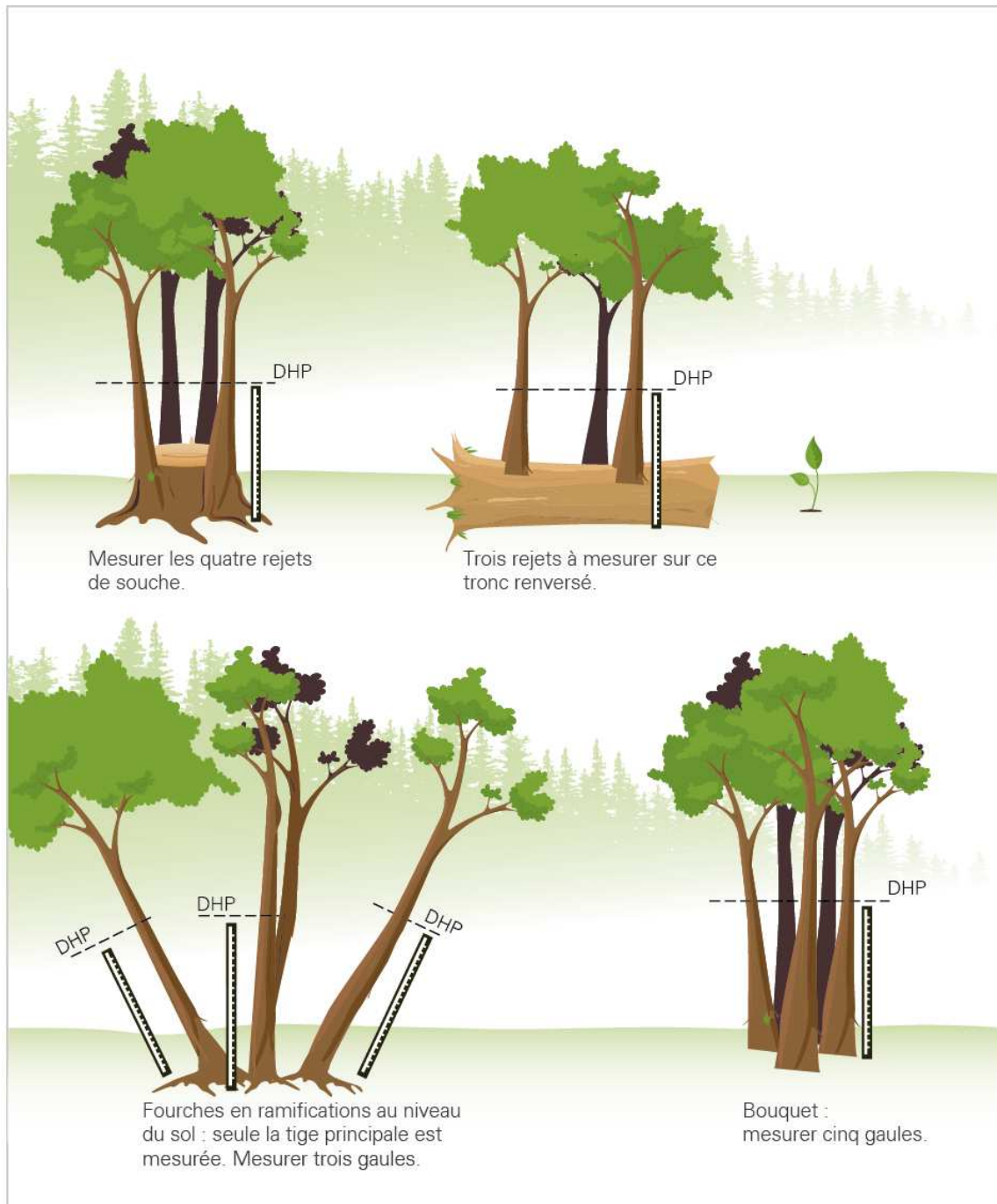


Figure 33 Gaules à mesurer (à partir du plus haut niveau du sol)

4.4.3.7 Hauteur de la basse régénération et de la végétation concurrente

Mesurage de la hauteur de la basse régénération et de la végétation concurrente ayant un DHP inférieur ou égal à 90 mm

Se référer au tableau de la section 4.4.4.5 pour évaluer la hauteur et connaître les codes à indiquer selon les normes d'inventaire écoforestier du MRN (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2012).

Mesurage de la hauteur de la basse régénération et de la végétation concurrente ayant un DHP inférieur à 11 mm

Tous les semis, drageons, rejets et marcottes des essences désirées qui répondent à la définition d'un arbre d'avenir doivent être mesurés et leur présence doit être notée. Les semis, drageons, rejets et marcottes touchés par la présente norme sont ceux qui ont une hauteur supérieure ou égale à 15 cm et un DHP inférieur à 11 mm. Le tableau 24 présente les classes de hauteur des semis.

Tableau 24 Classes de hauteur (h) des semis

Classe	Description
$h > 100$ cm	Basse régénération ayant une hauteur de plus de 100 cm (résineux) ou de 160 cm (feuillus) et un DHP inférieur à 11 mm
$60 < h < 100$ cm	Basse régénération ayant une hauteur de plus de 60 cm jusqu'à 99 cm
$30 < h \leq 60$ cm	Basse régénération ayant une hauteur de plus de 30 cm jusqu'à 60 cm
$15 \leq h \leq 30$ cm	Basse régénération ayant une hauteur de 15 à 30 cm
$h \geq 15$ cm	Basse régénération ayant une hauteur de 15 cm et plus et un DHP inférieur à 11 mm

Méthode pour déterminer la hauteur de la basse régénération ayant un DHP inférieur à 11 mm

La hauteur d'un semis, d'un drageon, d'un rejet ou d'une marcotte correspond au point du plus haut niveau du sol jusqu'à l'extrémité du rameau le plus haut. **Déterminer le plus haut niveau du sol à partir de la base de l'arbre**, avec le pied, compacter l'humus, la mousse ou la sphaigne vivante. S'assurer que la baguette ou le bout du mètre à ruban repose bien sur le point du plus haut niveau du sol. Dans une pente, placer la baguette ou le mètre à ruban vers le haut de la pente. **Suivre parallèlement l'axe du semis** pour déterminer sa hauteur (figure 34).

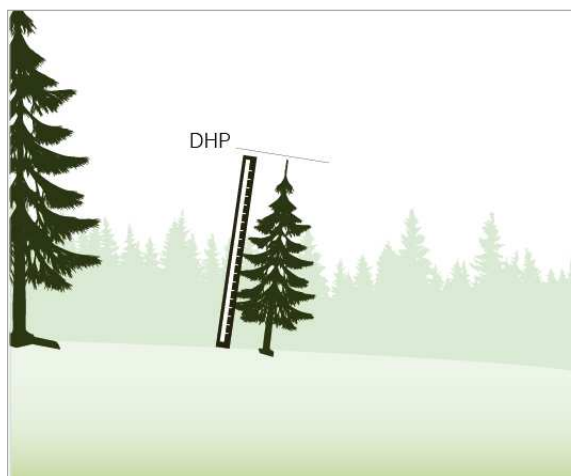


Figure 34 Détermination de la hauteur de la basse régénération

4.4.3.8 Recouvrement

Dans l'unité d'échantillonnage, évaluer le recouvrement total, en pourcentage, de la basse régénération ou de la végétation concurrente par rapport à la superficie de l'unité d'échantillonnage. Pour l'estimation du recouvrement, l'évaluateur peut séparer l'unité d'échantillonnage en quadrants afin de faciliter son travail (figures 35 et 36).

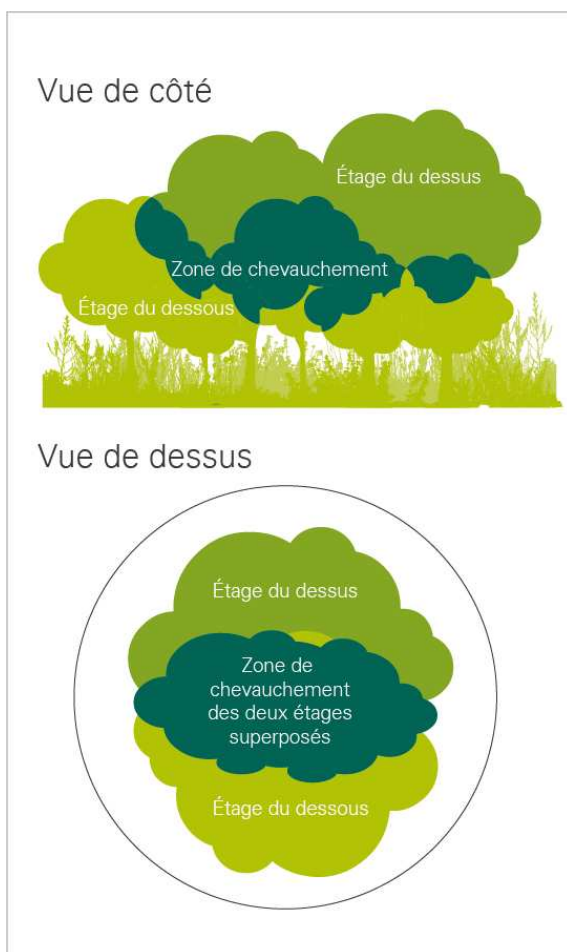


Figure 35 Évaluation du recouvrement

Pourcentage de recouvrement (%)

Additionner les estimés des 4 quarts et diviser le total par 4.

100	100	100	100
95	95	95	95
90	90	90	90
85	85	85	85
80	80	80	80
75	75	75	75
70	70	70	70
65	65	65	65
60	60	60	60
55	55	55	55
50	50	50	50
45	45	45	45
40	40	40	40
35	35	35	35
30	30	30	30
25	25	25	25
20	20	20	20
15	15	15	15
10	10	10	10
5	5	5	5
0	0	0	0

Virée n° Placette n°

Figure 36 Exemple de formulaire pour l'évaluation du recouvrement

4.4.4 Caractéristiques des arbres dont le DHP est supérieur à 90 mm

4.4.4.1 État de l'arbre

L'état de l'arbre sert à distinguer, lors des compilations, les arbres morts, vivants, renversés ou cassés. Il faut donc déterminer l'état de chaque arbre d'**essence commerciale** ou **non commerciale** qui croît dans l'unité d'échantillonnage selon les codes présentés au tableau 25. Seuls les codes d'état 10, 11, 12, 14 et 16 peuvent s'appliquer aux arbres de l'unité d'échantillonnage.

Tableau 25 Codes d’état d’un arbre à utiliser lors d’un établissement

État	Code
Arbre vivant sur pied	10
Arbre vivant sur pied – Tronc cassé	11
Arbre vivant renversé (chablis)	12
Arbre mort sur pied	14
Arbre mort sur pied – Tronc cassé (chicot)	16

Code d’état 10 – Arbre vivant sur pied

Arbre qui montre un signe de vie, si faible soit-il, qui n’est pas cassé en bas du trait du DHP et dont la majorité des racines est encore attachée au sol (figures 37 et 38).

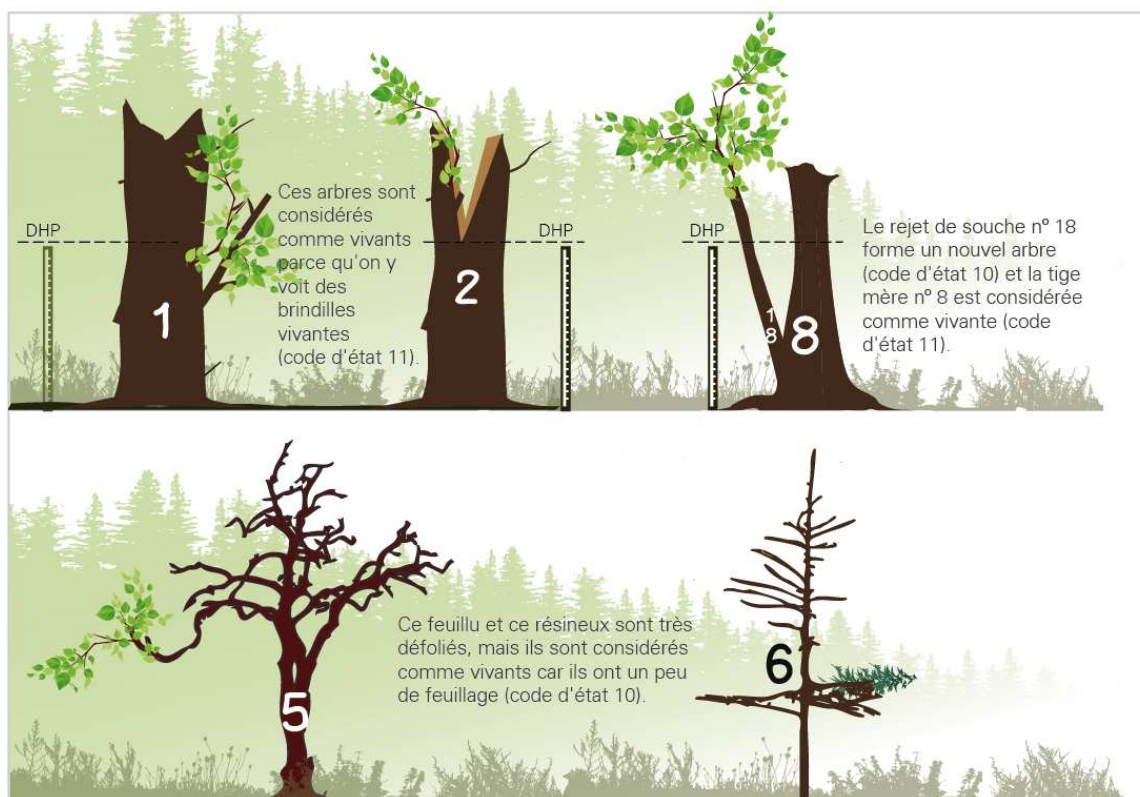
**Figure 37** Arbres vivants sur pied à mesurer (codes 10 et 11)



Figure 38 Arbres fusionnés sous l'endroit où le DHP est mesuré

Attention! Lorsqu'on est en présence d'**arbres issus d'un bouquet ou de rejets de souche**, dont au moins un arbre est vivant (montrant un signe de vie, si faible soit-il), il faut considérer comme étant vivant chaque arbre manifestement issu du même pied. Dans ce cas, un arbre qui n'est **pas cassé en bas du trait du DHP** doit être considéré comme étant **vivant sur pied** (code 10).

Code d'état 11 – Arbre vivant sur pied, tronc cassé

Arbre qui montre un signe de vie, si faible soit-il, dont le tronc **est cassé**. Cet état se définit différemment s'il s'agit d'un **résineux** ou d'un **feuillu** (figure 39).

Résineux – Définition de « tronc cassé » :
Pour les besoins de la présente norme, le tronc d'une essence résineuse est la partie du tronc comprise entre le DHP et son diamètre au fin bout de 50 mm.

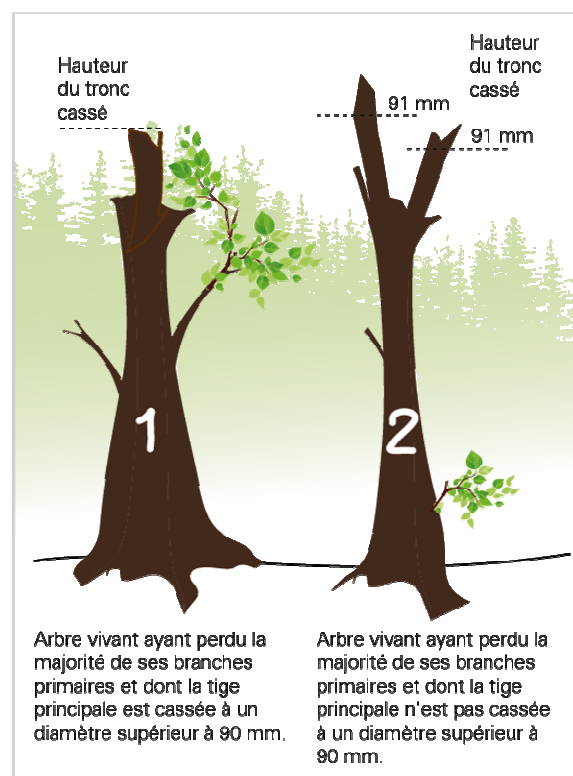


Figure 39 Arbres vivants sur pied, tronc cassé (code 11)

Pour déterminer si un résineux a un tronc cassé, il faut qu'il y ait une cassure d'un diamètre supérieur à 50 mm.

Feuillus – Définition de « tronc cassé » : Pour les besoins de la présente norme, le tronc d'une essence feuillue est la partie comprise entre le DHP et son diamètre au fin bout de 90 mm. On peut déterminer si un feuillu a un tronc cassé au moyen de la clé présentée à la figure 40.

Un **feuillu vivant sur pied** n'a pas le tronc cassé s'il a **conservé** la majorité de ses branches primaires et au moins une partie de ses branches secondaires (et cela même si la tige principale est cassée à un diamètre de plus de 90 mm).

Un **feuillu vivant sur pied** ayant **perdu** la majorité de ses branches primaires a obligatoirement un tronc cassé.

Déterminer la hauteur du tronc cassé à l'endroit où la tige cassée a plus de 90 mm de diamètre. S'il n'y a pas de cassure à cet endroit, déterminer la hauteur du tronc cassé au point **le plus haut** sur le tronc ou sur une branche (primaire, secondaire, etc.) à l'endroit où le diamètre atteint 91 mm, qu'il y ait cassure ou non (figure 39).

Un **feuillu vivant sur pied** ayant **perdu** la totalité de ses branches secondaires a obligatoirement un tronc cassé.

Déterminer la hauteur du tronc cassé à l'endroit où la tige cassée a plus de 90 mm de diamètre. S'il n'y a pas de cassure à cet endroit, déterminer la hauteur du tronc cassé au point **le plus haut** sur le tronc ou sur une branche primaire à l'endroit où le diamètre atteint 91 mm.

Chez un **feuillu vivant** sur pied possédant **des tiges multiples** au-dessus du DHP (arbre fourchu) et qui a perdu la majorité de ses branches primaires ou la totalité de ses branches secondaires, il faut mesurer le tronc cassé seulement chez l'arbre qui a le plus gros diamètre à sa base. On doit alors considérer la hauteur de la cassure ou l'endroit où la tige a atteint un diamètre de 91 mm. Il faut toujours ignorer la ou les plus petites tiges dans l'analyse.

Si l'arbre possède des tiges multiples de **même diamètre** à leur base, on devra tenir compte d'une seule tige, soit celle dont la cassure est la plus haute ou celle qui atteint un diamètre de 91 mm à une hauteur supérieure.

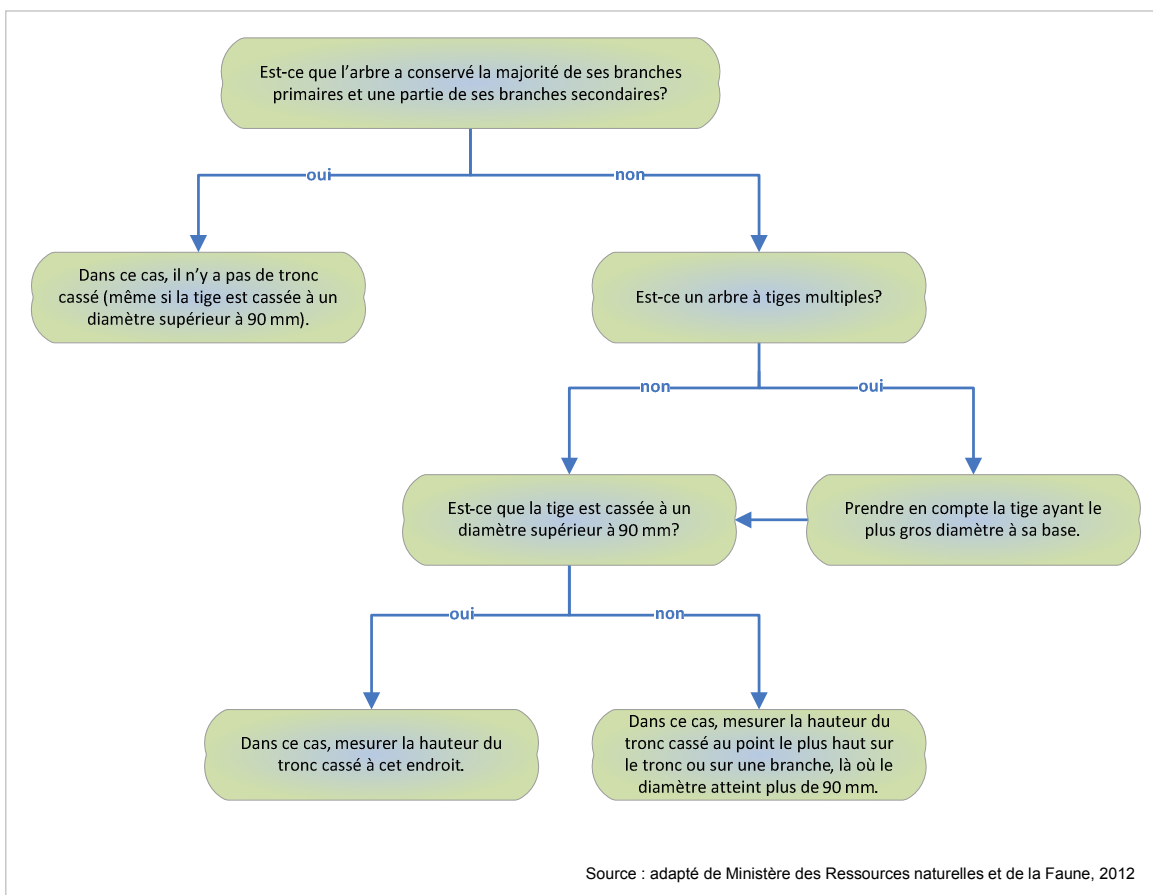


Figure 40 Clé pour déterminer la hauteur du tronc cassé d'un feuillu

Code d'état 12 – Arbre vivant renversé (chablis)

Arbre qui montre un **signe de vie**, si faible soit-il, qui n'est pas cassé en bas du trait du DHP et dont la majorité des racines n'est plus attachée au sol (figure 41).

Lorsque l'inventaire est réalisé à l'aide d'une placette à rayon variable (prisme facteur 2), vérifier si l'arbre vivant renversé est inclus dans ladite placette en mesurant la distance entre le centre de l'unité d'échantillonnage et l'arbre vivant renversé. À l'aide de cette mesure et du DHP de l'arbre, consulter l'annexe B afin de déterminer si l'arbre doit être retenu ou non.

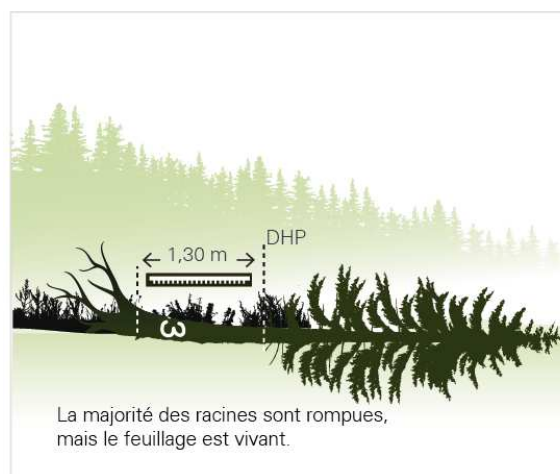


Figure 41 Arbre vivant renversé (chablis) à mesurer (code 12)

Code d'état 14 – Arbre mort sur pied

Arbre sur pied qui ne présente plus aucun signe de vie, mais dont la majorité des racines demeurent attachées au sol. Un arbre d'essence résineuse peut être écimé (cassé) jusqu'à un diamètre de 50 mm; alors qu'un feuillu doit avoir conservé la majorité de ses branches primaires et au moins une partie de ses branches secondaires (figure 42).



Figure 42 Arbres morts sur pied à mesurer (code 14)

Les arbres correspondant au code d'état 14 peuvent correspondre à la caractéristique « chicot » présentée dans la dernière partie de cette section.

Code d'état 16 – Arbre mort sur pied, tronc cassé

Arbre mort sur pied dont la détérioration a dépassé celui de l'état 14, mais pour lequel on peut mesurer un DHP. Un arbre d'essence résineuse doit être écimé (cassé) à un diamètre supérieur à 50 mm alors qu'un feuillu doit avoir perdu la majorité de ses branches primaires sur la tige principale ou la totalité de ses branches secondaires (figure 43).

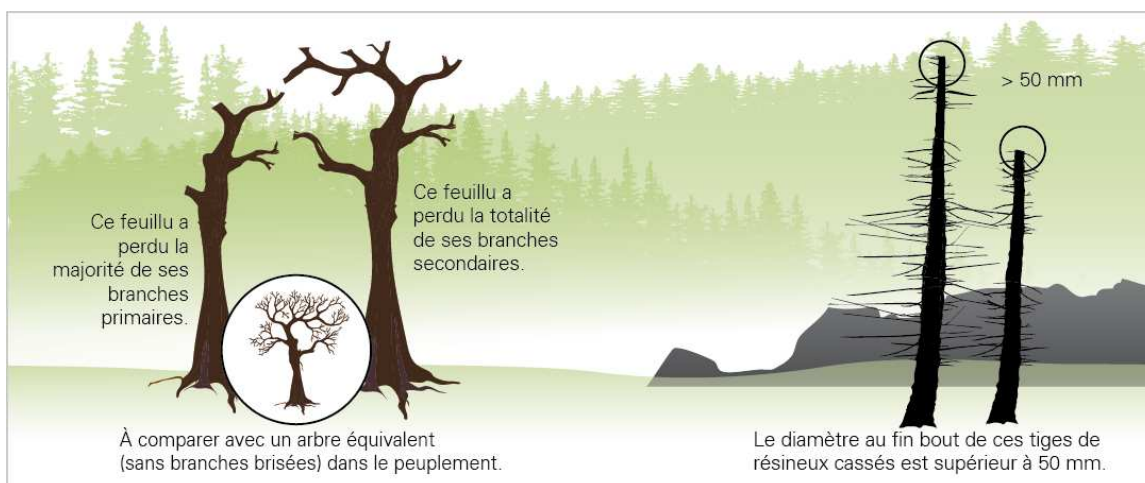


Figure 43 Arbres morts sur pied, tronc cassé à mesurer (code 16)

La caractéristique « chicot » présentée dans la dernière partie de cette section peut s'appliquer aux arbres correspondant au code d'état 16.

Attention! Pour déterminer si un feuillu a ou n'a pas perdu la majorité de ses branches primaires, ou la totalité de ses branches secondaires, le comparer avec un arbre équivalent (mais sans bris de branches) dans le peuplement.

Hauteur d'un tronc cassé : La hauteur d'un tronc cassé d'un arbre sur pied (codes d'état 11 et 16) correspond à la distance verticale entre le plus haut niveau du sol et le siège de la cassure. Elle est évaluée de façon visuelle et notée selon les classes de hauteur présentées dans le tableau 26.

Tableau 26 Codes de hauteur d'un tronc cassé

Hauteur d'un tronc cassé	Code
> 1,3 à ≤ 2,5 m	2
> 2,5 à ≤ 3,5 m	3
> 3,5 à ≤ 4,5 m	4
> 4,5 à ≤ 5,5 m	5
> 5,5 à ≤ 6,5 m	6, etc.

4.4.4.2 Arbres à valeur faunique

Pour chacun des **arbres vivants ou morts** de plus de 10 cm de DHP compris dans la placette-échantillon, déterminer s'ils répondent à la définition d'un arbre à valeur faunique, lequel présente des caractéristiques indispensables pour divers organismes (ex. : cavités, cime bien développée, arbres dépassant le couvert, etc.).

Le sylviculteur devra d'abord choisir s'il désire obtenir cette information de façon automatique ou manuelle.

Mode automatique. Seuls les **arbres vivants** (codes d'état 10 et 11) peuvent être classés selon cette approche, car elle fait référence aux codes de classification des défauts et indices de la carie des arbres (Boulet, 2007).

Mode manuel. Tous les **arbres vivants ou morts** (codes d'état 10, 11, 12, 14 et 16) peuvent être classés selon cette approche, car elle fait référence à une ou des définitions préétablies par le sylviculteur et propres à l'unité d'échantillonnage.

4.4.4.3 Arbres secs et sains

Pour tous les **arbres morts sur pied, d’essences commerciales seulement**, compris dans la placette-échantillon, déterminer s’ils répondent généralement aux critères ci-dessous. Seuls les arbres dont le **code d’état est 14 ou 16** peuvent obtenir cette caractéristique.

- La fibre est sèche et difficile à briser lorsqu’une éclisse de bois prélevée à la hache, d’une épaisseur d’environ 2,5 cm, est soumise à la pression moyenne des mains.
- L’écorce est absente ou se détache facilement.
- Il y a absence de couronne de matière ligneuse friable (cette friabilité couvre au moins la moitié de la circonférence).

Cependant, un arbre mort ou une partie d’arbre mort d’essence résineuse peut être rejeté de l’inventaire si au moins un défaut, continu ou discontinu, est trouvé sur plus du tiers de la longueur de l’arbre.

4.4.4.4 Essence

L’essence doit être évaluée pour tous les **arbres dont le code d’état est 10, 11, 12 ou 14** (voir la section 4.4.4.1). Il s’agit de déterminer, pour chaque arbre compris dans l’unité d’échantillonnage, le code d’essences commerciales (tableaux 27 et 28) ou non commerciales (tableau 29).

Tableau 27 Essences commerciales feuillues

Nom français	Nom scientifique	Code
Bouleau à papier (blanc)	<i>Betula papyrifera</i>	BOP
Bouleau gris (à feuilles de peuplier)	<i>Betula populifolia</i>	BOG
Bouleau jaune	<i>Betula alleghaniensis (lutea)</i>	BOJ
Caryer à fruits doux (ovale)	<i>Carya ovata</i>	CAF
Caryer cordiforme	<i>Carya cordiformis</i>	CAC
Cerisier tardif	<i>Prunus serotina</i>	CET
Chêne à gros fruits	<i>Quercus macrocarpa</i>	CHG
Chêne bicolore	<i>Quercus bicolor</i>	CHE
Chêne blanc	<i>Quercus alba</i>	CHB
Chêne rouge	<i>Quercus rubra var. borealis</i>	CHR
Érable à sucre	<i>Acer saccharum</i>	ERS
Érable argenté	<i>Acer saccharinum</i>	ERA
Érable noir	<i>Acer nigrum</i>	ERN
Érable rouge	<i>Acer rubrum</i>	ERR
Frêne d’Amérique (blanc)	<i>Fraxinus americana</i>	FRA
Frêne de Pennsylvanie (rouge)	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	FRP
Frêne noir	<i>Fraxinus nigra</i>	FRN

Tableau 27 Essences commerciales feuillues (suite)

Nom français	Nom scientifique	Code
Hêtre à grandes feuilles	<i>Fagus grandifolia</i>	HEG
Noyer cendré	<i>Juglans cinerea</i>	NOC
Noyer noir	<i>Juglans nigra</i>	NON
Orme d'Amérique	<i>Ulmus americana</i>	ORA
Orme liège (de Thomas)	<i>Ulmus thomasi</i>	ORT
Orme rouge	<i>Ulmus rubra</i>	ORR
Ostryer de Virginie	<i>Ostrya virginiana</i>	OSV
Peuplier deltoïde (à feuilles deltoïdes)	<i>Populus deltoides</i>	PED
Peuplier à grandes dents	<i>Populus grandidentata</i>	PEG
Peuplier baumier	<i>Populus balsamifera</i>	PEB
Peuplier faux-tremble	<i>Populus tremuloides</i>	PET
Peuplier hybride	<i>Populus sp.</i>	PEH
Tilleul d'Amérique	<i>Tilia americana</i>	TIL

Tableau 28 Essences commerciales résineuses

Nom français	Nom scientifique	Code
Épinette blanche	<i>Picea glauca</i>	EPB
Épinette de Norvège	<i>Picea abies</i>	EPO
Épinette noire	<i>Picea mariana</i>	EPN
Épinette rouge	<i>Picea rubens</i>	EPR
Mélèze européen	<i>Larix decidua</i>	MEU
Mélèze japonais	<i>Larix leptolepis</i>	MEJ
Mélèze laricin	<i>Larix laricina</i>	MEL
Pin blanc	<i>Pinus strobus</i>	PIB
Pin gris	<i>Pinus banksiana (divaricata)</i>	PIG
Pin rigide	<i>Pinus rigida</i>	PID
Pin rouge	<i>Pinus resinosa</i>	PIR
Pin sylvestre	<i>Pinus sylvestris</i>	PIS
Pruche de l'Est	<i>Tsuga canadensis</i>	PRU
Sapin baumier	<i>Abies balsamea</i>	SAB
Thuja occidentale	<i>Thuja occidentalis</i>	THO

Tableau 29 Essences non commerciales

Nom français	Nom scientifique	Code
Amélanchier	<i>Amelanchier</i> sp.	AME
Aulne crispé	<i>Alnus crispa</i>	AUC
Aulne rugueux	<i>Alnus rugosa</i>	AUR
Charme de Caroline	<i>Carpinus caroliniana</i>	CAR
Micocoulier occidental	<i>Celtis occidentalis</i>	CEO
Cornouiller à feuilles alternes	<i>Cornus alternifolia</i>	COA
Noisetier à long bec	<i>Corylus cornuta</i>	COC
Aubépine	<i>Crataegus</i> sp.	CRA
Érable à épis	<i>Acer spicatum</i>	ERE
Érable à Giguère	<i>Acer negundo</i>	ERG
Érable de Pennsylvanie	<i>Acer pensylvanicum</i>	ERP
Genévrier de Virginie	<i>Juniperus virginiana</i>	JUV
Pommier	<i>Malus</i> sp.	MAS
Cerisier de Pennsylvanie	<i>Prunus pensylvanica</i>	PRP
Cerisier de Virginie	<i>Prunus virginiana</i>	PRV
Sumac vinaigrier	<i>Rhus typhina</i>	RHT
Saule	<i>Salix</i> sp.	SAL
Sorbier d'Amérique	<i>Sorbus americana</i>	SOA
Sorbier des montagnes	<i>Sorbus decora</i>	SOD

Selon les guides sylvicoles et les guides des stations du MRN, il est parfois nécessaire de connaître les essences pour appliquer certains traitements. Lorsque c'est le cas, les inventaires doivent tenir compte des types d'essences suivants :

- essence à maîtriser;
- essence acceptable;
- essence à promouvoir;
- essence désirée.

4.4.4.5 Diamètre

Le diamètre de l'arbre est l'une des mesures que l'on prend le plus souvent en forêt. Il est à la base de tous les calculs de volume et d'accroissement. Le diamètre peut se prendre à différentes hauteurs sur l'arbre. Les deux hauteurs de référence les plus utilisées sont la hauteur de souche et la hauteur de poitrine (Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, 2009).

Diamètre à hauteur de souche (DHS)

Le DHS est pris au niveau où l'arbre sera abattu. Il varie donc selon la méthode et la saison d'abattage. Il est mesuré à 15 cm au-dessus du plus haut niveau du sol.

Diamètre à hauteur de poitrine (DHP)

Le DHP correspond au diamètre d'un arbre, d'**essence commerciale ou non**, mesuré à 1,30 m au-dessus du plus haut niveau du sol. Le DHP est mesuré par classe de 2 cm, ou en mm s'il s'agit d'un arbre étude, selon la méthode expliquée ci-dessous. Les classes possibles sont listées dans le tableau 30. Il existe des relations entre le DHP et les diamètres à hauteur de souche (DHS). Celles-ci sont détaillées à l'annexe F.

Tableau 30 Classes de 2 cm de DHP des arbres

DHP	Classe
9 cm < DHP ≤ 11 cm	10
11 cm < DHP ≤ 13 cm	12
13 cm < DHP ≤ 15 cm	14
15 cm < DHP ≤ 17 cm	16, etc.

Mesurage du DHP

Tous les arbres, **d'essences commerciales ou non**, dont le diamètre à 1,30 m au-dessus du plus haut niveau du sol (DHP) est supérieur à 9 cm et qui sont inclus dans l'unité d'échantillonnage doivent être mesurés et dénombrés. Cette règle s'applique aux arbres vivants sur pied, vivants renversés (chablis) ou morts sur pied. Les mesures doivent être prises sur l'écorce¹ à l'aide d'un compas forestier placé perpendiculairement à l'axe du tronc et dont la règle graduée est dirigée vers le point central d'une placette à rayon fixe (figure 44) et positionnée perpendiculairement à la visée du point central (prisme) d'une placette à rayon variable. Les arbres doivent être mesurés dans le sens horaire. Dans certains cas, élaguer l'arbre avant de le mesurer. Il est recommandé d'utiliser une scie à main ou un sécateur pour éviter d'endommager l'écorce.

1. Certains arbres morts sur pied (codes 14 et 16) peuvent ne plus avoir d'écorce au niveau du DHP.

Méthode pour déterminer l'endroit précis où mesurer le DHP (figures 44 et 45)

Se servir d'une baguette bien étalonnée de 1,30 m de longueur. Déterminer le plus haut niveau du sol à partir de la base de l'arbre; avec le pied, compacter l'humus, la mousse ou la sphaigne vivante. S'assurer que la baguette repose bien sur le point le plus haut du sol. Dans une pente, placer la baguette vers le haut de la pente. Suivre parallèlement l'axe du tronc de l'arbre avec la baguette. Une fois la hauteur du DHP déterminée, prendre la mesure avec le compas forestier.

Attention! Pour éviter de fausser la mesure du DHP des arbres à écorce inhabituellement écailleuse, enlever les parties friables à la main, placer le compas forestier et prendre la mesure telle que décrite précédemment.

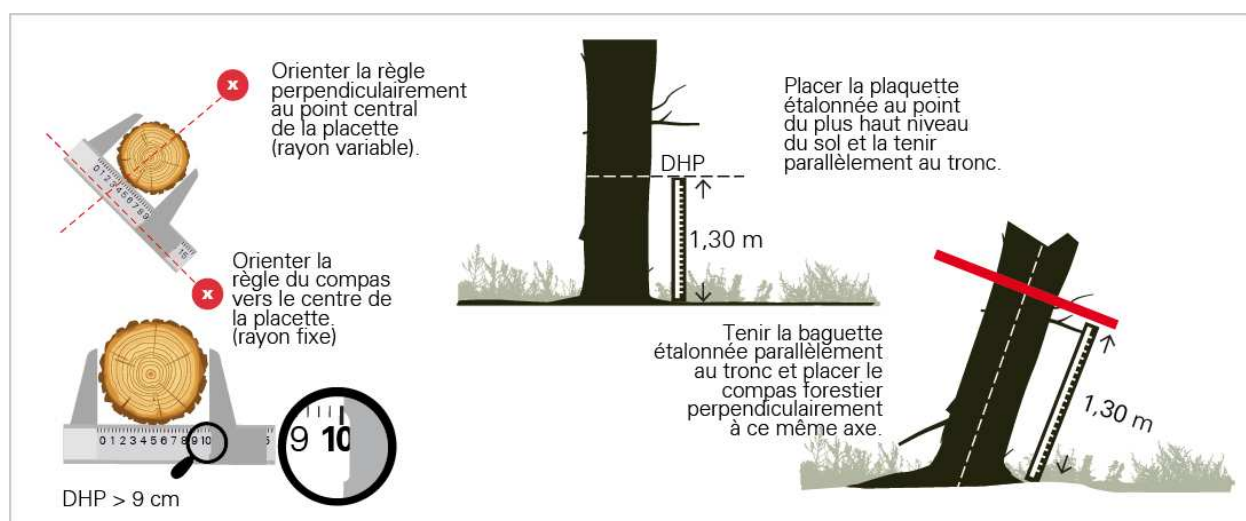


Figure 44 Méthode de mesure d'un DHP

Attention! On doit utiliser correctement le ruban forestier (figures 45 et 46) pour éviter de fausser la mesure du diamètre. Il s'agit d'abord d'enlever les parties friables de l'écorce à la main, puis de placer le ruban perpendiculairement à l'axe du tronc en tirant fermement, mais sans excès.

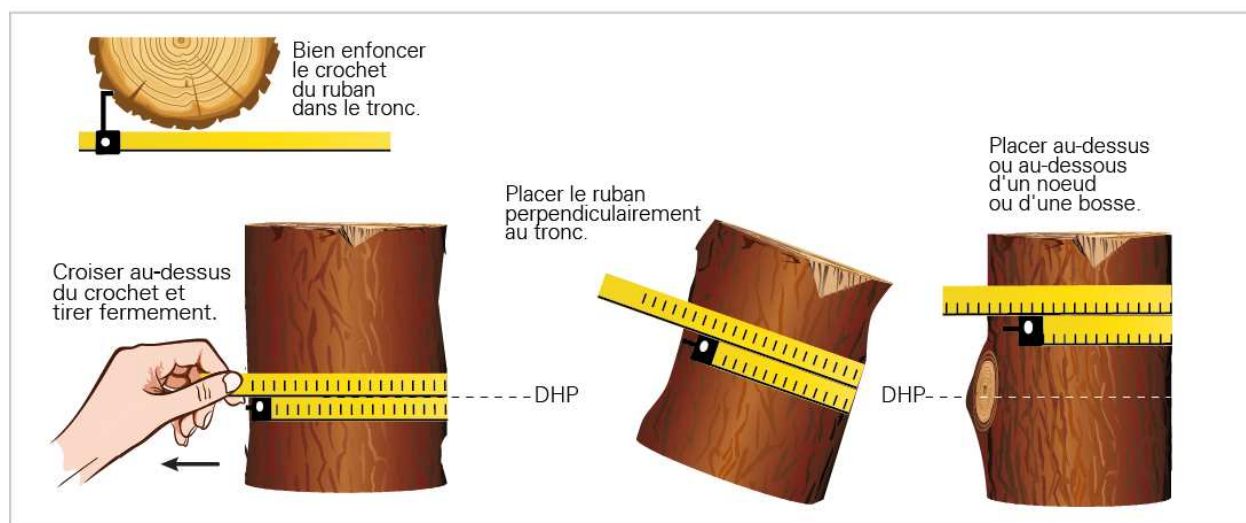


Figure 45 Utilisation du ruban forestier pour mesurer le diamètre

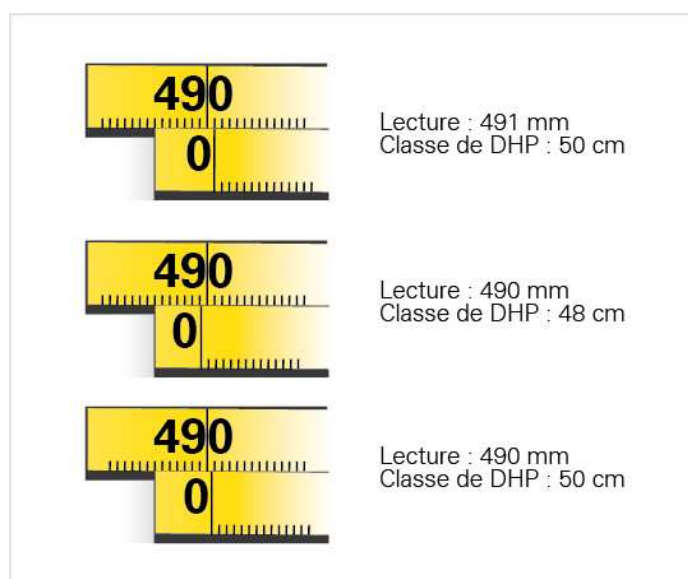


Figure 46 Lecture du ruban forestier

Cas spéciaux pour le mesurage du DHP

Il arrive parfois qu'il soit difficile de déterminer à quel endroit mesurer le DHP. Idéalement, il faut le faire à 1,30 m au-dessus du plus haut niveau du sol. Dans le cas d'un arbre qui croît sur un **obstacle**, ou dont le **tronc est déformé** par une bosse, un chancre, une blessure ou un nœud, **déterminer le DHP le plus près possible de la mesure de 1,30 m** mentionnée précédemment. Prendre la mesure en haut ou en bas du défaut selon le cas (figures 47 et 48).

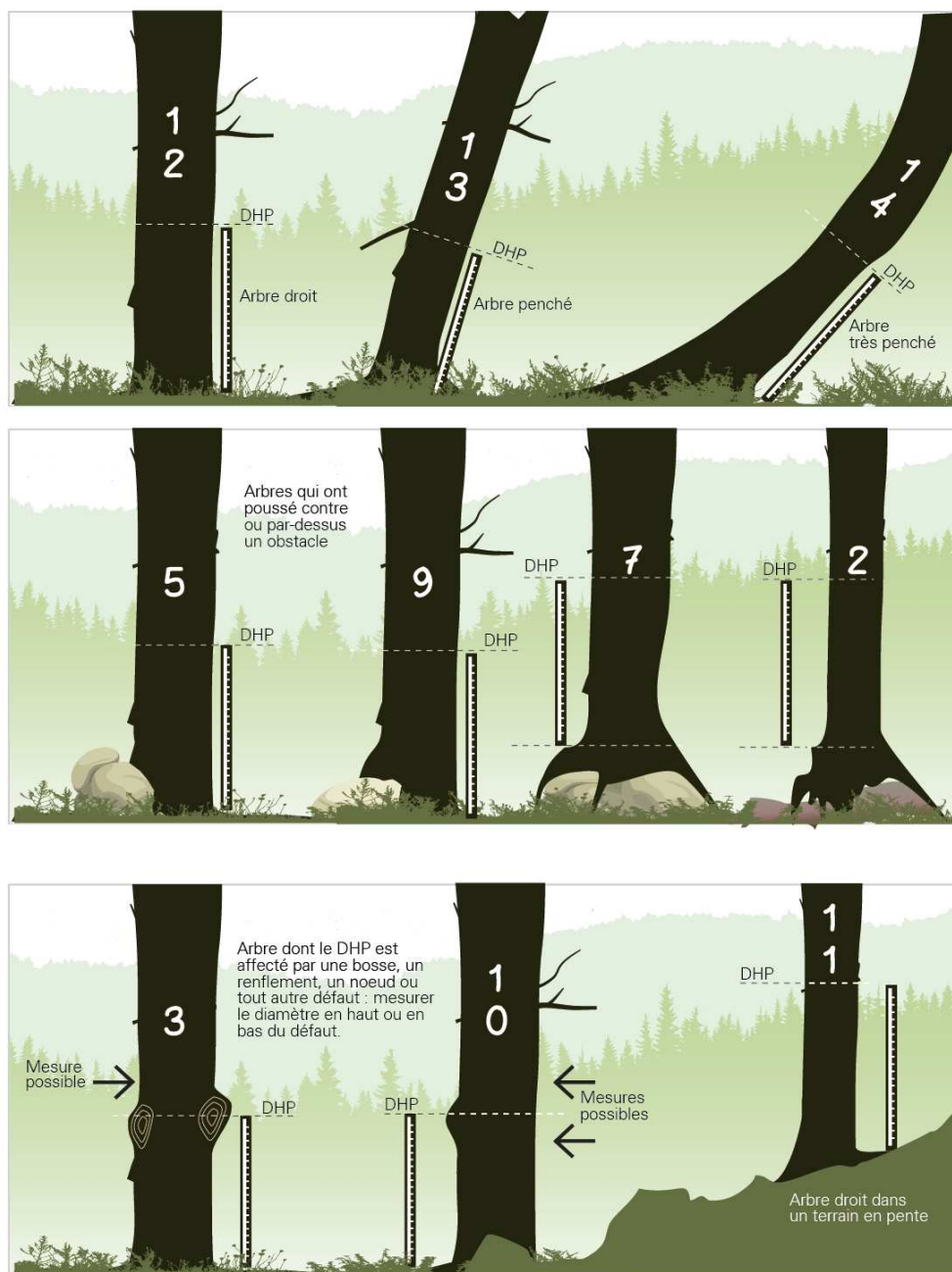


Figure 47 Endroits de mesure du DHP

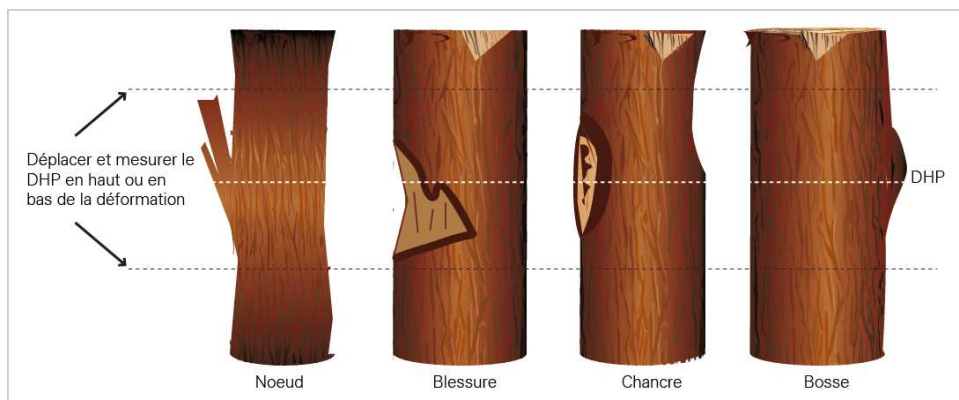


Figure 48 Déformations empêchant de mesurer le DHP à 1,30 m au dessus du plus haut niveau du sol

Il se peut aussi que l'arbre soit **fourchu** (figure 49). Dans ce cas, appliquer la règle ci-dessous. S'il est fourchu :

- à plus de 1,30 m du plus haut niveau du sol, ne mesurer qu'un seul diamètre. Si le **renflement caractéristique de la base de la fourche affecte le DHP**, prendre la mesure plus bas sur le tronc;
- à moins de 1,30 m du plus haut niveau du sol, considérer les deux parties de la fourche comme des arbres distincts, et mesurer les deux diamètres au-dessus du renflement;
- à exactement 1,30 m du plus haut niveau du sol, évaluer si l'on doit prendre le DHP en haut ou en bas de la fourche.

Attention! Lorsque l'on est en présence d'un arbre vivant ou mort qui est cassé en bas de la prise de mesure du DHP, mais dont la partie cassée a encore une empreinte avec le pied de l'arbre il ne faut pas le considérer. Il n'est pas retenu dans le dénombrement des arbres.

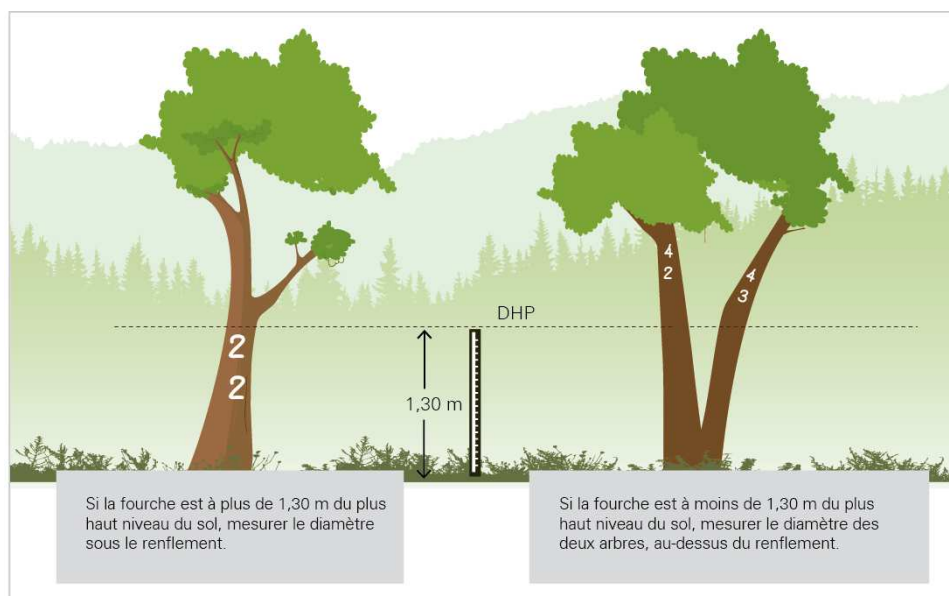


Figure 49 Mesure du DHP d'arbres fourchus

4.4.4.6 Structure diamétrale (distribution diamétrale)

La structure diamétrale est la répartition des arbres du peuplement en fonction des classes de DHP.

Mesurée

En utilisant l’outil DICA, trier les arbres par classe de DHP. Ainsi une évaluation précise de la structure diamétrale pourra être faite.

L’évaluation de la distribution des diamètres peut être faite par unité d’échantillonnage, par regroupement d’unités d’échantillonnage ou par peuplement.

Pour ce faire, on peut utiliser le triangle des structures, un diagramme qui permet d’établir le profil type de la structure diamétrale d’un peuplement selon trois catégories :

- petit bois;
- moyen bois;
- gros bois.

On peut ensuite fixer le domaine de valeur pour chacun des trois regroupements de classes en fonction de la réalité régionale.

L’utilité d’établir la structure diamétrale réside dans le fait qu’elle permet, dans certaines situations, de prendre une décision concernant la rentabilité de l’opération de récolte. Prenons l’exemple où plusieurs conditions sont réunies pour procéder à une coupe avec protection de petites tiges marchandes (CPPTM) alors que la structure diamétrale est régulière et compte une quantité considérable de bois de faible diamètre.

Dans cette situation, une CPPTM pourrait ne pas être rentable et un autre traitement devrait être envisagé.

4.4.4.7 Hauteur d’un arbre ou d’un peuplement

Mesure de la hauteur d’un arbre

La hauteur totale d’un **arbre étude** sur pied correspond à la distance verticale, mesurée à angle droit, entre le plus haut niveau du sol et l’extrémité de la plus haute branche ou brindille vivante ou morte. Elle est notée **en décimètres** (dm). Elle peut être mesurée à l’aide d’un clinomètre ou d’un hypsomètre. Pour obtenir une mesure exacte, lorsque l’on utilise un clinomètre, calculer la distance horizontale qui sépare le pied de l’arbre et l’observateur. Cette distance doit être au moins égale ou supérieure à la hauteur de l’arbre (figures 50, 51 et 52). Pour les arbres de DHP supérieur à 90 mm, inclure l’accroissement de l’année en cours (la pousse de l’année).

Attention! Lorsque l’on utilise l’hypsomètre électronique pour mesurer des hauteurs, il faut s’assurer qu’il est bien calibré et qu’il est à la température ambiante.

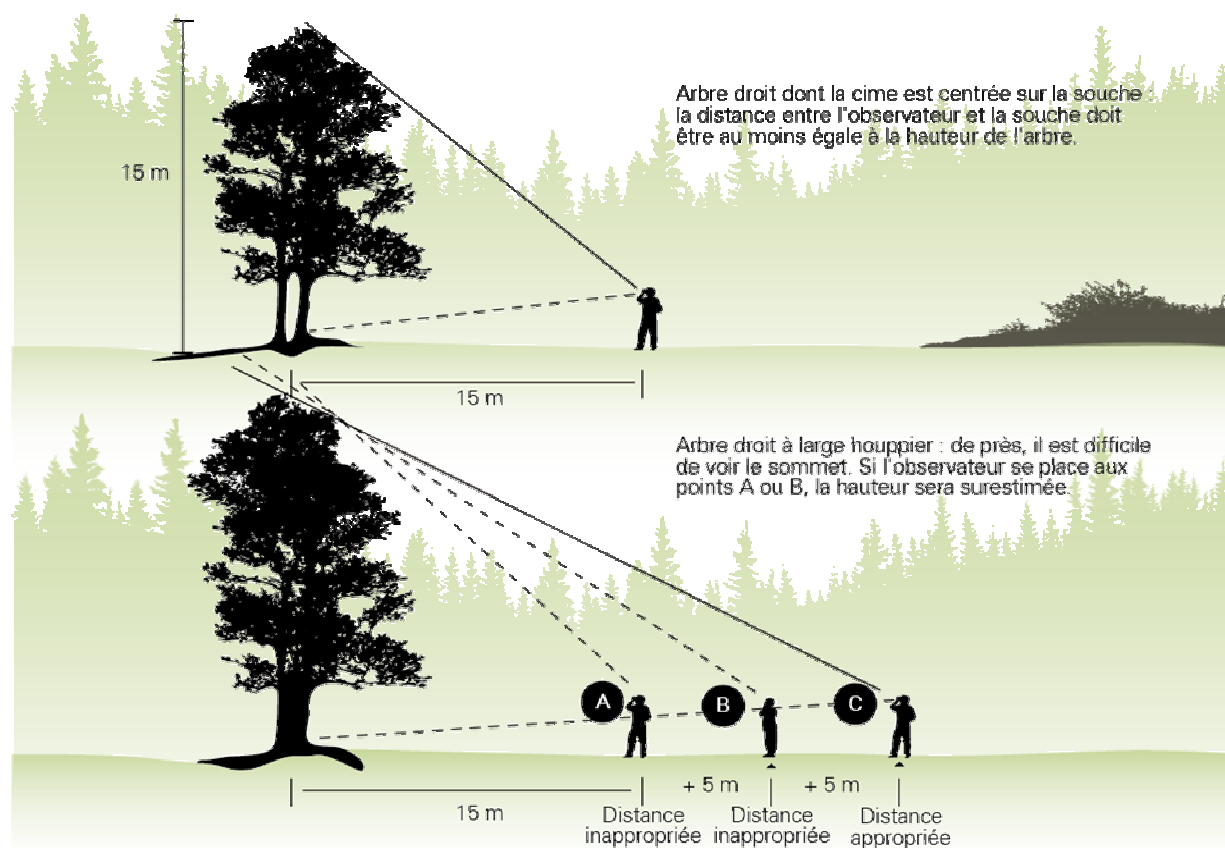


Figure 50 Hauteur de deux arbres étudiés

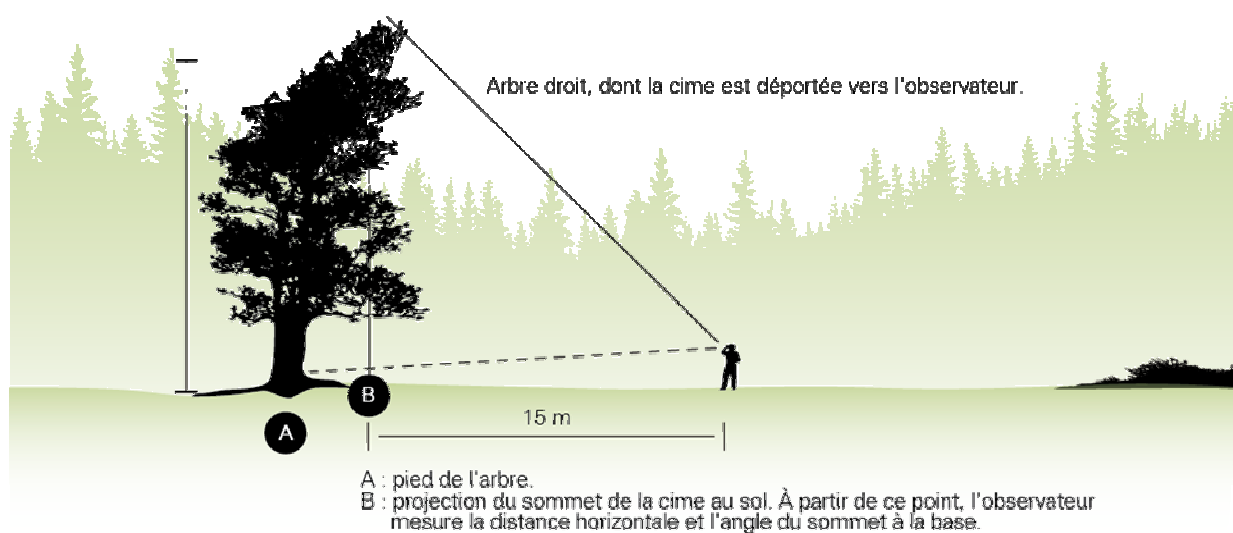


Figure 51 Hauteur d'un arbre étudié

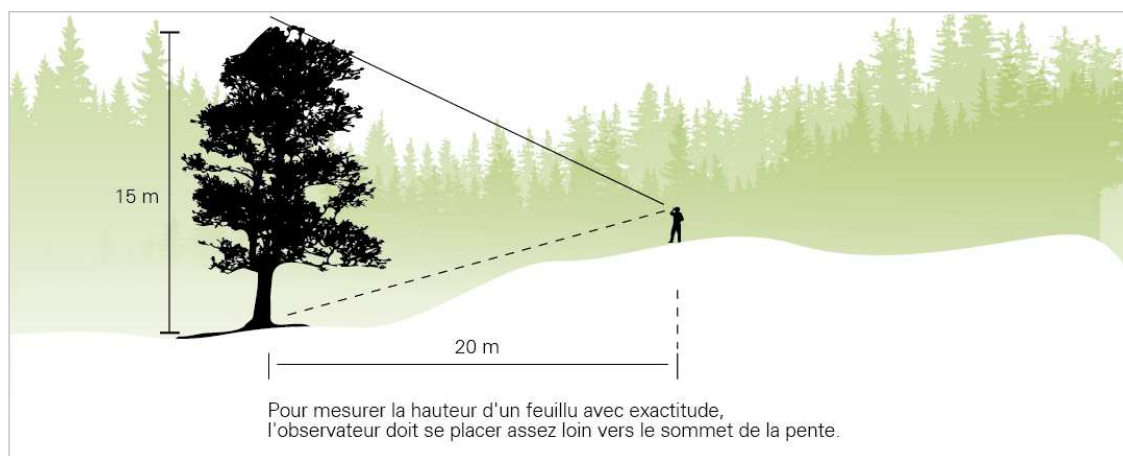


Figure 52 Autre exemple de la hauteur d'un arbre étude

Mesure de la hauteur d'un peuplement

Pour établir la classe de hauteur, on doit tenir compte de l'étagement du peuplement. Les arbres appartenant aux différents étages que l'on peut observer sont décrits dans la section 4.4.4.9. Par ailleurs, la classe de hauteur d'un peuplement de structure régulière ou irrégulière est déterminée en fonction de la hauteur moyenne de la majorité des arbres dominants et codominants qui le composent. Dans un peuplement multi-étagé, la hauteur sera celle de l'étage dans lequel les arbres occupent le plus fort pourcentage de surface terrière. Les classes de hauteur sont présentées dans le tableau 31.

Dans un peuplement multi-étagé, la classe de hauteur (au mètre près) sera déterminée selon l'étage supérieur et inférieur.

- Étage supérieur : la classe est déterminée par la hauteur moyenne de la majorité des arbres dominants et codominants qui composent l'étage.
- Étage inférieur : la classe est déterminée par la hauteur moyenne de la majorité des arbres dominants et codominants qui composent l'étage.

Tableau 31 Classes de hauteur d'un peuplement

Code	Classe de hauteur
1	Plus grande ou égale à 22 m
2	Plus grande ou égale à 17 m et plus petite que 22 m
3	Plus grande ou égale à 12 m et plus petite que 17 m
4	Plus grande ou égale à 7 m et plus petite que 12 m
5	Plus grande ou égale à 4 m et plus petite que 7 m
6	Plus grande ou égale à 2 m et plus petite que 4 m
7	Plus petite que 2 m

4.4.4.8 Âge d'un arbre ou d'un peuplement

Âge d'un arbre

On détermine l'âge de l'**arbre étude** en comptant le nombre de cernes annuels se trouvant sur la carotte extraite de celui-ci. Le calcul est fait à partir de la moelle jusqu'à l'aubier, **en excluant le cerne de l'année en cours**. La moelle est comptée ou considérée avec le premier cerne au cœur de l'arbre.

On détermine l'âge des carottes des arbres études de résineux, du bouleau à papier et des peupliers dont le DHP est supérieur à 90 mm. La carotte est extraite à l'aide d'une tarière de Pressler enfoncée perpendiculairement dans le tronc de l'arbre, à **100 cm** du plus haut niveau du sol, et ce, sur la face de l'arbre orientée vers le centre de l'unité d'échantillonnage. Les arbres études sont représentatifs du peuplement et sont conformes aux critères de sélection prédéterminés.

Pour un arbre sain, si la moelle (cœur) n'est pas atteinte du premier coup, extraire une deuxième carotte, voire une troisième. Si le cœur n'est toujours pas atteint à la troisième tentative, cesser les essais et conserver la carotte qui a été le plus près de la moelle.

Attention! Si à l'endroit où l'on sonde l'arbre étude il y a un cal, un affaissement ou toute autre déformation pouvant rendre la lecture de la carotte difficile, faire le prélèvement sur la face opposée de l'arbre.

Les carottes doivent obligatoirement avoir un diamètre de 5 mm (utiliser une tarière qui permet d'obtenir ce diamètre). Marquer d'un point de peinture jaune l'endroit retenu pour le prélèvement de la carotte. Le faire à proximité du trou de sonde pour ne pas affecter la cicatrisation de la blessure ainsi produite.

S'il est difficile de compter le nombre d'anneaux de croissance sur la carotte prélevée, retrancher une fine couche sur le dessus de la carotte, à l'aide d'une lame. La surface devrait être semblable à celle qu'on aurait obtenue en sectionnant la tige horizontalement.

Lors du sondage d'un arbre étude carié, laisser le champ « âge » vide, ajouter le mot carié dans le champ « note » et récolter les autres informations relatives à une étude d'arbre. Un arbre étude supplémentaire, **de la même essence que l'arbre étude carié**, devra être sondé, et ce, conformément aux critères de sélection prédéterminés. Si cet arbre étude supplémentaire est également carié, laisser le champ « âge » vide, ajouter le mot carié dans le champ « note » et récolter les autres informations relatives à une étude d'arbre. À la suite de ce deuxième sondage avec carie, le sylviculteur peut demander de cesser la prise d'échantillons d'âge.

Âge d'un peuplement

Généralement, l'âge d'un peuplement est déterminé lors de l'analyse cartographique. Sur le terrain, il est possible de valider cet âge ou encore de l'évaluer si l'information cartographique est absente ou désuète.

La classe d'âge (tableau 32) indique à la fois la structure du peuplement et l'âge des arbres qui le composent. L'expression de l'âge dépend de la structure du peuplement (régulière, irrégulière

ou étagée). L’âge est évalué à un mètre du plus haut niveau du sol sur les arbres du peuplement observé. Il s’agit d’une estimation visuelle qui doit être confirmée par l’âge évalué d’après les carottes des arbres étudiés. On doit considérer l’âge de l’essence (ou des essences) qui occupe la portion dominante de la surface terrière dans le peuplement étudié.

Tableau 32 Classes d’âge selon la structure des peuplements

Structure du peuplement	Classe d’âge					
	De 0 à 20 ans	De 21 à 40 ans	De 41 à 60 ans	De 61 à 80 ans	De 81 à 100 ans	101 ans et plus
Régulière équiennne	10	30	50	70	90	120
	Jeune peuplement (≤ 80 ans)				Vieux peuplement (> 80 ans)	
Régulière inéquienne	Jin				Vin	
Irrégulière	Jir				Vir	
Étagée	1010	--	--	--	--	--
	1030	3010	3030	--	5050	--
	1050	5010	3050	5030	5070	7050
	1070	7010	3070	7030	5090	9050
	1090	9010	3090	9030	50120	12050
	10120	12010	30120	12030	--	--

Les arbres retenus pour évaluer l’âge d’un peuplement de structure régulière ou irrégulière sont choisis en fonction de la classe de hauteur du peuplement :

- ≥ 7 m de hauteur : arbres dominants et codominants;
- < 7 m de hauteur : arbres formant le peuplement d’avenir.

Les arbres retenus pour évaluer l’âge d’un peuplement de structure étagée sont choisis indépendamment de la classe de hauteur de chacun de ses deux étages (supérieur et inférieur) déterminée sur le terrain.

- Étage supérieur : ≥ 7 m de hauteur : arbres dominants et codominants;
 < 7 m de hauteur : arbres qui forment le peuplement d’avenir.
- Étage inférieur : en présence d’une structure étagée, noter les deux classes d’âge.

Peuplement équiennne de structure régulière

Un peuplement est équiennne et de structure régulière lorsque la majeure partie de sa surface terrière est constituée d’arbres appartenant aux étages des dominants et des codominants, et que ceux-ci forment une seule classe d’âge (en excluant les vétérans, s’ils ne constituent pas 25 % du couvert).

Peuplement inéquienne de structure régulière

Un peuplement de 7 m ou plus de hauteur est inéquienne et de structure régulière lorsque la majeure partie de sa surface terrière est constituée d’arbres appartenant aux étages des

dominants et des codominants et que ceux-ci sont répartis dans au moins trois classes d'âge. On distingue les jeunes et les vieux peuplements inéquiennes.

Les jeunes peuplements inéquiennes (Jin) de structure régulière sont âgés de 80 ans ou moins. Ils sont composés d'arbres de tous les âges; les plus vieux ayant 80 ans (à l'exception des vétérans, s'ils constituent moins de 25 % du couvert).

Les vieux peuplements inéquiennes (Vin) de structure régulière sont âgés de plus de 80 ans. Ils sont composés d'arbres de tous les âges; les plus vieux ayant plus de 80 ans (à l'exception des vétérans, s'ils constituent moins de 25 % du couvert).

Peuplement de structure irrégulière

Un peuplement de structure irrégulière est un peuplement biétagé ou multi-étagé, dont les arbres sont habituellement répartis dans deux à quatre classes d'âge, et possédant une structure diamétrale déséquilibrée.

Les jeunes peuplements de structure irrégulière (Jir) sont âgés de 80 ans ou moins. Ils sont composés d'arbres de tous les âges; les plus vieux ayant 80 ans, à l'exception des vétérans.

Les vieux peuplements de structure irrégulière (Vir) sont âgés de plus de 80 ans. Ils sont composés d'arbres de plusieurs classes d'âge; les plus vieux ayant plus de 80 ans, à l'exception des vétérans.

Peuplement de structure étagée

Un peuplement est de structure étagée lorsque les arbres qui le composent forment deux strates (étages) distinctes dont la hauteur moyenne diffère d'au moins 5 m et que chaque strate représente au moins 25 % du couvert. Lorsqu'un peuplement est étagé, on doit indiquer la classe d'âge des arbres composant chaque strate (supérieure et inférieure). La classe d'âge est alors formée de deux classes d'âge, en commençant par la strate dont la surface terrière est la plus importante. Ces deux classes d'âge peuvent être identiques (ex. : 5050), consécutives (ex. : 5070) ou non consécutives (ex. : 5090). On doit considérer la surface terrière totale de l'ensemble de la station (25 m de rayon) et non celle de chaque strate. Il faut porter un jugement équitable pour chaque essence constituant le peuplement. Ainsi, si l'on a estimé qu'un peuplement est étagé, c'est que les deux strates couvrent chacune 25 % et plus du couvert. Ce peuplement sera alors nommé en fonction de la strate dont la surface terrière est la plus importante.

4.4.4.9 Étage de l'arbre

L'étage de l'arbre indique son rang hiérarchique dans un peuplement. On détermine l'étage (figure 53) de tous les **arbres vivants sur pied** (codes d'état 10 et 11), **d'essences commerciales ou non**, compris dans la placette-échantillon en évaluant la place occupée par leur cime par rapport à tous les autres arbres du peuplement observé.

Lorsque l'on doit attribuer un code d'étage à un arbre défolié, se baser sur la hauteur de la cime vivante pour le déterminer. Le reste de l'arbre n'est pas considéré.

L'étage de l'arbre, ou le stade de développement pour le vétéran, est indiqué par les lettres « V », « D », « C », « I » et « O ».



Figure 53 Étages d'arbres vivants sur pied d'essences commerciales

Vétéran – Code V (stade de développement)

Le vétéran se définit comme étant un survivant d'un peuplement disparu (peuplement précédent), dont l'allure suggère un âge nettement supérieur à celui du peuplement dans lequel il se trouve. C'est un arbre de dimension commerciale qui est resté sur pied après une perturbation ou une intervention d'origine.

Voici des **indices** pour reconnaître un vétéran : la hauteur de l'arbre ou son diamètre est (en général) supérieur à la hauteur ou au diamètre des arbres qui l'entourent. Étant donné que l'**âge** est le seul critère pouvant **confirmer** qu'un arbre est un vétéran, il faut s'efforcer de déterminer s'il est bien rendu à ce stade de développement en faisant plusieurs recoupements.

Ne pas considérer les arbres ayant une densité supérieure ou égale à 25 % comme des vétérans. En réalité, ils appartiennent au peuplement observé (comme arbres dominants, codominants, etc.).

Les arbres vétérans doivent être exclus des études d'arbres représentatifs, c'est pourquoi il est important de bien les analyser avant de faire un choix.

Attention! Dans une placette-échantillon, lorsqu'il y a un chevauchement de stations entre un peuplement issu d'une perturbation d'origine ou d'une intervention d'origine occupant plus de 50 % de la placette-échantillon et un peuplement ayant une hauteur supérieure ou égale à 7 m, les arbres sur pied et vivants de ce dernier croissant à l'intérieur de la placette-échantillon doivent être considérés comme des arbres vétérans, même s'ils font partie d'étages dominants, codominants, ou autres du peuplement voisin. Ainsi, on évitera de sélectionner ces arbres comme arbres études.

Dominant – Code D

Arbre dont la hauteur **dépasse visiblement** l'espace occupé par les codominants. Sa cime s'étend par-dessus l'étage général du couvert principal. Habituellement, il y en a peu (figure 53). Les vétérans sont exclus de cette classe.

Codominant – Code C

Arbre qui occupe l'espace où se situe généralement la majorité des hauteurs d'arbres d'un peuplement, soit approximativement supérieur aux deux tiers de la hauteur des dominants (figure 53). Sa cime contribue à former le **niveau général du couvert du peuplement**.

Intermédiaire – Code I

Arbre qui occupe **l'espace médian** de la majorité des hauteurs d'arbres d'un peuplement, soit approximativement entre la moitié et les deux tiers de la hauteur des dominants. Sa cime s'étend dans la partie inférieure du couvert.

Opprimé – Code O

Arbre qui occupe **l'espace sous-jacent** de la majorité des arbres d'un peuplement, soit approximativement plus bas que la moitié de la hauteur des dominants (figure 54). Sa cime est entièrement en dessous du niveau général du couvert.

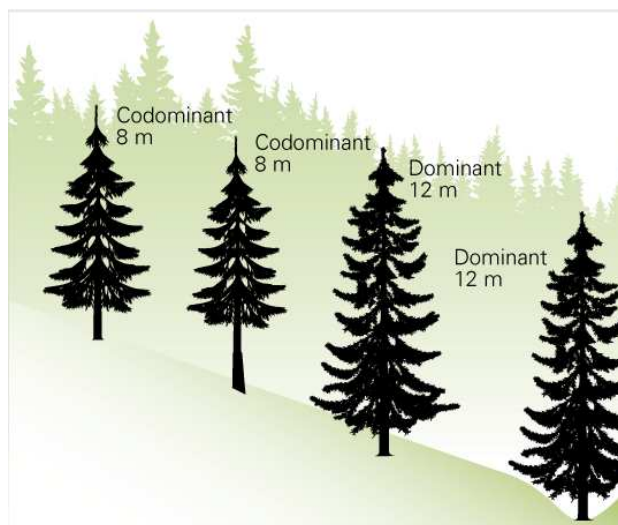


Figure 54 Arbres dominants et codominants

Attention! Dans un peuplement de structure étagée, les arbres de la strate inférieure font partie de l'étage des intermédiaires ou de l'étage des opprimés.

4.4.4.10 Structure verticale (étagement)

La structure verticale est la façon dont les arbres sont répartis verticalement, les uns par rapport aux autres, dans un peuplement.

L'évaluation de la structure verticale du peuplement donne un bon indice de l'ouverture et de l'âge d'un peuplement. La méthode consiste à évaluer visuellement la structure verticale de la végétation et à déterminer à quelle classe d'étagement elle correspond. L'étagement est l'organisation d'un peuplement dans le plan vertical, selon la position sociale des arbres. Les classes d'étagement d'un peuplement se répartissent ainsi :

- **monoétagé** : peuplement comportant un seul étage de végétation;
- **biétagé** : peuplement comportant deux étages de végétation, dont habituellement un étage supérieur et un étage opprimé;
- **multi-étagé** : peuplement comportant plusieurs étages de végétation, comme un étage supérieur, un étage intermédiaire et un étage opprimé.

Les classes d'étagement de la végétation dans un peuplement sont illustrées à la figure 55.

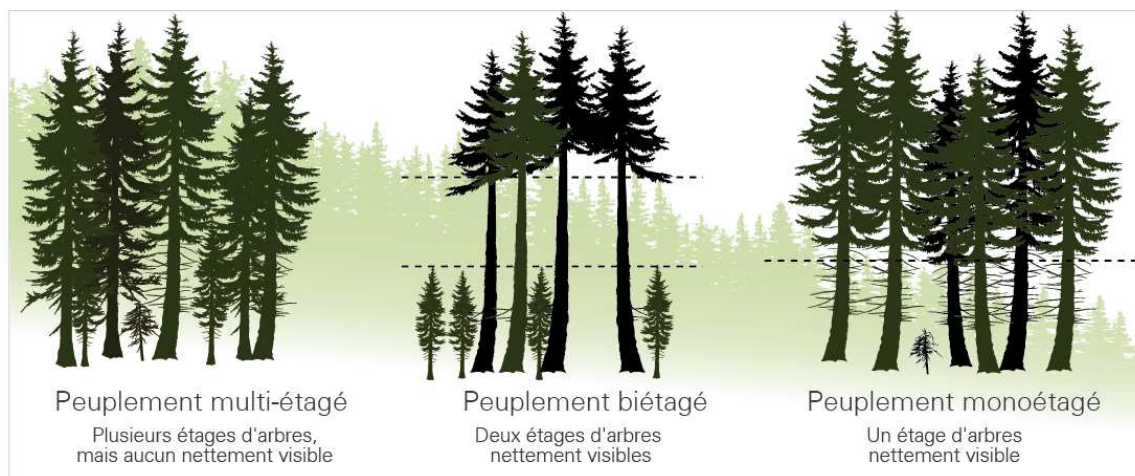


Figure 55 Classes d'étagement de la végétation

4.4.4.11 Classe de vigueur de l'arbre (M, S, C et R)

Déterminer la classe de vigueur (priorité de récolte) de tous les **arbres vivants sur pied** (codes d'état 10, 11 et 12), **d'essences commerciales**, compris dans la placette-échantillon (tableau 33). Utiliser la méthode de classification des arbres « MSCR » décrite dans le document *Défauts et indices de la carie des arbres – Guide d'interprétation – 2^e édition* (Boulet, 2007).

Tableau 33 Classes de vigueur de l'arbre

Classe	Diagnostic
M	Tige très défectueuse, qui risque de se renverser, de se rompre ou de mourir sur pied avant la prochaine récolte.
S	Tige défectueuse, dont le volume marchand risque de diminuer (carie), mais dont la survie n'est pas compromise avant la prochaine récolte.
C	Tige peu défectueuse (coloration de cœur ou carie latente), dont le volume marchand ne risque pas de se dégrader et qui peut être conservée jusqu'à la prochaine récolte.
R	Tige saine, idéalement marquée pour rester, qui constitue un capital forestier de premier choix.

Code de défaut

Déterminer le code de défaut MSCR de tous les **arbres vivants sur pied** (codes d'état 10, 11 et 12), **d'essences commerciales**, compris dans la placette-échantillon selon la classification de Boulet (2007).

La méthode à utiliser est la suivante :

- Déterminer d'abord le défaut le plus grave sur un arbre selon l'ordre de présentation des catégories.
- Les défauts qui affectent grandement les arbres et qui risquent de les faire mourir (classe M) ont la priorité sur ceux des classes S (destiné à survivre), C (à conserver) et R (à garder en réserve). Si le diagnostic initial correspond au code S, C ou R, suivre le cheminement diagnostique afin de vérifier qu'aucun défaut n'est plus aggravant, dans l'une ou l'autre des catégories subséquentes, que la réponse initiale.
- Si l'arbre présente deux défauts affichant la même classe de priorité, et si le sylviculteur détermine de façon automatique les arbres refuges (à valeur faunique), seul le défaut ayant cette caractéristique est retenu pour classer l'arbre.
- Si l'arbre présente deux défauts de la même catégorie, affichant la même classe de priorité, seul le défaut le plus bas sur l'arbre est retenu pour le classer.

Le document de Boulet (2007) donne plus de détails sur les défauts (définition et regroupement par catégorie).

4.4.4.12 Blessures aux arbres résiduels

On considère qu'un arbre a été blessé lors des opérations de récolte lorsqu'il présente les anomalies suivantes :

- arbre incliné à plus de 60 % (30°) par rapport à la verticale;
- arbre cassé ou coupé (excluant la flèche terminale);
- arbre ayant perdu plus de 33 % de ses branches (arrachées ou cassées) (figure 56);
- arbre avec une blessure au tronc couvrant plus de 50 % de sa circonférence;
- arbre avec une blessure au tronc couvrant de 25 à 50 % de sa circonférence et avec une cime vivante inférieure ou égale à 66 % de sa hauteur (figure 56).

Lorsqu'un arbre présente plus d'une blessure, qui individuellement et à première vue ne le déclasserait pas, l'observateur doit décider si l'arbre a la capacité de réagir favorablement au traitement.

On trouve à l'annexe G une précision concernant la longueur des blessures affectant la tige principale.

Les arbres endommagés sont classés (en %, voir le chapitre 5) par type de blessures et la cause des blessures (opérations de récolte ou cause naturelle) est notée. Cette caractérisation des arbres a été mise au point à partir de données issues de la littérature. Elle permet d'estimer l'état à long terme du peuplement résiduel en fonction de l'évolution des connaissances acquises, notamment par la mesure des effets réels des traitements sylvicoles.

Des méthodes d'évaluation et de suivi des traitements de la famille des CPPTM (Pouliot, Leblanc et Méthot, 2011) et des coupes partielles avec sélections rapprochées (Pouliot, 2009) ont été développées. De l'information concernant les blessures et la façon de les calculer est également disponible.

Pour les feuillus, vous trouverez, dans les tableaux 34 et 35, les principaux déclassements de vigueur des arbres en fonction des différents types de blessures causées lors des opérations de récolte.

Tableau 34 Effets appréhendés des blessures infligées aux feuillus à la suite d'une coupe

Siège de la blessure d'exploitation	Vigueur avant la coupe	Code MSCR associé et projeté	Déclassement	Déclassement si la coupe se fait d'avril à juillet inclusivement
Arbre renversé, encroué ou déraciné lors des opérations de récolte				
Tous les feuillus	S C R	DB03X → Disparu	M	M
Branche primaire arrachée avec blessure > 1 face sur la tige principale				
Tous les feuillus	S C R	DB20X → DB20A	S	M
Branche primaire arrachée avec blessure ≤ 1 face sur la tige principale				
Bop, Err, Heg et Peu	S C R	DB21E → DB21A	S	M
Arbre cassé sous le houppier				
Tige principale unique	S C R	DB02A → Disparu	M	M
Tiges principales multiples dont l'une est cassée ou arrachée	S C R	DB02X	S	M
Bris de branches secondaires (50 à 75 %) de la cime vivante d'origine				
Bop, Err, Heg et Peu	S C R	HP06E → HP06A	M	M
Autres feuillus	S C R	HP05X	S C	M S
Bris de branches secondaires > 75 % de la cime vivante d'origine				
Tous les feuillus	S C R	HP07X → Disparu	M	M
Cime (tête) cassée > 20 cm au-dessus de la zone d'embranchement des charpentières				
Tous les feuillus	S C R	HP11X	S C	M S
Blessure à la tige principale (aubier exposé) ≤ 1 face, d'une longueur > 30 cm et qui ne touche pas le pied				
Bop, Err, Heg et Peu	S C R	FE06E DB05X → ou DB05A	S	M
Autres feuillus	S C R	DB05X → FE06X	S C	M S
Blessure à la tige principale (aubier exposé) sur > 1 face et qui ne touche habituellement pas le pied				
Tous les feuillus	S C R	DB07X → DB07A	M S	M M
Présence de blessure au pied (aubier exposé) des arbres avec cicatrice ≤ 60 cm de longueur				
1 face ou moins, Bop, Err, Heg et Peu	S C R	PR01E	S	M
> 1 face, Bop, Err, Heg et Peu	S C R	PR04E → PR03E	M	M
> 1 face, autres feuillus	S C R	PR04X → PR03X	S C	M S
Présence de blessure au pied (aubier exposé) des arbres avec cicatrice > 60 cm de longueur				
1 ou 2 faces, toutes les essences	S C R	PR04 → PR03A	M	M
Une racine principale à moitié (fibres du bois éclatées) ou totalement cassée, sinon racines secondaires totalement cassées sur > 1 face et ≤ 2 faces				
Tous les feuillus	S C R	PR07X	S C	M S
≥ 2 racines principales à moitié (fibres du bois éclatées) ou totalement cassées, sinon racines secondaires totalement cassées ≥ 2 faces				
Bop, Err, Heg et Peu	S C R	PR07E → Disparu	M	M
Autres feuillus	S C R	PR07A	S	M

Tableau 35 Effets appréhendés des blessures infligées aux résineux à la suite d'une coupe

Siège de la blessure d'exploitation	Vigueur avant la coupe	Code MSCR associé et projeté	Déclassement
Arbre renversé, encroué ou déraciné lors des opérations de récolte			
Tous les résineux	S C R	DB31X → Disparu	M
Blessure dans le houppier			
Tête cassée ≤ 10 cm de diamètre à la base (tous les résineux sauf Pib et Pir)	S C R	DB33X	S C
Tête cassée > 10 cm de diamètre à la base (tous les résineux sauf Pib et Pir)	S C R	DB34X → DB32X	M
Tête cassée > 20 cm de diamètre à la base (Pib et Pir dominants)	S C R	DB34E	S C
Tête cassée > 20 cm de diamètre à la base (Pib et Pir codominants, intermédiaires ou opprimés)	S C R	DB34A → DB32X	M
Bris de branches > 75 % de la cime vivante d'origine			
Sab, Tho, Pru, Mel, Pig	S C R	HP34E → Disparu	M
Pib, Pir	S C R	HP33A → DB32X	M
Arbre cassé sous le houppier (résineux à tige simple)	S C R	DB32X → Disparu	M
Arbre cassé sous le houppier (résineux à tiges multiples dont l'une est cassée)	S C R	DB42X	S
Présence de blessure à la tige principale (aubier exposé)			
Sab, Tho, Pru	S C R	DB35X → DB35E	M
Autres résineux	S C R	DB35X → DB35A	S
Présence de blessure au pied (aubier exposé)			
Sab, Tho, Pru	S C R	PR31A → PR30E	M
Mel, EP, Pig	S C R	PR31X	S C
Blessure aux racines (fibres de bois éclatées)			
Sab :	S		
- 1 racine principale ou plus à moitié ou totalement cassée sinon,	C	PR32E → Disparu	M
- racines secondaires totalement cassées > 1 face	R		
Tous les résineux sauf Sab :	S		S
- 1 racine principale ou plus à moitié ou totalement cassée sinon,	C	PR32X	C
- racines secondaires totalement cassées > 1 face sans dépasser 2 faces	R		
Tous les résineux :	S		
- 2 racines principales ou plus à moitié ou totalement cassées sinon,	C	PR32A → Disparu	M
- racines secondaires totalement cassées > 2 faces et plus	R		

N. B. PIB et PIR : seules les blessures dont la largeur est inférieure ou égale au rayon de la tige (DHP) et la hauteur est inférieure ou égale au diamètre de la tige (DHP) sont tolérées (pied et tronc). Autres résineux : seules les petites blessures de moins de 50 cm² sont tolérées (pied et tronc).

4.4.4.13 Fréquence, distribution, proportion ou degré de couverture (projection horizontale des houppiers d'un peuplement)

Le taux de cime vivante correspond au pourcentage de la hauteur totale de l'arbre (Ht) portant des branches vivantes (Hv) sur un arbre vivant (codes d'état 10, 11 et 12). Ce pourcentage ($Hv/Ht \times 100$) est estimé de façon visuelle en excluant les branches isolées ou les très petites branches dans le bas de l'arbre.

Cette mesure doit être prise entre deux points, soit le sommet de la cime vivante et l'endroit, sur le tronc, où les branches vivantes les plus basses se rattachent (figures 56 et 57).

La proportion de cime vivante est exprimée en pourcentage par rapport à la hauteur totale de l'arbre et est évaluée selon les classes du tableau 36.

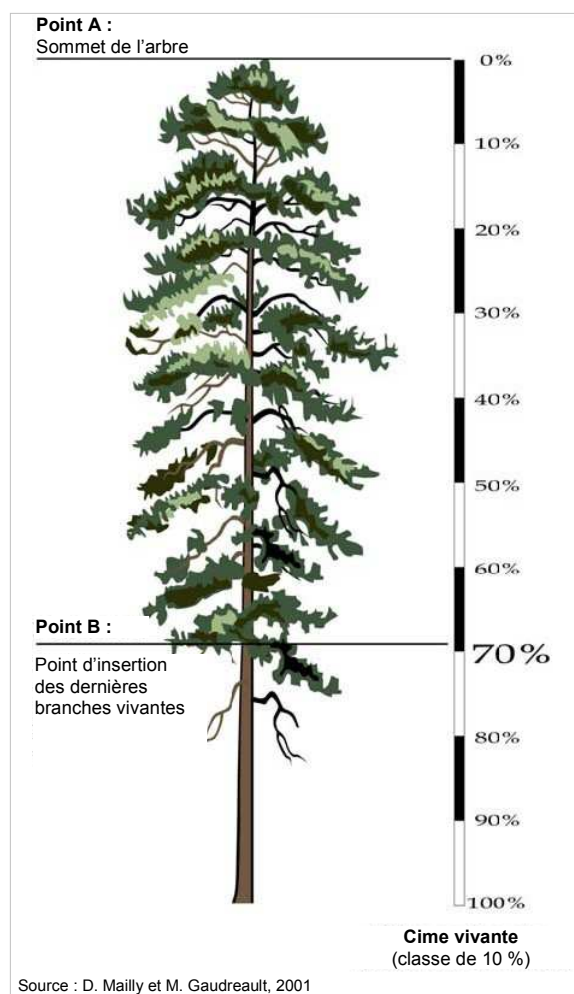


Figure 56 Hauteur totale d'un arbre portant des branches vivantes

Tableau 36 Classes de taux de cime vivante des résineux

Classe	Taux
0-25	De 0 à 25 % inclusivement
25-35	De 26 à 35 % inclusivement
35-50	De 36 à 50 % inclusivement
50-75	De 51 à 75 % inclusivement
75-100	De 75 à 100 % inclusivement

On doit toutefois prendre garde à certaines situations particulières où la proportion de cime risque d'être mal évaluée. Ces cas sont illustrés à la figure 57.

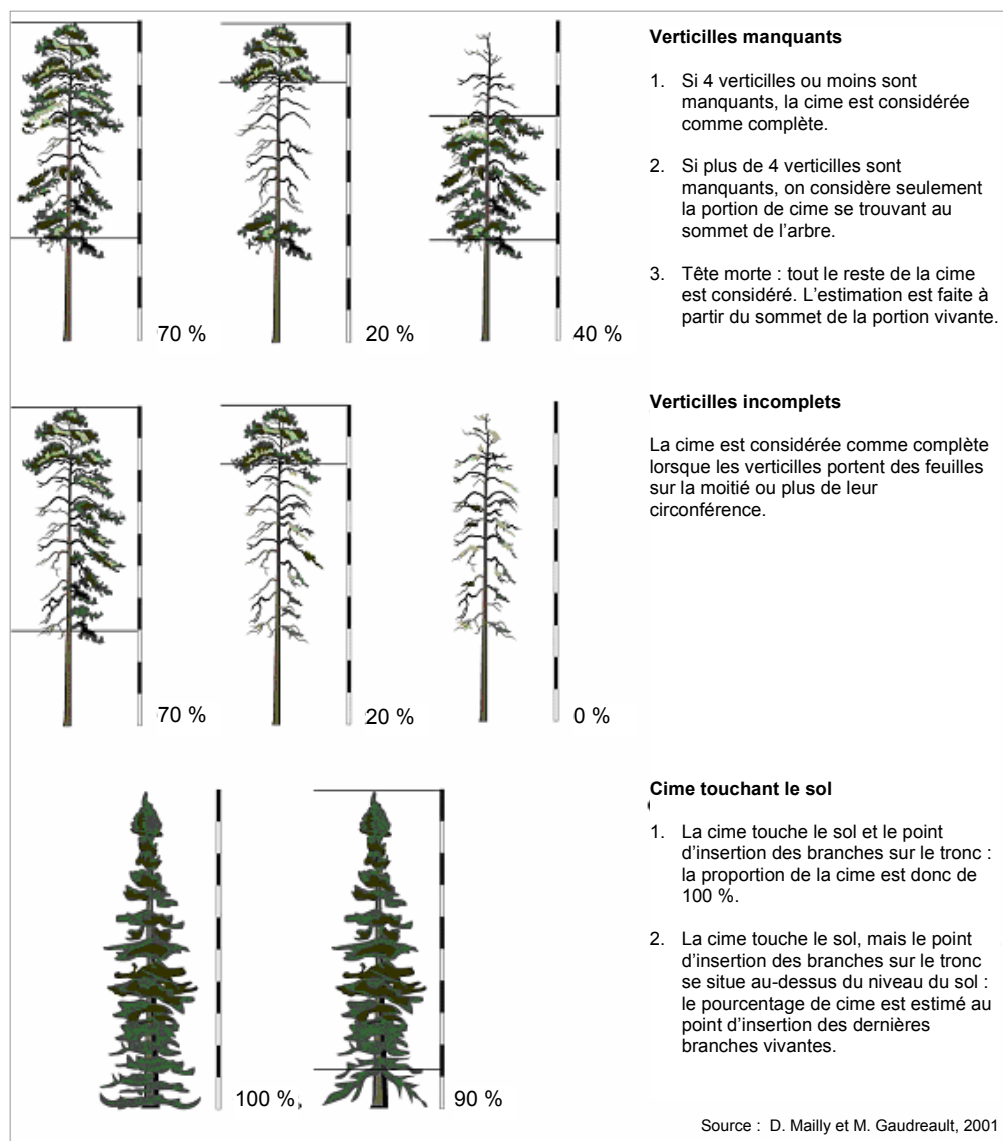


Figure 57 Situations particulières d'évaluation du taux de cime vivante

4.4.4.14 Taux de cime morte des feuillus

Le taux de cime morte (TCM) est un indice de vigueur apparente correspondant au pourcentage du volume de feuillage mourant, mort ou disparu sur un arbre vivant (codes d'état 10, 11 et 12). Le taux de cime morte est évalué de façon visuelle en tenant compte des ramilles et des branches adventives qui ont poussé depuis l'événement (verglas, dépérissement, etc.) selon les classes du tableau 37.

Tableau 37 Classes de taux de cime morte des feuillus

Classe	Taux
0-10	0 à 10 % inclusivement
11-25	De 11 à 25 % inclusivement
26-50	De 26 à 50 % inclusivement
51-75	De 51 à 75 % inclusivement
76-100	De 76 à 100 % inclusivement

La figure 58 présente des exemples de défoliation selon les classes du tableau 37.

**Figure 58** Exemples de défoliation d'arbres feuillus (% de cime morte)

4.4.4.15 Classe de qualité de la bille de pied

La classe de qualité est une classification des arbres permettant de classer les feuillus vivants sur pied en fonction de leur potentiel de production de bois de sciage. Elle comporte quatre classes distinctes (A, B, C et D) définies selon le diamètre de l'arbre, le rendement en débits clairs de la face de classification et le pourcentage de réduction volumétrique acceptable (figure 59).

Déterminer la classe de qualité pour chaque **arbre vivant sur pied** (codes d'état 10 et 11), **d'essence feuillue commerciale**, dont le DHP est supérieur ou égal à la classe de 24 cm. Les quatre classes de qualité possibles sont : A, B, C et D.

La classe de qualité B n'est admissible que pour les classes de DHP supérieures ou égales à 34 cm, et la classe de qualité A n'est admissible que pour les classes de DHP supérieures ou égales à 40 cm.

Évaluer la classe de qualité à l'aide du document intitulé *Classification des tiges d'essences feuillues – Normes techniques – Édition 2013* (Ministère des Ressources naturelles, 2013h).

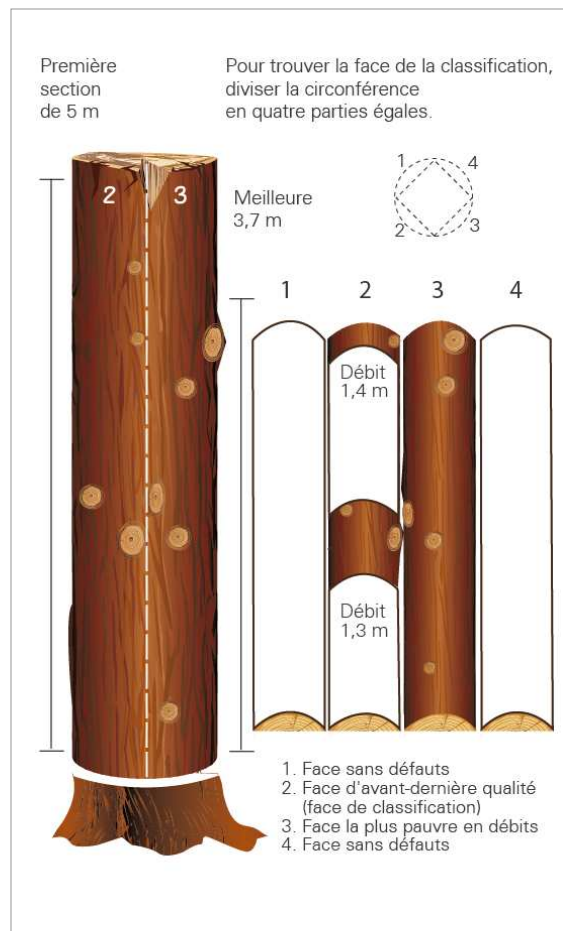


Figure 59 Détermination de la face à classer

4.4.4.16 Utilisation des arbres

La classe d'utilisation vise à déterminer le potentiel d'usinage des arbres. Elle est déterminée pour chaque **arbre vivant ou mort** (codes d'état 10, 11, 12, 14 et 16), **d'essences résineuses ou feuillues commerciales**, dont le DHP est supérieur 9 cm. Les classes d'utilisation sont présentées au tableau 38.

Tableau 38 Classes et codes d'utilisation des arbres

Classe d'utilisation	Code
Bois d'œuvre	O
Bois d'œuvre de qualité supérieure	O+
Trituration (pâte)	P

Tige feuillue ou de grands pins contenant une bille de bois d'œuvre. Bille d'une longueur minimale de 2,50 m, ayant un diamètre minimal au fin bout correspondant à celui spécifié dans le permis d'intervention, située n'importe où dans l'arbre. La longueur minimale des débits clairs est de 60 cm, avec un maximum de réduction de 50 % évalué sur la face de classification d'avant-dernière qualité.

Tige feuillue ou de grands pins contenant une bille de bois d'œuvre de qualité supérieure. Bille d'une longueur minimale de 2,50 m, ayant un diamètre minimal au fin bout correspondant à celui spécifié dans le permis d'intervention, située n'importe où dans l'arbre. La longueur minimale des débits clairs est de 1 m, avec un maximum de réduction de 10 % évalué sur la face de classification d'avant-dernière qualité.

Tige résineuse contenant une bille de bois d'œuvre. Tige dont les caractéristiques lui permettent d'être apte au sciage ou au déroulage.

Tige contenant uniquement du bois de trituration (pâte). Tige ne répondant pas aux définitions de bille de bois d'œuvre mentionnées précédemment.

Pour évaluer la classe de qualité, consulter le document intitulé *Classification des tiges d'essences feuillues – Normes techniques – Édition 2013* (Ministère des Ressources naturelles, 2013h).

Consulter ce même document pour évaluer les débits clairs et les réductions.

CHAPITRE 5

Critères forestiers



Photo : Sébastien Méthot

5.1 Définition

Dans ce guide d’inventaire et d’échantillonnage, le critère forestier se définit comme une variable quantitative ou qualitative calculée ou obtenue à partir de caractéristiques forestières ou d’indicateurs. Quant à la caractéristique forestière, elle est estimée ou directement mesurée. Par exemple, le volume est un critère forestier calculé à partir de deux caractéristiques forestières : le DHP et la hauteur.

Les sections suivantes présentent les différents critères forestiers utilisés pour les besoins de l’inventaire forestier. Plusieurs de ces critères ont été regroupés au sein de familles puisqu’ils peuvent être présentés sous forme de moyenne. La section 5.2 présente tous ces critères forestiers sans en faire une énumération exhaustive.

5.2 Moyenne

La moyenne est une mesure statistique qui caractérise les éléments d’un ensemble de quantités. Elle exprime la grandeur qu’aurait chacun des membres de l’ensemble s’ils étaient tous identiques, sans que cela change la dimension globale de l’ensemble¹. Tous les critères forestiers (numériques) peuvent être exprimés avec une moyenne.

5.2.1 Moyenne arithmétique

La moyenne arithmétique est la somme des valeurs numériques divisée par le nombre de ces valeurs.

$$\text{Moyenne (Y)} = \sum \frac{Y_i}{N_y}$$

où Y_i = valeur de chaque Y
 N_y = nombre de Y additionné

$$\text{Hauteur moyenne} = \sum \frac{H_i}{N_t}$$

où H_i = hauteur de chaque tige
 N_t = nombre de tiges mesurées

$$\text{Largeur moyenne des sentiers (m)} = \sum \frac{\text{Mesures de largeur des sentiers}}{\text{Nombre de sentiers}}$$

$$\text{Largeur moyenne des bandes (m)} = \sum \frac{\text{Mesures de largeur des bandes}}{\text{Nombre de bandes}}$$

1. www.wikipedia.com

5.2.2 Moyenne quadratique

Une moyenne quadratique est le résultat de la racine carrée de la moyenne des carrés. Par exemple, le diamètre moyen quadratique (Dq) qui est fréquemment utilisé en foresterie.

Placette circulaire

$$Dq = \sqrt{\frac{\sum (N_i \times D_i^2)}{\sum N_i}}$$

où Dq = diamètre moyen quadratique

N_i = nombre d’arbres sélectionnés d’une essence désirée pour chaque classe de diamètre (10 cm et +) à l’hectare

D_i = chacune des classes de diamètre (10, 12, 14, etc.)

Prisme (CST-2)

$$Dq = \sqrt{\frac{\sum (N_i \times F.A_j \times D_i^2)}{\sum (N_i \times F.A_j)}}$$

où Dq = diamètre moyen quadratique

N_i = nombre d’arbres sélectionnés d’une essence désirée pour chaque classe de diamètre (10 cm et +) à l’hectare

F. A_j = facteur d’arbre pour chaque classe de diamètre (annexe H)

D_i = chacune des classes de diamètre (10, 12, 14, etc.)

5.3 Densité

La densité est un ratio entre le dénombrement moyen d’une caractéristique Y et une unité de surface (généralement l’hectare). La densité peut donc se traduire en nombre de Y/ha. La densité s’évalue habituellement à l’aide de placettes à rayon fixe.

Placette circulaire

$$\text{Densité (nombre de Y/ha)} = \frac{\text{Nombre de Y dénombrés}}{\text{Nombre de placettes}} \times \frac{10000}{\text{Superficie de la placette (m}^2\text{)}}$$

où 10 000/superficie de la placette = nombre de placettes nécessaires pour avoir 1 ha;
rayon de 11,28 m = 100 placettes, 5,64 m = 400 placettes, etc.

Prisme (CST-2)

Le prisme est un instrument conçu pour sélectionner des tiges marchandes. Il est donc impossible d’obtenir des densités de microsites ou de plants mis en terre, par exemple, au moyen de cet instrument.

$$\text{Nombre de tiges/ha} = \frac{\sum (N_i \times F.A_i)}{N_p}$$

où N_i = nombre de tiges de chaque classe de diamètre (DHP).
 F. $A_{.i}$ = facteur d’arbre pour chaque classe de diamètre (DHP) (annexe F)
 N_p = nombre de parcelles

5.3.1 Nombre de grandes gaules

La présence de gaules est un élément important pour la réalisation d’une CPPTM, car elles offrent un bon support aux petites tiges marchandes et minimisent les risques de chablis. Toutefois, la présence de gaules de 2 cm est peu significative pour l’évaluation de l’aptitude à la CPPTM. De plus, étant donné que l’inventaire se fait souvent pendant l’hiver, les gaules de 2 cm sont difficilement observables. Par conséquent, on ne tient compte que des grandes gaules lors de l’inventaire, soit les tiges faisant partie des classes de 4, 6 et 8 cm de DHP.

En considérant que, dans une forêt structurée (multi-étagée), le nombre de gaules de 2 cm correspond approximativement au nombre total de gaules de classes de 4, 6 et 8 cm de DHP.

À l’intérieur d’une placette de 400 m² (11,28 m de rayon), mesurer ou évaluer visuellement le nombre de grandes gaules (de 4, 6 et 8 cm de DHP) et déterminer à quelle classe ce nombre correspond (figure 60).

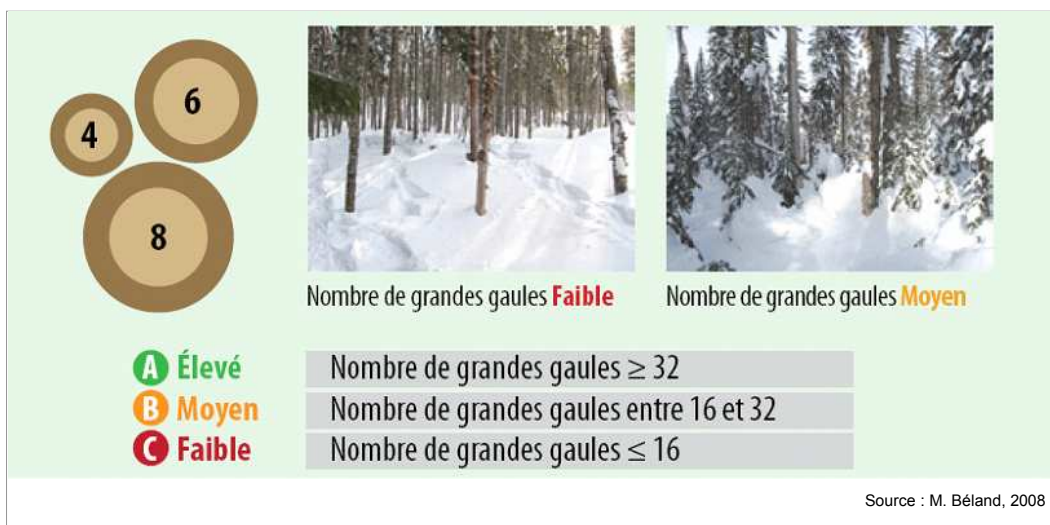


Figure 60 Classes de grandes gaules

Le tableau 39 permet de comparer le nombre de grandes gaules observables dans un hectare à celui d’une placette de 400 m².

Tableau 39 Quantité de grandes gaules dans 1 ha et dans une placette de 400 m²

Nombre de grandes gaules/ha	Nombre de grandes gaules/400 m ²
$x \geq 800$	$x \geq 32$
$400 < x < 800$	$16 < x < 32$
$x \leq 400$	$x \leq 16$

5.3.2 Nombre de petites tiges marchandes

L’évaluation du nombre de petites tiges marchandes est particulièrement utile lors de la prescription de la famille des CPPTM et des coupes avec protection de la régénération et des sols avec rétention de bouquets (CPRSRBOU).

5.3.2.1 Nombre de petites tiges marchandes mesurées

Lorsque la totalité des arbres d’une unité d’échantillonnage a été mesurée, il est simple de calculer précisément le nombre de petites tiges marchandes par hectare en additionnant le nombre de petites tiges marchandes pour chacune des placettes et en divisant cette sommation par le nombre de placettes, ce qui donne le nombre moyen de petites tiges marchandes par placette. Il suffit ensuite de multiplier cette moyenne par 10 000/superficie d’une placette. Pour les placettes de 11,28 m de rayon, il faut donc multiplier par 25.

5.3.2.2 Nombre de petites tiges marchandes estimées

Méthode 1

Lorsque la totalité des arbres d’une unité d’échantillonnage a été estimée, il est simple de calculer, avec l’outil DICA, le nombre de petites tiges marchandes présentes par unité d’échantillonnage et la moyenne à l’hectare pour le peuplement.

Méthode 2

La méthode consiste à évaluer visuellement à l’intérieur de l’unité d’échantillonnage le nombre de petites tiges marchandes (10, 12 et 14 cm de DHP) et de déterminer à quelle classe il correspond : élevé, moyen ou faible (figure 61).

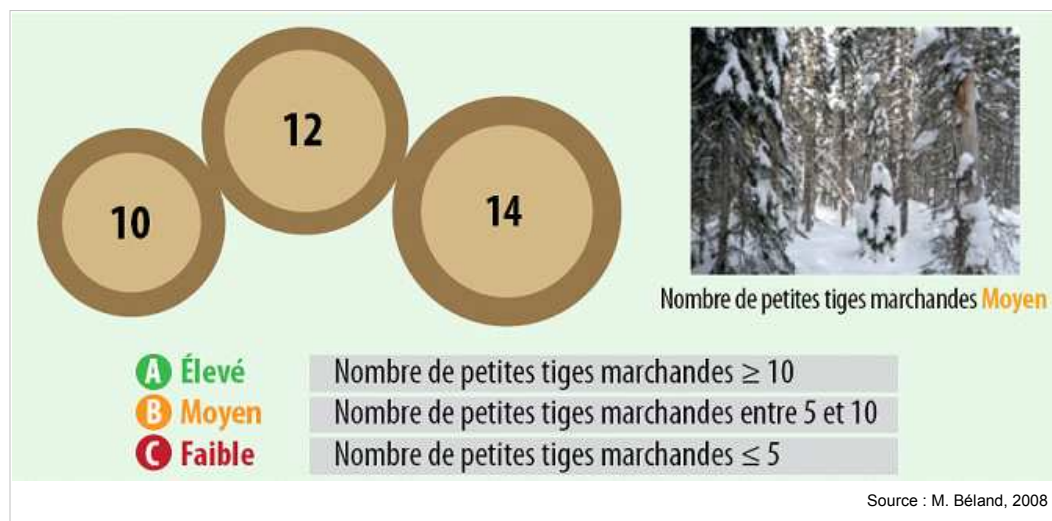


Figure 61 Classes de petites tiges marchandes

5.4 Proportion

Une proportion est un rapport (ratio) de grandeur entre deux caractéristiques forestières. Le nombre obtenu par ce rapport est le coefficient. La proportion sert à comparer des caractéristiques forestières ou des critères forestiers l'un par rapport à l'autre.

5.4.1 Ratio du DHP moyen après traitement et du DHP moyen avant traitement (D/d)

Le ratio D/d sert à mesurer l'augmentation du diamètre moyen du peuplement éclairci.

$$\text{Ratio} = \frac{D}{d}$$

où D = DHP moyen (10 cm et +) après le traitement (en dixième de cm)
 d = DHP moyen (10 cm et +) avant le traitement (en dixième de cm)

5.4.2 Pourcentage

Un pourcentage est une proportion multipliée par 100. Pratiquement toutes les caractéristiques forestières peuvent être mises en rapport entre elles, à la condition que les unités des deux caractéristiques mises en rapport soient les mêmes, de sorte que ces unités s'annulent et qu'il ne reste qu'un nombre exprimé en pourcentage (%).

Pourcentage d'occupation des trouées, des parquets, des bandes ou des îlots (après localisation et après coupe)

$$\% \text{ d'occupation} = \frac{\text{Superficie des trouées, des parquets, des bandes ou des îlots (ha)}}{\text{Superficie totale traitée (ha)}} \times 100$$

Pourcentage d’intensité du martelage

$$\text{Intensité du martelage (\%)} = \frac{\text{g des tiges martelées}}{\text{g marchande du peuplement}} \times 100$$

où g = surface terrière

Protection du capital forestier (CF) initial

$$\text{Protection du CF initial (\%)} = \frac{\text{g du CF après martelage}}{\text{g du CF avant martelage}} \times 100$$

Proportion du capital forestier en croissance (CFC) initial (avant martelage)

$$\text{Proportion du CFC initial (\%)} = \frac{\text{g initiale du CFC}}{\text{g totale du peuplement initial}} \times 100$$

Proportion du CFC (après martelage et après coupe)

$$\text{Proportion du CFC initial (\%)} \text{ après martelage ou après coupe} = \frac{\text{g du CFC après martelage ou après coupe}}{\text{g marchande du peuplement résiduel (après martelage ou après coupe)}} \times 100$$

Proportion des essences compagnes (en surface terrière marchande)

$$\text{Proportion des essences compagnes} = \frac{\text{g marchande des tiges d'essences compagnes}}{\text{g marchande du peuplement}} \times 100$$

Proportion de la surface terrière en essence Y

$$\text{Proportion de la g en essence Y (\%)} = \frac{\text{g en essence Y}}{\text{g marchande du peuplement}} \times 100$$

Pourcentage d’intensité de la récolte (% de la surface terrière prélevée)

$$\text{Intensité de la récolte (\%)} = \frac{\text{g des tiges récoltées}}{\text{g marchande du peuplement initial}} \times 100$$

ou

$$\text{Intensité de la récolte (\%)} = \frac{\text{g marchande du peuplement initial} - \text{g marchande du peuplement résiduel}}{\text{g marchande du peuplement initial}} \times 100$$

Pourcentage des tiges blessées (par rapport à la surface terrière)

$$\text{Tiges blessées (\%)} = \frac{\text{g marchande des tiges blessées}}{\text{g marchande du peuplement résiduel}} \times 100$$

Pourcentage d’occupation des andains (figure 62)

$$\% \text{ d'occupation des andains} = \frac{\sum \text{largeur des andains}}{\sum (\text{largeur des andains} + \text{espacement entre les andains})} \times 100$$

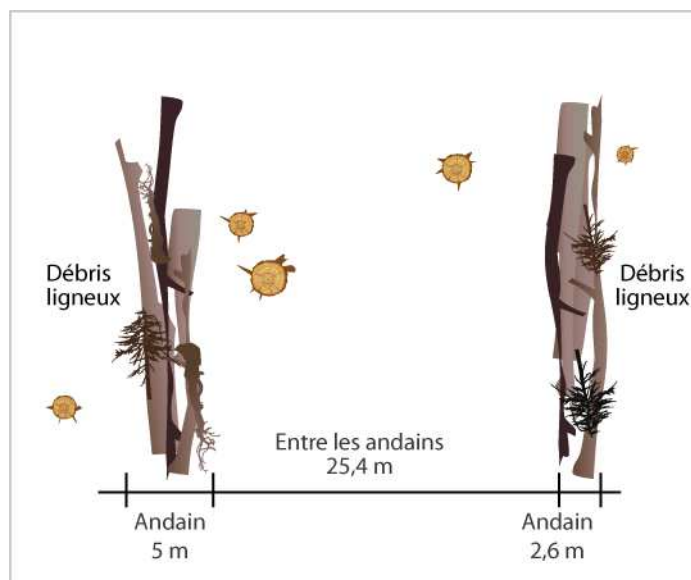


Figure 62 Illustration des andains présents dans un déblaiement fait par une abatteuse-groupeuse

5.4.3 Coefficient de distribution (CD)

Le coefficient de distribution est la mesure du taux d’occupation d’une superficie donnée par des arbres d’une essence ou d’un groupe d’essences (Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 2003). Il s’exprime en pourcentage.

Il faut noter la **présence** ou l’**absence** de la caractéristique forestière recherchée. La présence répétée de la caractéristique forestière dans une microplacette est notée de la même façon que lorsqu’il n’y en a qu’une seule.

Attention! Le coefficient de distribution, exprimé en pourcentage, correspond au nombre de microplacettes occupées par la caractéristique forestière Y recherchée par rapport au nombre total de microplacettes à l’intérieur desquelles le critère forestier a été évalué, sur une superficie donnée (certains critères ne sont évalués que dans une microplacette sur deux, ou dans trois microplacettes par grappe, etc.).

$$\text{CD de Y (\%)} = \frac{\text{Nombre de microplacettes occupées par la caractéristique Y}}{\text{Nombre de microplacettes où la caractéristique Y a été évaluée}}$$

La superficie des placettes influence l’interprétation du coefficient de distribution (figure 63). Plus les placettes sont grandes, plus la probabilité est forte d’y relever la présence de la caractéristique forestière recherchée.

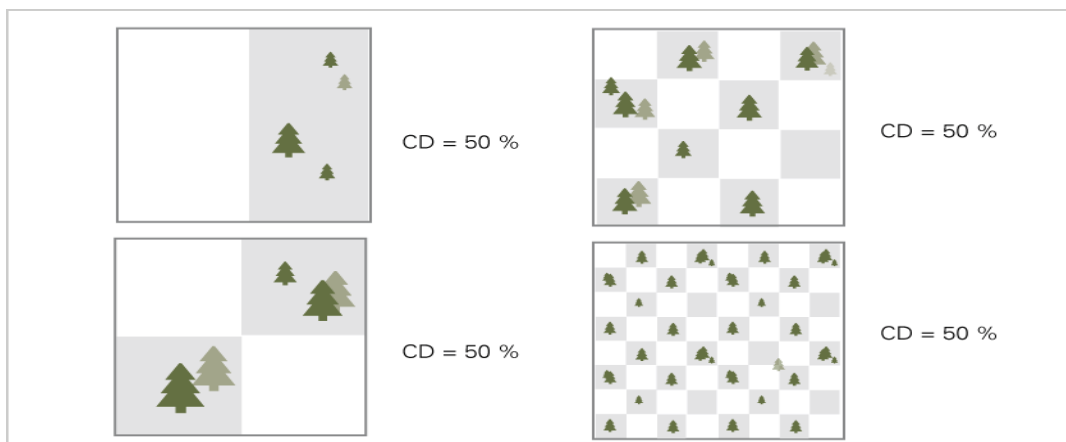


Figure 63 Importance de la superficie de la microplacette dans le coefficient de distribution

5.4.3.1 Autres coefficients de distribution

- Coefficient de distribution par essence
- Coefficient de distribution toutes essences
- Coefficient de distribution toutes essences non commerciales
- Coefficient de distribution toutes essences commerciales
- Coefficient de distribution des essences désirées
- Coefficient de distribution des essences à promouvoir
- Coefficient de distribution des essences à maîtriser
- Coefficient de distribution des arbres libres de croître par essence
- Coefficient de distribution des arbres libres de croître pour les essences désirées
- Coefficient de distribution des essences désirées éclaircies
- Coefficient de distribution des arbres éclaircis toutes essences
- Coefficient de distribution des souches toutes essences
- Coefficient de distribution des souches par essence
- Coefficient de distribution des arbres dégagés de 30 cm et + toutes essences
- Coefficient de distribution des arbres dégagés de 30 cm et + par essence
- Coefficient de distribution des arbres d’avenir nettoyés ou libres de croître
- Coefficient de distribution des arbres d’avenir nettoyés ou libres de croître pour les essences désirées
- Coefficient de distribution des arbres éclaircis par essence
- Coefficient de distribution des arbres éclaircis pour les essences désirées
- Coefficient de distribution des chicots
- Coefficient de distribution des débris ligneux

5.4.4 Taux de recouvrement

5.4.4.1 Taux de recouvrement des framboisiers, des fougères ou des épilobes (% de FFÉ)

Le taux de recouvrement des framboisiers, des fougères ou des épilobes correspond au pourcentage de la surface de la placette qui est recouverte par ces végétaux. Ce taux est estimé au pourcentage près, en l'occurrence 5 %, selon la méthode décrite dans le document *Guide – Estimation de la productivité des débroussailleurs – Dégagement de la régénération*, 2^e édition, (Dubeau, LeBel et Imbeau, 2009).

5.4.4.2 Autres taux de recouvrement

- Taux de recouvrement des essences compétitrices (framboisiers)
- Taux de recouvrement des essences compétitrices (fougères, carex)
- Taux de recouvrement des essences compétitrices (épilobes)
- Taux de recouvrement des espèces concurrentes

5.4.5 Coefficient d’élancement (C_{el})

Le coefficient d’élancement peut être calculé pour les arbres de diamètre commercial ou non commercial.

Diamètre commercial

Quotient de la hauteur totale (H_t) d’un arbre sur son diamètre à hauteur de poitrine qui donne une indication sur le défilement de la tige.

$$C_{el} = H_t \text{ (cm)} / \text{DHP (cm)}$$

Diamètre non commercial

Quotient de la hauteur totale (H_t) d’un arbre sur son diamètre à 1 cm de la base du tronc. Ce résultat donne une indication sur le défilement de la tige.

$$C_{el} = H_t \text{ (cm)} / \text{diamètre (mm) à 1 cm}$$

5.5 Surface terrière (g)

La surface terrière est l'appréciation de la densité d'un peuplement qui s'exprime par la surface totale de la découpe des arbres, à 1,3 m de hauteur, sur un hectare (figure 64). La surface terrière s'exprime en mètres carrés par hectare (m²/ha).

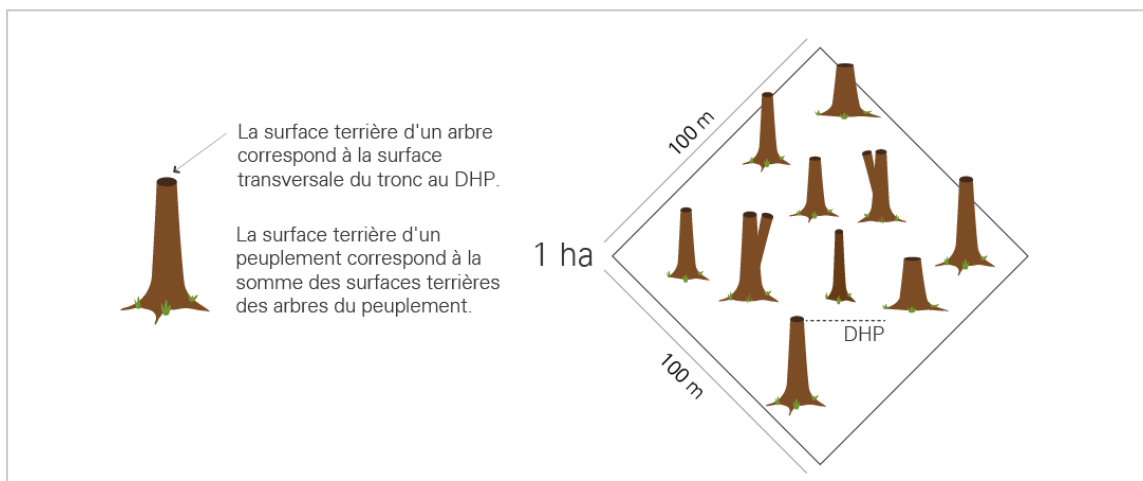


Figure 64 Mesurage de la surface terrière d'un arbre ou d'un peuplement

Elle est habituellement estimée à l'aide d'un prisme dans les placettes à rayon variable et n'inclut généralement que les tiges marchandes. Elle peut aussi être mesurée dans une placette à rayon fixe.

L'annexe I présente les surfaces terrières en fonction des diamètres des arbres.

Prisme

$$\text{Surface terrière} = \frac{\sum (N_{t/p})}{N_p} \times Cg$$

ou

$$\text{Surface terrière} = \frac{\sum (N_{t/p} \times Cg)}{N_p}$$

où $N_{t/p}$ = nombre de tiges Y sélectionnées avec le prisme dans une parcelle

N_p = nombre de placettes

Cg = coefficient de surface terrière du prisme utilisé qui est généralement de 2

Placette circulaire

$$\text{Surface terrière} = \left(\frac{\sum (N_i \times g_i)}{N_p} \right) \times \frac{10000}{\text{Superficie de la placette (m}^2\text{)}}$$

où N_i = nombre de tiges X de chaque classe de diamètre

g_i = surface terrière de chaque classe de diamètre

N_p = nombre de placettes

5.5.1 Capital forestier (CF)

Le capital forestier est constitué des arbres de toutes les essences des priorités de récolte S, C et R, excluant les arbres de certaines essences qui, compte tenu de leur courte longévité (ex. : peupliers et sapin baumier) ou de leur fragilité au dépérissement (ex. : bouleau à papier), ont atteint ou atteindront, au cours de la prochaine rotation, le diamètre correspondant à leur âge de maturité. Ce diamètre sera établi régionalement, par essence, en considérant leur longévité respective, leur fragilité au dépérissement, le potentiel des sites, le groupe de production prioritaire ainsi que les essences compagnes (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2011c). Le capital forestier s'exprime par sa surface terrière en m²/ha.

$$CF = g(S) + g(C) + g(R)$$

ou

$$\text{Capital forestier} = \frac{\text{Nombre de tiges S, C et R sélectionnées avec le prisme}}{\text{Nombre de placettes}} \times Cg$$

où g(S) = surface terrière des arbres de priorité de récolte S

g(C) = surface terrière des arbres de priorité de récolte C

g(R) = surface terrière des arbres de priorité de récolte R

Cg = coefficient de surface terrière du prisme utilisé qui est généralement de 2

5.5.2 Capital forestier en croissance (CFC)

Le capital forestier en croissance est composé des arbres de priorités de récolte C et R d'essences désirées qui ont les caractéristiques nécessaires pour produire du bois d'œuvre et qui ne risquent pas de perdre du volume marchand avant la prochaine récolte (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2011c). Le capital forestier en croissance s'exprime par sa surface terrière en m²/ha.

- Le capital forestier en croissance renferme des arbres en réserve, sains ou peu défectueux, dont le bois marchand ne risque pas de se dégrader au cours d'une rotation.
- Sur le plan sylvicole, le capital forestier en croissance est une mesure de la surface terrière d'arbres sains faisant partie des essences acceptables et à promouvoir. Il est utile pour décider du meilleur traitement de coupe partielle à réaliser pour stimuler la croissance des arbres d'avenir et en améliorer la qualité, tout en favorisant la régénération.
- Sur le plan économique, le capital forestier en croissance est un indice du potentiel d'un peuplement forestier à générer les produits recherchés et de haute valeur dans un laps de temps prédéterminé (une rotation) (Ministère des Ressources naturelles, 2013a).

$$CFC = g(C) + g(R)$$

ou

$$\text{Capital forestier en croissance} = \frac{\text{Nombre de tiges C et R sélectionnées avec le prisme}}{\text{Nombre de placettes}} \times Cg$$

où $g(C)$ = surface terrière des arbres de priorité de récolte C
 $g(R)$ = surface terrière des arbres de priorité de récolte R
 Cg = coefficient de surface terrière du prisme utilisé qui est généralement de 2

5.6 Indice de qualité de station (IQS)

L'indice de qualité de station est l'évaluation quantitative de la productivité d'un sol pour la croissance d'une forêt, compte tenu de l'environnement existant ou spécifié. C'est la mesure de la qualité de la station, basée sur la hauteur des arbres dominants et codominants dans un peuplement à un âge donné (Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, 2003).

L'indice de qualité de station s'applique principalement aux peuplements équiennes. Il exprime la hauteur moyenne des 100 plus grosses tiges à l'hectare, à l'exception des vétérans, à un âge donné, habituellement 50 ans dans les peuplements naturels et 25 ans dans les plantations (15 ans pour les plantations de pin gris). En pratique, la prise de mesures est faite à un âge inférieur ou supérieur à l'âge de référence (Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, 2009).

5.6.1 Courbes hauteur-âge

Puisque la prise de mesures est généralement faite à un âge différent de l'âge de référence, différentes courbes ont été prévues pour permettre au peuplement d'évoluer dans le temps et pour le ramener à l'âge de référence afin d'obtenir l'indice de qualité de station. Les courbes principalement utilisées sont celles de Pothier et Savard (1998). Dans la figure 65, l'indice de qualité de station des différentes courbes provient de la hauteur des arbres dominants (hauteur dominante) à 50 ans.

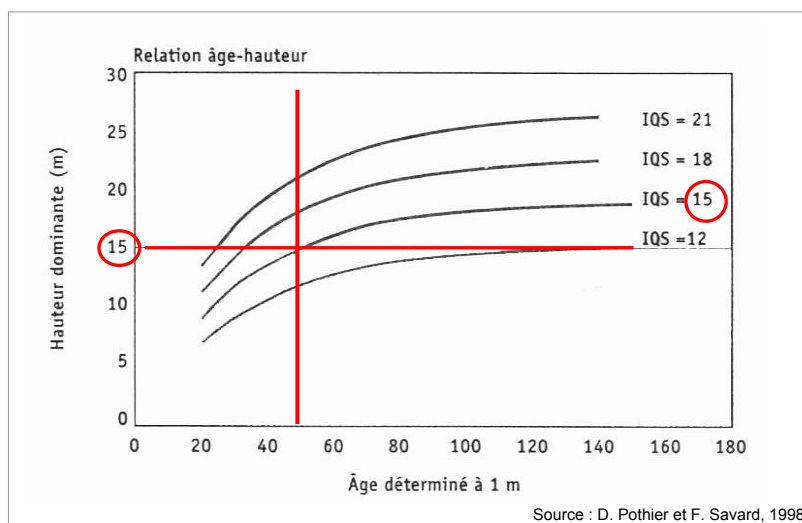


Figure 65 Indice de qualité de station (IQS) du bouleau à papier en fonction de la hauteur et de l'âge des arbres dominants et codominants

5.7 Volume

Quantité de bois ou de fibre contenue dans un arbre, un peuplement, une forêt ou une partie de ceux-ci, mesurée en unités cubiques (m^3/ha) sans écorce (Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, 2003). Le volume d’un peuplement ou d’une forêt s’exprime généralement en m^3/ha et le volume d’un arbre en dm^3/tige .

Le volume d’un arbre est influencé par l’essence, l’âge, la hauteur, le diamètre, le défilement et la pourriture.

5.7.1 Volume marchand brut

Le volume marchand brut est le volume ligneux du tronc et des branches sous écorce compris entre le DHS et un diamètre d’utilisation de 9 cm avec écorce (ae). Les branches issues des dernières fourches, et dont le diamètre au fin bout (9 cm ae) est à une distance de moins d’un mètre de la fourche, sont exclues du volume (figure 66; Perron, 2003).

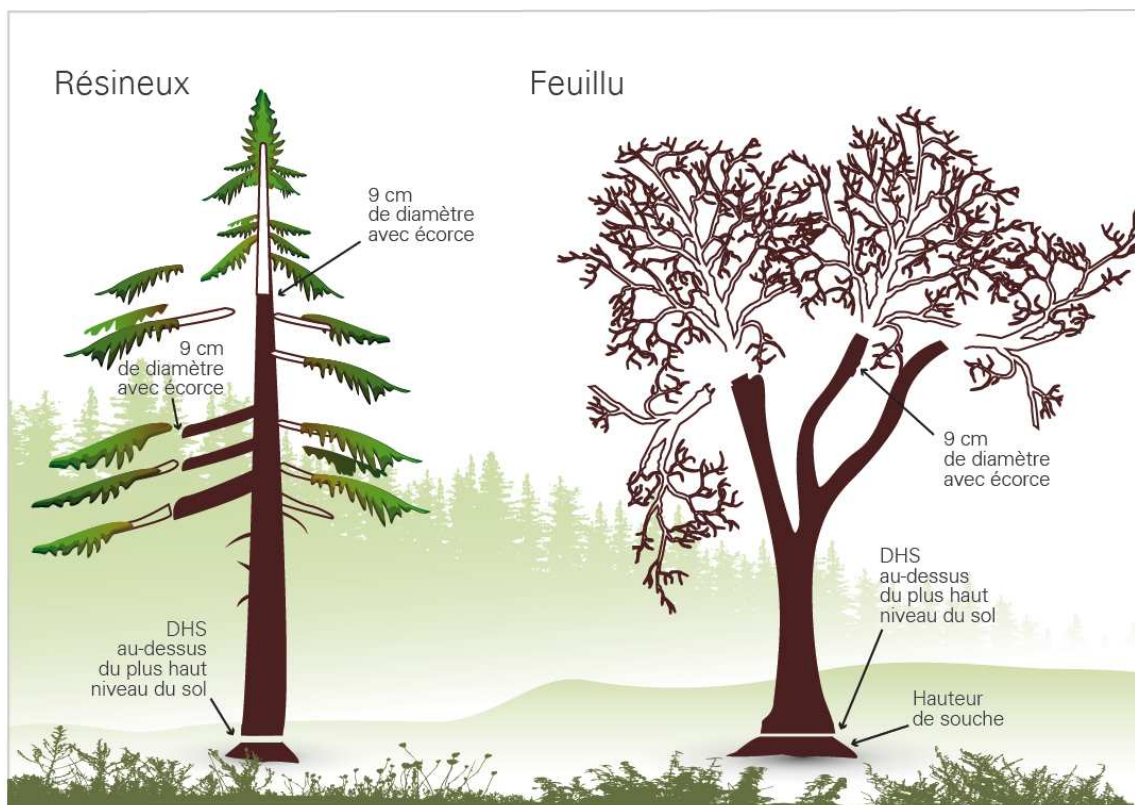


Figure 66 Volume marchand brut

5.7.2 Volume marchand net

Le volume marchand net est obtenu en soustrayant du volume marchand brut le volume de réduction qui peut être calculé en consultant le *Manuel de mesurage des bois récoltés sur les terres du domaine de l’État – Volet méthodes et instructions techniques* (Lemieux, 2013).

Volume de réduction

Le volume de réduction est le volume réel du défaut (carie au stade avancé, trou, inclusion d’écorce et carbonisation) que l’on doit soustraire du volume brut de la bille. On le calcule de la même façon que le volume brut de la bille (Lemieux, 2013). Pour obtenir le volume de réduction du bois sur pied, il faut généralement statuer sur un pourcentage de réduction qui sera appliqué au volume brut sur pied.

5.7.3 Détermination du volume (marchand brut)

Le volume peut rapidement être obtenu avec les différents tarifs de cubage.

5.7.3.1 Tarif de cubage

Un tarif de cubage constitue un outil d’estimation indirecte du volume d’un arbre à partir de paramètres dendrométriques plus faciles à mesurer tels le DHP et la hauteur. On le présente sous la forme d’un tableau, d’un graphique ou d’une équation (Rondeux, 1999) dont le résultat est donné en dm^3/tige .

5.7.3.2 Tarif de cubage général

Le tarif de cubage général est un tableau ou une expression mathématique qui fournit le volume d’un arbre en fonction de deux caractéristiques relatives à l’arbre, soit le DHP et la hauteur totale (Perron, 2003). Actuellement, c’est le tarif de cubage général de Perron (2003) qui est utilisé par le MRN. Dans la figure 67, le volume d’une épinette noire de 16 cm de DHP et de 12 m de hauteur est de $95,5 \text{ dm}^3$.

Essence		Volume marchand brut ----- (dm ³)																
Épinette noire		Hauteur de souche ----- 15 cm																
		Diamètre d'utilisation ----- 9 cm ae																
DHP ae (cm)	Hauteur totale (mètres)																	
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
10	12,2	13,6	15,5	17,9	20,8	24,1	28,0	32,3	37,2									
12	25,3	27,8	30,9	34,4	38,4	43,0	48,0	53,5	59,5	66,0	72,9							
14		43,5	47,9	52,8	58,2	64,1	70,5	77,4	84,7	92,6	100,9	109,7	119,0					
16		60,7	66,7	73,1	80,1	87,6	95,5	103,9	112,9	122,3	132,2	142,6	153,5	164,9				
18		79,3	87,1	95,3	104,1	113,3	123,0	133,3	144,0	155,2	166,8	179,0	191,7	204,9	218,5	232,6	247,3	
20			109,2	119,4	130,1	141,4	153,1	165,3	178,0	191,2	204,8	219,0	233,7	248,8	264,5	280,6	297,2	

Source : J.-Y. Perron, 2003

Source : J.-Y. Perron, 2003

Figure 67 Tarif de cubage général pour l'épinette noire

5.7.3.3 Tarif de cubage local

Le tarif de cubage local consiste à déduire du tarif général un tarif à une seule entrée (DHP) adapté aux arbres à cuber d’un territoire. Pour les inventaires du 3^e décennal, les tarifs de cubage locaux ont été établis par unité de compilation; pour ceux du 4^e décennal, par unité d’aménagement.

5.7.4 Calcul du volume d’une pièce de bois – Volume brut réel avec les deux diamètres

Le volume réel est calculé à partir des diamètres des deux bouts et de sa longueur réelle, exprimée en mètres et en centimètres pairs (Lemieux, 2013). Pour obtenir le volume réel, on utilise la formule de Smalian.

$$V = \left(\frac{D^2 + d^2}{2} \right) \times L \times 0.07854$$

où V = volume (en dm³)

D = diamètre au gros bout (en cm)

d = diamètre au fin bout (en cm)

L = longueur de la bille ou de la section de bille exprimée en mètres et en centimètres pairs (ex. : 3,52 m)

5.7.5 Volume brut par tige d’un territoire

Le volume brut par tige d’un territoire est utile pour le calcul des taux variables des coupes partielles émis par le Bureau de mise en marché des bois. Pour les besoins de ce dernier, ce volume sera calculé avant et après traitement :

- volume brut par tige initial;
- volume brut par tige récolté.

Le volume brut par tige est calculé en fonction de toutes les essences commerciales du territoire défini, que ce soit un peuplement ou encore un secteur d’intervention. On le calcule comme suit et les données peuvent provenir, selon la prescription, d’un inventaire après martelage, d’une simulation de martelage ou d’une simulation de récolte :

$$\text{Volume brut par tige initial} = \frac{\text{Volume brut initial}}{\text{Nombre de tiges initiales}}$$

$$\text{Volume brut par tige récolté} = \frac{\text{Volume brut récolté}}{\text{Nombre de tiges récoltées}}$$

5.8 Structure d’un peuplement

La structure d’un peuplement est l’organisation des arbres d’un peuplement selon les plans vertical et horizontal (structure diamétrale) et selon la distribution des classes d’âge. La structure ne se calcule pas, elle est plutôt observée (voir le chapitre 4) ou obtenue avec la distribution et la proportion des arbres en fonction de certaines caractéristiques (graphiques).

Structure horizontale

La structure horizontale est la façon dont les arbres sont répartis (distribués) horizontalement, les uns par rapport aux autres, dans un peuplement (ex. : trouées ou secteurs denses). La structure horizontale peut aussi être décrite par la structure (distribution) diamétrale, qui correspond au nombre de tiges à l’hectare en fonction de leur diamètre.

Structure verticale

La structure verticale est la façon dont les arbres sont répartis verticalement, les uns par rapport aux autres, dans un peuplement. La structure verticale peut être évaluée visuellement (voir les sections 4.4.4.9 et 4.4.4.10) ou obtenue à l’aide d’un graphique de la distribution des tiges en fonction de leur hauteur ou classe de hauteur.

Structure d’âge

La structure d’âge est la répartition des classes d’âge d’un peuplement ou d’une forêt. Elle peut être équiennne (une classe d’âge) ou inéquiennne (plus d’une classe d’âge; figure 68). Pour vérifier si le peuplement a une structure jardinée (inéquiennne régulière), il faut utiliser la méthode d’analyse de structure des peuplements feuillus et mélangés présentée à l’annexe J du présent document. Cette méthode précise aussi les essences retenues aux fins d’analyse de la structure.

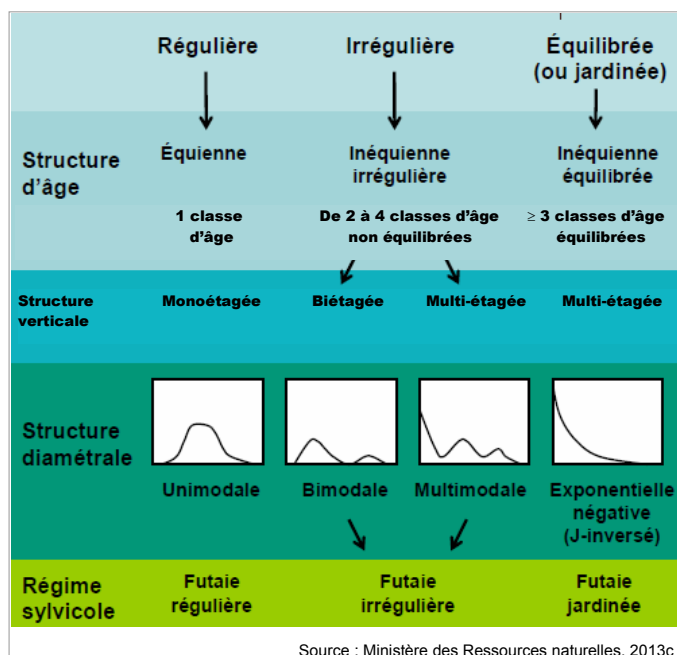


Figure 68 Structure du peuplement

CHAPITRE

6

Suivis en milieu forestier



Photo : Sébastien Méthot

6.1 Contexte

Selon l'article 52 de la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (RLRQ, chapitre A-18.1), le MRN est responsable du contrôle et du suivi des activités d'aménagement forestier. De plus, l'article 65 spécifie qu'il doit s'assurer du respect des mesures d'harmonisation, des normes d'aménagement forestier et des autres dispositions de la présente loi et des règlements pris pour son application, en plus d'avoir la responsabilité de vérifier la qualité des travaux d'aménagement effectués ainsi que l'atteinte des objectifs fixés dans le contexte du processus de la planification forestière.

Afin de valider l'atteinte des objectifs, l'ingénieur forestier doit procéder :

- au suivi de conformité des activités d'aménagement forestier;
- aux autres suivis des activités d'aménagement forestier.

Le suivi de conformité des activités d'aménagement forestier permet la vérification du respect d'une prescription sylvicole, d'une directive opérationnelle, d'un contrat, d'une entente ou d'un règlement, dans le but, entre autres, de confirmer le paiement d'un traitement sylvicole non commercial ou de compenser financièrement certaines récoltes partielles. Ce type de suivi est fréquemment appelé « contrôle d'exécution » lorsqu'il se fait à la suite d'un traitement sylvicole.

Les autres suivis permettent plus particulièrement d'évaluer le succès des objectifs à des fins sylvicoles, de connaissance, d'amélioration des pratiques ou encore de reddition de comptes.

6.2 Catégories de suivis

Le suivi est l'action de mesurer, ponctuellement ou périodiquement, l'état ou l'évolution d'un indicateur (ressource, valeur ou activité forestière) en vue d'évaluer l'atteinte d'objectifs. Les suivis en milieu forestier peuvent être classés en catégories. Cette classification, qui permet de les standardiser, est inspirée des travaux menés par le Bureau du forestier en chef (Nappi, 2009). Le tableau 40 présente des exemples associés aux différentes catégories de suivis.

Tableau 40 Exemples d'éléments et d'échelles de territoire associés aux suivis

Catégorie	Élément de suivi	Échelle de territoire
Suivi de conformité	Respect des critères forestiers de contrôle en vue d'un paiement pour la réalisation d'une coupe partielle	Secteur d'intervention
Suivi d'efficacité	Vérification de l'atteinte des objectifs concernant la régénération après traitement	Secteur d'intervention
Suivi de référence	Évaluation de l'état de la forêt actuelle en vue de comparer les écarts avec la forêt naturelle	Territoire, unité d'aménagement
Suivi de validation	Vérification d'hypothèses afin d'acquérir ou d'améliorer les connaissances sur les effets des différents traitements	Dispositif expérimental
Suivi d'implantation	Évaluation du niveau de progression vers l'atteinte de la cible d'établissement des AIPL	Territoire, unité d'aménagement

6.2.1 Suivi de conformité

Le suivi de conformité (aussi appelé « contrôle de conformité ») vise à établir si les interventions forestières respectent les directives d'une prescription sylvicole et les normes établies. Le respect de ces normes peut être évalué par rapport au Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (RNI) ou à la réussite des travaux menant à un paiement (contrôle d'exécution).

6.2.2 Suivi d'efficacité

Le suivi d'efficacité a pour but d'évaluer si les moyens mis en place lors des interventions forestières ont permis d'atteindre les objectifs. Ce type de suivi se fait en vérifiant l'atteinte des objectifs à l'aide de critères forestiers évalués à partir de caractéristiques forestières mesurables.

Attention! Même si chaque type de suivi a son importance pour la bonne gestion des ressources forestières, seuls les **suivis d'efficacité** seront traités dans les sections suivantes. Par exemple, lorsque l'ingénieur forestier œuvrant en sylviculture désire vérifier si les objectifs de régénération ont été atteints, il procédera à un suivi d'efficacité. L'atteinte de ces objectifs se fera au moyen de critères forestiers calculés et définis dans ce guide (voir le chapitre 5).

6.2.3 Suivi de référence

Tous les suivis visant à évaluer l'état de la forêt et des ressources forestières se trouvent dans cette catégorie. Essentiels à l'acquisition de connaissances, les suivis de référence permettent de bien cibler les enjeux en aménagement forestier.

6.2.4 Suivi de validation

Le suivi de validation renferme tous les suivis dont le but est de comprendre les effets des différents traitements sylvicoles. Il permet de valider les hypothèses émises lors de la mise en place d'une stratégie ou d'un traitement sylvicole. Souvent abordé en utilisant l'approche expérimentale, le suivi de validation relève de la recherche forestière et est fréquemment associé aux termes « effets réels ».

6.2.5 Suivi d'implantation

Le suivi d'implantation est utilisé lorsque le niveau de progression vers une cible est déterminé. Il est souvent employé à l'interne par les organisations; il ne vise pas à déterminer le niveau de succès des moyens utilisés.

6.3 Détermination des besoins corporatifs dans l'élaboration d'un programme de suivis d'efficacité

Les programmes de suivis ont souvent été perçus comme un processus très lourd, où la récolte de certaines données était remise en question faute de ressources ou d'informations sur leur utilité. L'adhésion à un programme de suivis repose essentiellement sur la détermination des

besoins en matière de suivi ainsi que sur l'adaptation du programme aux ressources humaines et financières disponibles pour le réaliser.

Différentes questions peuvent être posées pour bien déterminer les besoins en matière de suivi :

- Quels sont les objectifs des suivis après traitement (mentionnés dans la prescription)?
- Quels critères forestiers allons-nous calculer pour valider l'atteinte des objectifs?
- Quelles caractéristiques forestières devons-nous mesurer pour calculer les critères forestiers?
- À l'aide de quelle méthode ces caractéristiques forestières seront-elles évaluées?
- Avons-nous assez de ressources humaines, financières et matérielles pour faire les suivis?

En ce qui a trait aux besoins corporatifs, les premiers suivis d'efficacité concernent la régénération. Il sera d'abord requis d'évaluer l'abondance et la distribution de la régénération, puis de vérifier si elle est en croissance. Tous les autres besoins potentiels en suivi d'efficacité, concernant notamment la régénération, seront évalués par des ingénieurs forestiers dans chaque région du Québec.

Au fur et à mesure que de nouveaux suivis d'efficacité seront définis (santé, croissance, etc.), d'autres besoins corporatifs pourront émerger et être pris en compte lors des suivis.

6.4 Choix des critères forestiers à suivre

Le choix des critères forestiers qui doivent faire l'objet d'un suivi varie selon les objectifs et les traitements sylvicoles. Pour ce qui est des besoins corporatifs, les différents traitements sylvicoles sur la régénération doivent obligatoirement faire l'objet de deux suivis d'efficacité. Lors de ces suivis, certains coefficients de distribution devront être atteints. Le choix de suivre d'autres critères forestiers revient à l'ingénieur forestier œuvrant en sylviculture dans chaque région. Le tableau 41 présente les différents critères forestiers corporatifs exigés lors des suivis d'efficacité concernant la régénération. Un tableau exhaustif des critères forestiers pouvant servir aux suivis est présenté à l'annexe K.

Tableau 41 Critères forestiers corporatifs à calculer lors des suivis d'efficacité concernant la régénération

Type de suivi	Critère forestier
Premier suivi d'efficacité	Coefficient de distribution par essence (%)
Premier suivi d'efficacité	Coefficient de distribution de toutes les essences commerciales (%)
Premier suivi d'efficacité	Coefficient de distribution des essences désirées (%)
Deuxième suivi d'efficacité	Coefficient de distribution des arbres d'avenir libres de croître par essence (%)
Deuxième suivi d'efficacité	Coefficient de distribution des arbres d'avenir libres de croître pour les essences désirées (%)
Deuxième suivi d'efficacité	Coefficient de distribution des arbres d'avenir éclaircis pour les essences désirées (%)
Deuxième suivi d'efficacité	Coefficient de distribution des arbres d'avenir éclaircis par essence (%)

6.5 Suivis d'efficacité concernant la régénération

La présente section regroupe les méthodes, les calendriers suggérés et les données quantitatives et qualitatives à recueillir lors des suivis d'efficacité portant sur les interventions des années antérieures. On y trouve également certaines cibles à atteindre après les suivis.

Il est à noter que les suivis d'efficacité peuvent être faits en même temps que le suivi de conformité de l'année courante (après traitement) ou que d'autres suivis requis par le RNI. Toutefois, cette façon de faire ne doit pas compromettre les objectifs des suivis d'efficacité ni les formats d'échange de l'information.

6.5.1 Objectifs des suivis d'efficacité

Premier suivi d'efficacité

Le premier suivi d'efficacité vise à s'assurer que la régénération en essences commerciales ou désirées des superficies traitées est suffisante et adéquatement répartie. Ce suivi peut indiquer à l'ingénieur forestier œuvrant en sylviculture qu'il y a un besoin en matière de plantation, de regarni ou de dégagement. Il permet également de s'assurer que les objectifs de la prescription ont été atteints.

Les superficies forestières requérant un premier suivi d'efficacité correspondent à toutes les superficies traitées qui répondent aux critères des calendriers de suivis, en fonction des traitements sylvicoles et des groupes de production prioritaire ou de compositions visées concernés. Par exemple, un secteur d'intervention où il y a eu une coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS), qui a fait l'objet d'une plantation, n'a pas à être suivi alors que la plantation devra l'être. Le tableau 42 présente un exemple de détermination des superficies à suivre à la suite de traitements antérieurs. Notez que ces suivis doivent respecter les calendriers de suivis suggérés (voir la section 6.5.3).

Tableau 42 Exemple de détermination des superficies forestières résiduelles nécessitant un suivi d'efficacité à la suite des interventions des années antérieures

Traitement	GPP	Composition visée	Année de réalisation	Superficie (ha)	Superficie traitée subséquente (ha)		Superficie résiduelle à suivre ^a (ha)	
					Reboisement	EPC ^b	1 ^{er} suivi ^c	2 ^e suivi
CPRS	SEPM	RT	2000-2001	10 000	2002-2003 = 1 500	2010-2011 = 3 000	8 500	1 500 (rebois.) 5 500 (CPRS)

a. 1^{er} et 2^e suivis à faire selon les calendriers (voir la section 6.5.3).

b. Le suivi de conformité du traitement deviendra le 2^e suivi pour cette superficie.

c. Un suivi supplémentaire est exigé pour la plantation (entre 1 et 5 ans).

Deuxième suivi d'efficacité

Ce suivi vise à obtenir les informations nécessaires afin de s'assurer que les objectifs de rendements prévus à la prescription sylvicole pour l'ensemble des superficies traitées (régénération libre de croître ou éclaircie) ont été atteints. Il permet également de confirmer la composition visée.

Les superficies forestières requérant un deuxième suivi sont évaluées différemment selon la condition des arbres d'avenir visée.

Il est à noter que toutes les superficies qui doivent être suivies sont celles qui ont fait l'objet d'une coupe totale ou partielle ou encore qui ont été perturbées naturellement et qui ont fait l'objet d'un plan de récupération. Ces superficies devront également figurer dans le rapport annuel d'activité.

6.5.1.1 Scénarios comportant une sylviculture extensive et de base, sans actions supplémentaires pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente

Puisque le deuxième suivi est facultatif pour l'une ou l'autre de ces catégories d'intensité de la sylviculture, aucune superficie n'est soumise à l'obligation d'obtenir des arbres d'avenir libres de croître (tableau 43).

6.5.1.2 Scénarios comportant une sylviculture de base, avec actions pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente

Obligation d'obtenir des arbres d'avenir libres de croître. Toutes les superficies, dont le scénario sylvicole est inclus dans cette catégorie d'intensité de la sylviculture, doivent être suivies selon cette obligation. Ces superficies doivent également satisfaire les critères du calendrier de suivis, en fonction du gradient d'intensité de la sylviculture, du procédé de régénération ou du traitement d'éducation et, enfin, des groupes de productions prioritaires ou des compositions visées (tableau 44).

6.5.1.3 Scénarios sylvicoles comportant une sylviculture intensive et d'élite

Obligation d'obtenir des arbres d'avenir éclaircis. Toutes les superficies dont le scénario sylvicole est inclus dans ces catégories du gradient doivent être suivies selon cette obligation. Ces superficies doivent également être conformes aux critères du calendrier de suivis, en fonction du gradient d'intensité de la sylviculture, du procédé de régénération ou du traitement d'éducation et, enfin, des groupes de productions prioritaires ou des compositions visées concernés (tableau 45).



Photo : Sébastien Méthot

6.5.2 Calendriers des suivis d'efficacité

Les tableaux 43, 44 et 45 présentent en détail les calendriers des périodes au cours desquelles les éléments d'information devraient être recueillis pour chacun des procédés ou des traitements appliqués, en fonction du gradient d'intensité de la sylviculture. Ces calendriers indiquent les suivis d'efficacité pour 2014-2015 selon l'année de réalisation des travaux. Le tableau 46 présente de façon plus générale les délais suggérés pour les suivis d'efficacité.

L'utilisation de plages dans le calendrier des suivis d'efficacité a pour objectif de favoriser la réalisation simultanée d'inventaires (ex. : suivi d'efficacité et suivi de conformité des activités d'aménagement), en plus de tenir compte des variations régionales et locales dans la croissance et l'évolution des peuplements. Ces plages n'ont toutefois pas pour but de permettre le regroupement à outrance et non justifié de superficies ayant reçu des traitements sylvicoles sur plus d'une année.

L'échéance pour la réalisation des suivis d'efficacité correspond au délai maximal inscrit dans les tableaux 43, 44 et 45. Les saisons sont inscrites à titre d'exemple pour la saison 2014-2015. Pour les années subséquentes, les calendriers doivent être ajustés en conséquence.

Il est à noter que dans le cas des plantations, un premier suivi est fait immédiatement après la mise en terre (suivi de conformité). Cependant, le MRN demande qu'un suivi supplémentaire soit fait entre un et cinq ans pour s'assurer du maintien des rendements escomptés. L'ingénieur forestier œuvrant en sylviculture aura avantage à évaluer si un traitement d'éducation est nécessaire (ex. : dégagement de plantation).



Photo : Sébastien Méthot

À compter du 1^{er} avril 2014, tous les suivis dont les résultats doivent figurer dans les rapports d'activité de 2014-2015 devront avoir été faits selon les méthodes du présent guide.

En outre, même si le passage du calendrier de suivis du *Manuel d'aménagement forestier – 4^e édition* (Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 2003) aux calendriers des suivis d'efficacité du présent régime forestier entraîne un décalage dans les années de suivi, aucun suivi de superficies ne devra être abandonné. Au besoin, le MRN devra faire un rattrapage, et ce, même si les délais sont expirés.

Tableau 43 Calendrier des suivis à faire en 2014-2015 pour les scénarios comportant une sylviculture extensive et de base, sans actions supplémentaires pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente

	Composition visée ^a					
	R, RT, EP, EPB, EPBRT, EPN, EPNRT, EPNTHO, PIG, RTHO	FIR, RFI, BOPR, FIRT, RBOP, RTBOP, RTFI	PER, PERT, RPE, RTPE	PE	ERRR	BOP, FI, BOPFI, FIBOP
Ancien GPP ^b équivalent	SEPM, SEPM- THO	mixte R-BOP, mixte BOP-R	mixte R-PEU, mixte PEU-R	PEU	mixte EROR	BOP
Premier suivi						
Traitements :	Famille des coupes totales, CPPTM					
Délai pour les suivis :	Travaux réalisés de 2004-2005 à 2013-2014 (entre 1 et 10 ans)			S. O. ^c	Travaux réalisés de 2004-2005 à 2013-2014 (entre 1 et 10 ans)	
Deuxième suivi (facultatif)						
Traitements :	Famille des coupes totales, CPPTM					
Délai pour les suivis :	Travaux réalisés de 1994-1995 à 2004-2005 (entre 10 et 20 ans)			S. O.	Travaux réalisés de 1994-1995 à 2004-2005 (entre 10 et 20 ans)	

a. D'autres groupes de production prioritaires (GPP) ou d'autres compositions visées sont possibles.

b. Le terme « groupe de productions prioritaires » n'est plus utilisé.

c. Sans objet.

Tableau 44 Calendrier des suivis à faire en 2014-2015 pour les scénarios comportant une sylviculture de base, avec actions pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente

	Composition visée														
	R, RT, EP, EPB, EPBRT, EPN, EPNRT, EPNTHO, EPRRT, PIG, RTHO ^a	THO, THOR, THORT	FIR, RFI, BOPR, FIRT, RBOP, RTBOP, RTFI	PER, PERT, RPE, RTPE	RERR	PE	ERRR	BOP, FI, BOPFI, FIBOP, BOP-SCI	BOJ, BOJER, BOJERS, BOJFH, BOJFI, BOJFT, ERRBOJ, CH, CHR, CHRERS, FIBOJ	PIN, PIB, PIR, PIFI, FIPI	BOPERS, BOPFT, ER, ERS, ERBOJ, ERSBOP, ERSFI, ERSFT, ERSPE, FT, FTBOJ, FTBOP, FTER, FTFRS, FTFI, FTPE, ERRFT, FERS, FIFT, PEERS, PEFT, PRU	RBOJ, RTBOJ	BOJR, BOJRT, BOJEP	RTFT, RFT	FTR, FTIRT, ERSRT
Ancien GPP équivalent	SEPM, SEPM-THO	THO	mixte R-BOP, mixte BOP-R	mixte R-PEU, mixte PEU-R	Mixte RERO	PEU	mixte EROR	BOP	BOU CHN, FPT	PIN	ERS, PRU, FT	mixte R BOUR	mixte R BOUF	mixte RERSR, mixte RFTF	mixte RERSF, mixte RFTF
Premier suivi															
Traitements :	Procédés de régénération menant à une structure régulière ou irrégulière														
Délai pour les suivis :	Travaux réalisés de 2009-2010 à 2013-2014 (entre 1 et 5 ans)					S. O.	Travaux réalisés entre 2009-2010 et 2012-2013 (entre 2 et 5 ans)								
Traitements :	Procédés de régénération menant à une structure jardinée														
Délai pour les suivis :	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	Travaux réalisés de 2009-2010 à 2012-2013 (entre 2 et 5 ans)	S. O.	Travaux réalisés de 2009-2010 à 2012-2013 (entre 2 et 5 ans)	S. O.	Travaux réalisés de 2009-2010 à 2012-2013 (entre 2 et 5 ans)	S. O.	S. O.
Traitements :	Traitements impliquant la régénération artificielle														
Délai pour les suivis :	Travaux réalisés de 2009-2010 à 2013-2014 (entre 1 et 5 ans)														
Deuxième suivi															
Traitements :	Tous les procédés ou les traitements cités précédemment (sauf s'il y a eu un traitement d'éducation), tous les GPP ou toutes les compositions visées														
Délai pour les suivis :	Travaux réalisés de 1999-2000 à 2004-2005 (entre 10 et 15 ans)					S. O.	Travaux réalisés de 1999-2000 à 2004-2005 (entre 10 et 15 ans)								
Traitements :	Traitement d'éducation, tous les GPP ou toutes les compositions visées														
Délai pour les suivis :	Travaux réalisés de 2009-2010 à 2014-2015 (entre 0 et 5 ans) ^b					S. O.	Travaux réalisés de 2009-2010 à 2014-2015 (entre 0 et 5 ans) ^b								

a. Le 2^e suivi est facultatif pour les stations où la concurrence en feuillus intolérants est faible.

b. De 0 à 5 ans après le traitement d'éducation.

Tableau 45 Calendrier des suivis à faire en 2014-2015 pour les scénarios sylvicoles comportant une sylviculture intensive et d'élite

	Composition visée														
	R, RT, EP, EPB, EPBRT, EPN, EPNRT, EPNTHO, EPRRT, PIG, RTHO	THO, THOR, THORT	FIR, RFI, BOPR, FIRT, RBOP, RTBOP, RTFI	PER, PERT, RPE, RTPE	RERR	PE, PET_DER	ERRR	BOP, FI, BOPFI, FIBOP, BOP-SCI	BOJ, BOJER, BOJERS, BOJFH, BOJFI, BOJFT, ERBOJ, CH, CHR, CHRERS, FIBOJ	PIN, PIB, PIR, PIFI, FIPI	BOPERS, BOPFT, ER, ERS, ERBOJ, ERFI, ERSBOJ, ERSBOP, ERSFI, ERSFT, ERSPE, FT, FTBOJ, FTBOP, FTFR, FTFRS, FTIF, FTPE, ERRFT, FIERS, FIFT, PEERS, PEFT, PRU	RBOJ, RTBOJ	BOJR, BOJRT, BOJEP	RTFT, RFT	FTR, FTRT, ERSRT
Ancien GPP équivalent	SEPM, SEPM-THO	THO	mixte R-BOP, mixte BOP-R	mixte R-PEU, mixte PEU-R	mixte RERO	PEU	mixte EROR	BOP	BOU CHN, FPT	PIN	ERS, PRU, FT	mixte RBOUR	mixte RBOUF	mixte RERSR, mixte RFTR	mixte RERSF, mixte RFTF
Premier suivi															
Traitements :	Procédés de régénération menant à une structure régulière ou irrégulière														
Délai pour les suivis :	Travaux réalisés de 2011-2012 à 2013-2014 (entre 1 et 3 ans)					S. O.	Travaux réalisés de 2011-2012 à 2012-2013 (entre 2 et 3 ans)								
Traitements :	Procédés de régénération menant à une structure jardinée														
Délai pour les suivis :	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	Travaux réalisés de 2011-2012 à 2012-2013 (entre 2 et 3 ans)	S. O.	Travaux réalisés de 2011-2012 à 2012-2013 (entre 2 et 3 ans)	S. O.	Travaux réalisés de 2011-2012 à 2012-2013 (entre 2 et 3 ans)	S. O.	S. O.
Traitements :	Traitements impliquant la régénération artificielle														
Délai pour les suivis :	Travaux réalisés de 2011-2012 à 2013-2014 (entre 1 et 3 ans)														
Deuxième suivi															
Traitements :	Tous les procédés ou les traitements précédemment cités (sauf s'il y a eu un traitement d'éducation), tous les GPP ou toutes les compositions visées														
Délai pour les suivis :	Travaux réalisés de 1999-2000 à 2004-2005 (entre 10 et 15 ans)														
Traitements :	Traitement d'éducation, tous les GPP ou toutes les compositions visées														
Délai pour les suivis :	Travaux réalisés de 2009-2010 à 2014-2015 (entre 0 et 5 ans) ^a														

a. De 0 à 5 ans après le traitement d'éducation.

Tableau 46 Synthèse des délais prescrits selon l'intensité prévue dans le scénario sylvicole

Intensité de la sylviculture prévue dans le scénario	Traitement ou procédé de régénération	GPP ou composition visée	Délai pour le 1 ^{er} suivi (nombre d'années après traitement)	Délai pour le 2 ^e suivi (nombre d'années après traitement)
Extensive	Tous	Résineux et mixtes avec feuillus intolérants	De 1 à 10	Facultatif
De base, sans actions supplémentaires pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrence	Tous	Tous	De 1 à 10	Facultatif
De base, avec actions supplémentaires pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente	Procédés de régénération menant à une structure régulière, irrégulière ou jardinée	Résineux et mixtes avec feuillus intolérants	De 1 à 5	De 10 à 15
	Procédés de régénération menant à une structure régulière, irrégulière ou jardinée	Feuillus tolérants ou mixtes avec feuillus tolérants	De 2 à 5	De 10 à 15
	Impliquant la régénération artificielle	Tous	De 1 à 5	De 10 à 15
	Éducation ^a	Tous	--	De 0 à 5
Intensive ou d'élite	Procédés de régénération menant à une structure régulière, irrégulière ou jardinée	Résineux et mixtes avec feuillus intolérants	De 1 à 3	De 10 à 15
	Procédés de régénération menant à une structure régulière, irrégulière ou jardinée	Feuillus tolérants ou mixtes avec feuillus tolérants	De 2 à 3	De 10 à 15
	Impliquant la régénération artificielle	Tous	De 1 à 3	10 à 15
	Éducation ^a	Tous	--	De 0 à 5

a. Délais calculés à partir de l'année où le traitement d'éducation a eu lieu.

6.5.3 Méthodologie de sondage

6.5.3.1 Unité de sondage

L'unité de sondage qui sert pour le suivi d'efficacité des interventions des années antérieures est déterminée en fonction des critères suivants :

- **Critère 1.** L'unité de sondage ne peut avoir une superficie supérieure à 250 ha.
- **Critère 2.** Cette superficie peut être constituée de plusieurs polygones ou secteurs d'intervention. L'unité de sondage du deuxième suivi peut être différente de celle du premier suivi, notamment, si des travaux sylvicoles subséquents ont été réalisés.
- **Critère 3.** Les superficies de l'unité de sondage font partie de la même unité d'aménagement.
- **Critère 4.** Les superficies de l'unité de sondage ont subi le même traitement sylvicole la même année. Dans le cas où le traitement a été réalisé sur deux saisons (cas exceptionnel), c'est la date de fin des travaux qui valide l'année du traitement pour le suivi d'efficacité. Ce critère demande une validation particulière, puisqu'il existe plusieurs codes de traitement dont certains peuvent être regroupés et faire partie d'une même unité de sondage. Ce critère a pour but d'améliorer l'homogénéité des unités de sondage et la précision de l'échantillonnage.
- **Critère 5.** Les superficies qui requièrent un suivi correspondent aux superficies traitées, aux aires d'empilements, s'il y a lieu, et aux chemins d'hiver remis en production.
- **Critère 6.** L'unité de sondage regroupe des peuplements homogènes (ex. : groupe de productions prioritaires ou composition visée, groupement d'essences, type écologique).

6.5.3.2 Intensité d'échantillonnage

Pour l'intensité de l'échantillonnage, il est très important de bien cibler les besoins et les objectifs des suivis d'efficacité. Par exemple, l'ingénieur forestier voudra probablement obtenir plus de précision pour les suivis des superficies faisant partie de scénarios sylvicoles intensifs. Il peut également décider de diminuer l'intensité d'échantillonnage dans les plantations puisque celles-ci présentent généralement des caractéristiques plus homogènes.

Pour la planification d'un inventaire et d'un plan de sondage, le lecteur est invité à consulter le chapitre 2 du présent guide. Tel qu'il est mentionné dans ce chapitre, des précisions d'au moins 90 % sur le coefficient de distribution total (pour une erreur relative de 10 %) à un niveau de probabilité de 95 % sont requises pour les traitements sylvicoles non commerciaux.

Pour les superficies comprises dans les scénarios sylvicoles intensifs et d'élite, ce niveau de précision est maintenu (90 %). Pour les autres catégories d'intensité de la sylviculture, cette précision peut être moindre.

Dans le but de moduler les efforts de suivi selon l'intensité du scénario sylvicole, et de mieux cibler les investissements en matière de suivi d'efficacité, les superficies comprises dans des scénarios sylvicoles extensifs et de base, sans actions supplémentaires pour régénérer ou maîtriser la végétation, peuvent être suivies en utilisant des méthodes alternatives (photo-interprétation, imagerie satellitaire, inventaire visuel, etc.). Cependant, la méthode choisie devrait toujours être appuyée par des points de contrôle (validations sur le terrain) afin que l'on puisse inscrire, dans les rapports d'activité, des résultats ayant un certain degré de confiance. Une méthode de suivi par photo-interprétation est décrite dans la section 6.5.6.

6.5.4 Éléments à recueillir

La méthode d'échantillonnage par grappe de 10 microplacettes permet de noter la présence et de dénombrer la basse régénération et les gaules. Ces microplacettes doivent être équidistantes de 6 m. Dans les zones où le rayon de 2,82 m n'est pas utilisé, les placettes peuvent être équidistantes de 5 m.

Les rayons des microplacettes utilisés dans les grappes de placettes varient selon la donnée à récolter, l'intensité de la sylviculture et les essences commerciales présentes. Le tableau 47 résume l'ensemble des rayons à utiliser.

Tableau 47 Rayons des microplacettes à utiliser

Essence	Rayon (m)				
	Dénombrement	Présence par essence selon l'intensité de la sylviculture			
	Toutes les intensités	Extensive	De base : naturel et regarni	De base : plantation	Intensive et d'élite
SEPM et thuya	1,13	1,63	1,63	1,41	1,26
Peupliers et bouleau à papier	1,13	1,69	1,69	1,69	1,69
Feuillus tolérants et semi-tolérants à l'ombre	1,13	2,82	2,82	2,82	2,82
Pruche, pin blanc et pin rouge	1,13	2,82	2,82	2,82	2,82

Les figures 69 et 70 indiquent de façon schématique les éléments à recueillir en fonction des rayons de placettes à utiliser. Lorsque les suivis d'efficacité sont faits en jumelant un inventaire de diagnostic, l'ensemble des données énumérées dans ces figures peut être récolté. Il est à noter que les caractéristiques forestières illustrées dans ces figures ne sont que des exemples et que l'ingénieur forestier peut en déterminer d'autres qui devront être évalués lors des travaux d'inventaire.

Par souci d'efficacité et d'économie, l'option de jumeler un diagnostic au suivi d'efficacité est à privilégier. Par contre, s'il est préférable de ne faire qu'un suivi d'efficacité, seuls les coefficients de distribution de la régénération par essence, pour les essences commerciales ou pour les essences désirées, seront exigés. Lors du premier suivi, la présence par essence sera la seule caractéristique forestière exigée. Lors du deuxième suivi, la caractéristique forestière exigée sera la présence par essence selon l'état : arbre libre de croître ou éclairci (tableau 48).

Tableau 48 Caractéristiques et critères forestiers obligatoires pour les suivis d’efficacité

Caractéristique forestière	Critère forestier calculé	Utilité
Présence par essence commerciale (1 ^{er} suivi)	Coefficient de distribution par essence commerciale	S’assurer d’une régénération suffisante
	Coefficient de distribution pour les essences commerciales	Informar l’ingénieur forestier œuvrant en sylviculture d’un besoin en matière de régénération artificielle ou de traitement d’éducation
	Coefficient de distribution pour les essences désirées	Suivi d’un indicateur provincial
Présence par essence commerciale selon son état : libre de croître ou éclairci selon l’obligation (2 ^e suivi)	Coefficient de distribution par essence commerciale libre de croître ou éclaircie	S’assurer de l’atteinte des objectifs de rendements prévus
	Coefficient de distribution pour les essences commerciales libres de croître ou éclaircies	Informar l’ingénieur forestier œuvrant en sylviculture d’un besoin en matière de traitement d’éducation
	Coefficient de distribution pour les essences désirées libres de croître ou éclaircies	Suivi d’un indicateur provincial

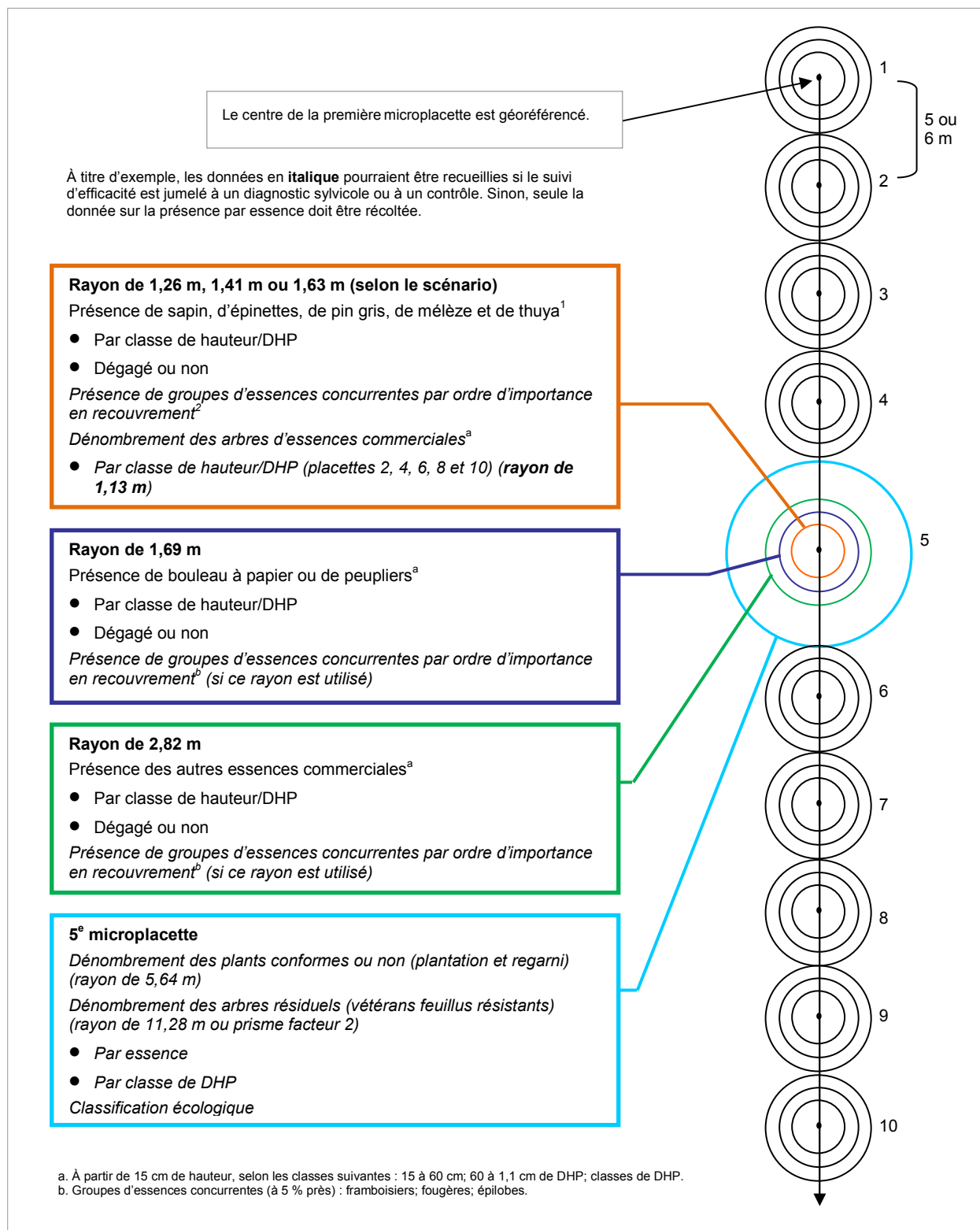


Figure 69 Premier suivi d'efficacité portant sur la régénération

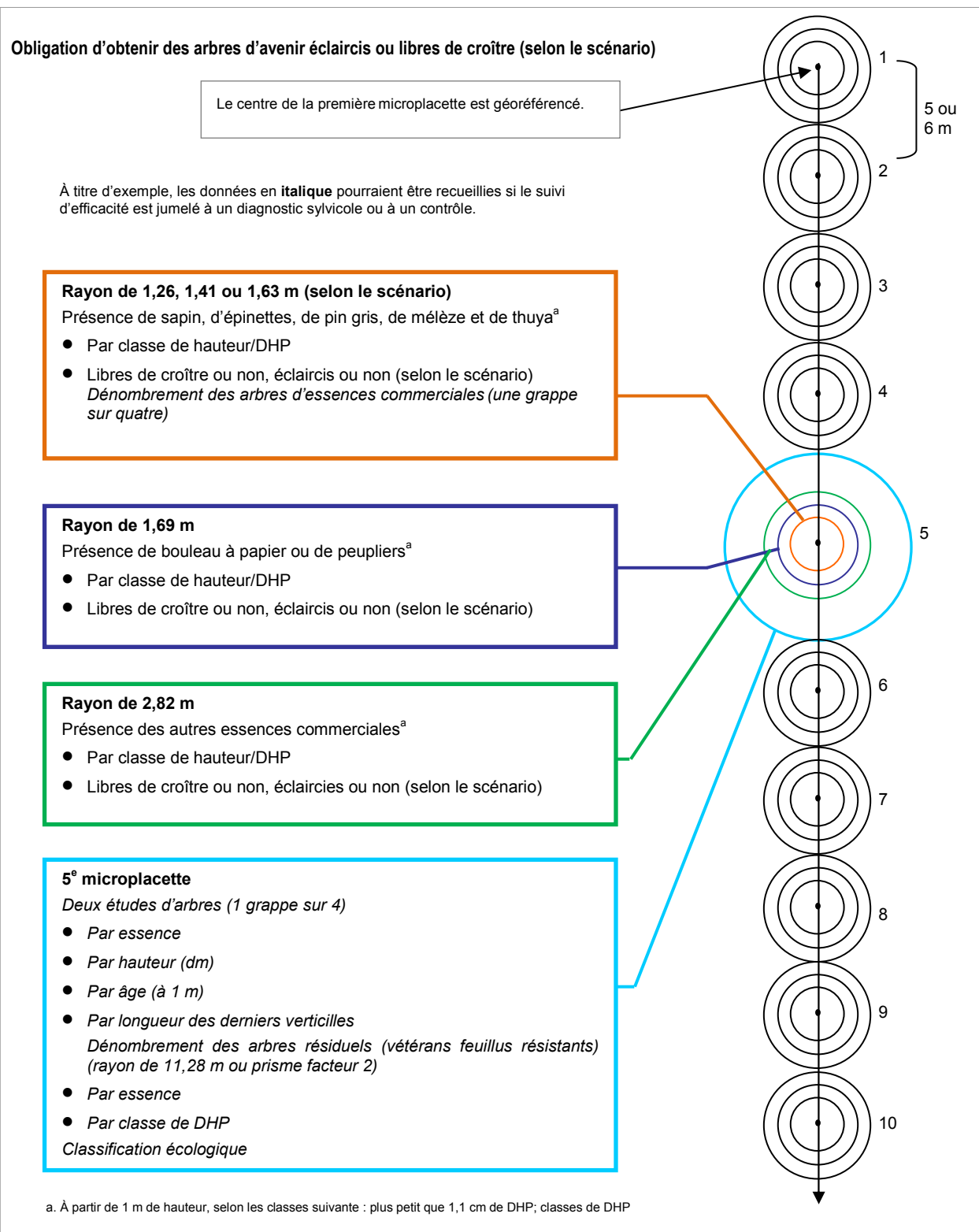


Figure 70 Deuxième suivi d'efficacité portant sur la régénération

6.5.5 Cibles minimales

Les tableaux 49 et 50 présentent les cibles minimales à atteindre, en rapport avec les besoins corporatifs, pour les coefficients de distribution lors des suivis d'efficacité sur la régénération. Il est à noter que l'ingénieur forestier peut avoir des objectifs plus ambitieux et chercher à atteindre des cibles plus élevées.

Tableau 49 Cibles minimales à atteindre lors du premier suivi d'efficacité

1 ^{er} suivi d'efficacité	Intensité de la sylviculture			
	Extensive	De base, sans actions supplémentaires pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente	De base, avec actions pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente	Intensive et d'élite
Méthodes	Terrain possible, méthodes alternatives préconisées	Terrain possible, méthodes alternatives préconisées	Terrain	Terrain
Cibles minimales	Coefficient de distribution en essences commerciales de 50 %	Coefficient de distribution en essences désirées de 50 %	Coefficient de distribution en essences désirées de 60 %	Coefficient de distribution en essences désirées de 75 %
Actions à prendre si la cible n'est pas atteinte	Actions possibles si jugées à propos	Actions possibles si jugées à propos	Actions requises	Actions requises

Tableau 50 Cibles minimales à atteindre lors du deuxième suivi d'efficacité

2 ^e suivi d'efficacité	Intensité de la sylviculture			
	Extensive	De base, sans actions supplémentaires pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente ^a	De base, avec actions pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente	Intensive et d'élite
Méthodes	Terrain possible, méthodes alternatives préconisées	Terrain possible, méthodes alternatives préconisées	Terrain	Terrain
Cibles minimales	Aucune cible	Aucune cible	Coefficient de distribution en essences désirées libres de croître de 60 %	Coefficient de distribution en essences désirées éclaircies de 75 %
Actions à prendre si la cible n'est pas atteinte	Aucune action requise	Aucune action requise	Actions requises	Actions requises

a. Suivi facultatif

6.5.6 Méthode de suivi par photo-interprétation

La méthode abordée dans cette section touche principalement l'interprétation des résultats de la photo-interprétation. Elle consiste à qualifier, à l'aide de classes prédéterminées, le recouvrement en pourcentage de la régénération à l'intérieur des secteurs d'intervention où un suivi d'efficacité doit être fait. Cette méthode, qui utilise les logiciels Summit Evolution et ArcMAP, est décrite en détail dans le document *Méthode de suivi forestier par photo-interprétation pour les végétations potentielles MS2, RE2 et RS2* (Marois et autres, en préparation).

Chaque secteur d'intervention est subdivisé en sous-ensembles selon cinq classes de recouvrement :

- 0 %
- de 1 à 24 %
- de 25 à 49 %
- de 50 à 74 %
- de 75 à 100 %

Dans chacun des sous-ensembles, le recouvrement (%) des essences résineuses et feuillues (commerciales et non commerciales) ainsi que le recouvrement total de toutes les essences sont évalués. À ces sous-ensembles est également associée une superficie.

Pour améliorer la photo-interprétation des images, on peut procéder au rehaussement des couleurs afin de mieux différencier les zones où la régénération est présente (figure 71). Il sera également plus facile de distinguer les essences. Des techniques de rehaussement des photographies aériennes sont décrites dans le document intitulé *Guide de photo-interprétation des essences forestières du Québec méridional* (Lebœuf et Vaillancourt, 2013). Ces ajustements peuvent être apportés aux photos selon les préférences d'un utilisateur expérimenté.

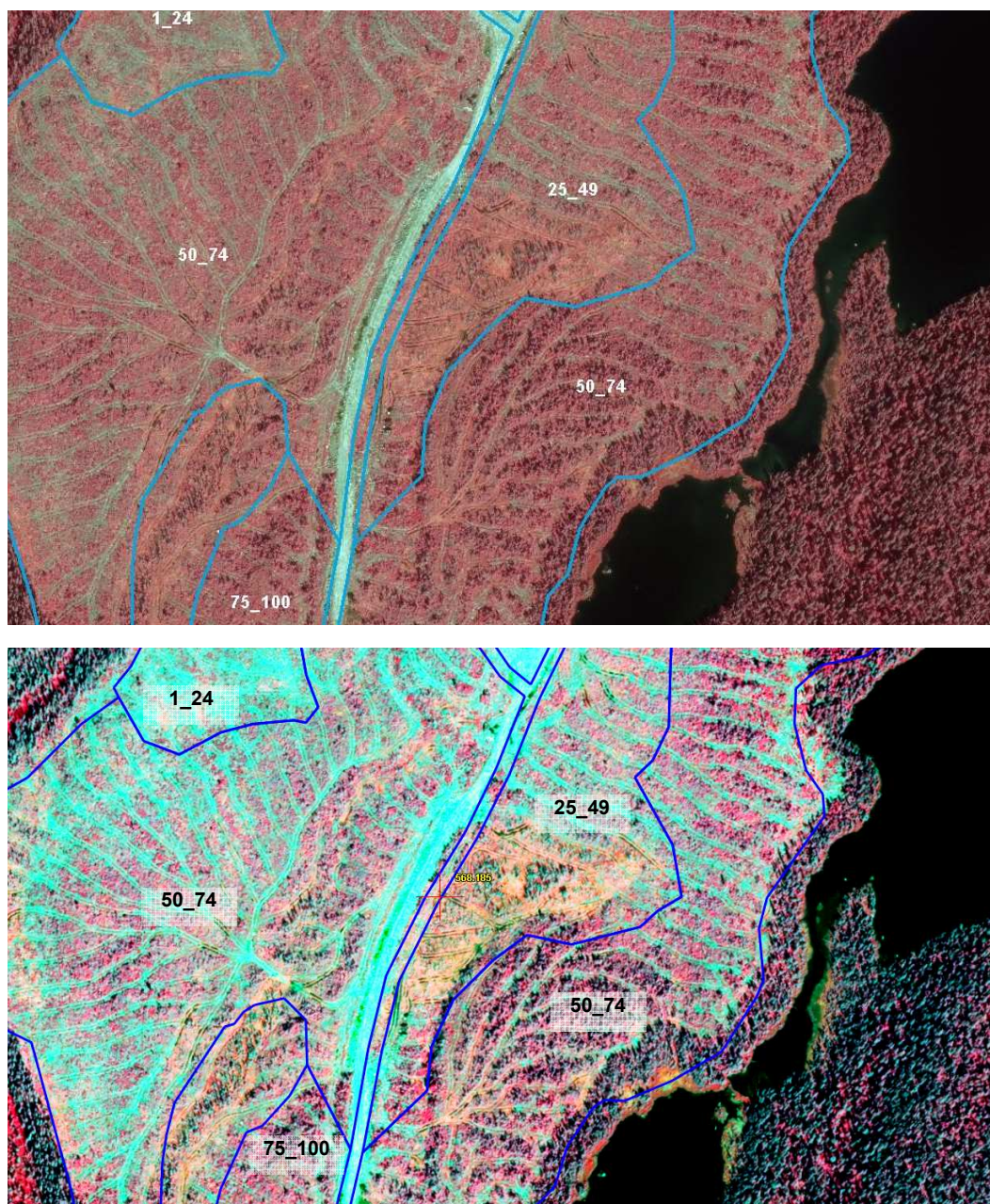


Figure 71 Exemple d'une partie d'un secteur d'intervention ayant fait l'objet d'une photo-interprétation (infrarouge standard) avant et après le rehaussement des couleurs

6.5.6.1 Calcul du recouvrement total moyen pondéré

À partir des sous-ensembles du secteur d’intervention ayant fait l’objet d’une photo-interprétation, calculer le recouvrement total moyen pondéré. Ce calcul se fait généralement à partir du recouvrement total de toutes les essences. Toutefois, en fonction des objectifs régionaux, le recouvrement peut être calculé pour les résineux seuls, s’ils sont les seules essences visées par les objectifs de remise en production. Le tableau 51 présente un exemple de calcul pour un secteur de 100 ha comportant trois sous-ensembles interprétés.

Tableau 51 Exemple de calcul du recouvrement total moyen pondéré d’un secteur d’intervention

Classe de recouvrement des sous-ensembles	Résultat médian de la classe utilisée pour le calcul (%)	Superficie du sous-ensemble (ha)	Poids du sous-ensemble (superficie/100 ha)	Recouvrement moyen pondéré (% = résultat médian x le poids)
0 %	0	0	0	0
De 1 à 24 %	12,5	25	0,25	3,13
De 25 à 49 %	37,0	55	0,55	20,35
De 50 à 74 %	62,0	0	0	0
De 75 à 100 %	87,5	20	0,20	17,50
Recouvrement total moyen pondéré :				40,9 % (41 %)

6.5.6.2 Comparaison du résultat pondéré avec des seuils suggérés

Après avoir calculé le recouvrement total moyen pondéré du secteur d’intervention (ex. : 41 % dans l’exemple du tableau 51), il s’agit de comparer le résultat avec les seuils suggérés dans le tableau 52. Ces seuils ont été déterminés à la suite d’essais, concernant l’évaluation de coefficient de distribution, qui ont été réalisés en 2003.

Tableau 52 Seuils de recouvrement suggérés

Catégorie	Seuil suggéré (recouvrement moyen pondéré)	Explication
Code rouge	< 35 %	Des validations sur le terrain sont nécessaires, car il y a trop d’incertitudes quant à une régénération suffisante et bien répartie. Le potentiel en matière de reboisement et de regarni est assez élevé.
Code jaune	De 35 à 44 %	Il y a de très bonnes chances que la régénération soit suffisante. Des validations sur le terrain sont cependant conseillées.
Code vert	≥ 45 %	Dans des scénarios comportant une sylviculture extensive et de base, sans actions supplémentaires pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente, la régénération est suffisante. Les sous-ensembles peu ou non régénérés des secteurs d’intervention peuvent faire l’objet de validations sur le terrain si des objectifs de plein boisement sont poursuivis.

Le seuil de 45 % de recouvrement (code vert) a été fixé en fonction des orientations du tableau 49, dans lequel un minimum éthique de 50 % pour le coefficient de distribution est visé pour les scénarios comportant une sylviculture extensive. Ce seuil a été fixé à ce niveau, étant donné que dans la méthode de Marois et autres (en préparation), le recouvrement des essences évalué par photo-interprétation est systématiquement plus bas que le coefficient de distribution calculé sur le terrain et que lors des essais de 2013, la plus petite différence entre ces deux critères était de 5 %. Le seuil suggéré pourra être ajusté régionalement lorsque des données sur la différence entre le coefficient de distribution et le recouvrement seront disponibles dans chaque région. Ces données peuvent être recueillies en utilisant la méthode présentée dans le document de Marois et autres (en préparation).

Pour les validations sur le terrain, une évaluation visuelle peut être faite. Au cours de l'été 2013, des essais d'évaluation visuelle ont été menés et ont donné de bons résultats. En effet, les évaluateurs ont obtenu un taux de succès de 83 %. Cependant, il est fortement conseillé de confier ce genre d'évaluation à des techniciens expérimentés, familiers avec les notions de recouvrement et de coefficient de distribution. Le tableau 53 présente les résultats des évaluations visuelles réalisées en 2013.

Tableau 53 Résultats des essais réalisés en 2013

Coefficient de distribution		Résultat de l'évaluation visuelle	Nombre de résultats
Évaluation visuelle	Calcul sur le terrain		
≥ 50 %	≥ 50 %	Succès	44
< 50 %	< 50 %	Succès	16
< 50 %	≥ 50 %	Insuccès sans conséquences majeures	12
≥ 50 %	< 50 %	Insuccès avec conséquences	0
Taux de succès :			83 % (60/72)

6.5.6.3 Limites de la méthode et recommandations

Cette méthode a été testée et est recommandée pour trois types de végétations potentielles : la pessière noire à mousses ou à éricacées (RE2), la sapinière à épinette noire (RS2) et la sapinière à bouleau blanc (MS2). Sauf pour ces végétations potentielles, la méthode n'est pas encore recommandée. Elle a été conçue principalement pour les scénarios comportant une sylviculture extensive et de base, sans actions supplémentaires pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente. Pour les scénarios comportant une sylviculture de base, avec actions

pour régénérer ou maîtriser la végétation concurrente, une sylviculture intensive ou d’élite, les contrôles d’exécution serviront de suivis d’efficacité.

Les seuils suggérés dans ce document le sont à titre indicatif et peuvent être modifiés par l'utilisateur sur la base d'une meilleure connaissance du terrain. Ils sont cependant fortement recommandés pour un utilisateur ayant peu ou pas d'expérience en photo-interprétation de la régénération. Bien qu'efficace l'année après la coupe, cette méthode donne de meilleurs résultats avec des secteurs d'intervention où la coupe date de plus d'un an. Les validations sur le terrain seront plus fréquentes avec des suivis faits un an après la coupe.

ANNEXES



Photo : Sébastien Méthot

ANNEXE A Intensité de la sylviculture selon le type de traitement ou de procédé

Procédé ou traitement	Intensité de la sylviculture				
	extensif	de base	intensif	d'élite	
				indigène	exotique ou hybride
Traitements de la régénération artificielle					
Plantation					
- plantation uniforme ou regarni		x	x	x	x
- enrichissement		x	x	x	
Ensemencement artificiel					
- aérien ou terrestre		x	x	x	
Traitements d'éducation					
Dégagement et nettoyage					
- coupe mécanique ou annélation		x	x	x	x
Éclaircie précommerciale					
- systématique ou par puits de lumière			x	x	
- dépressage		x	x	x	
Procédés de régénération					
Objectif : peuplement équiennne de structure régulière					
Coupe totale ou avec réserve de semenciers					
- coupe totale sans protection	x	x	x	x	x
- coupe avec protection de la régénération et des sols; coupe avec protection de la haute régénération et des sols; coupe avec réserve de semenciers; coupe de succession	x	x	x	x	
Coupe progressive régulière					
- uniforme, par bandes ou par trouées		x	x	x	
Objectif : peuplement inéquienne de structure irrégulière					
Coupe progressive irrégulière					
- à régénération lente ou par trouées agrandies		x	x	x	
- à couvert permanent		x	x	x	
Coupe avec protection des petites tiges marchandes					
- uniforme, discontinue	x	x			
Objectif : peuplement inéquienne de structure jardinée (équilibrée)					
Éclaircie jardinatoire					
- initiale, classique (finale)			x	x	
Coupe de jardinage					
- par pied d'arbres ou par pied et groupes d'arbres			x	x	
- par trouées ou par bandes		x	x	x	

ANNEXE B Rayon d’échantillonnage en fonction du DHP pour le prisme CST-2 (métrique)

DHP (cm)	Rayon d’échantillonnage (m) ^a									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
9	3,18	3,21	3,25	3,28	3,32	3,35	3,39	3,42	3,46	3,50
10	3,53	3,57	3,60	3,64	3,67	3,71	3,74	3,78	3,81	3,65
11	3,88	3,92	3,96	3,99	4,03	4,06	4,10	4,13	4,17	4,20
12	4,24	4,27	4,31	4,34	4,38	4,41	4,45	4,49	4,52	4,56
13	4,59	4,63	4,66	4,70	4,73	4,77	4,80	4,84	4,87	4,91
14	4,95	4,98	5,02	5,05	5,09	5,12	5,16	5,19	5,23	5,26
15	5,30	5,33	5,37	5,40	5,44	5,48	5,51	5,55	5,58	5,62
16	5,65	5,69	5,72	5,76	5,79	5,83	5,86	5,90	5,94	5,97
17	6,01	6,04	6,08	6,11	6,15	6,18	6,22	6,25	6,29	6,32
18	6,36	6,39	6,43	6,47	6,50	6,54	6,57	6,61	6,64	6,68
19	6,71	6,75	6,78	6,82	6,85	6,89	6,93	6,96	7,00	7,03
20	7,07	7,10	7,14	7,17	7,21	7,24	7,28	7,31	7,35	7,38
21	7,42	7,46	7,49	7,53	7,56	7,60	7,63	7,67	7,70	7,74
22	7,77	7,81	7,84	7,88	7,92	7,95	7,99	8,02	8,06	8,09
23	8,13	8,16	8,20	8,23	8,27	8,30	8,34	8,37	8,41	8,45
24	8,48	8,52	8,55	8,59	8,62	8,66	8,69	8,73	8,76	8,80
25	8,83	8,87	8,91	8,94	8,98	9,01	9,05	9,08	9,12	9,15
26	9,19	9,22	9,26	9,29	9,33	9,36	9,40	9,44	9,47	9,51
27	9,54	9,58	9,61	9,65	9,68	9,72	9,75	9,79	9,82	9,86
28	9,89	9,93	9,97	10,00	10,04	10,07	10,11	10,14	10,18	10,21
29	10,25	10,28	10,32	10,35	10,39	10,43	10,46	10,50	10,53	10,57
30	10,60	10,64	10,67	10,71	10,74	10,78	10,81	10,85	10,88	10,92
31	10,96	10,99	11,03	11,06	11,10	11,13	11,17	11,20	11,24	11,27
32	11,31	11,34	11,38	11,42	11,45	11,49	11,52	11,56	11,59	11,63
33	11,66	11,70	11,73	11,77	11,80	11,84	11,87	11,91	11,95	11,98
34	12,02	12,05	12,09	12,12	12,16	12,19	12,23	12,26	12,30	12,33
35	12,37	12,41	12,44	12,48	12,51	12,55	12,58	12,62	12,65	12,69
36	12,72	12,76	12,79	12,83	12,86	12,90	12,94	12,97	13,01	13,04
37	13,08	13,11	13,15	13,18	13,22	13,25	13,29	13,32	13,36	13,40
38	13,43	13,47	13,50	13,54	13,57	13,61	13,64	13,68	13,71	13,75

a. Source : Ministère de l’Énergie et des Ressources, 1980 (dans Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2008)

DHP (cm)	Rayon d’échantillonnage (m) ^a									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
39	13,78	13,82	13,85	13,89	13,93	13,96	14,00	14,03	14,07	14,10
40	14,14	14,17	14,21	14,24	14,28	14,31	14,35	14,39	14,42	14,46
41	14,49	14,53	14,56	14,60	14,63	14,67	14,70	14,74	14,77	14,81
42	14,84	14,88	14,92	14,95	14,99	15,02	15,06	15,09	15,13	15,16
43	15,20	15,23	15,27	15,30	15,34	15,38	15,41	15,45	15,48	15,52
44	15,55	15,59	15,62	15,65	15,69	15,73	15,76	15,80	15,83	15,87
45	15,91	15,94	15,98	16,01	16,05	16,08	16,12	16,15	16,19	16,22
46	16,26	16,29	16,33	16,37	16,40	16,44	16,47	16,51	16,54	16,58
47	16,61	16,65	16,68	16,72	16,75	16,79	16,82	16,86	16,90	16,93
48	16,97	17,00	17,04	17,07	17,11	17,14	17,18	17,21	17,25	17,28
49	17,32	17,35	17,39	17,43	17,46	17,50	17,53	17,57	17,60	17,64
50	17,67	17,71	17,74	17,78	17,81	17,85	17,89	17,92	17,96	17,99
51	18,03	18,06	18,10	18,13	18,17	18,20	18,24	18,27	18,31	18,34
52	18,38	18,42	18,45	18,49	18,52	18,56	18,59	18,63	18,66	18,70
53	18,73	18,77	18,80	18,84	18,88	18,91	18,95	18,98	19,02	19,05
54	19,09	19,12	19,16	19,19	19,23	19,26	19,30	19,33	19,37	19,41
55	19,44	19,48	19,51	19,55	19,58	19,62	19,65	19,69	19,72	19,76
56	19,79	19,83	19,87	19,90	19,94	19,97	20,01	20,04	20,08	20,11
57	20,15	20,18	20,22	20,25	20,29	20,32	20,36	20,40	20,43	20,47
58	20,50	20,54	20,57	20,61	20,64	20,68	20,71	20,75	20,78	20,82
59	20,86	20,89	20,93	20,96	21,00	21,03	21,07	21,10	21,14	21,17
60	21,21	21,24	21,28	21,31	21,35	21,39	21,42	21,46	21,49	21,53
61	21,56	21,60	21,63	21,67	21,70	21,74	21,77	21,81	21,85	21,88
62	21,92	21,95	21,99	22,02	22,06	22,09	22,13	22,16	22,20	22,23
63	22,27	22,30	22,34	22,38	22,41	22,45	22,48	22,52	22,55	22,59
64	22,62	22,66	22,69	22,73	22,76	22,80	22,84	22,87	22,91	22,94
65	22,98	23,01	23,05	23,08	23,12	23,15	23,19	23,22	23,26	23,29
66	23,34	23,37	23,40	23,44	23,47	23,51	23,54	23,58	23,61	23,65
67	23,68	23,72	23,75	23,79	23,82	23,86	23,90	23,93	23,97	24,00
68	24,04	24,07	24,11	24,14	24,18	24,21	24,25	24,28	24,32	24,36
69	24,39	24,43	24,46	24,50	24,53	24,57	24,60	24,64	24,67	24,71
70	24,74	24,78	24,81	24,85	24,89	24,92	24,96	24,99	25,03	25,06
71	25,10	25,13	25,17	25,20	25,24	25,27	25,31	25,35	25,38	25,42
72	25,45	25,49	25,52	25,56	25,59	25,63	25,66	25,70	25,73	25,77

a. Source : Ministère de l’Énergie et des Ressources, 1980 (dans Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2008)

DHP (cm)	Rayon d’échantillonnage (m) ^a									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
73	25,80	25,84	25,88	25,91	25,95	25,98	26,02	26,05	26,09	26,12
74	26,16	26,19	26,22	26,26	26,30	26,34	26,37	26,41	26,44	26,48
75	26,51	26,55	26,58	26,62	26,65	26,69	26,72	26,76	26,79	26,83
76	26,87	26,90	26,94	26,97	27,01	27,04	27,08	27,11	27,15	27,18
77	27,22	27,25	27,29	27,33	27,36	27,40	27,43	27,47	27,50	27,54
78	27,57	27,61	27,64	27,68	27,71	27,75	27,78	27,82	27,86	27,89
79	27,93	27,96	28,00	28,03	28,07	28,10	28,14	28,17	28,21	28,24
80	28,28	28,32	28,35	28,39	28,42	28,46	28,49	28,53	28,56	28,60
81	28,63	28,67	28,70	28,74	28,77	28,81	28,85	28,88	28,92	28,95
82	28,99	29,02	29,06	29,09	29,13	29,16	29,20	29,23	29,27	29,31
83	29,34	29,38	29,41	29,45	29,48	29,52	29,55	29,59	29,62	29,66
84	29,69	29,73	29,76	29,80	29,84	29,87	29,91	29,94	29,98	30,01
85	30,05	30,08	30,12	30,15	30,19	30,22	30,26	30,29	30,33	30,37
86	30,40	30,44	30,47	30,51	30,54	30,58	30,61	30,65	30,68	30,72
87	30,75	30,79	30,83	30,86	30,90	30,93	30,97	31,00	31,04	31,07
88	31,11	31,14	31,18	31,21	31,25	31,28	31,32	31,35	31,39	31,43
89	31,46	31,50	31,53	31,57	31,60	31,64	31,67	31,71	31,74	31,78
90	31,82	31,85	31,89	31,92	31,96	31,99	32,03	32,06	32,10	32,13
91	32,17	32,20	32,24	32,27	32,31	32,35	32,38	32,42	32,45	32,49
92	32,52	32,56	32,59	32,63	32,66	32,70	32,73	32,77	32,81	32,84
93	32,88	32,91	32,95	32,98	33,02	33,05	33,09	33,12	33,16	33,19
94	33,23	33,26	33,30	33,34	33,37	33,41	33,44	33,48	33,51	33,55
95	33,58	33,62	33,65	33,69	33,72	33,76	33,80	33,83	33,87	33,90
96	33,94	33,97	34,01	34,04	34,08	34,11	34,15	34,18	34,22	34,25
97	34,29	34,33	34,36	34,40	34,43	34,47	34,50	34,54	34,57	34,61
98	34,64	34,68	34,71	34,75	34,79	34,82	34,86	34,89	34,93	34,96
99	35,00	35,03	35,07	35,10	35,14	35,17	35,21	35,24	35,28	35,32
100	35,35	35,39	35,42	35,46	35,49	35,53	35,56	35,60	35,63	35,67
101	35,70	35,74	35,78	35,81	35,85	35,88	35,92	35,95	35,99	36,02
102	36,06	36,09	36,13	36,16	36,20	36,23	36,27	36,31	36,34	36,33
103	36,41	36,45	36,48	36,52	36,55	36,59	36,62	36,66	36,69	36,73
104	36,77	36,80	36,84	36,87	36,91	36,94	36,98	37,01	37,05	37,08
105	37,12	37,15	37,19	37,22	37,26	37,30	37,33	37,37	37,40	37,44
106	37,47	37,51	37,54	37,58	37,61	37,65	37,68	37,72	37,75	37,79

a. Source : Ministère de l’Énergie et des Ressources, 1980 (dans Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2008)

DHP (cm)	Rayon d’échantillonnage (m) ^a									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
107	37,83	37,86	37,90	37,93	37,97	38,00	38,04	38,07	38,11	38,14
108	38,18	38,21	38,25	38,29	38,32	38,36	38,39	38,43	38,46	38,50
109	38,53	38,57	38,60	38,64	38,67	38,71	38,74	38,78	38,82	38,85
110	38,89	38,92	38,96	38,99	39,03	39,06	39,10	39,13	39,17	39,20
111	39,24	39,28	39,31	39,35	39,38	39,42	39,45	39,49	39,52	39,56
112	39,59	39,63	39,66	39,70	39,73	39,77	39,81	39,84	39,88	39,91
113	39,95	39,98	40,02	40,05	40,09	40,12	40,16	40,19	40,23	40,27
114	40,30	40,34	40,37	40,41	40,44	40,48	40,51	40,55	40,58	40,62
115	40,65	40,69	40,72	40,76	40,80	40,83	40,87	40,90	40,94	40,97
116	41,01	41,04	41,08	41,11	41,15	41,18	41,22	41,26	41,29	41,33
117	41,36	41,40	41,43	41,47	41,50	41,54	41,57	41,61	41,64	41,68
118	41,71	41,75	41,79	41,82	41,86	41,89	41,93	41,96	42,00	42,03
119	42,07	42,10	42,14	42,17	42,21	42,25	42,28	42,32	42,35	42,39
120	42,42	42,46	42,49	42,53	42,56	42,60	42,63	42,67	42,70	42,74
121	42,78	42,81	42,85	42,88	42,92	42,95	42,99	43,02	43,06	43,09
122	43,13	43,16	43,20	43,24	43,27	43,31	43,34	43,38	43,41	43,45
123	43,48	43,52	43,55	43,59	43,62	43,66	43,69	43,73	43,77	43,80
124	43,84	43,87	43,91	43,94	43,98	44,01	44,05	44,08	44,12	44,15
125	34,19	44,22	44,26	44,30	44,33	44,37	44,40	44,44	44,47	44,51

a. Source : Ministère de l’Énergie et des Ressources, 1980 (dans Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2008)

ANNEXE C Autres caractéristiques forestières à évaluer sur le terrain

Cette annexe présente certaines caractéristiques forestières à évaluer sur le terrain en fonction des mêmes catégories que celles présentées à la section 4.4. Il s’agit de caractéristiques forestières dont la méthode de mesure n’a pas encore été mise au point ou qu’on ne peut intégrer aux outils de saisie ou de compilation (DendroDIF et DICA).

1. Caractéristiques du site et de la station (voir la section 4.4.2)

1.1 Débris ligneux

Présence ou absence de gros débris ligneux

À l’intérieur d’une parcelle de 11,28 m de rayon ou d’un point d’observation d’environ 11,28 m de rayon, vérifier la présence ou l’absence de gros débris ligneux¹ dont l’état de décomposition correspond aux classes 11, 12 ou 13 (bois pourris) illustrées à la figure 72. Pour la compilation, se référer à la section 5.4.3.

La présence de gros débris ligneux est un indicateur du régime de perturbation et de l’ouverture du peuplement. Ces éléments, qui favorisent la biodiversité, sont importants à observer, car ils se raréfient de plus en plus.

Lorsqu’il y a des enjeux écologiques concernant les chicots sur le territoire étudié, il est suggéré d’utiliser les classes de décomposition présentées à la figure 72 et de fixer un diamètre minimal pour la prise de données.

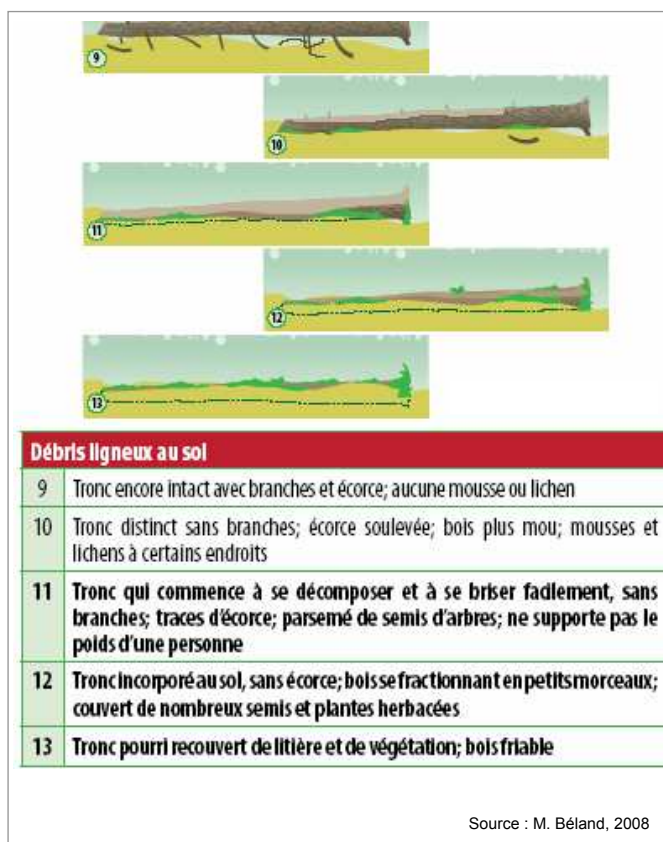


Figure 72 Classes de débris ligneux

1.2 Autres caractéristiques forestières sans méthode de mesure

Altitude

L’altitude se définit comme étant l’élévation verticale ou la hauteur d’un point par rapport au niveau moyen de la mer.

1. Équivalent à la moyenne des gros arbres des peuplements inventoriés.

Il existe plusieurs avantages à connaître cette caractéristique qui permet notamment :

- d’évaluer le type écologique;
- de valider la présence de dépôts marins et lacustres;
- de fournir une indication sur le potentiel d’envahissement des feuillus intolérants. Par exemple, certaines régions écologiques ont un potentiel d’envahissement peu élevé à des altitudes supérieures à 600 m;
- de connaître le niveau de précipitations annuelles;
- d’anticiper le potentiel d’établissement de la régénération de certaines essences. Le bouleau jaune, par exemple, s’installe généralement à des altitudes inférieures à 600 m.

La plupart du temps, l’altitude est validée en cabinet avec l’aide de la cartographie. Si une lecture locale s’avère nécessaire, l’altitude peut-être captée avec un GPS portatif de type Garmin ou autre. Il est également possible de l’obtenir avec une très grande précision en utilisant un appareil conçu pour capter, à partir d’un même point, plusieurs positions qui feront ensuite l’objet d’une correction différentielle. Ce processus de correction permet de réduire considérablement l’erreur verticale. Évidemment, plus la précision augmente, plus le coût d’acquisition de l’appareil est élevé.

Unité de paysage

L’unité de paysage régional est un des éléments du système hiérarchique de classification écologique du territoire mis au point par le MRN. Cet élément de classification à l’échelle régionale se situe entre la sous-région écologique et le district écologique. C’est une portion de territoire caractérisée par une organisation récurrente des principaux facteurs permanents du milieu et de la végétation. Il fait appel à l’intégration de variables bioclimatiques et physico-géographiques (climat, végétation potentielle, relief, altitude, géologie, etc.).

Les unités de paysage régional peuvent avoir plusieurs usages. Parmi les plus importants, il y a la constitution d’unités de sondage pour l’inventaire écoforestier, la révision des délimitations des régions écologiques, la caractérisation de territoires (unités administratives, bassins versants, milieux habités, etc.).

Au Québec, il existe 153 unités de paysage régional. Cette caractéristique ne se mesure pas en forêt; on la trouve sous forme cartographique. Pour plus de détails concernant ces unités, le lecteur est invité à consulter l’ouvrage *Paysages régionaux du Québec méridional* (Robitaille et Saucier, 1998).

Solidité du terrain

Ce critère détermine la capacité portante du sol pour un engin forestier. On l’obtient en combinant le type de dépôt, la texture du sol, la classe de drainage ainsi que l’intensité et la durée des précipitations. La solidité du terrain doit toujours être estimée par rapport à une surface non gelée.

On peut consulter une cartographie des contraintes de praticabilité ainsi qu’une grille contenant six classes de solidité du terrain basées sur la classe de drainage, le type de dépôt et la texture du sol (tableau 54).

Tableau 54 Solidité du sol en fonction du drainage, du type de dépôt et de la texture

Classe de drainage	Classe de dépôt	Texture	Classe de solidité
0, 1, 2, 3 et 4	R	Toutes	1
0 et 1	8E		
0, 1, 2	2A, 2B, 3, 4GS, 5S, 6 et 9		
2	8E	Toutes	2
0, 1 et 2	1A et 1B		
	4 (sauf 4GS), 5 (sauf 5S), 8, 8A et 8C	Toutes sauf LSA, LLIA, LA, ALI, A et AS	
	2A, 2B, 3, 4GS, 5S, 6, 9	Toutes sauf SG, SM, STG, SGL, SML et STGL	
3		SG, SM, STG, SGL, SML et STGL	
0, 1 et 2	4 (sauf 4GS), 5 (sauf 5S), 8, 8A et 8C	LSA, LLIA, LA, ALI, A et AS	3
3 et 4	1A, 1B et 8E	Toutes	
3	2A, 2B, 3, 4GS, 5S, 6, 9	Toutes sauf SG, SM, STG, SGL, SML et STGL	
	4 (sauf 4GS), 5 (sauf 5S), 8, 8A et 8C	Toutes	
		Toutes sauf LSA, LLIA, LA, ALI, A et AS	
4	2A, 2B, 3, 4GS, 5S, 6 et 9	LSA, LLIA, LA, ALI, A et AS	4
	4 (sauf 4GS), 5 (sauf 5S), 8, 8A et 8C		
Toutes sauf 5 et 6	7	Toutes	5
5	Toutes sauf les sols organiques (7)		
5	7		6
6	Sans code		

Lors des inventaires de diagnostic sylvicole, la localisation des sites potentiellement fragiles, appartenant aux classes de solidité 4, 5 et 6, peut être facilitée à l'aide d'espèces indicatrices. Nous vous invitons à consulter les guides de reconnaissance des types écologiques de votre territoire (voir l'onglet Classe de drainage) afin de connaître les espèces déterminantes des milieux mouillés et humides de la région écologique qui vous intéresse.

2. Caractéristiques de la basse régénération et des gaules (voir la section 4.4.3)

2.1 Obstruction visuelle latérale

L’obstruction visuelle latérale correspond à la difficulté de voir au travers d’un peuplement à partir du centre de l’unité d’échantillonnage, en raison de la présence de branches résineuses vertes à la hauteur du point d’observation, c’est-à-dire environ 2 m au-dessus de la surface du sol.

Ce critère forestier donne un bon indice du degré d’ouverture du peuplement, de l’abondance des gaules et de l’importance de leur cime. Une forte obstruction visuelle latérale diminue les risques de chablis après la récolte, ce qui est particulièrement favorable dans le traitement de la famille des CPPTM.

Il est à noter que cette méthode a principalement été développée afin de prescrire les CPPTM dans les peuplements à dominance résineuse.

L’obstruction visuelle latérale consiste à évaluer le pourcentage de branches résineuses vertes qui nuisent à la visibilité et à déterminer à quelle classe d’obstruction visuelle il correspond (figure 73).

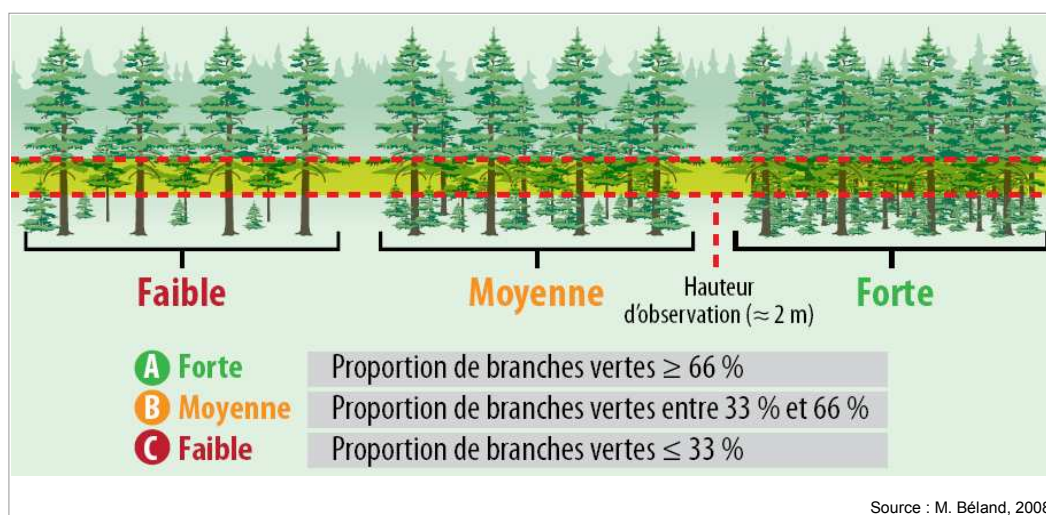


Figure 73 Classes d’obstruction visuelle latérale

2.2 Autres caractéristiques forestières sans méthode de mesure

Longueur de la tige principale

Il s’agit de la distance entre le plus haut niveau du sol et la zone d’embranchement sur le tronc (définition adaptée de Boulet, 2007). Cette caractéristique ne doit pas être confondue avec la longueur du tronc utilisable qui est la distance entre le DHS et la hauteur du bois d’œuvre (HBO).

3. Caractéristiques des arbres dont le DHP est supérieur à 90 mm (voir la section 4.4.4)

3.1 État de l’arbre

Chicots

À l’intérieur d’une parcelle de 11,28 m de rayon ou d’un point d’observation d’environ 11,28 m de rayon, vérifier la présence ou l’absence de chicots (arbres morts sur pied) dont l’état de décomposition correspond aux classes 6, 7 ou 8 de la figure 74. Pour la compilation, se référer à la section 5.4.3.

Les chicots sont des arbres dont l’état correspond aux codes 14 et 16 de la section 4.4.3.5 État de l’arbre. La présence de gros chicots est un indicateur du régime de perturbation et de l’ouverture du peuplement. Ces éléments, qui favorisent la biodiversité, sont importants à observer, car ils se raréfient de plus en plus.

Lorsqu’il y a des enjeux écologiques concernant les chicots sur le territoire étudié, il est suggéré d’utiliser les classes de la figure 74 et de fixer un DHP minimal pour la prise de données. Prenons l’exemple d’un territoire où l’enjeu est la présence d’une espèce menacée comme le garrot d’Islande. Le DHP minimal pourrait être fixé à 30 cm, car selon les études sur le sujet, cette espèce utilise les chicots possédant au minimum ce DHP.

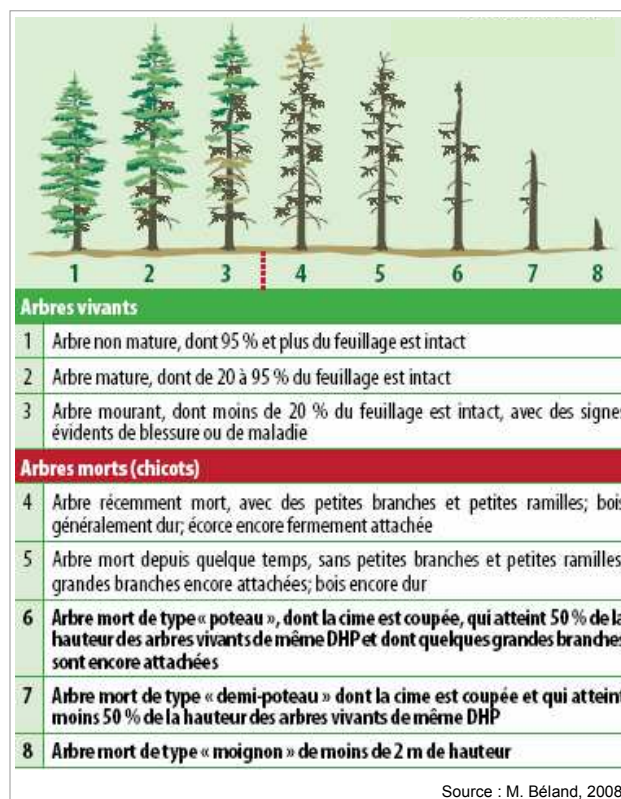


Figure 74 Classes d’arbres vivants et morts (chicots)

3.2 Structure diamétrale (distribution diamétrale)

Estimation

L’estimation d’une structure diamétrale consiste à évaluer visuellement la répartition (l’étalement) des classes de diamètre des tiges (> 10 cm) et à déterminer si elle est irrégulière ou régulière.

La distribution est **irrégulière** lorsque les diamètres des arbres se trouvent dans une gamme étendue de classes de diamètre comme dans la figure 75.

La distribution est **régulière** lorsque la majorité des diamètres des arbres se situe dans une gamme restreinte de classes de diamètre (figure 75).

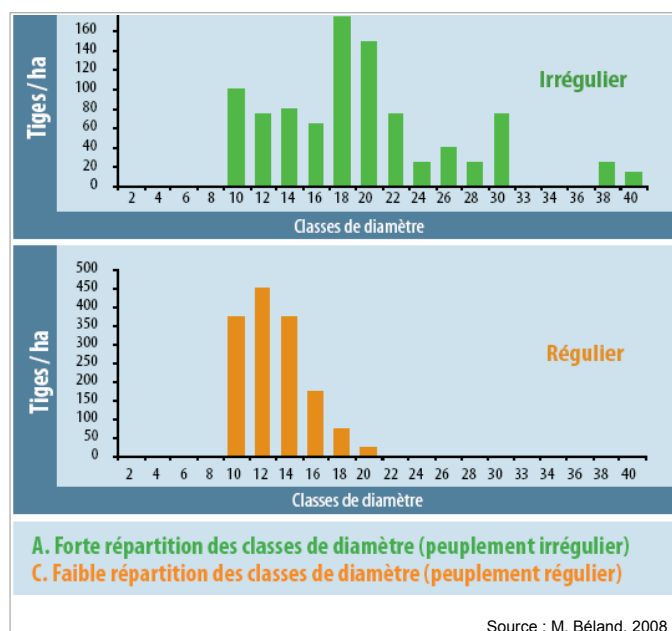


Figure 75 Exemple de répartition des classes de DHP

Pour ce faire, on peut utiliser le triangle des structures, un diagramme qui permet d’établir le profil type de la structure diamétrale d’un peuplement selon trois catégories :

- petit bois;
- moyen bois;
- gros bois.

Fixer régionalement le domaine de valeur pour chacun des trois regroupements de classes en fonction de la réalité régionale.

L’utilité d’établir la structure diamétrale réside dans le fait qu’elle permet, dans certaines situations, de prendre une décision concernant la rentabilité de la récolte. Prenons l’exemple où plusieurs conditions sont réunies pour la réalisation d’une CPPTM alors que la structure diamétrale est régulière et compte une quantité considérable de bois de faible diamètre. Dans cette situation, une CPPTM pourrait ne pas être rentable et un autre traitement devrait être envisagé.

3.3 Autres caractéristiques forestières sans méthode de mesure

Longueur de la bille

Lorsque la bille est découpée perpendiculairement à sa longueur, les pièces de bois sont mesurées d’une extrémité à l’autre. La longueur de chaque pièce s’exprime en classe de 20 cm. Chaque classe est délimitée par des chiffres impairs (ex. : 3,10 m, 3,30 m) et désignée par le chiffre pair intermédiaire (ex. : 3,2 m; Lemieux, 2013)./

ANNEXE D Types de dépôts de surface¹

1. Humus et sols organiques

1.1 Types d’humus associés aux sites où le drainage va d’excessif à imparfait

Mull : Humus dans lequel la litière se décompose rapidement et où la matière organique s’associe intimement au sol minéral pour former un complexe argilo-humique. On y trouve nécessairement un horizon minéral enrichi de matière organique (Ah), à la fois friable et poreux, dont la couleur varie du gris foncé au noir.

Le mull est associé aux forêts feuillues des régions tempérées ainsi qu’aux sols assez riches en argile et en matières nutritives. Il se forme sous l’action de la microfaune fousseuse, lombrics et bactéries en tête. Dans ce type d’humus, un horizon Ah (figure 76) est habituellement enfoui sous la litière (débris végétaux dont la structure originale est facilement visible).

Moder : Humus dans lequel la matière organique et le sol minéral sont partiellement ou fortement mêlés, mais demeurent distincts. Dans ce type d’humus, la litière, d’épaisseur variable, cache un horizon fibrique (F), généralement mince, formé de plantes partiellement désintégrées sous l’action de la faune pédogénétique dont les lombrics sont généralement exclus. La litière se transforme graduellement en un horizon humique incorporé (Hi), composé de granules organiques mêlés à des grains minéraux non liés (aspect poivre et sel). L’horizon Hi (figure 76) résulte principalement de l’action des micro-arthropodes. Le moder est assez commun dans la zone tempérée nordique.

Mor : Humus dont les horizons organiques sont nettement distincts du sol minéral (figure 76). En plus de la litière, il comporte un horizon F, formé de débris végétaux partiellement décomposés (qui proviennent de tous les étages de la végétation) et fortement feutrés, qui renferme des champignons microscopiques (hyphes fongiques).

Le mor comporte aussi un horizon humique (H) dans lequel les débris végétaux sont habituellement si décomposés qu’il est pratiquement impossible de les identifier. Il est commun dans la zone boréale, dans la sous-zone de la forêt mélangée, dans certains milieux acides et sur les dépôts à texture grossière, où le drainage est excessif.

1.2 Types d’humus associés aux sites mal ou très mal drainés

Anmoor : Type d’humus organo-minéral hydromorphe, gris sombre ou noir, dépourvu de structure, où l’on ne distingue aucune couche de débris végétaux, si ce n’est une litière (L) à l’occasion. L’anmoor, qui est un type d’horizon minéral humifère (Ah) (figure 76), est associé aux plaines inondables ou aux zones basses drainées latéralement. Il se forme sous l’action combinée de bactéries anaérobies et d’un alluvionnement important.

Tourbe et mor tourbeux – Sols organiques : La tourbe, le mor tourbeux et les sols organiques se forment généralement sur les sites où de l’eau stagne en permanence près de la

1. Source du texte de cette annexe : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2012

surface du sol. Ils sont composés d’horizons organiques constitués de mousses, de sphaignes, de carex et d’autres végétaux hydrophytes en décomposition.

La tourbe et le mor tourbeux se différencient des sols organiques par l’épaisseur des divers horizons et le taux de décomposition des matières qu’ils renferment (figure 76). Cette dernière caractéristique, que l’on mesure à l’aide de l’échelle de von Post (tableau 55), est d’ailleurs utilisée pour désigner chacun des horizons.

- Horizon Of = de 1 à 4 (faible décomposition)
- Horizon Om = 5 et 6 (décomposition moyenne)
- Horizon Oh = de 7 à 0 (décomposition avancée)

Caractéristiques de la tourbe et du mor tourbeux

- La démarcation entre la tourbe et le sol minéral est souvent floue, car la matière organique peut noircir le sol.
- La tourbe correspond habituellement à la phase initiale de la formation d’un sol organique, mais ce n’est pas toujours le cas, car elle peut s’avérer stable.
- Les couches organiques sont fibriques (de 1 à 4 sur l’échelle de von Post) et mesurent moins de 60 cm d’épaisseur.
- Les couches organiques sont mésiques ou humiques (5 et plus sur l’échelle de von Post) et mesurent moins de 40 cm d’épaisseur.
- Dans certains cas, le dépôt meuble mesure moins de 40 cm d’épaisseur et il est constitué d’une couche supérieure de mousses, de sphaignes et de carex qui repose sur un dépôt minéral de plus de 10 cm d’épaisseur.

1.3 Caractéristiques des sols organiques

Les sols organiques présentent l’un ou l’autre des groupes de caractéristiques suivants :

- Les couches organiques sont humiques (7 et plus sur l’échelle de von Post), mésiques (5 ou 6 sur la même échelle) ou foliques (horizons L, F et H), dérivées de feuilles, de brindilles ou de matériaux ligneux, et leur épaisseur est supérieure à 40 cm (voir la figure 23 dans la section 4.4.2.10).
- Les couches organiques sont fibriques (de 1 à 4 sur l’échelle de von Post) et leur épaisseur est supérieure à 60 cm.
- Les couches organiques reposent sur le roc et elles mesurent de 10 à 40 cm d’épaisseur.
- Le dépôt meuble a moins de 40 cm d’épaisseur, le dépôt minéral, moins de 20 cm d’épaisseur, et l’horizon qui est formé de feuilles et de brindilles organiques a deux fois l’épaisseur du dépôt minéral.

1.4 Sites perturbés et autres cas

Lorsqu’il n’y a pas d’humus sur la matière minérale ou le roc ou encore lorsque l’humus a été très perturbé par les activités humaines (culture, élevage, exploitation forestière, etc.), il faut l’indiquer au moyen du code « S. O. ». Le champ « épaisseur mar. org. » reste alors en blanc.

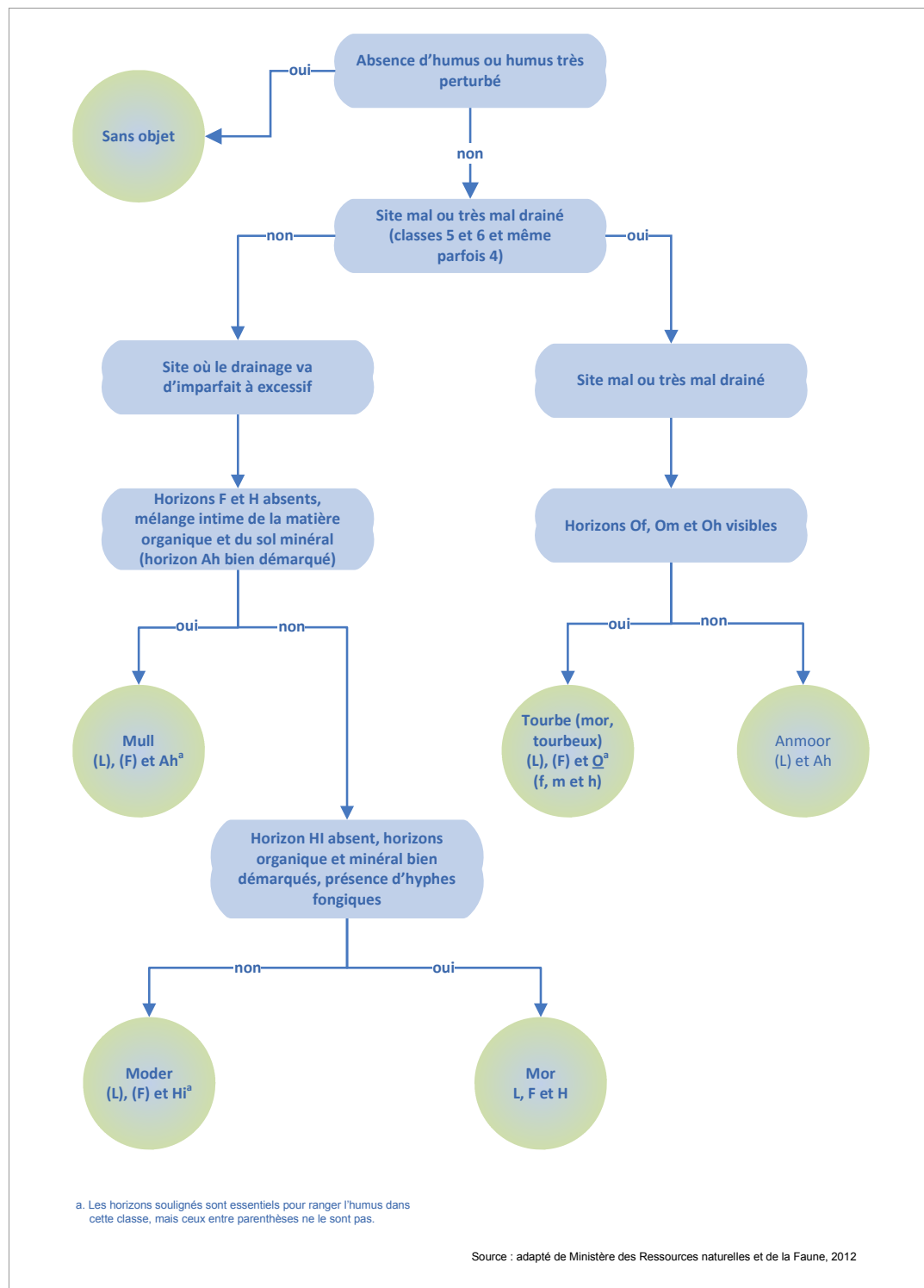


Figure 76 Clé simplifiée de détermination du type d'humus

Tableau 55 Échelle de von Post

	Classe de décomposition	Description
Horizon fibrique	1	Couche de mousse vivante, qui ne peut être considérée comme de la tourbe.
	2	Tourbe morte, dont la structure végétale est complète. Solution jaunâtre et claire. L'échantillon est spongieux ou élastique : il reprend sa forme après avoir été pressé.
	3	Matière végétale très facile à distinguer. Solution jaune qui renferme quelques débris végétaux. L'échantillon est spongieux ou élastique et plus sombre que la tourbe.
	4	Matière végétale en voie de décomposition. Solution brun pâle qui renferme des débris végétaux. L'échantillon garde parfaitement l'empreinte des doigts entre lesquels aucune tourbe ne s'écoule.
Horizon mésique	5	Matière végétale amorphe, non structurée. Solution nettement brune. Lorsqu'on presse l'échantillon, il s'en écoule une petite quantité entre les doigts.
	6	L'échantillon est décomposé à plus de 50 % et, lorsqu'on le presse, le tiers environ s'écoule entre les doigts. Solution allant du brun au brun foncé.
Horizon humique	7	Impossible de distinguer la matière végétale originale. Lorsqu'on presse légèrement l'échantillon, il s'en écoule un peu de solution très foncée et, quand on le presse plus fortement, on en perd plus de la moitié.
	8	Si on presse l'échantillon délicatement, près des deux tiers s'écoulent.
	9	Échantillon très homogène et amorphe, qui ne renferme ni racines, ni fibres. Lorsqu'on le presse, on le perd presque totalement, mais il ne s'en écoule aucune solution.
	0	Matière homogène, de consistance gélatineuse. Tout l'échantillon s'échappe lorsqu'on le presse. Ces sols sont très rares.

2. Définitions des horizons organiques

L, F, H : Horizons organiques qui proviennent surtout de l'accumulation de feuilles et de débris végétaux, avec ou sans mousses, et qui ne sont généralement pas saturés d'eau pendant de longues périodes (> 17 % de leur poids est attribuable au carbone organique ou 30 %, à la matière organique).

L : Accumulation de débris végétaux composée principalement de feuilles et d'aiguilles, et dans laquelle la structure originale des matériaux est facilement visible.

F : Accumulation de matière organique partiellement décomposée, constituée surtout de feuilles et de matériaux ligneux. Certaines parties de la structure originale sont difficiles à reconnaître. Les matériaux peuvent avoir été partiellement fragmentés par la faune du sol comme dans un moder, ou former une couche partiellement décomposée, pénétrée d'hyphes fongiques comme dans un mor.

H : Accumulation de matière organique décomposée, plus humifiée que l’horizon F à cause de l’action de la faune du sol, et dans laquelle les structures originales sont indiscernables. La démarcation entre la partie minérale et la partie organique peut être très nette comme dans un mor (où l’humification dépend surtout de l’activité fongique), ou plus diffuse comme dans un moder.

Hi : Accumulation de granules organiques, sphériques ou cylindriques (déjections de la faune du sol) fortement mélangées à des particules minérales. Cet horizon constitue le stade intermédiaire entre les horizons H et Ah.

Ah (mull) : Horizon minéral enrichi de matière organique. Le carbone organique qu’il renferme constitue moins de 17 % de son poids.

Of, Om, Oh : Horizons organiques qui proviennent surtout de mousses, de joncs et de matériaux ligneux. Le carbone organique qu’ils renferment représente plus de 17 % de leur poids.

Of (fibrique) : Le moins décomposé des horizons organiques, il renferme une forte proportion de fibres (classes 1 à 4 selon l’échelle de von Post).

Om (mésique) : Horizon modérément décomposé, dont les propriétés sont intermédiaires entre celles des horizons Of et Oh (classes 5 et 6 selon l’échelle de von Post).

Oh (humique) : Le plus décomposé des horizons organiques, il ne renferme qu’une faible proportion de fibres. La plupart des matériaux sont à un stade avancé de décomposition (classes 7 à 10 selon l’échelle de von Post).

ANNEXE E Évaluation tactile de la texture¹

1. Test du moule humide

Presser une poignée de sol humide dans la main. Si l'échantillon forme une masse compacte (moule), vérifier la solidité en le lançant d'une main à l'autre (tableau 56). Plus la teneur en argile est forte, plus le moule gardera sa forme.

Tableau 56 Échelle de résistance du moule

Échelle	Résistance du moule
Très faible	Le moule se défait lorsqu'on desserre la main.
Faible	Le moule se brise quand on essaie de le soulever avec les doigts.
Modérée	Le moule se brise lorsqu'on le presse entre les doigts.
Résistante	Quoique très plastique, le moule se rompt si on le pince entre les doigts.
Très résistante	La plasticité du moule est telle qu'il ne se fragmente pas, même si on le pince entre les doigts.

2. Test de rubanage

Façonner une poignée de sol humide en cylindre et l'écraser entre le pouce et l'index pour former un ruban aussi long et mince que possible. Plus la texture du sol est fine, plus le ruban pourra être allongé et aminci.

3. Tests tactiles

Granulosité : Frotter le sol entre le pouce et les doigts pour évaluer le pourcentage de sable qu'il renferme. Plus le pourcentage est élevé, plus le sol est granuleux au toucher.

Sensation sèche : On a recours à ce test quand le sol renferme plus de 50 % de sable. Frotter d'abord le sol dans la paume de la main pour l'assécher. Lorsque les particules sont sèches et qu'elles se séparent, en estimer la taille et les laisser tomber. Déterminer ensuite le pourcentage de matériaux plus fins (limon et argile) qui reste dans la main.

Viscosité : Mouiller le sol et le comprimer entre le pouce et l'index. Sa viscosité est proportionnelle à sa capacité d'étirement et à son adhérence aux doigts lorsqu'on relâche la pression.

1. Source du texte de cette annexe : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2012

4. Test gustatif

Prendre un peu de sol et le placer entre ses dents antérieures. Les grains de sable se détachent et font grincer les dents. Bien que moins rugueuses, les particules de limon sont aussi décelables avec les dents alors que les particules d’argile ne provoquent aucun grincement.

5. Test de brillance

Façonner une boule avec une poignée de sol modérément sec, puis la frotter une fois ou deux sur un objet dur et lisse comme une lame de couteau ou l’ongle du pouce. Si la partie de la boule ainsi frottée devient luisante, c’est que le sol renferme de l’argile.

Lorsqu’on effectue ces divers tests, on ne doit considérer que les particules de diamètre égal ou inférieur à 2 mm.

Pour déterminer la texture du sol, consulter la clé d’évaluation présentée à la figure 77.

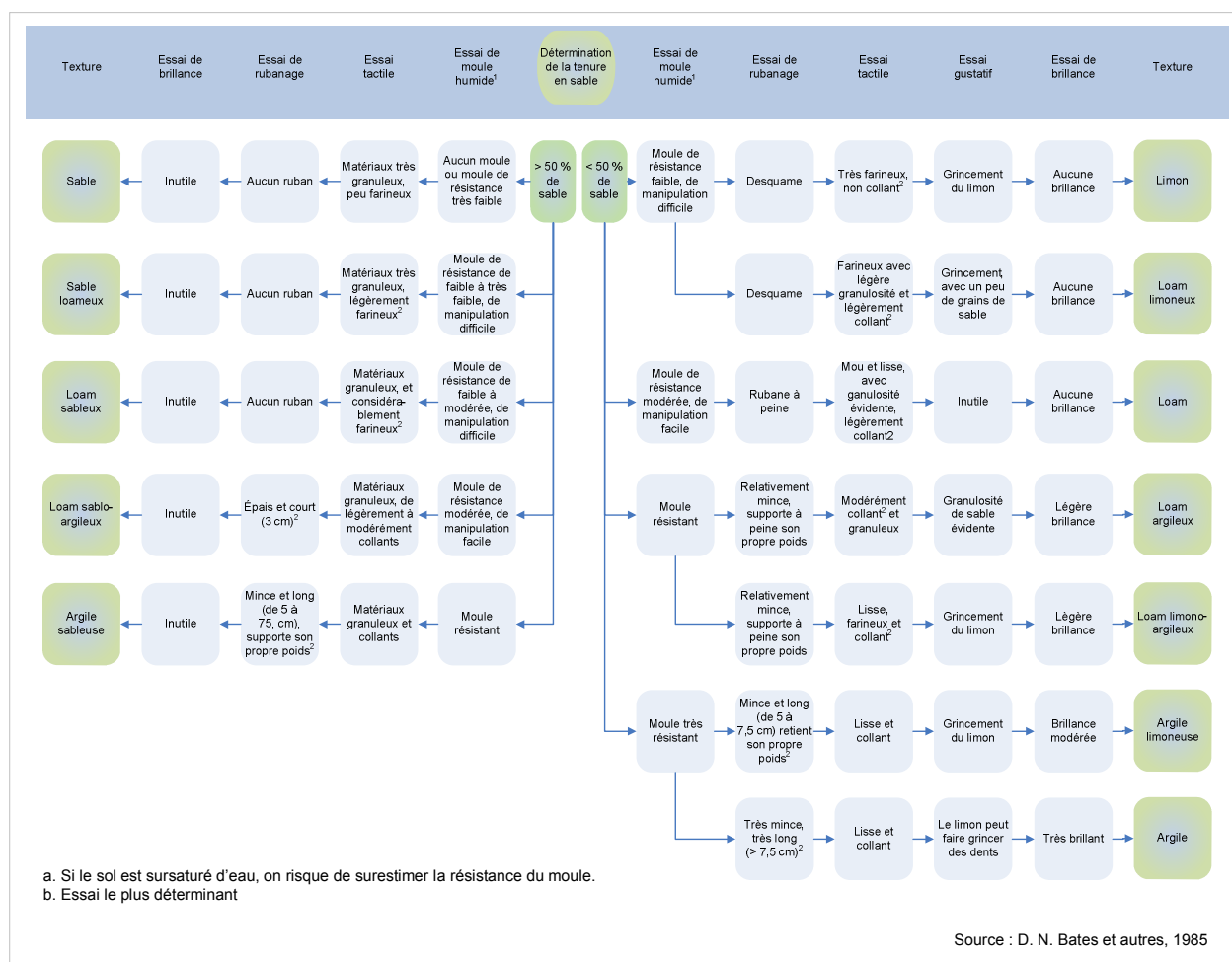


Figure 77 Clé d’évaluation de la texture du sol

ANNEXE F Tables de conversion des DHSaé et DHPaé par essence

Le texte, les tableaux et les figures de cette annexe sont tirés du document intitulé *Relations entre le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et le diamètre à hauteur de souche (DHS) pour les principales essences commerciales du Québec* (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2005). La numérotation des figures de cette annexe ne suit donc pas celle du présent document.

RELATIONS « DHPaé-DHSaé »

Cette annexe présente, sous forme de tableaux et de graphiques, les résultats obtenus pour les relations « DHPaé-DHSaé » ajustées à l'ensemble des arbres du Québec, et ce, pour chaque essence. Le DHP correspond à la mesure du diamètre prise à 1,30 m au-dessus du plus haut niveau du sol. Le DHS correspond à la mesure du diamètre prise à 15 cm au-dessus du plus haut niveau du sol.

Pour simplifier la recherche, les résultats sont présentés selon l'ordre alphabétique des codes d'abréviation des essences à l'intérieur de chacun des deux groupes d'essences : les feuillus et les résineux. Les résultats pour les feuillus apparaissent en premier lieu, puis, suivent les résultats pour les résineux.

Dans les figures, la notation « I.C. (95 %) » fait référence à la notion statistique d'« intervalle de confiance à 95 % » pour la moyenne du DHP. Les limites de cet intervalle sont appelées « Borne inf. » et « Borne sup. » et représentent respectivement les bornes inférieures et supérieures de l'intervalle de confiance. Par ailleurs, la notation « Err. Rel. » correspond à la notion d'erreur relative, exprimée en pourcentage. Enfin, l'expression « Limite d'utilisation », dans les graphiques, sert à indiquer les limites d'utilisation des équations, au DHP.

[...] Dans la mesure où une essence n'apparaît pas dans ce tableau, le tableau 1 présente une liste suggérée d'associations d'essences. Ce tableau permet d'associer, aux essences qui n'ont pas d'équation (colonne de gauche), les résultats obtenus pour une essence semblable (colonne de droite).

Tableau 1 Liste suggérée d'associations d'essences

Essence	Associations
BOG	BOP
CAC	ORA
CAF	ORA
CHB	CHR
CHE	CHR
CHG	CHR
EPO	EPB
ERA	ERR
ERN	ERS
FRP	FRN
MEJ	MEL
MEU	MEL
NOC	ORA
ORR	ORA
ORT	ORA
PED	PEB
PEH	PET
PID	PIG
PIS	PIG

Figure 27 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le BOULEAU JAUNE

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	72,8	51,7	93,8	28,9 %
120	89,5	64,4	114,6	28,1 %
140	105,9	76,7	135,1	27,6 %
160	122,1	88,8	155,5	27,3 %
180	138,1	100,6	175,6	27,1 %
200	153,9	112,2	195,5	27,1 %
220	169,4	123,6	215,2	27,0 %
240	184,6	134,7	234,6	27,1 %
260	199,7	145,5	253,8	27,1 %
280	214,4	156,2	272,7	27,2 %
300	229,0	166,6	291,5	27,3 %
320	243,3	176,7	309,9	27,4 %
340	257,4	186,6	328,2	27,5 %
360	271,3	196,3	346,2	27,6 %
380	284,9	205,8	364,0	27,8 %
400	298,2	215,0	381,5	27,9 %
420	311,4	224,0	398,8	28,1 %
440	324,3	232,7	415,9	28,2 %
460	336,9	241,2	432,7	28,4 %
480	349,4	249,5	449,3	28,6 %
500	361,6	257,5	465,6	28,8 %
520	373,5	265,3	481,8	29,0 %
540	385,2	272,8	497,6	29,2 %
560	396,7	280,2	513,3	29,4 %
580	408,0	287,2	528,7	29,6 %
600	419,0	294,1	543,9	29,8 %
620	429,7	300,7	558,8	30,0 %
640	440,3	307,1	573,5	30,3 %
660	450,6	313,2	588,0	30,5 %
680	460,6	319,1	602,2	30,7 %
700	470,5	324,7	616,2	31,0 %
720	480,1	330,2	629,9	31,2 %
740	489,4	335,3	643,5	31,5 %
760	498,5	340,3	656,8	31,7 %
780	507,4	345,0	669,8	32,0 %
800	516,0	349,4	682,6	32,3 %
820	524,4	353,7	695,2	32,6 %
840	532,6	357,6	707,6	32,9 %
860	540,5	361,4	719,7	33,1 %
880	548,2	364,9	731,6	33,4 %
900	555,7	368,1	743,3	33,8 %
920	562,9	371,2	754,7	34,1 %
940	569,9	374,0	765,9	34,4 %
960	576,7	376,5	776,8	34,7 %
980	583,2	378,8	787,5	35,0 %
1000	589,4	380,9	798,0	35,4 %

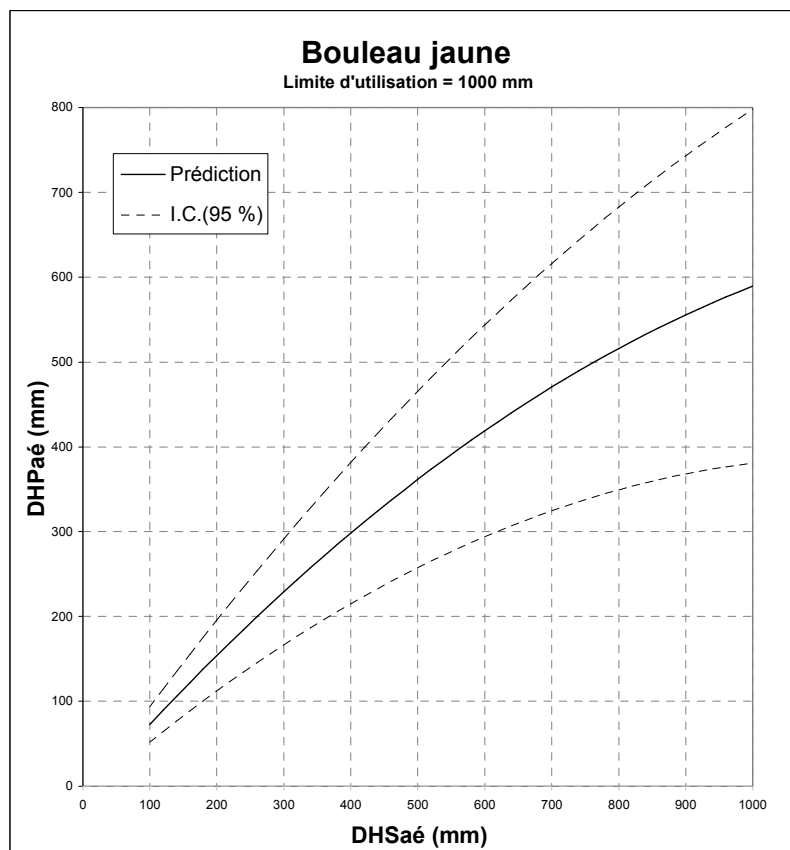


Figure 28 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le BOULEAU À PAPIER

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	84,5	67,7	101,3	19,9 %
120	100,8	80,6	120,9	20,0 %
140	116,7	93,2	140,2	20,1 %
160	132,3	105,4	159,1	20,3 %
180	147,5	117,3	177,6	20,5 %
200	162,3	128,8	195,8	20,7 %
220	176,8	139,9	213,7	20,9 %
240	191,0	150,7	231,2	21,1 %
260	204,7	161,2	248,3	21,3 %
280	218,2	171,3	265,1	21,5 %
300	231,3	181,0	281,6	21,7 %
320	244,0	190,4	297,6	22,0 %
340	256,4	199,4	313,4	22,2 %
360	268,4	208,1	328,7	22,5 %
380	280,1	216,4	343,8	22,7 %
400	291,4	224,3	358,4	23,0 %
420	302,4	231,9	372,8	23,3 %
440	313,0	239,2	386,7	23,6 %
460	323,2	246,1	400,3	23,9 %
480	333,1	252,6	413,6	24,2 %
500	342,7	258,8	426,5	24,5 %
520	351,9	264,7	439,1	24,8 %
540	360,7	270,1	451,3	25,1 %
560	369,2	275,2	463,2	25,4 %
580	377,4	280,0	474,7	25,8 %
600	385,1	284,4	485,9	26,2 %
620	392,6	288,4	496,7	26,5 %
640	399,6	292,1	507,1	26,9 %
660	406,4	295,4	517,3	27,3 %
680	412,7	298,4	527,0	27,7 %
700	418,8	301,0	536,5	28,1 %
720	424,4	303,3	545,6	28,5 %
740	429,7	305,1	554,3	29,0 %

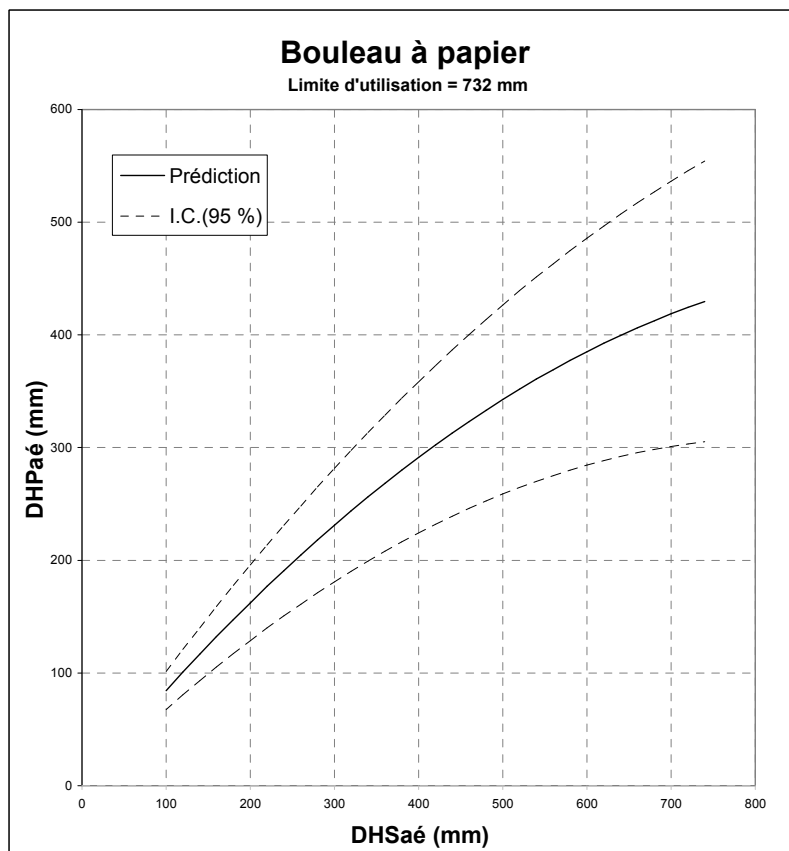


Figure 29 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le CERISIER TARDIF

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	91,0	70,7	111,3	22,3 %
120	106,1	82,0	130,2	22,7 %
140	121,2	93,1	149,2	23,1 %
160	136,1	104,1	168,1	23,5 %
180	151,0	115,0	187,0	23,9 %
200	165,8	125,7	205,8	24,1 %
220	180,5	136,4	224,5	24,4 %
240	195,1	147,0	243,1	24,6 %
260	209,6	157,5	261,6	24,8 %
280	224,0	167,9	280,1	25,0 %
300	238,3	178,2	298,4	25,2 %
320	252,6	188,5	316,7	25,4 %
340	266,7	198,6	334,8	25,5 %
360	280,8	208,7	352,9	25,7 %
380	294,8	218,6	370,9	25,8 %
400	308,7	228,5	388,9	26,0 %
420	322,5	238,2	406,8	26,1 %
440	336,2	247,8	424,6	26,3 %
460	349,8	257,3	442,3	26,4 %
480	363,4	266,7	460,0	26,6 %
500	376,8	276,0	477,6	26,8 %
520	390,2	285,1	495,2	26,9 %
540	403,5	294,1	512,8	27,1 %
560	416,6	303,0	530,3	27,3 %
580	429,7	311,7	547,8	27,5 %
600	442,8	320,3	565,2	27,7 %
620	455,7	328,7	582,6	27,9 %
640	468,5	337,0	600,0	28,1 %
660	481,3	345,1	617,4	28,3 %
680	493,9	353,1	634,7	28,5 %
700	506,5	360,9	652,1	28,7 %

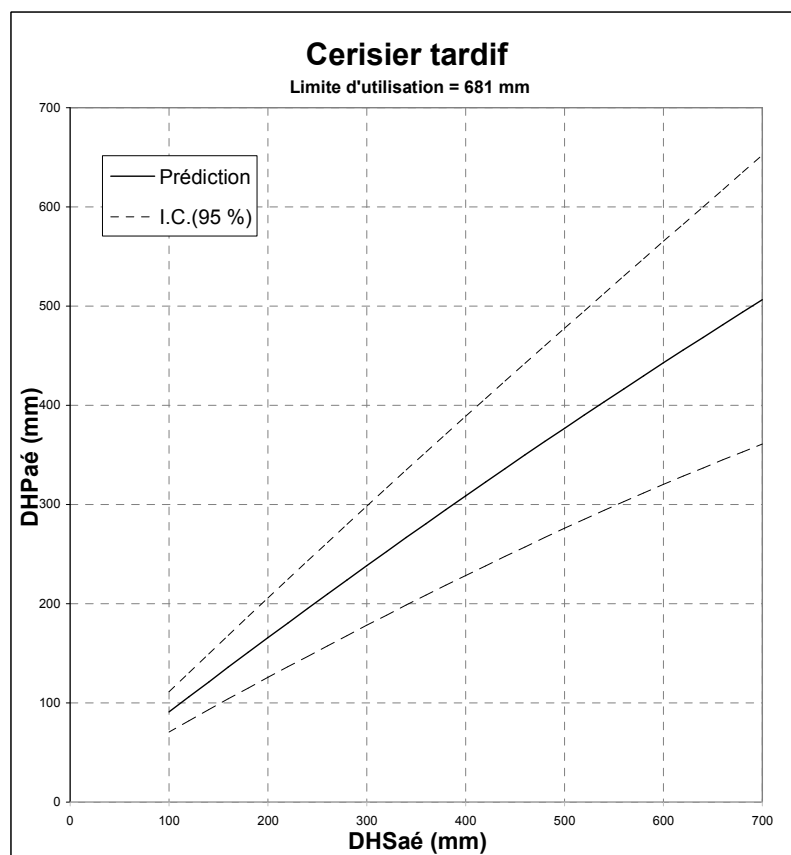


Figure 30 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le CHÊNE ROUGE

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	85,1	67,8	102,5	20,4 %
120	100,7	80,2	121,1	20,3 %
140	116,0	92,3	139,7	20,4 %
160	131,1	104,1	158,1	20,6 %
180	146,0	115,7	176,3	20,7 %
200	160,7	127,1	194,3	20,9 %
220	175,2	138,3	212,2	21,1 %
240	189,5	149,2	229,8	21,3 %
260	203,6	159,9	247,3	21,5 %
280	217,5	170,4	264,5	21,6 %
300	231,2	180,7	281,5	21,8 %
320	244,6	190,9	298,4	22,0 %
340	257,9	200,8	315,0	22,1 %
360	270,9	210,4	331,4	22,3 %
380	283,8	219,9	347,6	22,5 %
400	296,4	229,2	363,6	22,7 %
420	308,8	238,3	379,4	22,8 %
440	321,1	247,2	395,0	23,0 %
460	333,1	255,8	410,3	23,2 %
480	344,9	264,3	425,5	23,4 %
500	356,5	272,5	440,5	23,6 %
520	367,9	280,5	455,3	23,8 %
540	379,1	288,3	469,8	23,9 %
560	390,1	295,9	484,2	24,1 %
580	400,8	303,3	498,4	24,3 %
600	411,4	310,5	512,4	24,5 %
620	421,8	317,4	526,2	24,7 %
640	431,9	324,1	539,8	25,0 %
660	441,9	330,6	553,2	25,2 %
680	451,6	336,9	566,4	25,4 %
700	461,2	343,0	579,4	25,6 %
720	470,5	348,8	592,2	25,9 %
740	479,6	354,4	604,8	26,1 %
760	488,6	359,8	617,3	26,4 %
780	497,3	365,0	629,6	26,6 %
800	505,8	369,9	641,6	26,9 %
820	514,1	374,6	653,5	27,1 %
840	522,2	379,1	665,2	27,4 %
860	530,0	383,3	676,8	27,7 %

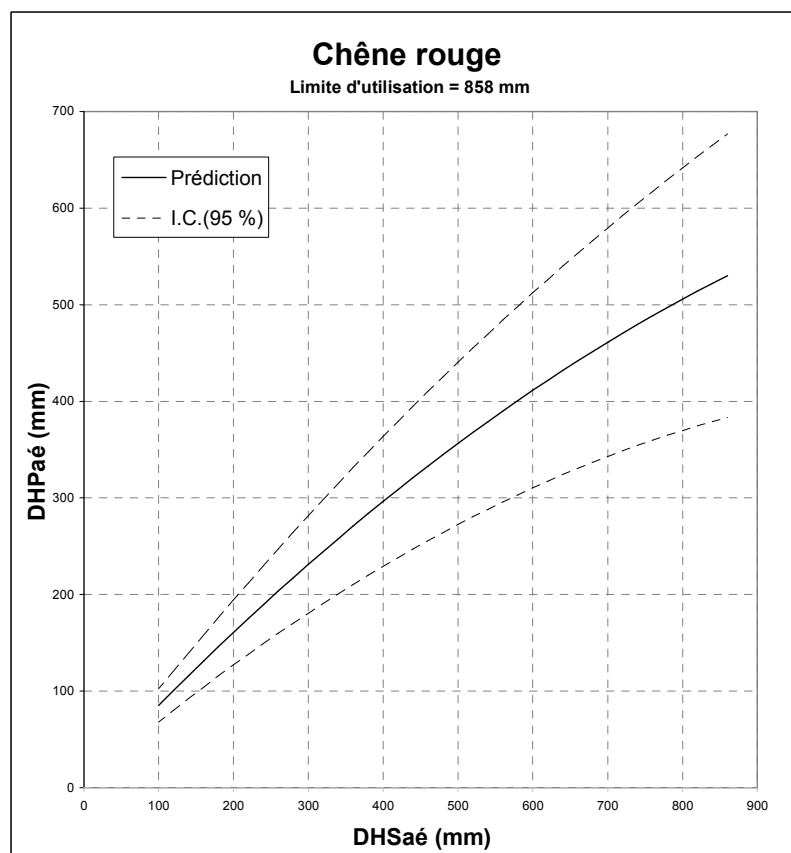


Figure 31 Relation « DHPaé-DHSaé » pour l'ÉRABLE ROUGE

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	87,8	68,7	106,8	21,7 %
120	103,8	81,1	126,6	21,9 %
140	119,8	93,2	146,3	22,2 %
160	135,5	105,2	165,8	22,4 %
180	151,2	117,1	185,3	22,6 %
200	166,7	128,8	204,6	22,7 %
220	182,0	140,3	223,7	22,9 %
240	197,2	151,8	242,7	23,1 %
260	212,3	163,1	261,6	23,2 %
280	227,2	174,2	280,3	23,3 %
300	242,0	185,2	298,9	23,5 %
320	256,7	196,1	317,3	23,6 %
340	271,2	206,8	335,6	23,8 %
360	285,6	217,4	353,8	23,9 %
380	299,8	227,8	371,8	24,0 %
400	313,9	238,1	389,7	24,2 %
420	327,8	248,2	407,5	24,3 %
440	341,6	258,2	425,1	24,4 %
460	355,3	268,0	442,6	24,6 %
480	368,8	277,7	459,9	24,7 %
500	382,2	287,3	477,1	24,8 %
520	395,5	296,7	494,2	25,0 %
540	408,6	305,9	511,2	25,1 %
560	421,5	315,0	528,1	25,3 %
580	434,4	323,9	544,8	25,4 %
600	447,0	332,7	561,4	25,6 %
620	459,6	341,3	577,8	25,7 %

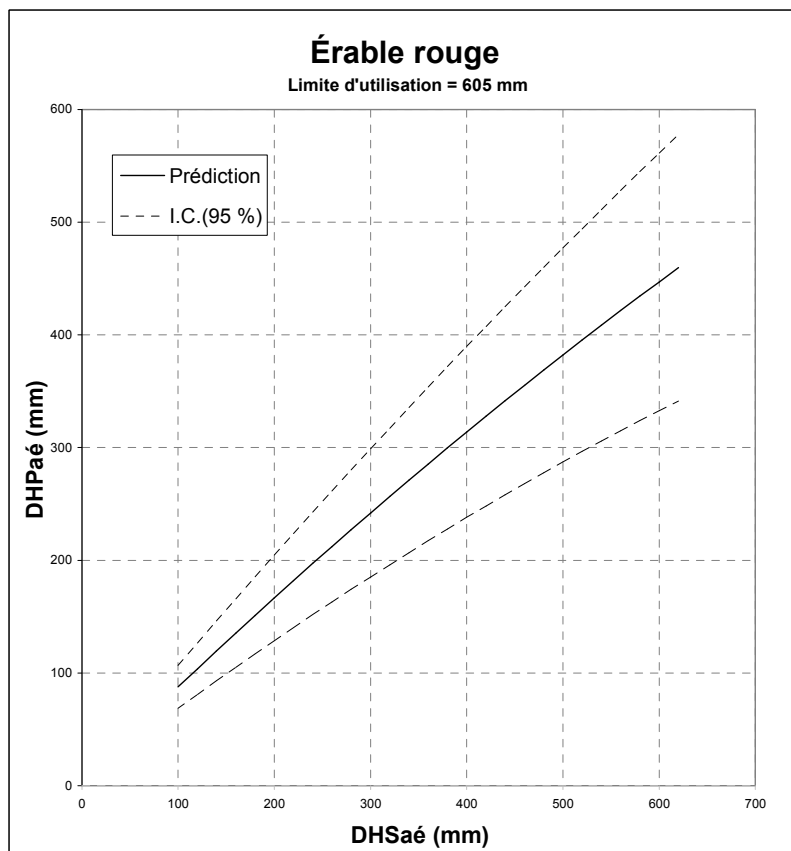


Figure 32 Relation « DHPaé-DHSaé » pour l'ÉRABLE À SUCRE

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	83,0	64,7	101,3	22,1 %
120	99,9	78,0	121,9	21,9 %
140	116,6	91,1	142,2	21,9 %
160	133,1	104,0	162,3	21,9 %
180	149,4	116,6	182,3	21,9 %
200	165,6	129,1	202,0	22,0 %
220	181,5	141,4	221,5	22,1 %
240	197,1	153,4	240,9	22,2 %
260	212,6	165,3	260,0	22,3 %
280	227,9	176,9	279,0	22,4 %
300	243,0	188,4	297,7	22,5 %
320	257,9	199,6	316,2	22,6 %
340	272,6	210,7	334,6	22,7 %
360	287,1	221,5	352,7	22,8 %
380	301,4	232,2	370,6	23,0 %
400	315,5	242,6	388,4	23,1 %
420	329,4	252,8	405,9	23,2 %
440	343,0	262,9	423,2	23,4 %
460	356,5	272,7	440,3	23,5 %
480	369,8	282,3	457,3	23,7 %
500	382,9	291,8	474,0	23,8 %
520	395,7	301,0	490,5	23,9 %
540	408,4	310,0	506,8	24,1 %
560	420,9	318,8	522,9	24,2 %
580	433,1	327,5	538,8	24,4 %
600	445,2	335,9	554,6	24,6 %
620	457,1	344,1	570,1	24,7 %
640	468,7	352,1	585,4	24,9 %
660	480,2	359,9	600,5	25,1 %
680	491,4	367,5	615,4	25,2 %
700	502,5	374,9	630,2	25,4 %
720	513,4	382,1	644,7	25,6 %
740	524,0	389,0	659,0	25,8 %
760	534,5	395,8	673,1	25,9 %
780	544,7	402,4	687,1	26,1 %
800	554,8	408,8	700,8	26,3 %
820	564,6	414,9	714,3	26,5 %
840	574,2	420,9	727,7	26,7 %
860	583,7	426,6	740,8	26,9 %
880	592,9	432,1	753,8	27,1 %
900	602,0	437,5	766,5	27,3 %

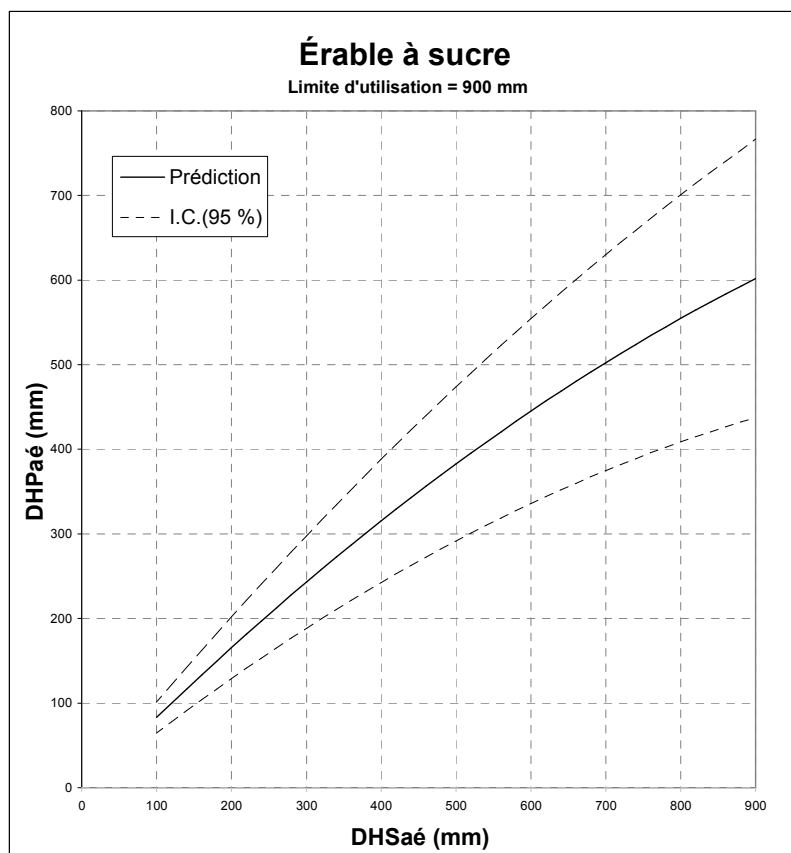


Figure 33 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le FRÊNE D'AMÉRIQUE

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	84,3	67,9	100,7	19,5 %
120	99,2	80,0	118,3	19,3 %
140	113,9	91,9	136,0	19,4 %
160	128,6	103,5	153,6	19,5 %
180	143,1	115,0	171,2	19,7 %
200	157,5	126,2	188,7	19,8 %
220	171,8	137,4	206,1	20,0 %
240	185,9	148,4	223,4	20,2 %
260	199,9	159,3	240,5	20,3 %
280	213,8	170,0	257,5	20,5 %
300	227,5	180,7	274,4	20,6 %
320	241,2	191,2	291,2	20,7 %
340	254,7	201,6	307,8	20,9 %
360	268,1	211,8	324,3	21,0 %
380	281,3	221,9	340,7	21,1 %
400	294,4	231,9	356,9	21,2 %
420	307,4	241,8	373,1	21,4 %
440	320,3	251,5	389,1	21,5 %
460	333,1	261,1	405,0	21,6 %
480	345,7	270,5	420,8	21,7 %
500	358,2	279,8	436,5	21,9 %
520	370,5	289,0	452,1	22,0 %
540	382,8	297,9	467,6	22,2 %
560	394,9	306,8	483,0	22,3 %
580	406,9	315,4	498,3	22,5 %
600	418,7	323,9	513,5	22,6 %
620	430,5	332,3	528,7	22,8 %
640	442,1	340,4	543,7	23,0 %
660	453,6	348,4	558,7	23,2 %
680	464,9	356,3	573,6	23,4 %
700	476,1	363,9	588,4	23,6 %

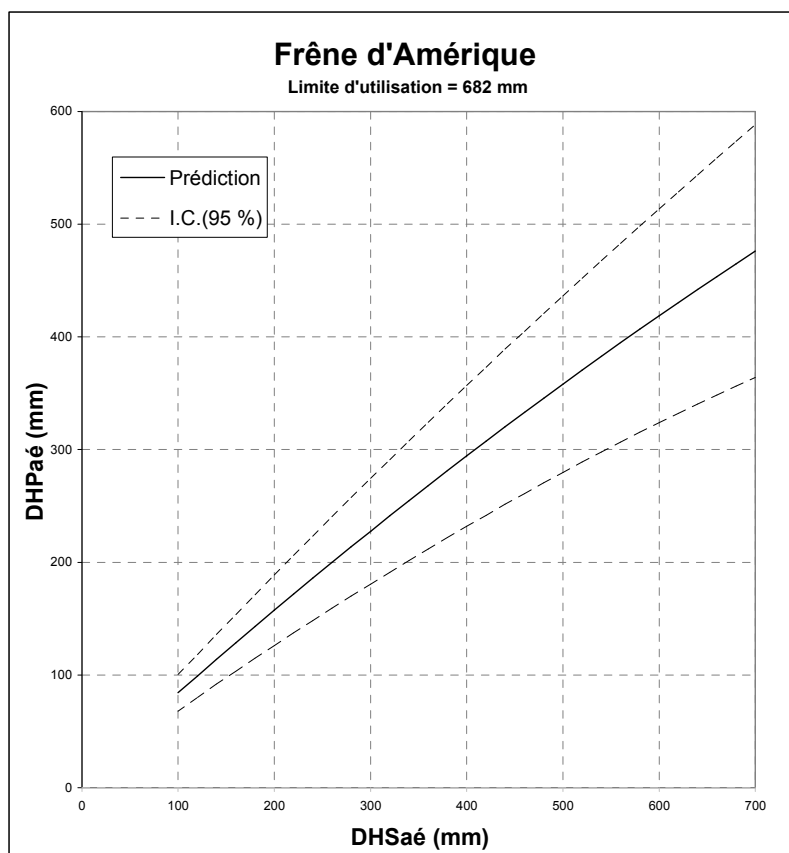


Figure 34 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le FRÊNE NOIR

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	82,3	66,2	98,5	19,6 %
120	95,9	77,0	114,8	19,7 %
140	109,4	87,6	131,3	20,0 %
160	122,8	97,9	147,7	20,2 %
180	136,1	108,2	164,0	20,5 %
200	149,2	118,2	180,2	20,8 %
220	162,3	128,2	196,4	21,0 %
240	175,2	138,0	212,4	21,2 %
260	188,0	147,7	228,4	21,4 %
280	200,7	157,3	244,2	21,6 %
300	213,3	166,8	259,9	21,8 %
320	225,8	176,2	275,5	22,0 %
340	238,2	185,5	290,9	22,1 %
360	250,5	194,6	306,3	22,3 %
380	262,6	203,7	321,6	22,4 %
400	274,6	212,6	336,7	22,6 %
420	286,6	221,4	351,8	22,7 %
440	298,4	230,1	366,7	22,9 %
460	310,1	238,6	381,6	23,1 %
480	321,7	247,0	396,3	23,2 %
500	333,1	255,3	411,0	23,4 %
520	344,5	263,5	425,6	23,5 %
540	355,8	271,5	440,0	23,7 %
560	366,9	279,3	454,5	23,9 %
580	377,9	287,1	468,8	24,0 %
600	388,8	294,6	483,0	24,2 %
620	399,6	302,1	497,2	24,4 %
640	410,3	309,3	511,3	24,6 %
660	420,9	316,4	525,4	24,8 %
680	431,3	323,4	539,3	25,0 %
700	441,7	330,2	553,3	25,3 %

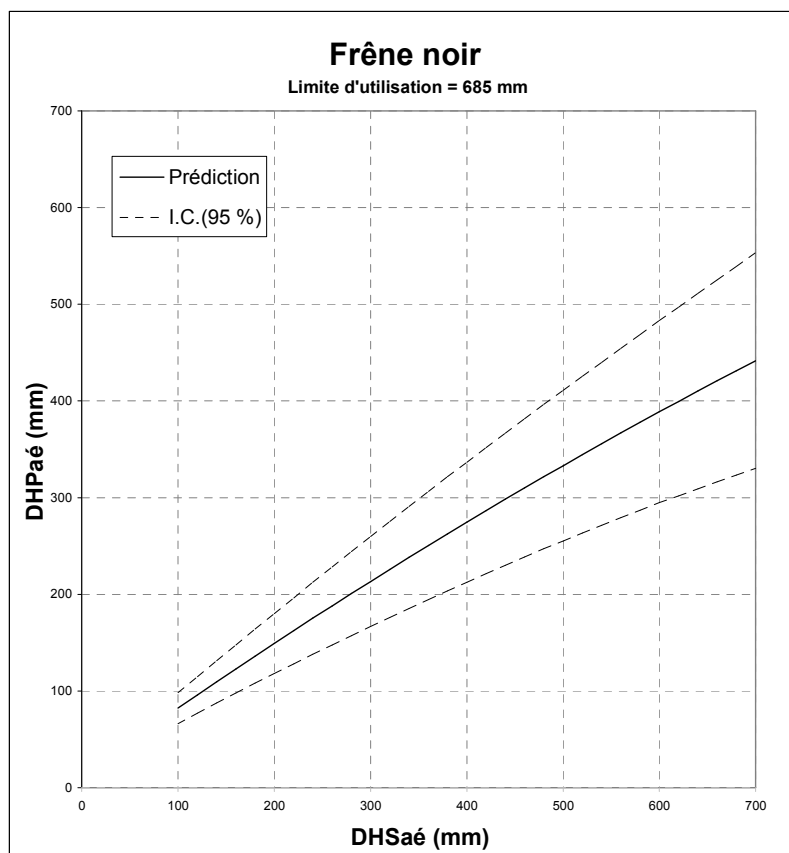


Figure 35 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le HÊTRE À GRANDES FEUILLES

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	79,7	61,8	97,6	22,5 %
120	97,3	76,1	118,5	21,8 %
140	114,6	90,1	139,1	21,4 %
160	131,6	103,7	159,6	21,2 %
180	148,4	117,0	179,8	21,1 %
200	164,8	130,0	199,6	21,1 %
220	180,9	142,6	219,3	21,2 %
240	196,8	155,0	238,6	21,2 %
260	212,3	167,1	257,6	21,3 %
280	227,6	178,8	276,3	21,4 %
300	242,5	190,3	294,8	21,5 %
320	257,2	201,5	312,9	21,7 %
340	271,5	212,3	330,7	21,8 %
360	285,6	222,9	348,3	21,9 %
380	299,4	233,2	365,5	22,1 %
400	312,8	243,2	382,4	22,3 %
420	326,0	252,9	399,1	22,4 %
440	338,9	262,3	415,4	22,6 %
460	351,4	271,3	431,5	22,8 %
480	363,7	280,1	447,3	23,0 %
500	375,7	288,6	462,7	23,2 %
520	387,4	296,8	477,9	23,4 %
540	398,7	304,7	492,8	23,6 %
560	409,8	312,2	507,4	23,8 %
580	420,6	319,5	521,7	24,0 %
600	431,1	326,5	535,7	24,3 %
620	441,3	333,1	549,5	24,5 %
640	451,2	339,5	562,9	24,8 %
660	460,8	345,5	576,1	25,0 %
680	470,1	351,2	588,9	25,3 %
700	479,1	356,7	601,5	25,6 %
720	487,8	361,8	613,8	25,8 %
740	496,2	366,6	625,9	26,1 %
760	504,3	371,0	637,6	26,4 %
780	512,2	375,2	649,1	26,7 %
800	519,7	379,0	660,3	27,1 %
820	526,9	382,6	671,2	27,4 %
840	533,8	385,8	681,8	27,7 %
860	540,5	388,7	692,2	28,1 %
880	546,8	391,2	702,3	28,4 %

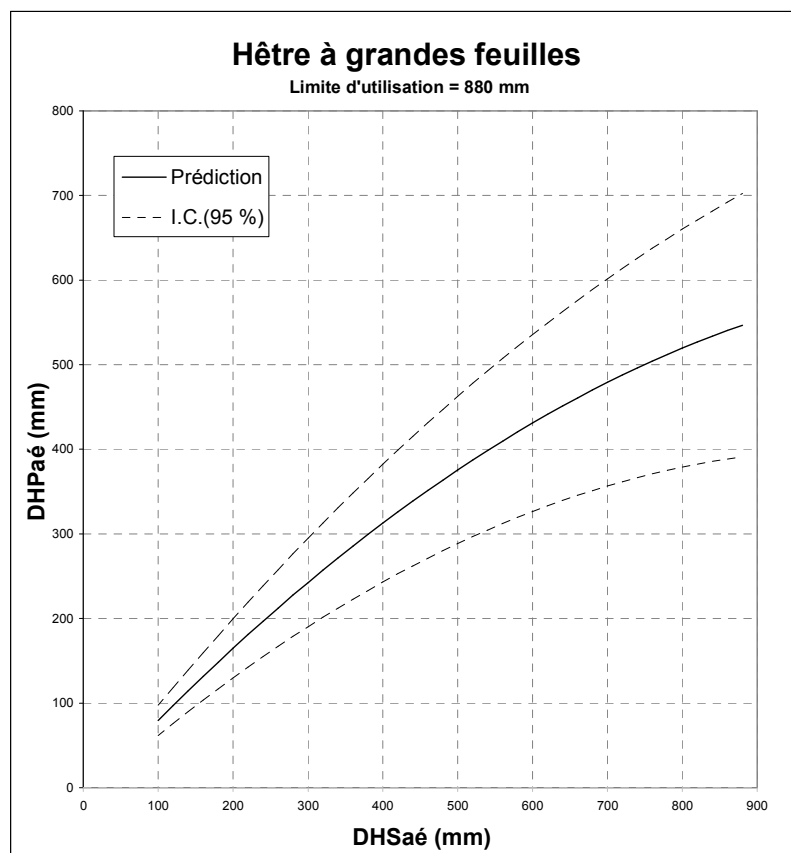


Figure 36 Relation « DHPaé-DHSaé » pour l'ORME D'AMÉRIQUE

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	84,0	65,1	103,0	22,6 %
120	98,0	75,6	120,3	22,8 %
140	111,7	85,9	137,6	23,1 %
160	125,4	96,0	154,8	23,5 %
180	138,8	105,8	171,8	23,8 %
200	152,1	115,5	188,8	24,1 %
220	165,3	124,9	205,6	24,4 %
240	178,2	134,3	222,2	24,7 %
260	191,1	143,4	238,7	24,9 %
280	203,7	152,4	255,1	25,2 %
300	216,2	161,3	271,2	25,4 %
320	228,6	170,0	287,2	25,7 %
340	240,8	178,5	303,1	25,9 %
360	252,8	186,8	318,8	26,1 %
380	264,7	195,1	334,3	26,3 %
400	276,4	203,1	349,7	26,5 %
420	288,0	211,0	364,9	26,7 %
440	299,4	218,7	380,0	26,9 %
460	310,6	226,3	394,9	27,1 %
480	321,7	233,7	409,7	27,3 %
500	332,6	241,0	424,2	27,5 %
520	343,4	248,1	438,7	27,7 %
540	354,0	255,0	453,0	28,0 %
560	364,4	261,8	467,1	28,2 %
580	374,7	268,4	481,0	28,4 %
600	384,9	274,9	494,9	28,6 %
620	394,8	281,2	508,5	28,8 %
640	404,6	287,3	522,0	29,0 %
660	414,3	293,2	535,4	29,2 %
680	423,8	299,0	548,6	29,5 %
700	433,1	304,6	561,7	29,7 %
720	442,3	310,0	574,6	29,9 %
740	451,3	315,3	587,4	30,1 %
760	460,2	320,4	600,0	30,4 %
780	468,9	325,3	612,5	30,6 %
800	477,4	330,1	624,9	30,9 %
820	485,8	334,6	637,1	31,1 %
840	494,1	339,0	649,1	31,4 %
860	502,1	343,3	661,1	31,6 %
880	510,0	347,3	672,9	31,9 %
900	517,8	351,2	684,5	32,2 %
920	525,4	354,9	696,0	32,5 %
940	532,8	358,4	707,4	32,8 %
960	540,1	361,7	718,6	33,0 %
980	547,2	364,8	729,7	33,3 %
1000	554,2	367,8	740,7	33,6 %

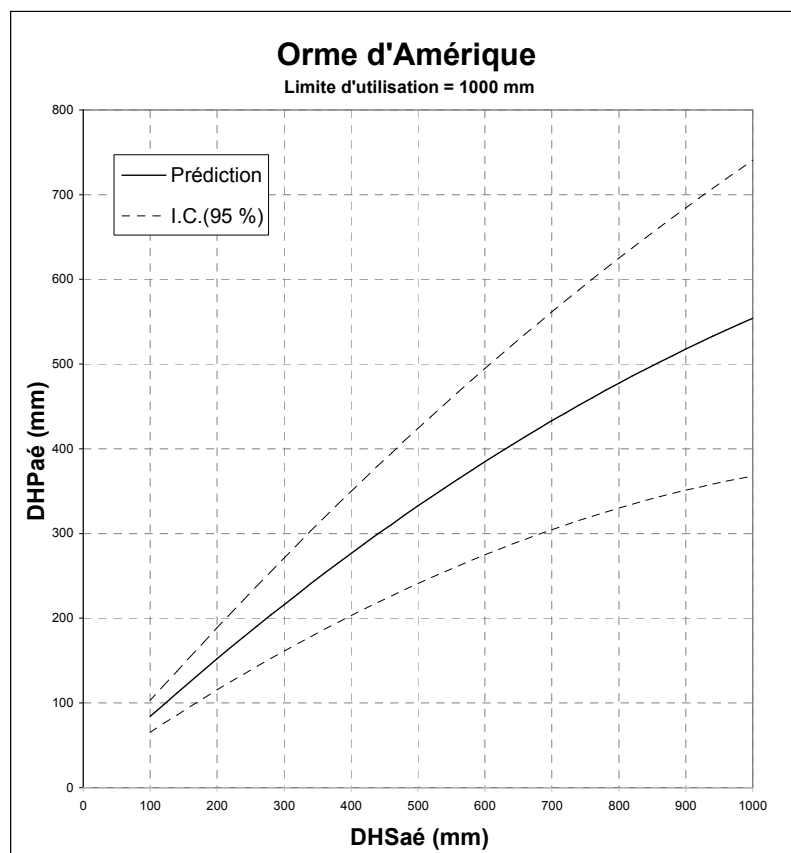


Figure 37 Relation « DHPaé-DHSaé » pour l'OSTRYER DE VIRGINIE

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	86,0	70,2	101,9	18,4 %
120	98,6	80,0	117,3	18,9 %
140	111,1	89,5	132,7	19,4 %
160	123,5	98,8	148,2	20,0 %
180	135,8	108,1	163,6	20,4 %
200	148,0	117,2	178,9	20,8 %
220	160,2	126,2	194,1	21,2 %
240	172,2	135,2	209,3	21,5 %
260	184,2	144,1	224,3	21,8 %
280	196,1	152,8	239,3	22,1 %
300	207,9	161,5	254,2	22,3 %
320	219,6	170,1	269,1	22,5 %
340	231,2	178,6	283,9	22,8 %
360	242,8	186,9	298,6	23,0 %
380	254,2	195,1	313,4	23,3 %
400	265,6	203,1	328,1	23,5 %
420	276,9	210,9	342,8	23,8 %
440	288,1	218,6	357,6	24,1 %
460	299,2	226,0	372,4	24,4 %
480	310,2	233,3	387,2	24,8 %
500	321,2	240,3	402,0	25,2 %
520	332,0	247,1	417,0	25,6 %

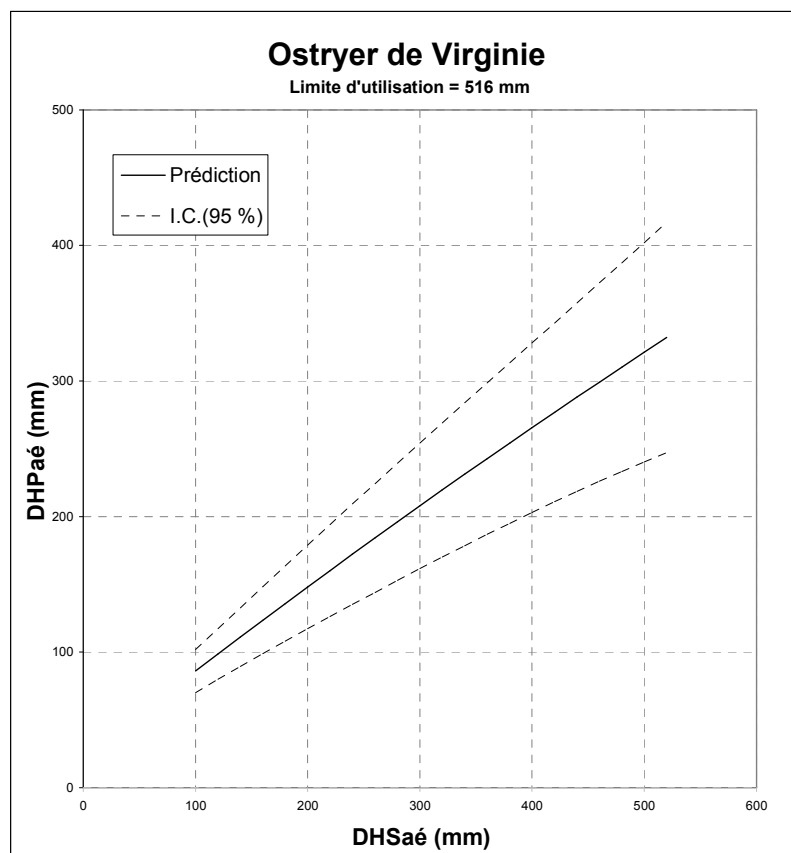


Figure 38 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le PEUPLIER BAUMIER

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	87,6	72,4	102,9	17,5 %
120	102,5	84,4	120,5	17,6 %
140	117,2	96,3	138,1	17,8 %
160	131,9	108,1	155,7	18,1 %
180	146,5	119,7	173,3	18,3 %
200	161,0	131,3	190,8	18,5 %
220	175,5	142,8	208,2	18,6 %
240	190,0	154,3	225,7	18,8 %
260	204,3	165,6	243,0	18,9 %
280	218,6	177,0	260,3	19,1 %
300	232,8	188,2	277,5	19,2 %
320	247,0	199,4	294,6	19,3 %
340	261,1	210,5	311,7	19,4 %
360	275,2	221,6	328,7	19,5 %
380	289,1	232,6	345,7	19,6 %
400	303,1	243,5	362,6	19,7 %
420	316,9	254,3	379,5	19,7 %
440	330,7	265,1	396,3	19,8 %
460	344,4	275,8	413,1	19,9 %
480	358,1	286,4	429,8	20,0 %
500	371,7	296,9	446,5	20,1 %
520	385,2	307,3	463,2	20,2 %
540	398,7	317,6	479,8	20,3 %
560	412,1	327,8	496,4	20,5 %
580	425,4	337,9	513,0	20,6 %
600	438,7	347,9	529,5	20,7 %
620	451,9	357,8	546,1	20,8 %
640	465,1	367,6	562,6	21,0 %

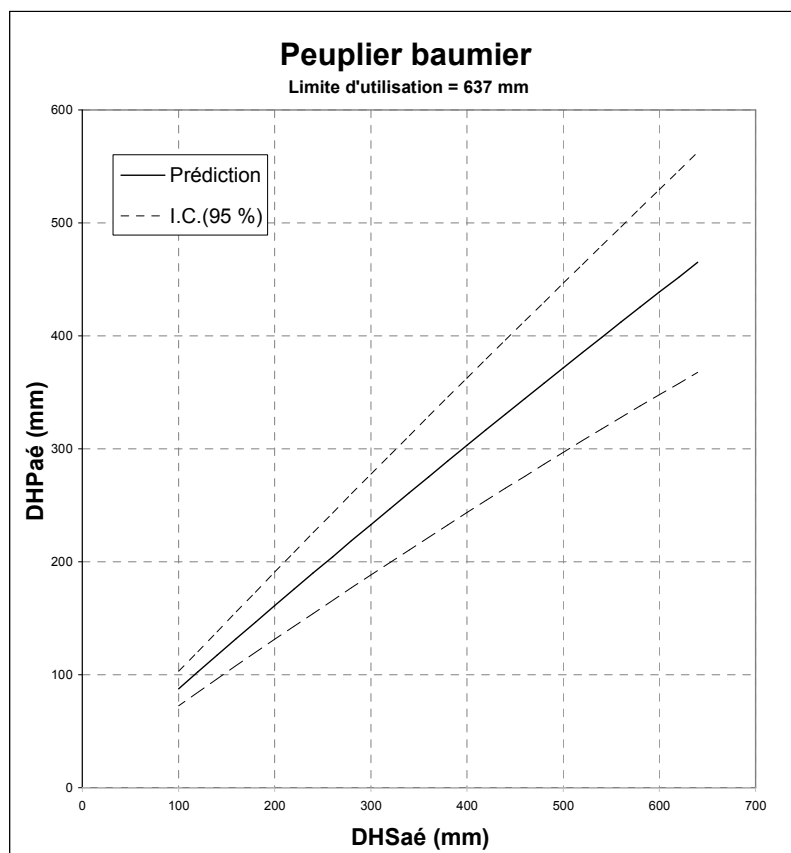


Figure 39 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le PEUPLIER À GRANDES DENTS

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	88,9	74,4	103,5	16,3 %
120	106,6	89,5	123,7	16,0 %
140	124,0	104,3	143,8	15,9 %
160	141,2	118,8	163,7	15,9 %
180	158,2	132,9	183,4	15,9 %
200	174,9	146,9	202,9	16,0 %
220	191,3	160,5	222,2	16,1 %
240	207,6	174,0	241,2	16,2 %
260	223,6	187,2	260,0	16,3 %
280	239,3	200,1	278,5	16,4 %
300	254,8	212,8	296,8	16,5 %
320	270,1	225,3	314,9	16,6 %
340	285,1	237,5	332,7	16,7 %
360	299,9	249,5	350,3	16,8 %
380	314,4	261,2	367,6	16,9 %
400	328,8	272,7	384,8	17,0 %
420	342,8	284,0	401,6	17,2 %
440	356,7	295,0	418,3	17,3 %
460	370,2	305,8	434,7	17,4 %
480	383,6	316,3	450,9	17,5 %
500	396,7	326,5	466,8	17,7 %
520	409,6	336,5	482,6	17,8 %
540	422,2	346,3	498,1	18,0 %
560	434,6	355,8	513,4	18,1 %
580	446,7	365,0	528,4	18,3 %
600	458,6	374,0	543,3	18,5 %
620	470,3	382,7	557,9	18,6 %
640	481,7	391,1	572,4	18,8 %
660	492,9	399,2	586,6	19,0 %
680	503,9	407,1	600,6	19,2 %

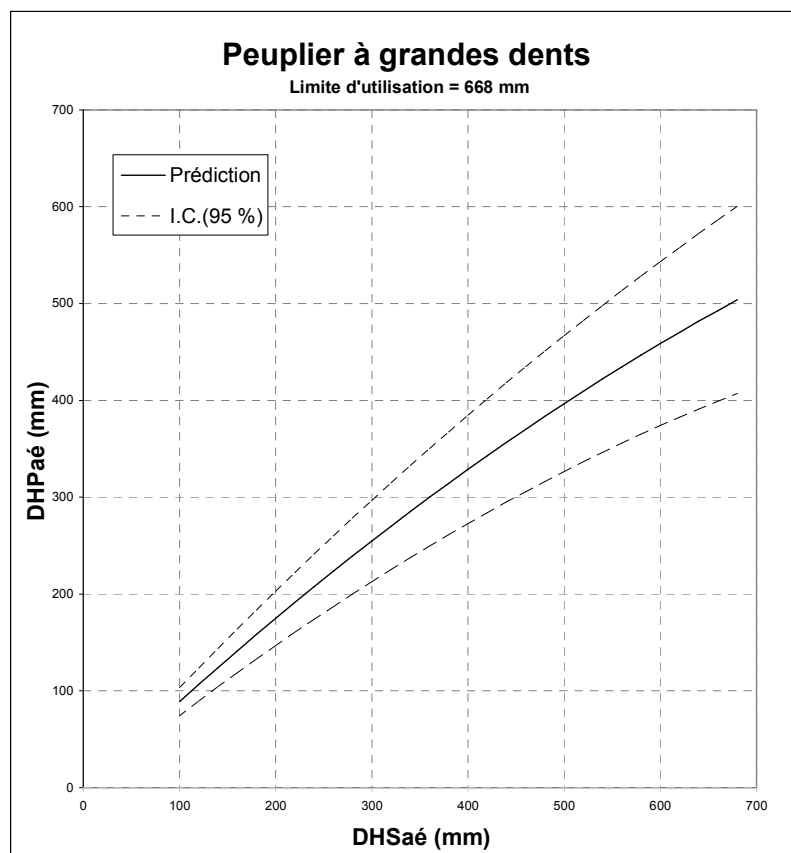


Figure 40 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le PEUPLIER FAUX-TREMBLE

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	88,7	75,0	102,4	15,5 %
120	105,3	88,9	121,7	15,6 %
140	121,6	102,4	140,7	15,7 %
160	137,5	115,7	159,4	15,9 %
180	153,2	128,6	177,8	16,0 %
200	168,5	141,2	195,8	16,2 %
220	183,6	153,5	213,6	16,4 %
240	198,3	165,5	231,1	16,5 %
260	212,8	177,3	248,3	16,7 %
280	226,9	188,7	265,1	16,9 %
300	240,7	199,8	281,7	17,0 %
320	254,3	210,6	298,0	17,2 %
340	267,5	221,1	313,9	17,4 %
360	280,4	231,3	329,6	17,5 %
380	293,0	241,1	344,9	17,7 %
400	305,3	250,7	360,0	17,9 %
420	317,4	260,0	374,7	18,1 %
440	329,1	269,0	389,2	18,3 %
460	340,5	277,6	403,3	18,5 %
480	351,6	286,0	417,2	18,7 %
500	362,4	294,0	430,7	18,9 %
520	372,9	301,8	444,0	19,1 %
540	383,1	309,2	456,9	19,3 %
560	393,0	316,3	469,6	19,5 %
580	402,5	323,1	482,0	19,7 %
600	411,8	329,6	494,0	20,0 %
620	420,8	335,8	505,8	20,2 %
640	429,5	341,7	517,3	20,4 %
660	437,8	347,2	528,4	20,7 %

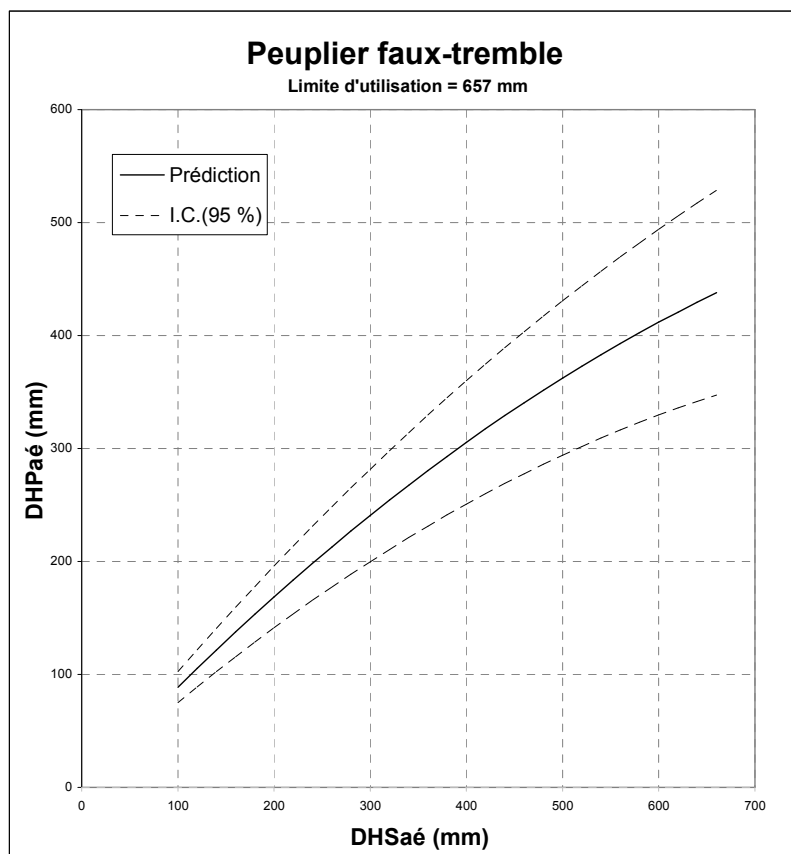


Figure 41 Relation « DHPaé-DHSAé » pour le TILLEUL D'AMÉRIQUE

DHSAé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95 %)	Borne sup. I.C.(95 %)	Err. Rel.
100	90,2	70,9	109,6	21,4 %
120	107,0	84,5	129,5	21,1 %
140	123,5	97,5	149,4	21,0 %
160	139,7	110,2	169,1	21,1 %
180	155,6	122,5	188,6	21,3 %
200	171,2	134,5	207,9	21,4 %
220	186,5	146,1	226,8	21,6 %
240	201,5	157,5	245,5	21,8 %
260	216,2	168,6	263,9	22,1 %
280	230,7	179,3	282,0	22,3 %
300	244,8	189,8	299,9	22,5 %
320	258,7	200,0	317,4	22,7 %
340	272,3	209,9	334,6	22,9 %
360	285,6	219,6	351,6	23,1 %
380	298,6	228,9	368,2	23,3 %
400	311,3	237,9	384,6	23,6 %
420	323,7	246,7	400,7	23,8 %
440	335,8	255,1	416,5	24,0 %
460	347,6	263,2	432,0	24,3 %
480	359,2	271,1	447,3	24,5 %
500	370,4	278,6	462,2	24,8 %
520	381,4	285,8	476,9	25,1 %
540	392,1	292,7	491,4	25,3 %
560	402,4	299,3	505,6	25,6 %
580	412,5	305,6	519,5	25,9 %
600	422,3	311,5	533,2	26,2 %
620	431,8	317,1	546,6	26,6 %
640	441,1	322,4	559,7	26,9 %
660	450,0	327,3	572,7	27,3 %
680	458,6	331,9	585,3	27,6 %
700	467,0	336,2	597,8	28,0 %
720	475,0	340,1	610,0	28,4 %
740	482,8	343,6	621,9	28,8 %

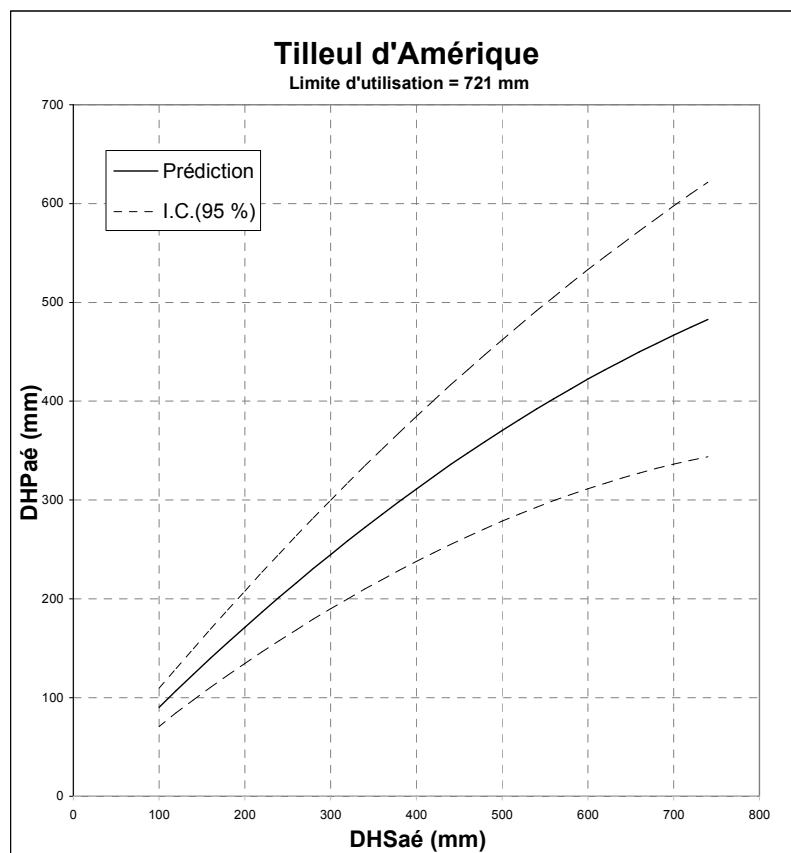


Figure 42 Relation « DHPaé-DHSaé » pour l'ÉPINETTE BLANCHE

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95%)	Borne sup. I.C.(95%)	Err. Rel.
100	85,2	70,2	100,2	17,6 %
120	100,0	82,1	117,9	17,9 %
140	114,5	93,7	135,4	18,2 %
160	128,8	105,0	152,7	18,5 %
180	142,9	116,1	169,7	18,8 %
200	156,6	126,9	186,4	19,0 %
220	170,2	137,4	202,9	19,3 %
240	183,4	147,7	219,2	19,5 %
260	196,4	157,7	235,2	19,7 %
280	209,2	167,5	250,9	19,9 %
300	221,7	177,0	266,4	20,2 %
320	234,0	186,3	281,6	20,4 %
340	246,0	195,3	296,6	20,6 %
360	257,7	204,1	311,3	20,8 %
380	269,2	212,6	325,8	21,0 %
400	280,5	220,9	340,0	21,2 %
420	291,4	228,9	354,0	21,5 %
440	302,2	236,7	367,7	21,7 %
460	312,7	244,2	381,2	21,9 %
480	322,9	251,4	394,4	22,1 %
500	332,9	258,4	407,4	22,4 %
520	342,6	265,1	420,1	22,6 %
540	352,1	271,6	432,5	22,9 %
560	361,3	277,8	444,7	23,1 %
580	370,2	283,8	456,7	23,4 %
600	378,9	289,5	468,4	23,6 %
620	387,4	294,9	479,9	23,9 %
640	395,6	300,1	491,1	24,1 %
660	403,5	305,1	502,0	24,4 %
680	411,2	309,7	512,8	24,7 %
700	418,7	314,1	523,2	25,0 %
720	425,9	318,3	533,4	25,3 %
740	432,8	322,2	543,4	25,6 %
760	439,5	325,8	553,1	25,9 %
780	445,9	329,2	562,6	26,2 %
800	452,1	332,3	571,9	26,5 %
820	458,0	335,2	580,9	26,8 %
840	463,7	337,8	589,6	27,2 %
860	469,1	340,1	598,1	27,5 %

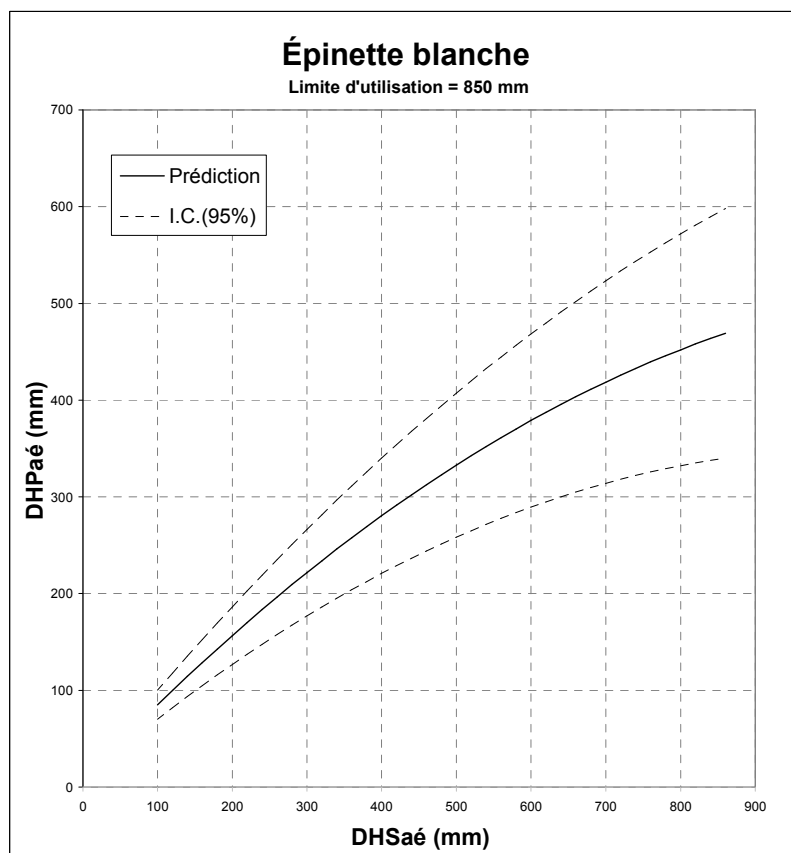


Figure 43 Relation « DHPaé-DHsaé » pour l'ÉPINETTE NOIRE

DHsaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95%)	Borne sup. I.C.(95%)	Err. Rel.
100	83,6	70,2	97,0	16,0 %
120	98,9	82,8	114,9	16,2 %
140	113,9	95,2	132,6	16,4 %
160	128,7	107,3	150,1	16,6 %
180	143,3	119,2	167,3	16,8 %
200	157,6	130,9	184,3	16,9 %
220	171,6	142,3	201,0	17,1 %
240	185,5	153,4	217,5	17,3 %
260	199,0	164,3	233,8	17,4 %
280	212,4	175,0	249,8	17,6 %
300	225,5	185,4	265,5	17,8 %
320	238,3	195,6	281,1	17,9 %
340	250,9	205,5	296,3	18,1 %
360	263,3	215,2	311,4	18,3 %
380	275,4	224,6	326,2	18,4 %
400	287,3	233,8	340,7	18,6 %
420	298,9	242,8	355,0	18,8 %
440	310,3	251,5	369,1	19,0 %
460	321,4	259,9	382,9	19,1 %
480	332,3	268,1	396,5	19,3 %
500	343,0	276,1	409,9	19,5 %
520	353,4	283,8	423,0	19,7 %
540	363,6	291,2	435,9	19,9 %
560	373,5	298,4	448,6	20,1 %
580	383,2	305,3	461,0	20,3 %

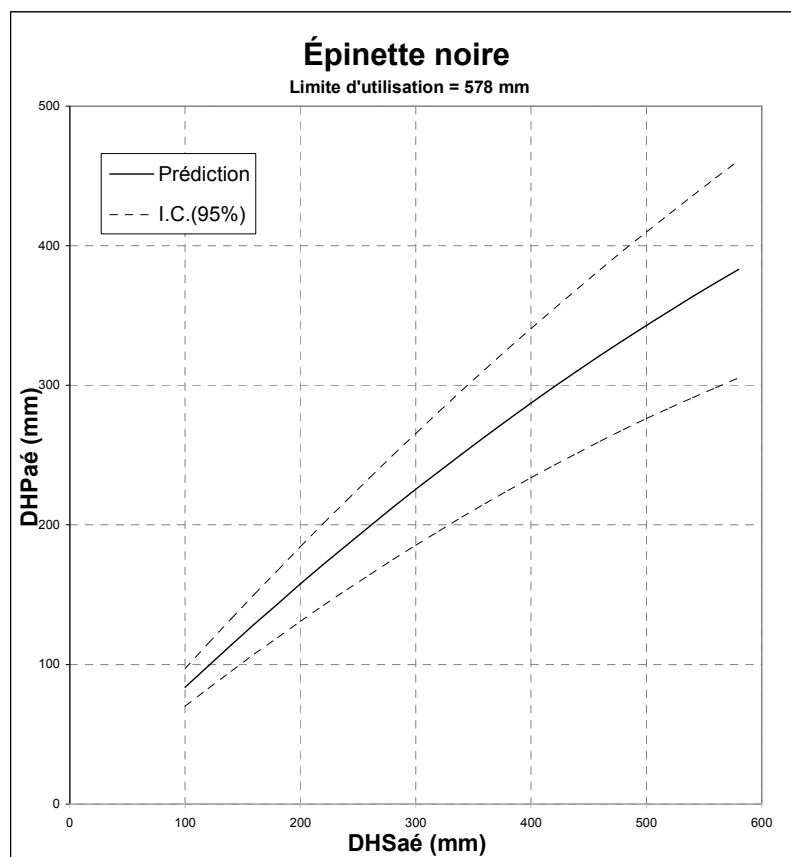


Figure 44 Relation « DHPaé-DHSaé » pour l'ÉPINETTE ROUGE

DHSaé (mm)	DHPaé (mm)	Borne inf.	Borne sup.	
	Prédiction	I.C.(95%)	I.C.(95%)	Err. Rel.
100	87,2	72,9	101,5	16,4 %
120	101,9	84,9	118,9	16,7 %
140	116,5	96,7	136,3	17,0 %
160	130,8	108,2	153,4	17,3 %
180	145,0	119,6	170,4	17,5 %
200	158,9	130,7	187,2	17,8 %
220	172,7	141,6	203,7	18,0 %
240	186,2	152,3	220,1	18,2 %
260	199,6	162,9	236,3	18,4 %
280	212,8	173,2	252,3	18,6 %
300	225,7	183,4	268,1	18,8 %
320	238,5	193,3	283,7	18,9 %
340	251,0	203,0	299,1	19,1 %
360	263,4	212,6	314,3	19,3 %
380	275,6	221,9	329,3	19,5 %
400	287,6	231,0	344,1	19,7 %
420	299,3	240,0	358,7	19,8 %
440	310,9	248,7	373,1	20,0 %
460	322,3	257,2	387,3	20,2 %
480	333,4	265,5	401,4	20,4 %
500	344,4	273,6	415,3	20,6 %
520	355,2	281,5	428,9	20,8 %
540	365,8	289,1	442,4	21,0 %
560	376,2	296,6	455,8	21,2 %
580	386,3	303,8	468,9	21,4 %
600	396,3	310,8	481,9	21,6 %
620	406,1	317,6	494,7	21,8 %
640	415,7	324,1	507,3	22,0 %

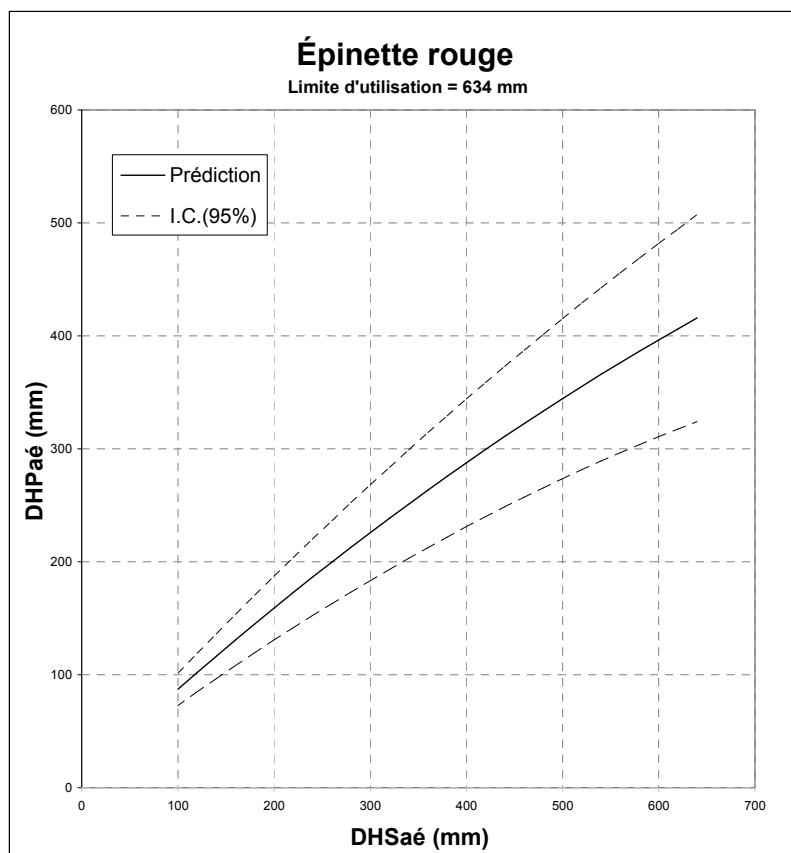


Figure 45 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le MÉLÈZE LARICIN

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95%)	Borne sup. I.C.(95%)	Err. Rel.
100	77,4	63,6	91,2	17,9 %
120	94,1	77,7	110,4	17,3 %
140	110,3	91,4	129,2	17,2 %
160	126,1	104,5	147,6	17,1 %
180	141,4	117,2	165,7	17,1 %
200	156,3	129,4	183,3	17,2 %
220	170,8	141,2	200,5	17,4 %
240	184,9	152,5	217,2	17,5 %
260	198,5	163,4	233,5	17,7 %
280	211,6	173,9	249,4	17,8 %
300	224,4	184,0	264,8	18,0 %
320	236,7	193,6	279,8	18,2 %
340	248,6	202,7	294,4	18,4 %
360	260,0	211,5	308,5	18,7 %
380	271,0	219,7	322,2	18,9 %
400	281,5	227,6	335,5	19,2 %
420	291,7	235,0	348,4	19,4 %
440	301,4	241,9	360,8	19,7 %
460	310,6	248,4	372,8	20,0 %
480	319,4	254,4	384,5	20,4 %
500	327,8	259,9	395,7	20,7 %
520	335,7	265,0	406,5	21,1 %
540	343,3	269,6	416,9	21,5 %
560	350,3	273,7	426,9	21,9 %
580	357,0	277,4	436,5	22,3 %

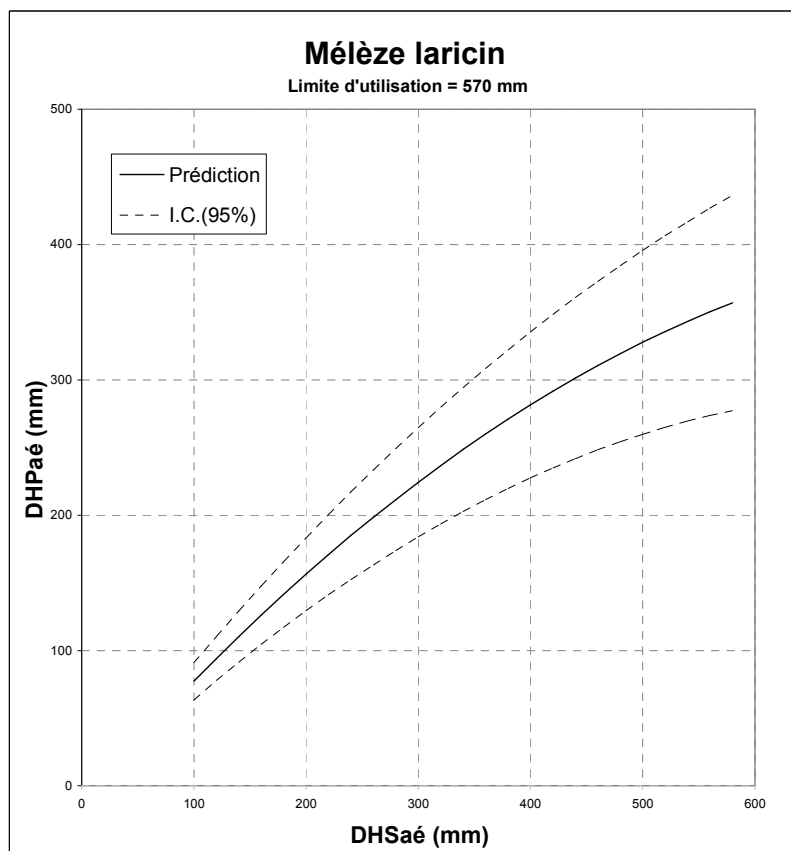


Figure 46 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le PIN BLANC

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95%)	Borne sup. I.C.(95%)	Err. Rel.
100	84,0	69,2	98,7	17,5 %
120	100,1	82,8	117,5	17,4 %
140	116,2	96,0	136,3	17,3 %
160	132,0	109,1	154,9	17,3 %
180	147,7	122,0	173,4	17,4 %
200	163,3	134,8	191,8	17,5 %
220	178,7	147,3	210,1	17,5 %
240	194,0	159,8	228,1	17,6 %
260	209,0	172,0	246,1	17,7 %
280	224,0	184,1	263,9	17,8 %
300	238,8	196,0	281,5	17,9 %
320	253,4	207,8	299,0	18,0 %
340	267,9	219,5	316,3	18,1 %
360	282,2	230,9	333,5	18,2 %
380	296,4	242,3	350,5	18,3 %
400	310,4	253,4	367,4	18,4 %
420	324,3	264,4	384,1	18,4 %
440	338,0	275,3	400,6	18,5 %
460	351,5	286,0	417,0	18,6 %
480	364,9	296,6	433,3	18,7 %
500	378,2	307,0	449,4	18,8 %
520	391,3	317,2	465,3	18,9 %
540	404,2	327,3	481,1	19,0 %
560	417,0	337,2	496,7	19,1 %
580	429,6	347,0	512,2	19,2 %
600	442,1	356,6	527,5	19,3 %
620	454,4	366,1	542,7	19,4 %
640	466,6	375,4	557,7	19,5 %
660	478,6	384,5	572,6	19,6 %
680	490,4	393,5	587,3	19,8 %
700	502,1	402,3	601,9	19,9 %
720	513,7	411,0	616,3	20,0 %
740	525,1	419,5	630,6	20,1 %
760	536,3	427,9	644,7	20,2 %
780	547,4	436,1	658,7	20,3 %
800	558,3	444,1	672,5	20,5 %
820	569,1	452,0	686,2	20,6 %
840	579,7	459,7	699,8	20,7 %
860	590,2	467,2	713,2	20,8 %
880	600,5	474,6	726,4	21,0 %
900	610,7	481,8	739,5	21,1 %
920	620,7	488,8	752,5	21,2 %
940	630,5	495,7	765,3	21,4 %
960	640,2	502,4	778,0	21,5 %
980	649,8	509,0	790,5	21,7 %
1000	659,2	515,4	802,9	21,8 %

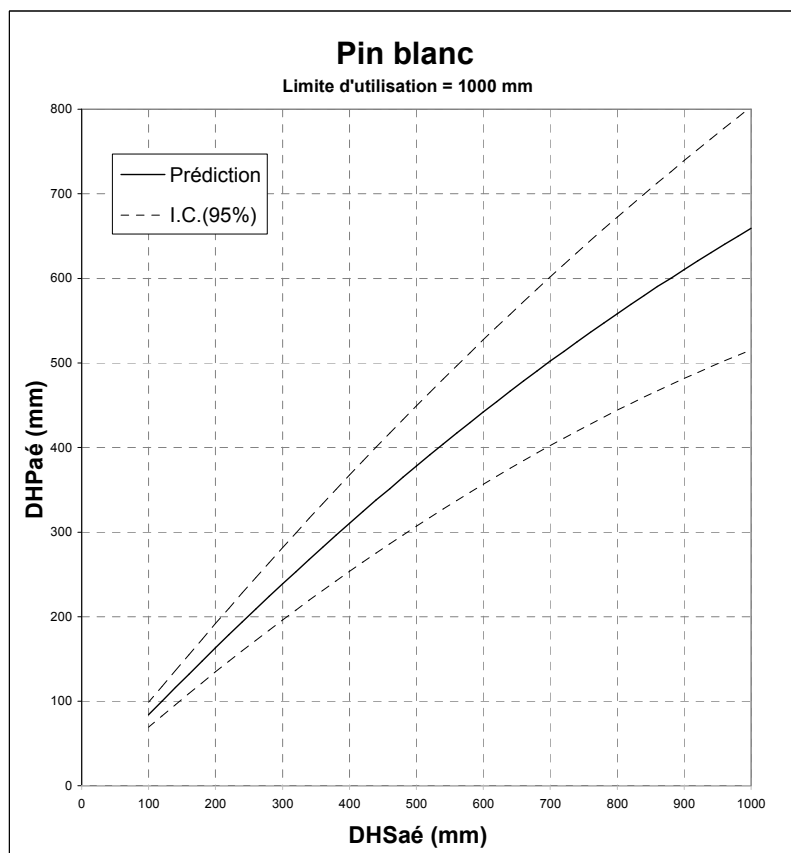


Figure 47 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le PIN GRIS

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95%)	Borne sup. I.C.(95%)	Err. Rel.
100	86,9	76,2	97,5	12,3 %
120	102,3	89,6	115,1	12,4 %
140	117,8	103,0	132,6	12,6 %
160	133,2	116,3	150,2	12,7 %
180	148,7	129,6	167,7	12,8 %
200	164,0	142,9	185,2	12,9 %
220	179,4	156,1	202,7	13,0 %
240	194,8	169,4	220,2	13,1 %
260	210,1	182,6	237,7	13,1 %
280	225,5	195,8	255,1	13,2 %
300	240,8	209,0	272,5	13,2 %
320	256,0	222,1	290,0	13,2 %
340	271,3	235,3	307,4	13,3 %
360	286,6	248,4	324,7	13,3 %
380	301,8	261,5	342,1	13,4 %
400	317,0	274,5	359,5	13,4 %
420	332,2	287,6	376,8	13,4 %
440	347,4	300,6	394,2	13,5 %
460	362,5	313,5	411,5	13,5 %

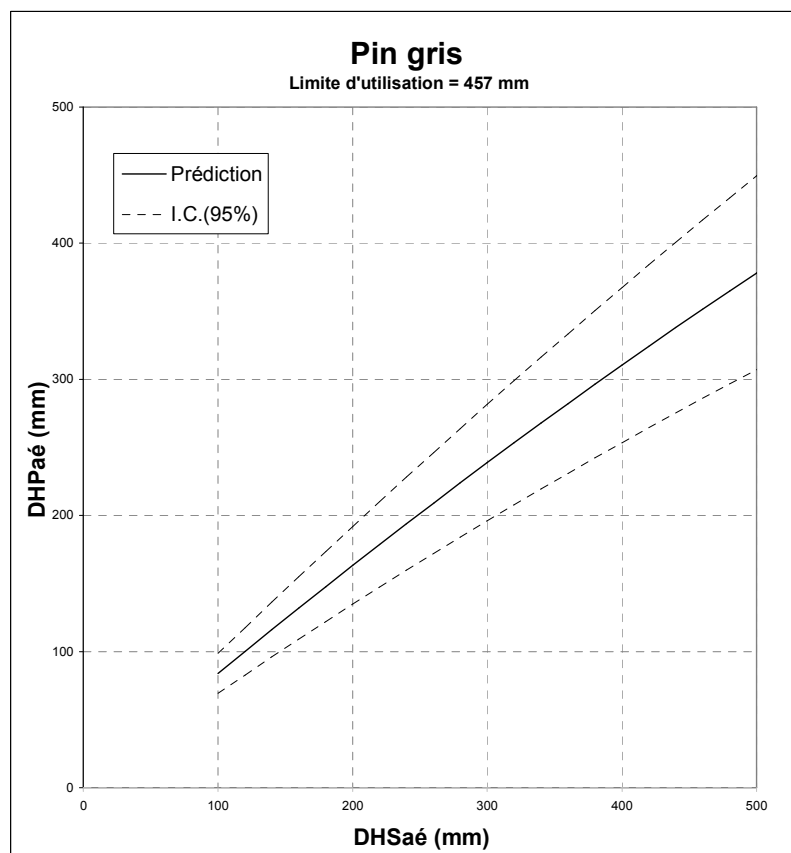


Figure 48 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le PIN ROUGE

DHSaé (mm)	DHPaé (mm)	Borne inf.	Borne sup.	
	Prédiction	I.C.(95%)	I.C.(95%)	Err. Rel.
100	73,2	61,1	85,3	16,5 %
120	90,6	76,8	104,4	15,2 %
140	107,9	92,3	123,6	14,5 %
160	125,2	107,5	142,8	14,1 %
180	142,4	122,7	162,1	13,8 %
200	159,6	137,7	181,4	13,7 %
220	176,7	152,7	200,6	13,6 %
240	193,7	167,6	219,9	13,5 %
260	210,7	182,4	239,0	13,4 %
280	227,7	197,2	258,1	13,4 %
300	244,5	211,9	277,2	13,4 %
320	261,4	226,6	296,2	13,3 %
340	278,2	241,2	315,2	13,3 %
360	294,9	255,7	334,1	13,3 %
380	311,6	270,2	352,9	13,3 %
400	328,2	284,7	371,7	13,3 %
420	344,8	299,1	390,5	13,3 %
440	361,3	313,4	409,2	13,2 %
460	377,8	327,7	427,8	13,2 %
480	394,2	341,9	446,4	13,3 %
500	410,5	356,1	465,0	13,3 %
520	426,8	370,2	483,5	13,3 %
540	443,1	384,2	502,0	13,3 %
560	459,3	398,2	520,4	13,3 %
580	475,4	412,1	538,8	13,3 %
600	491,5	425,9	557,2	13,4 %
620	507,6	439,7	575,5	13,4 %
640	523,5	453,3	593,8	13,4 %
660	539,5	466,9	612,1	13,5 %
680	555,3	480,4	630,3	13,5 %

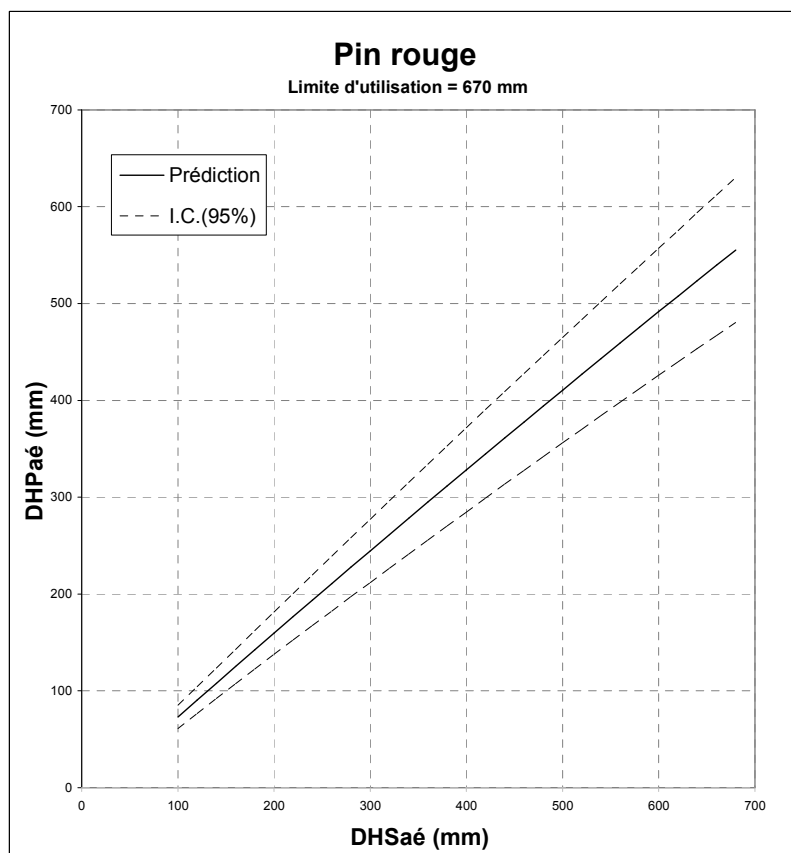


Figure 49 Relation « DHPaé-DHSaé » pour la PRUCHE DU CANADA

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95%)	Borne sup. I.C.(95%)	Err. Rel.
100	78,6	61,2	96,1	22,2 %
120	96,0	75,4	116,5	21,4 %
140	113,0	89,2	136,8	21,1 %
160	129,8	102,7	156,9	20,9 %
180	146,2	115,8	176,7	20,8 %
200	162,4	128,6	196,2	20,8 %
220	178,3	141,2	215,4	20,8 %
240	193,9	153,4	234,4	20,9 %
260	209,2	165,3	253,0	21,0 %
280	224,1	176,9	271,4	21,1 %
300	238,8	188,2	289,4	21,2 %
320	253,2	199,3	307,2	21,3 %
340	267,3	210,0	324,7	21,5 %
360	281,2	220,4	341,9	21,6 %
380	294,7	230,6	358,8	21,8 %
400	307,9	240,4	375,4	21,9 %
420	320,8	250,0	391,7	22,1 %
440	333,5	259,2	407,7	22,3 %
460	345,8	268,2	423,4	22,4 %
480	357,8	276,9	438,8	22,6 %
500	369,6	285,2	453,9	22,8 %
520	381,0	293,3	468,8	23,0 %
540	392,2	301,1	483,3	23,2 %
560	403,1	308,6	497,5	23,4 %
580	413,6	315,7	511,5	23,7 %
600	423,9	322,6	525,2	23,9 %
620	433,9	329,2	538,6	24,1 %
640	443,6	335,5	551,7	24,4 %
660	453,0	341,4	564,5	24,6 %
680	462,1	347,1	577,0	24,9 %
700	470,9	352,4	589,2	25,1 %
720	479,4	357,5	601,2	25,4 %
740	487,6	362,3	612,9	25,7 %
760	495,5	366,7	624,2	26,0 %
780	503,1	370,8	635,4	26,3 %
800	510,4	374,7	646,2	26,6 %
820	517,5	378,2	656,7	26,9 %
840	524,2	381,4	667,0	27,2 %
860	530,6	384,3	677,0	27,6 %
880	536,8	386,8	686,7	27,9 %
900	542,6	389,1	696,1	28,3 %
920	548,2	391,1	705,3	28,7 %
940	553,5	392,7	714,2	29,0 %
960	558,4	394,0	722,8	29,4 %
980	563,1	395,0	731,1	29,8 %
1000	567,5	395,7	739,2	30,3 %

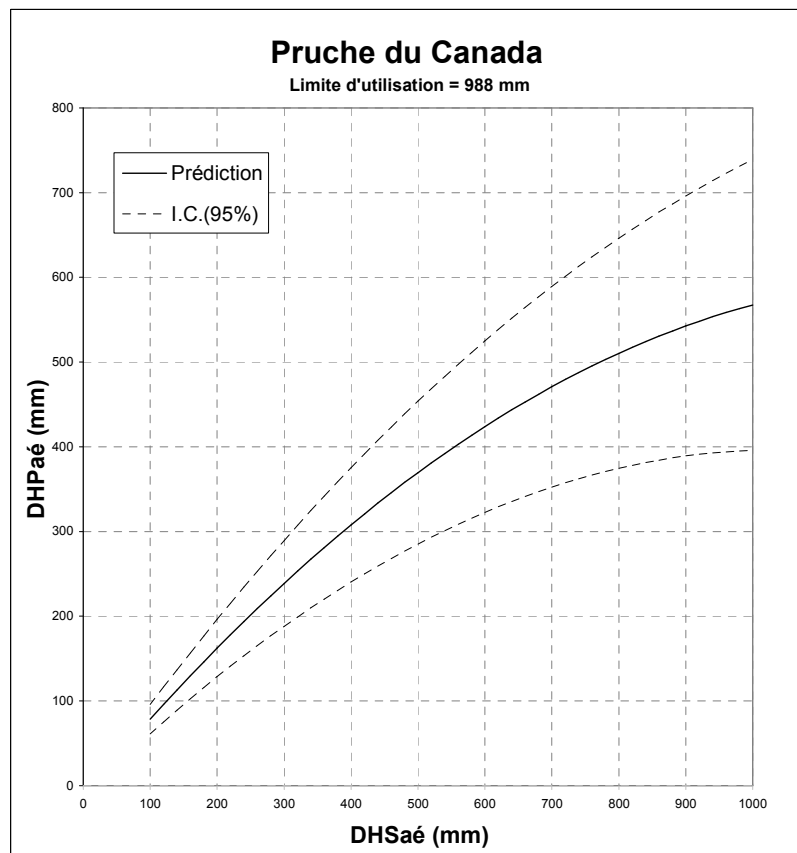


Figure 50 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le SAPIN BAUMIER

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95%)	Borne sup. I.C.(95%)	Err. Rel.
100	89,0	74,7	103,3	16,1 %
120	104,1	87,0	121,3	16,5 %
140	119,0	99,0	139,0	16,8 %
160	133,6	110,7	156,4	17,1 %
180	147,8	122,1	173,6	17,4 %
200	161,9	133,3	190,4	17,7 %
220	175,6	144,2	207,0	17,9 %
240	189,1	154,8	223,4	18,1 %
260	202,2	165,1	239,4	18,4 %
280	215,1	175,1	255,2	18,6 %
300	227,8	184,9	270,6	18,8 %
320	240,1	194,4	285,9	19,0 %
340	252,2	203,6	300,8	19,3 %
360	264,0	212,5	315,4	19,5 %
380	275,5	221,2	329,8	19,7 %
400	286,7	229,5	343,9	20,0 %
420	297,7	237,6	357,8	20,2 %
440	308,4	245,4	371,3	20,4 %
460	318,8	252,9	384,6	20,7 %
480	328,9	260,1	397,6	20,9 %
500	338,7	267,1	410,4	21,2 %
520	348,3	273,7	422,9	21,4 %

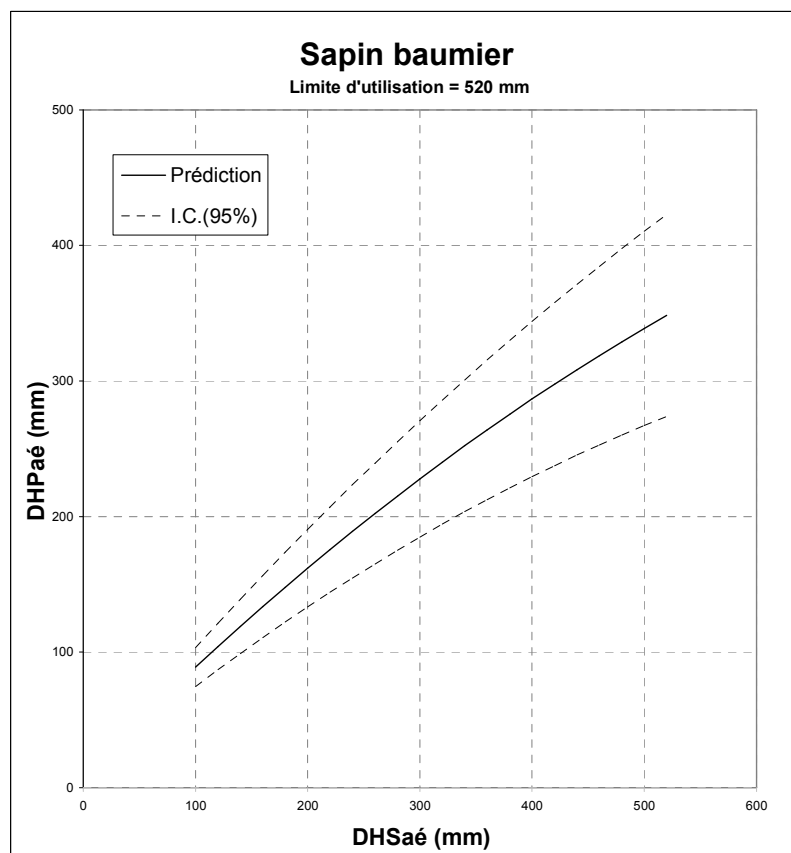
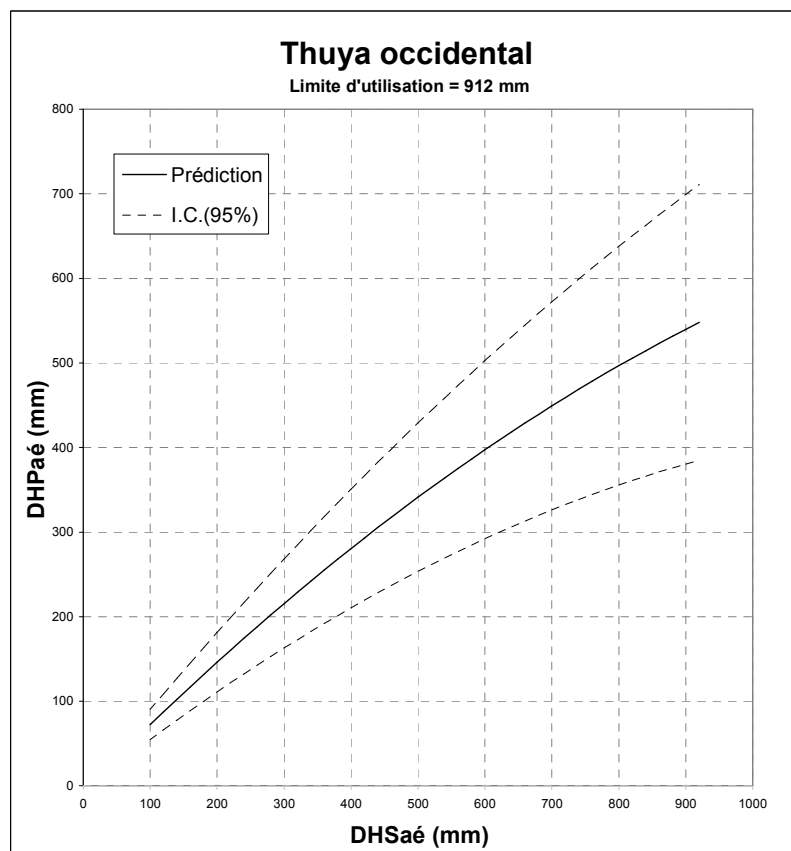


Figure 51 Relation « DHPaé-DHSaé » pour le THUYA OCCIDENTAL

DHSaé (mm)	DHPaé (mm) Prédiction	Borne inf. I.C.(95%)	Borne sup. I.C.(95%)	Err. Rel.
100	72,5	54,6	90,4	24,7 %
120	87,6	66,4	108,8	24,3 %
140	102,5	77,9	127,2	24,1 %
160	117,3	89,2	145,4	24,0 %
180	131,8	100,3	163,4	24,0 %
200	146,2	111,2	181,3	24,0 %
220	160,5	121,9	199,1	24,0 %
240	174,5	132,4	216,6	24,1 %
260	188,4	142,8	234,0	24,2 %
280	202,1	153,0	251,2	24,3 %
300	215,6	163,0	268,2	24,4 %
320	229,0	172,8	285,1	24,5 %
340	242,1	182,5	301,8	24,6 %
360	255,1	192,0	318,3	24,7 %
380	268,0	201,3	334,6	24,9 %
400	280,6	210,5	350,8	25,0 %
420	293,1	219,4	366,8	25,1 %
440	305,4	228,2	382,6	25,3 %
460	317,5	236,8	398,2	25,4 %
480	329,5	245,3	413,7	25,6 %
500	341,2	253,5	428,9	25,7 %
520	352,8	261,6	444,1	25,9 %
540	364,2	269,5	459,0	26,0 %
560	375,5	277,2	473,8	26,2 %
580	386,6	284,8	488,4	26,3 %
600	397,5	292,2	502,8	26,5 %
620	408,2	299,3	517,1	26,7 %
640	418,7	306,3	531,2	26,8 %
660	429,1	313,2	545,1	27,0 %
680	439,3	319,8	558,8	27,2 %
700	449,3	326,3	572,4	27,4 %
720	459,2	332,5	585,9	27,6 %
740	468,8	338,6	599,1	27,8 %
760	478,3	344,5	612,2	28,0 %
780	487,7	350,2	625,1	28,2 %
800	496,8	355,8	637,9	28,4 %
820	505,8	361,1	650,5	28,6 %
840	514,6	366,3	663,0	28,8 %
860	523,2	371,2	675,2	29,1 %
880	531,7	376,0	687,4	29,3 %
900	539,9	380,6	699,3	29,5 %
920	548,0	385,0	711,1	29,8 %



ANNEXE G Précisions sur la longueur des blessures affectant la tige principale

Au moment de mesurer la longueur des blessures d’un arbre, si deux blessures situées sur la même face du tronc sont superposées et distantes de 30 cm ou moins, elles seront considérées comme une seule blessure. La longueur totale de cette blessure est alors mesurée dans l’axe vertical de la tige depuis la limite supérieure de la blessure la plus haute jusqu’à la limite inférieure de la blessure la plus basse (figure 78).

La présence de blessures multiples sur une même face peut provenir du frottement causé par la chute de l’arbre ou par son contact avec la machinerie pendant la récolte. Au moment où le frottement se produit, le cambium situé sur les parties supérieure et inférieure de la blessure, d’une longueur de 15 cm chacune, est comprimé et meurt peu après. Restée en place, l’écorce se détache tranquillement pour tomber quelques années plus tard (figure 79).

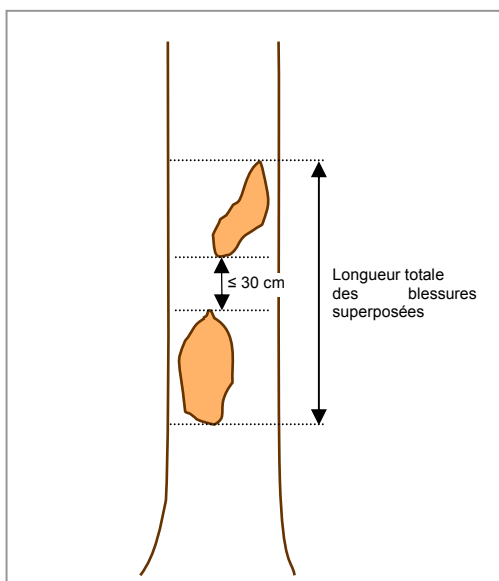


Figure 78 Représentation d’une seule blessure formée de deux blessures superposées

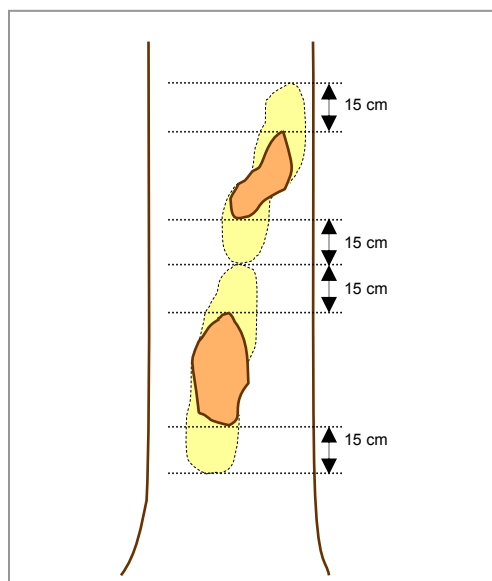


Figure 79 Zone de mortalité du cambium et agrandissement de la blessure avec le temps

ANNEXE H Facteur d’arbre par classe de DHP mesuré avec le prisme CST-2 (métrique)¹

Classe de DHP (cm)	Facteur d’arbre ^a	Classe de DHP (cm)	Facteur d’arbre ^a
10	254,65	56	8,12
12	176,83	58	7,57
14	129,92	60	7,07
16	99,47	62	6,62
18	78,59	64	6,22
20	63,66	66	5,85
22	52,61	68	5,51
24	44,21	70	5,20
26	37,67	72	4,91
28	32,48	74	4,65
30	28,29	76	4,41
32	24,87	78	4,19
34	22,03	80	3,98
36	19,65	82	3,79
38	17,63	84	3,61
40	15,92	86	3,44
42	14,44	88	3,29
44	13,15	90	3,14
46	12,03	92	3,01
48	11,05	94	2,88
50	10,19	96	2,76
52	9,42	98	2,65
54	8,73	100	2,55

a. Facteur d’arbre = constante/hectare pour une classe de DHP donnée. Par exemple, pour un DHP = 10 cm, 254,65 est le nombre d’arbres qu’il faut échantillonner pour obtenir 2 m² de surface terrière pour un ha.

1. Source : Ministère de l’Énergie et des Ressources, 1980 (dans Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2008)

ANNEXE I Table des surfaces terrières

Diamètre (cm)	Surface terrière ^a (m ²)	Diamètre (cm)	Surface terrière ^a (m ²)	Diamètre (cm)	Surface terrière ^a (m ²)	Diamètre (cm)	Surface terrière ^a (m ²)
0,00	0,000000	4,00	0,001257	8,00	0,005027	12,00	0,011310
0,10	0,000001	4,10	0,001320	8,10	0,005153	12,10	0,011499
0,20	0,000003	4,20	0,001385	8,20	0,005281	12,20	0,011690
0,30	0,000007	4,30	0,001452	8,30	0,005411	12,30	0,011882
0,40	0,000013	4,40	0,001521	8,40	0,005542	12,40	0,012076
0,50	0,000020	4,50	0,001590	8,50	0,005675	12,50	0,012272
0,60	0,000028	4,60	0,001662	8,60	0,005809	12,60	0,012469
0,70	0,000038	4,70	0,001735	8,70	0,005945	12,70	0,012668
0,80	0,000050	4,80	0,001810	8,80	0,006082	12,80	0,012868
0,90	0,000064	4,90	0,001886	8,90	0,006221	12,90	0,013070
1,00	0,000079	5,00	0,001964	9,00	0,006362	13,00	0,013273
1,10	0,000095	5,10	0,002043	9,10	0,006504	13,10	0,013478
1,20	0,000113	5,20	0,002124	9,20	0,006648	13,20	0,013685
1,30	0,000133	5,30	0,002206	9,30	0,006793	13,30	0,013893
1,40	0,000154	5,40	0,002290	9,40	0,006940	13,40	0,014103
1,50	0,000177	5,50	0,002376	9,50	0,007088	13,50	0,014314
1,60	0,000201	5,60	0,002463	9,60	0,007238	13,60	0,014527
1,70	0,000227	5,70	0,002552	9,70	0,007390	13,70	0,014741
1,80	0,000254	5,80	0,002642	9,80	0,007543	13,80	0,014957
1,90	0,000284	5,90	0,002734	9,90	0,007698	13,90	0,015175
2,00	0,000314	6,00	0,002827	10,00	0,007854	14,00	0,015394
2,10	0,000346	6,10	0,002922	10,10	0,008012	14,10	0,015615
2,20	0,000380	6,20	0,003019	10,20	0,008171	14,20	0,015837
2,30	0,000415	6,30	0,003117	10,30	0,008332	14,30	0,016061
2,40	0,000452	6,40	0,003217	10,40	0,008495	14,40	0,016286
2,50	0,000491	6,50	0,003318	10,50	0,008659	14,50	0,016513
2,60	0,000531	6,60	0,003421	10,60	0,008825	14,60	0,016742
2,70	0,000573	6,70	0,003526	10,70	0,008992	14,70	0,016972
2,80	0,000616	6,80	0,003632	10,80	0,009161	14,80	0,017203
2,90	0,000661	6,90	0,003739	10,90	0,009331	14,90	0,017437
3,00	0,000707	7,00	0,003848	11,00	0,009503	15,00	0,017672
3,10	0,000755	7,10	0,003959	11,10	0,009677	15,10	0,017908
3,20	0,000804	7,20	0,004072	11,20	0,009852	15,20	0,018146
3,30	0,000855	7,30	0,004185	11,30	0,010029	15,30	0,018385
3,40	0,000908	7,40	0,004301	11,40	0,010207	15,40	0,018627
3,50	0,000962	7,50	0,004418	11,50	0,010387	15,50	0,018869
3,60	0,001018	7,60	0,004536	11,60	0,010568	15,60	0,019113
3,70	0,001075	7,70	0,004657	11,70	0,010751	15,70	0,019359
3,80	0,001134	7,80	0,004778	11,80	0,010936	15,80	0,019607
3,90	0,001195	7,90	0,004902	11,90	0,011122	15,90	0,019856

a. Formule pour calculer la surface terrière : $ST = D^2 \times 0,00007854$

Diamètre (cm)	Surface terrière ^a (m ²)	Diamètre (cm)	Surface terrière ^a (m ²)	Diamètre (cm)	Surface terrière ^a (m ²)	Diamètre (cm)	Surface terrière ^a (m ²)
16,00	0,020106	20,00	0,031416	24,00	0,045239	28,00	0,061575
16,10	0,020358	20,10	0,031731	24,10	0,045617	28,10	0,062016
16,20	0,020612	20,20	0,032047	24,20	0,045996	28,20	0,062458
16,30	0,020867	20,30	0,032366	24,30	0,046377	28,30	0,062902
16,40	0,021124	20,40	0,032685	24,40	0,046760	28,40	0,063347
16,50	0,021383	20,50	0,033006	24,50	0,047144	28,50	0,063794
16,60	0,021642	20,60	0,033329	24,60	0,047529	28,60	0,064243
16,70	0,021904	20,70	0,033654	24,70	0,047916	28,70	0,064693
16,80	0,022167	20,80	0,033980	24,80	0,048305	28,80	0,065144
16,90	0,022432	20,90	0,034307	24,90	0,048696	28,90	0,065597
17,00	0,022698	21,00	0,034636	25,00	0,049088	29,00	0,066052
17,10	0,022966	21,10	0,034967	25,10	0,049481	29,10	0,066508
17,20	0,023235	21,20	0,035299	25,20	0,049876	29,20	0,066966
17,30	0,023506	21,30	0,035633	25,30	0,050273	29,30	0,067426
17,40	0,023779	21,40	0,035968	25,40	0,050671	29,40	0,067887
17,50	0,024053	21,50	0,036305	25,50	0,051071	29,50	0,068349
17,60	0,024329	21,60	0,036644	25,60	0,051472	29,60	0,068814
17,70	0,024606	21,70	0,036984	25,70	0,051875	29,70	0,069279
17,80	0,024885	21,80	0,037325	25,80	0,052279	29,80	0,069747
17,90	0,025165	21,90	0,037669	25,90	0,052685	29,90	0,070216
18,00	0,025447	22,00	0,038013	26,00	0,053093	30,00	0,070686
18,10	0,025730	22,10	0,038360	26,10	0,053502	30,10	0,071158
18,20	0,026016	22,20	0,038708	26,20	0,053913	30,20	0,071632
18,30	0,026302	22,30	0,039057	26,30	0,054325	30,30	0,072107
18,40	0,026591	22,40	0,039408	26,40	0,054739	30,40	0,072584
18,50	0,026880	22,50	0,039761	26,50	0,055155	30,50	0,073062
18,60	0,027172	22,60	0,040115	26,60	0,055572	30,60	0,073542
18,70	0,027465	22,70	0,040471	26,70	0,055990	30,70	0,074023
18,80	0,027759	22,80	0,040828	26,80	0,056411	30,80	0,074506
18,90	0,028055	22,90	0,041187	26,90	0,056832	30,90	0,074991
19,00	0,028353	23,00	0,041548	27,00	0,057256	31,00	0,075477
19,10	0,028652	23,10	0,041910	27,10	0,057681	31,10	0,075965
19,20	0,028953	23,20	0,042273	27,20	0,058107	31,20	0,076454
19,30	0,029255	23,30	0,042639	27,30	0,058535	31,30	0,076945
19,40	0,029559	23,40	0,043005	27,40	0,058965	31,40	0,077437
19,50	0,029865	23,50	0,043374	27,50	0,059396	31,50	0,077931
19,60	0,030172	23,60	0,043744	27,60	0,059829	31,60	0,078427
19,70	0,030481	23,70	0,044115	27,70	0,060263	31,70	0,078924
19,80	0,030791	23,80	0,044488	27,80	0,060699	31,80	0,079423
19,90	0,031103	23,90	0,044863	27,90	0,061136	31,90	0,079923

a. Formule pour calculer la surface terrière : $ST = D^2 \times 0,00007854$

Diamètre (cm)	Surface terrière ^a (m ²)	Diamètre (cm)	Surface terrière ^a (m ²)	Diamètre (cm)	Surface terrière ^a (m ²)	Diamètre (cm)	Surface terrière ^a (m ²)
16,00	0,020106	20,00	0,031416	24,00	0,045239	28,00	0,061575
16,10	0,020358	20,10	0,031731	24,10	0,045617	28,10	0,062016
16,20	0,020612	20,20	0,032047	24,20	0,045996	28,20	0,062458
16,30	0,020867	20,30	0,032366	24,30	0,046377	28,30	0,062902
16,40	0,021124	20,40	0,032685	24,40	0,046760	28,40	0,063347
16,50	0,021383	20,50	0,033006	24,50	0,047144	28,50	0,063794
16,60	0,021642	20,60	0,033329	24,60	0,047529	28,60	0,064243
16,70	0,021904	20,70	0,033654	24,70	0,047916	28,70	0,064693
16,80	0,022167	20,80	0,033980	24,80	0,048305	28,80	0,065144
16,90	0,022432	20,90	0,034307	24,90	0,048696	28,90	0,065597
17,00	0,022698	21,00	0,034636	25,00	0,049088	29,00	0,066052
17,10	0,022966	21,10	0,034967	25,10	0,049481	29,10	0,066508
17,20	0,023235	21,20	0,035299	25,20	0,049876	29,20	0,066966
17,30	0,023506	21,30	0,035633	25,30	0,050273	29,30	0,067426
17,40	0,023779	21,40	0,035968	25,40	0,050671	29,40	0,067887
17,50	0,024053	21,50	0,036305	25,50	0,051071	29,50	0,068349
17,60	0,024329	21,60	0,036644	25,60	0,051472	29,60	0,068814
17,70	0,024606	21,70	0,036984	25,70	0,051875	29,70	0,069279
17,80	0,024885	21,80	0,037325	25,80	0,052279	29,80	0,069747
17,90	0,025165	21,90	0,037669	25,90	0,052685	29,90	0,070216
18,00	0,025447	22,00	0,038013	26,00	0,053093	30,00	0,070686
18,10	0,025730	22,10	0,038360	26,10	0,053502	30,10	0,071158
18,20	0,026016	22,20	0,038708	26,20	0,053913	30,20	0,071632
18,30	0,026302	22,30	0,039057	26,30	0,054325	30,30	0,072107
18,40	0,026591	22,40	0,039408	26,40	0,054739	30,40	0,072584
18,50	0,026880	22,50	0,039761	26,50	0,055155	30,50	0,073062
18,60	0,027172	22,60	0,040115	26,60	0,055572	30,60	0,073542
18,70	0,027465	22,70	0,040471	26,70	0,055990	30,70	0,074023
18,80	0,027759	22,80	0,040828	26,80	0,056411	30,80	0,074506
18,90	0,028055	22,90	0,041187	26,90	0,056832	30,90	0,074991
19,00	0,028353	23,00	0,041548	27,00	0,057256	31,00	0,075477
19,10	0,028652	23,10	0,041910	27,10	0,057681	31,10	0,075965
19,20	0,028953	23,20	0,042273	27,20	0,058107	31,20	0,076454
19,30	0,029255	23,30	0,042639	27,30	0,058535	31,30	0,076945
19,40	0,029559	23,40	0,043005	27,40	0,058965	31,40	0,077437
19,50	0,029865	23,50	0,043374	27,50	0,059396	31,50	0,077931
19,60	0,030172	23,60	0,043744	27,60	0,059829	31,60	0,078427
19,70	0,030481	23,70	0,044115	27,70	0,060263	31,70	0,078924
19,80	0,030791	23,80	0,044488	27,80	0,060699	31,80	0,079423
19,90	0,031103	23,90	0,044863	27,90	0,061136	31,90	0,079923

a. Formule pour calculer la surface terrière : $ST = D^2 \times 0,0007854$

ANNEXE J Application de la méthode d’analyse de structure des peuplements feuillus et mélangés

La notion de structure jardinée, irrégulière et régulière, qui s’applique à différents traitements sylvicoles, a été introduite en 2003 dans le *Manuel d’aménagement forestier* (Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 2003). La présente annexe propose une méthode d’analyse pour déterminer la structure d’un peuplement forestier. Cette méthode s’inspire de la publication de Majcen et autres (1990) intitulée *Choix des tiges à marquer pour le jardinage d’érablières inéquiennes*.

Selon Schütz (1997), le peuplement jardiné doit avoir une régénération permanente qui suffit à compenser les récoltes, puisque les effectifs de base (arbres de petits diamètres) représentent un des éléments les plus importants du contrôle de la pérennité d’une structure jardinée et de sa production. Pour cette raison, nous sommes d’avis que l’analyse de la structure d’un peuplement doit porter sur les deux premières classes de 10 cm, soit celles de 10 à 18 cm et de 20 à 28 cm.

Le peuplement devra avoir un déficit significatif d’arbres dans l’une des deux classes de diamètre de 10 à 18 cm ou de 20 à 28 cm pour qu’il soit inapte au jardinage. Toutefois, s’il y a un déficit d’arbres dans la classe de 20 à 28 cm qui peut être compensé par un surplus équivalent d’arbres dans la classe de 10 à 18 cm, la structure ne sera pas forcément qualifiée d’irrégulière. Dans le cas d’une rupture dans la classe de 10 à 18 cm et d’une abondance d’arbres dans les classes de 2 à 8 cm ou de 20 à 28 cm, cette situation pourrait être discutée localement avec prescription sylvicole à l’appui.

Les points suivants ont été convenus pour fixer le pourcentage minimal de diminution du nombre d’arbres par classe de 10 cm requis pour déterminer qu’une structure n’est pas jardinée.

Pour les facteurs « q » de 1,17 et de 1,14. Les pourcentages de diminution sont obtenus en comparant le nombre d’arbres des classes de 10 à 18 cm et de 20 à 28 cm au nombre d’arbres de deux facteurs « q » précédents, c’est-à-dire à ceux des facteurs « q » respectivement de 1,12 et de 1,09.

Pour le facteur « q » de 1,12. Dans la classe de 10 à 18 cm, le pourcentage minimal de diminution proposé est établi en fonction du nombre théorique du facteur « q » de 1,09. Dans la classe de 20 à 28 cm, le pourcentage de diminution minimal est établi en fonction du nombre théorique du facteur « q » de 1,06.

Pour le facteur « q » de 1,09. Dans la classe de 10 à 18 cm, le demi-écart entre les nombres théoriques des facteurs « q » de 1,09 et de 1,06 est divisé par le nombre théorique du facteur « q » de 1,09.

Exemple de calcul :

- surface terrière : 16 m²/ha
- diamètre maximal : 50 cm
- classe de diamètre : de 10 à 18 cm
- facteur « q » de 1,06, nombre théorique : 91 arbres

- facteur « q » de 1,09, nombre théorique : 122 arbres
- écart entre deux facteurs : 31 arbres
- demi-écart : 16 arbres
- pourcentage de diminution minimal : $16/122 = 13 \%$
- classe de diamètre de 20 à 28 cm : en fonction du nombre théorique du facteur « q » 1,06

Pour le facteur « q » de 1,06. Aucune diminution n'est tolérée.

Pour un facteur « q » inférieur à 1,06. Nous sommes théoriquement en présence d'une structure irrégulière ou régulière. Une vérification de l'écart avec le nombre théorique du facteur « q » de 1,06 pour les classes de 10 à 18 cm et de 20 à 28 cm s'impose avant de conclure.

Le tableau 57, présente des exemples de calcul pour une surface terrière de 16 m²/ha et des diamètres maximaux de 60, 55, 50 et 45 cm.

En conclusion, si le nombre d'arbres qui se trouvent dans l'une des deux classes de diamètre (de 10 à 18 cm ou de 20 à 28 cm) s'écarte du pourcentage de diminution proposé par rapport au nombre d'arbres idéal sur la courbe de Liocourt, cette structure pourra être qualifiée d'irrégulière ou de régulière (en considérant les exceptions mentionnées au début).

Attention! Au moment d'établir les stratégies d'aménagement pour des strates appartenant à l'un des groupes de production où des coupes d'assainissement sont prévues dans le manuel, il serait bon de vérifier le nombre d'interventions requises pour recréer un peuplement apte au jardinage. Si plus de deux interventions sont requises, il faudrait songer à d'autres avenues sylvicoles.

Tableau 57 Pourcentage de diminution du nombre d'arbres sous lequel la structure est jardinée

Surface terrière	DHP maximal	Facteur q	Nombre d'arbres selon les tableaux		Nombre d'arbres minimal		Pourcentage de diminution (%)	
			De 10 à 18 cm	De 20 à 28 cm	De 10 à 18 cm	De 20 à 28 cm	De 10 à 18 cm	De 20 à 28 cm
16 m ²	60 cm	1,06	64	48	64	48	0	0
		1,09	93	61	79	48	16	21
		1,12	129	73	93	48	28	34
		1,14	157	82	93	61	41	26
		1,17	205	93	129	73	37	22
16 m ²	55 cm	1,06	78	58	78	58	0	0
		1,09	108	70	93	58	14	17
		1,12	145	82	108	58	26	29
		1,14	172	89	108	70	37	21
		1,17	218	100	145	82	33	18
16 m ²	50 cm	1,06	91	68	91	68	0	0
		1,09	122	79	107	68	13	14
		1,12	158	90	122	68	23	24
		1,14	186	96	122	79	34	18
		1,17	231	105	158	90	32	14
16 m ²	45 cm	1,06	118	88	118	88	0	0
		1,09	150	97	134	88	11	9
		1,12	187	106	150	88	20	17
		1,14	214	111	150	97	30	13
		1,17	259	118	187	106	28	10

ANNEXE K Critères forestiers pouvant être évalués lors des vérifications de conformité et d’efficacité

Catégorie		Obligation	Critère forestier
Station			Fréquence des types écologiques (généralement connus lors du diagnostic)
Établissement de la régénération			Nombre de placeaux propices à l’ensemencement à l’hectare Nombre de semenciers à l’hectare Pourcentage d’occupation des andains Pourcentage de protection de la régénération Nombre de microsites propices à l’hectare
Composition, santé, qualité, croissance	Régénération naturelle		Coefficient de distribution par essence (%)
			Coefficient de distribution de toutes les essences commerciales (%)
			Coefficient de distribution des essences désirées (%)
			Coefficient de distribution des essences à promouvoir (%)
			Coefficient de distribution des essences à maîtriser (%)
			Coefficient de distribution des arbres d’avenir libres de croître par essence (%)
			Coefficient de distribution des arbres d’avenir libres de croître pour les essences désirées (%)
			Coefficient de distribution des arbres d’avenir éclaircis pour les essences désirées (%)
			Coefficient de distribution des arbres d’avenir éclaircis par essence (%)
			Coefficient de distribution des arbres d’avenir dégagés de XX cm et plus pour toutes les essences (%)
			Coefficient de distribution des arbres d’avenir dégagés de XX cm et plus par essence (%)
			Nombre d’arbres d’avenir à l’hectare par essence
			Nombre d’arbres d’avenir éclaircis à l’hectare par essence
			Nombre d’arbres d’avenir éclaircis à l’hectare pour les essences désirées
			Nombre d’arbres d’avenir libres de croître à l’hectare par essence
			Nombre d’arbres d’avenir libres de croître à l’hectare pour les essences désirées
			Nombre de gaules de DHP $\geq$ X cm par essence
			Nombre de gaules de DHP $\geq$ X cm pour les essences désirées
			Nombre d’arbres d’avenir de X à X cm de DHP par essence
			Nombre d’arbres d’avenir de X à X cm de DHP des essences désirées
			Nombre d’arbres d’avenir dégagés de XX cm et plus à l’hectare pour toutes les essences
			Nombre d’arbres d’avenir dégagés de XX cm et plus à l’hectare par essence
	Régénération artificielle		Taux de qualité de la plantation (%) Nombre total d’arbres d’avenir naturels complémentaires et de plants conformes à l’hectare (regarni) Nombre de plants conformes à l’hectare

Catégorie	Obligation	Critère forestier
Composition, santé, qualité, croissance	Espèces concurrentes	Taux de recouvrement moyen (%) des essences compétitrices (épilobes)
		Taux de recouvrement moyen (%) des essences compétitrices (fougères)
		Taux de recouvrement moyen (%) des essences compétitrices (framboisiers)
		Taux de recouvrement moyen (%) des essences compétitrices
		Coefficient de distribution pour toutes les essences non commerciales
		Fréquence des groupes d'espèces
		Nombre de tiges à l'hectare par essence non commerciale
		Nombre de tiges à l'hectare pour toutes les essences non commerciales
	Couvert	Nombre d'arbres d'avenir de XX à XX cm de DHP des essences désirées
		Nombre d'arbres d'avenir de XX à XX cm de DHP par essence
		Nombre de vétérans feuillus résistants à l'hectare
	Structure	Dimensions des trouées, des groupes d'arbres, des îlots, etc. Proportion de la superficie affectée par les trouées, les bandes, les îlots, etc. Largeur des bandes ou dimension des trouées
Qualité	Croissance	Indice de qualité de station (IQS) Accroissement annuel moyen post-traitement Proportion du volume par classe de qualité (A, B, C, D), après traitement
		Taux de cicatrization (%) (élagage et taille)
		Taux d'apparition de gourmands ou de brindilles adventives (%)
		Coefficient de distribution des arbres malades, morts ou sains
		Nombre d'arbres malades, morts ou sains à l'hectare Évolution de la proportion du CFC post-traitement (MSCR)
Santé		Proportion de la surface terrière prélevée (%)
		Respect du martelage (90 à 110 % des arbres martelés)
		Proportion des arbres non martelés, coupés ou renversés (%)
		Protection des arbres martelés positivement (%)
Prélèvement		Surface terrière résiduelle (m ² /ha)
		Capital forestier en croissance (CFC) résiduel (surface terrière)
		Protection ou augmentation du CFC (%)
		Capital forestier (CF) résiduel (surface terrière)
		Protection ou augmentation du CF (%)
		Surface terrière résiduelle par essence ou proportion de la surface terrière par essence (m ² /ha)
		Proportion de la surface terrière affectée par des blessures (%)
Surface terrière résiduelle		
Nombre d'arbres résiduels		Nombre d'arbres d'avenir à l'hectare, après traitement

	Critères forestiers liés aux suivis d'efficacité
	Critères forestiers liés aux suivis de conformité
	Critères forestiers liés à la fois aux suivis d'efficacité et de conformité
	Critères forestiers obligatoires selon les besoins corporatifs

Bibliographie

- AECOM (2011). *Planification forestière et prescriptions sylvicoles en forêt boréale à partir de données LIDAR – En contexte d’aménagement écosystémique et en vue de l’élaboration des PAF*, Rapport final présenté à l’unité de gestion Portneuf-Laurentides, ministère des Ressources naturelles du Québec, 28 p. [Non publié]
- AECOM (2012). *Inventaire forestier intégral et optimisation de la planification des chemins forestiers à partir de données LIDAR – En vue de l’élaboration des PAFIs*, Rapport final d’activité présenté à l’unité de gestion Portneuf-Laurentides, ministère des Ressources naturelles du Québec, 23 p. [Non publié]
- AECOM (2013). *Méthode d’échantillonnage optimale en contexte d’analyse par surface*. Rapport final d’activité présenté à la Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers, ministère des Ressources naturelles du Québec, 29 p. [Non publié]
- BATES, D. N., et autres (1985). *Field Manual for Describing Soils*, 3rd edition, Ontario Institute of Pedology, University of Guelph, 38 p.
- BÉLAND, M. (2008). *Guide de terrain – Méthode d’inventaire par points d’observation et de prescription sylvicole pour les coupes à rétention variable au Québec*, Québec, CERFO, pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, 91 p.
- BOEHM, B. W. (1981). *Software Engineering Economics*, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 767 p.
- BOULET, B. (2007). *Défauts et indices de la carie des arbres – Guide d’interprétation – 2^e édition*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, Les Publications du Québec, 317 p.
- DUBEAU, D., L. LEBEL et D. IMBEAU (2009). *Guide – Estimation de la productivité des débroussaillieurs – Dégagement de la régénération*, 2^e édition, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, 34 p.
- DUPLAT, P., et G. PERROTTE (1981). *Inventaire et estimation de l’accroissement des peuplements forestiers*, Paris, Office National des Forêts, Section technique, 432 p.
- GREGOIRE T. G., et H. T. VALENTINE (2008). *Sampling Strategies for Natural Resources and the Environment*, New York, Chapman & Hall, 474 p.
- GUILLEMETTE F., M. C. LAMBERT et S. BÉDARD (2012). “Sampling Design and Precision of Baseal Area Growth and Stand Structure in Uneven-Aged Northern Hardwoods”, *Forestry Chronicle*, vol. 88, n° 1, p 30-39.
- JONSSON B., J. JACOBSON et H. KALLUR (1993). *The Forest Management Planning Package – Theory and Application*, Uppsala, Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forestry, 56 p. (Studia Forestalia Suecica:189).

- LEBŒUF, A., et E. VAILLANCOURT (2013). *Guide de photo-interprétation des essences forestières du Québec méridional*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, 60 p.
- LEMIEUX, R. (2013). *Manuel de mesurage des bois récoltés sur les terres du domaine de l'État – Volet méthodes et instructions techniques – Exercice 2013-2014*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Bureau de mise en marché des bois, 220 p.
- LESUR, D. (2011). *Rapport d'étude sur l'utilisation des données LiDAR pour la caractérisation des milieux forestiers de Mayotte*, Direction de l'agriculture des ressources terrestres et maritimes, Service des Ressources forestières, Conseil général de Mayotte, 18 p.
- MAJCEN, Z., et autres (1990). *Choix des tiges à marquer pour le jardinage d'érablières inéquiennes – Guide technique*, gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Direction de la recherche et du développement, 96 p.
- MAILLY D., et M. GAUDREAU (2001). *Cartographie des tiges et dimensions des cimes des arbres de certaines placettes-échantillons permanentes de la région de la Côte-Nord*, Protocole de recherche.
- MAROIS, S., et autres [En préparation]. *Méthode de suivi forestier par photo-interprétation pour les végétations potentielles MS2, RE2 et RS2*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers.
- MATÉRN, B. (1960). "Spatial Variation", *Medd For Statens Skogsforsknings Institut*, vol. 49, n° 5, p. 1-144.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES (1989). *Guide sur le drainage sylvicole*, Québec, gouvernement du Québec, Service des traitements sylvicoles, 56 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (1994). *Le point d'observation écologique – Normes techniques*, [En ligne], Québec, gouvernement du Québec, Direction de la gestion des stocks forestiers, 116 p. [www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/le-point-observation-ecologiquenormes-tech-34.pdf].
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013a). *Manuel de planification forestière 2013-2018, version 5,1*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 246 p. [Publié dans l'intranet du MRN].
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013b). *Le guide sylvicole du Québec – Tome 1 – Les fondements biologiques de la sylviculture*, Québec, Les Publications du Québec, 1011 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013c). *Le guide sylvicole du Québec – Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture*, Québec, Les Publications du Québec, 709 p.

- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013d). *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d’aménagement forestier intégré, Partie I – Analyse des enjeux*, [En ligne], Québec, gouvernement du Québec, Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers, 150 p. [www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/amenagement/analyse-enjeux.pdf].
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013e). *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d’aménagement forestier intégré, Partie II – Élaboration de solutions aux enjeux*, [En ligne], Québec, gouvernement du Québec, Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers, 159 p. [www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/amenagement/solutions-enjeux.pdf].
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013f). *Normes de photo-interprétation – Quatrième inventaire écoforestier du Québec méridional*, Direction des inventaires forestiers, ministère des Ressources naturelles du Québec, 126 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013g). *Directives sur les paiements concernant les ententes de réalisation des traitements sylvicoles non commerciaux et des appels d’offres publics – Saison 2013-2014*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers, 21 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013h). *Classification des tiges d’essences feuillues – Normes techniques – Édition 2013*, Québec, gouvernement du Québec, Direction des inventaires forestiers, 99 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2005). *Relations entre le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et le diamètre à hauteur de souche (DHS) pour les principales essences commerciales du Québec*, Québec, gouvernement du Québec, Direction des inventaires forestiers, 68 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2006). *Qualité des plantations – Guide de l’évaluateur – Mise à jour 2006*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de la coordination des opérations régionales, 48 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2008). *Méthodes d’échantillonnage pour les inventaires d’intervention (inventaire avant traitement) et pour les suivis des interventions forestières (après martelage et après coupe) – Exercice 2008-2009*, Québec, Direction de l’aménagement des forêts publiques et privées, 180 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2011a). *Norme de stratification écoforestière – Quatrième inventaire écoforestier*, [En ligne], gouvernement du Québec, Direction des inventaires forestiers, 92 p. [www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/norme-stratification-2011.pdf].
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2011c). *Instructions relatives à l’application de l’arrêté ministériel sur la valeur des traitements sylvicoles admissibles en paiement des droits – Exercices 2010-2013*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers, 129 p.

- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2012). *Normes d’inventaire écoforestier – Placettes-échantillons permanentes – Édition 2012, version provisoire* Québec, gouvernement du Québec, Direction des inventaires forestiers, 228 p. [Non publié].
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2003). *Manuel d’aménagement forestier, 4^e édition*, Québec, gouvernement du Québec, Direction des programmes forestiers, 245 p.
- NAPPI, A. (2009). *Manuel d’aménagement durable des forêts*, Roberval, gouvernement du Québec, Bureau du forestier en chef, 14 p. [Non publié].
- ORDRE DES INGÉNIEURS FORESTIERS DU QUÉBEC (2003). *Dictionnaire de la foresterie*, Québec, 744 p.
- ORDRE DES INGÉNIEURS FORESTIERS DU QUÉBEC (2009). *Manuel de foresterie – Nouvelle édition entièrement revue et augmentée*, Québec, Éditions MultiMondes, 1510 p.
- PERRON, J.-Y. (2003). *Tarif de cubage général*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction des inventaires forestiers, 53 p.
- POTHIER, D., et F. SAVARD (1998). *Actualisation des tables de production pour les principales espèces forestières du Québec*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, 183 p.
- POULIOT, B. (2009). *Méthode d’évaluation des coupes partielles avec sélection rapprochée pour 2009-2010*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l’environnement et de la protection des forêts, 13 p.
- POULIOT, B., M. LEBLANC et S. MÉTHOT (2011). *Coupe avec protection des petites tiges marchandes et coupe avec protection des tiges à diamètre variable – Méthode de suivi des traitements*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la protection des forêts et Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers, 11 p.
- ROBITAILLE, A., et J.-P. SAUCIER (1998). *Paysages régionaux du Québec méridional*, Québec, Les Publications du Québec, 228 p.
- RONDEUX, J. (1999). *La mesure des arbres et des peuplements forestiers*, Gembloux, Belgique, Les presses agronomiques de Gembloux, 393 p.
- SCHÜTZ, J.-P. (1997). *Sylviculture 1 – Principes d’éducation des forêts*, Lausanne, Suisse, Presses universitaires et polytechniques romandes, 243 p. (Collection Gérer l’environnement; 5)

- VÉZEAU, S. (2013). *Analyses forestières de peuplements feuillus et mixtes par LiDAR – Projet de Portneuf et de Lanaudière 2013*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers, 25 p. [Non publié].
- WHITE, J. C., et autres (2013a). *A Best Practices Guide for Generating Forest Inventory Attributes from Airborn Laser Scanning Data Using an Area-Based Approach (Version 2.0)*, Victoria, Colombie-Britannique, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Canadian Wood fibre Center, 39 p. (Information Report; FI-X-010).
- WHITE, J. C., et autres (2013b). “The Utility of Image-Based Point Clouds for Forest Inventory: A Comparison with Airborne Laser Scanning”, *Forests*, vol. 4, n° 3, p. 518-536.
- WOODS, M., et autres (2011). “Operational Implementation of a LiDAR Inventory in Boreal Ontario”, *The Forestry Chronicle*, vol. 87, n° 4, p. 512-528.

Glossaire

Amendement des sols forestiers

Produit apporté aux sols forestiers pour augmenter leur fertilité en améliorant leur pH, leur structure ou leur contenu en éléments nutritifs.

Arbre d’avenir

Arbre sélectionné en fonction de ses qualités physiques et biologiques, et destiné à faire partie du peuplement final.

Les caractéristiques suivantes contribuent à la croissance en volume et en qualité d’un arbre d’avenir :

- tronc droit, faiblement incliné (< 30 % de l’axe vertical) et exempt de maladies (chancre) ou de blessures graves (largeur < 25 % de la circonférence);
- houppier vigoureux exempt de symptômes de dépérissement ou de carence, dont la longueur correspond à plus de 50 % de la hauteur totale de l’arbre;
- libre de toute tige coupée ou autre qui peut s’appuyer sur lui.

Arbre semencier

1. Arbre susceptible de régénérer un peuplement par la production de graines.
2. Arbre laissé sur pied comme porte-graines afin d’obtenir une régénération naturelle dans un procédé de régénération.

Aménagement écosystémique

Approche d’aménagement forestier qui consiste à assurer le maintien de la biodiversité et la viabilité des écosystèmes en diminuant les écarts entre la forêt aménagée et la forêt naturelle, tout en tenant compte des besoins socio-économiques et des valeurs sociales liées au milieu forestier.

Autécologie

Discipline qui traite des rapports d’une espèce avec son milieu en définissant principalement ses limites de tolérance et ses préférences quant aux divers facteurs écologiques qui influent sur sa morphologie, sa physiologie et son comportement.

Basse régénération

Jeune arbre (semis, drageon, rejet ou marcotte) dont la hauteur est supérieure à 15 cm et le DHP, inférieur ou égal à 10 mm.

Bille de pied

Partie de la tige principale d’un arbre située entre la souche et les premières branches de la couronne (houppier).

Bois de trituration (pâte)

Bois destiné à la fabrication des pâtes de cellulose, par des procédés mécaniques (ex. : défibrage), chimiques ou mi-chimiques, ou encore à la fabrication des panneaux de fibres et des panneaux de particules.

Bois d’œuvre

Bois destiné à être transformé et présentant des qualités spécifiques le rendant apte au sciage, au déroulage ou au tranchage.

Branche primaire

Ramification issue de la tige principale qui supporte une partie de la cime d’un arbre.

Branche secondaire

Ramification issue d’une branche primaire.

Les ramifications d’une tige secondaire ainsi qu’une branche dans le bas du houppier, qui n’est pas charpentière, donc susceptible de s’élaguer naturellement, sont aussi considérées comme des branches secondaires.

Caractéristique forestière

Élément distinctif permettant une qualification ou une identification.

Dans le cas des inventaires forestiers, la caractéristique forestière est un élément de base qui, seul ou combiné à d’autres caractéristiques forestières, peut servir à établir un critère forestier (ex. : DHP, hauteur, essence).

Cohorte

Groupe d’arbres sensiblement du même âge qui croît à la suite d’une perturbation partielle ou totale du peuplement.

Composition visée en essences

Composition du couvert forestier qui est attendue dans le futur peuplement.

Synonymes : peuplement visé, groupement d’essences visé

Critère forestier

Caractère permettant de repérer et de classer des objets selon un certain ordre de valeur et de les apprécier.

Dans le cas des inventaires forestiers, le critère forestier s’établit généralement par la combinaison des caractéristiques forestières (ex. : volume) ou avec un outil permettant de calculer directement le critère forestier (ex. : surface terrière).

Débroussaillage

Action d’enlever, manuellement ou par des moyens mécaniques, la végétation herbacée et ligneuse indésirable.

Dégagement

Traitement sylvicole d’éducation qui consiste à couper la végétation concurrente pour libérer la basse régénération d’essences désirées.

Le dégagement vise à diminuer la concurrence interspécifique dans les plantations et les peuplements naturels au stade de semis. Les cinq variantes du

dégagement sont le dégagement manuel, motorisé ou mécanisé, l’annélation, l’application de vapeur d’eau, le broutage et les traitements chimiques ou biologiques.

Degré de couverture

Projection horizontale des houppiers d’un peuplement.

Le degré de couverture s’exprime par les termes suivants :

- « compact » : les houppiers s’interpénètrent profondément;
- « fermé » : les houppiers se rejoignent par l’extrémité des branches;
- « entrouvert » : l’espace entre les houppiers est plus petit qu’une largeur de houppier;
- « ouvert » : l’espace entre les houppiers est compris entre une et deux largeurs de houppier;
- « clairière » : l’espace entre les houppiers est plus grand que deux largeurs de houppier.

Diagnostic sylvicole

Détermination de l’état actuel d’un peuplement (ou d’une forêt) par un ingénieur forestier à partir de renseignements obtenus par une démarche diagnostique, dans le but de déterminer le ou les traitements sylvicoles à appliquer.

La démarche diagnostique est un processus rationnel et logique qui permet de considérer les enjeux, les objectifs, les difficultés, les risques, les moyens logistiques, les coûts d’exécution et de suivi, les délais de production et la valeur des produits attendus. Le diagnostic sylvicole mène à l’élaboration d’une prescription sylvicole dans le processus de l’action sylvicole.

Distribution statistique

Table ou graphique montrant les fréquences d’apparition des différentes valeurs d’une caractéristique et, d’une façon plus

générale, les fréquences d’apparition simultanée des différentes valeurs de deux ou de plusieurs caractéristiques.

Espèce concurrente

Espèce pour laquelle des actes sylvicoles sont accomplis dans le peuplement actuel pour prévenir ou limiter l’envahissement dans le peuplement idéal.

Il peut s’agir d’une espèce herbacée ou ligneuse, voire d’une essence ligneuse commerciale, qui contrevient aux objectifs de production du futur peuplement.

Essence de courte longévité ou sensible au dépérissement

Essence qui, compte tenu de sa courte longévité (ex. : peupliers et sapin baumier) ou de sa fragilité au dépérissement (ex. : bouleau à papier), a atteint, ou atteindra au cours de la prochaine rotation, le diamètre correspondant à son âge de maturité.

Ce diamètre sera établi régionalement, pour chaque essence, en considérant sa longévité, sa fragilité au dépérissement, le potentiel des sites, le groupe de production prioritaire et les essences compagnes.

Essence commerciale

Essence pour laquelle il existe un marché.

Essence non commerciale

Essence pour laquelle il n’existe aucun marché.

Essence désirée

Essence dont la présence est souhaitée dans le peuplement pour satisfaire les objectifs d’aménagement.

Essence à promouvoir

Essence pour laquelle des traitements sylvicoles sont prodigués pour la régénérer, l’éduquer et en augmenter la proportion dans un peuplement ou une station.

L’essence à promouvoir n’est pas forcément l’essence dominante du peuplement actuel ou futur.

Essence à maîtriser

Essence pour laquelle seuls les traitements sylvicoles pour en diminuer la proportion dans une station ou un peuplement donné sont envisageables.

Toutefois, il est possible de produire cette essence en décidant sciemment de ne pas la combattre.

Essence acceptable

Essence pour laquelle aucun traitement sylvicole n’est prodigué pour en modifier la proportion dans une station ou un peuplement donné.

Des arbres de l’essence acceptable peuvent être éliminés s’ils nuisent au développement optimal de ceux d’une essence à promouvoir.

Étage supérieur

Niveau constitué par l’ensemble des houppiers des arbres dominants et codominants.

Fréquence

Dans un inventaire, nombre ou proportion d’éléments comportant la caractéristique observée par rapport au nombre total d’éléments examinés.

Gaule

Arbre immature (semis, drageon, rejet ou marcotte) dont la tige est encore relativement flexible, qui est plus grand qu’un semis, mais plus petit qu’une perche.

Dans les inventaires forestiers, les gaules ont un DHP supérieur à 1 cm et d’au plus 9 cm.

Gros bois

1. (sylv.) Catégorie d’arbres physiologiquement matures dont le DHP suffit à contenir du bois d’œuvre de fortes dimensions, mais qui ne dépasse pas une certaine limite, compte tenu de critères d’exploitabilité technique ou financière.

Le DHP du gros bois, qui varie selon l’essence et la région, est généralement supérieur à 39 cm et ne dépasse pas 49 cm ou est parfois supérieur à 49 cm et ne dépasse pas 59 cm.

2. (opér. forestières) Catégorie d’arbres appartenant à une cohorte ayant atteint les dimensions correspondant aux critères d’exploitabilité technique ou financière.

Houpplier

Ensemble des ramifications vivantes d’un arbre (branches et rameaux).

Le houppier comprend également la partie du tronc comprise à l’intérieur de celui-ci et à laquelle les ramifications se rattachent. Le houppier ne doit pas être confondu avec la cime.

Insecte ou maladie à haut risque de propagation

Insecte ou maladie qui, en raison de la vulnérabilité de son hôte, présente un risque élevé d’épidémie.

Les effets peuvent engendrer des pertes financières attribuables à la destruction du bois, entraîner des modifications dans les paysages forestiers et dans le débit des cours d’eau et, pour un temps, nuire à la faune qui y habite. Pour plus de détails, consulter le tome 1 du *Guide sylvicole du Québec* (Ministère des Ressources naturelles, 2013b).

Martelage

Opération qui consiste à marquer, à l’aide d’un jet de peinture, les arbres à abattre (martelage négatif) ou à conserver sur pied (martelage positif) lors d’une coupe partielle.

Le martelage se fait en conformité avec les prescriptions sylvicoles émises par un ingénieur forestier.

Moyen bois

1. (sylv.) Catégorie d’arbres physiologiquement matures dont le DHP est suffisant pour contenir du bois d’œuvre de dimensions moyennes.

Le DHP du moyen bois, qui varie selon l’essence et la région, est généralement supérieur à 29 cm et ne dépasse pas 39 cm ou est parfois supérieur à 33 cm et ne dépasse pas 49 cm.

2. (opér. forestières) Catégorie d’arbres appartenant à une cohorte dont les dimensions sont intermédiaires à celles du petit bois et du gros bois.

Moyenne

Mesure de la tendance centrale d’une série statistique, obtenue le plus souvent en divisant la somme de toutes les valeurs par le nombre total de valeurs dans la série.

Nœud

Section transversale d’une branche élaguée, saine ou pourrie, qui est sertie dans le tronc d’un arbre.

Opération forestière

Ensemble des travaux se rapportant au transport et à la récolte de la matière ligneuse ainsi qu’aux travaux visant à diriger l’évolution, le rendement et la perpétuation d’un peuplement forestier.

Peuplement forestier

Ensemble d’essences ligneuses croissant sur une surface déterminée, jugé suffisamment homogène du point de vue de sa composition, de sa structure, de sa densité et de son âge.

Perche

Arbre immature de tige rigide, plus grand qu’une gaule et plus petit qu’un arbre mature.

Ce terme est surtout utilisé pour les essences nobles. Il désigne un arbre dont le DHP est supérieur à 9 cm et d’au plus 19 à 23 cm, selon l’essence, la région et la station.

Petit bois

1. (sylv.) Catégorie d’arbres physiologiquement matures et dont le DHP suffit à contenir du bois d’œuvre de faibles dimensions.

Le DHP du petit bois, qui varie selon l’essence et la région, est généralement supérieur à 19 cm et ne dépasse pas 29 cm ou est parfois supérieur à 23 cm et ne dépasse pas 33 cm.

2. (opér. forestières) Catégorie d’arbres appartenant à une cohorte comprenant les plus petits arbres de diamètre marchand dans le peuplement.

Petite tige marchande

Arbre dont le DHP est supérieur au diamètre minimal d’exploitation, mais inférieur à un DHP limite.

Ce terme est utilisé principalement dans les peuplements boréaux et dans le contexte de la coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM). Le DHP des petites tiges marchandes, qui varie selon les caractéristiques du peuplement, est généralement supérieur à 9 cm et ne dépasse pas 13, 15 ou 17 cm, selon les modalités d’application du traitement.

Peuplement final

Peuplement équienne ayant atteint l’âge de la maturité.

Il peut s’agir de la maturité absolue, pathologique, physiologique ou sylvicole.

Peuplement résiduel

Peuplement composé d’arbres laissés sur pied après une coupe.

Placeau

Surface de très faible étendue, préparée en vue d’un ensemencement (lit de germination) ou d’une plantation.

Point d’observation

Unité d’échantillonnage d’environ 11,28 m de rayon où des éléments (caractéristiques ou critères forestiers) sont évalués visuellement par classe de valeur.

Population statistique

Ensemble des individus, des unités ou des observations possibles sur lesquels les variables d’intérêt sont mesurées ou observées.

La population est dite « discrète » lorsque les unités sont distinctes et que le nombre d’unités qu’elle comporte est dénombrable et fini (par exemple, le nombre d’arbres sur un territoire à inventorier, le nombre de boutures dans une pépinière). Elle est dite « continue » lorsque les unités d’échantillonnage dépendent de leur emplacement spatial sur un territoire à inventorier. Dans ce cas, l’ensemble des emplacements possibles sur un territoire à inventorier définit la taille de la population. Par exemple, l’établissement d’une placette en forêt dépend de sa coordonnée géographique, choisie au hasard. Le seul fait de déplacer, même légèrement, l’emplacement de la placette peut modifier les mesures de la placette. En conséquence, comme le nombre de coordonnées géographiques possibles est infini, le nombre d’observations possibles

est infini et couvre, de façon continue, le territoire à inventorier.

Prescription sylvicole

Disposition formelle, signée par un ingénieur forestier, qui décrit ce qu’il convient de faire pour traiter un peuplement.

Secteur d’intervention

Superficie d’au plus 250 ha comprise dans une même unité d’aménagement, qui n’est pas nécessairement d’un seul tenant, qui fait l’objet d’un même traitement sylvicole au cours d’une même année.

Scénario sylvicole

Séquence planifiée de traitements sylvicoles appliqués à un peuplement ou à un ensemble de peuplements au cours d’une période donnée.

Site

Étendue de terrain dont les caractéristiques sont homogènes.

Le site est circonscrit à l’échelle locale.

Station

Unité typologique qui sert à la planification forestière et regroupe les types écologiques similaires en matière de productivité potentielle, de dynamique et de contraintes sylvicoles.

Soins cultureux

Interventions faites au bénéfice d’un peuplement (ou d’une de ses composantes) à tout stade de développement, excluant les coupes de régénération et la préparation du terrain.

Sylviculteur

Ingénieur forestier qui assure, pour son compte personnel ou celui d’un organisme de gestion forestière, le développement optimal des peuplements forestiers (croissance, entretien, assainissement, etc.)

et le renouvellement constant des ressources de la forêt.

Sylviculture

Art de produire et de cultiver des peuplements forestiers en appliquant des connaissances scientifiques pour intervenir sur leur établissement, leur composition, leur structure, leur santé, leur croissance et leur qualité.

Tiges multiples, arbre à

Arbre dont le tronc se divise au-dessus du DHP pour former plusieurs tiges, principales ou secondaires.

Tige principale

Partie d’un arbre qui forme le fût à partir duquel les premières grosses branches primaires (charpentières) se développent pour former habituellement plus de 40 % du volume de la cime.

La tige principale d’un feuillu dominant ou codominant se termine sous la fourche d’où partent les charpentières, c’est-à-dire sous la zone d’embranchement. La tige principale d’un feuillu intermédiaire ou dominé, qui n’est pas encore élaguée, se termine à l’embranchement des futures charpentières les plus hautes, c’est-à-dire à l’endroit où le processus de réitération s’amorce pour former les branches secondaires.

Tige secondaire

Partie d’un arbre à tiges multiples qui se ramifie au-dessus du DHP et à partir de laquelle les branches secondaires se développent pour former moins de 40 % du volume de la cime.

Traitement sylvicole

Intervention qui vise à diriger le développement d’un peuplement, et notamment son renouvellement, ou à augmenter son rendement et sa qualité, compte tenu d’un scénario sylvicole donné.

Très gros bois

Catégorie d’arbres matures dont le DHP est suffisant pour contenir du bois d’œuvre de très fortes dimensions, et qui dépasse le DHP des arbres qu’il est souhaitable de conserver selon des critères d’exploitabilité technique ou financière.

Le DHP du très gros bois, qui varie selon l’essence et la région, est généralement supérieur à 49 cm et, parfois, à 59 cm; aucune limite maximale n’est fixée. Il arrive que le très gros bois soit regroupé avec le gros bois.

Trouée

Ouverture, dans le couvert dominant d’un peuplement, créant un espace où il n’y a pas d’arbres d’un DHP supérieur à 9 cm.

La dimension des trouées est calculée à la marge des cimes des arbres situés en bordure.

Type forestier

Unité de classification qui décrit la végétation actuelle au moyen des essences forestières dominantes et des espèces indicatrices du sous-bois, lesquelles reflètent les conditions physiques du site et les perturbations récentes.

Unité d’échantillonnage

Élément représentatif de la population, choisi au hasard pour être échantillonné.

Dans une population continue, une placette, une grappe de microplacettes, un transect, un point, un ensemble de tous ces éléments ou une partie de ceux-ci peuvent constituer l’unité d’échantillonnage. Celle-ci est positionnée à partir d’une coordonnée géographique sélectionnée au hasard sur un territoire à inventorier (par exemple, une placette de 11,28 m de rayon, dont le centre correspond à une coordonnée géographique sélectionnée au hasard; à l’intérieur de la placette, des microplacettes sont installées ainsi qu’un transect orienté du nord au sud en passant par le centre de la placette).

Dans une population discrète, un arbre ou une bouture peut constituer l’unité d’échantillonnage.

Unité de sondage

Territoire, homogène par rapport à un ou à plusieurs critères, sur lequel des unités d’échantillonnage sont réparties selon la méthode d’échantillonnage retenue.

Unité de compilation

Territoire homogène par rapport à un ou à plusieurs critères, composé d’une unité de sondage, d’un regroupement d’unités de sondage, d’une partie d’une unité de sondage, ou d’un regroupement de parties d’unités de sondage, où la même intervention forestière est appliquée.

Végétation concurrente

Ensemble de végétaux souvent envahissants dont la valeur commerciale pour la production de bois est faible ou nulle.

La végétation concurrente peut être composée, entre autres, d’éricacées, de latifoliés, de fougères, de graminoides, d’espèces ligneuses non commerciales ou d’essences à maîtriser.

Vétéran feuillu résistant

Arbre feuillu d’une classe de DHP de 10 cm ou plus, ayant un taux de cime morte inférieur à 50 %, qui a échappé à la coupe et qui occupe une position dominante dans le peuplement qui s’ensuit.



*Ressources
naturelles*

Québec

