

Jacques RONDEUX

LA MESURE DES ARBRES ET DES PEUPLEMENTS FORESTIERS



TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 - GROSSEUR DES ARBRES

1.1. Introduction	1
1.2. Mesure du diamètre	2
1.2.1. Généralités	2
1.2.2. Appareils de mesure	2
1.2.3. Erreurs instrumentales et erreurs de mesure	7
1.3. Mesure de la circonférence	13
1.3.1. Généralités	13
1.3.2. Appareils de mesure	13
1.3.3. Erreurs instrumentales et erreurs de mesure	14
1.3.4. Quelques réflexions sur la mesure de la circonférence	14
1.4. Détermination de la surface terrière	16
1.4.1. Généralités	16
1.4.2. Erreurs dues à la mesure du diamètre ou de la circonférence	16
1.4.3. Erreurs dues à l'assimilation de la surface terrière à une surface circulaire	17
1.5. Erreurs liées aux conventions de mesure de grosseur	19
1.5.1. Erreurs résultant d'un groupement en classes	19
1.5.2. Erreurs dues aux arrondis	24
1.5.3. Erreurs dues aux changements de saison	24
1.6. Quelques recommandations relatives à la pratique des mesures de grosseur	25

CHAPITRE 2 - HAUTEUR DES ARBRES

2.1. Introduction	27
2.2. Définitions	27
2.3. Méthodes et appareils de mesure	28
2.3.1. Dendromètres basés sur un principe géométrique	29
2.3.2. Dendromètres basés sur un principe trigonométrique	33
2.4. Erreurs instrumentales et erreurs de mesure	41
2.4.1. Erreurs instrumentales	41
2.4.2. Erreurs de mesure	42
2.5. Quelques recommandations relatives à la pratique des mesures de hauteur	46

CHAPITRE 3 - AUTRES CARACTERISTIQUES DENDROMETRIQUES DES ARBRES

3.1. Introduction	49
3.2. Age	50
3.2.1. Age d'un arbre abattu	50
3.2.2. Age d'un arbre sur pied	50
3.3. Epaisseur de l'écorce	51
3.3.1. Appareils de mesure	51
3.3.2. Erreurs de mesure	53
3.3.3. Relations entre l'épaisseur de l'écorce et la grosseur	53
3.3.4. Différentes expressions de l'importance de l'écorce	54
3.4. Houppier	56
3.4.1. Diamètre et hauteur du houppier	57
3.4.2. Surface et volume du houppier	59
3.4.3. Index foliaire	60
3.5. Souche	60

CHAPITRE 4 - FORME ET VOLUME DES ARBRES

4.1. Introduction	63
4.2. Détermination de la forme des arbres	64
4.2.1. Forme théorique d'un arbre	64
4.2.2. Différentes expressions de la forme d'un arbre	64
4.2.3. Fonctions de défilement	69
4.3. Quelques volumes de référence	70
4.4. Détermination du volume des arbres abattus	72
4.4.1. Modèles théoriques	72
4.4.2. Cubage global	75
4.4.3. Cubage par billons successifs	78
4.5. Détermination du volume des arbres sur pied	83
4.5.1. Détermination rapide du volume par estimation oculaire	84
4.5.2. Détermination du volume par les caractéristiques de forme	85
4.5.3. Méthodes indirectes	86
4.5.4. Détermination du volume par la méthode de cubage de PRESSLER	87
4.5.5. Méthode de cubage par billons successifs	91
4.6. Détermination du volume des branches et des bois empilés	91
4.6.1. Détermination du volume des branches	91
4.6.2. Détermination du volume des bois empilés	92

CHAPITRE 5 - MASSE ET BIOMASSE LIGNEUSES

5.1. Introduction	97
5.2. Masse ligneuse	98
5.2.1. Notion de masse et son intérêt	98
5.2.2. Facteurs liés à la masse ligneuse	99
5.2.3. Mesure de la masse des bois ronds et des bois empilés	101
5.2.4. Estimation de la masse des arbres sur pied	102
5.3. Biomasse ligneuse	103
5.3.1. Généralités	103
5.3.2. Détermination de la biomasse totale d'un arbre	103
5.3.3. Détermination de la biomasse d'un peuplement	106

CHAPITRE 6 - TARIFS DE CUBAGE

6.1. Introduction.....	109
6.2. Notions générales	110
6.3. Construction d'un tarif de cubage	112
6.3.1. Récolte des données de base	112
6.3.2. Préparation des données	117
6.3.3. Construction proprement dite d'un tarif de cubage	117
6.4. Tarifs de cubage mathématiques	120
6.4.1. Principaux types d'équations	120
6.4.2. Choix du type d'équation.....	123
6.4.3. Critères de sélection du modèle	127
6.4.4. Choix des critères de sélection	135
6.4.5. Tarifs pondérés	136
6.5. Précision des tarifs de cubage	143
6.5.1. Généralités	143
6.5.2. Détermination de la précision	144
6.6. Limites de validité d'un tarif de cubage	148
6.7. Présentation d'un tarif de cubage	150

CHAPITRE 7 - CARACTERISATION DES PEUPELEMENTS
FORESTIERS

7.1. Introduction.....	151
7.2. Grosseur moyenne d'un peuplement	152
7.2.1. Généralités	152
7.2.2. Valeurs moyennes de la grosseur	152
7.3. Distribution des tiges par catégories de grosseur	158
7.3.1. Généralités	158

7.3.2. Caractérisation des distributions en peuplement équienne	159
7.3.3. Caractérisation des distributions en peuplement inéquienne	168
7.4. Hauteur moyenne d'un peuplement	174
7.4.1. Généralités	174
7.4.2. Courbes de hauteurs	175
7.4.3. Divers types de hauteur moyenne dans le peuplement	180
7.4.4. Facteur d'élanement	187
7.5. Densité d'un peuplement	188
7.5.1. Généralités	188
7.5.2. Diverses expressions de la densité d'un peuplement	188

CHAPITRE 8 - MESURE DES PEUPEMENTS

8.1. Introduction	199
8.2. Mesure des surfaces	200
8.2.1. Généralités	200
8.2.2. Détermination d'une surface par l'intermédiaire des coordonnées	200
8.2.3. Détermination d'une surface par calcul d'intégrales	203
8.2.4. Détermination d'une surface par planimétrage	205
8.2.5. Détermination d'une surface par comptage de points	206
8.2.6. Détermination d'une surface par transects	210
8.2.7. Détermination d'une surface par pesées	210
8.3. Méthode d'inventaire des peuplements pied par pied	210
8.3.1. Principe	210
8.3.2. Modalités d'exécution	211
8.3.3. Précision des inventaires pied par pied	213
8.4. Détermination du volume des peuplements	214
8.4.1. Détermination du volume d'un peuplement avec groupement des grosseurs	214
8.4.2. Détermination du volume d'un peuplement sans groupement des grosseurs	220
8.4.3. Tarifs de cubage de peuplements	223
8.5. Relascope de BITTERLICH	230
8.5.1. Description de l'appareil	230
8.5.2. Principe de la méthode de BITTERLICH	232
8.5.3. Types de mesures réalisées au moyen du relascope	235
8.5.4. Utilisation du relascope dans le cubage des peuplements	241

CHAPITRE 9 - CROISSANCE DES ARBRES ET DES PEUPELEMENTS

9.1. Introduction	243
9.2. Principaux types d'accroissements : définitions et relations	244
9.3. Détermination de l'accroissement d'un arbre	248
9.3.1. Accroissement en diamètre	248
9.3.2. Accroissement en surface terrière	252
9.3.3. Accroissement en hauteur	253
9.3.4. Accroissement en volume	257
9.4. Détermination de l'accroissement d'un peuplement	259
9.4.1. Principaux types d'accroissements et paramètres à considérer	259
9.4.2. Accroissement biologique et accroissement technique	260
9.4.3. Détermination de l'accroissement d'un peuplement à partir d'inventaires successifs	261
9.4.4. Détermination de l'accroissement en volume à partir d'un inventaire unique	267
9.4.5. Problèmes liés à l'utilisation d'un seul inventaire	274
9.4.6. Comparaison des méthodes d'estimation de l'accroissement	280

CHAPITRE 10 - ESTIMATION DE LA PRODUCTIVITE FORESTIERE

10.1. Introduction	283
10.2. Considérations générales relatives à la productivité forestière et à son estimation	284
10.2.1. Notion de productivité	284
10.2.2. Appréciation de la productivité	284
10.3. Méthodes d'estimation directe	286
10.3.1. Productivité basée sur le volume	286
10.3.2. Productivité basée sur l'accroissement moyen annuel total en volume	286
10.3.3. Accroissement périodique en volume	287
10.4. Méthodes d'estimation indirecte	287
10.4.1. Indices écologiques	287
10.4.2. Indices dendrométriques	289
10.4.3. Indices combinés	293
10.5. Etablissement des courbes de productivité	295
10.5.1. Nature des données disponibles	295
10.5.2. Fixation des niveaux de productivité	297
10.5.3. Matérialisation des courbes de productivité	297

10.5.4. Quelques méthodes mathématiques de construction	300
10.5.5. Choix d'une méthode	307
10.5.6. Quelques commentaires sur l'utilisation des indices de productivité	308

CHAPITRE 11 - TABLES DE PRODUCTION

11.1. Introduction	311
11.2. Notion de table de production	312
11.3. Limites de validité des tables de production	315
11.3.1. Nature des tables de production	316
11.3.2. Territoire de croissance et conditions de fertilité	317
11.3.3. Nature et structure des peuplements concernés.....	318
11.3.4. Traitement sylvicole pratiqué	318
11.4. Construction d'une table de production.....	318
11.4.1. Récolte des données	319
11.4.2. Principes de construction d'une table de production	321
11.4.3. Relations fondamentales propres à la construction d'une table de production	323
11.4.4. Construction d'une table de production à partir de placettes permanentes	326
11.4.5. Construction d'une table de production à partir de placettes temporaires sans mesure d'accroissement.....	328
11.4.6. Construction d'une table de production à partir de placettes temporaires avec mesures d'accroissement.....	331
11.5. Utilisation des tables de production	333
11.5.1. Utilisation des tables en matière de gestion forestière	333
11.5.2. Utilisation des tables en matière de sylviculture	335
11.5.3. Utilisation des tables en matière de planification régionale	336
11.5.4. Utilisation des tables en matière d'étude des milieux de croissance.....	336

CHAPITRE 12 - MODELES D'ACCROISSEMENT ET DE PRODUCTION

12.1. Introduction	337
12.2. Différents types de modèles	338
12.3. Modèles d'accroissement et de production par classes de grosseur	339
12.4. Modèles d'accroissement et de production au niveau du peuplement.....	345

12.4.1. Modèles pour peuplements équiennes	345
12.4.2. Modèles pour peuplements inéquiennes	349
12.5. Modèles d'accroissement et de production au niveau de l'arbre	358
12.5.1. Nature et structure d'un modèle "arbre"	358
12.5.2. Notion de compétition	361
12.5.3. Quelques expressions quantitatives de la compétition	361
12.5.4. Exemples de modèles d'arbres	369

CHAPITRE 13 - INVENTAIRES PAR ECHANTILLONNAGE

13.1. Introduction	375
13.2. Fondements de l'échantillonnage	376
13.2.1. Quelques définitions en matière d'échantillonnage	376
13.2.2. Quelques notions de théorie statistique	377
13.2.3. Précision et erreur d'échantillonnage	380
13.2.4. Erreur d'échantillonnage et valeurs estimées totales	382
13.3. Unités d'échantillonnage	384
13.3.1. Forme des unités d'échantillonnage	385
13.3.2. Délimitation des unités d'échantillonnage	386
13.3.3. Dimension des unités d'échantillonnage	392
13.4. Réalisation proprement dite d'un inventaire par échantillonnage	397
13.4.1. Cheminement	398
13.4.2. Implantation des unités d'échantillonnage	399
13.4.3. Récolte des données	401
13.4.4. Equipe d'inventaire	403
13.4.5. Quelques chiffres sur les temps d'exécution	403
13.5. Echantillonnage aléatoire et simple	405
13.5.1. Principe	405
13.5.2. Avantages et inconvénients	405
13.5.3. Estimations de la moyenne et de la variance	406
13.5.4. Détermination du nombre d'unités d'échantillonnage	407
13.5.5. Estimation d'une proportion	412
13.6. Echantillonnage aléatoire stratifié	412
13.6.1. Principe	412
13.6.2. Avantages et inconvénients	415
13.6.3. Estimations de la moyenne et de la variance	415
13.6.4. Détermination du nombre d'unités d'échantillonnage	419
13.7. Echantillonnage systématique	426
13.7.1. Principe	426
13.7.2. Avantages et inconvénients	428
13.7.3. Estimations de la moyenne et de la variance	430

13.8. Echantillonnage à plusieurs phases	440
13.8.1. Principe	440
13.8.2. Avantages et inconvénients	441
13.8.3. Estimations de la moyenne et de la variance	442
13.8.4. Détermination du nombre optimum d'unités d'échantillonnage	444
13.9. Echantillonnage à plusieurs degrés	448
13.9.1. Principe	448
13.9.2. Avantages et inconvénients	448
13.9.3. Estimations de la moyenne et de la variance	449
13.9.4. Détermination du nombre d'unités d'échantillonnage	451
13.10. Echantillonnage à probabilité de sélection variable	454
13.10.1. Echantillonnage par liste	455
13.10.2. Echantillonnage à probabilité de sélection proportionnelle à la prédiction	457
13.10.3. Echantillonnage à probabilité de sélection proportionnelle à la dimension	460
13.11. Inventaire par échantillonnage et accroissement	471
13.11.1. Principe	471
13.11.2. Estimation de la variance	472
13.12. Méthodes d'échantillonnage basées sur des mesures de distances	475
13.12.1. Principe	475
13.12.2. Estimation du nombre de bois à l'hectare	475
13.12.3. Estimation de la surface terrière et du volume à l'hectare	477
13.13. Inventaires forestiers nationaux et régionaux	478
13.13.1. Généralités	478
13.13.2. Inventaires forestiers nationaux et échantillonnage	479
13.13.3. Nature des données récoltées et mode de récolte	480
13.13.4. Traitement et exploitation des données	480
13.13.5. Caractéristiques de quelques inventaires forestiers européens	481
EN GUISE DE CONCLUSION	487
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	491
INDEX DES SUJETS TRAITES	513

Le livre

Mesurer les arbres relève d'une science à part entière : la dendrométrie, dont les objectifs se sont considérablement élargis au fil du temps et les méthodes singulièrement affinées grâce au développement des moyens informatiques. Complément obligé de la sylviculture et de l'aménagement des forêts, la dendrométrie a aussi des retombées pratiques dans les domaines de l'écologie et de la gestion de notre environnement naturel.

"*La mesure des arbres et des peuplements forestiers*" est un véritable manuel de référence. Il aborde les principes fondamentaux de la mesure du matériel ligneux et les méthodes d'exploitation des données dendrométriques. L'auteur privilégie la démarche qui situe l'arbre au sein d'un ensemble appelé à évoluer au cours du temps et qui nécessite une approche globale. Il consacre une attention particulière aux appareils et aux erreurs de mesure ainsi qu'aux outils que sont les tables de cubage mathématiques, les tables de production et les modèles de croissance, les indicateurs de productivité forestière et les inventaires par échantillonnage.

L'ouvrage, abondamment documenté et illustré de nombreux exemples tirés de l'expérience de terrain de l'auteur, est un des seuls du genre en langue française. Rédigé pour répondre aux besoins de l'enseignement et de la recherche, ce traité s'adresse aussi à tous ceux qui, du producteur ou gestionnaire jusqu'à l'utilisateur de la matière ligneuse, s'intéressent à la manière de quantifier la forêt.

L'auteur

Jacques RONDEUX, ingénieur agronome des Eaux et Forêts et docteur en sciences agronomiques, enseigne la dendrométrie, la gestion et l'économie forestières à la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux (Belgique).

Depuis vingt ans, l'essentiel de ses activités de recherche porte sur l'élaboration de tarifs de cubage, la construction de tables et de modèles de production, l'amélioration des techniques d'inventaire forestier et de gestion des peuplements. Il dirige plusieurs groupes de recherche dans le domaine de l'écologie et de la productivité forestières ainsi que de l'évaluation quantitative des ressources boisées.

Il a été invité au titre de professeur-visitateur ou de conférencier dans de nombreux centres d'enseignement universitaires européens et d'outre-mer. Il est responsable du groupe "*Management and Geographic Information Systems*" au sein de l'I.U.F.R.O. ("International Union of Forestry Research Organizations").

