

LE HÊTRE

E. Teissier du Cros, coordinateur

éditions
Quæ

LE HÊTRE

LE HÊTRE

Comité de rédaction :

E. TEISSIER DU CROS

Coordonnateur

et

F. LE TACON

G. NEPVEU

J. PARDÉ

R. PERRIN

J. TIMBAL

Département des Recherches forestières

1981

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
DÉPARTEMENT DES RECHERCHES FORESTIÈRES

149, rue de Grenelle, 75341 Paris Cedex 07

© Éditions Quae, 2023
ISBN papier : 978-2-7592-3855-2
eISBN pdf (Num) : 978-2-7592-3859-0
x.ISBN (ePub) : 978-2-7592-1300-9

TABLE DES AUTEURS*

- AUSSENAC Gilbert**, Station de Sylviculture et Production (1).
BECKER Michel, Directeur du Laboratoire de Phytoécologie Forestière (1).
BONNEAU Maurice, Directeur de la Station de Recherches sur les Sols Forestiers et la Fertilisation (1).
BONNET-MASIMBERT Marc, Station d'Amélioration des Arbres Forestiers (2).
BOUCHON Jean, Station de Sylviculture et Production (1).
BOUVAREL Pierre, Chef du Département des Recherches Forestières (1).
BUFFET Michel, Section Technique de l'Office National des Forêts, Boulevard de Constance, 77305 Fontainebleau Cedex.
COMPS Bernard, Laboratoire de Botanique, Université de Bordeaux I, 33405 Talence.
CORNU Daniel, Station d'Amélioration des Arbres Forestiers (2).
DECOURT Noël, Directeur de la Station de Recherches sur la Forêt et l'Environnement (2).
DUCREUX Pierre, Chef de la Division Graines et Plants forestiers, Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Domaine des Barres, 45290 Nogent-sur-Vernisson.
FERRAND Jean-Charles, Station de Recherches sur la Qualité du Bois (1).
FROCHOT Henri, Station de Sylviculture et Production (1).
HUBER Françoise, Station de Recherches sur la Qualité des Bois (1).
JANIN Gérard, Station de Recherches sur la Qualité des Bois (1).
KELLER René, Professeur de Technologie Forestière (3).
LANIER Louis, Professeur de Sylviculture (3).
LE GOFF Noël, Station de Sylviculture et Production (1).
LE LOUARN Henri, Centre de Recherches Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, 65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes Cedex.
LE PONT Pierre, Inspection Générale de l'Office National des Forêts, 2, avenue de Saint-Mandé, 75570 Paris Cedex 12.
LE TACON François, Station de Recherches sur les Sols Forestiers et la Fertilisation (1).
LETOUZEY Josette, Laboratoire de Botanique, Université de Bordeaux I, 33405 Talence.
MALPHETTES Claude-Bernard, Station de Recherches de Zoologie et Biocénétique Forestières (2).
MARTIN Bernard, Professeur de Génétique et de Reboisement (3).
MARTINOT-LAGARDE Pierre, Directeur Technique de l'Office National des Forêts, 2, avenue de Saint-Mandé, 75570 Paris Cedex 12.

* Table des matières : cf. p. 11.

- MORMICHE André**, Directeur Régional de l'Office National des Forêts, Région Haute et Basse Normandie, 58, avenue Bouquet, 76042 Rouen Cedex.
- MULLER Claudine**, Laboratoire de Graines (1).
- NEPVEU Gérard**, Station de Recherches sur la Qualité des Bois (1).
- OSWALD Helfried**, Station de Sylviculture et Production (1).
- PARDÉ Jean**, Directeur de la Station de Sylviculture et Production (1).
- PERRIN Robert**, INRA, Station de Recherches sur la Flore Pathogène dans le Sol, 17, rue Sully, B.V. 1540, 21034 Dijon Cedex.
- PICARD Jean-François**, Laboratoire de Phytoécologie Forestière (1).
- RIEDACKER Arthur**, Station de Sylviculture et Production (1).
- TEISSIER du CROS Eric**, Station d'Amélioration des Arbres Forestiers (2).
- THIEBAUT Bernard**, Institut de Botanique, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, rue Auguste Broussonnet, 34000 Montpellier.
- TIMBAL Jean**, Laboratoire de Phytoécologie Forestière (1).
- VANNIÈRE Bernard**, Professeur d'Aménagement Forestier (3).
- VENET Jean**, Professeur Honoraire de Technologie Forestière et Sylviculture (3).
- VERNET Jean-Louis**, Laboratoire de Paléobotanique et Evolution des Végétaux, Faculté des Sciences et Techniques du Languedoc, Place E. Bataillon, 34060 Montpellier.
- VERNET Philippe**, Centre National de la Recherche Scientifique, C.E.P.E., Laboratoire de Génétique Ecologique, B.P. 5051, 34033 Montpellier Cedex.

(1) Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Centre National de Recherches Forestières. Champenoux 54280 Seichamps.

(2) INRA, Centre de recherches d'Orléans. Ardon 54160 Olivet.

(3) Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. 14, rue Girardet. 54042 Nancy Cedex.

AVERTISSEMENT

Pour cet ouvrage, nous avons fait appel à de nombreux auteurs. Chacun s'est exprimé selon son style et selon la vue particulière de sa spécialité. Les opinions émises n'engagent que leur responsabilité.

Cet ouvrage comporte de nombreuses illustrations. Si elles ont été empruntées à d'autres auteurs, ou si elles ont déjà été publiées, cela est indiqué clairement. L'absence de toute indication sous entend qu'elles sont publiées pour la première fois.

Chaque fois que nécessaire, des termes techniques précis ont été employés plutôt que des périphrases. Si la définition ne suit pas immédiatement dans le texte, elle pourra être trouvée dans le « glossaire » en fin d'ouvrage.

Le Comité de Coordination

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous les forestiers de la forêt soumise et de la forêt privée, à tous les techniciens des équipes de la recherche forestière qui ont permis de réaliser les dispositifs et les observations d'où découle l'essentiel des développements qui suivront.

Nous remercions les dessinateurs sans qui cet ouvrage aurait perdu beaucoup de sa valeur. Nous citerons parmi eux Monsieur Epvre HENRION, dont chacun connaît la qualité des travaux.

Nous sommes tous redevables à Mademoiselle Michèle AUDOUX et Mademoiselle Marie-Jeanne LIONNET du soin qu'elles ont mis à mettre en forme les si nombreuses références bibliographiques que comporte ce livre.

Nous disons enfin notre gratitude aux personnels des divers secrétariats qui ont assumé la tâche parfois ingrate d'une frappe difficile et souvent répétée.

Les auteurs

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES AUTEURS	5
PRÉFACE , par Pierre BOUVAREL	23
INTRODUCTION , par Pierre MARTINOT-LAGARDE	27
1. TAXONOMIE ET CARACTÈRES BOTANIQUES , par Michel BECKER	35
2. HISTOIRE ET RÉPARTITION	49
2.1. Histoire du hêtre , par Jean-Louis VERNET	49
2.2. Répartition en Europe et en France , par Jean TIMBAL ..	58
3. ÉCOLOGIE DU HÊTRE ET DE LA HÊTRAIE	71
3.1. Caractérisation climatique , par Michel BECKER	71
3.2. Caractérisation édaphique , par François LE TACON	77
3.3. Le hêtre en situation marginale dans le Sud de la France , par Bernard COMPS, Josette LETOUZEY, Bernard THIÉBAUT, Jean TIMBAL	84
3.4. Typologie des hêtraies , par Jean TIMBAL	95
3.5. Phénologie des hêtraies , par Michel BECKER	108
3.6. Le hêtre et le maintien de l'équilibre naturel ,	118
3.61. Cycles biologiques en hêtraie, par Maurice BONNEAU .	118
3.62. Influence du hêtre sur le cycle de l'eau et sur le microclimat, par Gilbert AUSSÉNAC	136
3.63. Le hêtre et le gibier, par Jean-François PICARD	145
4. PHYSIOLOGIE DE LA CROISSANCE	157
4.1. Photosynthèse , par Gilbert AUSSÉNAC	157
4.2. Croissance aérienne et souterraine , par Arthur RIEDACKER	160

4.3. Formation des rameaux , par Bernard THIÉBAUT	169
4.4. Particularités de l'écorce du hêtre , par Françoise HUBER	174
4.5. Les mycorhizes du hêtre, leur rôle dans la nutrition minérale , par François LE TACON	176
4.6. Éléments minéraux dans les feuilles - Principales valeurs du diagnostic , par François LE TACON	185
5. SYLVICULTURE	195
5.1. Historique et objectifs , par Jean PARDÉ	195
5.2. Reproduction	198
5.21. Biologie de la reproduction sexuée, par Bernard THIÉBAUT, Philippe VERNET	198
5.22. Physiologie de la reproduction végétative, par Daniel CORNU	205
5.3. Régénération naturelle	207
5.31. Importance et périodicité des fainées. Influence des facteurs climatiques et sylvicoles, par Helfried OSWALD	207
5.32. Influence des facteurs édaphiques sur l'abondance des fructifications, par François LE TACON, Helfried OSWALD	216
5.33. Conditions de germination des faines, de survie et de croissance des semis	221
5.331. Influence des facteurs climatiques et de la lumière, par Helfried OSWALD	221
5.332. Concurrence de la végétation, par Michel BECKER	224
5.333. Influence des conditions de sol et de sa préparation, par François LE TACON	229
5.334. Influence des champignons du sol, par Robert PERRIN	230
5.335. Influence des grands animaux, par Jean-François PICARD	231
5.336. Influence des rongeurs et des oiseaux, par Henri LE LOUARN	232
5.337. Influence des insectes, par Claude-Bernard MALPHETTES	235
5.338. Densité de semis nécessaire à la réussite d'une régénération naturelle, par Helfried OSWALD	238
5.34. Coupes de mise en lumière, par Louis LANIER	239

5.4. Régénération artificielle, plantation	241
5.41. Technique de récolte des faines, par Michel BUFFET .	241
5.42. Technologie de la conservation des faines, par Claudine MULLER, Marc BONNET-MASIMBERT	248
5.43. Production de plants en pépinière, par François LE TACON	258
5.44. Comportement des plantations, par Michel BUFFET, François LE TACON, Eric TEISSIER du CROS	264
5.45. Techniques de plantation, par Bernard MARTIN, Eric TEISSIER du CROS	266
5.5. Conduite des peuplements	272
5.51. Traitement en futaie régulière, par Jean PARDE, Jean VENET	272
5.52. Autres traitements, par André MORMICHE	293
5.53. Choix des traitements en fonction du milieu, par Michel BECKER	303
5.54. Traitements et forêt loisir, par Pierre LE PONT	305
6. PRODUCTION	321
6.1. Tarifs de cubage , par Jean BOUCHON	321
6.2. Tables de production , par Noël LE GOFF	326
6.3. Modèles de sylviculture et normes de densité , par Helfried OSWALD	339
6.4. La production du bois de hêtre en France , par Gérard NEPVEU	346
6.5. Facteurs de production , par François LE TACON	354
7. LE BOIS DE HÊTRE	367
7.1. Structure du bois , par René KELLER	367
7.11. Description générale	367
7.12. Observations sur la variabilité du bois de hêtre	370
7.13. Anomalies du plan ligneux	375
7.2. Propriétés du bois de hêtre , par Gérard NEPVEU	377
7.21. Propriétés physiques	377
7.22. Propriétés mécaniques	386
7.23. Autres propriétés (7 231 par Jean-Charles FERRAND)	387

7.24. Propriétés chimiques, par Gérard JANIN	397
7.25. Variations des propriétés du bois en fonction de la vitesse de croissance	401
7.26. Liens entre les différentes propriétés du bois	405
7.27. Lien entre le plan ligneux et les propriétés du bois . .	406
7.28. Conclusion : qu'est-ce qu'un bois de hêtre de qualité.	408
7.3. Utilisations du bois de hêtre, par Gérard NEPVEU	410
7.31. Historique	410
7.32. Utilisations actuelles du bois de hêtre	411
7.4. Classement du bois de hêtre, par Gérard NEPVEU	415
7.41. Classement en forêt	416
7.42. Classement en usine (sciage)	419
7.5. Conservations du bois de hêtre, par Gérard NEPVEU	421
7.51. Altérabilité	421
7.52. Imprégnation du bois	422
7.6. Facteurs de qualité : milieu, sylviculture, hérédité, par Gérard NEPVEU	423
7.61. Influence de l'environnement	424
7.611. Variabilité interrégionale signalée hors de France	424
7.612. Variabilité régionale signalée en France	425
7.613. Effet de l'altitude	426
7.614. Influence du sol	426
7.615. Influence du climat	428
7.62. Influence de la sylviculture	429
7.63. Influence de l'hérédité	430
7.64. Conclusion : comment produire un bois de hêtre de qualité ?	430
8. AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DU HÊTRE,	447
8.1. Objectifs de l'amélioration , par Eric TEISSIER du CROS . . .	448
8.2. Stratégie de l'amélioration , par Eric TEISSIER du CROS . . .	448
8.3. Classement des peuplements , par Pierre DUCREUX et Eric TEISSIER du CROS	450
8.4. Principaux acquis en matière d'amélioration , par Eric TEISSIER du CROS	456

9. DOMMAGES CAUSÉS AU HÊTRE ET AUX HÊTRAIES . . .	469
9.1. Graines et fleurs	470
9.11. Pourritures des faines, par Robert PERRIN	470
9.12. Oiseaux et rongeurs, par Henri LE LOUARN	471
9.2. Plantules : fonte des semis , par Robert PERRIN	473
9.3. Rameaux, branches et tronc , par Robert PERRIN	474
9.31. Chancre du hêtre	475
9.32. Maladie de l'écorce du hêtre (9.327. par Claude-Bernard MALPHETTES)	480
9.33. Affections d'origine abiotique	491
9.4. Feuilles	494
9.41. Anthracnose, par Robert PERRIN	495
9.42. Oïdium, par Robert PERRIN	496
9.43. Gelées tardives, par Robert PERRIN	496
9.44. Puceron laineux, par Claude-Bernard MALPHETTES	497
9.45. Orcheste du hêtre par Claude-Bernard MALPHETTES	498
9.5. Racines : maladie de l'encre , par Robert PERRIN	500
9.6. Altérations du bois	502
9.61. Pourritures, par Louis LANIER	503
9.62. Cœur rouge, par Louis LANIER, François LE TACON	506
9.63. Echauffure, par Louis LANIER	507
9.64. Maladie du « T », par Robert PERRIN	508
9.7. Grands animaux , par Jean-François PICARD	511
9.8. Le hêtre et la pollution atmosphérique , par Noël DÉCOURT	518
9.9. Dommages causés par les herbicides , par Henri FROCHOT	521
10. AMÉNAGEMENT DES HÊTRAIES : LE POINT DE VUE DES GESTIONNAIRES , par André MORMICHE, Bernard VANNIÈRE	531
10.1. Objectifs de gestion	531
10.2. Les principales méthodes d'aménagement	541
10.3. La futaie régulière	543
10.4. Les méthodes de la futaie jardinée	557

10.5. La futaie par parquets	561
10.6. La conversion des taillis-sous-futaie	562
10.7. Cas des hêtraies de montagne	566
11. CONCLUSION, par Jean PARDE	575
ANNEXE 1 : Tarifs de cubage	577
ANNEXE 2 : Tables de production	585
ANNEXE 3 : Tableau symptomatologique des maladies du hêtre	597
GLOSSAIRE	603
INDEX	611

CONTENTS

TABLE OF AUTHORS	5
FOREWORD , by Pierre BOUVAREL	23
INTRODUCTION , by Pierre MARTINOT-LAGARDE	27
1. TAXONOMY AND BOTANICAL CHARACTERISTICS , by Michel BECKER	35
2. HISTORY AND DISTRIBUTION ,	49
2.1. History , by Jean-Louis VERNET	49
2.2. Distribution in Europe and France , by Jean TIMBAL	58
3. ECOLOGY	71
3.1. Climate , by Michel BECKER	71
3.2. Soil , by François LE TACON	77
3.3. Marginal Beechstands in southern France , by Bernard COMPS, Josette LETOUZEY, Bernard THIÉBAUT, Jean TIMBAL	84
3.4. Beechstand typology , by Jean TIMBAL	95
3.5. Beechstand phenology , by Michel BECKER	108
3.6. Beech and maintenance of natural balances ,	118
3.61. Biological cycles in beechstands , by Maurice BONNEAU	118
3.62. Influence of beech on water cycle and microclimate , by Gilbert AUSSENAC	136
3.63. Beech and big game , by Jean-François PICARD	145
4. PHYSIOLOGY OF GROWTH	157
4.1. Photosynthesis , by Gilbert AUSSENAC	157
4.2. Bud and root growth , by Arthur RIEDACKER	160
4.3. Shoot formation , by Bernard THIÉBAUT	169

4.4. Particularities of beech bark , by Françoise HUBER	174
4.5. Beech mycorrhizae, their role in mineral nutrition , by François LE TACON	176
4.6. Mineral elements in leaves. Principal values of foliar diagnostic , by François LE TACON.	185
5. SILVICULTURE	195
5.1. History and objectives , by Jean PARDE.	195
5.2. Reproduction	198
5.21. Biology of generative reproduction , by Bernard THIÉBAUT, Philippe VERNET.	198
5.22. Physiology of vegetative reproduction , by Daniel CORNU	205
5.3. Natural regeneration	207
5.31. Importance and periodicity of beech-mast. Influence of climate and silviculture , by Helfried OSWALD	207
5.32. Influence of climatic factors on abundance of beech-mast , by François LE TACON, Helfried OSWALD	216
5.33. Conditions of beechnut germination, survival and increment of seedlings	221
5.331. Influence of climate and light , by Helfried OSWALD	221
5.332. Competition with vegetation , by Michel BECKER	224
5.333. Influence of soil characteristics and preparation , by François LE TACON.	229
5.334. Influence of soil fungi , by Robert PERRIN	230
5.335. Influence of big game , by Jean-François PICARD	231
5.336. Influence of small rodents and birds , by Henri LE LOUARN	232
5.337. Influence of insects , by Claude-Bernard MALPHETTES.	235
5.338. Seedling density necessary for a successful natural regeneration , by Helfried OSWALD	238
5.34. Regeneration cut , by Louis LANIER.	239
5.4. Artificial regeneration, plantation ,	241
5.41. Seed collection technics , by Michel BUFFET	241
5.42. Seed storage technology , by Claudine MULLER, Marc BONNET-MASIMBERT	248
5.43. Plant production in nurseries , by François LE TACON	258