LE HÊTRE

inra

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

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

ISBN 2-85340-372-6

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 Biocénotique 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 connait 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 AUSSENAC 136

3.63. Le hêtre et le gibier, par Jean-François PICARD 145

4. PHYSIOLOGIE DE LA CROISSANCE 157

4.1. **Photosynthèse,** par Gilbert AUSSENAC 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. **Eléments 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 PARDÉ, 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'héridité 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 PARDÉ 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