Connaissance Vigne Vin, 1987, **21,** N° 3, 191-229.

DIFFÉRENTES VARIÉTÉS DE CHÊNES ET LEUR RÉPARTITION DANS LE MONDE

R. KELLER

École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts,
Laboratoire de Recherches sur les produits forestiers I.N.R.A. - C.R.F.
14, rue Girardet, 54042 Nancy Cedex (France)

LES CHÊNES DANS LE MONDE

Les chênes appartiennent au genre Quercus, représenté par plus de 250 espèces d'arbres ou arbrisseaux, dont beaucoup croissent dans les régions tempérées, et certaines dans des régions tropicales et subtropicales de l'hémisphère nord (figure 1).

I. — LES SUBDIVISIONS DU GENRE QUERCUS.

Le genre Quercus est subdivisé en deux sous-genres (CAMUS, 1936, 1938) :

- *le sous-genre Cyclobalanopsis,* représenté dans les régions tropicales et subtropicales, plus rarement dans les régions tempérées de l'Asie et de la Malaisie. On le trouve du Japon jusqu'à la presqu'île de Malacca, à Java, Sumatra, Bornéo, aux Philippines.

- *le sous-genre Euquercus,* présent sur les hauts plateaux de l'Asie Centrale, en Indochine, Inde, Afghanistan, Iran, Asie Mineure, Caucase.

On le trouve dans le Bassin Méditerranéen, de la Syrie au Portugal ; en Afrique du Nord, en Cyrénaïque et de la Tunisie au Maroc.

Il existe dans presque toute l'Europe, sauf à l'extrême Nord.

En Amérique du Nord, il s'étend du sud du Canada jusqu'au Mexique avec de nombreuses espèces aux États-Unis.

Il est représenté aux Antilles, en Amérique Centrale et jusqu'à la Colombie.

Dans ce qui suit, nous ne nous intéresserons qu'au sous-genre Euquercus, lui-même subdivisé en sections.

II. — LES SECTIONS DU SOUS-GENRE EUQUERCUS.

Le sous-genre Euquercus a été divisé en six sections :

- *section Cerris* représentée en Europe, Asie, Afrique Septentrionale ; exemples : *Quercus cerris* (1), *Q. suber, Q. coccifera,*

(1) Les espèces en italiques soulignées sont naturelles en France.

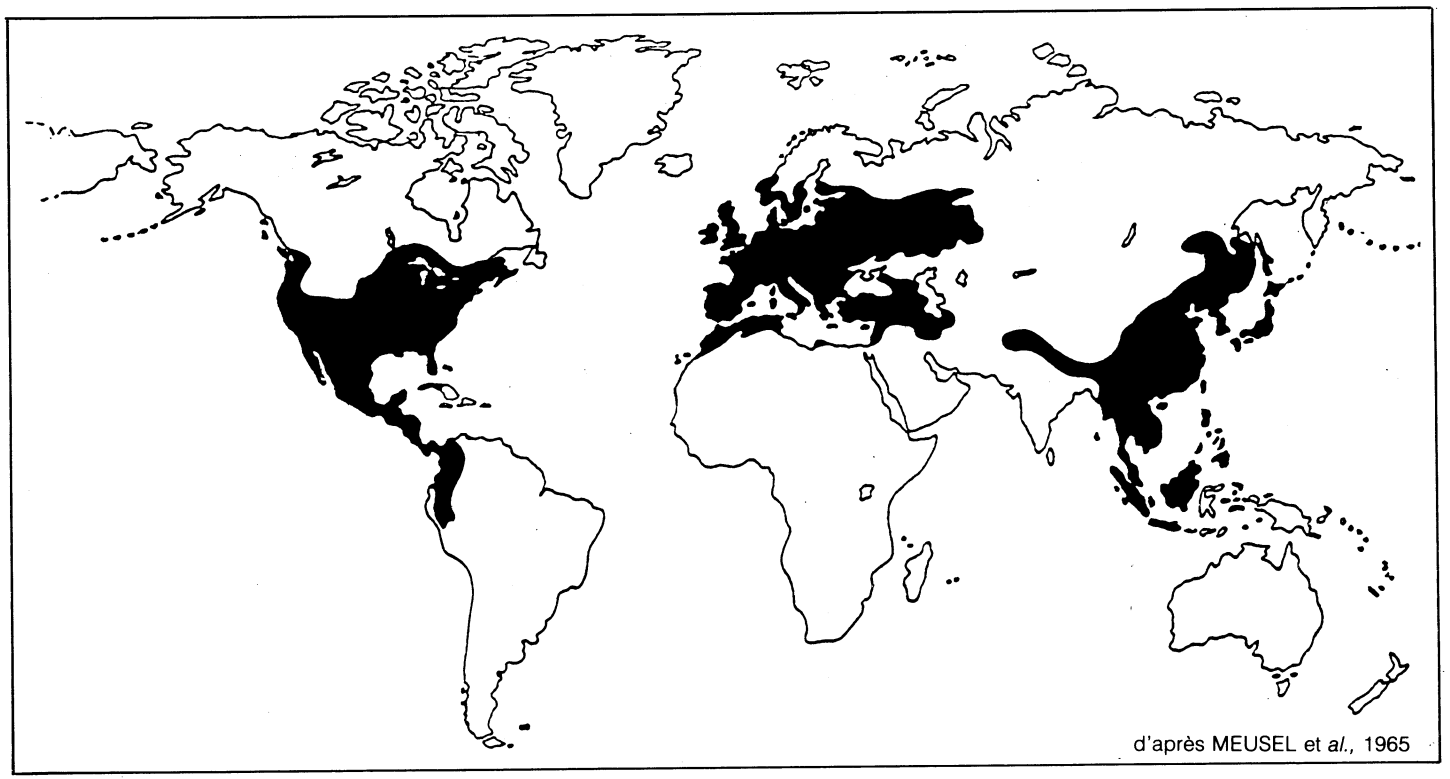


Fig. 1. — Aire du genre *Quercus* (chênes) dans le monde.
(D'après «La forêt, l'arbre, le bois», 1980. Cahiers Paris Sud, XI; octobre).

• *section Mesobalanus* que l'on trouve en Europe et Asie ; exemples : *Quercus dentata* (Japon), *Q. pontica* (Asie Mineure), *Q. toza,*

• *section Lepidobalanus* dont l'extension est large puisqu'on la trouve en Europe, Asie, Afrique Septentrionale, Amérique du Nord ; c'est dans cette section que sont représentées des espèces d'importance économique considérable en France : *Quercus petraea* (chêne rouvre) et *Q. robur* (chêne pédonculé).

Autres exemples : *Q. floribunda* (Himalaya), *Q. mirbeckii* (Afrique du Nord), *Q. ilex, Q. lanuginosa, Q. alba, Q. macrocarpa* (Amérique du Nord).

• *section Macrobalanus,* en Amérique du Nord ou Amérique Centrale ; exemples : *Quercus insignis* (Mexique), *Q. oocarpa* (Guatemala, Costa Rica, Panama).

• *section Protobalanus,* en Amérique du Nord, dans la zone Ouest ; exemples : *Quercus chrysolepis, Q. vaccinifolia, Q. wilcoxii* (Californie, Orégon, côte Ouest du Mexique).

• *section Erythrobalanus,* en Amérique du Nord ; exemples : *Quercus faltaca, Q. ilicifolia, Q. velutina, Q. palustris, Q. rubra, Q. coccinea,* tous de la partie Est de l'Amérique du Nord.

LES CHÊNES SPONTANÉS EN FRANCE

On ne trouve en France que huit espèces de chênes spontanées, dont cinq à feuilles caduques et trois à feuilles persistantes.

I. — LES CHÊNES A FEUILLES CADUQUES.

Quercus robur (= Q. pedunculata) : Chêne pédonculé ;
Q. petraea (= Q. sessiliflora) : Chêne rouvre, ou sessile ;
Q. lanuginosa (= Q. pubescens) : Chêne pubescent ;
Q. toza : Chêne tauzin ;
Q. cerris : Chêne chevelu.

II. — LES CHÊNES A FEUILLES PERSISTANTES.

Quercus suber : Chêne-liège ;
Q. coccifera : Chêne kermès ;
Q. ilex : Chêne vert, yeuse.

Il est possible, évidemment, de rencontrer d'autres chênes en France ; ils ont été introduits soit pour leur caractère décoratif, soit comme essences de reboisement comme *Quercus rubra,* le chêne rouge, ou, dans une moindre mesure, *Q. palustris,* le chêne des marais, provenant tous les deux d'Amérique du Nord.

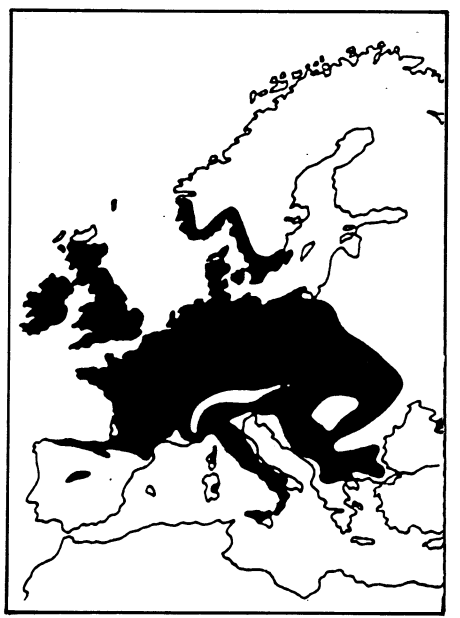
III. — LA RÉPARTITION DE CES HUIT ESPÈCES EN EUROPE ET EN FRANCE.

Les figures 2 et 3 représentent les aires en Europe et, d'une façon plus détaillée, en France des huit espèces spontanées françaises.

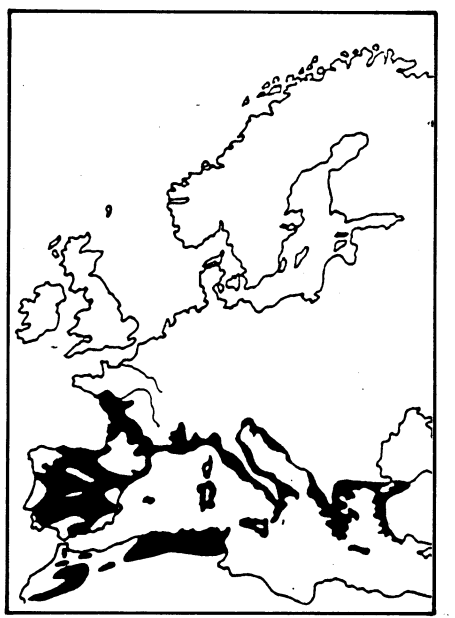
D'après «La forêt, l'arbre, le bois» ° 2,
Cahiers Paris-Sud, XI, octobre 1980)



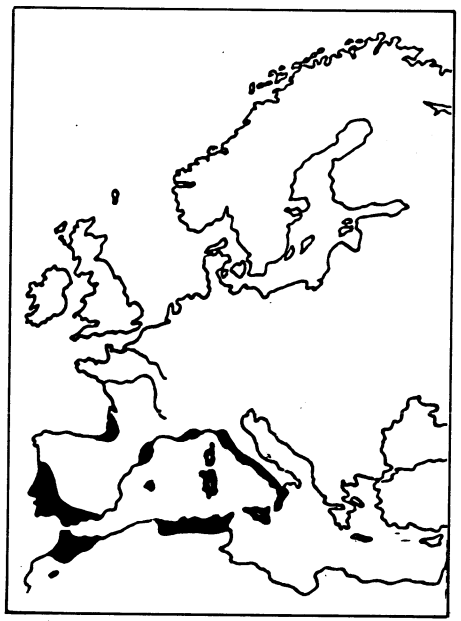
Quercus pedunculata (Chêne pedonculé)
d'après MEUSEL et *al.*, 1965



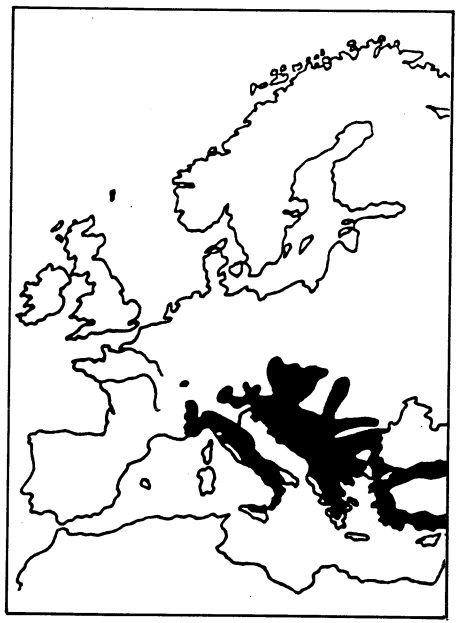
Quercus petraea (Chêne sessile)
d'après MEUSEL et *al.*, 1965



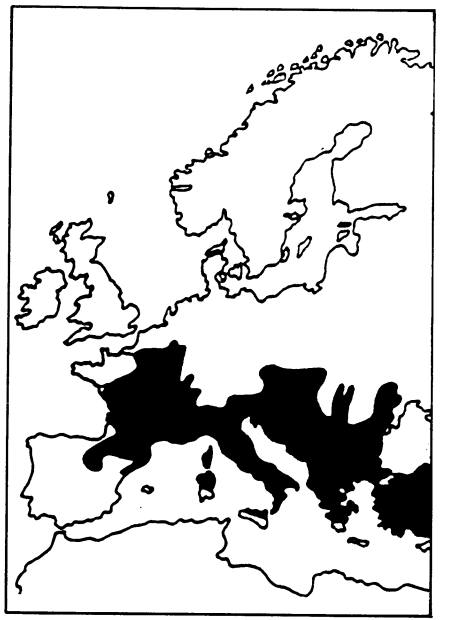
Quercus ilex (Chêne vert; Yeuse)
d'après MEUSEL et *al.*, 1965



Quercus suber (Chêne-liège)



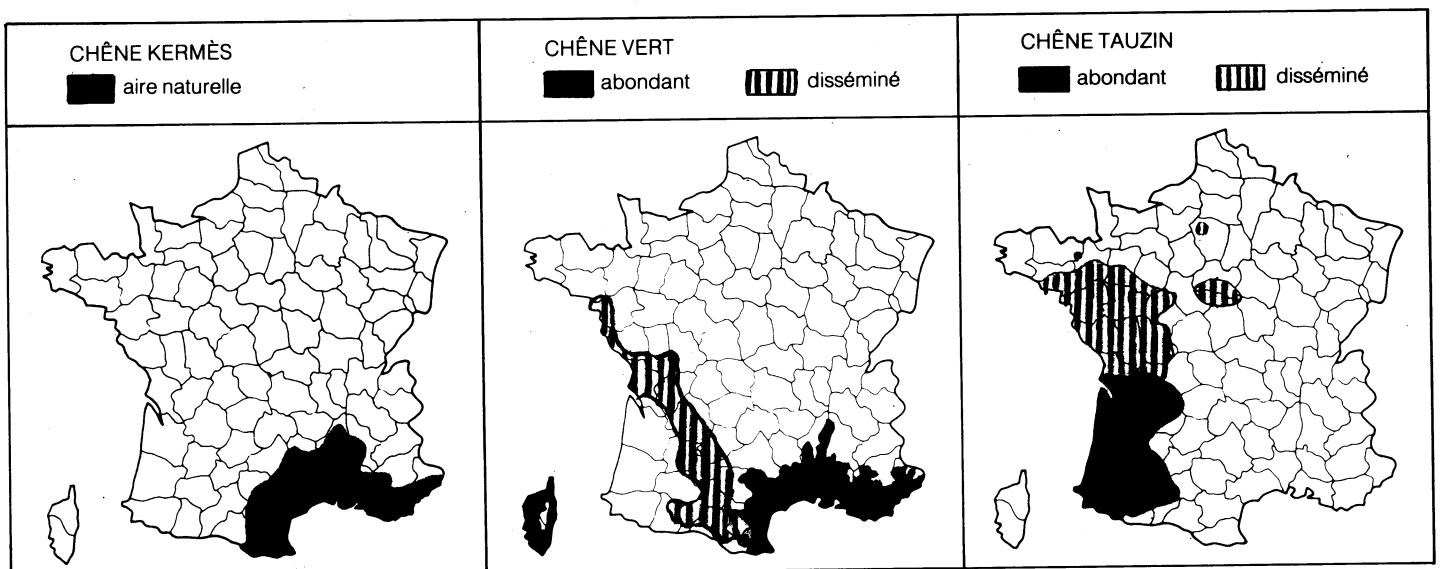
Quercus cerris (Chêne chevelu)
d'après MEUSEL et *al.*, 1965



Quercus pubescent (Chêne pubescent)
d'après MEUSEL et *al.*, 1965

Fig. 2. — Aires européennes des chênes *Q. robur, Q. petraea, Q. pubescens, Q. cerris, Q. suber et Q. ilex.*

(D'après JACAMON M. 1984)



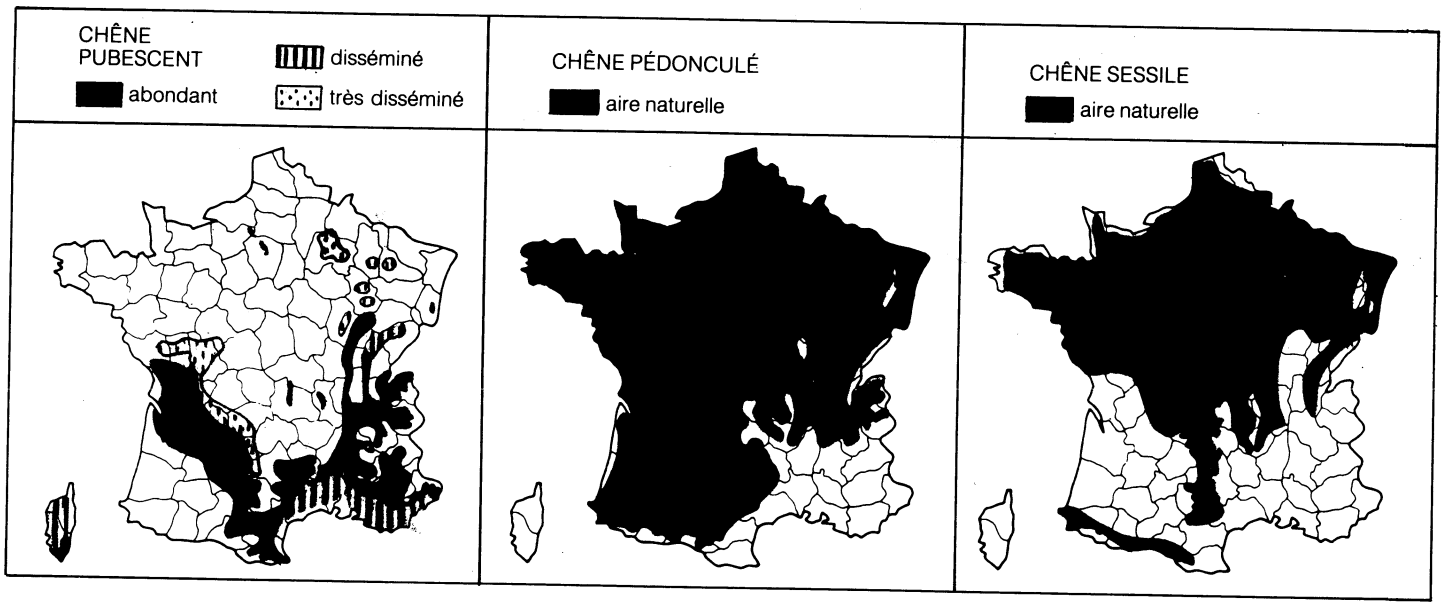


Fig. 3. — Aire des principaux chênes spontanés en France.

Les indications qui suivent ont été tirées des publications de ROL (1962), DEBAZAC (1963), et JACAMON (1984).

• L'aire du chêne chevelu, essence du sud-est de l'Europe et de l'Asie Mineure, est très restreinte en France où cette espèce est à la limite ouest de son extension naturelle ; on le trouve dans quelques stations : extrême sud-est des Alpes Maritimes et Alpes de Haute-Provence, à la limite du Jura et du Doubs, dans le Maine-et-Loire et la Loire-Atlantique.

• Le chêne-liège a également une aire restreinte fragmentée entre la Corse, le Var, les Pyrénées Orientales, ainsi que dans les Landes, le Lot-et-Garonne et la Gironde.

• Le chêne vert et le chêne kermès ont, en France, une aire à peu près comparable sur le pourtour de la côte méditerranéenne ; mais le chêne vert se trouve aussi sur le pourtour sud-ouest du Massif Central et va jusqu'à la côte atlantique au sud de la Loire. Le chêne vert monte en France jusqu'à 600 m d'altitude ; le chêne kermès craignant plus le froid et plus xérophile prend une place dominante dans la forêt de chêne vert dégradée et caractérise la garrigue sur calcaire.

• Le chêne tauzin a une aire essentiellement en Espagne et au nord du Maroc. En France il n'occupe que la partie la plus au nord de son aire : Basses-Pyrénées, Landes, Gironde, Lot-et-Garonne ; il est disséminé en Charente, Bretagne, dans le Maine et dans la Sarthe.

• L'aire du chêne pubescent s'étend dans toute l'Europe méridionale. En France, c'est l'essence des basses montagnes méditerranéennes, aussi bien sur sols calcaires que sur sols siliceux. Lorsqu'il s'éloigne du littoral méditerranéen, il se localise sur les calcaires superficiels (Pyrénées centrales, sud-est du Massif Central, Saintonge, vallée du Rhône et de ses affluents, côte bourguignonne, Jura méridional et contreforts du premier plateau) et les côteaux calcaires à exposition sud ou en sol superficiel (Limagne, Bassin parisien, falaises de la Basse-Seine, côtes de Champagne et de Lorraine).

• L'aire du chêne pédonculé occupe toute l'Europe, depuis la moitié nord de la péninsule ibérique jusqu'à l'Oural et au Caucase. Il manque dans les régions à saison estivale sèche (région méditérranéenne) et dans la partie la plus septentrionale de la Scandinavie et de la Russie d'Europe.

En France, on le trouve dans les plaines du Sud-Ouest et du Centre, sur la bordure occidentale du Massif Central, dans les plaines et les vallées du Nord et de l'Est (vallée du Rhône, de la Saône ; vallées des Alpes du Nord).

Il manque dans les Alpes du Sud, la Provence (sauf sur certaines alluvions humides de Camargue), le Languedoc et le Roussillon.

• L'aire du chêne rouvre est moins vaste que celle du pédonculé : elle va de l'extrême nord de la péninsule ibérique jusqu'à la partie méridionale de la Scandinavie. Sa limite Est passe par la Pologne et la Russie occidentale ; elle n'atteint pas la Sardaigne ni la Sicile.

Le chêne rouvre est abondant dans la moitié nord de la France, dans les Vosges jusqu'à 800 m d'altitude, dans le Massif Central jusqu'à 1000 m ; on le trouve aussi dans les Pyrénées centrales jusqu'à 1600 m, plus rarement dans le Jura, la Savoie et le Dauphiné. Il est absent dans le Sud-Ouest, où il laisse la place au chêne tauzin, et dans le Sud-Est et le Midi où il la cède au chêne pubescent.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES ET ÉCOLOGIQUES DES CHÊNES PÉDONCULÉ ET ROUVRE

Comme ce sont presqu'exclusivement les deux espèces utilisées pour la fabrication des merrains, nous insisterons plus particulièrement dans ce qui suit sur les propriétés de ces deux essences.

I. — LE CHÊNE PÉDONCULÉ.

• C'est un arbre atteignant 25 à 30 m et plus, au fût droit dont la cime se divise en grosses branches tortueuses donnant un houppier en grosses masses laissant pénétrer la lumière (figure 4).

• il peut vivre 300 à 400 ans et est généralement exploité entre 180 et 250 ans.

• Les feuilles apparaissent assez tardivement au printemps, parfois très tardivement chez les « chênes de juin » ; elles sont groupées en bouquet aux extrémités des rameaux, plus que chez le chêne sessile. La plus grande largeur du limbe est au 1/3 supérieur de sa longueur ; le limbe se termine à sa partie inférieure par deux oreillettes encadrant un pétiole très court (figure 4).

• Les glands sont isolés ou groupés par 2 ou 3 à l'extrémité d'un pédoncule de 2 à 9 cm de long (d'où le nom de ce chêne).

• Le chêne pédonculé est très exigeant en lumière ; il préfère les sols fertiles à bon approvisionnement en eau dont il supporte l'excès temporaire, accepte bien les sols argileux compacts et craint l'acidité. Il fait place au chêne sessile sur les sols pauvres et acides ou les zones de collines bien drainées.

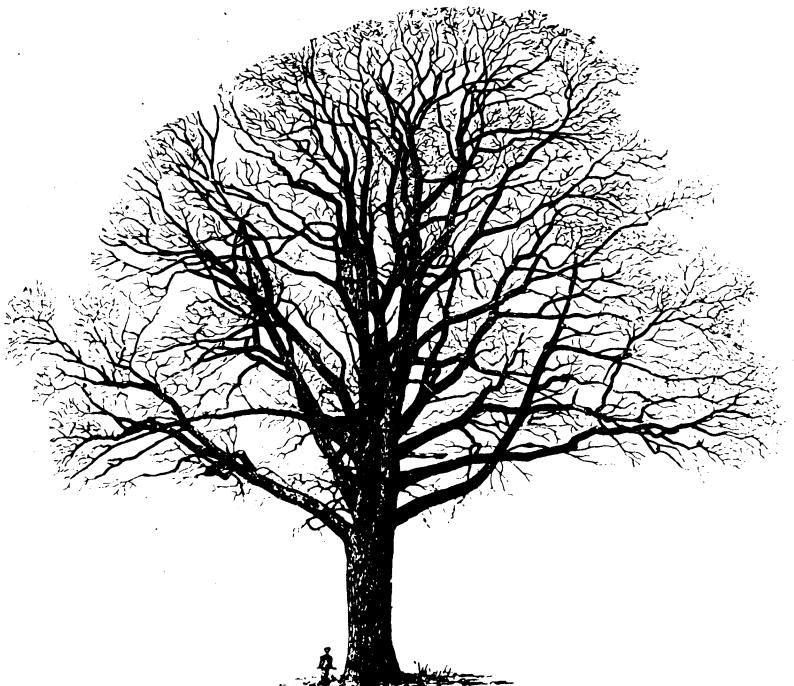
• On trouve donc le chêne pédonculé en forêt :

— sur les stations riches et fraîches, limons marneux et marnes calcaires à sol brun eutrophe, ou sols peu évolués sur roche très argileuse imperméable dès la surface (pélosol brunifié), en compagnie des espèces du mull eutrophe (chênaie à charme),

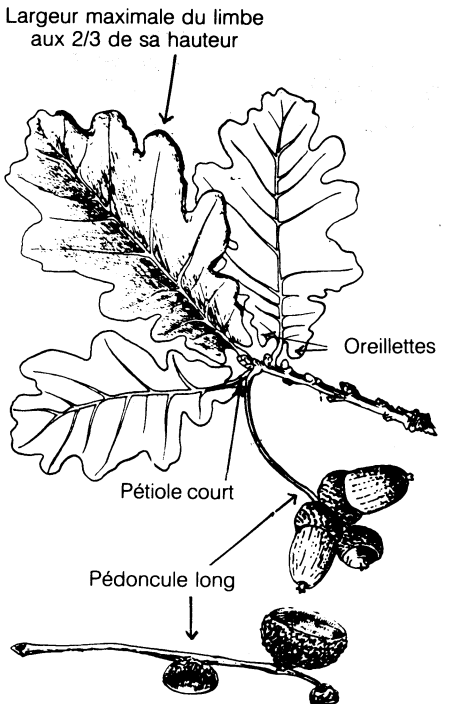
— sur les stations très riches et très fraîches, colluviums de bas de pentes, limons calcaires frais et profonds, sur un sol brun eutrophe (chênaie à charme, frêne et orme),

— sur les stations très humides à hydromorphie très accentuée, pseudogley peu profond (chênaie hydromorphe), le chêne pédonculé résiste bien si le sol n'est pas trop pauvre. Si le sol est pauvre et acide, le chêne sessile peut se substituer au chêne pédonculé.

• le chêne pédonculé fructifie souvent plus abondamment que le chêne rouvre : sa régénération naturelle est plus facile, on l'utilise aussi plus fréquemment en rebois-



(D'après HUFFEL G., 1905)



(d'après JACAMON M. 1984)

Fig. 4. — Silhouette du chêne pédonculé poussant à l'état isolé et aspect des feuilles et des glands.

sement artificiel, l'approvisionnement en glands étant plus aisé. Ceci a parfois amené à le favoriser par la sylviculture ou à l'introduire artificiellement dans des stations ne lui convenant plus lorsque des conditions climatiques extrêmes se manifestent : son dépérissement récent en forêt de Tronçais (forêt où le chêne sessile trouve des conditions stationnelles auxquelles il est bien adapté) à la suite de la grande sécheresse de 1976, alors que le chêne sessile n'a pas souffert, serait un exemple des risques encourus lorsqu'une des deux espèces se substitue à l'autre naturellement (caractère héliophile du pédonculé qui se régénère bien dans les forêts clairsemées) ou lui est substituée par reboisement artificiel (BECKER et LEVY, 1982).

• Exemples de régions où se plaît le chêne pédonculé : vallée de l'Adour, landes humides du Sud-Ouest, vallée de la Saône, plaine lorraine.

II. — LE CHÊNE ROUVRE OU CHÊNE SESSILE.

• Il atteint 25 à 30 m et plus ; son fût droit se continue assez nettement dans la cime où la flèche est mieux marquée que chez le pédonculé et où le feuillage est régulièrement réparti (figure 5).

• Il peut vivre 300 à 350 ans et est généralement exploité entre 180 et 250 ans.

• Les feuilles sont espacées le long des rameaux et serrées en bouquet au sommet. La plus grande largeur du limbe est en son milieu ; le limbe se termine en coin au niveau d'un pétiole nettement marqué de 12 à 15 mm de long (figure 5).

• Les glands sont fixés directement sur le rameau (ils sont sessiles, d'où l'un des noms de ce chêne) ou à l'extrémité d'un pédoncule très court.

• Le chêne rouvre est une espèce des climats atlantiques doux, à température régulière sans extrêmes accentués; ses jeunes pousses et floraison sont sensibles aux gelées de printemps, d'où des fructifications plus espacées plus il s'éloigne de l'Atlantique (tous les 2 ou 3 ans dans l'Ouest, 7 à 10 ans dans le Nord-Est). Il est exigeant en lumière, mais moins que le chêne pédonculé. Il aime les sols aérés et assez meubles, pas forcément profonds; assez frugal, il accepte les sols calcaires ou acides mais a une préférence marquée pour les limons sableux profonds et drainés. Moins exigeant que le pédonculé, il peut le remplacer sur certains sols hydromorphes particulièrement appauvris. En forêt on le trouve donc :

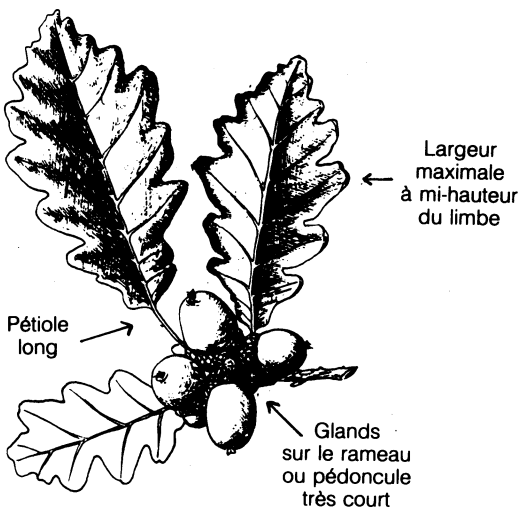
— sur sables ou argiles à silex très filtrantes, sol lessivé podzolique à moder (chênaie acidiphile à bouleau verruqueux),

— sur limons sableux filtrants, sol brun légèrement lessivé à mull mésotrophe (moyennement riche), où il donne les meilleurs résultats (chênaie méso-acidicline),

— dans les mêmes conditions que ci-dessus avec en plus un horizon imperméable assez profond (pseudogley à plus de 70 cm de profondeur); ce type de chênaie à charme donne facilement une transition vers la chênaie pédonculée si le sol est riche,

— sur argile de décarbonatation assez épaisse, sol brun calcique à mull mésotrophe (chênaie-hêtraie sur argile de décarbonatation),





(d'après JACAMON M., 1984)

Fig. 5. — Silhouette du chêne rouvre (Sessile) de futaie et aspect des feuilles et des glands.

— sur calcaire superficiel, rendzine brunifiée ou sol brun calcaire à mull (chênaie-hêtraie calcicole) où la transition est facile avec la hêtraie thermophile ou la chênaie pubescente.

• Le chêne rouvre constitue, seul ou avec le pédoncule, des massifs forestiers renommés pour la qualité de leur bois : forêts de Tronçais et Moladier (Allier), Blois, Boulogne, Russy (Loir-et-Cher), Bellême, Reno-Valdieu, Perseigne (Orne), Bercé (Sarthe).

III. — REMARQUES.

• Les chênes sessiles et pédonculés peuvent constituer des peuplements purs, là où leurs aires ne se recouvrent pas ou, dans le cas contraire, là où les conditions stationnelles ne conviennent bien qu'à l'un ou l'autre.

Mais dans les régions où les deux espèces peuvent se développer, il est fréquent de les trouver dans une même forêt, et dans une même parcelle, où de petites variations de la topographie, du sol, de l'approvisionnement en eau suffisent pour favoriser l'une plutôt que l'autre, la transition pouvant se faire en quelques dizaines de mètres seulement.

• La sylviculture peut aussi modifier les équilibres entre les deux espèces soit « involontairement » (par exemple à cause de la plus grande facilité de régénération du chêne pédonculé, et du tempérament pionnier de celui-ci), soit par une intervention plus radicale (plantations, reboisements artificiels).

• De plus, il est très fréquent de trouver en forêt des arbres aux caractères morphologiques intermédiaires entre ceux du chêne sessile et du chêne pédonculé (PELLECUER, 1976), ou encore entre ceux du chêne sessile et du chêne pubescent (JACAMON, op. cit.).

• Par conséquent, l'utilisateur de bois de chêne, s'il peut parfois être certain d'utiliser soit du chêne rouvre, soit du chêne pédonculé doit, en revanche, être conscient que très souvent c'est un mélange de grumes des deux espèces qu'il aura à transformer.

Étant donné le mode de vente et d'exploitation presque toujours pratiqué en France (vente en bloc et sur pied, par parcelle), l'acheteur aura très fréquemment à exploiter simultanément du rouvre et du pédonculé (et aussi des formes intermédiaires !) dont les débits, en particulier les merrains, seront à coup sûr mélangés, sauf s'il porte une attention toute particulière aux caractères morphologiques des arbres et s'il pratique le tri des grumes préalablement à leur débit.

LE BOIS DES DIVERSES ESPÈCES DE CHÊNE EN FRANCE

I. — LES CHÊNES À FEUILLES CADUQUES.

La caractéristique marquante est la présence d'une zone initiale poreuse, constituée essentiellement des gros vaisseaux (éléments conducteurs de la sève brute) groupés au début de chaque accroissement annuel (« cerne ») dans le bois initial ou « bois de printemps » (figures 6 à 9).

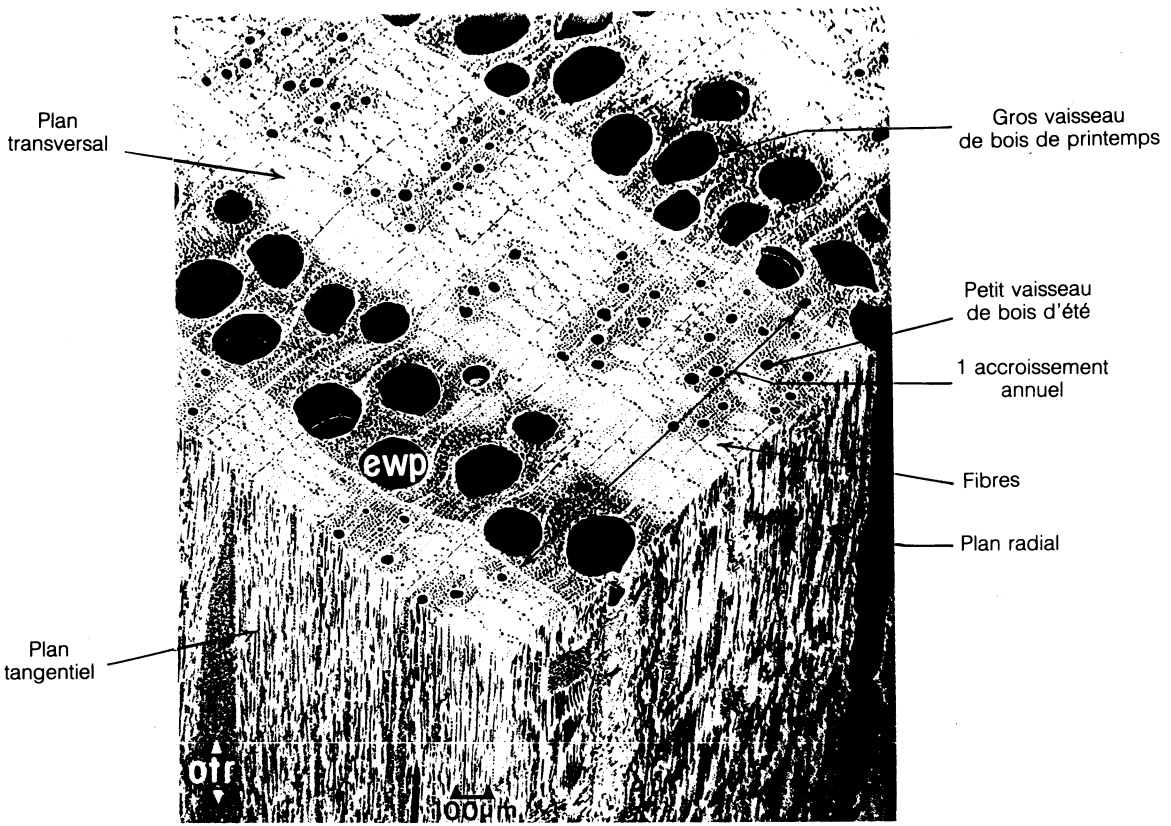


Fig. 6. — Vue au microscope électronique d'un échantillon de chêne rouge d'Amérique (Q. rubra)
(d'après CORE H.A., 1979)

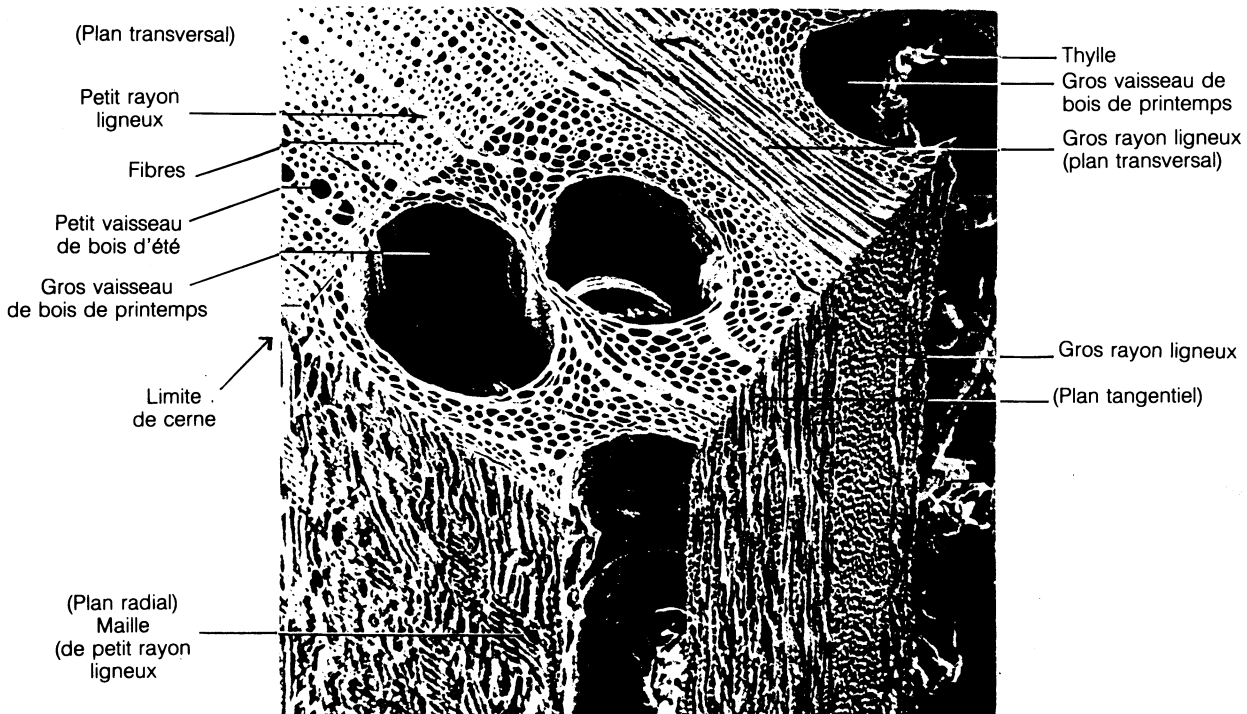
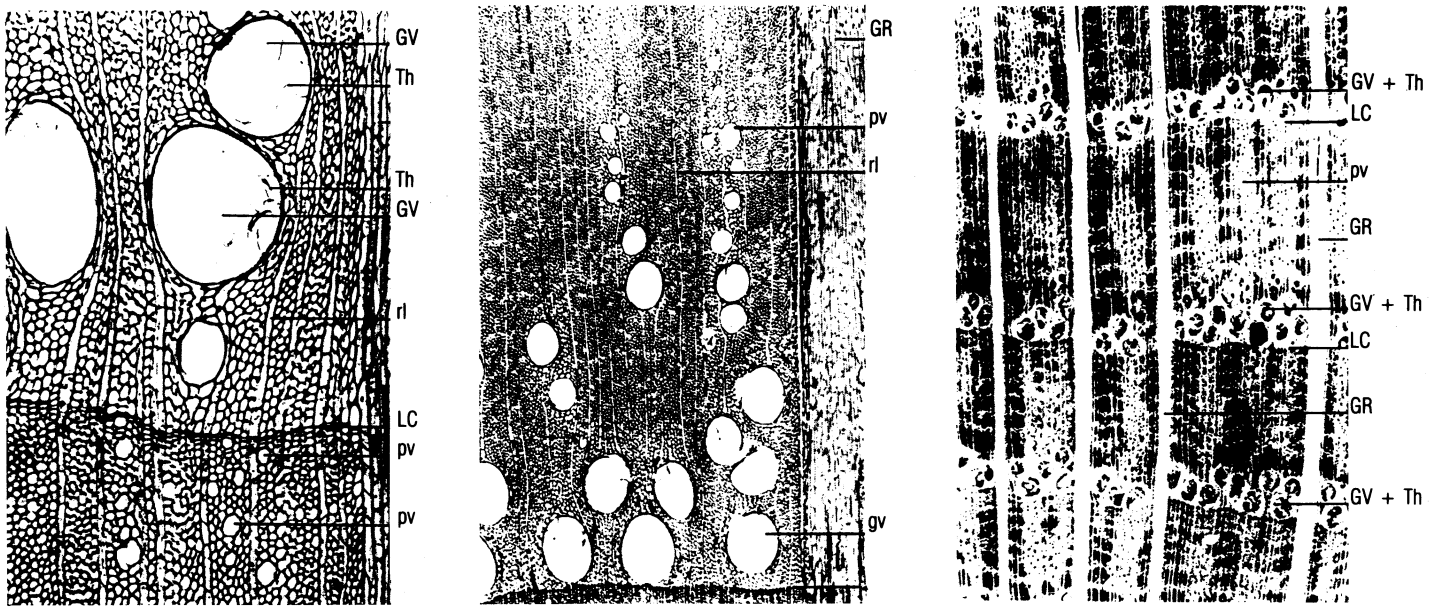


Fig. 7. — Chêne pédonculé. Détails au voisinage d'une limite de cerne (d'après SACHSSE H., 1984).



GV = gros vaisseau de bois de printemps; pv = petit vaisseau du bois d'été; Th = thylle;
RL = gros rayon ligneux; rl = petit rayon ligneux; LC = limite de cerne.

Fig. 8. — Coupes transversales de chêne pédonculé à divers grossissement (d'après SACHSSE H., 1984)
(le diamètre des gros vaisseaux est d'environ 1/4 mm).

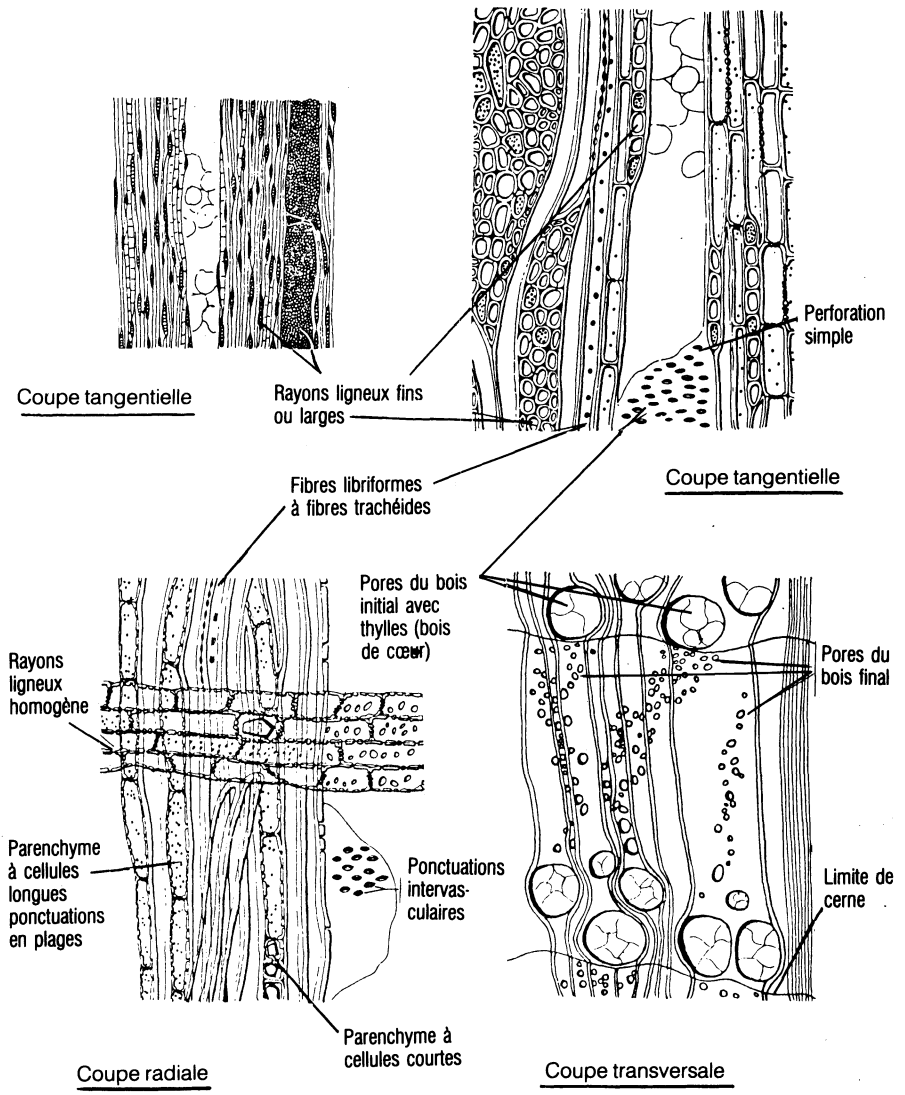


Fig. 9. — Schémas des diverses coupes de chêne pédonculé (d'après JAQUIOT et *al.*, 1973).

La partie terminale du cerne, bois final ou « bois d'été », est composée :

— de fibres, cellules constituant les éléments de soutien, résistants mécaniquement,

— de parenchyme longitudinal, cellules vivantes tant que le bois est fonctionnel, c'est-à-dire non duraminisé, capables d'élaborer, de stocker, de restituer, de transformer chimiquement des substances et jouant un rôle important lors de la duraminisation,

— de petits vaisseaux du bois final, éléments conducteurs de la sève brute.

Une autre caractéristique est la présence de rayons ligneux de petites dimensions et d'autres de très grandes dimensions. Toutes les espèces ligneuses ont des rayons ligneux mais ceux des chênes sont de deux types, ceux de grande dimension apparaissant en section transversale (découpe perpendiculaire à l'axe de l'arbre) sous forme de rayons et en section radiale (le plan de fente des merrains, par exemple) sous forme de « mailles » ou « maillures », plages brillantes importantes se détachant sur le reste du bois, plus terne.

Les éléments constituants les rayons ligneux sont des cellules de parenchyme radial dont l'activité et les fonctions sont assez comparables à celles du parenchyme longitudinal.

II. — LES CHÊNES À FEUILLES PERSISTANTES.

Les éléments constitutifs du bois de ces chênes sont les mêmes que ceux des chênes à feuilles caduques, mais leur organisation relative, leur plan ligneux les rend différents de ceux-ci notamment par :

— l'atténuation ou même la quasi disparition de la zone initiale poreuse,

— l'augmentation de la proportion des éléments denses et durs, les fibres,

— la diminution de la proportion de vaisseaux, éléments tendres,

— l'augmentation en nombre et en dimensions des rayons ligneux.

Il en résulte que les chênes à feuilles persistantes ont un bois généralement dense et dur, difficile ou très difficile à travailler.

III. — LA DURAMINISATION.

La zone périphérique du bois est constituée d'environ 10 à 20 cernes annuels (chez les arbres adultes) fonctionnels, l'aubier de couleur claire, conduisant la sève brute ascendante; la partie située à l'intérieur de cette couronne est constituée d'un bois qui n'est plus fonctionnel, et ne contribue donc plus à l'approvisionnement des feuilles de la cime en sève brute, appelé duramen ou plus couramment bois de cœur, ou encore bois parfait.

Le bois de cœur est le résultat des modifications anatomiques, physiques et chimiques subies par les cernes d'aubier les plus anciennement formés qui se transforment donc peu à peu en cernes duraminisés par un phénomène physiologique naturel.

Chez les chênes, rouvre et pédonculé en particulier, ces transformations se manifestent entre autres par :

— l'apparition d'une coloration différente du bois, qui devient rose, jaune clair, jaune brun, brun plus ou moins foncé (influence de la station, du potentiel génétique, etc.),

— l'imprégnation des parois cellulaires de substances élaborées par les cellules de parenchyme longitudinal et radial,

— l'obstruction des gros vaisseaux par des thylles, proliférations membraneuses issues des cellules de parenchyme voisines des vaisseaux, envahissant la partie interne de ceux-ci (figure 10).



r = Rayon ligneux; ty = thylle; v = vaisseau.

Fig. 10. — Exemples de thylles abondants dans le bois de cœur du robinier *Robinia pseudoacacia).*

Les thylles des chênes sont de formations tout à fait analogues
(d'après CORE H.A., 1979).

III. — PEUT-ON DISTINGUER LE BOIS DE CHÊNE PÉDONCULÉ DE CELUI DU CHÊNE ROUVRE ?

Les bois de ces deux espèces sont en fait très difficiles à distinguer l'une de l'autre macroscopiquement ou microscopiquement.

Le tableau I regroupe les caractéristiques considérées comme les plus sûres pour distinguer, avec une bonne probalité de réussite, les deux espèces (dans la mesure d'ailleurs où l'on n'a pas à faire à des formes intermédiaires !) par les auteurs qui se sont intéressés à la question (HUBER et *al.*, 1941 ; COUSENS, 1965 ; WALKER , 1978; FLETCHER, 1978).

Cela nécessite, on le voit, des observations détaillées des sections transversales, à la loupe,sur des surfaces bien rafraîchies ; la caractérisation des deux espèces est généralement impossible si les échantillons observés ne sont constitués que de cernes étroits (correspondant à une croissance lente).

TABLEAU I

Critères permettant de distinguer les bois des chênes rouvre et pédonculé en section transversale

(d'après FLETCHER J., 1978)

A. Pour des cernes de largeur > 2 mm sur le rayon	Chêne pédonculé	Chêne sessile
1. Nombre de lignes de gros vaisseaux du bois de printemps	3 ou plus	1 ou 2, exceptionnellement 3
2. Largeur relative de ce bois de printemps par rapport à la largeur totale du cerne	Supérieure à 25 % (ce qui correspond à une "texture" inférieure à 75 %)	Inférieure à 25 % (ce qui correspond à à une "texture" supérieure à 75 %)
3. Transition du bois de printemps au bois d'été	graduelle	brutale

B. Pour les cernes de largeur quelconque	Chêne pédonculé	Chêne sessile
4. Forme de la section transversale	ovale, vaisseaux souvent pressés les uns contre les autres et déformés	à peu près circulaire, contours non déformés
5. Apparence des plages de vaisseaux dans le bois d'été ("flammes")	• en forme de massues, s'élargissant vers la fin du cerne • sinon, bifurcation fréquentes • diffuses	• en forme de bandes ou de lignes effilées • s'il y a des bifurcations, elles sont faibles • plages petites et nettes

TABLEAU II

Quelques caractéristiques du bois des chênes pédonculé et rouvre

d'après SACHSSE H., 1984 et STEVENS W.C., TURNER N., 1970.

Anatomie				
• Diamètre des vaisseaux				
— bois de printemps	150	270	350 µm	
— bois d'été	30	70	140 µm	
— %, cernes étroits	24	39	44	
cernes larges	4	8	13	
• Rayons ligneux				
— largeur	500 à 1 000 mm			(15 à 35 cellules, gros rayons)
	8	15	25 µm	(1 cellule, petits rayons)
— hauteur	6	8	25 mm	(+ de 100 cellul. gros rayons)
	80	60	240 µm	(2 à 25 cellules, petits rayons)
— % total	15 à 23			
• Parenchyme longitudinal				
— %	3	5	8	
• Fibres				
— %	40 à 63			
Propriétés physiques				
• Densité à 12 % d'humidité	0,40	0,70	0,90	
• Retrait volumique total	13	14	16	
Propriétés mécaniques				
• Résistance en :				
— compression axiale	540	610	670 daN/cm²	
— traction axiale	500	900	1 800 daN/cm²	
— flexion statique	740	880	1 050 daN/cm²	
• Module d'élasticité apparent en flexion statique	100 000	117 000	132 000 daN/cm²	
• Résilience	1	6	16 J/cm²	

Aptitude au cintrage

à la vapeur, barreau de section carrée de 25,4 mm d'arête :

- rayon de courbure minimum, libre : 330 mm,
- rayon de courbure minimum, avec frette : 50 mm, ce qui les place parmi les essences supportant très bien le cintrage, comme le chêne blanc américain, l'érable, le hêtre et le frêne.

Les valeurs soulignées sont encadrées par des valeurs extrêmes observées.

TABLEAU III

Moyennes et variations des proportions des divers types de tissus du chêne rouge U.S.A.

		MISSOURI	CAROLINE N	VIRGINIE	INDIANA	NEW YORK	MICHIGAN	WISCONSIN	ENSEMBLE
				Pourcentage de vaisseaux					
Moyenne	%	22,7	18,8	16,6	20,1	19,8	19,8	19,0	19,5
Extrêmes individuels	%	5,7 - 56,0	6,1 - 40,2	5,1 - 46,2	6,1 - 50,3	6,2 - 39,5	7,9 - 39,2	6,4 - 43,5	5,1 - 56,0
Coefficient de variation	%	29	32	32	32	26	26	27	30
				Pourcentage des fibres					
Moyenne	%	35,7	47,4	44,7	41,7	40,7	40,1	40,0	41,3
Extrêmes individuels	%	14,6 - 56,0	20,0 - 65,5	19,5 - 63,9	10,6 - 66,7	19,2 - 61,9	18,4 - 66,7	13,0 - 62,2	10,6 - 66,7
Coefficient de variation	%	23	14	19	19	16	18	20	20
				Pourcentage de parenchyme axial					
Moyenne	%	25,1	18,0	23,1	23,2	23,9	24,0	24,6	23,4
Extrêmes individuels	%	11,3 - 43,5	8,5 - 30,9	11,8 - 38,5	12,6 - 38,1	14,0 - 39,3	12,4 - 40,1	13,2 - 40,3	8,5 - 43,5
Coefficient de variation	%	21	18	21	19	16	19	21	22
				Pourcentage de rayons					
Moyenne	%	16,6	15,9	15,1	15,3	15,6	16,2	16,6	15,9
Extrêmes individuels	%	5,6 - 28,3	4,2 - 25,1	6,4 - 26,9	7,2 - 27,8	6,9 - 26,2	6,4 - 29,7	7,3 - 28,1	4,1 - 29,7
Coefficient de variation	%	26	18	25	22	20	18	17	22
				Longueur des éléments de vaisseaux					
Moyenne	mm	0,41	0,45	0,45	0,44	0,47	0,47	0,51	0,45
Extrêmes individuels	mm	0,127 - 0,816	0,143 - 0,762	0,159 - 0,842	0,195 - 0,730	0,143 - 0,862	0,192 - 0,883	0,198 - 0,835	0,127 - 0,883
Coefficient de variation	%	29	29	27	26	29	28	26	29
				Longueur des fibres					
Moyenne	mm	1,34	1,40	1,37	1,31	1,30	1,34	1,41	1,35
Extrêmes individuels	mm	0,41 - 2,46	0,49 - 2,35	0,62 - 2,33	0,54 - 2,40	0,55 - 2,08	0,65 - 2,47	0,78 - 2,58	0,41 - 2,58
Coefficient de variation	%	29	27	26	27	24	25	22	27

D'après MAEGLIN R.R., *Natural variation of tissue proportions and vessel and fiber lenght in mature Northern Red Oak,* Silvae genetica 1976, 25, n° 3/4, pages 122 à 126.

PROPRIÉTÉS DU BOIS DES CHÊNES PÉDONCULÉS ET ROUVRES

I. — ORDRE DE GRANDEUR DE QUELQUES CARACTÉRISTIQUES.

· Le tableau II regroupe des indications sur des propriétés anatomiques, physiques et mécaniques que l'on peut tenir pour caractéristiques du bois de chêne, qu'il provienne de rouvre ou de pédonculé.

Peut-être des études systématiques plus nombreuses faites sur chacune des deux espèces permettraient de mettre en évidence des différences dans leurs propriétés, comme le suggèrent les résultats obtenus sur des chênes rouvres, pédonculés et de types intermédiaires ayant crû dans les mêmes parcelles de la forêt de Morimond (DERET-VARCIN E., 1983). Malheureusement de telles recherches comparatives sont encore trop rares pour que l'on puisse donner beaucoup de renseignements précis à ce sujet et présenter, par exemple, un tableau pour le chêne pédonculé et un autre pour le chêne rouvre.

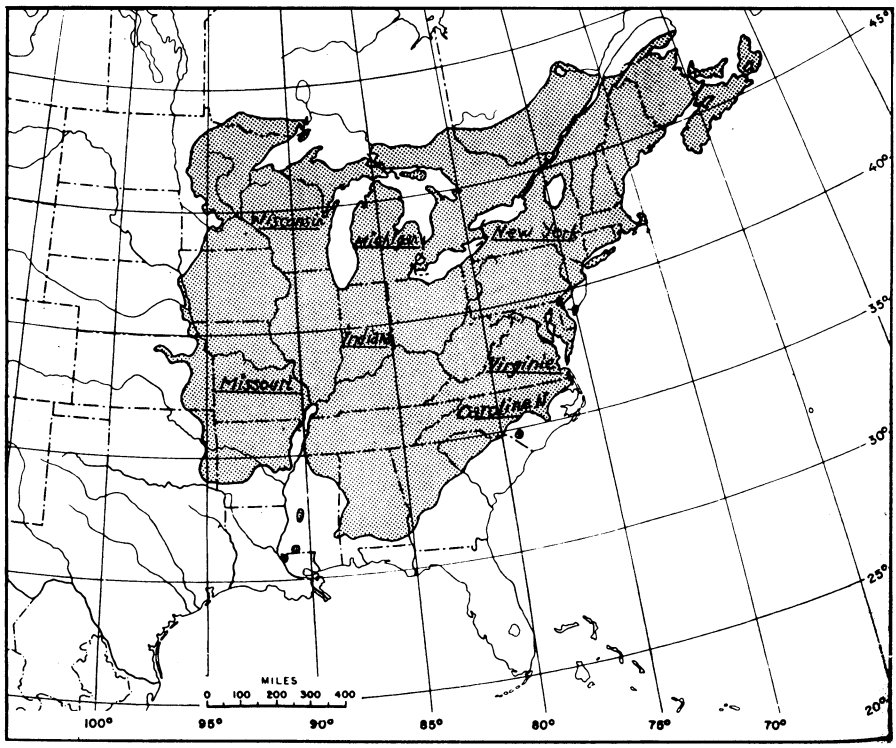


Fig. 11. — Aire du chêne rouge d'Amérique (*Q. rubra*) (d'après U.S.D.A. Forest Service, 1971).

II. — LA VARIABILITÉ DES PRORIÉTÉS DU BOIS DE CHÊNES.

Le tableau II ainsi que le III relatif au chêne rouge d'Amérique (dont l'aire est représentée figure 11), montrent à quel point la variabilité des propriétés des bois de

chênes peut être importante. C'est d'ailleurs le cas pour la plupart des espèces ligneuses qu'elles soient résineuses ou feuillues.

Cette variabilité est due à plusieurs causes, examinons-en deux parmi les plus importantes, dans le cas des chênes.

a) *Variabilité d'origine génétique.*

Là où les espèces ont pu être comparées (BECKER, 1979 ; DERET-VARCIN, op. cit.) des différences entre elles ont été mises en évidence, par exemple une densité du bois et une rétractabilité plus faible chez le chêne pédonculé et les formes intermédiaires que chez le chêne rouvre poussant dans des conditions identiques, même massif forestier, ou même parcelle, même sylviculture.

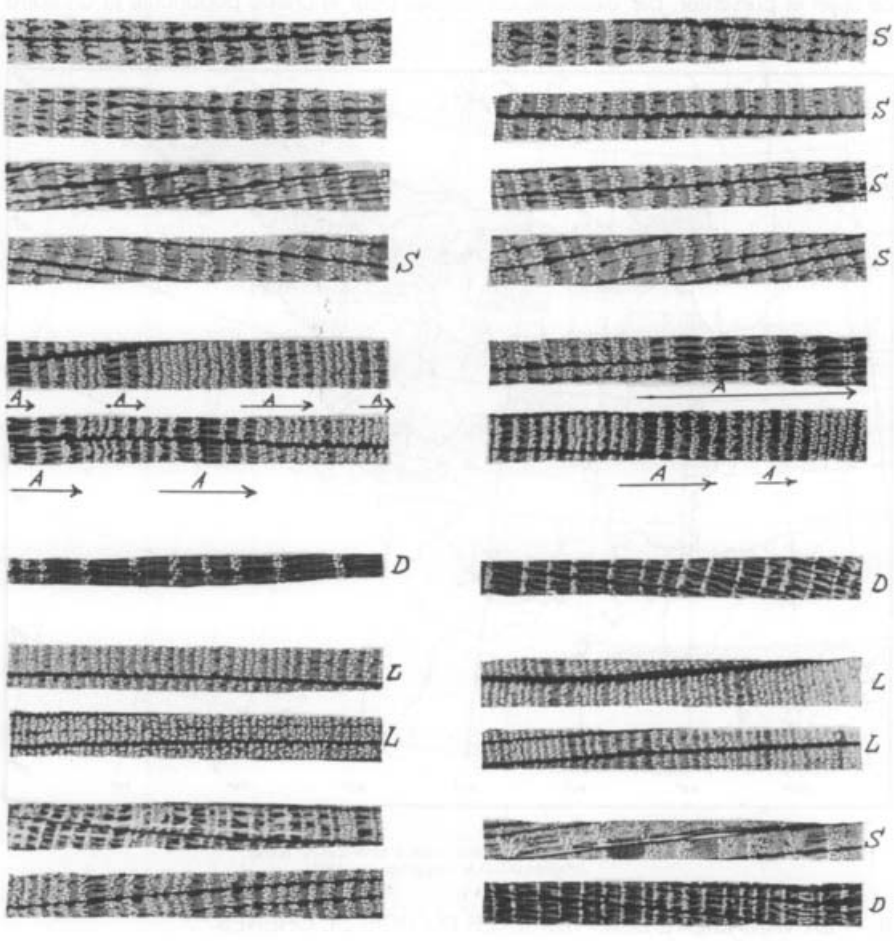


Fig. 12. — Positifs de radiographies de coupes transversales de chêne.
Station de recherches sur la qualité des bois, I.N.R.A. - C.R.F.

Des observations très nombreuses faites sur des échantillons d'une même espèce montrent que les proportions d'éléments cellulaires peuvent être fort différentes d'un arbre à l'autre, toujours dans les mêmes conditions de milieu et de traitement forestier, en particulier à vitesse de croissance identique : les différences peuvent jouer, par exemple, sur le nombre de lignes de gros vaisseaux dans le bois de printemps, l'importance des plages de petits vaisseaux et de fibres de bois final, le nombre et la taille des gros rayons ligneux, le diamètre des vaisseaux...

La figure 12 regroupant des images radiologiques d'échantillons de chênes tous différents (coupes transversales) illustre ces constatations : il est très fréquent que les chênes poussant rapidement élaborent du bois dense et dur, apparaissant en noir sur la figure, (échantillons marqués d'un D) mais il est possible d'en trouver dans les mêmes conditions d'autres, qui avec la même vitesse de croissance, forment du bois tendre, apparaissant en gris clair sur la figure (échantillons marqués d'un S).

Certains chênes n'ont qu'une ligne de gros vaisseaux au début de chaque accroissement annuel, d'autres en ont deux, ou trois, etc.

b) *Variabilité due au traitement.*

On a observé depuis longtemps que, lorsque le chêne accélère sa croissance, il le fait par son bois d'été, c'est-à-dire par une zone de l'accroissement annuel contenant le plus de fibres.

Dans la plupart des cas (disons 97 p. 100 pour fixer les idées), ceci se traduit par une augmentation de la densité du bois, de sa dureté, et une coloration plus foncée : le phénomène est net sur les parties d'échantillons marquées d'un A sur la figure 12 et nous l'avons schématisé sur la figure 13. Le bois ainsi formé n'a plus les même propriétés que le bois élaboré lors d'une phase de croissance plus lente. La figure 14 traduit en chiffres de densité cette tendance (POLGE et KELLER, 1973).

Le sylviculteur doit donc veiller à maintenir une vitesse de croissance régulière, pas trop élevée pour produire le chêne de qualité actuellement recherché pour l'ébénisterie et le tranchage : bois homogène clair, pas trop dense, à faible retrait (c'est tout le contraire de ce que l'on cherchait à produire il y a deux siècles, alors que le chêne était recherché pour ses propriétés mécaniques élevées utiles dans la construction des charpentes ou des vaisseaux de guerre : on recherchait les chênes à croissance rapide, de couleur sombre, donc avec peu de vaisseaux conducteurs de sève et beaucoup de fibres). La sylviculture actuelle du chêne est donc prudente, les éclaircies ne doivent pas être excessives, mais elles doivent être fréquentes et régulières.

Lorsque la croissance est très lente, la proportion de gros vaisseaux est très élevée, et celles des fibres, faible : le bois est clair et très tendre (échantillons marqués d'un L sur la figure 12).

Certains chênes, ceux qui correspondent aux 3 p. 100 des cas restants, peuvent pousser rapidement et produire du bois tendre. Cette particularité, manifestation pro-

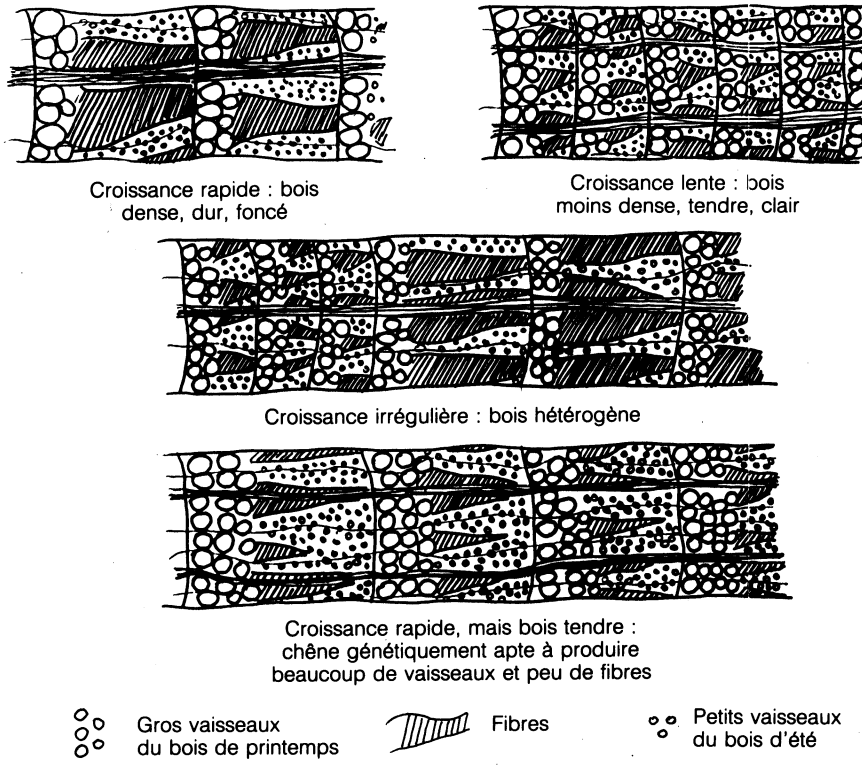


Fig. 13. — Chênes rouvres et pédonculés en vitesse d'accroissement

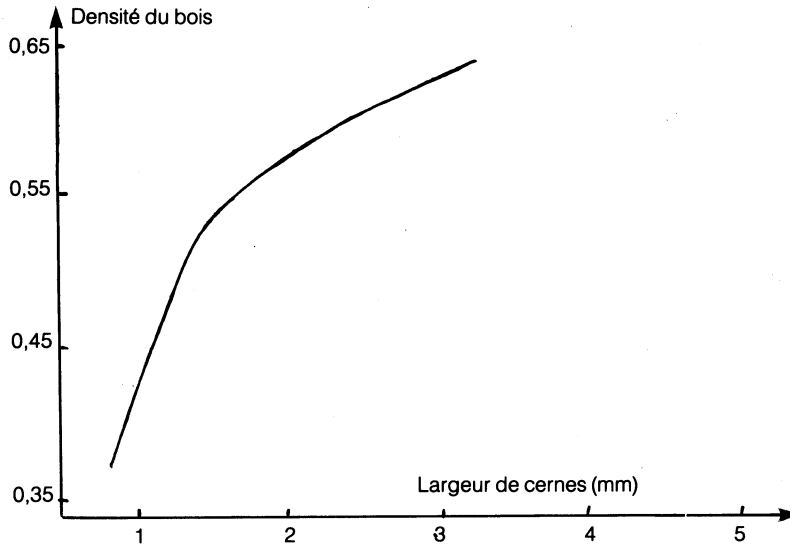


Fig. 14. — Effet d'une accélération de la croissance sur la densité du bois de chêne (d'après POLGE H., KELLER R., 1973).

bable d'une potentialité génétique, est à l'origine de tentatives récentes de sélection de clones de chênes, à croissance rapide mais à bois clair et tendre. Les chênes présentant cette particularité sont marqués d'un S sur la figure 12.

c) *Remarque.*

Faute de renseignements disponibles, l'aspect des propriétés chimiques n'a pas été abordé ici. Il est très probable que la variabilité entre les espèces ou à l'intérieur d'une espèce est aussi importante que pour les autres propriétés du bois ; ce domaine mériterait lui aussi d'être l'objet de recherches systématiques.

UTILISATION DU CHÊNE POUR LA FABRICATION DE MERRAINS

Il semble bien que les chênes utilisés pour les merrains destinés à la fabrication des douelles des tonneaux pour les vins et alcools appartiennent tous à la section Lepidobalanus dans laquelle on trouve entre autres comme on l'a vu :

Quercus petraea : le chêne rouvre,
Q. robur : le chêne pédonculé,
Q. alba (et certaines espèces proches) : le chêne blanc d'Amérique,
Q. mirbeckii : le chêne zeen d'Afrique du Nord,
cités dans la littérature comme convenant à ce type d'utilisation.

En fait, seuls *Quercus petraea* et *Q. robur* semblent donner les merrains, de loin les plus appréciés, grâce à leur rôle dans les échanges entre le bois et le vin ou l'alcool.

I. — LES AVANTAGES DU BOIS DE CHÊNES PÉDONCULÉS ET ROUVRES.

Le bois de ces chênes :

— a de bonnes propriétés mécaniques, indispensables à la résistance des tonneaux,

— est facile à débiter par fendage, mode de débit traditionnel du merrain, beaucoup plus solide que du bois scié, sous une épaisseur relativement faible,

— est facile à courber, cintrage pour donner le « bouge »,

— confère une bonne isolation thermique,

— présente une légère porosité favorable aux oxydations et phénomènes physico-chimiques intervenant dans l'élevage des vins, mais insuffisante pour laisser échapper les liquides (importance des thylles),

— confère aux liquides une coloration et des arômes particuliers.

II. — CARACTÉRISTIQUES DES CHÊNES UTILISÉS POUR LA FABRICATION DES MERRAINS.

Le merrandier utilise des bois de droit fil, provenant de grumes dont le diamètre au fin bout est d'au-moins 35 cm, dont la qualité est celle de l'ébénisterie ou du tranchage

mais ne nécessitant pas forcément, au contraire, de ces deux utilisations, des longueurs importantes.

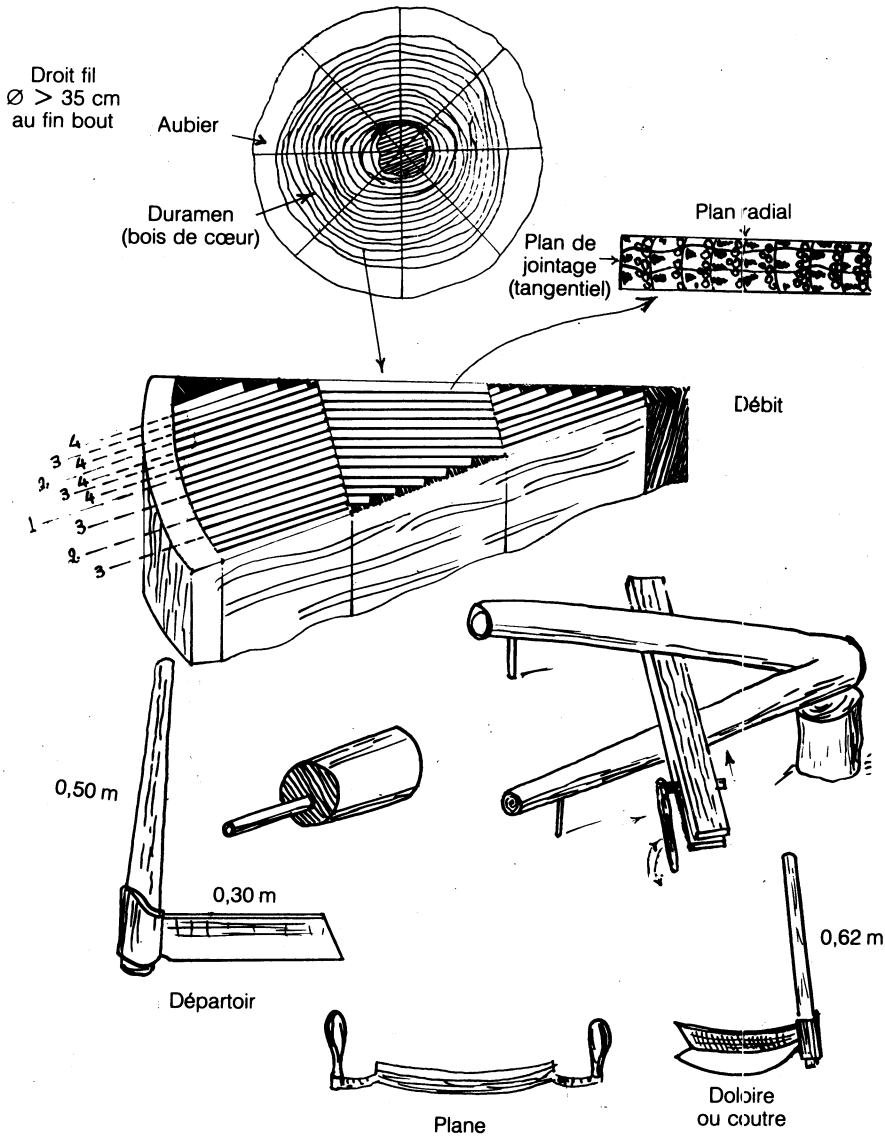


Fig. 15. — Le débit traditionnel des merrains
(d'après GALLOT M., GAST M., 1878).

La technique de débit par fendage, rappelée figure 15, permet en outre d'utiliser des grumes qu'un défaut important rend impropre au sciage pour l'ébénisterie ou au

débit par tranchage. En quelque sorte, la qualité exigée pour le merrain est celle de l'ébénisterie ou du tranchage (figure 16) mais sur de petites longueurs et, éventuellement, entre des défauts tels que des nœuds ou à côté de gélivures, de roulures et même de pourritures localisées au cœur.

Seul le bois de cœur est utilisé (propriétés chimiques du duramen, étanchéité due aux thylles) ; le bois est fendu selon des plans radiaux ou voisins de plans radiaux c'est-à-dire que les faces de jointage sont parallèles aux limites de cernes (tangentielles) et que les faces intérieures et extérieures des douelles sont radiales et présentent les plages brillantes des maillures (figure 15).

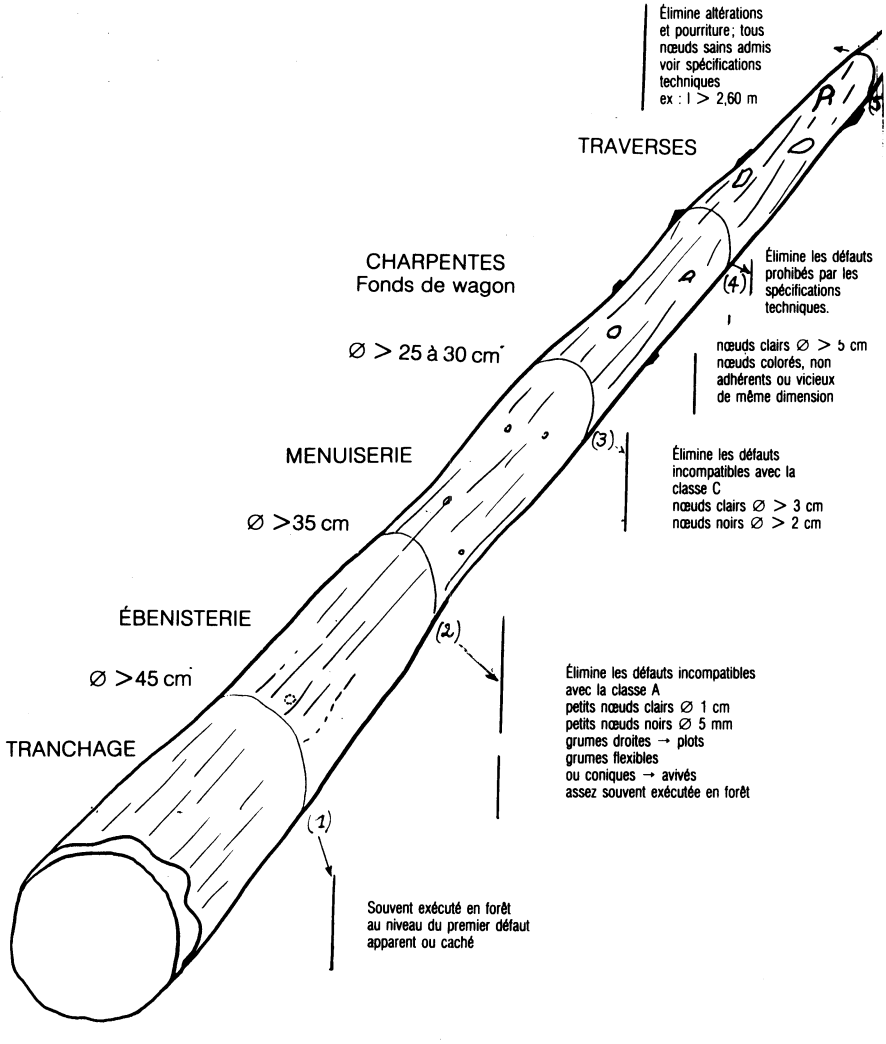


Fig. 16. — Quelques principes de la découpe du chêne (d'après VERNET J., 1962).

TABLEAU IV

Production française de merrains
(en 1981)

18 000 m³ environ dont :	
Aquitaine	5 600 m³
Rhône-Alpes	3 300 m³
Poitou-Charentes	2 400 m³
Bourgogne	1 700 m³
Limousin	1 600 m³
Allier	600 m³

(d'après *Informations Bois*, n° 53, juillet 1984).

III. — REMARQUES.

• Si l'on note les forêts d'origine des chênes utilisés pour la fabrication des merrains, déjà citées au siècle dernier (GALLOT et GAST, 1878), on constate qu'aussi bien le chêne rouvre que le chêne pédonculé sont utilisés (voir annexe 1); dans bien des cas et pour des raisons exposées ci-dessus les deux espèces et leurs intermédiaires sont utilisées indistinctement et en mélange.

• Pour compléter son approvisionnement, la France importait jadis du chêne d'Autriche, Hongrie (plaines voisines du Danube), Yougoslavie (Dalmatie, Bosnie, Serbie, Slavonie), Russie : il s'agissait là plus probablement de chêne pédonculé. Du chêne a même été importé d'Amérique du Nord, probablement du chêne blanc (*Quercus alba*), très voisin de nos chênes rouvres et pédonculés (voir son aire figure 17).

A ce propos, il était généralement signalé que les merrains venant d'Autriche ou de Bosnie étaient « très chargés en tannins », avaient une couleur rouge, un grain grossier, de gros vaisseaux et des substances solubles nuisant à la qualité du vin. De même, les merrains de Russie « conviendraient aux vins très ordinaires » et les merrains d'Amérique leur « donneraient un goût détestable » (MATHEY, 1908).

• Aujourd'hui, environ 18 000 à 19 000 m³ de chênes français sont utilisés pour les merrains (Informations Bois, 1984), dont peut-être la moitié seulement obtenue par fendage, ce qui correspond à environ 40 000 m³ de grumes, compte-tenu des pertes importantes au débit (tableau IV).

Ce volume ne représente qu'un faible pourcentage du volume de chêne exploité et débité annuellement en France (tableaux V, VI et VII), une relance éventuelle de cette activité étant d'ailleurs tout-à-fait envisageable à partir de la ressource française en chênes de qualité.

TABLEAU V

Production de la branche "exploitation forestière" par catégories de produits - Bois commercialisés - Année 1984.

U = 1 000 m³ (r)

Bois d'œuvre	
Feuillus	
Chêne	3 032
Hêtre	1 869
Noyer	27
Frêne, merisier, érable	213
Peuplier	1 729
Autres feuillus	766
	7 636
Conifères	
Sapin, épicéa	5 203
Douglas, mélèze	180
Pin maritime	3 830
Pin sylvestre	1 559
Autres conifères	230
	11 002
TOTAL bois d'œuvre	18 638
Bois d'industries : trituration	
Feuillus	
Hêtre, charme et autres feuillus durs	4 015
Feuillus tendres	1 161
	5 176
Conifères	
Sapin, épicéa	755
Douglas, mélèze	98
Pin maritime	2 250
Autres conifères	1 041
	4 144
TOTAL trituration	9 320
Autres bois d'industrie	
Bois de mine	
Feuillus	48
Conifères	191
	239
Bois ronds divers	
Feuillus	233
Conifères	49
	282
Poteaux, conifères	95
Total, autres bois d'industrie	616
TOTAL, bois d'industrie	9 936
dont feuillus	5 457
conifères	4 479
Bois de feu, non autoconsommé	1 532
Bois rond, pour carbonisation	127
TOTAL GENERAL	30 233

D'après Résultats statistiques, chiffres provisoires 1984, Direction des forêts, Sous-direction des Affaires économiques et du Financement, Bureau de la Politique industrielle.

TABLEAU VI

Production de grumes d'œuvre en m³ (r)
pour l'année 1984.

FEUILLUS		
Chêne :		
• qualité placages	77 700	
• qualité sciages	2 954 100	
	3 031 800	
Hêtre :		
• qualité placages	106 600	
• qualité sciages	1 762 600	
	1 869 200	
Noyer	27 300	
Frêne, merisier, érable :		
• qualité placages	29 300	
• qualité sciages	184 000	
	213 300	
Peuplier :		
• qualité placages	558 600	
• qualité sciages	1 170 200	
	1 728 800	
Autres feuilles	766 100	
TOTAL	7 636 500	
CONIFERES		
Sapin, épicéa	5 203 000	
Douglas, mélèze	179 700	
Pin maritime :		
• qualité placages	263 000	3 830 200
• qualité sciages	3 567 200	
Pin sylvestre	1 559 200	
Autres conifères	229 900	
TOTAL	11 002 000	
TOTAL FEUILLUS + CONIFERES	18 638 500	
soit, 41,0 % en feuillus		
59,0 % en conifères		

TABLEAU VII

Répartition des volumes de sciages produits dans les scieries françaises en m³ (s) pour l'année 1984.

Sciages		Bois sous rail	Merrains (sciés ou fendus)
FEUILLUS			
Chêne plots ..... 368 300 avivés 686 400	1 054 700	Traverses 101 200	19 600
Hêtre plots ..... 348 700 avivés 383 400	732 100	Traverses ..... 37 700 (hêtre et divers)	
Noyer	15 800	Appareil de voie 46 400 (chêne et hêtre)	
Frêne, merisier, érable	67 000		
Peuplier	534 100		
Autres feuillus (dont châtaigniers)	358 100		
	2 761 800		
CONIFERES			
Sapin, épicéa	3 044 900		
Douglas, mélèze	84 200		
'Pin maritime	1 535 800		
Pin sylvestre	824 100		
Autres conifères	128 400		
	5 617 400		
TOTAL : (essences tempérées)	8 379 200	185 300	19 600
TOTAL, essences tempérées ..... Auquel s'ajoutent 511 000 m³ de bois tropicaux		8 584 100	
TOTAL GENERAL ..... soit : 32,6 % en feuillus tempérés 61,8 % en conifères tempérés 5,6 % en feuillus tropicaux		9 095 100	

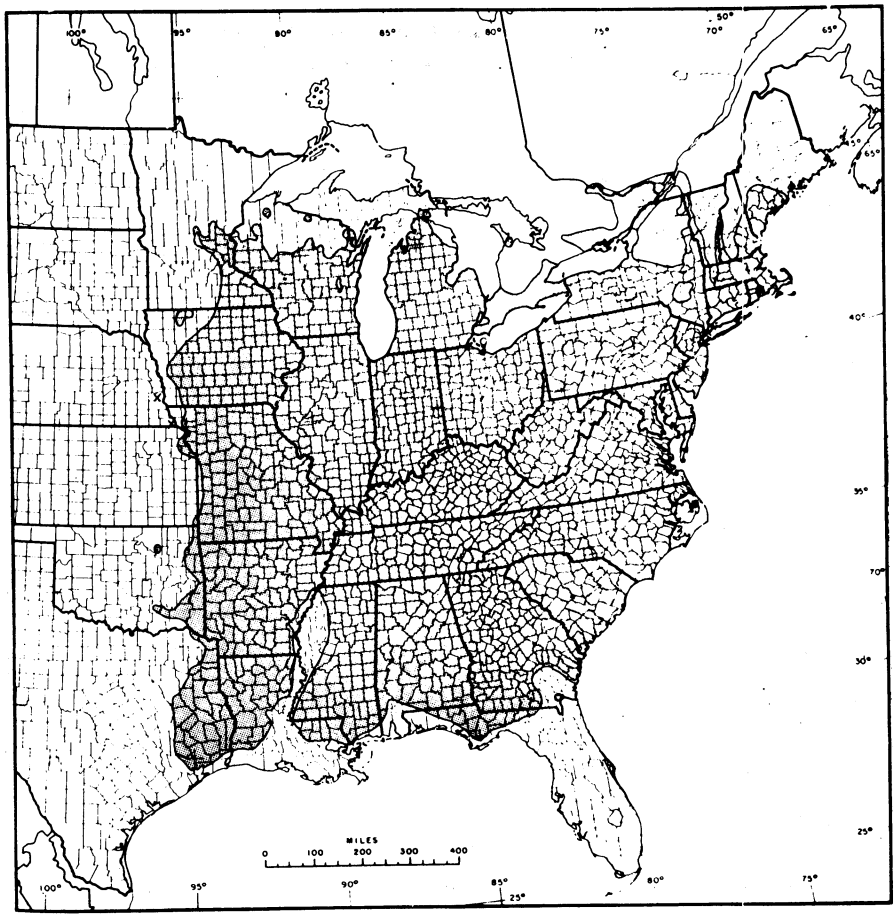


Fig. 17. — Aire du chêne blanc d'Amérique (*Quercus alba*)
(d'après U.S.D.A. Forest Service, 1971).

CONCLUSION

Parmi les très nombreuses espèces de chênes existant dans le monde, seules quelques-unes, pratiquement deux, le chêne pédonculé et le chêne rouvre, sont appréciées pour produire du merrain destiné à la tonnellerie pour les vins et alcools.

La variabilité entre les deux espèces ou à l'intérieur de chacune d'elles, manifeste en ce qui concerne les aspects anatomiques, physiques et mécaniques, doit exister également pour les propriétés chimiques, peu étudiées jusqu'à présent.

Cette variabilité, d'origine génétique ou résultant du traitement sylvicole et des intéractions avec le milieu, doit apparaître au travers des propriétés différentes de telle ou telle provenance de chêne vis-à-vis de l'élevage et du vieillissement des vins et alcools.

Le chêne blanc d'Amérique et quelques espèces voisines susceptibles d'être utilisées en tonnellerie ne semblent pas, jusqu'à maintenant, avoir été l'objet de recherches très poussées dans ce domaine.

Des recherches systématiques sur les liaisons entre les qualités requises par le chêne destiné à la tonnellerie et les conditions de sa production (sols, sylviculture, génétique) seraient certainement très intéressantes à développer.

RÉSUMÉ

Il existe de nombreuses espèces de chênes dans le monde : quelques-unes d'entre elles sont présentes en France où deux ont une importance forestière considérable.

Les propriétés du bois dépendent de l'espèce et des conditions de milieu dans lesquelles se développent les arbres. La sylviculture joue un rôle important sur la qualité du bois produit et donc sur ses utilisations. Certaines propriétés correspondent plus particulièrement à certains emplois, que ce soient des propriétés physiques, physicochimiques, chimiques, biologiques, anatomiques. L'ensemble de ces propriétés présente une variabilité souvent importante, comme c'est d'ailleurs le cas pour toutes les espèces ligneuses. Certaines de ces propriétés sont évoquées pour illustrer les questions liées à l'aptitude à l'emploi de certaines espèces de chênes, notamment en matière de tonnelerie.

SUMMARY

Here is a lot of species of oaks in the world : some species are present in France, where two have a considerable forest importance.

The wood properties of the oaks depend on the species and on the environmental conditions in which the trees grow. The sylviculture plays an important part on the wood quality and then on the uses of the wood. Some properties suit more particularly to some uses : physical, chemical, biological, anatomical properties. All these properties often have an important variability : it is besides the case for all the species of trees. Some of these properties are called up in order to illustrate the questions related to the capacity of some oaks species to a given use, specially for the cooperage.

ZUSAMMENFASSUNG

Zalhreick Eichenarten sind in der Welt vorhanden. Von den einheimischen französichen Arten sind zwei besonders wichtig was den Waldbau angeht.

Die Eigenschaften des Eichenholzes hängen von der Baumart ab, sowie von den Umwelts bedingungen. Der Waldbau hat eine besondere Wirkung auf die Holzqualität und daher auf die Holzbenutzung. Gewisse Eigenschaften entsprechen besonderen Anwendungen, es seien physische, chemische, biologische, anatomische Eigenschaften. Sämtliche Eigenschaften erweisen sich als veränderlich, wie übrigens bei allen Holzarten. Einige von diesen Eigenschaften werden angeführt um das Problen der Eignung gewisser Eichernarten zu illustrieren, und zwar im Gebiet der Böttchérei.

RESUMEN

En el mundo existen numerosas especies de robles : algunas se encuentran presentes en Francia entre las cuales dos de ellas tienen una importancia forestal considerable.

Las propiedades de la madera dependen de la especie y de las condiciones del medio donde se desarrollarón los árboles. La silvicultura juega un papel importante sobre la calidad de la madera y por lo tanto sus utilizaciones. Ciertas propiedades corresponden en particular a ciertos empleos, bien sean propiedades físicas, fisicoquímicas, quimícas, biológicas, anatómicas. El conjunto de estas propiedades presenta a menudo una variabilidad importante, como de paso occure en todas las especies leñosas. Algunas de estas propiedades son evocadas para ilustrar las cuestiones ligadas a la capacidad de empleo de ciertas especies de robles, principalmente en materia de toneleria.

RIASSUNTO

Esistono numerose specie di quercia nel mondo : alcuni tra loro sono presenti in Francia e due hano un'importanza forestale considerevole.

Le proprietà del legno dipendono dalla specie e da condizioni dell'ambiente nelle quali si sviluppano gli alberi. La sivilcoltura ha un ruolo importante sulla qualità del legno prodotto e dunque sulle sue utilizzazioni. Certe proprietà fisiche, fisicochimiche, biologiche, anatomiche corrispondono più particolarmente a certi impieghi. L'insieme di queste proprietà presente una variabilità spesso importante come per tutte le specie legnose. Parliamo di certe di queste proprietà per spiegare le questioni legate alla capacità per l'impiego di certe specie di quercia, particolarmente per il lavoro del bottaio.

ANNEXE 1

Quelques forêts domaniales et communales productrices de merrains à la fin du 19e siècle.

(d'après GALLOT M. et GAST M., 1878)

Merrain de Champagne		
Ardennes :	VOUZIERS	
Marne :	Forêts d'Argonne	P et R
Meuse :	BAR-LE-DUC, MONTMEDY, VERDUN, Forêts d'Argonne : LISLE, BEAULIEU, LACHALADE	P et R
Merrain de Bourgogne		
Côte d'Or :	CITEAUX	P, parfois R
	BORNE	P et R
	Forêts du Châtillonnais	P et R
Yonne :	AUXERRE, AVALLON	
Saône-et-Loire :	AUTUN, MACON	
Jura :	CHAUX et POLIGNY	P et R
Haute-Saône :	GRAY, VESOUL, LUXUEIL	
Aube :	CUNFIN, CHAMPIGNOL, BAR-SUR-SEINE, OTHE	R
Vosges :	DARNEY	P et R
Merrain de la Loire		
Cher :	VIERZON	P et R
Indre :	CHATEAUROUX	R
Loir-et-Cher :	BLOIS	R
	BOULOGNE, RUSSY	P et R
Indre-et-Loire :	LOCHES	R
Allier :	TRONCAIS, SOULONGIS	R, parfois P
	BAGNOLET	R
	MOLADIER, MONTPENSIER, GROBOIS	P et R
Merrain nantais		
Loire-Atlantique :	GAVRE	P et R probablement
Maine-et-Loire :	LA CHANDELAIS	P et R probablement
Merrain des Charentes		
Orne :	BELLEME, RENO-VALDIEU	R
Sarthe :	BERCE	R
Cher :	VIERZON, ALLOGNY	P et R
	CHOEURS	R
Allier :	TRONCAIS	R, parfois P
Deux-Sèvres :	AULNAY, CHIZE	

Types de chênes : P = pédonculé ; R = rouvre.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BECKER M., LEVY G., 1982. Le dépérissement du chêne en forêt de Tronçais. Les causes écologiques. Annales des Sciences Forestières, **39,** n° 4, p. 439 à 444.

CAHIERS DE L'UNIVERSITÉ PARIS-SUD (XI). La forêt, l'arbre, le bois, n° 2, octobre 1980, 2e édition, mai 1981, 305 p.

CAMUS A. Les chênes. Monographie du gente Quercus. Paul Lechevalier, Éditeur, Paris. T. 1, 1936-1938, 686 p. ; t. 2, 1938-1939, 830 p. ; t. 3, 1e et 2e parties, 1952-1954, 1314 p.

C.T.B. INFO. Le cintrage des bois massifs. N° 1, juillet 1985, 26-27.

CORE H.A., COTE W.A. et DAY A.C., 1979. Wood, structure and identification. Second edition, 182 p. SYracuse wood science series, 6, Wilfrid A. Côté, Editor, Syracuse University Press.

COUSENS, J.E., 1965. The status of the pedunculate and sessile oak in Britain. *Watsonia,* n° 6, 161-176.

DERET-VARCIN Éliane, 1983. Étude comparative de la qualité du bois de trois types de chênes (rouvres, pédonculés et intermédiaires en forêt de Morimond). Annales des Sciences forestières, **40,** n° 4, 373-398.

FLETCHER J., 1978. Dating the geographical migration of Quercus petraea and Quercus robur in holocene times. Tree-ring Bulletin, vol. 38, 45-47.

GALLOT M. et GAST M., 1878. Notice sur le débit et les emplois du chêne rouvre et pédonculé. Exposition universelle de 1878. Administration des forêts. Imprimerie Nationale, 203 p., Paris.

HUBER B., HOLDHEIDE W. et RAACK K., 1941. Zur Frage der Unterscheidbarkeit des Holzes von Stiel- und Traubeneiche. Holz als Roh- und Werkstoff, n° 4, 373-380.

INFORMATIONS BOIS, 1984. Tonnellerie : le bois bonificateur, n° 53, juillet 1984, 15-19.

JACAMON M., 1984. Guide de dendrologie. Tome II, feuillus, 256 p., E.N.G.R.E.F. Nancy.

JACQUIOT C., TRENARD Y. et DIROL D., 1973. Atlas d'anatomie des bois des Angiospermes. T. 1, 175 p. Centre Technique du Bois, Paris.

KOLOSŹAR J., 1987. Die slawonische Eiche in Ungarn. Der Forst- und Holzwirt, n° 11, 293-296.

MATHEY A., 1908. Traité d'exploitation commerciale des bois. Tome 2, Lucien Laveur Éditeur, Paris, 835 p.

PARDE L., 1943. Les feuillus. La Maison Rustique, Paris, 384 p.

PLAISSANCE G., 1961. Guide des forêts de France. La Nef de Paris Éditions, Paris 411 p. + annexes A, B, C, D.

POLGE H., 1973. Qualité du bois et largeur d'accroissements en forêt de Tronçais. Revue forestière française, XXV, n° 5, 361-370.

POLGE H. et KELLER R., 1973. Qualité du bois et largeur d'accroissements en forêt de Tronçais. Annales des Sciences Forestières, **30,** n° 2, 91-125.

ROL L., 1962. Flore des arbres, arbustes et arbrisseaux. Tome 1, Plaines et collines. La Maison Rustique, Paris, 95 p.

SACHSSE H., 1984. Einheimische Nutzhölzer und ihre Bestimmung nach makrosko pischen Merkmalen. Pareys Studientexte 44, 160 p. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

STEVENS W.C. et TURNER N., 1970. Wood bending handbook. London : Her Majesty's Stationery Office, janvier, 109 p.

U.S.D.A. Forest Service, 1971. Atlas of U.S. trees. Vol. 1.

VENET J., 1954. Merrains et bois de fente. Cours E.N.E.F. Nancy, 8 p.

VENET J., 1962. Tournées relatives au chêne. Cours 'E.N.E.F. Nancy, novembre, 17 p.

WALKER F.S., 1978. Pedunculate ans sessile oaks : Species determination from differences in their wood. In "Dendrochronology in Europpe" edited by John Fletcher. British Archeolqgical Reports, series 51, 329-338.