

Propriétés technologiques du Chêne pubescent par comparaison avec d'autres Chênes

par *Stefano BERTI**

I - Introduction

Le Chêne pubescent est surtout une espèce méditerranéenne répandue au Sud de l'Europe, en particulier en Espagne et en Italie, et qui s'étend jusqu'en Crimée et en Asie Mineure. On peut aussi la rencontrer en Europe Occidentale et Centrale.

En Italie on la trouve sur toute la péninsule et sur le versant méridional des Alpes.

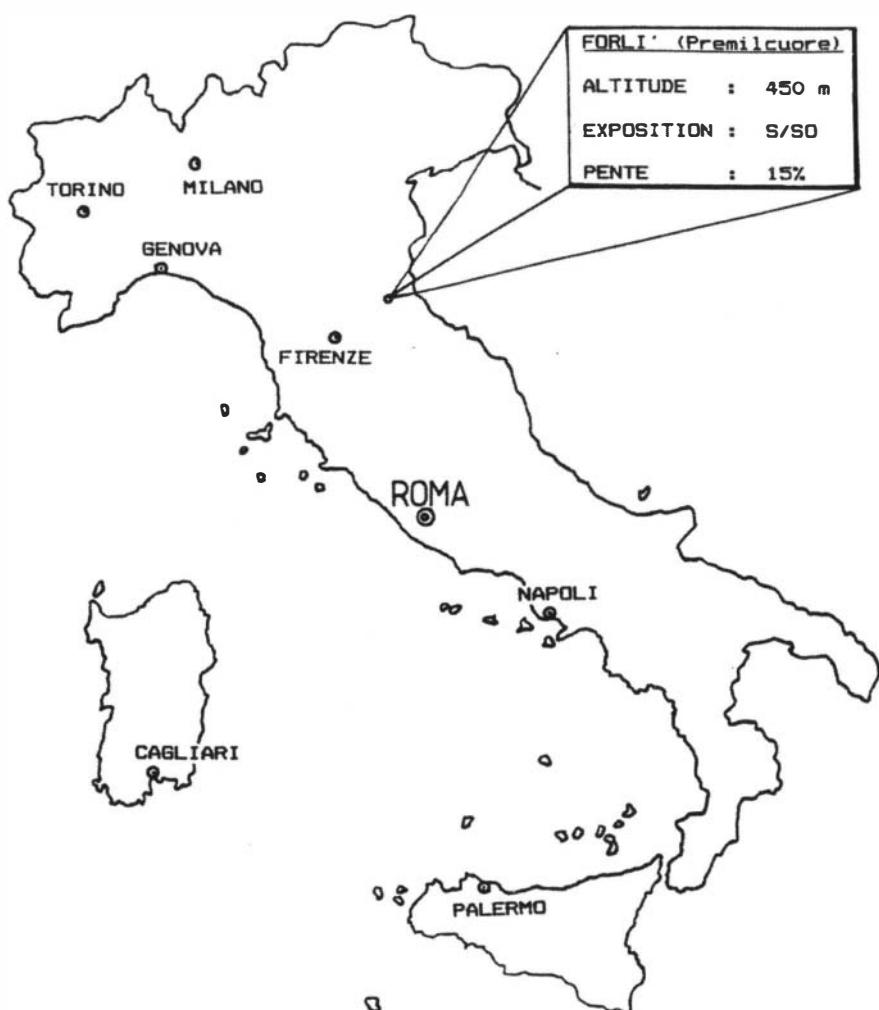
Or, face à une telle distribution, il manque une connaissance idoine des caractéristiques technologiques du bois de Chêne pubescent.

Cette étude vise à contribuer à la production d'indications pour une meilleure utilisation du bois de cette espèce ligneuse.

II - Méthodologie

Le matériel nécessaire à cette recherche a été prélevé sur dix arbres provenant de taillis situés dans les Apennins de l'Italie centrale (Cf. fig.1).

Les arbres prélevés étaient âgés en moyenne de 33 ans et avaient un dia-



* CNR/Istituto per la Ricerca sul Legno
Via Barazzuoli, 23. 50136 - Firenze - Italia

Fig. 1 : Localisation des taillis de Chêne pubescent étudiés

mètre moyen à 1,30 m de 12,8 cm et un fût d'une hauteur moyenne de 10,5 m.

Chaque arbre échantillon, une fois abattu et privé de ses branches, a été sectionné, à partir de la base, en rondins de 2 m de longueur.

Au cours de la même journée, les rondins ont été transportés en laboratoire où ont immédiatement commencé les déterminations pour lesquelles le bois vert était requis.

Ensuite, pour la détermination des caractéristiques physiques et énergétiques, une rondelle, d'environ 10 cm de hauteur, a été prélevée à la base de chaque rondin.

La part restante des rondins a été réservée aux déterminations des caractéristiques mécaniques. Contrairement aux autres, le rondin de base a également été sectionné à 1,30 m afin d'en extraire deux segments qui par la suite ont été étudiés indépendamment en suivant la même méthodologie que celle appliquée au reste du fût.

En ce qui concerne la détermination des caractéristiques physiques, on a découpé deux bandes diamétrales, orthogonales l'une à l'autre, orientées selon une direction constante en hau-

teur. Ces bandes ont donc été réduites en échantillons prismatiques, chacun d'eux étant repéré par un sigle qui en définissait la position radiale occupée dans le fût : zone externe jusqu'à 3 cm sous l'écorce, zone médiane jusqu'à 3 cm de la moelle, zone interne (Cf. fig.2).

Tous les échantillons ont ensuite été placés pour équilibration dans un milieu avec une humidité de l'air petit à petit décroissante, jusqu'à réalisation de l'état anhydre du bois; à chaque stade d'humidité les échantillons ont été pesés et mesurés.

Pour la détermination des caractéristiques mécaniques, les portions restantes des rondins ont été sectionnées en planches d'environ 80 cm de long et d'environ 4 cm d'épaisseur; après un séchage naturel sous abri d'une durée d'environ 90 jours, les planches ont été réduites à échantillons d'environ 2x2x30 cm et 3x3x60 cm.

Ces échantillons ont ensuite été placés en chambre conditionnée (température de 20+/-2°C et humidité relative de 65+/-5%) jusqu'à atteindre une humidité du bois proche de la normale (12 %) et donc soumis aux divers essais.

Enfin, en ce qui concerne le pouvoir calorifique supérieur il convient de préciser qu'un fût moyen a été localisé parmi les échantillons choisis; un échantillon de chaque rondin appartenant à ce fût moyen, prélevé dans la portion interne a été analysé. Une série complète de répétitions avec des échantillons homologues provenant des neufs arbres restants a donc été réalisée.

Ci-dessous on rapporte les grandeurs mesurées et les normes de référence :

- *Humidité* : UNI ISO 3130
- *Masse volumique* : UNI ISO 3131
- *Infradensité* : UNI ISO 3131
- *Retraits linéaires* : UNI ISO 4469
- *Contrainte de rupture à la compression axiale* : UNI ISO 3787
- *Contrainte de rupture à la flexion statique* : UNI ISO 3133
- *Module d'élasticité à la flexion statique* : UNI 3262
- *Dureté Chalais-Meudon* : NF B 51-013
- *Pouvoir calorifique supérieur* : UNI 9017.

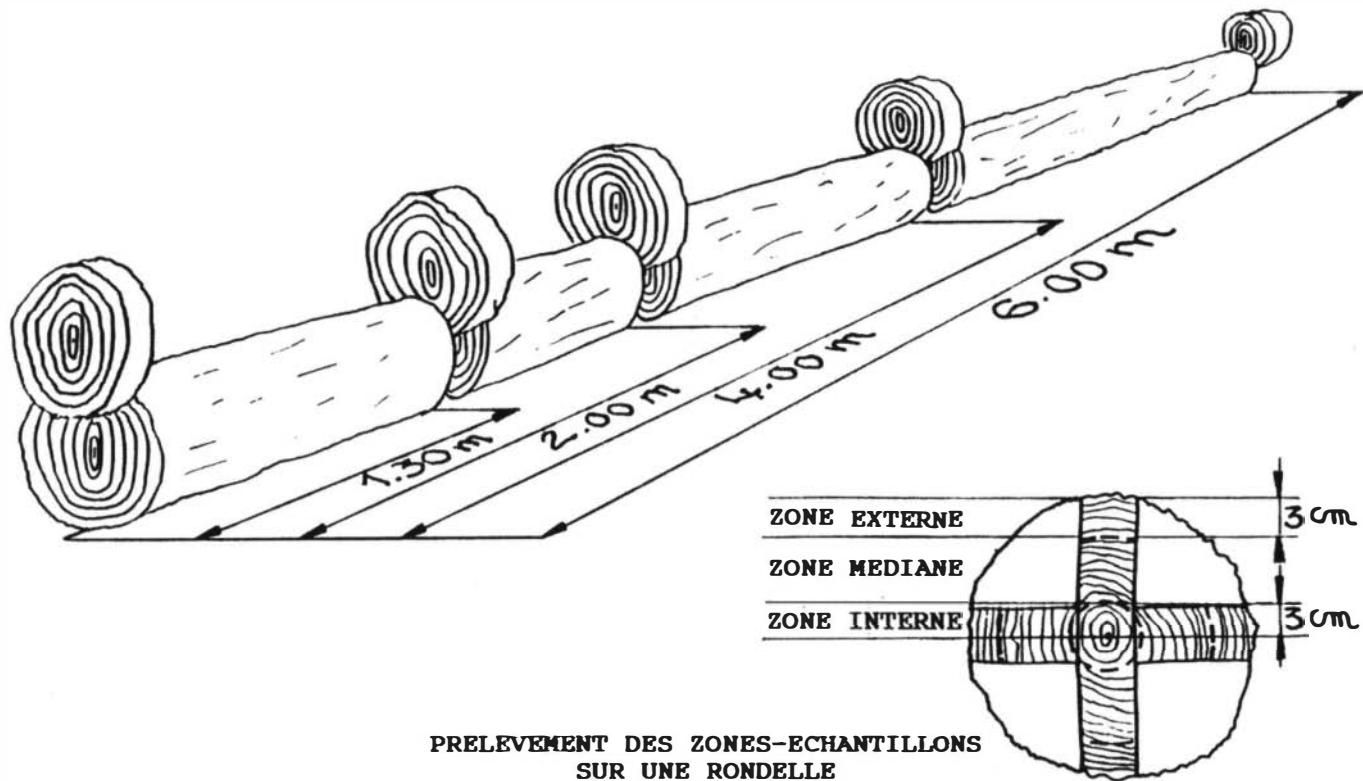


Fig. 2 : Méthodologie de prélèvement des échantillons pour les essais physiques (rondelles) et mécaniques (rondins)

III - Résultats

1 - Description du bois

Le bois parfait est très différent de l'aubier, d'un contour régulier, suivant les cernes d'accroissement.

La texture est forte, avec les grands vaisseaux du bois initial répartis de façon à former une zone poreuse et avec de grands rayons ligneux, bien visibles à l'oeil nu, permettant de déterminer dans les sections radiales la présence du bois maillé.

La couleur de l'aubier est jaune-blanchâtre, alors que le bois parfait est d'une couleur marron-rougeâtre qui fonce avec le temps.

En général le bois de Chêne pubescent a un aspect agréable, très semblable à celui du Chêne pédonculé.

2 - Durabilité naturelle

L'aubier de Chêne pubescent est peu durable, par contre le bois parfait est bien durable. Une étude conduite par M. Gambetta et M. Orlandi a démontré qu'il n'y a pas de variations de la durabilité du bois parfait à l'intérieur du fût.

3 - Séchage

Etant données les dimensions limitées auxquelles il a été réduit, le matériel ligneux utilisé a mis en évidence un temps de séchage naturel très court, environ 3 mois, durant lesquels n'ont été observés que des phénomènes limités de fissure et déformation touchant essentiellement la portion centrale des planches provenant des rondins de base.

En principe les sciages de Chêne pubescent ont besoin de longs temps de séchage, comme c'est d'ailleurs le cas pour les autres Chênes. En considération de ceci, la possibilité d'utiliser industriellement le bois de cette espèce est étroitement liée à l'application de procédés de séchage artificiel appropriés.

4 - Défauts

Lors du traitement du matériel on a relevé la présence de fil dévié et de

Caractéristiques	Nombre d'essais	Valeur moyenne	Coeff. de variation
Humidité à l'état vert	384	60,8 %	7,1 %
Masse volumique à l'état vert	384	1,110 g/cm ³	3,5 %
Masse volumique à l'état sec (*)	211	0,885 g/cm ³	6,7 %
Infradensité	384	0,690 g/cm ³	4,1 %
Retrait linéaire total radial (R)	386	7,0 %	13,3 %
Retrait linéaire total tangentiel (T)	385	13,4 %	12,5 %
Rétractabilité volumétrique totale	385	19,9 %	9,6 %
Rapport T/R	382	1,9	13,3 %
Coeff. de rétract. vol. (pour 1 % var. d'humidité)	380	0,48	11,3 %
Dureté Chalais-Meudon direction radiale (*)	212	4,3 mm	23,4 %
Dureté Chalais-Meudon direction tangentielle (*)	211	5,1 mm	21,6 %
Contrainte de rupture à la compression axiale (*)	211	61,4 N/mm ²	7,9 %
Contrainte de rupture à la flexion statique (*)	195	129 N/mm ³	8,8 %
Module d'élasticité à la flexion statique (*)	42	12500 N/mm ³	18,0 %
Pouvoir calorifique supérieur	40	4631 kcal/kg	0,7 %

(*) Valeur à 12 % d'humidité

Tab. I : Principales caractéristiques physiques, mécaniques et énergétiques du bois de Chêne pubescent

bois de tension abondant, localisé principalement sur le rondin de base.

Autre défaut relevé : les nœuds, fréquents à partir des 4-5 m de haut, et qui ont une influence considérable sur l'aspect du bois et sur ses caractéristiques d'utilisation.

5 - Caractéristiques physico-mécaniques

Le tableau I regroupe les valeurs expérimentales des principales caractéristiques physico-mécaniques et énergétiques du bois de Chêne pubescent.

Il ressort d'une analyse globale que ce matériel se qualifie comme un bois très lourd, de retrait élevé et doté de stabilité moyenne (c'est-à-dire avec une tendance moyenne à se déformer par l'effet des variations de l'humidité). En ce qui concerne les caractéristiques mécaniques, il présente une résistance et une dureté élevées, assor-

ties d'une rigidité moyenne.

L'humidité à l'état frais n'est pas très élevée tandis que la densité basale est digne d'attention.

Variabilité à l'intérieur du fût

En général le rondin de base présente des qualités technologiques inférieures par rapport au reste du fût, en particulier en ce qui concerne le domaine des caractéristiques d'élasticité (valeur basse de module d'élasticité à la flexion) et celui des retraits (variations fortes de dimensions).

Lorsque l'on évalue dans le détail certaines caractéristiques (Cf. Tab.II et III) il ressort que :

- l'infradensité présente un maximum (+3%) dans la zone interne basale et un minimum (-9%) dans la zone externe à 4 m de la base. Irrégulièrement décroissante avec la hauteur dans la zone interne, peu variable dans la zone externe;

- le retrait volumétrique total pré-

Infradensité :

h	Zone externe				Zone moyenne				Zone interne			
	n	\bar{X}	s	V	n	\bar{X}	s	V	n	\bar{X}	s	V
0,10	40	0,676	0,024	3,6	56	0,726	0,031	4,3	19	0,744	0,025	3,4
1,30	40	0,659	0,030	4,6	34	0,715	0,027	3,8	19	0,719	0,023	3,2
2,00	34	0,660	0,028	4,2	26	0,713	0,024	3,4	16	0,724	0,026	3,6
4,00	36	0,653	0,032	4,9	12	0,688	0,031	4,5	17	0,701	0,033	4,7
6,00	28	0,658	0,032	4,9					7	0,696	0,035	5,0

Retrait volumétrique total :

h	Zone externe				Zone moyenne				Zone interne			
	n	\bar{X}	s	V	n	\bar{X}	s	V	n	\bar{X}	s	V
0,10	40	20,20	1,70	8,4	56	22,11	1,27	5,7	19	21,74	2,23	10,3
1,30	40	19,44	1,10	5,7	34	20,32	1,58	7,8	19	19,31	1,38	7,2
2,00	35	19,47	1,35	6,9	26	19,81	1,64	8,3	16	19,29	1,54	8,0
4,00	36	18,63	1,36	7,3	12	19,23	1,36	7,1	17	18,81	1,31	7,0
6,00	29	18,25	1,49	8,2					6	18,44	1,19	6,5

h : hauteur du sol (m)

n : nombre d'observations

 \bar{X} : moyenne arithmétique. Infradensité (g/cm^3), retrait volumétrique total (%)s : déviation standard. Infradensité (g/cm^3), retrait volumétrique total (%)

V : coefficient de variation (%)

Tab. II : Variation radiale avec la hauteur de l'infradensité et retrait volumique total du bois de Chêne pubescent.

h	Compression axiale				Flexion statique				Module d'élasticité			
	n	\bar{X}	s	V	n	\bar{X}	s	V	n	\bar{X}	s	V
0,10	46	61,96	4,43	7,2	44	128,0	10,3	8,1	10	11256	1863	16,6
1,30	36	62,51	4,51	7,2	34	128,4	11,5	9,0	7	12804	2772	21,7
2,00	70	63,02	4,24	6,7	65	132,6	10,3	7,8	12	13467	2280	16,9
4,00	45	59,35	4,41	7,4	43	127,0	11,3	8,9	10	12720	2364	18,6
6,00	14	54,74	3,84	7,0	9	116,9	9,9	8,5	3	11444	1890	16,5

h	Masse volumique			
	n	\bar{X}	s	V
0,10	46	0,933	0,061	6,5
1,30	36	0,895	0,057	6,4
2,00	70	0,878	0,046	5,2
4,00	45	0,858	0,054	6,3
6,00	14	0,851	0,045	5,3
8,00				

h : hauteur du sol (m)

n : nombre d'observations

 \bar{X} : moyenne arithmétique. Compression axiale, flexion statique,module d'élasticité (N/mm^2) et masse volumique (g/cm^3)s : déviation standard. Compression axiale, flexion statique, module d'élasticité (N/mm^2) et masse volumique (g/cm^3)

V : Coefficient de variation (%)

Tab. III : Variation avec la hauteur des caractéristiques mécaniques et de la masse volumique à 12 % d'humidité du bois de Chêne pubescent

sente un maximum (+9%) dans la zone interne basale et un minimum (-8%) dans la zone externe à 6 m de la base. Il décroît avec la hauteur dans les deux zones;

- la masse volumique à 12% présente un maximum (+5%) dans la zone basale et un minimum (-1%) dans la zone apicale. L'évolution est décroissante avec la hauteur;

- la résistance à la flexion présente un maximum (+3%) entre 2 et 4 m et un minimum (-9%) entre 6 et 8 m. Dans l'ensemble elle est peu variable avec la hauteur, excepté pour cette dernière valeur. Les autres caractéristiques mécaniques présentent la même évolution.

6 - Usinage

Bien que l'on n'ait pas procédé à des essais spécifiques, on reporte certaines évaluations vérifiées lors de la préparation du matériel utilisé pour les essais en laboratoire, complétées par des données bibliographiques relatives au bois de Chêne pubescent et aux Chênes en général.

- *Sciage*: il s'avère moyennement aisé par rapport à la dureté du bois, avec quelques difficultés dans les rondins de base.

- *Dégauchissage, rabotage*: ne présentent pas de difficultés particulières et on obtient des résultats satisfaisants.

- *Assemblage*: les assemblages avec clous et vis sont très résistants et le collage est de réalisation normale.

- *Peinture et vernissage*: la mise en

peinture ne présente aucune difficulté particulière et les vernis tiennent bien pour les travaux intérieurs.

téristiques technologiques si ce n'est en ce qui concerne le bois de tension rencontré principalement dans les rondins de base.

IV - Conclusions

1 - Evaluations générales et comparaisons

Dans l'ensemble et sur la base des résultats obtenus, le bois de Chêne pubescent s'avère esthétiquement valable, avec de bonnes résistances mécaniques, dur, relativement facile à sécher, facile à travailler et d'une bonne valeur énergétique.

La comparaison entre les caractéristiques technologiques de ce matériel et celui du bois de Chêne chevelu, obtenues avec la même méthodologie expérimentale, et avec les données reportées en littérature pour les autres Chênes provenant de futaie (Cf. Tab.IV), met en évidence que:

- ne sont pas apparues de différences particulières entre le bois de Chêne pubescent et celui de Chêne chevelu;

- il existe une homogénéité notable entre les prestations du bois de Chêne pubescent étudié et celui des autres Chênes de valeur supérieure tel que le Chêne pédonculé;

- la présence notable de défauts (nœuds, fil dévié, bois de tension), accentuée par le fait que le matériel provenait de taillis, n'a pas eu d'influence significative sur les caractéristiques.

2 - Perspectives d'utilisation

Les dimensions modestes des arbres de Chêne pubescent provenant de taillis et la vérification des caractéristiques négatives majeures se trouvant dans le rondin de base conduisent à restreindre le champ des utilisations possibles de ce matériel.

Par conséquent les destinations prévisibles de ce matériel ligneux sembleraient être limitées à des utilisations régionales en charpente, menuiserie courante et production d'énergie.

Toutefois il est possible d'envisager pour le bois de Chêne pubescent, et ce sur la base des résultats issus de la recherche, de nouvelles formes réalistes de destinations qui, au travers de procédés de débit et de reconstitution, puissent en exalter les excellentes qualités mécaniques tout en réduisant l'influence des caractéristiques négatives au même titre que les variations dimensionnelles notables. Il existe en ce sens un exemple fourni par le bois lamellé-collé pour des utilisations non structurelles où, de petits éléments en bois massif, d'une épaisseur inférieure à 50 cm et de largeurs variables, sont utilisés avec des procédés d'aboutage, lamellation et panneautage.

Cette technologie, qui est de plus en plus en train de se diffuser dans le sec-

Caractéristique	Chêne pubescent (taillis)	Chêne chevelu (taillis)	Chêne chevelu (futaie)	Chêne pédonculé (futaie)
Masse volumique à l'état sec	0,885 g/cm ³	0,865 g/cm ³	0,840 g/cm ³	0,820 g/cm ³
Infradensité	0,690 g/cm ³	0,655 g/cm ³	0,680 g/cm ³	0,670 g/cm ³
Rétractibilité volumétrique totale	19,9 %	20,1 %	17,2 %	13,2 %
Coeff. de rétract. vol. (pour 1 % var. d'humidité)	0,48	0,56	0,57	0,44
Rapport T/R	1,9	1,9	2,7	1,9
Contrainte de rupture à la compression axiale	61,4 N/mm ²	66,5 N/mm ²	66 N/mm ²	61 N/mm ²
Contrainte de rupture à la flexion statique	129 N/mm ²	140 N/mm ²	142 N/mm ²	108 N/mm ²
Module d'élasticité à la flexion	12500 N/mm ²	13500 N/mm ²	12800 N/mm ²	12500 N/mm ²

Tab. IV : Bois de Chêne pubescent en comparaison avec le bois d'autres chênes

teur de l'ameublement d'intérieur et en particulier dans la production de meubles, est sans doute capable de valoriser et d'augmenter le rendement matière du bois de Chêne pubescent : l'élimination totale ou partielle des éléments qui présentent des défauts garantit la constance de prestations mécaniques tandis que le séchage artificiel, opéré avant l'union des divers éléments, conduit à une réduction des déformations une fois que le bois reconstitué est mis en œuvre.

La possibilité de pouvoir recourir à cette technologie pourrait ainsi contribuer à résoudre les problèmes actuels liés à l'utilisation de bois de la forêt méditerranéenne, largement diffusés et valables sur le plan technologique tel que celui du Chêne pubescent.

S.B.

Résumé

Propriétés technologiques du chêne pubescent par rapport à d'autres chênes

La recherche concerne l'étude des principales caractéristiques physiques et mécaniques du bois de chêne pubescent ainsi que les variations à l'intérieur de la tige selon la hauteur et la distance de la moelle.

Les essais ont été conduits sur le bois de dix arbres, âgés de 33 ans, provenants de taillis de l'Italie centrale.

On a examiné la densité, les retraits, la dureté, les contraintes de rupture à la compression axiale et à la flexion statique, le module d'élasticité à la flexion ainsi que le pouvoir calorifique supérieur.

Une comparaison a été faite entre les caractéristiques du bois de chêne pubescent et celle du chêne chevelu obtenues avec la même méthodologie : on a aussi comparé les résultats expérimentaux avec les données bibliographiques concernant les autres chênes. Les résultats montrent notamment comment il n'y a aucune différence remarquable entre le bois de chêne pubescent et le bois d'autres chênes.

Les principales limites dans l'utilisation du bois de taillis de chêne pubescent sont liés au fait de sa rétractibilité importante, au fil souvent irrégulier et à ses dimensions limitées.

Cependant, l'aspect décoratif et les excellentes caractéristiques mécaniques confirment que le bois de chêne pubescent est un bois intéressant même du point de vue industriel si l'on considère les panneaux lamellés.

Bibliographie

ANDRISANO T., BERTI S. - Principali caratteristiche fisico-meccaniche del legno di roverella (*Quercus pubescens* Will.) proveniente da un popolamento ceduo. Firenze, Annali dell'Accademia Italiana delle Scienze Forestali, vol. XXXVII, 1988, 149-165.

BERTI S., DE LUCA L., EDLMANN ABBATE M.L., GAMBETTA A., ORLANDI E. - Per una migliore utilizzazione del legno ritraibile dal bosco ceduo. Firenze, CNR/Istituto per la Ricerca sul Legno, Contributi scientifico-pratici per una migliore conoscenza ed utilizzazione del legno, vol. XXXV, 1991.

BERTI S., CORONA P. - Possibilità di impiego del legname di Cerro (*Quercus cerris* L.) in Italia: principali caratteris-

tiche fisico-meccaniche del cerro del Gargano. Firenze, Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. XXXII, 1983, 261-265.

COLLARDET J., BESSET J. - Le Chêne pubescent. Paris, CTBA ed. H. Vial, Bois commerciaux. Les feuilles de zones tempérées, tome II, 1992, 61-65.

CTBA - Le Chêne (*Quercus spp.*).

Paris, CTBA, Dossier essences feuilles, 1992, 3-15.

CTBA - Valoriser le bois par la reconstitution. Paris, CTBA INFO, n° 25, 1989, 16-20.

GIORDANO G. - Tecnologia del legno. Torino, UTET, vol.I-II (II ed.)-III (II ed.), 1981-1974 (1983)-1976 (1986),

JOLY P., MORE-CHEVALIER F. - Théorie, pratique et économie du séchage des bois. Dourdan, H. Vial, 1980.

Summary

Technological characteristics of the Downy Oak (*Q. pubescens*) in comparison to other oaks

The research undertaken concerned the main physical and mechanical characteristics of the downy oak as well as the variations within the trunk as a function of height and, also, distance from the sapwood.

Tests were carried out on wood from ten 33 year-old coppiced trees taken from central Italy.

Measurements were made of density and shrinkage : static sheer and axial compression tests were carried out : and the modulus of elasticity and higher calorific value were established.

Using the same methodology, a comparison was made between the wood of the downy oak and the Turkey oak. The results were compared to data obtained from the literature on other oaks. The conclusion was that there is no notable difference between downy oak wood and wood from the other oaks.

The principal limitations in the use of coppiced downy oak timber stem from its high shrinkage, a grain that is often irregular and its small dimensions.

Nevertheless, the decorative appearance and excellent mechanical properties of downy oak timber confirm its potential for industrial use in the production of veneer and laminated panels.