



34295

MICROFICHE N°

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AÉRIELLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الجوي
تونس

F 1

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES
FORESTIÈRES
I.N.R.F.

PROGRAMME DES NATIONS-UNIES
POUR LE DÉVELOPPEMENT
ORGANISATION DES NATIONS-UNIES
POUR
L'ALIMENTATION & L'AGRICULTURE
INSTITUT DE RECHERCHE DE TUNIS
I.R.T.

CNDA 34293
34294
34295

**LE CHENE ZEEN (QUERCUS FAGINEA) EN
KROUMIRIE (TUNISIE DU NORD)**

Par

**U. HORNISCH, S. MESTROVIĆ
A. SHOMENBERGER, P. SHÖDER**

Décembre 1970

Variété Scientifique n° 6

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES
FORESTIÈRES

INRP

PROGRAMME DES NATIONS-UNIES
POUR LE DÉVELOPPEMENT

ORGANISATION DES NATIONS-UNIES
POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

INSTITUT DE REBOISEMENT DE TUNIS

IET

LE CHÊNE Zéen (QUERCUS FAGINELLA)
EN KROUMIRIE (TUNISIE DU NORD)

CAUSA 34793

Chapitre I : Etude de l'écologie du Chêne Zéen (Quercus faginea) en Kroumirie (Tunisie du Nord), par U. Hoenisch.

CAUSA 34794

Chapitre II : Etude de la production du Chêne Zéen (Quercus faginea) en Kroumirie, par S. Mestrovic

CAUSA 34795

Chapitre III : Etude sur le bois de Chêne Zéen (Quercus faginea) SSsp. Baetica (Webb.) Forme Mirbeckii (Dur.) de la Kroumirie (Tunisie du Nord), par P. Schrbier

Décembre 1970

Variété Scientifique N°6

CNDA 34295

CHAPITRE III

ETUDE SUR LE NOIS DE CHENE SEIN
QUERCUS PAUCIFLORA (LANK), SUB. BAPTICA (WIEB.) FORME
NIRZICHI (DOR)
DE LA KROUNTALIE (TUNISIE DU NORD)

Par
P. SCHUCHER

SOMMAIRE

- - - - -

	Pages
PREFACE	79
I. BUT DE L'ETUDE	80
II. ECHANTILLONNAGE EN FORÊT	81
III. ECHANTILLONNAGE EN LABORATOIRE	82
IV. LES RESULTATS DE L'ETUDE	83
1. Présentation des résultats en tableaux	83
2. Interprétation des résultats physico-mécaniques et de durabilité	89
a) Généralités	89
b) La densité	90
c) La densité par groupement de sol et par milieu	90
d) Le taux de retrait	92
e) Les caractéristiques mécaniques	92
f) La durabilité naturelle	93
g) Conclusions	96
3. Interprétation des résultats technologiques	97
a) Généralités	97
b) La teneur en tannin (écorce et bois)	97
c) L'index d'inhibition et l'aptitude du bois pour panneaux en laine de bois	99
d) L'aptitude du bois de menu pour panneaux de particules	99
e) L'aptitude à l'imprégnation	100
V. ANNEXE 1	101
VI. ANNEXE 2	102
VII. BIBLIOGRAPHIE	106

PREFACE

Le 25-3-1969 un protocole de collaboration entre la Mission Forestière Allemande en Tunisie et l'Institut de Reboisement de Tunis a été établi en matière de recherche des caractéristiques technologiques du bois de chêne seen. Cette étude devrait servir à mieux connaître les possibilités d'utilisation du bois de cette essence spontanée en Tunisie.

Dans la Kroumirie les forêts de chêne seen occupent une surface de 40.000 ha environ dont 10.000 ha de peuplement pur de seen et 30.000 ha mélangés chêne seen et chêne liège. Le Forêts Vertical d'aménagement prévoit annuellement l'exploitation de quelque 20000 à 25.000 m³ de bois de chêne seen.

Les caractéristiques du bois devaient d'abord être précisées par une étude du bois de chêne seen, laquelle a été entreprise en 1970 en Allemagne Fédérale à l'Institut Fédéral de Recherches du bois à Hambourg à la demande du Ministère Fédéral de l'Agriculture et des Forêts. Les résultats obtenus sont présentés dans le rapport suivant.

Pour l'élaboration du programme d'études il a été tenu compte de l'objectif suivant : les résultats obtenus devaient être immédiatement utiles pour la pratique et pouvoir servir de base à la détermination des possibilités d'application des bois les plus intéressants pour la Tunisie à l'heure actuelle.

En conséquence certaines caractéristiques biologiques, chimiques et physico-mécaniques du bois et de l'écorce ont été étudiées pour atteindre cet objectif.

En collaboration avec l'Institut de Reboisement de Tunis (IRT) le programme d'étude a été complété par un problème d'ordre écologique, à savoir l'influence des facteurs écologiques dans 4 groupements de sols et leurs milieux déterminés (étude de U. Hoenisch sur l'écologie de chêne seen et celle de S. Nestrovic sur la production de Quercus Faginea en Kroumirie) sur les caractéristiques du bois de chêne seen, dont les échantillons ont été relevés sur ce milieu.

Un intérêt particulier a été accordé à ce problème spécial parce que, actuellement, il paraît utile d'évaluer l'importance de l'influence écologique sur les caractéristiques du bois de chêne seen. La connaissance de ces données constituerait un supplément important à l'étude de la production de chêne seen actuellement effectuée, et aiderait l'aménagiste, le silviculteur et l'exploitant dans ses décisions : soit conserver le chêne seen et en trouver la meilleure utilisation du bois, soit le substituer éventuellement à une autre essence forestière.

Les caractéristiques du bois de chêne seen ont déjà été étudiées dans le passé d'une façon plus ou moins incomplète. Des résultats ont été communiqués parmi d'autres dans l'œuvre de Bougy (1930) et par la Direction des Forêts (1934). Cependant les résultats complets ne sont pas encore connus.

L'analyse intégrale du bois de chêne seen devrait maintenant apporter les précisions nécessaires. En plus de ces résultats nous pouvons exploiter ceux d'une étude sur le bois de chêne seen, faisant parti d'une étude de plusieurs bois de Tunisie, récemment effectuée par l'Institut Technologique de Poznan, Pologne (1970).

Nous tenons à remercier la Direction des Forêts, la Subdivision d'Aïn Draham et l'Institut de Reboisement de Tunis pour l'intérêt et l'aide qu'ils ont bien voulu nous accorder.

I. BUT DE L'ETUDE

Les caractéristiques suivantes du bois de Quercus Faginea (Lamk) ssp. Bastia (Webb) forme nirbeckii (Dur) appelé chêne seen provenant d'arbres de 20 places d'expérience qui ont été choisis pour l'évaluation de la production de chêne seen (étude de S. Mostrović) et qui ont été déterminées suivant les groupements de sols et milieux (étude de U. Moonisch) devaient être étudiées : certaines caractéristiques biologiques, chimiques, physiques et mécano-technologiques du bois et quelques caractéristiques chimiques de l'écorce sont d'un intérêt de premier ordre pour pouvoir déterminer les possibilités d'utilisation du bois et de l'écorce de chêne seen.

On a effectué les études suivantes :

- Détermination des caractéristiques physiques du bois (densité, mesure de retrait).
- Détermination des caractéristiques mécaniques du bois (contrainte de rupture en flexion, module d'élasticité, contrainte de rupture en compression parallèle à la fibre, travail absorbé par choc, contrainte de rupture à la compression latérale à deux faces perpendiculaires à la fibre (test traverse), degré de dureté (Brinell).
- Détermination de la teneur en tannin du bois et de l'écorce.
- Détermination de l'aptitude du bois de chêne seen à la fabrication de panneaux en laine de bois, sur base de ciment, et de panneaux de particules.
- Détermination de la durabilité naturelle du bois de cœur contre les champignons destructeurs du bois en comparaison avec le chêne d'Europe.
- Détermination de l'aptitude du bois à l'imprégnation avec des produits chimiques de protection du bois.

Etant donné que le bois d'une essence représente une matière organique, ses caractéristiques physiques et mécano-technologiques sont celles d'une matière non-homogène. Ces non-homogénéités sont dues à des facteurs divers, parmi lesquels figurent :

Ceux d'ordre écologique (sol, climat, exposition, géographie).

Variations dans la constitution des arbres (âge, hauteur, habitat, humidité, état du peuplement etc...)

Variations dans la nature d'un arbre (dépendant du diamètre, de la hauteur, de l'accroissement ligneux, des cernes, de la composition biologique)

En conséquence les caractéristiques du bois d'une essence peuvent varier selon leur provenance écologique mais aussi à cause d'autres facteurs indiqués ci-dessus.

La question à étudier dans le cadre de cette étude du bois a été limitée en principe à l'étude de l'influence des facteurs écologiques sur les caractéristiques du bois de chêne seen.

La liste des groupements de sol et des milieux de chêne seen, présentée dans l'étude de l'écologie de chêne seen a servi comme base (cf. ch. I § IV. U. Moenisch).

II. ÉCHANTILLONNAGE EN FORÊT

Afin d'être sûr que les échantillons d'étude étaient des témoins représentatifs de chêne seen de Tunisie pour l'analyse de l'influence des facteurs écologiques sur les caractéristiques du bois, les échantillons ont été relevés dans 20 places d'expérience différentes, lesquels ont été choisis pour l'étude de la production de chêne seen (S. Mostrovic), et ont été déterminés et groupés en 4 groupements de sol dans le cadre d'études écologiques (U. Moenisch).

Tableau 1

GROUPEMENT DES SOLS ET MILIEUX

Désignation du groupement de sol ⁽¹⁾	Désignation du milieu dans l'étude écologique	N° du placeaux d'échantillonnage ⁽²⁾
S.1 (Sols très profonds)	3a étage de chêne seen	1, 3, 4
S.2 (milieu ripicole)	1 milieu ripicole	19, 20
S.3 (sols profonds)	3b étage de chêne seen 2a basses montagnes	5, (6), 7, 8 13, 14, 15, 2
S.4 (sols superficiels)	3c étage de chêne seen 2b basses montagnes	9, 10, 11, 12 16, (17), 18

1) cf. chapitre I, § IV. étude U. Moenisch
 2) cf. étude de la production de *Quercus Faginea* de S. Mostrovic
 6) échantillons non-représentatifs dus aux influences secondaires des peuplements.
 17) échantillons non-représentatifs dus aux conditions particulières du sol.

Pour la relève des échantillons, un arbre a été abattu dans chacune des 20 parcelles appartenant à un des quatre groupements du sol "S 1 à S 4". L'arbre d'échantillonnage devait représenter "l'arbre moyen" du plateau d'expérience et a été choisi selon les critères définis par S. MESTROVIC dans le cadre de l'étude de la production de Quercus Faginea (Mestrovic).

La partie de la grume entre 1,3 et 3,3 m du sol a été relevée pour l'étude du bois.

Vo le diamètre généralement peu élevé des arbres moyens et afin de permettre d'obtenir des échantillons d'arbres d'un diamètre supérieur à 30 cm à la hauteur de 1,3 m, 4 arbres supplémentaires ont été abattus provenant des plateaux 13, 16, 18, 19.

Une partie des échantillons a été débitée en plateaux de coeur de 120 et 60 mm d'épaisseur sur la soie verticale à l'endroit dit "Les Chênes", et envoyée en Allemagne Fédérale avec d'autres échantillons de bois rond.

Par l'échantillonnage étendu sur 20 parcelles nous avons pu associer un grand nombre de facteurs d'influence sur les caractéristiques du bois de chêne sec, notamment ceux permettant de mieux définir la marge des variations des caractéristiques du bois. Ceci nous a servi en plus à pouvoir définir la différence des caractéristiques du bois par groupement de sol ou de milieu.

Rappelons que les résultats de l'étude du bois de chêne sec effectuée en Pologne en 1970, ne sont pas toujours valables pour répondre à la question d'ordre écologique, étant donné que l'origine des échantillons n'est pas strictement définie du point de vue groupement de sol et milieu. Les échantillons ont été relevés sur des arbres provenant de sols à colluvions argilo-gréseuses acides. Ils sont quand même valables à titre de comparaison.

III. ECHANTILLONNAGE AU LABORATOIRE

L'échantillonnage en laboratoire a été effectué selon les normes allemandes (DIN). Rappelons les précisions apportées à ce sujet dans le rapport sur l'étude du bois de chêne sec et chêne liège lequel a été communiqué à la Direction des Forêts par la Mission Forestière Allemande en 1970.

Au laboratoire devaient être préparés les échantillons divers servant aux études suivantes :

- étude physico-mécanique
- études du tannin de bois et de l'écorce
- étude de durabilité et d'imprégnation

Pour les deux premières études on a tenu compte de l'origine et des numéros des plateaux d'expérience, afin de permettre d'obtenir des résultats strictement liés au groupement de sol et au type de milieu. Tandis que pour la troisième étude, concernant la durabilité et l'imprégnation, les échantillons ont été choisis au hasard parmi le total du bois d'échantillonnage sans tenir compte du groupement de sol ou du milieu.

IV. LES RESULTATS DE L'ETUDE

1. Présentation des résultats en tableaux

Dans les tableaux N° 3, 4, 5, 6 et 7 les chiffres obtenus par l'étude du bois ont été résumés :

Tableau 3 : Les caractéristiques biologiques et autres d'ordre général

Tableau 4 : Les caractéristiques physico-mécaniques (valeurs moyennes de l'ensemble des échantillons)

Tableau 5 : La densité du bois par groupement de sol et milieu et 5a

Tableau 6 : Les résultats de l'étude de tannin du bois et de l'écorce, la teneur en tannin et l'index d'inhibition

Tableau 7 : Les résultats de l'étude de la durabilité naturelle.

Tableau 2

LISTE DES ÉCHANTILLONS

N° du lieu d'expériences	milieu et groupement du sol	Altitude du lieu	Forêt, Série, Parcelle origine de l'échantil- lon	Description de l'arbre			largeur moy.	Volume m3 grume total sans écorce	%
				age ans	hauteur m	diamètre à 1,30 m cm			
1		775	Oued Zéen I Série G 1	63	17,2	17,1	1,35	0,219	23
3	3a	825	Ala Drahem IV " 8	66	21,4	27,7	2,10	0,672	19
4		910	Peldja I " 27	86	20,4	25,5	1,48	0,524	16
19		305	Ala Drahem I Série 28	83	18,2	18,9	1,14	0,236	21
20	1		Ala Drahem II " 9	73	22,1	26,8	1,83	0,628	21
23		835	Peldja III Série 20	45	16,1	15,5	1,72	0,167	23
(6)	3b	845	Chibias " 01	68	12,6	16,0	1,17	0,141	24
77		870	Peldja I " 28	45	17,2	18,6	2,06	0,229	23
78		750	Peldja IV " 37	80	13,6	23,1	1,44	0,310	25
13		450	Oued Zéen III " X 2	60	14,3	14,4	1,20	0,113	24
14		370	Ala Drahem I " 14	45	15,7	15,6	1,73	0,146	25
15	2a	525	Oued Zéen III " V 3	60	16,7	15,6	1,30	0,187	14
2	2b	690	Peldja III " 12	67	19,0	25,5	1,90	0,488	23
9		875	Oued Zéen II Série F 1	62	13,6	13,3	1,55	0,204	18
10	3c	870	Peldja I " 23	74	14,5	18,6	1,26	0,207	13
11		870	Peldja VI " 24	45	12,4	13,5	1,50	0,093	20
12		795	Chibias " 2	87	10,3	18,9	1,08	0,154	16
16		550	Oued Zéen III " V 11	59	12,2	13,7	1,16	0,098	23
(17)	2b	645	Peldja II " 35	70	13,8	19,2	1,37	0,205	25
18		650	Ala Drahem IV " 37	85	15,2	17,7	1,04	0,175	22
Échantillons supplément.									
13	2a	450	Oued Zéen III Série X 2	130	15,5	42,0	1,75	-	-
16	2b	550	Oued Zéen III " V 1	48	12,7	38,0	3,95	-	-
18	2b	650	Ala Drahem IV " 37	66	17,5	39,0	2,95	-	-
19	1	305	Ala Drahem I " 28	57	19,5	42,0	3,70	-	-

Tableau 3

LES CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES ET GENERALES
DES ARBRES D'ECHANTILLONNAGE POUR LES ETUDES
MESTROVIC, RFA, POLOGNE

	Unité	Index Stat.		Etude Production Quercus Pagites MESTROVIC, E. et Etude RFA	Etude Pologne
Age des arbres	an	min	max	45 - 120	76 - 81
Diamètre des arbres	cm	min	max	à la hauteur 0,3 m, 13,5 à 42 cm sans écorce	38 - 48 avec écorce
Largeur des cernes annuelles moyennes par arbre 1)	mm	min	X max	1,04 1,74 3,95	1,65 3,30 10,70
% du bois d'automne	%	X		70	71
Composition chimique 2)	%	X			1) Cell. 46,07 2) Lign. 23,39 3) Pentose 22,71 4) Pentosane 19,99 5) Parfurel 11,73
Mesures des fibres longueur largeur	mm mm	+	X (-) X (-)		0,30 1,38 0,24 0,015 0,088 0,013
Mesures des rayons largeur hauteur	mm mm	a/X a/X	b XX b XX		0,018 0,368 0,277 3,352
% d'écorce moyen	%	min	X max	16 20 25	
Accroissement volume moyen	m ³ /ha /an	min	X max	3,1 6,5 8,5	
hauteur 10 m	ans	min	X max	20 30 40	
diamètre moyen	cm/an	X		2,0 3,5 5,0	
Coefficient de forme	V V _L	min	X max	0,46 0,53 0,64	

Légende : min / max = minimum, maximum
X = valeur moyenne

a/X rayon normal moyen
b/XX rayon large moyen

- 1) min/max absolus dans l'étude de Pologne et RFA
2) Cellulose déterminée par méthode Kirschner Heffer

Tableau 4

LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-MECANQUES

CHIFFRES MOYENS

Caractéristique	Unité	Index Stat.	Quercus faginea (Lamk) csp. baetica (Webb). mirbeckii (Dyr)		Chêne d'Europe centr. Q. robur et Q. petraea	
			étude en Allemagne	étude en Pologne	Etude Noack, D. (*)	
	type de sol		3 1 - 3 4	pollution argilo-grasse-acide	17 provenances	
Densité	12 %					
		X	0,95	0,948		
		min	0,78	-0,232		
		max	1,10	+0,148		
		n	2,88	60		
	0 %	X	0,89	0,878	0,669	± 0,021
		min	0,74	-0,216		
		max	1,08	+0,121		
		n	98	60		
Taux de retrait volumétrique	%					
		rad	7,1	0,7	10,5	5,5
		tang	14,7	3,2	14,6	13,2
		vol	121,7	4,6	15,1	18,7
		n	176		160	
	%	rad	7,5	2,1	0,5	5,8
		tang	15,3	4,8	4,6	15,3
		vol	22,7	5,1	5,1	23,1
		n	73		80	
var. % humidité en bois 0 - 12 %	%	rad	0,23	0,05		0,19
		tang	0,35	0,05		0,323
		n	73			
Contrainte de rupt. en flexion	kg/cm ²	X	1500 [±]	88	1610	1310
		n	102		60	± 140

(A Suivre)

(Tableau 4, suite)

Module d'élasticité en 1000 kg/cm ²	kg/cm ²	X	142 [±] 33		130,5	± 17
		n	102			
Contrainte de rupt. en compression parallèle à la fibre	kg/cm ²	X	780 [±] 95	854	570	± 38
		n	101	60		
Travail absorbé au choc	mkg/cm ²	X	1,6 [±] 0,7		0,59	± 0,08
		n	101			
Contrainte de rupt. compression latérale à deux faces - à la fibre	kg/cm ²	X B rad	142		110	
		n = 2 X B tang	90			
Chiffre de dureté Brinell	kg/mm ²	H B rad	3,9 [±] 2,2	7,15		
		H B tang	4,0 [±] 2,0	3,71		
		HB axial	5,1 [±] 3,0			
			4			

Tableau 5

**LA DENSITE DU BOIS DE CHENE SECHÉ PAR
GROUPEMENT DE SOL ET MILIEU**

Group. de sol (1)	milieu écol. (1)	N° de plateau (1)	Densité g/cm ³ x 12 (2)			total écart	Densité g/cm ³ ro (3)			total écart
			min	X	max		min	X	max	
B 1	3 a	1, 3, 4	0,79	<u>0,90</u>	0,99	0,20	0,81	<u>0,85</u>	0,93	0,12
B 2	1	19, 20	0,94	<u>1,05</u>	1,10	0,16	0,93	<u>0,99</u>	1,08	0,15
B 3	3 b	5, 7, 8	0,82	<u>0,90</u>	1,01	0,19	0,74	<u>0,84</u>	0,94	0,20
B 3	2 b	2,13,14,15	0,87	<u>0,95</u>	1,06	0,19	0,86	<u>0,91</u>	0,95	0,09
B 4	3 a	9,10,11,12	0,88	<u>0,95</u>	1,07	0,19	0,85	<u>0,90</u>	0,95	0,10
B 4	2 b	16, 18	0,83	<u>0,96</u>	1,07	0,24	0,79	<u>0,90</u>	1,03	0,24
-hors système (3)		6, 17	0,85	<u>0,96</u>	1,00	0,15	0,80	<u>0,86</u>	0,92	0,12
B1-B4 (4)	B1-B4 (4)	B 1 - B 4 (4)	0,78	0,95	1,10	0,32	0,74	0,89	1,08	0,34
B3 (5)	B3 (5)	B 3 (5)	0,716	0,948	1,096	0,38	0,662	0,878	0,995	0,337

(1) voir tableau 1

(2) à l'humidité 12 % des échantillons

(3) à l'humidité /0 % des échantillons

(4) valeurs moyennes de tous les échantillons

(5) valeur moyenne étude polonaise

min = valeur minimum

X = valeur moyenne

max = valeur maximum

Tableau 5 a

GROUPEMENT DES ÉCHANTILLONS SELON LEURS VALEURS DE DENSITÉ

Provenance	Group. sol	milieu	désignation	sol	Plateau	densité x, v12(2)	total écart	densité x ro (3)	total écart
1)	B 1	3 a	étage sên	tr. prof.	1, 3, 4	0,90	0,20	0,85	0,12
	B 3	3 b	étage sên	prof.	5, 7, 8	0,90	0,19	0,84	0,20
2)	B 3	2 a	bas. mont.	prof.	13,14,15	0,95	0,19	0,91	0,09
	B 4	2 b	bas. mont.	superf.	16, 18	0,96	0,24	0,90	0,24
	B 4	3 a	étage sên	superf.	9,10,11,12	0,95	0,19	0,90	0,10
3)	B 2	1	ripicole	-	19, 20	1,05	0,16	0,99	0,15

Tableau 6

LES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE TANNIN DU BOIS ET DE
L'IMPACT LA Teneur en TANNIN 1) ET L'INDEX
D'INHIBITION 4)

N° Placenta d'expérience groupe col 3)	Position de l'échant sur diamètre gros	teneur totale %	teneur tot. matière soluble %	teneur en tannin 2) %	teneur en matière non-tannin %	Index d'inhibition %
1 2 1	écorce	12,2	10,6	9,1	3,1	-
	aubier	4,5	4,3	3,0	1,5	57
	bois cœur exté.	14,4	13,7	10,7	3,7	161
	bois cœur inté.	12,3	12,2	9,7	2,6	79
2 2 3	écorce	13,3	11,8	10,4	2,9	-
	bois de cœur	17,5	16,7	13,8	3,7	73
3 2 1	écorce	15,7	12,6	12,6	3,1	-
	bois de cœur	12,9	12,4	9,9	3,0	40
4 2 1	écorce	14,6	12,0	12,0	2,6	-
	bois de cœur	10,9	10,6	7,9	3,0	73
10 2 4	écorce	12,7	12,3	8,9	3,8	-
	bois de cœur	10,4	9,7	7,6	2,8	65
11 2 4	écorce	13,9	13,4	10,8	3,1	-
	bois de cœur	13,1	13,0	10,0	3,1	177
12 2 4	écorce	14,6	14,6	11,8	2,8	-
	bois de cœur	14,4	14,0	10,5	3,9	174
13 2 3	écorce	13,1	11,2	9,5	3,6	-
	bois de cœur	12,3	11,9	9,5	3,0	76
vaieur sup. min/mur	écorce			10,6		
	écorce			8,9/12,6		
vaieur sup. min/mur	bois de cœur			9,9		>40
	bois de cœur			7,6/13,8		

- 1) La teneur quantitative en tannin a été étudiée selon le procédé Künzel, A. Extraction pendant 3 heures à 60°C puis 3 heures à 95°C. les valeurs ont été calculées sur base de matière sèche.
- 2) La teneur en tannin : teneur totale moins (-) teneur en matière non-tannin.
- 3) voir tableau 1
- 4) L'index d'inhibition représente une échelle pour la détermination d'aptitude d'un bois pour la fabrication de pameaux en laque de bois sur base de ciment. Il a été retenu que les bois d'un index entre 7% et 40 % ne prêtent à la fabrication de pameaux.

Tableau 7

**LES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE DURABILITÉ NATURELLE
à l'ÉTUDE DE LA DURABILITÉ NATURELLE**

N° de l'échantillon	1	2	3	4	5
Zone de re- lève	1)	2)	3)	1)	2)
Type de champignon	1)	3)	1)	2)	3)
<i>Coniophora</i> <i>cerebella</i>	1,9	1,2	0,7	0,5	0,9
<i>Pellietaria</i> <i>vernicolor</i>	6,6	5,9	3,8	4,0	3,9
<i>Dactylia</i> <i>quercina</i>	2,9	2,9	2,0	2,5	2,1
type "pourriture vaseuse"	8,0	7,7	7,3	8,3	7,8

Zone

- 1) bois de cœur partie extérieure dans le sens radial
- 2) bois de cœur en milieu dans le sens radial
- 3) bois de cœur partie intérieure dans le sens radial
- 4) partie moyenne en poids de la matière ligneuse de 10 échantillons

teneur G. robur : *Coniophora* : 1,2 % *Dactylia* : 7,3 %
Pellietaria : 5,5 % *Pourriture vaseuse* : 8,7 %

2. Interprétation des résultats statistiques et de durabilité

a) Généralités

Il est connu que les résultats de l'analyse de la densité d'un bois sont valables pour l'interprétation générale des caractéristiques physico-chimiques à cause de la corrélation généralement étroite entre les chiffres de densité et ceux du taux de retrait, du taux de rupture, du module d'élasticité et de la durée, on doit accorder un intérêt particulier aux résultats de l'étude de la densité.

b) La densité

Le bois du chêne sec, provenant des peuplements naturels de la Kroumirie (Nord de la Tunisie), présente une forte densité, de 0,878 à 0,89 g/cm³ à l'état sec en moyenne (tableau 4). Par conséquent ce bois compte parmi les bois lourds. La densité du bois est nettement supérieure à celle du chêne d'Europe (*Quercus robur*, *Q. petraea*) étant en moyenne de 0,65 à 0,69 g/cm³. La densité du chêne sec atteint le niveau des autres chênes d'origine méditerranéenne, à savoir *Quercus agrifolia* (à feuilles caduques), *Quercus suber*, *Quercus ilex* et *Quercus coccifera* (à feuilles persistantes). La densité généralement forte représente le caractère propre du chêne sec. Il est vrai que les raisons biologiques de ce phénomène n'ont pas été étudiées. Malgré cela ce caractère peut s'expliquer entre autre par un pourcentage élevé du bois d'automne ainsi que par la largeur des cernes annuels généralement élevés de ce bois (tableau 3) et des raisons d'ordre biologique.

L'écart entre la densité minima et maxima s'élève à 0,14 g/cm³ (0,137 g/cm³ d'après l'étude polonaise) à l'état sec. Cette marge est considérable vue la superficie limitée occupée par les forêts de chêne sec en Kroumirie.

Ce phénomène a été évoqué dans le rapport sur le chêne sec (Direction des Forêts 1924) ainsi que dans l'ouvrage de Bondy (1930). Il a été souligné que le bois de chêne sec présentait des qualités différentes selon les conditions de végétation, l'altitude, l'exposition etc. Il est rappelé en même temps la différence de l'aptitude à l'emploi du bois de différentes provenances écologiques - s'expliquant par la différence de densité des bois en question.

Il sera donc intéressant d'analyser la densité moyenne et l'écart de densité du chêne sec provenant de différents groupements de sol et de milieu, afin de déterminer l'influence éventuellement significative des facteurs écologiques sur les propriétés technologiques.

c) La densité par groupement de sol et par milieu

L'analyse des valeurs moyennes de la densité par milieu démontre qu'il est possible de grouper en 3 catégories - selon leur densité moyenne - les bois venant de différents groupements de sol et de milieu. Ceci démontre l'influence des facteurs écologiques sur la densité moyenne et en conséquence sur les caractéristiques physico-mécaniques du bois de chêne sec (1). Théoriquement on pourrait distinguer 3 provenances de chêne sec (cf. tableau 3 et 5a).

Bois à densité inférieure

On peut constater que le bois de chêne sec provenant de l'étage de chêne sec (2., 3 1/3 et 4 1/3) et des plateaux à sol profond ou très profond présente une densité moyenne se situant entre 0,84 et 0,85 g/cm³, donc inférieure à la densité moyenne de tous les échantillons (0,89 g/cm³).

L'écart total étant de 0,12 à 0,20 g/cm³ est nettement inférieur au chiffre moyen de tous les échantillons (0,14 g/cm³) mais tout de même assez élevé vue la provenance exacte, bien déterminée de ces bois.

(1) cf. 3 IV - 2 a.

Bois à densité moyenne

Le bois de chêne seen provenant de la basse montagne (1) à sol profond (S 3/2 a) ou sol superficiel (S 4/2 b) ainsi que celui de provenance de l'étage de chêne seen à sol superficiel S 4/3 c présente une densité moyenne de 0,90 à 0,91 g/cm³ donc proche de la densité moyenne générale (0,89 g/cm³).

L'écart total se situe entre 0,09 et 0,24 g/cm³ et s'élève donc à un niveau inférieur à celui de l'écart moyen général (0,34 g/cm³). Pourtant il est considérable et signifie une non-homogénéité forte du bois de ces provenances. Il est rappelé que l'écart de la densité du bois du groupement S 3/2 a (sol profond, basse montagne) et S 4/3 c (sol superficiel, étage seen) s'élève respectivement à 0,09, et 0,10 g/cm³, tandis que celle du groupement S 4/2 b (sol superficiel, basse montagne) est de l'ordre de 0,24 g/cm³.

Bois à densité élevée

Le bois de chêne seen provenant des milieux ripicoles (S 2/1) (2) (à basse altitude) présente une densité moyenne de 0,99 g/cm³, ce qui est considérablement élevé par rapport à la densité moyenne générale (0,89 g/cm³).

L'écart des valeurs de la densité est de l'ordre de 0,15 g/cm³, de beaucoup inférieur à l'écart moyen général (0,34 g/cm³).

L'écart moyen des valeurs de la densité par milieu étant de 0,09 à 0,24 g/cm³ pour les différents échantillons, intervient comme facteur limitant de la possibilité d'une distinction nette du bois par densité et par provenance. La moitié de l'écart par milieu dépasse l'écart de la densité entre les 3 catégories de provenance. Cette non-homogénéité du bois de chaque milieu rend actuellement impraticable un classement valable selon la provenance.

Les raisons de la non-homogénéité du bois de chêne seen sont nombreuses (cf. § I.). Elles sont dues, le facteur écologique étudié, mis à part, à la variation de la constitution des arbres et leurs peuplements. Ce qui s'explique par les facteurs silvicoles, c'est-à-dire un traitement inadéquat des forêts de ce bois pendant plusieurs décades. Il faut y ajouter l'exploitation abusive et sélective de bois d'œuvre dans le passé.

En principe l'analyse du bois a prouvé la justesse des observations, déjà soulignées par la Direction des Forêts (1934) et rappelées par Bouly (1950), ayant trait aux propriétés différentes du bois de chêne seen selon les conditions écologiques à savoir (cf. tome II, pages 282 et 286).

- ... "Ceux venant aux expositions chaudes et à faibles altitudes conviendront mieux pour les traverses, les pilotis, en un mot pour les emplois exigeant de la force, de la durée..." ceux qui ont été dans les régions basses... donnent un bois plus dur mais plus incliné à se tordre ou à se fendre que ceux qui se sont développés à l'exposition nord et à des hautes altitudes."

(1) cf. tableau 1, et l'étude de U. BOONISSE.

Nous conseillons donc à la Direction des Forêts de prendre les mesures sylvicoles nécessaires pour remettre les peuplements de chêne sec dans un état adéquat permettant la production d'un bois d'œuvre plus homogène, ce qui du point de vue des conditions écologiques sera le résultat naturel avec un accroissement important en α) et en valeur par ha.

En conséquence les propriétés spécifiques du bois de chaque provenance pourraient devenir significatives et être valorisées par un classement du bois d'œuvre selon la provenance. Ce facteur pourrait augmenter considérablement la valeur commerciale et l'appréciation de ce bois.

En attendant que ce but soit atteint, il est conseillé de pratiquer une classification du bois d'œuvre de chêne sec selon la forme et l'aspect extérieur des grumes et selon les exigences du marché (1). Ce mode de triage permettra déjà le classement sélectif du bois selon son aspect, indicateur de sa valeur technologique et commerciale. Le classement du bois selon sa provenance pourrait être ajouté comme critère de triage à l'avenir.

d) Le taux de retrait

Le bois de chêne sec présente un retrait de volume fort, de l'ordre de 21,7 % (18,7 % selon l'étude polonaise), avec un retrait radial d'à peu près 7 % et celui tangentiel de 14,5 % le rapport est de plus de 1 : 2 (1 : 2,4 selon l'étude polonaise), ce qui indique une anisotropie forte. A titre de comparaison le retrait volumétrique est de 13 à 15 % et le rapport rad.-tang. moins de 1 : 2 pour le chêne d'Europe. Donc le bois de chêne sec représente un bois avec un retrait élevé et une anisotropie défavorable, ces deux données sont à l'origine des difficultés de séchage du bois.

Par contre le taux de retrait en % d'humidité du bois à l'état sec, étudié entre 0 et 12 %, est beaucoup moins défavorable et s'élève à α rad. 0,23 % et α tang. 0,35 %, ce qui correspond à un rapport de 1 : 1,5. Le taux de retrait de volume correspondant est de l'ordre de 0,58 %. Les chiffres du chêne d'Europe sont avec α rad. 0,19 % et α tang. 0,12 % en rapport de 1 : 1,7. Le taux de volume s'élève à 0,51 %.

En conséquence le chêne sec représente un bois relativement tranquille, comparable à Quercus robur, une fois séché jusqu'à un degré d'humidité d'équilibre normal (qui est à peu près de 8 à 15 %).

e) Les caractéristiques mécaniques

Contrainte de rupture en flexion, module d'élasticité

Les valeurs moyennes pour la contrainte de rupture en flexion et le module d'élasticité sont considérablement élevées et atteignent pour la flexion à peu près 1500 kg/cm² et 142.000 kg/cm² pour le E. modale, ce qui est nettement supérieur au Quercus robur (1310 kg/cm² et 135.000 kg). Les chiffres correspondant au pin sylvestre sont de 1000 kg/cm² pour la flexion et de 120.000 kg pour le E. modale.

(1) cf. et même note technique N°2, Direction des Forêts 1970

Contrainte de rupture en compression parallèle et latérale

Les valeurs moyennes pour la rupture en compression parallèle à la fibre et latérale à deux faces sont très élevées : de l'ordre de 700 kg/cm² et respectivement 8 rad. 142 kg/cm², 8 tang. 90 kg/cm². Les chiffres correspondants de Quercus robur ne s'élèvent qu'à 75 % de ces chiffres.

Travail absorbé au choc

Le bois de chêne sec absorbe en moyenne 1,6 kg/cm² de travail au choc, chiffre très élevé par rapport au Quercus robur (0,99 kg/cm²), frêne (fraxinus) (70 kg/cm²), Quercus robur (0,68 kg/cm²) et charne (carpinus betulus) (1,14 kg/cm²), lesquels sont connus comme des bois tenaces.

Chiffre de dureté (Brinell)

Avec un chiffre moyen de dureté atteignant rad. 3,9 (7,15 selon l'étude polonoise) et tang 4,0 (3,7) kg/cm² le bois de chêne sec peut être qualifié de très dur.

(1) La durabilité naturelle

La durabilité naturelle du bois de cœur de chêne sec a été étudiée selon les normes DIN 52 176. D'après l'étude du bois de l'ambier ne se fait pas. Le test en laboratoire a prouvé que la perte en matière ligneuse après l'attaque de 4 champignons destructeurs du bois se situe en 0,3 et 8,3 %. D'après la classification des bois selon leur durabilité naturelle, définie sur la base du pourcentage de leur perte en matière ligneuse (1), (établi par Bevensen), le bois de cœur de chêne sec s'avère être très durable.

(1) ont été groupés en catégories les bois avec une perte en matière ligneuse

0 % à 2 % Catég. 1 durabilité extrême

2 % à 12,5 % Catég. 2 très durable

12,5 % à 25 % Catég. 3 durable

25 % à 37,5 % Catég. 4 durabilité médiocre

37,5 % à 50 % Catég. 5 non durable

50 % et plus Catég. 6 nature périssable

A titre de comparaison, des échantillons de Quercus robur ont été étudiés. On a constaté que le bois de cœur de chêne seen du point de vue durabilité naturelle est au moins égal sinon supérieur (cf. tableau 7) (1).

Par contre le bois de l'aubier de chêne seen présente une durabilité médiocre comparable à celle de l'aubier de Quercus robur. Il demande donc un traitement préalable avec des produits chimiques pour la conservation du bois pour atteindre le niveau de durabilité du bois de cœur. (cf. § IV. 3 - e)

g) Conclusions sur les caractéristiques d'anatomie macroscopiques physico-mécaniques et biologiques du bois

Anatomie macroscopique

Le bois de chêne seen étudié représente un bois jaunâtre. Le bois de cœur est plus foncé. Souvent on y trouve des tâches brunes ou noires et autres défauts ligneux dus aux blessures diverses que l'arbre a subies dans sa vie. La pourriture partielle ou totale du bois de cœur se trouve souvent sur les sujets blessés ou ceux des peuplements de rejet de souche, mais aussi sur les sujets vieux de régénération naturelle. Dans le sens axial de l'arbre la pourriture apparaît soit dans une section de la grume, soit dans l'arbre entier. La pourriture au cœur la plus courante était dans la section 0 - 3 m (gros bout) dans le bois de rejet de souche, dans la section supérieure (fin bout) des arbres blessés, et dans l'arbre entier chez les sujets vieux. On a souvent constaté la piqûre du paraclytus dans le bois de cœur. Autres destructeurs ligneux (insectes ou champignons) ont été constatés de temps en temps dans le bois des échantillons. L'aubier représente un bois clair. La largeur radiale est de l'ordre de 20 à 35 mm en général. Les bois de cœur et de l'aubier sont visiblement délimités et les deux se distinguent soit par leur couleur, soit par l'état des vaisseaux, qui sont incrustés et bouchés par l'encroissement des cellules de parenchyme (Thylle) à l'intérieur des vaisseaux morts dans le bois de cœur ; il ne sont pas incrustés mais couverts pour la fonction de transport de l'eau dans l'aubier total. Le bois présente en général de nombreux défauts ligneux dus à l'accroissement et aux influences secondaires. Ils doivent compter parmi les facteurs responsables de la non-homogénéité de ce bois. La structure du bois de chêne seen ressemble à celle d'autres espèces de chênes à feuilles caduques, notamment Quercus robur, Quercus robur. Le bois d'automne, défini par des vaisseaux submacroscopiques, représente à peu près 70 % de la matière ligneuse d'une cerne annuelle. Les vaisseaux du bois de printemps, rangés en 1 ou plusieurs cercles, sont visibles à l'œil nu. Leurs diamètres sont en général inférieurs à ceux de Quercus robur. Des bandes entrecoupées de parenchyme sont visibles en grand nombre dans le bois d'automne.

La largeur des cernes d'accroissement observés est très variable dans un cerne ou dans la succession de cernes dans la direction radiale. La marge est de 1,26 à 10,70 mm pour le bois d'étude. Ce facteur doit exercer une forte influence en faveur de la non-homogénéité du bois et de ses caractéristiques physico-mécaniques.

(1) La durabilité excellente contre l'attaque de Basidialia quercina est à souligner. Ce type de champignon, abondant dans les galeries des mines tuméscenues, ne peut que faiblement attaquer le bois de cœur de chêne seen.

Les rayons médullaires sont nombreux et leur hauteur et largeur supérieures à celles de Quercus robur. Ils agissent sur la propriété de fente radiale soit mécaniquement, soit pendant le séchage du bois de chêne sec.

Caractéristiques physiques

La densité

Le chêne sec présente en général un bois lourd avec une densité moyenne de 0,878 à 0,89 g/cm³ à l'état sec. Il est donc comparable aux autres espèces méditerranéennes de Quercus (Quercus suber, afaraz, coccifera, ilex).

L'écart des valeurs de la densité moyenne (min. à max.) est considérable et s'élève à 0,34 g/cm³. Ce facteur peut servir à l'explication de la forte non-homogénéité de ce bois, généralement constatée.

Les facteurs écologiques exercent une influence sur la densité moyenne ainsi que sur l'écart des valeurs de la densité (min. à max.) de ce bois. Le bois peut théoriquement être classé en 3 catégories de provenance à savoir :

- Provenance 1 : les bois à densité inférieure (0,84 à 0,85 g/cm³)
- Provenance 2 : les bois à densité moyenne (0,90 à 0,91 g/cm³)
- Provenance 3 : les bois à densité élevée (0,99 g/cm³)

Mais l'écart toujours fort des valeurs de la densité par provenance empêche pratiquement et actuellement un classement net et valable du bois selon sa provenance et sa densité.

Des mesures silvicoles adéquates doivent être prises en faveur de l'amélioration des peuplements, visant leur accroissement naturel homogène pour obtenir une production lignee de qualité assez homogène par milieu. Finalement ces mesures permettraient d'obtenir un bois d'œuvre appréciable de part son homogénéité. Cette propriété pourrait être valorisée par le classement du bois selon la provenance et la densité, et, ensuite, selon son aspect extérieur. Actuellement le classement du bois de chêne sec ne pourrait se faire que selon son aspect extérieur comme stipulé dans la note technique N°2 de la Direction des Forêts (1970). (cf. Annexe).

Le taux de retrait

Le taux de retrait de volume élevé de ce bois (21,7 %) ainsi que sa forte anisotropie, due au rapport défavorable du taux de retrait radial et tangentiel (plus 1 : 2) présentent un inconvénient pour ce bois. Il pourrait être diminué par des mesures appropriées, comme par exemple un débit de bois d'œuvre sur rayon et un séchage humidité naturel soigné et contrôlé à humidité relative élevée et stable sous abri. Des mesures supplémentaires d'étuvage et de traitement de stabilisation de la dimension par des produits chimiques propre à ce besoin ainsi que le séchage artificiel du bois de qualité on peut envisager pour contre-balancer l'anisotropie et mettre en valeur ce bois. La non-homogénéité de ce bois s'exprime dans l'écart élevé des min./max. de la valeur moyenne de retrait. Les rayons et les possibilités de remédier à ce phénomène ont été mentionnées dans le § IV. 2. c

Le taux de retrait volumétrique par % d'humidité du bois à l'état sec (entre 0 % et 12 %) ne s'élève qu'à 0,58 % avec un rapport de 1 : 1,5 radial : tangentiel (0,23 : 0,35). Compte tenu de ces résultats on peut constater que le bois de chêne sec se comporte bien à l'état sec et représente un bois "tranquille", une fois séché d'humidité au degré d'équilibre normal (entre 8 et 15 %).

Les possibilités de séchage artificiel ont été étudiées et ont donné un résultat satisfaisant en ce qui concerne le comportement de ce bois pendant le séchage ainsi que sa qualité et son aspect après le séchage. L'horaire et le programme de séchage de cette étude ont été élaborés de façon à ce que toutes les précautions nécessaires pour le séchage du bois de chêne soient respectées.

Pour le séchage des planches de 35 mm d'épaisseur, de 32 à 10 % d'humidité du bois, on a appliqué le programme suivant qui pourrait servir de base à des études ultérieures :

Programme de séchage artificiel du chêne sec (1)

température sec °C	température humidité °C	écart de tem- pérature °C	durée du séchage (h)	humidité du bois	
				initial %	final %
40	35	5	110	32	27
40 - 60	35 - 55	5	20	27	25
60	55 - 50	5 - 10	100	25	16
70	65 - 48	5 - 32	100	16	10
Total			330 h	22 %	10 %

Il est vrai que le séchage artificiel du chêne sec demande une durée de traitement assez élevée, ce qui augmente le prix de revient. Mais cet inconvénient peut sans doute être diminué si seulement le bois d'œuvre de qualité et de valeur potentielle bénéficiait du séchage artificiel.

On pourrait conclure que jugé sur la base des résultats obtenus, le séchage du bois d'œuvre de qualité de chêne sec demande un traitement soigné et plus coûteux mais rentable, pour mettre en valeur sa propriété de "bon comportement" à l'état sec, permettant des emplois diversifiés.

Caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques mécaniques du bois de chêne sec en général sont excellentes, sa contrainte de rupture en flexion est de l'ordre de 1500 kg/cm², son module d'élasticité de 142 000 kg, sa contrainte de rupture en compression parallèle (780 kg/cm²) et latérale-radiale 142 kg/cm² - latérale tangentielle 90 kg/cm², le travail absorbé au choc de 1,6 kg/cm² et la dureté (Brinell) radiale de 3,9 kg/mm² et tang. 4,0 kg/mm². Ces données permettent de caractériser

ce bois comme étant très propre à des emplois exigeant notamment la résistance, la dureté, la ténacité. À cause de ces qualités éminentes ce bois peut convenir à des emplois divers (cf. § V).

L'écart plus ou moins fort des chiffres (min. à max.) des caractéristiques mécaniques qui s'exprime dans la non-homogénéité de ce bois diminue sa valeur technologique et commerciale. Seulement le fait que les chiffres moyens relatifs à ces caractéristiques atteignent en général un niveau élevé peut diminuer l'importance de cet inconvénient. Les raisons de la non-homogénéité et ses remèdes ont été mentionnés au § IV - 2 - c.

La durabilité naturelle

Le bois de cœur de chêne sec présente une très bonne durabilité naturelle. Dans le système de classification des bois selon leur degré de durabilité (Dauvoust) ce bois figure dans la catégorie 2 "très durable" à cause de sa perte en matière ligneuse entre 0,3 % et 8,3 %. Le bois de l'aubier présente une durabilité naturelle médiocre et demande un traitement préalable avec des produits chimiques expérimentés pour l'imprégnation du bois.

3. L'interprétation des résultats technologiques

a) Généralités

Les études relatives aux caractéristiques technologiques du bois et de l'écorce de chêne sec ont été limitées à l'analyse de la teneur en tannin et à l'essai de l'aptitude en tant que matière première pour la fabrication de panneaux en laine de bois ou de particules. Au tableau 3, on a intégré quelques données de l'étude polonaise sur la composition chimique du bois et sur la structure des fibres. Pour répondre aux questions d'aptitude du bois en tant que bois de papeterie une étude en laboratoire et pré-industrielle est nécessaire. Elle n'a pas été effectuée dans le cadre de cette étude.

En les besoins actuels en tannin végétal et en matière première pour panneaux de construction et de meubles, toujours croissants en Tunisie on a jugé nécessaire et utile d'étudier l'aptitude du bois et de l'écorce à ces besoins (1).

b) La teneur en tannin (écorce et bois)

Les résultats obtenus, figurent dans le tableau 6, indiquent une teneur moyenne en tannin de 10,6 % pour l'écorce avec un min. de 8,9 % et un max. de 12,6 %. Il est rappelé que ces résultats ont été obtenus à partir de l'écorce prélevée sur des grumes de 18 à 28 cm de diamètre et âgées de 45 à 87 ans. Les résultats sont surtout représentatifs pour la teneur en tannin des sujets

(1) L'extraction du tannin de l'écorce de chêne sec a été pratiquée industriellement avec l'extraction correspondante du "tannin de liège" (liber de *Quercus suber*) jusqu'en 1950 en Tunisie. Il s'agit donc ici d'une remise en valeur de cette matière première connue.

correspondants (1).

Une influence des facteurs écologiques sur la teneur en tannin a été étudiée sans avoir donné un résultat significatif.

La teneur en tannin du bois de cœur s'élève à 9,9 % en moyenne avec un minimum de 7,6 % et un maximum de 13,8 % (2). La teneur respective du bois de l'aubier est faible et ne s'élève qu'à 3 % en moyenne.

La teneur en tannin de l'écorce et du bois de chêne sec est assez élevée et mérite d'être extraite vue la qualité de ce tannin.

Lors de l'étude sur la production de chêne sec le pourcentage de l'écorce par rapport au volume total des grumes a été analysé, ce qui a donné une moyenne de 20 % avec un minimum de 14 % et un maximum de 25 % (voir tableaux 2).

La teneur en tannin et sa qualité, ainsi que le pourcentage de l'écorce, justifient de la considérer comme une matière première de valeur potentielle lors de l'exploitation d'un peuplement de chêne sec. Il est rappelé que d'importantes quantités d'écorce s'accumulent par l'écorçage du bois de mine, des poteaux, pilotis, piquets et bois de trituration. L'action d'écorçage de ces assortiments est obligatoire - donc l'écorçage intervient comme action d'exploitation et préparation du bois - les frais de l'opération doivent être attribués au prix de revient du bois. (3)

L'extraction du bois de cœur sera intéressante du point de vue teneur en tannin, qualité du tannin et de la quantité de bois disponible. Seulement cette action soulève des problèmes d'ordre technique à savoir le déchiquetage du bois avant l'extraction du tannin.

Si on ne trouve pas de solution par l'intégration de l'extraction du tannin du bois (et aussi de l'écorce) dans une usine de panneaux de particules - équipée avec des déchiqueteuses convenables - d'autres possibilités doivent être recherchées.

La qualité du tannin de Quercus est très appréciée pour sa qualité de tannage. Pour cette raison il est recherché par les tanneurs pour la production de cuir de haute qualité - de couleur jaune à brune. Ce tannin peut à peine être remplacé et concurrencé par les produits synthétiques de tannage (4).

En le mélangeant avec le tannin d'Acacia les tanneurs font des solutions de tannin pour le tannage de cuir destiné à des nobles usages. Ceci donne un aspect supplémentaire en faveur de l'extraction du tannin de chêne et d'acacia en Tunisie (5).

(1) La teneur de l'écorce des arbres jeunes est encore supérieure. HOUT (1930, p. 283) indique 13 % pour les sujets de 15 à 30 ans.

(2) HOUT (1930, p. 260) indique jusqu'à 15 % la teneur du bois.

(3) L'écorce exploitée doit être mise sous abri le plus vite possible au moins être stockée de façon à ce que les pluies ne puissent pas lessiver le tannin.

(4) le pH du tannin de chêne est de l'ordre de 4,5 à 4,9 (cf. (5)).

(5) le tannin de chêne appartient au groupe de "tannin hydrolysables". Celui d'acacia au groupe de "tannin condensés". Leur mélange permet d'obtenir un cuir de très bonne qualité variable en couleur et durété Grass, H. (1909).

c) L'index d'inhibition et l'aptitude du bois pour ponceux en laine de bois

D'habitude l'aptitude d'un bois à la fabrication de ponceux en laine de bois et ciment (type Murekitt ou autres) est étudiée par l'analyse de l'index d'inhibition (1) (2).

L'index du bois de chêne sec est supérieur de 40 % - limite requise de l'aptitude positive d'un bois (cf. tableau 6).
En conséquence le bois n'est pas propre à cet emploi (3).

d) L'aptitude du bois de chêne sec pour ponceux de particules

La fabrication de ponceux de particules à partir du bois de chêne en principe est possible. Ce bois a déjà été étudié et utilisé à cet effet en Allemagne entre autre.

Techniquement plusieurs sortes de machines se prêtent à la production de tels ponceux. Des expériences particulières et positives ont été effectuées avec les installations du système "Häpke - Hieser" (4).

Le déshiquetage du bois de chêne peut être fait avec des appareils à couteaux - type Häpke "Häpkevollenspanner" (autres parts lames), ou par le système Pullmann et autres. Ceux du type Pullmann sont préférables pour les bois lourds. Il est conseillé de tenir compte de ce fait dans les planifications industrielles ultérieures.

Les ponceux fait à 100 % de chêne sont lourds et pourraient servir pour la construction. D'ailleurs ils ont donné des résultats excellents du point de vue des caractéristiques mécanico-technologiques (5).

Des ponceux fait en mélange 80 % : 20 % jusqu'à 60 % : 40 % avec résineux et chêne sont plus légers et servent à la construction et les meubles (630 à 700 kg/m³) (6).

Le choix du pourcentage du mélange dépend donc des besoins du marché (7), tandis que du point de vue aptitude du bois de chêne sec à la fabrication il n'y a pas d'inconvénient technique (8).

(1) ce type de ponceux est connu comme élément de construction et d'isolation sur marché et facile à produire. Il est conseillé d'entreprendre l'analyse d'aptitude avec d'autres bois tunisiens.

(2) l'index d'inhibition (cf. explication 4) sous tableau 6.

(3) les matières d'inhibition ralentissant le durcissement du ciment sont entre autre le tannin et le sucre, ces matières se trouvent dans le bois de chêne sec en % élevé.

(4) l'usine à Elr Kasser-Tunisie est équipée avec une telle installation.

(5) rapport poids : résistance à la flexion etc. (Stegmann, Br. 1955).

(6) à l'usine de Elr Kasser-Tunisie une étude pratique avec un mélange de 10 à 30 % sec et 90 à 70 % pin a donné des résultats acceptables. L'énergie pour le déshiquetage était très élevée. (1955) ce qui est dû au bois rest trop sec.

(7) une étude des besoins en ponceux de construction en Tunisie est conseillée.

(8) les détails de cette information ont été relevés dans les informations de Häpke (1955).

Un élément essentiel, si pour le rendement économique de l'emploi du bois de chêne consiste à préparer le bois "de trituration" offert à la vente par le producteur forestier. Nous rappelons les conditions mentionnées dans le projet d'un projet de classification (cf. annexes) : écorçage, de forme assez droite, respect du diamètre min. et max. et de l'humidité du bois de 35 % à plus au moment de la vente (1).

e) L'aptitude à l'imprégnation

A cause de délais techniques intervenus pendant l'exécution des études relatives à l'imprégnation du bois, les résultats finaux n'ont pas pu parvenir à temps. Ils seront communiqués à la Direction des Forêts dès réceptions. A titre d'information générale on peut déjà résumer que le traitement, soit sous pression (apothème Hépang, Bithel etc.), soit par trempage et immersion avec des produits sur base de créosote, deviendra difficile vu le taux d'humidité élevé après 6 mois de séchage naturel et le taux variable de l'absorption et de rétention du créosote. Par contre le traitement avec des sels protecteurs semble très prometteur, soit sous pression soit par immersion et trempage.

Ces problèmes sont dans leur ensemble d'un intérêt particulier pour la mise en valeur et le traitement du bois de chêne seen destiné à être employé comme traverses, traversines, bois de construction, poteaux, pilotis, piquets de mine, piquets de clôture, tuteurs et autres (2).

(1) ceci permettre d'arriver à une consommation d'électricité raisonnable et une utilisation prolongée des outeaux lors du déshiquetage du bois.

(2) une étude de comparaison entre le bois de chêne (et pin) traité et non-traité dans la mine de Djebel Ben Aouane a donné des résultats favorables pour le bois traité (1969).

De telles études devraient être répétées.

ANNEXE I

TABLEAU DE CLASSIFICATION DU BOIS EN CLASSE SELON 37 CRITERES LIQUES
 SITUATION EN MOUSSE VERMOREL

De la- serie	Annotati- on	Quali- ficateur	Ø au milieu cm	Ø à la base cm	Gros bout cm	Longueur m	Sur- face cm ²	Section totale cm ²	Moins viv. m ²	Moins m ²	Moins m ²
I	Bois d'œuvre avec déchets boisiers	1	20 +	-	-	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		2	20 +	-	-	2,1/1,2/1,1	-	-	1,2	-	Bois d'œuvre
		3	20 +	-	-	2,1/1,2/1,1	-	-	1,2	-	Bois d'œuvre
II	Bois d'œuvre avec déchets	1	18 +	18	-	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		2	18 +	18	-	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		3	18 +	18	-	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		4	18 +	18	-	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		5	18 +	18	-	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
III	Bois d'œuvre avec déchets	1	20 +	20-18	14-18	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		2	20 +	20-18	14-18	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		3	20 +	20-18	14-18	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		4	20 +	20-18	14-18	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		5	20 +	20-18	14-18	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
IV	Bois d'œuvre avec déchets	1	20 +	20-18	14-18	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		2	20 +	20-18	14-18	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		3	20 +	20-18	14-18	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		4	20 +	20-18	14-18	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre
		5	20 +	20-18	14-18	2,1/1,2/1,1	-	-	-	-	Bois d'œuvre

(insure 1, suite)

Catégorie	Accessoiri- surt	Qual. Synth.	Ø en millim. cm	Ø fin bout cm	Ø gros bout cm	Longueurs n	sur seque cm/mL	coarcture total cm/n	viv.	noeuds morts	fibres
V	Figures	10 1	-	5-7	-	1,5	toléra.	5	12	10,0	tr. penes.dr.
	ordina-	10 2	-	7-12	-	1,5/1,8/2,0/2,2/2,5	5 cm +	5	12	10,0	"
	res	10 3	-	10-15	-	2,0/3,0/3,2/3,5/4,0	1 cm -	5	12	10,0	"
	constru-	10 4	-	12-16	-	4,5/5,0	-	5	12	10,0	"
VI	ordina-	10 1	-	8-12	-	3,0/3,5/4,0	-	4	10	5,0	les.dr.
	constru-	10 2	-	12-20	-	3,0/4,0/5,0/6,0	-	4	10	5,0	"
VII	Figures	10 1	-	12-20	-	3,0/3,5/4,0/4,5	fourche	4	10	5,0	"
	telure	10 2	-	2-3	-	1,0/1,5/2,0	pointu	5	10	5,0	admis
VIII	Figures	10 1	-	2-3	-	1,5/2,0/2,5/3,0/3,5	-	5	10	5,0	"
	telure	10 2	-	max. 7	max. 25	1,0(0,5)1,5/2,0	-	as.dr.	10,0	tr. pen	"
IX	Figures	10 1	-	1-7	-	4-6,0, humide	-	538 figs.	-	-	prurit, adm.
	ordina-	10 2	-	1-7	-	1,0	-	-	-	-	"
	res	10 3	-	8-15	-	11,0	-	-	-	-	"
	constru-	10 4	-	10-25	-	11,0	-	-	-	-	"

11-11-11

Nature d'utilisation.	Degré d'aptitude	Stages de l'aptitude	Caractéristiques en fonction de cet emploi.	Stades qui permettent d'apprécier l'aptitude propre de l'élève.	Traitement préalable pour assurer l'aptitude	Assurément bon ou mauvais à utiliser
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1 - <u>BOIS D'ŒUVRE DE L'ŒUVRE</u> (a) <u>Exemples de bois</u> - planches, clous, charnières - planches, clous, charnières - planches de charnières, - fenêtres, portes, - escaliers.	2 2 2 2 2	1 1 1 2 2	8-11- 8-11- 8-11- 1-3-6-10-11- 1-2-3-4-5-10-11-	1-2-3-4-5-7-8-9-10-11-12-13- 1-2-3-4-5-7-8-9-10-11-12-13- 1-2-3-4-5-7-8-9-10-11-12-13- (10) 1-2-3-4-5-7-8-9-10-11-12-13- (10)-21 1-2-3-4-5-7-8-9-10-11-12-13-	1-2-3 et 4 (5)-10-15	- A-B (C)
(b) <u>Construction légère à l'usage</u> <u>intérieur, à l'extérieur, usage</u> <u>terrestre, dans l'eau pour :</u> - boîtes, caissons, charnières, - planches, joints et quai - fonds de bassins creusés - bâtiments en agriculture - charpente d'église	2 2 2 2	1 1 1 2	1-2-3-4-5-6-7-10- 1-2-3-4-5-6-7-10- 1-3-6-10- 1-2-3-10-	1-2-3-4-5-7-8-9-10-11-12-13-21- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-21- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-21- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-	1-2-3-4-5-6-7 15	- C (17)
- fonds de bassins et canaux - charnières - planches lisses - planches lisses - caissons au fond de bassins - construction de bords - boîtes, charnières, traverses	2 2 2 2 2 2	1 2 2 2 1 1	1-2-3-4-5-6-7-10- 1-2-3-4-5-6-7-10- 1-2-3-4-5-6-7-10- 1-2-3-4-5-6-7-10- 1-2-3-4-5-6-7-10- 1-2-3-4-5-6-7-10-	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13- (10)-21- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13- (10)-21- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13- (10)-21- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13- (10)-21- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13- (10)-21- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13- (10)-21-	1-2-3-4-5-6-7 (10) 15	- C (17)
(c) <u>Construction légère à l'usage</u> <u>intérieur, à l'extérieur, usage</u> <u>terrestre, dans l'eau pour :</u> - caissons, boîtes, lattes, - planches, caissons, - charnières, etc... - servant pour lattes	2-3 2-3	3 3	11-2-3-10- 11-2-10-	11-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13- 11-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-	- C

(Annexe II, suite)

-marches surélevées	2	1-10-	3- (5)-7- (8)-8- (10)	1-2-3-15	18, 19
-bois charbons	1-2	1-3-5-7-10-	3- (5)-6-7- (8)-9-10-11- (12)- (21)	1-2-3-15	18, 19
-piquets pour études d'érosion					
(a) - à décharger					
-pour passons de particules	2	12-13-14-18-	(8)-(9)-22	1-15	18
-pour passons en laines de bois	4	18-	22-23		
-pour bassins pupation	7	12-13-18-19-	(6)-(8)-22-24		
-bois d'extrusion tunnel	2	12-16-17-	(8)-(9)-22		
-bois à charbon	2-3	20-21-22-	(9)-	1-15	F
-bois de feu	2	22-			
IV - LIGNES					
-lignes à feu	1	15-16-17-		1-15	E
-lignes à courbes	2	23-24-		1-15	
-lignes à brûler	2	25-		1-15	

LEGENDE

(1) Nature d'utilisation

Possibilités d'utilisations générales ou précises du bois de chêne-seen.

(2) Degré d'aptitude

du bois de chêne-seen à cette utilisation (estimé)

- 1) très propre à cette utilisation
- 2) propre à cette utilisation
- 3) usage médiocre
- 5) non propre à cette utilisation

(3) Degré de priorité évalué

Selon les besoins du marché et partiellement selon les propriétés du bois.

- 1) priorité primaire
- 2) priorité secondaire
- 3) priorité tertiaire.

(4) Caractéristiques en faveur de cette utilisation (les plus importantes)

- 1) contrainte de rupture en flexion
- 2) contrainte de rupture en compression
- 3) module d'élasticité
- 4) dureté Brinell
- 5) contrainte de rupture en compression latérale
- 6) densité
- 7) travail absorbé par choc
- 8) taux de retrait % par % humidité
- 9) avertissement
- 10) durabilité naturelle
- 11) surface décorative
- 12) propre au déchiquetage (état humide)
- 13) qualité des copeaux de déchiquetage
- 14) donne des pousseurs techniquement viables
- 15) la teneur en tannin (écorce)
- 16) la teneur en tannin (bois de cœur)
- 17) qualité du tannin
- 18) longueur des fibres
- 19) pourcentage en cellulose
- 20) se prête à la carbonisation

- 21) nature du charbon
- 22) valeur calorifique
- 23) se prête à la compression (compressée)

(5) Défauts susceptibles de diminuer les propriétés du bois

(À éliminer par classification ou traitement (6) -)

- 1) hétérogénéité (densité variable)
(cernes et largeurs variables)
- 2) cernes larges
- 3) nœuds morts
- 4) nœuds vivants 35-50 mm Ø
- 5) nœuds vivants 1-30 mm Ø
- 6) couronnes de nœuds
- 7) fentes larges et longues
- 8) courbures (flèche) excessives du bois rond
- 9) pourriture
- 10) piqûre
- 11) fibre torse importante
- 12) plaies d'élagage, entre écorces
- 13) tâches, irrégularités diverses, autres défauts moins graves
- 14) cœur excentrique
- 15) densité - poids
- 16) aptitude à la fente dans le sens radial
- 17) dureté
- 18) difficulté de faire pénétrer des clous
- 19) taux de retrait lors du séchage naturel
- 20) anisotropie des mesures de retrait
- 21) durabilité naturelle médiocre de l'aubier
- 22) difficile à déchiquer à l'état sec
- 23) index d'inhibition
- 24) manque étude papetière (cuisson et analyse des fibres)

() plus ou moins selon l'importance

(6) Traitement préalable du bois pour assurer l'aptitude et diminuer les défauts

- 1) vente du bois rond immédiatement après exploitation
- 1) a) vente à l'état demi-sec à sec
- 2) débit ou déchiage à l'état assez humide
- 3) séchage artificiel soigneux et contrôlé à 10-15 % d'humidité bois débité.
- 3) a) séchage naturel soigneux et contrôlé à 25-30 % bois d'humidité bois rond.
- 4) séchage artificiel du bois débité
- 5) étuvages
- 6) traitement de conservation sous pression avec des sels
- 7) traitement de conservation par trempage ou immersion avec des sels.
- 8) traitement de conservation (système Bucherie ou semblable) avec des sels

./.

- 9) traitement de stabilisation de la dimension avec Ethylenglycol.
- 10) débit sur mailles (rayons médulaires)
- 11) exploitation en automne et hiver
- 12) extraction à l'état humide ou demi-sec
- 13) compression à l'état demi-sec ou sec
- 14) stockage sous abri, protection contre la pluie
- 15) classification du bois rond et du bois débité

() plus ou moins, selon l'importance

(7) Assortiment en bois rond à utiliser

(voir annexe classification du bois rond)

- A - Bois d'œuvre qualité A
- B - Bois d'œuvre qualité B
- C - Bois d'œuvre qualité C
- T - Bois d'œuvre qualité T
- D - Bois d'œuvre qualité D
- Fl - Poteaux de ligne
- Fl - Pilotis
- M - Bois de mine
- Pe - Piquets ordinaires
- Pe - Perches de construction
- Tu - Tuteurs
- TR - Bois de trituration
- F - Bois de carbonisation ou bois de feu
- E - Ecorce

() - plus ou moins, selon l'importance

BIBLIOGRAPHIE

- BAKKEDAM, (1941) in Kresser, E. Die natürliche Dauerhaftigkeit der Hölzer gegen die Zerstörung durch Pilze. Universität Hamburg (1956) (la durabilité naturelle des bois contre la destruction par champignons).
- BERNÉ, (1968) Extrait.- Informations relatives à la fabrication de panneaux de particules sur base du bois de chêne (Springe Hannover, (1968)).
- BOUT, R. (1950) Economie Forestière Nord-Africaine Tome II fasc. I. Edition Larose, Paris (1950).
- DIRECTION DES FORÊTS TUNISIENNES, (1970) Projet de classification des bois de chêne sec et chêne liège. Instruction technique N°2, Tunis (1970).
- DIRECTION DES FORÊTS, (1934) Le chêne sec en Tunisie. Imprimerie Guenard et Franck, Tunis (1934).
- GRAB, R. (1949) Die Gerbstoffe und Gerbmittel, Stuttgart (1949). (Les tanins et produits chimiques de tannage).
- GRANT-KINCHI, T. (1970) Investigation on Tunisian woods properties. Poeman (1970), Institut of Wood-technologie. (Recherche relative aux caractéristiques des bois de Tunisie).
- HILDEBRAND, (1969) Etude sur le séchage de chêne de Tunisie (*Quercus fraginea*), Oberbühlingen/Württemberg (1969).
- KRAU, D. ; SCHWEISS, R. ; GIESSEN, R. (1970) Rapport sur l'étude des caractéristiques du bois et de l'écorce de chêne de Tunisie (*Quercus fraginea*, *Quercus suber*) Hamburg - Lohrberg, 1970. Institut Fédéral de la Recherche Forestier et du bois.
- KRAU, D. (1963) Vergleichende Untersuchungen über einige physikalische und technologische Eigenschaften des Kern- und Splintholzes der Mittel-europäischen Eiche. Holzsals Roh- und Werkstoff 21 (1963) 108-121, Berlin (1963). (Etude de comparaison de quelques caractéristiques physiques et technologiques du bois de cœur et de l'aubier de chêne d'Europe central). - ... Untersuchung von Hohenholz zur Herstellung von Holzspanwerkstoffen. Keln (1966) (mise en valeur du bois de chêne pour panneau sur base de copeaux de bois (de particules)).
- SPRINGER, G. ; HUBER, I. 1966



... 36 ...

