

# Propriétés physiques du bois de chêne zéen de la forêt des Aït Ghobri (Algérie)

Mahand MESSAOUDÈNE<sup>1</sup>  
Mourad TAFER<sup>2</sup>  
Ali LOUKKAS<sup>3</sup>  
Rémy MARCHAL<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Inrf, station régionale  
de Tizi-Ouzou  
BP 30  
15365 Yakouren  
Algérie

<sup>2</sup> Université Abderrahmane Mira  
06000 Béjaïa  
Algérie

<sup>3</sup> Parc national de Thanied El Had  
38000 Tissemsilt  
Algérie

<sup>4</sup> Ensam-Cluny  
Rue Porte de Paris  
71250 Cluny  
France

**Les paramètres dendrométriques** et sylvicoles mesurés sur des bois de chênes zéens (*Quercus canariensis* Willd.) issus des Aït Ghobri les situent parmi les bois à forts retraits, nerveux à très nerveux et mi-lourds à lourds. Malgré ces contraintes physiques médiocres, le bois de cette espèce présente une bonne stabilité dimensionnelle (faible anisotropie), ce qui le distingue des autres chênes méditerranéens et européens. Faute d'essais mécaniques, on ne peut le valoriser à sa juste valeur. Cependant, bien qu'il soit dense et se caractérise par un fort retrait axial, il présente certains avantages et peut fournir un bois de qualité destiné à l'ébénisterie, la parqueterie et l'artisanat.



**Photo 1.**  
Gros chêne de la zénaïe de Yakouren (Algérie).  
Photo M. Messaoudène.

## RÉSUMÉ

### PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU BOIS DE CHÊNE ZÉEN DE LA FORÊT DES AÏT GHOBRI (ALGÉRIE)

Le but du travail consistait à caractériser les propriétés physiques du bois de *Quercus canariensis* (Willd.) et de rendre compte de ses qualifications. L'étude a été réalisée dans une partie de la forêt domaniale des Aït Ghobri, située dans la zone bioclimatique humide à variante tempérée. Au total, huit stations ont été choisies selon la méthode d'échantillonnage stratifiée progressive. Les essais physiques ont porté sur un effectif de 576 éprouvettes normalisées, prélevées sur un ensemble de 24 arbres abattus. Le travail montre l'effet de l'arbre sur les propriétés physiques ; les caractéristiques propres à l'arbre jouent un rôle prépondérant dans le déterminisme des composantes des retraits. La rétractabilité volumétrique totale, le coefficient de rétractabilité volumétrique totale et la densité à 12 % d'humidité situent le bois de chêne zéen dans la catégorie des bois à fort retrait, nerveux à très nerveux et de mi-lourds à lourds. Les résultats attestent que les retraits axial, tangentiel et radial demeurent élevés contrairement à l'anisotropie, la densité et l'infradensité.

**Mots-clés :** *Quercus canariensis*, propriété physique, qualité du bois, Aït-Ghobri, Algérie.

## ABSTRACT

### PHYSICAL PROPERTIES OF ZEEN OAK FROM ALGERIA'S AÏT GHOBRI FOREST

The study aimed to characterise and report on the physical properties of zeen oak wood (*Quercus canariensis* Willd.). The study was carried out in a limited area of the Aït Ghobri forest, which has a humid bioclimate with a temperate variant. Eight stations were chosen according to the progressive stratified sampling method. Physical tests were carried out on 576 standardized samples taken from 24 felled trees. The study demonstrates the effect of each tree on physical properties, showing that tree characteristics play a major role in determining shrinkage components. Total volumetric retractability, the coefficient of total volumetric retractability and density at 12% humidity rank zeen oak wood as highly retractable, wiry to very wiry and fairly heavy to heavy. These results confirm that axial, tangential and radial shrinkage in *Quercus canariensis* remain high, while anisotropy, density and infradensity do not.

**Keywords:** *Quercus canariensis*, physical property, wood quality, Aït Ghobri, Algeria.

## RESUMEN

### PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE QUEJIGO ANDALUZ DEL BOSQUE DE AÏT GHOBRI (ARGELIA)

El objetivo del trabajo consistía en caracterizar las propiedades físicas de la madera de *Quercus canariensis* (Willd.) y describir sus aptitudes. El estudio se realizó en un área restringida del bosque estatal de Aït Ghobri, situada en un bioclima húmedo con variante templada. En total, se eligieron ocho estaciones de muestreo estratificado progresivo. Los ensayos físicos se llevaron a cabo en 576 probetas normalizadas, muestreadas en 24 árboles talados. Este trabajo muestra el "efecto árbol" sobre las propiedades físicas; las características propias del árbol desempeñan un papel preponderante en la determinación de los componentes de las contracciones. La contractibilidad volumétrica total, el coeficiente de contractibilidad volumétrica total y la densidad al 12% de humedad sitúan la madera de quejigo andaluz en la categoría de maderas de fuerte contracción, nerviosa a muy nerviosa y de semipesada a pesada. Los resultados certifican que las contracciones axiales, tangenciales y radiales siguen siendo altas, contrariamente a la anisotropía, la densidad y la infradensidad.

**Palabras clave:** *Quercus canariensis*, propiedad física, calidad de la madera, Aït-Ghobri, Argelia.



## Introduction

En Algérie, peu de travaux récents ont abordé le problème de la classification et de la qualification du bois des essences forestières et encore moins le rôle des facteurs écologiques dans le déterminisme de la qualité du bois. En Europe, la demande en bois de chêne de tranchage est très forte. Les chênes à bois tendre et à accroissements fins sont les plus recherchés (DERET-VARCIN, 1983 ; DAUTREBANDE, 1989). Le chêne zéen (*Quercus canariensis*) fournit un volume considérable de bois d'œuvre et d'industrie, mais n'a bénéficié que de quelques études très restreintes de par leurs objectifs et leur échantillonnage (BERRICHI, 1993). Ces recherches, orientées beaucoup plus vers les aspects technologiques, donnent peu d'indications sur les relations entre le milieu, la sylviculture et la qualité du bois. Ce manque d'information est un handicap certain pour la connaissance, la gestion et la valorisation de la ressource ligneuse issue de la chênaie caducifoliée du pays. Le chêne zéen fait partie d'un groupe d'espèces caducifoliées réparties sur le pourtour méditerranéen et situées principalement dans l'ensemble ibéro-maghrébin (QUÉZEL, BONIN, 1980). En Afrique du Nord, il occupe 102 000 ha, dont 65 000 ha en Algérie (MESSAOUDÈNE, TESSIER, 1991), 20 000 ha en Tunisie et 17 000 ha au Maroc (TAFER, 2000). Ce chêne a une longévité remarquable. Des arbres majestueux, âgés de plus de 550 ans et dont la circonférence peut atteindre huit mètres, ont été observés dans les zénaies de Kabylie (photo 1).

En vue macroscopique, le bois de chêne zéen présente de gros rayons ligneux multisériés et de petits rayons unisériés, à l'origine d'une belle maillure du bois lorsqu'il est débité en quartiers. La zone de bois initial se caractérise par de gros vaisseaux alignés en bandes tangentielles et isolés les uns des autres. En revanche, le bois final est formé de vaisseaux nettement plus petits et de taille variable. Les fibres sont très



**Photo 2.**

Vue générale de la zone étudiée avec la forêt domaniale des Aït Ghobri.  
Photo M. Messaoudène.

nombreuses dans le bois final, irrégulièrement réparties et à trajet rectiligne-oblique (AMEELS, 1989 ; HADDAD, 1990). Aujourd'hui, les avis sur la qualité du bois de ce chêne sont variables et parfois contradictoires. La majorité des forestiers considèrent, sans argument scientifique, le bois de chêne zéen comme étant de qualité médiocre et lui accordent très peu d'intérêt.

C'est dans le contexte de cette problématique que s'inscrit ce travail. Notre but est de caractériser les propriétés physiques du bois de cette essence pour, d'une part, procéder à sa classification et sa qualification et, d'autre part, savoir dans quelle mesure les facteurs environnementaux, « effet station », et les caractéristiques propres à l'arbre, « effet individuel ou arbre », pourraient influencer et moduler ses propriétés physiques. La présente étude consiste donc à comparer la qualité du bois de chêne zéen dans huit stations de la forêt domaniale des Aït Ghobri.

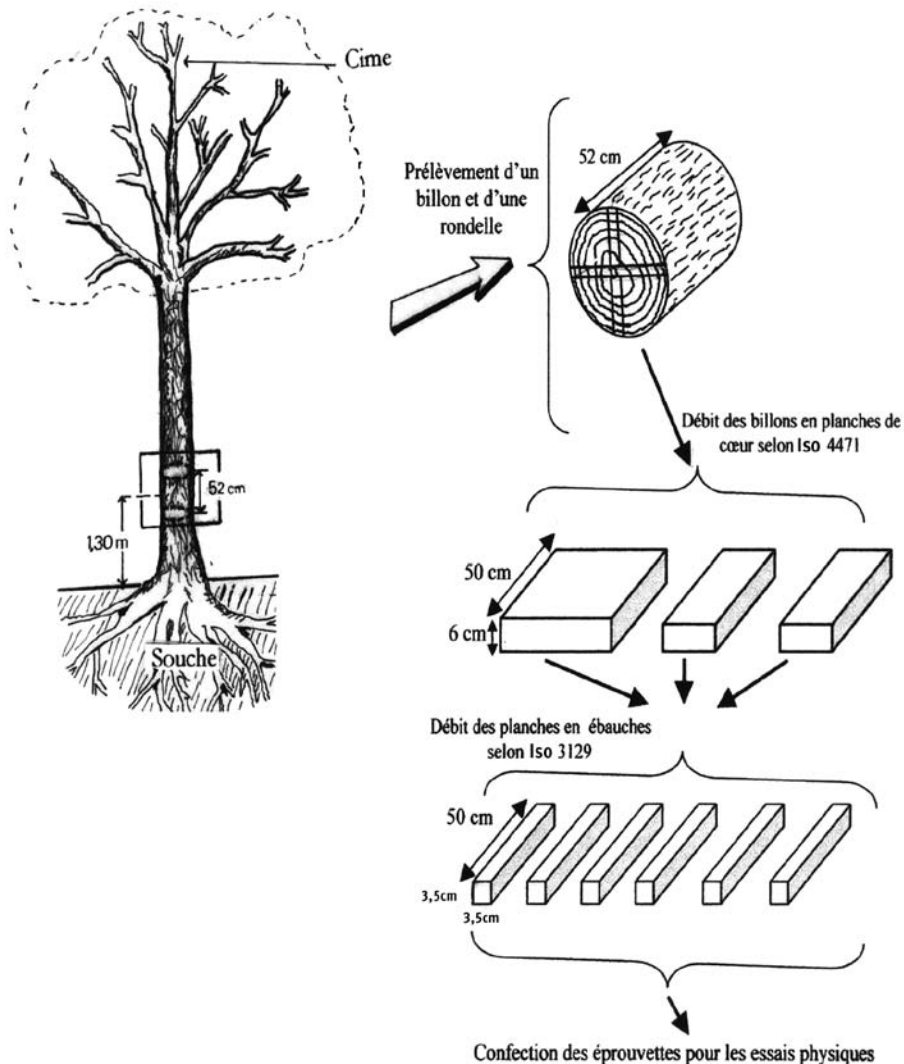
## Matériel et méthodes

### Milieu d'étude

L'étude a été limitée à la forêt domaniale des Aït Ghobri, d'une superficie de 5 710 ha, administrativement dépendante de la conservation des forêts de Tizi-Ouzou (photos 2 et 3). La forêt des Aït Ghobri se caractérise par un relief plus ou moins accidenté, un substrat géologique composé de grès numidiens. Ses sols sont acides et présentent une texture limono-sableuse. FERRAHI (1994) a déterminé dans cette forêt quatre grands types de sols : les sols superficiels, les sols lessivés peu différenciés, les sols lessivés acides à horizon d'accumulation argileux profond et les sols lessivés acides à horizon d'accumulation argileux superficiel. Le zénaie étudiée renferme la futaie adulte, régulière et assez dense (photo 4), et les perchis denses (photo 5).



**Photo 3.**  
Futaie adulte de chênes zéens assez dense.  
Photo M. Messaoudène.



**Figure 1.**  
Mode de prélèvement des éprouvettes selon les normes Iso mentionnées.

La forêt se situe dans la zone bioclimatique humide à variante tempérée, avec une tranche pluviométrique annuelle comprise entre 900 et 1 400 mm, un régime saisonnier de type Hpae (MESSAOUDÈNE, TESSIER, 1991 ; TAFER, 2000). Elle est constituée de formations à *Q. canariensis*, *Q. afares* et *Q. suber*. La strate arbustive est composée essentiellement de *Cytisus triflorus*, *Erica arborea*, *Rubus ulmifolius*, *Rubus incanescens*, *Viburnum tinus*, *Crataegus monogyna*, *Arbutus unedo* et *Phyllaria angustifolia*. Quant à la strate herbacée inventoriée, elle regroupe les espèces sylvatiques montagnardes caractéristiques de la classe des *Quercetea pubescentis* et les espèces sylvatiques de basse altitude caractérisant la classe des *Quercetea ilicis*.

### Choix des stations et des arbres

Étant donné la diversité topographique du terrain et de la physiologie de la zénaie, nous avons sélectionné huit stations selon la stratégie d'échantillonnage stratifiée progressive. La stratification première de la forêt en unités homogènes repose sur la situation altitudinale, individualisant ainsi des stations allant de 540 à 1 020 m ; la différenciation stationnelle s'appuie ensuite principalement sur l'exposition, la pente du terrain, la densité du peuplement et le type de sol. Le choix des arbres dans les stations a été fait selon les critères fixés par la norme Iso 4471 (1982) et les orientations de NEPVEU (1987). Compte tenu de la méthode destructive utilisée, 24 arbres ont été choisis dans les huit stations, soit trois arbres par station. Les principales caractéristiques des stations et des arbres étudiés sont récapitulées dans le tableau I.



## Collecte, préparation du bois et essais physiques

Le prélèvement, le façonnage, le conditionnement du matériau, le débit des planches en ébauches, la confection des éprouvettes et les essais ont été réalisés selon les normes internationales (Iso) pour l'ensemble des essais physiques (figure 1). Pour ces essais, on s'est inspiré aussi des recommandations de nombreux auteurs (BUCUR, 1983 ; NEPVEU, 1987 ; MARCHAL, 1995). Les essais ont porté principalement sur :

- La densité à 12 % d'humidité (Iso 33131, 1975).
- Les retraits axial, radial et tangentiel (Iso 4469, 1982).
- Le retrait volumétrique total (Iso 4858, 1982).
- L'infradensité, calculée par le rapport de la masse de l'éprouvette à l'état anhydre sur le volume de l'éprouvette à l'état saturé (NEPVEU, 1987).
- L'anisotropie, définie comme étant le rapport du retrait tangentiel sur le retrait radial (BUCUR, 1983).

Soixante-douze éprouvettes normalisées par station ont été utilisées pour les essais, soit au total 576 éprouvettes. Pour un même arbre, les essais ont été répétés trois fois sur des éprouvettes différentes. L'ensemble des éprouvettes a été prélevé sur les mêmes grumes (bille de pied) de 52 cm de longueur (figure 1).

## Analyse des données

Les fluctuations des valeurs des caractères sont évaluées par l'analyse des courbes des valeurs moyennes plus ou moins les écarts-types et les coefficients de variation. Pour mettre en évidence l'effet « arbre » et l'effet « station » sur l'ensemble des caractères physiques, la comparaison des moyennes a été faite sur la base d'une analyse de la variance hiérarchisée à deux critères de classification qui intègre le modèle croisé. Pour chacun des caractères étudiés, 72 données



**Photo 4.**  
Zénaie régulière, dense et élevée.  
Photo M. Messaoudène.



**Photo 5.**  
Perchis dense de chênes zéens (fond de vallon).  
Photo M. Messaoudène.



**Tableau I.**  
**Caractérisation des huit stations de référence de la forêt des Aït Ghobri.**

Facteurs du milieu	Stations							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Altitude (m)	545	830	840	800	760	780	1 020	900
Pente (%)	35	5	25	25	20	60	0	50
Exposition	N	N-NE	N-NE	N-NE	NE	N	N	S
Densité des arbres/ha	750	600	550	500	1 025	475	1 050	650
Diamètre moyen (cm)	33,5	33,25	26,3	32,3	25,6	32,7	27,9	25,3
Hauteur moyenne (m)	15,27	18,50	21,97	19,70	18,3	18,9	19,50	11,80
Recouvrement (%)	70	80	70	75	80	80	70	60
Peuplement	CZ	CZ, CA	CZ, CA	CZ	CZ, CA, CL	CZ, CA, CL	CZ, C.A	CL, CZ, CA
Âge moyen	53	118	118	127	54	127	37	55
LC (mm)	2,13	1,11	1,06	1,10	1,98	1,08	3,34	2,10
Topographie	Vallon	Crête	Versant	Versant	Versant	Versant	Dépression	Versant
Texture du sol	SL	SL	SL	SL	AL	SL	SL	SL
Revt (%)	20,19	20,56	22,92	20,71	20,17	21,39	18,40	20,72
RA (%)	0,24	0,27	0,13	0,19	0,30	0,13	0,63	0,55

LC = largeur moyenne des cernes ; CZ = chêne zéen ; CA = chêne afares ; CL = chêne-liège ; SL = sablo-limoneux ; AL = argilo-limoneux ; recouvrement = projection de la surface du houppier par rapport au sol ; Revt = retrait volumétrique total ; RA = retrait axial.

**Tableau II.**  
**Récapitulatif des résultats des propriétés physiques du chêne zéen et de l'analyse de la variance hiérarchisée.**

Propriétés physiques	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	ET	CV (%)	Ava	Avs
RA (%)	0,24	0,27	0,13	0,19	0,30	0,13	0,63	0,55	0,19	60,74	3,93*	2,44*
RT (%)	14,27	13,47	15,94	15,46	14,45	15,27	12,78	12,46	1,27	8,94	6,78*	-
RR (%)	6,67	8,19	8,15	6,81	6,49	7,11	6,02	8,96	1,02	13,93	3,69*	-
Revt (%)	20,19	20,56	22,92	20,71	20,17	21,39	18,40	20,72	1,79	8,93	6,09*	-
Anisotropie	2,16	1,79	1,96	2,37	2,26	2,51	2,19	1,48	1,48	15,91	4,61*	3,17*
D <sub>12</sub> (g/dm <sup>3</sup> )	910	858	915	876	843	894	871	899	25	2,87	-	-
ID (g/dm <sup>3</sup> )	754	644	669	662	657	663	672	687	34	5,02	4,83*	-

St : station ; ET : écart-type ; CV : coefficient de variation ; Ava et Avs : résultats de l'analyse de la variance hiérarchisée au seuil de 5 % respectivement entre les arbres (A) et entre les stations (S) ; RA : retrait axial ; RT : retrait tangentiel ; RR : retrait radial ; Revt : retrait volumétrique total ; D<sub>12</sub> : densité à 12 % d'humidité ; ID : infradensité ; \* : niveau de signification au seuil  $\alpha = 0,05$  lu sur la table de Fisher.

sont introduites dans l'analyse. Quant à la mise en évidence des relations entre les caractères étudiés et les variables du milieu et dendrométriques, les coefficients de corrélation

ont été calculés. Dans ce cas, le nombre d'observations concerne les 24 arbres et les variables sont les propriétés physiques, les caractéristiques du milieu (altitude et pente) et des

arbres : âge, diamètre à 1,30 m du sol (D<sub>1,30 m</sub>), recouvrement du houppier par rapport au sol (Rec), largeur du cerne (LC), espacement moyen entre les arbres (Esp) et hauteur totale (H<sub>t</sub>).

## Résultats et discussion

### Comparaison des résultats entre les stations et entre les arbres

Les résultats obtenus pour tous les caractères étudiés sont récapitulés dans le tableau II. Nous constatons que les fortes valeurs des propriétés physiques sont enregistrées dans la station 7 pour le retrait axial (RA ; figure 2) (0,63 %), la station 3 pour le retrait tangentiel (RT ; figure 3) (15,95 %), la station 8 pour le retrait radial (RR ; figure 4) (8,96 %) et pour le retrait volumétrique total (Revt, figure 5) (22,92 %), la station 6 pour l'anisotropie (2,51 ; figure 6), les stations 1 et 3 pour la densité à 12 % d'humidité ( $D_{12}$ ) (910 g/dm<sup>3</sup>) et la station 1 pour l'infradensité (ID ; figure 7) (750 g/dm<sup>3</sup>). Du point de vue de la variabilité de ces paramètres entre les stations, il en résulte que seuls le retrait axial (RA) et l'anisotropie présentent des coefficients de variation élevés, soit 61 % et 15 %. La comparaison des moyennes à l'aide de l'analyse de la variance hiérarchisée montre que l'effet station n'apparaît significatif au seuil de 5 % que pour ces deux derniers caractères (tableau II).

Quant à l'effet arbre, il apparaît significatif au seuil de 5 % pour les composantes des retraits et l'infradensité (tableau II). L'examen des figures 2 à 7 montre que les variations individuelles se manifestent dans les stations 4, 5 et 7 pour le retrait axial (RA), les stations 2 et 6 pour les retraits tangentiel (RT), volumétrique (Revt) et l'anisotropie, et la station 2 pour le retrait radial (RR). Pour l'infradensité (ID), elles apparaissent dans les stations 1 et 2.

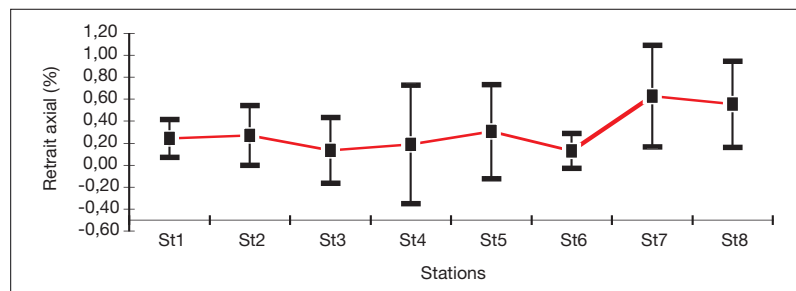
L'analyse comparée de nos résultats par rapport à d'autres chênes du pourtour méditerranéen, européens et même du nord de l'Amérique révèle que le chêne zéen est caractérisé par de forts retraits (RA, RT, RR et Revt) et une faible anisotropie par rapport aux chênes d'Europe et d'Amérique du Nord

(DERET-VARCIN, 1983 ; MARCHAL, 1995 ; BEAUDOIN, 1996), *Quercus ilex* (MARCHAL, 1995) et *Q. afares* en Algérie (DAUTREBANDE, 1989) (tableau III). La densité ( $D_{12}$ ) et l'infradensité (ID) sont inférieures à celles du chêne vert (*Q. ilex*) et du chêne pubescent (*Q. pubescens*) et supérieures à celles des chênes rouvre (*Q. sessiliflora*), intermédiaire, pédonculé (*Q. pedunculata* ou *Q. robur*), à gros fruits (*Q. marcocarpa*), blanc (*Q. alba*) et rouge (*Q. rubra*) (DERET-VARCIN, 1983 ; BEAUDOIN, 1996).

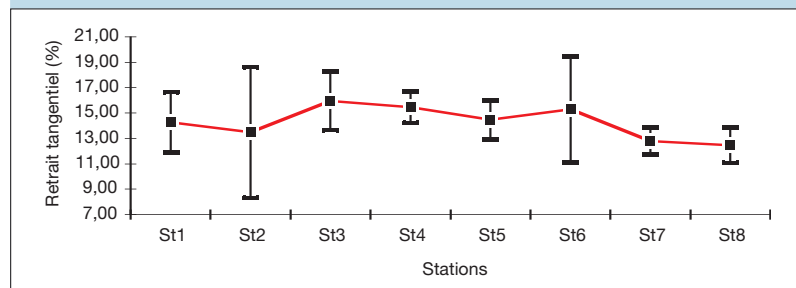
### Liaisons entre les propriétés physiques et les facteurs dendrométriques

La mise en évidence de ces liaisons intéresse le sylviculteur dans la mesure où les variables du milieu et dendrométriques, notamment la largeur de cerne, conditionnent la qualité du bois (POLGE, 1973 ; COURTOISIER, 1976 ; VOULGARIDIS, PASSIALIS, 1995).

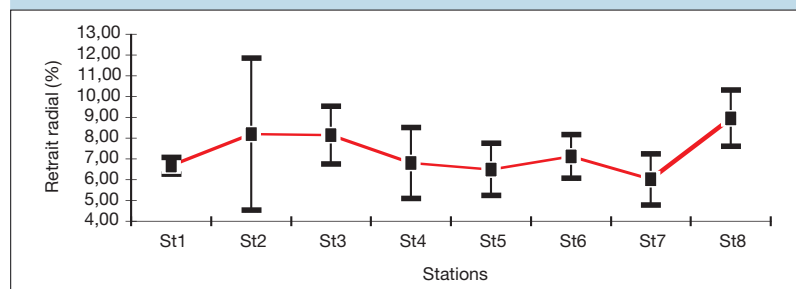
Au seuil de signification de 5 %, le retrait axial (RA) présente des liaisons significatives avec la majorité des variables. Elles sont négatives avec la hauteur totale ( $H_t$ ) ainsi que l'âge, et positives avec l'altitude, l'espacement entre les arbres (Esp), le recouvrement des arbres (Rec) et la largeur de cerne (LC) (tableau IV).



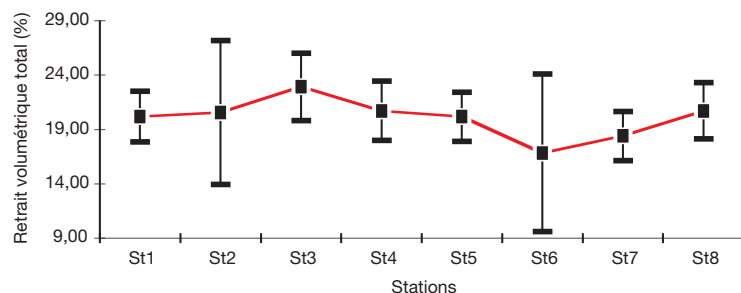
**Figure 2.**  
Retrait axial du bois de chêne zéen et station de prélèvement (St).



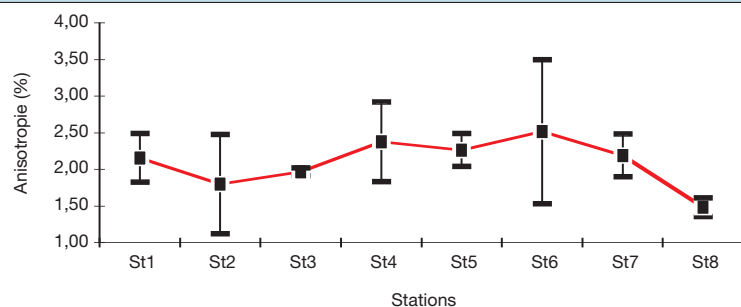
**Figure 3.**  
Retrait tangentiel du bois et station de prélèvement (St).



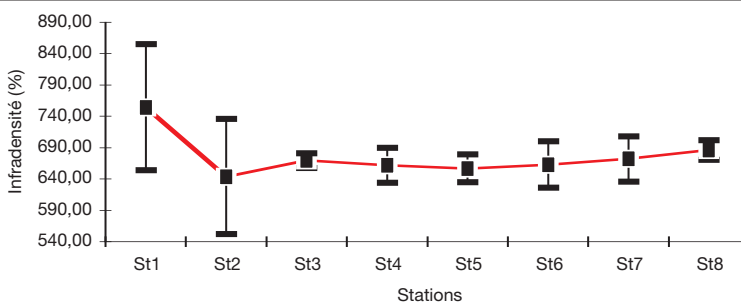
**Figure 4.**  
Retrait radial du bois et station de prélèvement (St).



**Figure 5.**  
Retrait volumétrique total et station de prélèvement (St).



**Figure 6.**  
Anisotropie et station de prélèvement (St).



**Figure 7.**  
Infradensité et station de prélèvement (St).

Le retrait tangentiel (RT) est corrélé aux mêmes variables que le retrait axial, mais avec des significations différentes. Le retrait radial (RR) affiche des liaisons négatives et significatives avec uniquement Esp, Rec et LC. Par rapport à Esp, LC et l'âge, le retrait volumétrique suit la même tendance que celles mises en évidence pour RT et RR. L'anisotropie (RT/RR) est liée positivement au diamètre ( $D_{1,30}$ ), à Rec et  $H_t$ . Quant à la densité ( $D_{12}$ ) et l'infradensité, elles présentent des corrélations négatives avec Esp et Rec. Par contre, l'infradensité se distingue par sa liaison négative avec  $H_t$  et l'âge.

### Liaisons entre les propriétés physiques et les facteurs écologiques

Les interactions s'observent uniquement avec l'altitude et la pente. L'altitude est corrélée positivement au retrait axial ainsi qu'à l'anisotropie et négativement au retrait tangentiel et à l'infradensité. Quant à la pente du terrain, elle présente des liaisons positives avec seulement le retrait volumétrique total et la densité à 12 % d'humidité.

**Tableau III.**  
Propriétés physiques de quelques chênes méditerranéens, européens et nord-américains comparées aux résultats obtenus pour le chêne zéen.

Espèces de chênes	Propriétés physiques							Auteurs
	RA	RT	RR	Revt	Anisotropie	$D_{12}$	ID	
<i>Q. canariensis</i>	0,3	14,3	7,3	20,6	2,0	883	676	Résultats moyens obtenus
<i>Q. afares</i>	0,15	9,65	5,17	18,41	1,9	-	-	DAUTREBANDE (1989)
<i>Q. ilex</i>	0,1	10,3	4,7	14,9	2,2	944	729	MARCHAL (1995)
<i>Q. pubescens</i>	03	9,1	4,5	13,4	2,0	-	661	
<i>Q. sessiliflora</i>	0,03	13	3,4	16,8	3,8	-	495	DERET-VARCIN (1983)
Intermédiaire	0,12	11,6	3,25	15,3	3,6	-	461	
<i>Q. pedunculata</i>	0,23	12,5	3,15	16,3	4,0	-	451	
<i>Q. marcocarpa</i>	-	5,4	4,2	13,4	-	653	-	BEAUDOIN (1996)
<i>Q. alba</i>	-	6,0	4,7	16,6	-	676	-	
<i>Q. rubra</i>	-	6,7	3,6	12,0	-	6,12	-	

RA : retrait axial ; RT : retrait tangentiel ; RR : retrait radial ; Revt : retrait volumétrique total ;  $D_{12}$  : densité à 12 % d'humidité ; ID : infradensité.



**Tableau IV.**  
**Corrélations entre les différents caractères.**

Caractères physiques	Altitude (m)	Pente (%)	Esp (m)	D <sub>1,30 m</sub> (m)	Rec (%)	Ht (m)	LC (mm)	Âge
RA	0,62 *	NS	0,63*	NS	0,56*	- 0,48*	0,85*	- 0,77*
RT	- 0,41*	NS	- 0,50*	NS	0,45*	0,65*	- 0,69*	0,68*
RR	NS	NS	- 0,56*	NS	- 0,40*	NS	- 0,45*	NS
Revt	NS	0,46*	- 0,74*	NS	NS	NS	- 0,82*	0,69*
Anisotropie	0,54*	NS	NS	0,40*	0,63*	0,55*	NS	NS
D <sub>12</sub>	NS	0,54*	- 0,47*	NS	- 0,62	NS	NS	NS
ID	- 0,64*	NS	NS	NS	- 0,46*	- 0,48*	NS	- 0,48*
Rec	NS	NS	0,44*	0,66*		0,68*	0,67*	NS
LC	0,45*	0,5*	0,75*	0,85*	0,67*	NS		- 0,82*

RA : retrait axial ; RT : retrait tangentiel ; RR : retrait radial ; Revt : retrait volumétrique total ; D<sub>12</sub> : densité à 12 % d'humidité ; ID : infradensité ; Esp : espacement moyen entre arbres ; D<sub>1,30 m</sub> : diamètre de l'arbre à 1,30 m du sol ; Rec : recouvrement du houppier de l'arbre ; Ht : hauteur totale de l'arbre ; LC : largeur moyenne du cerne ; âge : âge moyen des arbres ; \* : niveau de signification au seuil  $\alpha = 0,05$  lu sur la table de Kendall ; ddl = 23 (n - 1).

### Liaisons entre les caractères physiques

Le tableau IV montre que le retrait axial présente des corrélations négatives et significatives avec RT, Revt et l'anisotropie. En revanche, le retrait tangentiel se distingue par ses relations positives avec Revt et l'anisotropie. Le retrait radial est corrélé positivement à Revt et négativement à l'anisotropie. La densité (D<sub>12</sub>) n'est corrélée positivement qu'avec le retrait volumétrique et l'infradensité.

À partir des liaisons obtenues, on retient surtout l'effet majeur des variables dendrométriques sur les propriétés physiques. Cet effet apparaît jouer un rôle plus important que l'effet station. POLGE (1973), NEPVEU et MADESCLAIRE (1986) et MAZET *et al.* (1990) aboutissent au même constat. Les auteurs soulignent que l'effet station, le plus souvent, n'est pas significatif pour les critères de qualité du bois, contrairement à l'effet arbre. ACKERMANN (1995) impute la variabilité de la densité du bois de *Quercus robur* au facteur individuel « effet arbre ». Le principal effet station sur la qualité du bois concerne dans ce travail RA et l'anisotropie. Lorsque RA est fort, les autres retraits sont faibles et inversement. Cela serait l'expression d'importantes fluctuations de l'angle des microfibrilles et l'influence de bois de tension, et donc apparemment tributaire des conditions de milieu des stations.

Par rapport à la composante des retraits, les liaisons positives avec la largeur de cerne et négatives avec les retraits tangentiel, radial et volumétrique total corroborent partiellement les résultats de TAHER (2000) et ne correspondent pas à ceux de DERET-VARCIN (1983). Hormis pour l'anisotropie, cet auteur met en évidence pour les chênes rouvres, intermédiaires et pédonculés des liaisons négatives avec RA et positives avec RT, RR et Revt. L'absence de liaisons significatives entre la largeur de cerne et les composantes de densité pose tout de même un problème dans la mesure où de nombreux auteurs soulignent des liaisons significatives entre la largeur de cerne et la densité ou l'infradensité (POLGE, KELLER, 1973 ; DERET-VARCIN, 1983 ; MAZET *et al.*, 1990). D'une manière globale, l'observation générale selon laquelle plus un chêne croît rapidement, plus les retraits de son bois sont élevés n'est pas confirmée dans notre cas. En effet, à l'exception du retrait axial, la station 7 élucide parfaitement ce cas de figure ; avec sa largeur de cerne la plus élevée (3,34 mm), son anisotropie et ses retraits tangentiel, radial et volumétrique sont relativement faibles par comparaison aux valeurs des stations 2 et 3 avec une largeur de cerne de 1,1 mm (tableau I).

L'âge des arbres influence les retraits axial, tangentiel, volumétrique et l'infradensité. Les relations négatives (RA) et positives (RT et RR) résultant de l'analyse pourraient s'expliquer en général par la diminution de la largeur moyenne de cerne en fonction de l'âge ( $r = - 0,82$ ) (tableau IV), mais aussi par une évolution de l'angle des microfibrilles entre bois juvénile et bois adulte (MESSAOUËNE, TESSIER, 1991 ; ACKERMANN, 1995). Cependant, ces liaisons avec l'âge sont tout de même surprenantes ; elles ne s'apparentent pas à celles déduites précédemment pour la largeur de cerne. Cela pourrait être lié à la tendance générale de la croissance radiale des arbres étudiés. En effet, nous avons constaté lors de nos précédents travaux (MESSAOUËNE, TESSIER, 1991, 2003) que les courbes de croissance de ce chêne, le plus souvent, sont biaisées par le rythme des exploitations antérieures. Toutefois, la tendance à la diminution de la largeur du cerne apparaît assez nettement. Néanmoins, sur une même chronologie individuelle « arbre » apparaissent des plages à cernes épais et minces avec des amplitudes de croissance significativement différentes. La présence et la succession de ces types de plages de cerne et leur irrégularité dans un même arbre constituent en soi une

**Tableau V.**  
**Corrélations entre les propriétés physiques.**

Caractères physiques	RA	RT	RR	Revt	Anisotropie	D <sub>12</sub>	ID
RA	1						
RT	- 0,90*	1					
RR	NS	NS	1				
Revt	- 0,73*	0,69*	0,59*	1			
Anisotropie	- 0,46*	0,61*	- 0,81*	NS	1		
D12	NS	NS	NS	0,48*	NS	1	
ID	NS	NS	NS	NS	NS	0,61*	1

RA : retrait axial ; RT : retrait tangentiel ; RR : retrait radial ; Revt : retrait volumétrique total ; D<sub>12</sub> : densité à 12 % d'humidité ; ID : infradensité ; \* : niveau de signification au seuil  $\alpha = 0,05$  lu sur la table de Kendall ; ddl = 23 (n - 1).

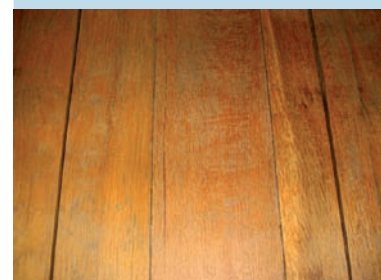
contrainte. Selon MESSAOUDÈNE et TESSIER (1991), ces variations de LC résultent des opérations sylvicoles irrationnelles pratiquées dans le passé, surtout lors des périodes 1880-1895, 1915-1923 et 1939-1945.

L'espacement entre les arbres (Esp) et le recouvrement du houppier (Rec) ont un impact sur les composantes de retrait et de densité. Les liaisons obtenues révèlent qu'un fort espacement intensifie le retrait axial et inversement les autres retraits et la densité (D<sub>12</sub>). Hormis les deux liaisons positives avec le retrait tangentiel et l'anisotropie, le recouvrement a une influence inverse sur la densité, l'infradensité, les retraits radial et axial. Aussi, ces deux facteurs (Esp et Rec) ont un impact sur la largeur de cerne ( $r = 0,75$  ;  $r = 0,67$ ) (tableau IV). On ne peut, dans ce cas, interpréter séparément l'action de l'espacement et du recouvrement de celle de la largeur de cerne sur les propriétés physiques. L'espacement entre les arbres conditionne la largeur de cerne, d'où son intérêt en sylviculture (COURTOISIER, 1976 ; MESSAOUDÈNE, TESSIER, 1991) ; il module le recouvrement et la croissance radiale des arbres.

Les liaisons positives et négatives enregistrées entre les facteurs écologiques (altitude et pente) et quelques composantes de retrait et de densité peuvent être interprétées aussi indirectement en relation avec la largeur de cerne. MESSAOUDÈNE et TESSIER (1991) avaient constaté, pour la même essence, une augmentation de la largeur de cerne avec l'altitude et que la pente, dans les sols plus ou moins argileux ou à hydro-morphie temporaire, favorise le drainage, avec pour conséquence une meilleure croissance radiale.



**Photo 6.**  
Table et chaise confectionnées en bois de chêne zéen.  
Photo M. Messaoudène.



**Photo 7.**  
Plancher en bois de chêne zéen.  
Photo M. Messaoudène.



**Photo 8.**  
Pieds et accoudoirs de meuble.  
Photo M. Messaoudène.



## Conclusion

Le bois de chêne zéen (*Quercus canariensis*) des Aït Ghobri se caractérise par des retraits et des densités élevés. Ces propriétés sont soumises davantage à l'effet « arbre » qu'à l'effet « station ». En général, l'ensemble des composantes de retrait et de densité est influencé par les caractéristiques dendrométriques, indirectement liées à la position sociologique des arbres dans le peuplement et la croissance radiale, le plus souvent modulée par les exploitations antérieures, d'où l'irrégularité de la largeur des cernes et la formation de plages à cernes minces et épais sur les chronologies individuelles « arbres ». Parmi les facteurs du milieu, seules l'altitude et la pente jouent un rôle prépondérant.



**Photo 9.**  
Contour en bois de chêne pour tamis (tamisage de semoule et couscous).  
Photo M. Messaoudène.



**Photo 10.**  
Échantillons de parquet de chêne zéen.  
Photo M. Messaoudène.

À partir des résultats acquis, le bois du chêne zéen est situé dans la catégorie des bois à forts retraits, nerveux à très nerveux et mi-lourds à lourds. La sévérité de ces contraintes physiques dévalorise le bois de cette essence. Toutefois, le chêne zéen se distingue par rapport aux bois de chênes méditerranéens et européens par sa faible anisotropie, caractère indicateur de la stabilité dimensionnelle de son bois. Cependant, on peut penser qu'une recherche approfondie, élargie à toute la zénaie orientale de Kabylie, serait susceptible de fournir des éléments nouveaux quant à l'interprétation des résultats, notamment les interactions entre les facteurs environnementaux et les propriétés physiques. Cette approche doit prendre en considération, en plus des paramètres dendrométriques et sylvicoles déjà étudiés, les éléments édaphiques, anatomiques et structuraux du bois.

Par ailleurs, faute d'essais mécaniques, on ne peut valoriser à sa juste valeur le bois de chêne zéen. Cependant, ce bois n'est pas aussi médiocre qu'on le pense ; bien qu'il soit dense et se caractérise par un fort retrait axial, ce qui est un désavantage, il peut fournir un bois de qualité destiné à l'ébénisterie, la parqueterie et l'artisanat (photos 6 à 10). Pour une meilleure et large utilisation de ce bois, il faudrait réduire les contraintes de croissance de manière à assurer la régularité des largeurs de cerne dans l'arbre et le peuplement, et ce par la création d'un état de concurrence raisonnable dans les peuplements.

## Références bibliographiques

ACKERMANN F., 1995. Influence du type de station forestière sur les composantes intracernes de la densité du bois du chêne pédonculé (*Quercus robur* L.) dans les chênaies de l'Adour et des plateaux basco-béarnais. *Annales des Sciences Forestières*, 52 (6) : 635-652.

AMEELS M., 1989. Étude des propriétés technologiques et anatomiques de *Quercus canariensis* Willd. dans les massifs forestiers de l'Akfadou et Béni Ghobri en Algérie. Mémoire ingénieur, université de Louvain, Belgique, 127 p.

BEAUDOIN M., 1996. Propriétés physico-mécaniques du bois. In : *Manuel de foresterie*. Les Presses de l'Université Laval, Québec, Canada, p. 1301-1309.

BERRICHI M., 1993. Contribution à l'étude de la production de la qualité du bois de trois espèces du genre *Quercus* : chêne vert (*Q. rotundifolia* Lamk.) ; chêne-liège (*Q. suber* L.) ; chêne zéen (*Q. faginea* Lamk.) : cas des monts de Tlemcen. Thèse magister, Ina, El-Harrach, Alger, 175 p.

BUCUR V., 1983. Le retrait du bois. Cours de l'école d'hiver sur le bois. Nancy, France, Éd. Arborol, 389 p.

COURTOISIER F., 1976. Étude des relations entre stations et qualité du bois de chêne en forêt de Bride et Saint-Jean. Mémoire 3<sup>e</sup> année de l'École nationale des ingénieurs des travaux des eaux et forêts, Nancy, France, 48 p.

DAUTREBANDE G., 1989. Étude anatomique et technologique de *Quercus afares* Pomel de Grande Kabylie (Algérie). Mémoire ingénieur, université de Louvain, Belgique, 87 p.

- DERET-VARCIN E., 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 (4) : 373-398.
- FERRAHI M. O., 1994. Notices techniques sur les grandes unités de sol et leur utilisation au niveau de la forêt de Béni-Ghobri. Alger, Algérie, Institut national de recherche forestière, document interne, 8 p.
- HADDAD A., 1990. Contribution à l'étude botanique et anatomique de quelques espèces de feuillus autochtones : *Populus tremula* L., *Fraxinus oxyphyla* Bieb., *Quercus mirbeckii* Dur. Thèse ingénieur, Institut national d'agronomie, El-Harrach, Algérie, 56 p.
- MARCHAL R., 1995. Propriétés des bois de chêne vert et de chêne pubescent (*Q. ilex* L. et *Q. pubescens* Willd.). Première partie : caractéristiques physiques. *Revue Forêt Méditerranéenne*, 16 (4) : 425-438.
- MAZET J.-F., NEPVEU G., VELLING P., DERET-VARCIN E., 1990. Étude des effets de quelques paramètres sylvicoles et environnementaux sur la densité du bois de l'épicéa commun, du sapin pectiné et du pin sylvestre dans le nord-est de la France. In : Actes du troisième colloque « Sciences et industrie du bois ». Bordeaux, France, Éd. Arbora, tome 2 : 537-546.
- MESSAOUDÈNE M., TESSIER L., 1991. Croissance radiale de *Quercus canariensis* Willd. et *Quercus afares* Pomel en Kabylie (Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 17 : 119-133.
- MESSAOUDÈNE M., TESSIER L., 2003. Relation climat-croissance radiale de *Quercus canariensis* et de *Quercus afares*. *Ann. Recherche Forestière en France N* : 347-358.
- NEPVEU G., 1987. Propositions pour l'étude des relations entre stations et qualité du bois. Nancy, France, Inra, Srqb, document à distribution limitée, 17 p.
- NEPVEU G., MADESCLAIRE A., 1986. Variabilité de quelques critères de la qualité du bois chez l'érable sycomore et le merisier sur les plateaux calcaires de Lorraine. Nancy, France, Inra, Cnrf, Srqb, document à distribution limitée, 60 p.
- POLGE H., 1973. Qualité du bois et largeur d'accroissements en forêt de Tronçais. *Revue Forestière Française*, 25 (5) : 361-370.
- POLGE H., KELLER R., 1973. Qualité du bois et largeur d'accroissements en forêt de Tronçais. *Annales des Sciences Forestières*, 30 (2) : 91-125.
- QUÉZEL P., BONIN G., 1980. Les forêts feuillues du pourtour méditerranéen : constitution, écologie, situation actuelle et perspectives. *Revue Forestière Française*, 32 (3) : 253-268.
- TAFER M., 2000. Contribution à l'étude de la variabilité stationnelle de la qualité du bois de *Quercus canariensis* Willd. dans la forêt de Béni-Ghobri (Tizi-Ouzou). Thèse magister, université M. M. Tizi-Ouzou, Algérie, 92 p.
- VOULGARIDIS E. V., PASSIALIS C. N., 1995. Characteristics and technological properties of the wood of mediterranean evergreen hardwoods. *Revue Forêt Méditerranéenne*, 16 (1) : 3-12.