

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



**UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID-TLEMCEN**

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des Sciences Agronomiques et Forestières

**THESE DE MAGISTER EN FORESTERIE**  
**Option : GESTION ET CONSERVATION DES**  
**ECOSYSTEMES.**

Thème :

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EFFET DU CLIMAT ET DU**  
**REGIME SYLVICOLE SUR LA QUALITE DU BOIS DE CHENE**  
**VERT (*Quercus rotundifolia*) DES MONTS DE TLEMCEN**

Présentée par :

**Mr. CHELDA LOTFI**

Devant le jury composé de :

Président : M<sup>r</sup>. BENABDELI K. Professeur, Université de Mascara

Promoteur : M<sup>r</sup>. LETREUCH-BELAROUCI N. Professeur. Université de Tlemcen.

Examineurs : M<sup>r</sup>. BOUKLI HACENE M. (M.C.A). Université de Tlemcen.

M<sup>r</sup>. ELHAITOU M. (M.C.A). Université de Tlemcen.

Invité : M<sup>r</sup>. BERRICHI M. (M.C.B). Université de Tlemcen.

2010-2011



# *Remerciement*

*Je tiens d'abord à exprimer tout ma profonde gratitude à mon promoteur Mr LETREUCH-BELAROUCI Nouredine, pour m'avoir proposer ce sujet, orienté et conseillé durant toute l'année.*

*J'adresse mes sincères remerciement à :*

*Mr BENABDELIB Kheloufi pour l'honneur qu'il m'a fait d'avoir bien voulu accepter de présider le Jury.*

*Mr BOUKLI HACENE M. pour ces conseils et qui m'a fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.*

*Mr ELHAILOUM Ahmed qui m'a fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail, et pour ces conseils.*

*Mr BERRICHI Mohammed Pour ces conseils et orientations*



A decorative border surrounds the text, featuring stylized grey and black floral motifs, including tulips and scrolling vines. Two butterflies are positioned at the top and bottom right of the border.

# Dédicaces

*Rendons grâce à Dieu, clément et miséricordieux,  
pour son aide et sa bénédiction.*

*Je dédie ce travail :*

*A l'âme de mon père.*

*A ma mère qui m'a soutenu tout le long de mes études*

*A Mon frère ALI et mes sœurs (HANANE, NAFISA et  
IBTESSEM).*

*A Toute ma famille.*

*A tous mes amis (es) sans exception,*

*et à toute ma promotion.*

*A tous mes enseignants.*

*A tous ceux qui m'aiment et que j'aime aussi.*

*CHELDA lotfi*

## **LISTE DES TABLEAUX :**

**Tableau n°1: Contribution des principaux types cellulaires constituants du plan ligneux de chêne différentes propriétés du bois intéressant l'utilisateur**

**Tableau n°02 : Norme de qualification des indices papetiers**

**Tableau n°03: Localisation des stations météorologiques de référence**

**Tableau n°04: Répartition moyenne mensuelle des pluies (en mm)**

**Tableau n°05 : Répartition moyenne mensuelle des pluies (en mm) pendant la période 1961-2005 de la réserve de chasse de Moutas et du contan Mizab**

**Tableau n°06 : Températures minimales et maximales moyenne en (°C) de Hafir et de Beni bahdel de la période 1961-2005**

**Tableau n°07 : Températures minimales et maximales moyenne en (°C) de Moutas et de Mizab de la période 1961-2005 après correction**

**Tableau n°08: régime saisonnier des pluies de la zone d'étude.**

**Tableau n°09 : Récapitulatif de différentes caractéristiques des deux zones d'échantillonnage**

**Tableau n°10 : Caractéristiques des arbres**

**Tableau n°11 : Caractéristiques du bloc de bois.**

**Tableau n°12\_: Récapitulatif des caractéristiques macroscopiques du chêne vert.**

**Tableau n°13 : tableau récapitulatif des caractéristiques microscopiques descriptives du chêne vert**

**Tableau n°14 : Diamètres des vaisseaux (bois initial) du bois de chêne vert.**

**Tableau n°15 : Diamètres des vaisseaux (bois final) du bois de chêne vert.**

**Tableau n°15 : Diamètres des vaisseaux (bois final) du bois de chêne vert.**

**Tableau n°17 : Densité des vaisseaux du bois de chêne vert.**

**Tableau n°18 : Hauteur des rayons ligneux unisériés du bois de chêne vert.**

**Tableau n°19 : Hauteur des rayons ligneux unisériés du bois de chêne vert.**

**Tableau n°20 : Hauteur des rayons ligneux multisériés du bois de chêne vert.**

**Tableau n°21 : Largeur des rayons ligneux uniséries du bois de chêne vert.**

**Tableau n°22 : Largeur des rayons ligneux biséries du bois de chêne vert.**

**Tableau n°23 : Largeur des rayons ligneux multiséries du bois de chêne vert.**

**Tableau n°24 : Le nombre des rayons ligneux par mm du bois de chêne vert.**

**Tableau n°25 : La longueur des fibres du bois de chêne vert.**

**Tableau n°26 : La largeur des fibres du bois de chêne vert.**

**Tableau n°27 : L'épaisseur des parois des fibres du bois de chêne vert.**

**Tableau n°28 : Analyses statistiques des caractéristiques anatomiques des vaisseaux du *Quercus rotundifolia-Lamk***

**Tableau n°29 : Analyses statistiques des caractéristiques anatomiques des rayons ligneux du *Quercus rotundifolia-Lamk***

**Tableau n°30 : Analyses statistiques des caractéristiques anatomiques des Fibres du *Quercus rotundifolia-Lamk***

## **LISTES DES FIGURES :**

**Figure n°01 : Caractéristiques botaniques du chêne vert.**

**Figure n°02: Aire de répartition schématique de *Quercus rotundifolia* et *Quercus ilex* dans son aire géographique méditerranéenne**

**Figure n°03 : Les différentes parties du bois**

**Figure n°04 : Vue microscopique de différents constituants du bois**

**Figure n° 05 : Les différentes étapes de formation du bois**

**Figure n° 06 : Les différentes parties du cerne annuel.**

**Figure n°07 : section transversale des fibres du bois final du chêne vert vue en microscopie électronique**

**Figure n°08: Vue en section transversale de l'envahissement d'un vaisseau du bois initial par des thylls émis au travers des ponctuations chez les chênes**

**Figure n°09 : Cernes doubles**

**Figure n°10 : Cerne discontinu ou incomplet**

**Fig n°11 ; Effet du traitement sylvicole sur la largeur des cernes**

**Figure n°12: Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen (1953)**

**Figure n°13 : Climagramme d'Emberger (Daget, 1977)**

**Figure n°14 : Carte de situation des deux zones**

**Figure n° 15 : Carte de formations des deux zones**

**Figure n° 16 : Carte des formations végétales de Mizab**

**Figure n° 17 : Carte lithologique de Moutas**

**Figure n°18 : Carte lithologique de Mizab**

**Figure n°19 : Carte pédologique de Moutas**

**Figure n° 20 : Carte pédologique de Mizab**

**Figure n°21 : Carte des Altitudes de Moutas**

**Figure n°22 : Carte des Altitudes de Mizab**

**Figure n°23 : Carte des pentes de Moutas**

**Figure n°24: Carte des pentes de Mizab**

**Figure n° 25: Carte des expositions de Moutas**

**Figure n°26 : Carte des expositions de Mizab**

**Figure n°27 : Caractères dimensionnelles d'un vaisseau (coupe transversale).**

**Figure n°28 : Caractères dimensionnelles d'une fibre.**

**Fig.n° 29: Taillis de Moutas**

**Fig.n° 30: Futaie de Moutas .**

**Fig.n° 31: Taillis de Mizab**

**Fig.n° 32: Futaie de Mizab**

**Fig.n° 33 : Taillis de Moutas**

**Fig.n° 34 : Futaie de Moutas .**

**Fig.n° 35 : Taillis de Mizab**

**Fig.n° 36: Futaie de Mizab**

**Fig.n° 37 : Taillis de Moutas**

**Fig.n° 38 : Futaie de Moutas .**

**Fig.n° 39 : Taillis de Mizab**

**Fig.n° 40: Futaie de Mizab**

**Fig.n° 41 : Aubier « niveau-a-»**

**Fig.n° 42 : Duramen « niveau-a-»**

**Fig.n°4 3 : Aubier « niveau-b-»**

**Fig.n° 44 : Duramen « niveau-b-»**

**Figure n°45 : Histogrammes des diamètres des vaisseaux du bois initial**

**Figure n°46 : Histogrammes des diamètres des Vaisseaux du bois final**

**Figure n°47 : Histogrammes des longueurs des vaisseaux**

**Figure n°48 : Histogrammes des densités des vaisseaux**

**Figure n°49 : Histogrammes des hauteurs des rayons ligneux uniséries**

**Figure n°50 : Histogrammes des hauteurs des rayons ligneux biséries**

**Figure n°51 : Histogrammes des hauteurs des rayons ligneux multiséries**

**Figure n°52 : Histogrammes des largeurs des rayons ligneux uniséries.**

**Figure n°53 : Histogrammes des largeurs des rayons ligneux biséries.**

**Figure n°54 : Histogrammes des largeurs des rayons ligneux multiséries**

**Figure n°55 : Histogrammes du nombre des rayons ligneux par mm .**

**Figure n°56 : Histogrammes des longueurs des fibres**

**Figure n°57 : Histogrammes des largeurs des fibres**

**Figure n°58 : Histogrammes des épaisseurs des parois des fibres**



## Liste des abréviations

**Dia,v,bi** : diamètre des vaisseaux du bois initial.

**Dia,v,bf** : diamètre des vaisseaux du bois final.

**Long** : La longueur des vaisseaux.

**Nbr/mm<sup>2</sup>**: La densité des vaisseaux.

**Ht,r,l,u** : La hauteur des rayons ligneux uniséries.

**Ht,r,l,b** : La hauteur des rayons ligneux biséries.

**Ht,r,l,m** : La hauteur des rayons ligneux multiséries.

**Lg,r,l,u** : La Largeur des rayons ligneux uniséries.

**Lg,r,l,b** : La Largeur des rayons ligneux biséries.

**Lg,r,l,m** : La Largeur des rayons ligneux multiséries.

**Nbr,C,u** : Nombre des cellules par hauteur des rayons uniséries.

**Nbr,C,b** : Nombre des cellules par hauteur des rayons biséries.

**Ryon/mm** : Nombre des rayons ligneux par mm.

**Long,fbr** : La longueur des fibres.

**Lg,fbr** : La Largeur des fibres.

**2p** : L'épaisseur des parois des fibres.

**C** : Le diamètre des cavités.

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	01
<b>Première partie : Analyse bibliographiques</b> .....	03
<b>Chapitre 01 : Présentation du chêne vert</b> .....	03
I-1. Origine du nom .....	03
I-2. Classification du chêne vert .....	03
I-3.Taxonomie.....	04
I-4. Caractéristiques Botaniques .....	04
I-5. Biologie de l'essence.....	06
I.5. 1. Reproduction.....	06
I.5. 2. Fructification.....	06
I.5. 3. Phénologie .....	06
I.6. Ecologie de l'essence.....	06
I.6. 1. Etage de végétation.....	06
I-6. 2. Situation altitudinale.....	06
I.6. 3. Climat .....	07
I.6. 4. Substrat .....	07
I.6. 5. Résistance aux contraintes environnementales.....	07
I.6. 6. Cortège floristique du chêne vert.....	08
I.7. Distribution géographique du Chêne vert .....	08
I.7. 1. Dans le monde .....	08
I.7. 2. Dans le bassin méditerranéen .....	08
I.7. 3. En Algérie.....	08
I.7. 4. A Tlemcen .....	09
I.8. Ennemie de Chêne vert.....	10
I.8. 1. Abiotique .....	10
I.8. 1.1. Incendie.....	10
I.8. 1.2. Surexploitation (bois de chauffage).....	10
I.8. 1.3. La dépopulation de l'espace rural .....	10
I.8. 1.4. Céréaliculture.....	10
I.8. 1.5. Pastoralisme et défrichage.....	10
I.8. 2. Biotique.....	11
I.8. 2.1. Cuscute .....	11
I.8. 2.2. Les insectes.....	11
I.8. 2.3. Les champignons .....	11
I.8. 2.4. L'enrésinement .....	11

I.9. Rôle et utilisation du Chêne vert .....	12
I.9. 1. Economique .....	12
I.9. 1.1. Bois .....	12
I.9. 1.2. Ressource alimentaire .....	13
I.9. 2. Ecologique .....	13
I.9. 2.1. Protection contre l'incendie.....	13
I.9. 2.2. Protection des sols contre l'érosion .....	14
<b>Chapitre 02 : Considération générale sur l'anatomie du bois .....</b>	<b>15</b>
II.1. Définitions du bois .....	15
II.2. Les différentes parties du bois.....	16
II.3. Mécanisme de la formation du bois .....	17
II.4-catégories de bois .....	18
II.4-1. Résineux (à feuilles persistantes).....	19
II.4-2. Feuillus (à feuilles caduques).....	19
II.5- Plan Ligneux .....	19
II.5-1.Définition .....	19
II.5-2.Etude du plan ligneux .....	20
II.5-2.1- Section transversale .....	20
II.5-2.2 - Section radiale .....	20
II.5-2.3 - Section tangentielle.....	21
II.6- La structure anatomique du bois de chêne .....	21
II.6.1 Constitutions anatomiques des feuillus et leurs variabilités.....	21
II.6-1.1 Eléments verticaux .....	21
II.6.1.1.1 Vaisseaux et trachéides vasicentriques.....	22
II.6-1.1.2 Les tissus fibreux .....	23
a.La structure de la paroi de la fibre.....	24
a.1.Les ponctuations.....	24
II.6-1.1.3 Parenchyme longitudinal.....	25
II.6-1.2.Eléments horizontaux.....	25
II.6-1-2.1.Rayons ligneux .....	25
II.7. Changement anatomiques liés au vieillissement du bois .....	26
II.7-1.Duraminisation.....	26
II.7-2.Thyllose.....	27
II.8. Défauts du bois .....	28
II.9.Altération du bois .....	29
II.10-Les rôles du bois dans la plante .....	29
II.10.1-Le soutien .....	29

II.10.2-La conduction verticale de la sève brute .....	29
II.10.3-Comment la sève est transportée? .....	29
a. La capillarité.....	29
b. La cohésion des molécules d'eau .....	30
c. La poussée racinaire .....	30
d. L'aspiration foliaire .....	30
II.11. Quelques définitions sur La structure anatomique du bois .....	30
<b>Chapitre 03 : Relation anatomie-qualité.....</b>	<b>32</b>
III.1. Cerne annuelle .....	32
III.1.1. Définition .....	32
III.2.1 Cernes diagnostiques.....	32
III.2.1-1 Exemples de cernes diagnostiques.....	32
a. Cernes de gel .....	32
b. Faux cernes et cernes pâles .....	32
c. Cernes incomplets ou absents .....	33
d. Cernes étroits.....	33
III.2. Sources de variabilité des constituants anatomiques .....	34
III.2-1. Largeur de cerne .....	34
III.2-1-1. Les causes d'irrégularité des largeurs des cernes annuels.....	34
III.2-1-2- L'âge de l'arbre .....	34
III.2-1-3 Les conditions atmosphériques (climatiques) .....	34
a- Le climat chaud.....	35
b- Le climat froid .....	35
c- Les causes accidentelles .....	35
III.2-1-4 Nature du sol .....	35
III.2-1-5 L'exposition.....	35
III.2-1-6. traitements sylvicoles .....	35
a. Arbre isolé ou en peuplement.....	35
b. Effet du traitement sylvicole (coupes) sur l'épaisseur du cerne .....	36
III.2-1-7. Type d'essence .....	36
III.2-1-8. Etat sanitaire de l'arbre.....	37
III.2-1-9. Rapport entre largeur du cerne et anatomie du bois .....	37
III.2-2. Espèce .....	38
III.2-3. Provenance.....	38
III.2-4. Arbre .....	38
III.2-5. A l'intérieure de l'arbre .....	39
III.2-5-1. variations horizontale .....	39

a. Avec l'âge cambial.....	39
b. Avec l'exposition.....	40
III.2-5-2. variations verticale .....	40
III.3. Rapport entre l'anatomie du bois et ses qualités technologiques liées pour les utilisateurs ..	41
III.3-1. Anatomie-propriétés mécaniques du bois.....	41
III.3-2. Anatomie-propriétés physiques du bois.....	42
III.3-3. Anatomie-propriétés esthétiques du bois.....	43
III.3-4. Anatomie-finition du bois.....	43
III.3-5. Anatomie-durabilité du bois .....	43
III.3-6. Anatomie-propriétés papetières .....	43
<b>Chapitre 04 : Structure du Peuplement.....</b>	<b>45</b>
IV.1. Le peuplement .....	45
IV.2. La structure du peuplement.....	45
IV.2.1. Régime sylvicole (Origine du peuplement) .....	45
IV.2.1.1. Le régime de la futaie .....	45
• Semis (FRANC-PIED) .....	45
IV.2.1.2.Le régime du taillis .....	45
• Rejet .....	45
• Drageon.....	46
IV.2.1.3.Le régime du taillis sous futaie .....	46
IV.2.2 La structure diamétrique .....	46
IV.2.2.1. Structure Régulier .....	46
IV.2.2.2. Courbe représentative d'un peuplement équiennne (régulière).....	46
IV.2.2.3. Structure Irrégulière.....	47
IV.2.2.4. Courbe représentative d'peuplement inéquiennne (irrégulière) .....	47
IV.3. Composition du peuplement .....	47
IV.3.1. Peuplement composé (Mélangé).....	47
IV.3.3. Peuplement pure .....	48
IV.3.2. Peuplement mixte .....	48
IV.4. La densité (d) .....	48
IV.5. La surface terrière .....	48
IV.6. L'âge du peuplement .....	48
IV.7. Le volume .....	49
IV.8. Autres Caractéristiques de peuplement.....	49
IV.8.1. Peuplement Naturel .....	49
IV.8.2. Peuplement Artificiel.....	49
IV.8.3. Peuplement Vigoureux .....	49
<b>Deuxième partie : Etude expérimental.....</b>	<b>50</b>
<b>Chapitre 05 : Etude climatique.....</b>	<b>50</b>
V.1. Pluviométrie .....	50
V.2. Température .....	52
V.3. Synthèse bioclimatique .....	54

V.3.1. Régime saisonnier des précipitations .....	54
V.3.2. L'amplitude thermique extrême moyenne (indice de continentalité : indice de DEBRACH, 1953) .....	55
V.3.3 L'indice d'aridité de Demartonne (1926) .....	56
V.3.4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) .....	56
V.3.5. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger(1952).....	57
V.3.6- Les vents .....	59
<b>Chapitre 06 : Etude du milieu</b> .....	<b>60</b>
VI.1. Situation géographique, juridique et superficie .....	60
VI.1.2. L'unité forestière de Mizab.....	60
VI.2. Cadre botanique .....	61
VI.3. Etude du milieu physique .....	63
VI.3.1. Géologie.....	63
VI.3.2. Pédologie .....	64
VI.3.3. Oro-topographie.....	65
VI.3.3.1. L'altitude.....	65
VI.3.3.2. La pente.....	66
VI.3.3.3. L'exposition .....	67
<b>Chapitre 07 : Matériels et méthode</b> .....	<b>69</b>
VII.1Matériel végétal .....	69
VII.2. La préparation des rondelles .....	69
VII.3. Matériels Techniques .....	70
VII.3.1. L'analyse macroscopique .....	70
VII.3.1.1. La loupe à main .....	70
VII.3.1.2. Principe .....	70
VII.3.2. L'analyse microscopique.....	70
VII.3.2.1. Le microtome.....	70
VII.3.2.1.1. Principe.....	70
VII.3.2.1.2. Fonctionnement .....	71
VII.3.2.2. Film gradué transparent .....	71
VII.3.2.3. Micromètre .....	71
VII.4. La méthodologie adoptée .....	71
VII.4.1. Préparations des coupes .....	71
VII.4.1.1. Préparations de l'échantillon à couper .....	71
VII.4.1.1.1. Ponçage des rondelles.....	71
VII.4.1.1.2. Préparations des petits blocs.....	72
VII.4.1.1.3. Ramollissement des petits blocs .....	72

VII.4.1.2. Réalisation des coupes .....	73
VII.4.1.3. Procédé de traitement .....	73
VII .4.1.3.1. Passage dans l'eau de javel.....	73
VII .4.1.3.2. Déshydratation.....	73
VII.4.1.4. Montage.....	74
VII .4.1.4.1. Montage à la glycérine .....	74
• Composition de la solution de montage .....	74
• Opération de montage .....	74
• Commentaire .....	75
VII.4.1.4.2. Montage à la résine synthétique .....	75
• Composition de la solution du montage.....	75
• Opération du montage.....	75
• Commentaire .....	75
• Commentaire .....	75
• VII.4.2. La macération .....	76
VII.4.2.1. Principe.....	76
VII.4.2.2. Préparation des échantillons de bois à macérer.....	76
VII.4.2.3. Procédés de macération .....	76
VII.4.2.3.1. Composition de réactif à utiliser.....	76
VII.4.2.3.2. Opération de macération.....	76
VII .4.2.3.3. Résultat .....	76
VII.4.2.4. Opération de montage.....	77
VII.4.3. Méthodes des mesures .....	77
VII .4.3.1. Echantillonnage .....	77
VII .4.3.2. Mensurations .....	77
VII .4.3.2.1. Vaisseaux.....	77
VII .4.3.2.1.1. Nombre par mm <sup>2</sup> .....	77
VII .4.3.2.1.2. Longueur.....	77
VII .4.3.2.1.2. Grandeur .....	78
VII .4.3.2.2. Rayons .....	78
VII .4.3.2.3. Fibres .....	78
VII.4.4. Méthode d'analyse d'un bois feuillus .....	79
VII .4.4.1. Nom scientifique .....	79
VII .4.4.2. Etude macroscopique.....	79
VII.4.4.3. Etude microscopique .....	80
VII.4.4.3.1. Vaisseaux.....	80

VII .4.4.3.2. Parenchyme .....	81
VII .4.4.3.3. Rayons ligneux .....	81
VII .4.4.3.4. Fibres .....	82
VII.4.5. Etude comparative .....	83
VII.4.5.1. Analyses statistiques.....	83
VII .4.5.1.1. Statistique descriptif .....	83
VII .4.5.1.2. Les tests statistiques .....	84
<b>Chapitre 08 : Résultats et interprétations.....</b>	<b>86</b>
VIII 1. Caractéristiques macroscopiques du bois de chêne vert .....	86
VIII 2. Caractéristiques microscopiques du bois de chêne vert .....	87
VIII. 2.1. Caractéristiques descriptives .....	87
VIII .2.1.1. La nature des pores.....	87
VIII .2.1.2.La disposition des pores .....	87
VIII. 2.1.3. La nature des ponctuations .....	88
2.1.4. La disposition des ponctuations .....	88
VIII .2.1.5. Épaississements spiralés.....	88
VIII .2.1.6. Les perforations.....	88
VIII .2.1.7. Les thylls .....	88
VIII. 2.1.8. La nature du parenchyme .....	89
VIII. 2.1.9. La nature des rayons ligneux.....	89
VIII .2.2. Caractéristiques quantitatives .....	94
VIII .2.2.1. Etude comparative.....	94
VIII .2.2.1.1. Vaisseaux .....	94
VIII .2.2.1.2. Rayons ligneux.....	98
VIII .2.2.1.3. Les fibres .....	105
VIII .2.2.Etude statistique.....	108
VIII .2.3. Evaluation de l'effet du climat, régime sylvicole et l'interaction sur les caractéristiques anatomiques quantitative.....	112
<b>Conclusion.....</b>	<b>122</b>



## INTRODUCTION

Si dans les pays à anciennes traditions forestières, tout est mis en œuvre pour produire un bois de haute qualité technologique, il n'en n'est pas de même dans la zone méditerranéenne, où le problème se pose d'une toute autre manière. En raison de l'aridité du climat et de l'état de dégradation, les forêts dans leur grande majorité sont pauvres. Elles appellent de façon urgente à la mise au point de modèles de sylviculture et de méthodes d'aménagement avec tout le cortège d'impératifs nécessaires à la gestion intensive des peuplements (LEUTREUCH BELAROUCI N., 1991).

Les conditions actuelles de croissance du chêne vert par exemple, ont favorisé un bois qui porte beaucoup de défauts et qui limite ses applications industrielles immédiates. L'étude de la qualité de son bois, constituera une démonstration de l'utilité économique de cette espèce, dont les retombées écologiques de réhabilitation de cette formation végétale dans le bassin méditerranéen, ne sont plus à démontrer.

Il est rare que l'on fasse appel aux propriétés intrinsèques du bois définissant objectivement sa qualité technologique, permettant ainsi de présenter des éléments au sylviculteur, afin qu'il puisse conduire convenablement un peuplement. Depuis plusieurs décennies, des technologues se sont penchés sur ce problème.

Connu depuis des millénaires, le bois est sans conteste, le matériau de construction le plus étonnant en noblesse qu'ait découvert l'homme.

La variabilité dans le bois est un phénomène qui intéresse aussi bien sa constitution anatomique que sa constitution chimique ou bien ses conditions de croissance. Elle entraîne souvent pour la même espèce botanique une gamme de propriétés telle que ses emplois changeront et que la valeur économique de la marchandise ne sera pas du tout la même (NORMAND D., 1998).

Il existe des variations de la structure du bois en fonction des facteurs du milieu : Climat, altitude, traitement sylvicole appliqué pour chaque type de peuplement qui définissent souvent des variétés chez une essence forestière en fonction des facteurs édaphiques et climatiques qui conditionnent le développement de l'arbre. Tout cela peut être une cause de variabilité entre les arbres d'une même espèce en affectant la taille des cellules ou la proportion respective des tissus ligneux.

Le travail de recherche effectué tente de répondre à la question suivante:

- **Existe-il un effet du climat (sub-humide et semi-aride) et du régime sylvicole (taillis et futaie) sur la qualité du bois de chêne vert?**

A cet effet, nous avons envisagé l'étude du cas de chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lamk) de la région des Monts de Tlemcen de l'extrême ouest algérien.

Cette étude consiste à vérifier et à évaluer l'effet du climat représenté par la station ainsi que les règles de sylviculture en taillis ou en futaie sur la qualité du bois de chêne vert.

Deux stations, la première située dans la forêt de Moutas à ambiance sub-humide et une seconde du semi-aride à Mizab, feront l'objet de cette vérification où le bois de Taillis et de la futaie seront analysés séparément.

Nous avons effectué cette étude en la scindant en deux parties, une première partie bibliographique qui annonce la description botanique de l'espèce, de l'anatomie du bois du chêne vert et de la relation anatomie- qualité.

Dans la seconde partie expérimentale, nous avons traité des aspects macroscopiques et microscopiques, dont les descriptions se conforment à la nomenclature standard, ainsi qu'à la réalisation des mensurations nécessaires pour confirmer l'importance et les dimensions des éléments ligneux et leur classement conformément aux normes reconnues.

# **1ère PARTIE**

## **ANALYSES**

### **BIBLIOGRAPHIQUES**

**Chapitre I : Présentation du chêne vert**

**Chapitre II : Considération générale sur**

**l'anatomie du bois**

**Chapitre III: Relation anatomie-qualité**

**Chapitre IV: Structure du Peuplement**

## **Chapitre I : Présentation du chêne vert**

### **I.1. Origine du nom**

**Quercus** : c'est le nom **générique (genre)** du chêne, déjà usité dans l'Antiquité.

**Ilex, Rotundifolia** : c'est le nom **spécifique (espèce)** du chêne vert. C'était le nom par lequel les Romains désignaient cet arbre.

**L.** : abréviation de « Linné », célèbre naturaliste suédois (1707-1778). Il est l'**auteur** du binôme (= genre + espèce) qualifiant la plante : il l'a officiellement décrite, nommée et classée.

**Chêne** : dérivé de l'ancien français « chasne », probablement d'origine gauloise ou pré-gauloise.

Le chêne vert est également nommé **yeuse**, forme dérivée du provençal *euse*, elle-même dérivée du latin *illex*.

**Vert** : son feuillage est persistant (bien qu'il se renouvelle en permanence), contrairement à la plupart des espèces de chênes.

### **I.2. Classification du chêne vert**

Du point de vue botanique les végétaux sont groupés suivants leurs affinités naturelles en quatre embranchement, dont chacun est subdivisé en : sous embranchement, classe, ordre, famille et espèce. (Popov B., 1980).

Les arbres sont rangés dans l'embranchement des spermatophytes, sous embranchement des Gymnospermes qui sont à ovule nue où le sous embranchement des Angiospermes qui sont à ovule fermé dans un ovaire.

Parmi les Angiospermes, on distingue les dicotylédones et les monocotylédones. Au sens large, seuls les dicotylédones présentent des tiges renfermant le bois et portant des feuilles larges et des nervures ramifiées. Ce sont les arbres feuillus. Les chênes font partie de ces arbres feuillus, à l'ordre des fagales et à la famille des fagacées.

Embranchement : SPERMATOPHYTE

Sous-embranchement : ANGIOSPERMES

Classe : DICOTYLEDONES

Ordre : FAGALES

Famille : FAGACEAE

Genre : *Quercus*

Espèce : *Quercus rotundifolia*

### I.3. Taxonomie

*Quercus rotundifolia* occuperait l'ensemble de l'Afrique du Nord et une bonne partie de l'Espagne méditerranéenne. Au contraire *Quercus ilex* n'apparaîtrait vers le nord qu'à partir de Valence. Ce serait l'essence dominante du midi méditerranéen français dans le groupe des Chênes sclérophylles.

Au-delà des caractères morphologiques analysés par les auteurs qui permettent de distinguer *Quercus ilex* et *Quercus rotundifolia* et notamment le nombre de nervures des feuilles — 6 à 7 chez *Quercus rotundifolia*, 8 à 9 et plus chez *Quercus ilex* — les particularités écologiques des deux essences jouent aussi un rôle important. Les aspects morphologiques — port droit de *Quercus ilex*, port buissonnant de *Quercus rotundifolia* — ne nous semblent pas, par contre, devoir être retenus, le traitement sylvicole étant en effet souvent déterminant dans la variabilité phénotypique des individus.

Il existe d'ailleurs en Afrique du Nord des Chênes de belle forme non buissonnants se rapportant à *Quercus rotundifolia*.

Enfin il faut signaler de très nombreux groupements où sont manifestement en mélange tous les intermédiaires entre *Quercus rotundifolia* et *Quercus ilex*.

### I.4. Caractéristiques Botaniques

Le chêne vert est un arbre vivace et sempervirent qui garde ses feuilles durant toute l'année, pouvant atteindre 15-20 mètres de hauteur et elle a un houppier large et sombre. Il possède des racines pivotantes ainsi que latérales pouvant drageonner, sa régénération est assurée par semis ou par rejets de souches et drageons. Ses bourgeons sont de (2-4 mm) de long, ovoïde-globuleux, obtus, fauves foncés, à écailles tomenteuses, recourbées sur le bourgeon terminal Fig n° 01.

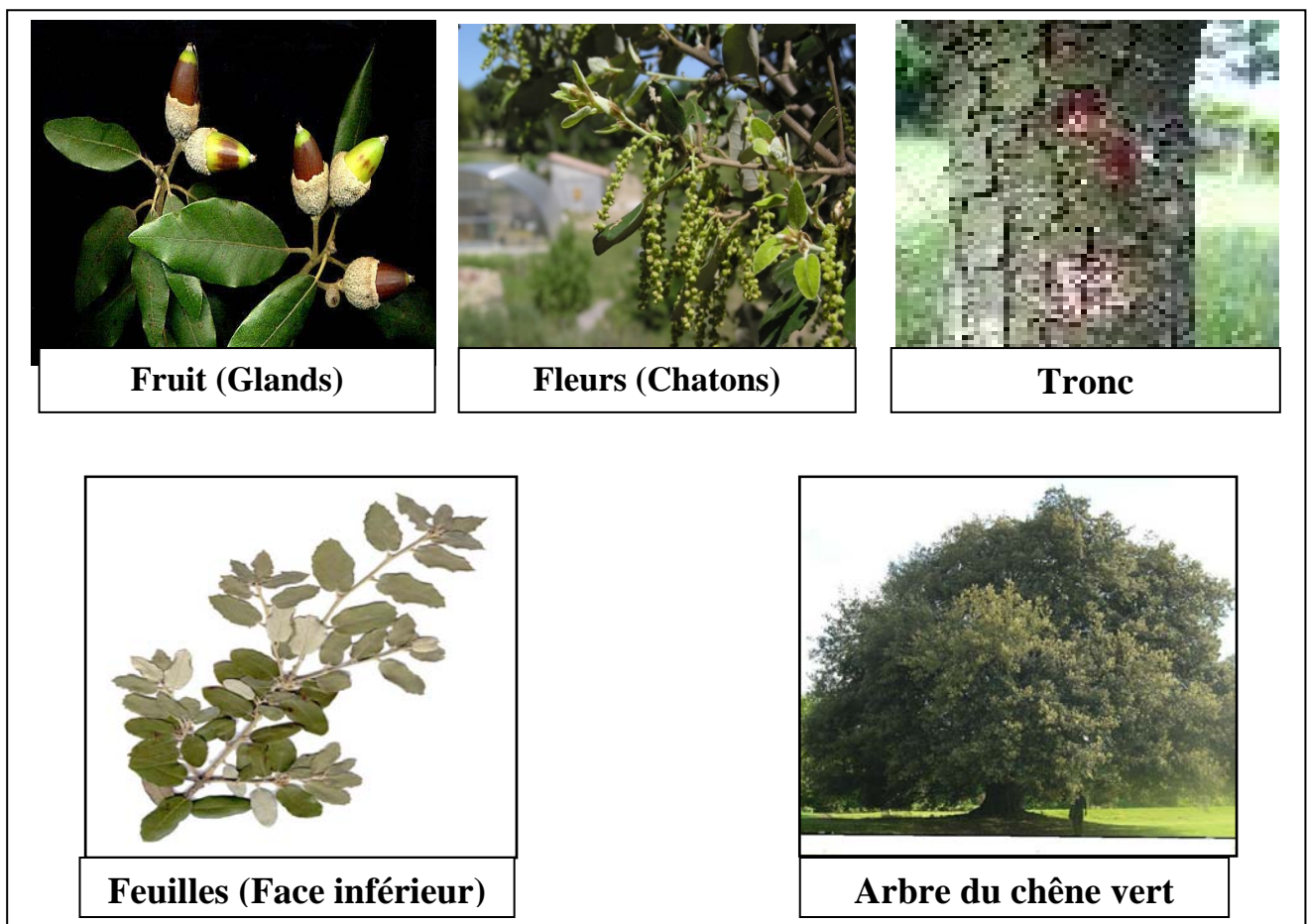
**Tronc :** Le jeune tronc possède une écorce lisse, vert pale alors que les vieux troncs ont une écorce gris vert foncé à noirâtre, finement crevassée et riche en tanins, les rameaux sont pubescent grisâtre puis brun vert et le rhytidome devient foncé, voire noire, et se craquelle en plaquettes.

**Feuille :** Petite, ovoïde, et ressemble à la feuille du Houx *Ilex aquifolium*. Elle est vert-foncé et cireuse, en face supérieure, alors que la face inférieure présente une pubescence gris-beige feuilles alternes, coriaces, petites (longues de 3-9 cm) de forme variable (entières, dentées ou épineuses) avec un pétiole court, vert foncé, luisantes sur le dessus, pubescentes et blanchâtres dessous.

**Flours :** fleurs unisexuées, les mâles sont très abondants. Ce sont des chatons pendant à la base des pousses de l'année et bien visibles. Les fleurs mâles sont des chatons verts jaunâtre, pendant, pubescents alors que les fleurs femelles sont groupées sur un court pédoncule à l'extrémité des rameaux.

**Fruit :** Glands petits et allongés, avec un sommet pubescent, ils sont bruns de dimension variant de 1 à 3 centimètres de long. Le gland est un akène : c'est un fruit sec à une seule graine, indéhiscent (= qui ne s'ouvre pas pour libérer des graines), et dont la graine n'est pas soudée au péricarpe (= partie du fruit qui enveloppe la graine). Ils sont mûrs en septembre-octobre. La cupule est blanc-grisâtre constituée de petites écailles appliquées enserrent partiellement le gland. Ce dernier se termine par une pointe effilée.

**Le bois :** est extrêmement dur, compacte et pesant. A l'âge adulte sa couleur est homogène, brun rosâtre claire. Il présente un grain fin et serré, sans aubier net, la zone poreuse est réduite et les pores sont minuscules, les cernes sont rapprochés et très sinueux (Jacquot., 1938).



**Figure n°01 :**Caractéristiques botaniques du chêne vert. Source (<http://perso.wanadoo.fr>)

## **I.5. Biologie de l'essence**

### **I.5. 1. Reproduction**

Le chêne vert est un végétal autotrophe par photosynthèse chlorophyllienne. Son type biologique est micro à mésophanérophite. C'est une espèce monoïque (un même pied porte à la fois des organes mâles et femelles mais sur des fleurs séparées). La date de floraison s'étend d'avril à mai. Il est pollinisé par les insectes mais les fruits sont dispersés par les animaux (zoochorie). C'est une espèce postpionnière. Outre la dissémination par voie sexuée, le chêne vert s'étend par rejets des souches.

### **I.5. 2. Fructification**

La fructification du chêne vert est annuelle, elle commence que lorsque le sujet atteint 12 ans et devient suffisante qu'à partir de 25 à 30 ans et abondante qu'entre 50 à 100 ans (Boudy., 1950).

### **I.5. 3. Phénologie**

Le chêne vert peut présenter deux croissances végétatives, l'une se déroule au printemps, elle a lieu systématiquement et est la plus importante en termes de biomasse produite. La seconde a lieu à l'automne, mais elle n'est pas systématique. Elle dépend fortement de l'abondance des précipitations qui doivent être suffisamment importantes pour reconstituer la réserve hydrique après la sécheresse estivale. L'observation d'un certain nombre d'individus soumis aux mêmes conditions écologiques, met en évidence une forte variabilité des périodes de débourrement et de floraison (Barbero et *al.*, 1992). Il existe aussi une variabilité interannuelle pour un même individu.

## **I.6. Ecologie de l'essence**

Le chêne vert est une essence plastique, d'un tempérament très robuste.

### **I.6. 1. Etage de végétation**

Le chêne vert appartient à l'étage de végétation Méso-méditerranéen, mais aussi supra méditerranéen. Dans ce dernier cas, le Chêne vert occupe les stations les plus sèches (sommets, versants sud...).

### **I-6. 2. Situation altitudinale**

Au Maghreb, il n'apparaît pas au dessous de 400m d'altitude ou il est éliminé par les essences de plaine de l'association *Oléo-lenticetum* (Boudy., 1952)

En Algérie et plus précisément dans l'Atlas tellien, le chêne vert apparaît à partir de 400m d'altitude (Maire., 1926 et Quezel., 1976) et monte jusqu'à 1700m. Dans les Aurès ses limites

altitudinales oscillent entre 1200 et 1900m et entre 1500 et 2200m dans l'Atlas saharien (Boudjimar., 1983).

### **I.6. 3. Climat**

Le chêne vert est une essence thermophile et résistante au froid mais craint les grands froids. Il est plastique, s'accommode aux différents types de climat et il supporte autant les froids hivernaux que les sécheresses estivales. En effet, le chêne vert peut supporter un indice xérothermique de 0 à 150 (Dahmani., 1984).

Vis-à-vis de la température, le chêne vert supporte une variation de « m » allant de -3°C à +7°C. Il résiste à des températures maximales « M » pouvant atteindre 42°C (Dahmani., 1984).

Son aptitude, à s'accommoder de conditions climatiques variées, lui permet ainsi de couvrir plusieurs zones à étage bioclimatiques différents : semi-aride, sub-humide et humide dans leurs variantes froides, fraîches et tempérées et même très froides.

Dans l'étage semi-aride, il représente le type xérophile de la chênaie verte, localisée en Algérie, dans les Aurès et les montagnes du sud-oranais mais dans les étages sub-humide et humide qu'il connaît son plein développement (Dahmani., 1984).

### **I.6. 4. Substrat**

De point de vue édaphique, c'est également l'essence la plus plastique, il est présent sur tous les types de substrat, sauf les sols compacts, asphyxiants ou engorgés, ou ses racines ne peuvent pénétrer.

Au Maghreb, il se montre indifférent à la composition chimique du sol et s'accommode à tous les types des sols, qu'ils soient siliceux ou calcaires (Boudy., 1952).

Dans un sol profond, le chêne vert établit un pivot par contre dans un sol superficiel, ces racines tracent, par conséquent l'arbre devient buissonnant (Regimbeau., 1979).

Le chêne vert en outre se rencontre aussi bien sur les sols superficiels que profonds où il est alors, là où la pression humaine s'atténue, en passe d'être sérieusement concurrencé par les feuillus caducifoliés (M. Barbero et R. Loisel., 1980).

### **I.6. 5. Résistance aux contraintes environnementales**

Une des principales raisons expliquant le succès du chêne vert en zone méditerranéenne réside dans sa remarquable résistance aux contraintes écologiques et en particulier hydriques.

Les périodes de croissance (débourrement et mise en place des nouveaux rameaux et des nouvelles feuilles) et de reproduction, se déroulent au printemps avant l'apparition du déficit



hydrique. Le chêne vert présente un certain nombre de traits biologiques lui permettant de survivre et de continuer à fonctionner pendant les périodes de sécheresse. Ainsi, en plus d'un enracinement profond, le chêne vert peut répondre à une forte sécheresse par le développement d'une surface évapotranspirante limitée qui est en relation avec la faible réserve hydrique des sols sur lequel il pousse (Barbero et al., 1992).

Une autre réponse est le maintien de l'ouverture des stomates à des potentiels hydriques très négatifs qui permet le maintien de flux de transpiration et par conséquent une activité photosynthétique importante. Ce mécanisme autorise le chêne vert à conserver un bilan carboné positif au cours d'événements climatiques fortement défavorables. (Acherar et al., 1991).

### **I.6. 6. Cortège floristique du chêne vert**

Le chêne vert domine une association caractéristique : *Quercetum ilicis*.

La végétation accompagnatrice est dominée par le genévrier oxycédre (*Juniperus oxycedrus*), le petits houx (*Ruscus aculeatus*), le smilax (*Smilax aspera*), le ciste de Montpellier (*Cistus monspeliensis*), l'aubépine, le nerprun, le pistachier térébinthe (*Pistacia térébinthus*), le lentisque, la bruyère arborescente, l'arbousier, la viorne, le chèvre-feuille et la phillaria intermédiaire (*Phillyrea media*) (Boudy., 1950 ; Zeraia., 1980 ; Ben Abdelli., 1996). On le trouve souvent en mélange avec le chêne liège, le pin d'Alep ou le cèdre d'ATLAS.

### **I.7. Distribution géographique du Chêne vert**

#### **I.7. 1. Dans le monde**

Le chêne vert est une espèce à vaste aire de répartition, depuis la Chine à l'Himalaya jusqu'à la Grande Bretagne, du Midi de la France, au désert Lybique (Boudy P., 1950).

#### **I.7. 2. Dans le bassin méditerranéen**

L'aire du Chêne vert s'étend sur l'ensemble du bassin méditerranéen, on le trouve du Portugal à la mer Noire, ainsi qu'en Afrique du Nord ; c'est ce que traduisent les flores en qualifiant l'espèce de circumméditerranéenne, elle est spontanée et très commune dans le bassin méditerranéen. (Barbero et Loisel., 1980) Fig n°02.

Cependant, ceux qui ont prospecté tous les pays méditerranéens savent qu'en termes d'occupation du tapis végétal, le Chêne vert joue un rôle indiscutablement plus important dans la partie occidentale du bassin méditerranéen que dans sa partie orientale.

#### **I.7. 3. En Algérie**

Boudy, (1950) repris par les différents travaux relatifs à la répartition du chêne vert en Algérie estime que le chêne vert occupe 680000 hectares répartis depuis la frontière marocaine à la frontière tunisienne.

Selon Popov, (1980) la superficie occupée par le chêne vert est de 354000 hectares soit 15,9% de la superficie totale forestière du pays.

A l'Est, on le trouve dans Djebel Aures, ou il est en mélange avec le pin d'Alep, tel est le cas de de la forêt de Belezma, de Bou-Arif de Sgaz et de l'Oued Fedala.

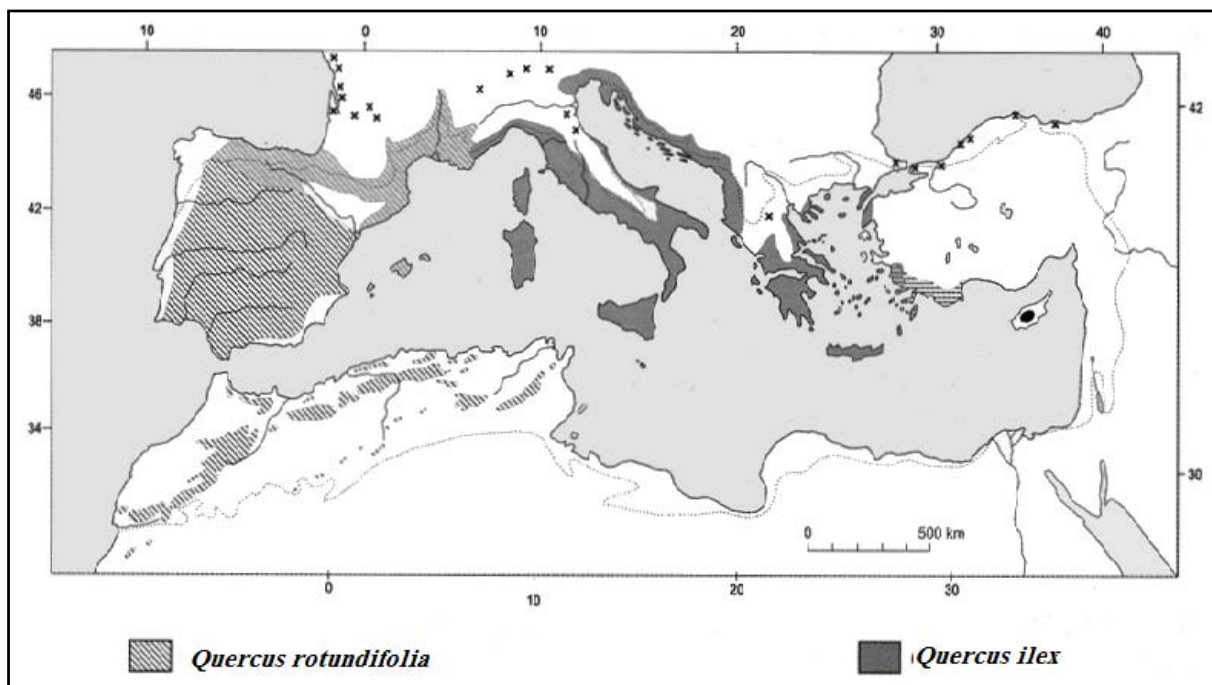
Au centre du pays ou il est en concurrence avec le pin d'Alep ; il recouvre les versants de l'Atlas méridjien en taillis dégradés. Il forme des taillis médiocres dans les régions de Tablat, et Sour-El Ghozlan, par contre à Tenes, il est possible de trouver de belles futaies qu'il faut bien traiter à fin de les conserver.

C'est en Oranie que sont localisées les plus importantes formations de chêne vert, dans les régions de Tiaret, Frenda et Saida en forêt de Sdamas et de Hassasna en taillis dégradés, et vieilles futaies de région dans la région de Tlemcen avec les forêts de Khemis, Ouled-Nehar, Beni-Boussaid et Ras-Asfour (Boudy P.,1950).

#### I.7. 4. A Tlemcen

Le chêne vert est très répandu dans la wilaya de Tlemcen, bien que des surfaces importantes aient disparues par suite de l'extention des cultures agricoles et les incendies.

La superficie qu'il occupe serait de 82000 hectares, soit 41,1% de la superficie forestière totale de la wilaya (Berrichi.,1993).



**Figure 02:** Aire de répartition schématique de *Quercus rotundifolia* et *Quercus ilex* dans son aire géographique méditerranéenne. Michau et al (1995).

## **I.8. Ennemie de Chêne vert**

### **I.8. 1. Abiotique**

#### **I.8. 1.1. Incendie**

D'après (Boudy, 1950), le chêne vert est moins nuisible à l'action de feu bien moins développé. Cette action est d'ailleurs différente selon qu'il s'agit de futaie ou de taillis :

Dans les futaies, où le sous bois est peut dense et de faible dimensions, le feu ne fait le plus souvent que passer et se contente de flamber les arbres.

Dans les jeunes taillis de cépées très touffues et dont le substratum est souvent recouvert d'un tapis assez épais de feuilles sèches : le feu cause parfois des dommages assez important : les souches ne sont pas tuées et donnent ensuite de nombreux drageons.

En cas de taillis âgés, les dégâts sont peu importants, le feuillage est grillé, certains petits rejets de la souche sont brûlés, mais l'ensemble de la cépée est peu atteint.

#### **I.8. 1.2. Surexploitation (bois de chauffage)**

Le processus de carbonisation qui était fréquent en région européenne est aujourd'hui quasiment stoppé alors qu'il est encore actif en Afrique du Nord où la chênaie verte paie un lourd tribut à ce mode d'exploitation.

#### **I.8. 1.3. La dépopulation de l'espace rural**

Elle a eu pour conséquence la désorganisation de toutes les pratiques d'utilisation de l'écosystème yeuseraie.

#### **I.8. 1.4. Céréaliculture**

Les territoires de la chênaie étaient souvent soumis à des pratiques culturales ;

Les céréales étaient notamment utilisées. Quelques gros arbres, sous lesquels on cultivait, étaient laissés en place. Le blé était semé sûr les bonnes terres de bas-fonds, territoire d'élection de la chênaie pubescente méditerranéenne, l'avoine et l'orge étaient plantés en complément entre les chênes verts. Leur récolte était plus précoce ; celle-ci réalisée, le troupeau passait puis on pratiquait le brûlis. Certaines années de déficit fourrager, les arbres étaient émondés et leur feuillage donné aux bêtes.

#### **I.8. 1.5. Pastoralisme et défrichement**

La forêt était un parcours permanent et elle l'est jusqu'à nos jours. Des arbres épars étaient laissés en place et entre eux, les buissons et arbustes éradiqués ; le tapis herbacé pouvait

alors se développer sans entrave. Les grands chênes témoins produisaient périodiquement des glandées importantes utilisées par les animaux. Les territoires de la yeuseraie, étaient souvent soumis à des pratiques culturales ; Le blé semé sur les bonnes terres de bas-fonds, l'avoine et l'orge plante en complément entre les chênes verts. Les années de déficit fourrager, les arbres sont émondés et leur feuillage donne aux bêtes. Ces pratiques font par excellence, de la forêt un territoire de parcours animalier.

Par ailleurs, Bellon et al., (1996) signalent que la yeuseraie, en offrant entre 150 à 200 unités fourragères par hectares est intégrée facilement, dans le calendrier alimentaire du bétail. Il est évident que ces territoires appelés aussi Dehasas demandent à être organisés, entretenus et complantés en espèces fourragères adaptées si l'on veut produire de la viande (Letreuch N., 1995)

## **I.8. 2. Biotique**

### **I.8. 2.1. Cuscute**

Parmi les végétaux nuisibles au chêne vert on cite Cuscute (*Cuscuta monogyna*) qui s'attaque aux jeunes taillis, ces derniers sont tués au bout d'une année ou deux (Boudy, 1950).

### **I.8. 2.2. Les insectes**

Le chêne vert est très sensible au *Lymantria dispar* qui provoque la défoliation des chênes (Boudy., 1950).

Il est sensible à un Bupreste (*Coroebus bifasciatus*), dont les galeries creusées dans le bois des charpentières se terminent par une double boucle circulaire: les branches atteintes dépérissent, sèchent sur pied et se brisent sous l'action du vent.

En plus, il y a un coléoptère du genre « *Balaninus* » qui attaque les glands des chênes.

### **I.8. 2.3. Les champignons**

Parmi les champignons dépréciant fortement la croissance du chêne vert on distingue en générale :

-*Polypores dryadens* : occasionne la pourriture blanche au pied des chênes.

-*Microsphaera quercina* : Oidium ou « blanc des chênes » ralentissant la croissance des feuilles et entravant l'élaboration chlorophyllienne.

### **I.8. 2.4. L'enrésinement**

En région méditerranéenne on veut utiliser la forêt de Chêne vert pour mettre en place des parcelles de protection ou des aires de loisirs, de convertir le plus rapidement ces taillis plutôt

que de s'obstiner à introduire des résineux, donc ces derniers et certains chênes caducifolié comme le chêne zeen envahissent et concurrencent le chêne vert.

## **I.9. Rôle et utilisation du Chêne vert**

### **I.9. 1. Economique**

#### **I.9. 1.1. Bois**

Au Maghreb, le bois du chêne vert a été depuis longtemps utilisé comme combustible ligneux à cause de son pouvoir calorifique élevé (environ 4500 calories par Kg) (Hammoudi., 1982). Il sert également à la fabrication des manches d'outils. Autre fois, il était utilisé pour son écorce riche en tanins (teneur en tanins de 6 à 13%) (Dilhem., 1982)

Selon Letreuch (1995), le mélange du chêne vert avec d'autres essences (*Quercus suber*, *Pinus pinaster*, *Eucalyptus globulus*) pour en faire des panneaux de fibres et de particules n'est pas envisageable en raison du faible accroissement du chêne vert et de sa grande dureté.

Selon Berrichi M., 2010 :

- ✓ Sur le plan propriétés du bois du chêne vert

Les caractéristiques physiques du bois du chêne vert, sont celles d'un bois lourd, mi-dur à retrait volumétrique moyen. Soumis à des épreuves de la résistance à la cohésion axiale, le chêne vert s'est révélé, à l'exception de la résistance moyenne aux chocs, d'une résistance supérieure à la compression et à la flexion. Les cotes de qualités sont faibles. Parmi les caractéristiques de la traction, du fendage et du cisaillement, le chêne vert se révélé moyen à l'exception d'une bonne cote de cisaillement.

Les utilisations de son bois Selon les caractéristiques citées, sont comme suit:

- Dimensions importantes et sans nœuds

-Sa situation dans la limite inferieure du retrait moyen, offre au chêne vert le possible emploi en menuiserie extérieure : porte, cadre de fenêtres (retrait faible a moyen).

-La résistance moyenne à forte à la flexion et à la compression, confère au bois de chêne vert l'utilisation en charpente de moyenne portée (moins de 10 mètres).

- Sa forte dureté et sa bonne stabilité dimensionnelle, lui accordent l'utilisation en planchers.

- Dimensions faibles et avec nœuds

Lames de parquets, caisserie pour emballage (cageot bien durs), manches a outils.

- Longueur importante, diamètre faible et présence de nœuds

Poteaux électriques et tuteurs.

- ✓ Sur le plan possibilités papetières du bois du chêne vert

Il est possible de faire du papier à base du chêne vert avec une concentration en Na OH à 24%, le rendement brut de 45.6 % et le rendement net de 44.7% sont acceptables. Mais, il serait indiqué d'améliorer certaines caractéristiques, par un mélange avec les pâtes à fibres longues. Ceci permettra par exemple d'augmenter la longueur de rupture (Berrichi M., 2010).

Selon Berrichi M., 2010, les tests de longueur de rupture, d'indice d'éclatement et de l'indice de déchirure montrent que le bois du chêne vert peut être utilisé comme papier impression-écritures et papier duplicata.

Il est possible, d'ajouter des adjuvants en petites quantités, par exemple l'Anthraquinone afin d'améliorer les rendements. L'importance d'écorce, pourrait être un obstacle pour la fabrication de la pâte à papier (Berrichi M., 2010).

### **I.9. 1.2. Ressource alimentaire**

Sur le plan pastoral, le chêne vert présente une importante valeur fourragère de l'ordre de 150 UF/ha à 200 UF (F.A.O in Ben Abdelli., 1983). Par ailleurs, la chênaie verte peu dense en taillis offre une disponibilité pastorale durant toute l'année et permet de ce fait, une utilisation plus souple, s'intègrent facilement dans le calendrier alimentaire du bétail (Bellon et al, 1996 ; Letreuch Belarouci. N., 1995).

Dans la zone semi-aride, la production du chêne vert est très faible, le seul aménagement possible dans ce type de forêts semi-arides ou pré-steppiques est encore le régime du taillis, ce dernier permet aux espèces pastorales d'occuper les zones de lumière entre les cépées. Donc l'aménagement sylvo-pastoral avec introduction d'espèces fourragères associées à une mise en défens par rotation, serait alors la meilleure façon d'utiliser la yeuseraie (M.Barbero et R.Loisel., 1980).

### **I.9. 2. Ecologique**

#### **I.9. 2.1. Protection contre l'incendie**

Feuillage très inflammable tout au long de l'année. Taillis bas très combustible, mais pouvant être transformé en pare-feu arboré lorsque le couvert est suffisamment continu pour limiter le développement des broussailles, dans ce cas il est très apprécié dans le cadre de D.F.C.I (défense des forêts contre les incendies) pour son ombre fraîche. Brulage dirigé, employé avec prudence, compte tenu de la faible épaisseur de l'écorce au collet et de la facilité d'inflammation des feuilles situées sur les verticilles inférieurs.

**I.9. 2.2. Protection des sols contre l'érosion**

Permet de maintenir une couverture forestière dans les stations où les conditions écologiques sont très dures.

**Chapitre II : Considération générale sur l'anatomie du bois****II.1. Définitions du bois**

Le terme « bois » est défini par la norme NF B 50-003 (vocabulaire du bois) : « Ensemble de tissus résistants d'origines secondaires (de soutien, de conduction et de mise en réserve) qui forment les troncs, branches et racines des plantes ligneuses. Issu du fonctionnement du cambium périphérique, il est situé entre celui-ci et la moelle. ». Quelques informations supplémentaires permettent de mieux comprendre cette définition qui peut sembler hermétique au premier abord. Comme la plupart des matériaux, le bois apparaît complètement différemment suivant l'échelle d'observation.

Le dictionnaire **LITTRE**, excellente source de définition, dit que le bois est « une substance dure, compacte, solide qui constitue la racine, la tige et les branches des arbres et des arbrisseaux » (Normand D., 1998).

Le bois est un ensemble de tissus d'origine secondaire, à parois lignifiées, résultant du fonctionnement, vers l'intérieur, de l'assise génératrice cambiale libéro-ligneuse (Keller.,1994). D'après (Detienne., 1998), « Le bois est un ensemble de tissus plus ou moins dure formant la masse principale du tronc des arbres. C'est un matériau organisé et hétérogène dont la formation s'est étendue sur de nombreuses années ».

- Pour le biologiste, le bois est le xylème secondaire qui assure la conduction de la sève brute chez les plantes ligneuses (Gymnospermes (conifères) et Angiospermes Dicotylédones). Chez les plantes pérennes (arbres, arbustes et buissons), le xylème secondaire ou bois se développe chaque année et forme un tissu résistant qui assure à la fois la conduction de la sève et la résistance mécanique de la plante. C'est ce tissu qui permet aux arbres de développer un tronc à des hauteurs considérables.

- Pour l'anatomiste, il existe deux types de bois : les bois homoxylés caractéristiques des Gymnospermes (pins, sapins, épicéas, thuyas, cyprès, etc.) et les bois hétéroxylés caractéristiques des Angiospermes Dicotylédones (chêne, hêtre, tilleul, bouleau, merisier, etc.). Ces bois diffèrent par les cellules qui les composent.

- Pour les spécialistes du "matériau bois", les bois se distinguent selon leurs propriétés mécaniques et chimiques (bois durs et bois tendres) mais aussi par bon nombre de propriétés particulières (dureté, veinage, résistance à la déformation, couleur, etc.) qui amènent le spécialiste à choisir ses essences en fonction de leur utilisation.

- Le bois, malgré ses caractéristiques remarquables, souffre de son anisotropie (c'est à dire de l'inégalité de ses propriétés dans les différentes directions de l'espace). Aussi, de nombreux dérivés (contreplaqués, lamellés-collés, agglomérés, etc.) ont été mis au point pour améliorer ses propriétés.



## II.2. Les différentes parties du bois

Le bois a pour origine l'arbre et le matériau qui nous intéresse le plus particulièrement est celui tiré du tronc Fig n°03.

Pris dans son ensemble, le tronc comprend :

✓ le rhytidome est la partie externe de l'écorce. Il protège l'arbre contre les attaques biologiques (insectes), contre les gelures, contre le dessèchement (coup de soleil) et contre les blessures (chutes de pierres).

✓ Le liber est la partie interne de l'écorce. C'est l'appareil conducteur de la sève élaborée (descendante). C'est pourquoi une blessure du liber peut freiner ou stopper la croissance de toute une partie de l'arbre.

✓ le cambium est le tissu de croissance de l'arbre. Les cellules vivantes du cambium se multiplient par division, croissent jusqu'à leur taille définitive, se rigidifient (croissance des parois cellulaires) et meurent. Ces vaisseaux cessent peu à peu d'alimenter l'arbre après quelques années. Ils se bouchent et s'imprègnent de différentes substances : tanins, résines, etc.

✓ l'aubier représente le système conducteur de la nourriture de l'arbre, des racines à la couronne. Il transporte la sève brute (montante), un mélange de sels nutritifs dissous dans l'eau que les racines prélèvent du sol. L'aubier reprend aussi l'effort principal des charges mécaniques (en traction et en compression) dus aux vents, à la neige et au poids propre de la couronne.

✓ le bois de cœur (ou le bois parfait ou duramen) est l'élément de soutien central de l'arbre. En revanche, il ne remplit plus de fonction conductrice des substances nutritives. Le centre du tronc, la moelle, peut, à partir d'un certain âge, être creuse.

✓ La moelle : au centre de l'arbre, est un ensemble de tissus primaires d'aspect spongieux.

✓

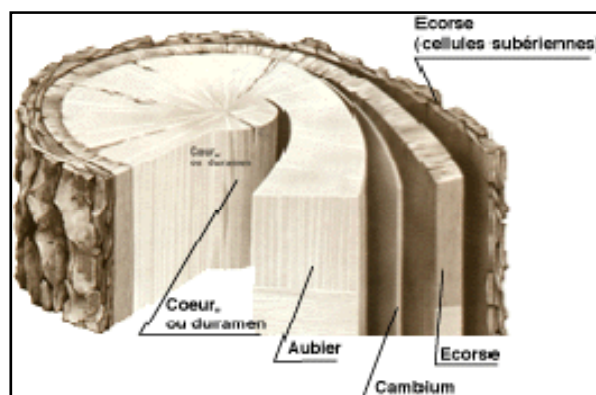


Figure n°03 : Les différentes parties du bois Source (<http://perso.wanadoo.fr>)

La croissance se développe principalement dans trois directions, longitudinale (croissance en hauteur), radiale vers l'intérieur (xylème, formation du bois) et radiale vers l'extérieur (phloème, formation du liber).

### II.3. Mécanisme de la formation du bois

Le bois est une matière organique, constituée de cellules. Celles ci naissent de nombreuses divisions se produisant dans le tissu générateur dit cambium, situé entre l'écorce et le bois. Durant la période de végétation, le cambium est très actif; il produit vers l'extérieur du tronc les cellules du liber et vers l'intérieur celles du bois.

Un cylindre continu de bois est formé par le cambium qui au fur et à mesure de son fonctionnement se déplace vers l'extérieur Fig n°04.

Le liber est repoussé vers l'extérieur au fur et à mesure de sa formation. Il en est de même du phloème primaire qui est écrasé à la périphérie. L'épiderme sous tension éclate. La protection vis à vis du milieu extérieur sera alors réalisée par un nouveau tissu secondaire, le liège.

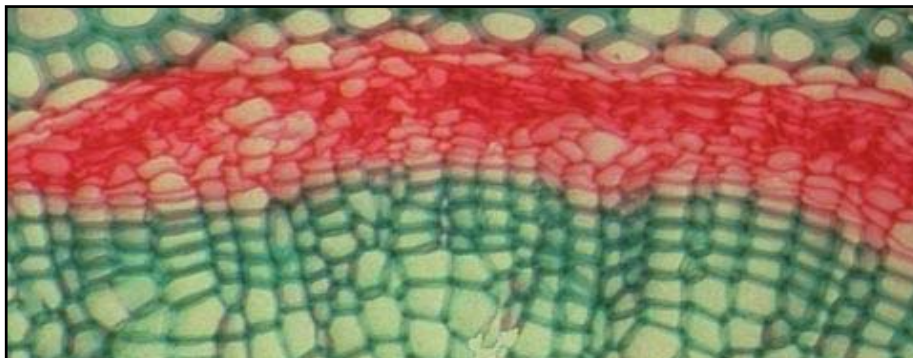


Figure n°04 : Vue microscopique de différents constituants du bois Source (<http://perso.wanadoo.fr>).

La zone rouge correspond au phloème secondaire ou liber. La zone verte correspond au xylème secondaire ou bois. Le cambium se situe à la base de la zone rouge où l'on observe des cellules très plates venant de se diviser.

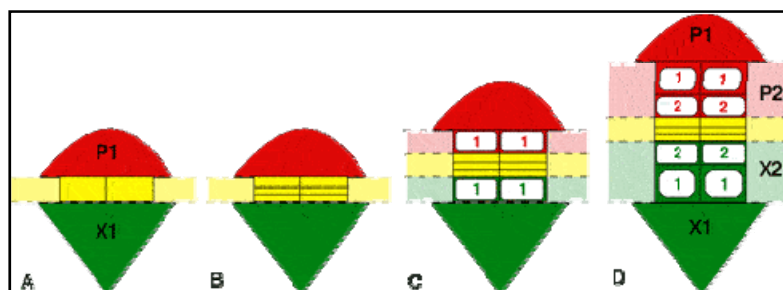


Figure n° 05 : Les différentes étapes de formation du bois Source (<http://perso.wanadoo.fr>).

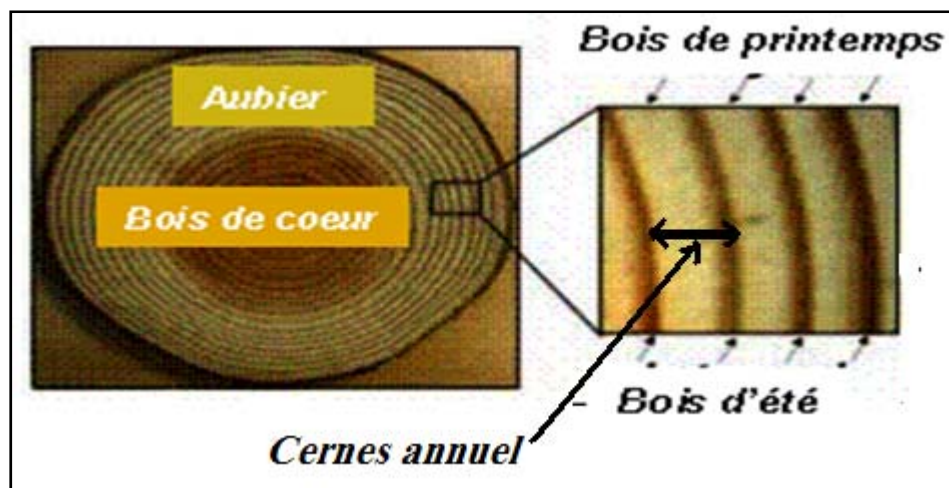
Les cellules du cambium (en jaune) se divisent et produisent vers l'intérieur des cellules qui se différencient en cellules de xylème secondaire (ou bois) et vers l'extérieur des cellules qui se différencient en cellules de phloème secondaire (ou liber).

Le xylème primaire étant du côté du centre, sa position est fixe.

Par suite de son activité, le cambium est donc repoussé vers l'extérieur. D'une manière générale, la production de bois (X2) est supérieure à la production de liber (P2) Fig n° 05.

La croissance du cambium est périodique. Au printemps est formé le bois initial, généralement poreux et moins dense que le bois terminal, formé en été. Celui-ci, plus dense, se distingue souvent par une couleur plus sombre.

Depuis la fin de l'été jusqu'au printemps suivant, la croissance du cambium stagne. En coupe transversale, cette périodicité des bois de zones tempérées, est bien visibles sous forme de cernes annuels Fig n° 06.



**Figure n° 06** : Les différentes parties du cerne annuel source ; Bakour, 2003.

#### II.4-Catégories de bois

Au cours de l'évolution, le règne des plantes ligneuses formant des arbres s'est divisé en résineux (gymnospermae) plus anciens, et feuillus (angiospermae) plus jeunes et de structure plus complexe. Cette structure plus différenciée avec des cellules très spécifiques, permet aux feuillus de nous offrir des bois des plus denses aux plus légers, des plus durs aux plus tendres, des plus sombres aux plus clairs.

**II.4-1. Résineux (à feuilles persistantes)**

L'anatomie des bois résineux (conifères, ou plus exactement «gymnosperme», se distingue dans son principe même de celle des feuillus, apparus plus tard dans l'histoire phylogénétique. Le tissu fondamental est constitué de cellules nommées trachéides. Celles qui sont situées dans le bois initial (bois de printemps) remplissent en premier lieu une fonction conductrice et sont pourvues, à cet effet, de nombreuses ponctuations aréolées, qui servent à l'échange de la sève brute (ascendante) entre deux cellules et fonctionnent comme des valves à membrane.

Les trachéides du bois final (bois d'été) ont des parois plus épaisses et un diamètre plus petit. Elles constituent principalement le tissu de soutien.

Quelques-uns des bois résineux (ex. épicéa, pin, mélèze, arole, sapin, épinette, pin blanc) possèdent en plus un système de canaux résinifères, avec des canaux axiaux (parallèles aux fibres) et des canaux radiaux (situés dans les rayons ligneux).

**II.4-2. Feuillus (à feuilles caduques)**

Les cellules longitudinales se sont spécialisées en éléments vaisseaux et en fibres. Les vaisseaux remplissent la fonction conductrice de la sève brute (ascendante). Lors de leur croissance, leurs extrémités se juxtaposent et leurs parois cellulaires sont perforées par de grandes ouvertures de la taille de leur diamètre formant ainsi un long «tuyau» continu. Selon les espèces, la taille des vaisseaux est tellement grande qu'ils deviennent visibles à l'œil nu sous formes de pores. La paroi des vaisseaux est parsemée de ponctuations aréolées, qui servent à l'échange de la sève brute (ascendante) entre deux vaisseaux et fonctionnent comme des valves à membrane.

Les fibres constituent le tissu de soutien. Elles sont de très petits diamètres, possède une paroi cellulaire très épaisse et n'ont quasiment plus de lumen (vide à l'intérieur de la cellule). On retrouve entre autres dans cette catégorie: le chêne, le frêne, l'érable et le hêtre.

**II 5-Plan ligneux****II 5-1.Définition**

On appelle plan ligneux d'une essence le groupement et la nature des différents éléments constitutifs de son bois; vaisseaux, rayons ligneux, fibres, parenchymes, et dont l'agencement reste constant pour une espèce donnée, permettant de caractériser les espèces ligneux (Venet J., 1986).

**II.5-2. Etude du plan ligneux**

Les éléments constitutifs du bois sont orientés soit parallèlement soit perpendiculairement à un axe de symétrie matérialisé par la moelle. Ils sont organisés dans trois directions de références longitudinale ou axiale (L), radiale (R) et tangentielle (T). Cette organisation laisse prévoir une importante anisotropie du bois pour un grand nombre de ses propriétés physiques, mécaniques et technologiques (Bakour, 2003).

Pour comprendre la structure du bois, il est recommandé de l'étudier à l'aide de trois coupes perpendiculaires.

**II.5-2.1- Section transversale**

C'est la section perpendiculaire à l'axe de la tige, D'après (Venet, 1986) l'étude macroscopique d'une section transversale met en relief les caractères suivants:

- Présence, régularité, largeur et composition des couches d'accroissement.
- Dimension, forme, importance et nature des rayons ligneux.
- Densité, importance et localisation des vaisseaux.
- Importance et localisation du parenchyme.
- Distinction éventuelle entre l'aubier et le duramen.
- Couleur, odeur, dureté du bois.
- Présence éventuelle de certaines anomalies telles que ; les fentes, excentricité...

L'étude microscopique des bois feuillus, permet de reconnaître les caractères suivants:

- Répartition, disposition, diamètre et densité des pores des vaisseaux.
- Nature et distribution des parenchymes.
- Présence de fibres vasculaires et de thyllés...

**II.5-2.2 - Section radiale**

La section radiale est orientée de la moelle à l'écorce, suivant les rayons du bois. L'étude macroscopique section radiale, permet de distinguer :

- La hauteur et la structure des rayons qui apparaissent sous forme de stries perpendiculaires aux vaisseaux (champ de croisement).

- L'aspect des divers tissus tels que ; les gros vaisseaux verticaux du bois de printemps des différentes cernes qui apparaissent nettement.

L'étude microscopique de la section radiale, permet de distinguer les fibres et les vaisseaux verticaux et en plus de nombreuses punctuations qui relient les différents éléments verticaux.

### **II.5-2.3 - Section tangentielle**

La section tangentielle est une section perpendiculaire a la section radiale, elle se trouve tangentielle aux couches d'accroissement.

L'étude macroscopique de la section tangentielle fait ressortir les éléments suivants :

- Aspect des rayons et leurs tailles.
- Présence et aspect des vaisseaux et des fibres.

L'étude microscopique de la section tangentielle, permet de reconnaître un certain nombre de caractères nécessaires à la détermination d'un bois, en particulier :

- Présence des fibres verticales.
- Présence et nature des rayons, dont il est possible d'apprécier leurs hauteurs, leurs grandeurs et leurs dispositions.
- Présence des vaisseaux, avec la possibilité de déterminer leurs longueurs et leurs tailles.

## **II.6- La structure anatomique du bois de chêne**

L'élément de base de la constitution du bois de toutes les essences est la « fibre », les cellules sont allongées dans le sens de l'axe de l'arbre, de section sensiblement quadrangulaire et se terminent en biseaux allongés (Chapelet J et Dirol D., 1991).

### **II.6.1 Constitutions anatomiques des feuillus et leurs variabilités**

#### **II.6-1.1 Eléments verticaux**

**II.6.1.1.1 Vaisseaux et trachéides vasicentriques**

Les vaisseaux constituent le système de conduction de la sève brute ; ils sont d'aspect et dimension très variés de quelques décimètres à plusieurs mètres de long (Huber, 1935 ; Zimmermann, 1983 ; Gartner, 1995). Ils sont eux-mêmes composés de longues files d'éléments de vaisseaux qui communiquent entre eux par des perforations uniques, foraminées, en réseau ou scalariformes. Selon Fengel et Wegener (1989) la longueur de ces éléments varie entre 100 et 400  $\mu\text{m}$ . Les communications latérales avec les autres éléments anatomiques se font par des zones d'interruptions de la paroi secondaire appelées "ponctuations".

Les vaisseaux sont groupés en 1 à 5 rangés au début du cerne dans le bois initial (Sachess, 1984 ; Collardet et Besset, 1992), leur diamètre tangentiel peut atteindre 400  $\mu\text{m}$  (Grosser, 1977 ; Fengel et Wegener, 1989), voire 500  $\mu\text{m}$  (Jacquiot et al., 1973). Ils assurent la fonction de conduction de la sève brute depuis les racines jusqu'aux extrémités aériennes.

Le diamètre des vaisseaux diminue brusquement au passage du bois initial au bois final. Ce passage est, quelquefois, très progressif avec des vaisseaux qui diminuent graduellement en taille jusqu'à atteindre des dimensions de 20 à 30  $\mu\text{m}$  à la fin du cerne.

Les gros vaisseaux sont généralement au bout de quelques années obstrués par des thylls à parois minces (Jacquiot et al., 1973). Ces thylls sont fréquents dans le duramen, mais existent aussi, avec une fréquence moindre, dans l'aubier (Ziegler, 1968 ; Klumpers., 1994).

Les vaisseaux du bois final appelés "petits vaisseaux" ont souvent une disposition spécifique dendritique due à leur localisation et organisation en plages ou flammes radiales.

Les plages de vaisseaux alternent avec des plages de tissus de soutien (fibres), leurs proportions relatives varient selon les individus (arbre).

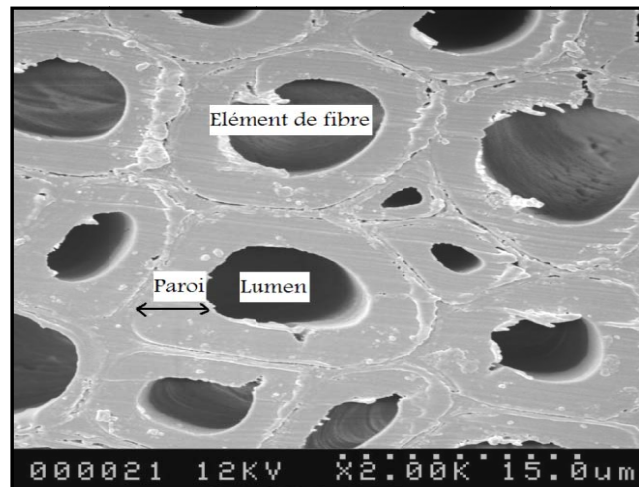
L'ensemble des vaisseaux est fonctionnel uniquement dans le dernier cerne formé alors que dans celui formé l'année précédente, seuls les petits vaisseaux du bois final continuent de conduire la sève brute (Ziegler, 1983). Deux ans après leur formation, ces derniers cessent également de fonctionner selon Ziegler (1968). Cependant Granier et al. (1994) ont montré que les petits vaisseaux du bois final peuvent fonctionner plusieurs années et certains gros vaisseaux des cernes les plus extérieurs peuvent même redevenir fonctionnels. La perte de conductivité s'accompagne généralement par l'obstruction progressive des vaisseaux par les thylls (Vansteenkiste et Breda, 2002).

### II.6-1.1.2 Les tissus fibreux

On rencontre chez les chênes des fibres libriformes, des fibres trachéides et des trachéides juxtavasculaires ou vasicentriques (Wagenführ et Scheiber, 1974 ; Gasson, 1987 ; Keller, 1994).

Les fibres libriformes répondent uniquement au besoin de soutien tandis que les autres formes des fibres sont de type intermédiaire et assurent ainsi une partie de la conduction de la sève brute ou de stockage d'eau (Braun, 1983 ; Wheeler et Baas, 1991).

Les fibres libriformes sont groupées en zones radiales, entre les plages de petits vaisseaux, ce sont des éléments à lumen peu important, à parois épaisses avec des ponctuations simples et peu nombreuses à orifice en fente (Keller, 1994 ; Jacquot et al., 1973) (Fig n°07).



**Figure n°07** : section transversale des fibres du bois final du chêne vert vue en microscopie électronique (bois massif) (bakour,2003)

Les fibres trachéides sont présentes surtout dans le bois final où elles assurent avec les fibres libriformes le rôle de soutien (Gasson, 1987). Elles se différencient des fibres libriformes par la présence de ponctuations aréolées sur leurs parois (Keller, 1994).

Les trachéides vasicentriques ou juxtavasculaires se trouvent autour des vaisseaux avec lesquels elles communiquent par des ponctuations aréolées. Elles sont considérées comme un élément de transition entre les vaisseaux et les fibres, ce qui leur donne un rôle non négligeable dans la conduction de la sève avec les vaisseaux (Braun, 1983 ; Carlquist,1988).



Selon Gasson (1987), Wheeler et Baas (1991), ces éléments ne peuvent généralement pas être distingués en coupe transversale par rapport aux cellules de parenchyme vertical car ils ont souvent le même diamètre Fig n°07.

### **a- La structure de la paroi de la fibre**

Selon Detienne (1988), Lors de la genèse des cellules par division, une couche mitoyenne de nature pectique se forme, puis le protoplasme des cellules secrète une paroi primaire de cellulose de part et d'autre de cette couche mitoyenne. L'ensemble formé par les deux parois primaires et la couche mitoyenne est souvent appelée lamelle mitoyenne. Par la suite, à la différenciation de la cellule, apparaît la paroi secondaire, mince, épaisse ou très épaisse, composée de trois couches successives:

- La couche externe « S1 » : de 1000 à 2000 Å d'épaisseur, elle serait elle-même composée de trois à quatre couches dont les microfibrilles disposées en hélice, se croiseraient d'une couche à une autre.
- La couche moyenne « S2 » : est la plus épaisse, c'est elle qui est responsable de la variation de l'épaisseur de la paroi. Cette couche est elle-même formée de nombreuses couches.
- La couche interne « S3 » : est la plus interne des trois couches, elle est très mince. Certains auteurs ont tendance à la considérer comme paroi tertiaire.

### **b- Les ponctuations**

Ce sont des ouvertures minuscules dans la paroi, faisant communiquer entre elles des cellules adjacentes. Quand deux ponctuations se correspondent dans les parois de deux cellules voisines, l'ensemble devrait être appelé un couple de ponctuations. Le terme de ponctuation désigne la dépression dans la paroi d'une cellule mais peut être utilisé, à la rigueur, pour désigner un couple de ponctuations complémentaires de même nature ; il doit être évité, cependant, lorsque les deux ponctuations du couple sont de types différents.

Les ponctuations des cellules ligneuses peuvent se présenter sous des aspects divers, mais elles auront toujours deux composantes essentielles: la cavité de la ponctuation et la membrane de la ponctuation. La cavité est l'espace compris à l'intérieur de la ponctuation depuis la membrane jusqu'à la lumière de la cellule; c'est en fait un trou à travers la paroi secondaire. La membrane et la lamelle moyenne (paroi primaire plus couche mitoyenne) qui ferme extérieurement la ponctuation.

Les ponctuations sont divisées en deux grands types :

- La ponctuation simple : c'est une ponctuation dont la cavité a un diamètre constant, de la membrane jusqu'à son orifice.

- La ponctuation aréolée : c'est une ponctuation dont la cavité est plus large au niveau de la membrane qu'à l'orifice. L'élargissement de cette cavité s'appelle chambre de la ponctuation. L'orifice du canal peut avoir le même diamètre que ce canal ou peut être étiré.

Ces deux types de ponctuations, peuvent être associées et présentent des aspects particuliers:

- Lorsqu'une ponctuation simple d'une cellule fait face à une ponctuation aréolée de la cellule voisine, l'ensemble est appelé «ensemble de ponctuation semi-aréole».
- Lorsqu'une ponctuation n'a pas de correspondante dans la paroi de la cellule voisine, elle est dite «ponctuation borgne».

### **II.6-1.1.3 Parenchyme longitudinal**

Le parenchyme longitudinal dans le bois final est disposé de manière dite «apotrachéal» car les cellules de parenchyme ne sont pas associées aux vaisseaux. En section transversale, elles sont isolées ou dispersées en chaînettes ou encore forment des couches tangentielles larges de une à deux cellules entre les rayons (Casperson, 1967 ; Venet, 1974, Grosser, 1977 ; Carlquist, 1988). Ces couches sont parallèles aux limites de cernes et traversent aussi bien les plages de fibres que les plages de petits vaisseaux.

Dans le bois initial, on trouve fréquemment du parenchyme paratrachéal associé aux vaisseaux ou aux trachéides vasicentriques (Schweingruber, 1978). Les ponctuations qui assurent le passage d'un élément du parenchyme à un autre ou à un vaisseau sont simples et nombreuses sur la face radiale de la paroi des cellules des trois types de parenchyme (parenchyme longitudinal, apotrachéal et paratrachéal) (Jacquot et al., 1973 ; Keller, 1994). Le parenchyme longitudinal peut accumuler des réserves, les restituer et les transformer ; il joue un rôle essentiel dans le processus de duraminisation qui fait passer le bois de son rôle fonctionnel (aubier) à son état inerte de bois parfait appelé duramen ou encore bois de cœur (Keller, 1994).

### **II.6-1.2.Éléments horizontaux**

#### **II.6-1-2.1.Rayons ligneux**

Les rayons ligneux sont des cellules de réserve à parois épaisses et lignifiées, qui accompagnent le tissu vasculaire. Ces cellules participent en outre à la fonction de soutien, leur orientation est transversale et rayonnante en partant de l'axe longitudinal de l'arbre (Venet, 1974). La hauteur et la largeur sont particulièrement visibles en

section tangentielle et la longueur en section radiale. En section transversale, les rayons ligneux se présentent sous forme de lignes radiales (Bakour, 2003).

On distingue deux types de rayons ligneux : les unisériés (une file de cellules) et les plurisériés (15 – 50 cellules en largeur et pouvant atteindre plusieurs centimètres en hauteur).

Les rayons ligneux sont les seuls éléments qui permettent un transport de substances dans la direction radiale. Ils sont dits homogènes car ils sont constitués de cellules de parenchyme allongées de manière systématique dans le sens radial.

La hauteur et la largeur sont particulièrement visibles en section tangentielle longitudinale (TL), et la longueur en section radiale longitudinale (RL). En section transversale, les rayons ligneux se présentent sous forme de lignes radiales, constituées de files radiales de cellules rectangulaires qui traversent le cerne. La majorité des rayons ligneux ne partent pas de la moelle.

En section tangentielle, les rayons ligneux unisériés sont larges d'une cellule, les plurisériés de 10 -20 cellules parfois jusqu'à 30 cellules (Kucera, 1985).

## **II.7. Changement anatomiques liés au vieillissement du bois**

### **II.7-1.Duraminisation**

Transformation qui amène progressivement la partie la plus ancienne, donc la plus centrale, du bois fonctionnel à l'état du bois de cœur (duramen). Ce dernier est le résultat des modifications anatomiques, physiques, chimiques, subis par les cernes les plus anciennement formés (Keller, 1987). Il est constitué de cellules mortes où les éléments nutritifs ne circulent plus. Il se caractérise généralement par une diminution de la quantité d'eau et des matières de réserves, une augmentation de la concentration en substances chimiques (tanins, résines, matières colorantes) et par la formation de thylls chez certaines espèces. Ces changements assurent la protection du bois contre les attaques des organismes lignivores (la durabilité naturelle du bois) (Stewart, 1966 ; Ziegler, 1968). Ils diminuent l'intensité du retrait.

La duraminisation s'accompagne généralement, chez certaines espèces (chênes, châtaigniers, pins...), de changement de couleur ; l'aubier est généralement plus clair que le duramen et se distingue assez nettement. Pour d'autres espèces (sapin, épicéa, peuplier, érable...), l'aubier ne se distingue pas visuellement du duramen, le phénomène étant bien moins marqué.

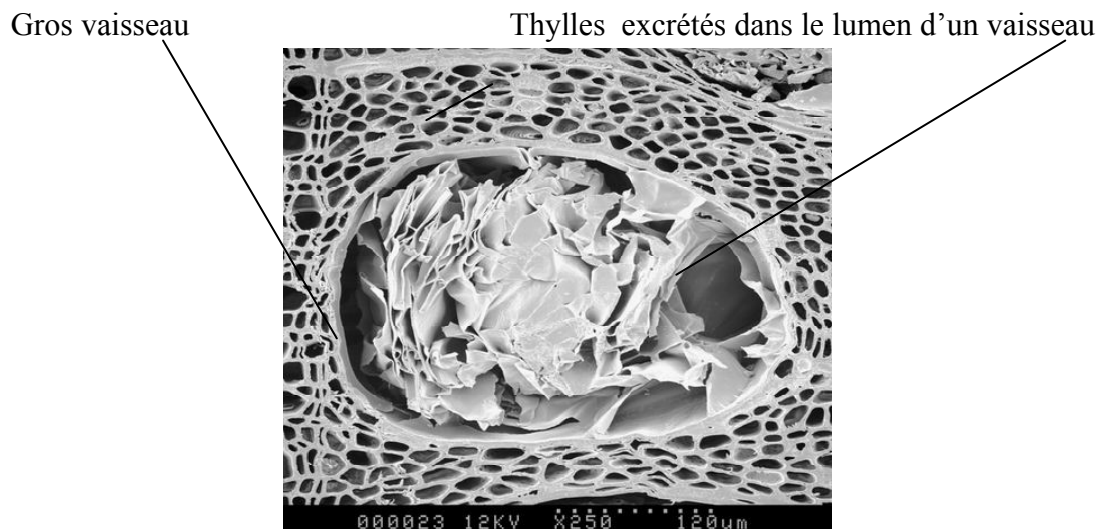
Dans le cas du chêne, le bois duraminisé devient plus foncé, rougeâtre ou brunâtre en fonction de sa texture et de sa structure anatomique (Klumbers, 1994).

La duraminisation chez les chênes se manifeste par :

- l'apparition d'une coloration du bois;
- l'imprégnation des parois cellulaires par des substances élaborées par les cellules de parenchyme longitudinal et radial ;
- l'obstruction des gros vaisseaux par des thylles.

### II.7-2.Thyllose

Les thylles résultent de l'excroissance d'une cellule de rayon ligneux, ou de parenchyme axial, à travers la cavité d'une ponctuation d'un vaisseau adjacent, obstruant partiellement ou complètement la lumière du vaisseau (Fig n°08).



**Figure n°08:** Vue en section transversale de l'envahissement d'un vaisseau du bois initial par des thylles émis au travers des ponctuations chez les chênes. (Bacour,2003)

Les thylles peuvent être rares ou nombreux et serrés, à parois minces ou épaisses; ponctués ou non, contenir ou non de l'amidon, des cristaux, des résines, des gommes, etc.

On distingue trois types de thylles :

- les thylles d'origine naturelle liés au processus de duraminisation (Bosshard, 1965 ; Hillis, 1987).
- les thylles traumatiques, ayant des formes plutôt cylindriques en réponse à une blessure du xylème (Meyer., 1967).

- les thylles d'incubation se forment au voisinage du cambium après abattage de l'arbre (Murmanis, 1975).

Les chênes rouvres et pédonculés (*Q. petraea* et *Q. robur*), les chênes blancs d'Amérique du Nord (par exemple, *Q. alba* et *Q. garryana*) possèdent des thylles dans leur duramen, ceux-ci sont rares voire absents chez les chênes rouges (par exemple, *Q. rubra* et *Q. palustris*) et chez le chêne vert (*Quercus ilex*) (Gerry, 1914 ; Jane, 1970 in Zürcher et al., 1985 ; Jacquiot et al., 1973).

Ce caractère anatomique est déterminant, il conditionne l'aptitude des chênes à l'utilisation en tonnellerie "étanche" (Gerry, 1914). Cette particularité interdit d'ailleurs l'usage du bois des chênes rouges en tonnellerie sans traitement destinés à boucher les vaisseaux (Collardet et Besset, 1992 ; Feuillat et al., 1993 ; Nepveu, 1994 b). Le nombre de gros vaisseaux bouchés par les thylles augmente de manière progressive en allant de l'aubier le plus externe (sous écorce) pour atteindre presque 100% dans le bois de cœur du chêne (Vasteenkiste et Breda, 2002).

Cochard et Tyree (1990) ont montré que les thylles, chez les chênes d'origine Nord Américaine, apparaissent dans les vaisseaux désactivés consécutivement à une turgescence hivernale. Cependant, les vaisseaux ne sont intégralement obstrués par des thylles qu'au cours de l'été suivant. Au sein d'un même tissu conducteur, les vaisseaux les plus gros sont les plus vulnérables à la cavitation et à l'embolie (Zimmerman, 1983 ; Cochard et Tyree, 1990). Les petits vaisseaux du bois final conservent ainsi un rôle fonctionnel pendant plusieurs années et donc ne sont obstrués par des thylles que plus tardivement.

L'obturation des vaisseaux est une conséquence et non la cause de l'arrêt de la conduction dans l'arbre (Zimmerman, 1983).

La formation des thylles est souvent associée au processus de la duraminisation (Hillis, 1987) ; selon Cochard et Tyree (1990) ils apparaissent dès que les vaisseaux ne jouent plus de rôle dans la conduction.

## **II.8. Défauts du bois.**

Les anomalies de structure sont :

- Nœud : se situe à la jonction du tronc et d'une branche,
- L'entre écorce : présence de l'écorce dans la masse du bois,
- Gélivures et gerçures : fentes longitudinales orientées sur un plan radial provoquées par l'alternance de la gelée et la dessiccation,
- Roulures : fentes circulaires constituées par le décollement de deux couches annuelles.

**II.9. Altération du bois**

L'altération du bois porte sur la composition du bois avant ou après abattage :

- Coloration anormale du cœur : due à une concentration de tanin.
- Lunure : zone d'aubier intercalé dans le cœur.
- Pourriture : provoqué par certains champignons.

**II.10-Les rôles du bois dans la plante**

Pour la plante, Le bois a deux rôles fondamentaux :

**II.10.1-Le soutien**

Pour les plantes de grande taille (arbres mais aussi arbustes et buissons), le bois constitue une armature de soutien. Il suffit d'observer un tronc d'arbre ou une bille de bois pour en être persuadé

**II.10.2-La conduction verticale de la sève brute.**

Le xylème représente le tissu conducteur de la sève brute. Chez les plantes de petite taille (plantes herbacées ou jeunes germinations), le xylème primaire, contenant un nombre réduit d'éléments conducteurs (trachéides ou vaisseaux) suffit amplement pour faire monter la sève de quelques dizaines de centimètres. Chez les plantes ligneuses et en particulier chez les arbres, le volume de sève nécessaire est important et s'accompagne du développement très important du xylème secondaire ou bois. Ceci résout bien le problème du volume de sève à transporter mais pas celui de la hauteur.

**II.10.3-Comment la sève est transportée?****a. La capillarité**

La première idée qui vient à l'esprit est de faire intervenir les forces de capillarité. En effet, chez les Angiospermes, le diamètre des vaisseaux est inférieur au millimètre et les éléments de vaisseaux mis bout à bout (par des perforations complètes) constituent un tube continu. De plus, leur paroi lignifiée est hydrophobe et cela limite les pertes latérales par diffusion. Cependant, chez les Gymnospermes, les trachéides ont une longueur limitée et sont reliées entre elles par de simples ponctuations (la sève est obligée de traverser une paroi cellulosique). La simple capillarité est incapable d'expliquer la montée de la sève sur plusieurs mètres, voire sur plusieurs dizaines de mètres.

**b. La cohésion des molécules d'eau**

Les molécules d'eau entretiennent des relations inter-moléculaires qui permettent à une colonne d'eau située dans un tube capillaire de ne pas se "rompre". Cette propriété de l'eau est fondamentale pour expliquer la montée de la sève.

**c. La poussée racinaire**

Pour qu'il y ait conduction, il faut qu'il existe une entrée et une sortie. L'entrée s'effectue au niveau des jeunes racines grâce à la surface absorbante importante réalisée par la multiplicité des poils absorbants ou par l'existence d'un feutrage de champignons symbiotiques (mycorhizes). L'absorption de l'eau, dans les conditions standards, s'effectue spontanément par suite de la différence de potentiel hydrique entre l'extérieur et l'intérieur de la racine. La charge de l'eau et des substances dissoutes de la racine vers le système conducteur nécessite par contre des processus actifs (au niveau de l'endoderme des racines). Ces processus provoquent une charge sous pression en bas de la colonne de sève. Cependant, cette "poussée racinaire" semble insuffisante pour permettre la montée de la sève à de grandes hauteurs.

**d. L'aspiration foliaire**

En fait, c'est la transpiration des feuilles qui semble être le moteur principal de la sève brute. Les pertes d'eau par la transpiration ne sont pas néfastes (sauf en cas de grande sécheresse) mais au contraire permettent de créer une différence de potentiel hydrique entre le haut et le bas de la colonne de sève. Ceci d'ailleurs ne peut se réaliser que grâce aux propriétés remarquables de l'eau (cohésion des molécules). Il est difficile de réaliser une expérience simple pour montrer le rôle de l'aspiration foliaire dans un arbre de 30 mètres de haut mais ce phénomène est universel et peut être mis en évidence facilement sur une plante herbacée. Choisissons des fleurs coupées blanches comme des lis par exemple. Comme elles sont coupées, il n'y a plus de système d'absorption racinaire. Plaçons les fleurs dans une solution colorée et recouvrons une des fleurs par un sac en plastique qui bloque la transpiration des pétales en créant localement une atmosphère saturée en vapeur d'eau.

**II.11. Quelques définitions sur La structure anatomique du bois**

- Couche d'accroissement : Couche de bois produit apparemment pendant une période de végétation; fréquemment divisible en bois initial et en bois final, notamment dans les bois des régions tempérées.
- Bois initial : Partie d'un cerne dans le bois est le moins dense, à cellules plus grosses et le premier formé.
- Bois final : Partie d'un cerne dans le bois est le plus dense, à cellules plus petites et le dernier formé.

- Pores : Terme commode pour désigner la section transversale d'un vaisseau ou d'une trachéide vasculaire.
- Bois à zone poreuse : Zone d'accumulation de vaisseaux manifestement de fort diamètre caractérisant le bois initial de certaines essences.
- Bois à zone semi-poreuse : Bois dans lequel le bois initial est marqué par une à deux zones de vaisseaux accidentellement gros et de nombreux petits vaisseaux.
- Bois à pores diffus : Bois dans lequel les cernes présentent des pores de taille et de répartition relativement uniformes.
- Parenchyme apotracheal : Parenchyme typiquement indépendant des vaisseaux qui se rencontre continue à l'état isolé ou en couches plus ou moins continue.
- Parenchyme diffus ou dispersé : En section transversale, cellules isolées ou files de cellules de parenchyme apotracheal réparties dans la couche d'accroissement.
- Parenchyme en chaînettes : En section transversale, type de parenchyme disposé de telle sorte que les cellules apotracheal ont tendance à former de courtes lignes tangentielles entre les rayons.
- Parenchyme paratrachéal : Parenchyme axial associé aux vaisseaux ou aux fibres vasculaires.
- Parenchyme circumvasculaire : En section transversale, type de parenchyme paratrachéal entourant complètement le vaisseau d'une gaine de largeur variable, circulaire, légèrement ovale ou en losange.
- Parenchyme en bandes confluentes : En section transversale, vaisseaux adjacents associés par bandes de parenchyme.
- Ponctuation aréolée : Typiquement ponctuation dans la quelle la paroi secondaire de la cellule surplombe la membrane.
- Ponctuation rayon-vaisseaux : Aspect des ponctuations entre une cellule de rayon et un élément de vaisseau.
- Ponctuation en rangées horizontales : Disposition dans la quelle les ponctuations sont groupées horizontalement par deux ou en courtes rangées.
- Rayon unisérié : En section tangentielle, rayon large d'une seule cellule.
- Rayon bisérié : En section tangentielle, rayon large de deux cellules.
- Rayon multisérié : En section tangentielle, rayon large de trois cellules ou plus.
- Thylles : Excroissance d'une cellule de rayon ou de parenchyme axial à travers la cavité d'une ponctuation d'un vaisseau adjacent ; la lumière du vaisseau s'en trouve partiellement ou complètement obstruée.
- Epaisissements spiralés : Renforts hélicoïdaux à la face interne de la paroi secondaire ou sur partie de celle-ci.
- Trachéide vasculaire : Cellule imperforée rappelant par sa forme et sa position un petit élément de vaisseau.



## Chapitre III: Relation anatomie-qualité

### III.1. Cerne annuelle

#### III.1.1. Définition

Selon Périgon (2006) les cernes caractéristiques sont le reflet de conditions environnementales particulières d'une année. Ils sont utilisés comme marqueur pour l'interdatation. Le terme « *pointer year* » ou cerne caractéristique a été introduit pour la première fois en 1969 par Huber et Giertz-Siebenlist. Puis, la distinction est faite entre un cerne caractéristique qui est observé dans une seule série et est appelé « *event years* » et un cerne caractéristique qui apparaît fréquemment dans plusieurs séries d'une région particulière et est nommé « *pointer years* » (Schweingruber *et al.* 1990 in Périgon, 2006). Ces cernes sont essentiels à l'interdatation des échantillons, et ils sont aussi souvent intéressants par eux-mêmes lorsqu'ils révèlent des phénomènes écologiques (Marion, 2005).

#### III.2.1 Cernes diagnostiques

La plupart des cernes de croissance se ressemblent, mais certains cernes, appelés cernes diagnostiques, se différencient des autres au niveau cellulaire ou macroscopique.

##### III.2.1-1 Exemples de cernes diagnostiques

###### a. Cernes de gel

Ces cernes sont le résultat d'un gel tardif au printemps ou d'un gel précoce à la fin de l'été. Le cambium se trouve affecté par le froid, et quelques rangées de cellules anormales sont produites avant que le cambium ne reprenne son activité normale. Un cerne de gel est caractérisé par une ou plusieurs rangées de cellules désorganisées à l'intérieur d'un cerne autrement normal (Marion, 2005).

###### b. Faux cernes et cernes pâles

La présence de faux cernes résulte souvent d'une courte période de croissance défavorable pendant la saison de croissance; l'arbre réagit en déposant quelques couches de cellules à paroi cellulaire plus épaisse, imitant la formation de bois final. Lorsque les conditions redeviennent plus clémentes, la croissance régulière reprend (Fig n°09). L'observation de ce cerne suspect par plus fort grossissement confirmera, quoique la paroi de ces quelques cellules soit plus épaisse, que le retour aux cellules à paroi plus mince est graduel, et non très contrasté tel qu'il le serait s'il s'agissait d'une nouvelle saison de croissance. Pour leur part, les cernes pâles présentent une formation minimale de bois final, rendant la démarcation entre deux

cernes plus difficile à détecter puisque la bande de bois final peut être très mince, très pâle, ou même non existante (Marion, 2005).

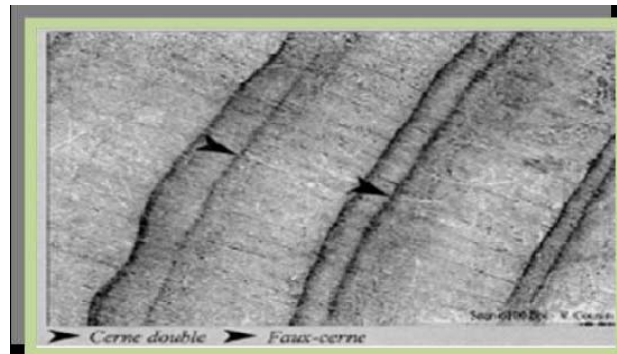


Figure n°09 : Cernes doubles (Bertaudière, 1999 in Lebourgeois, 2010).

### c. Cernes incomplets ou absents

Selon De Martin (1974), les cernes incomplets sont beaucoup plus énigmatiques encore que les cernes doubles. Il s'agit d'anneaux qui ne ceinturent pas complètement le cerne précédent, prenant une forme de croissant (Fig n°10). Certaines espèces d'arbres, par exemple le mélèze, sont reconnues pour leur tendance à produire des cernes incomplets ou même absents, la plupart du temps en réaction à une défoliation importante par un insecte défoliateur. L'arbre ne produit alors du bois que sur le côté le moins touché de son feuillage, là où la photosynthèse est encore possible.

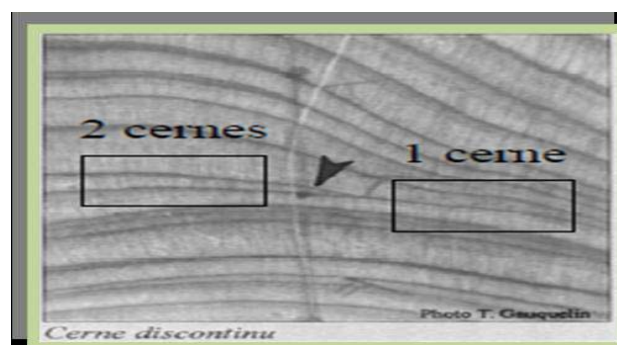


Figure n°10 : Cerne discontinu ou incomplet (Lebourgeois, 2010).

### d. Cernes étroits

Ces cernes étroits étant généralement le résultat des conditions climatiques qui prévalent durant la saison de croissance, on peut déduire par leur observation que les conditions de croissance étaient plus humides/sèches ou chaudes/froides que les conditions optimales pour l'espèce. Par exemple, dans la forêt boréale un cerne étroit correspond habituellement à un été sec, où comportant de nombreux feux de forêt.

Une séquence de cernes étroits peut représenter quelques années de conditions de croissance défavorables, ou encore être le résultat d'une hausse de population d'un insecte défoliateur.

### **III.2. Sources de variabilité des constituants anatomiques**

#### **III.2-1. Largeur de cerne**

A la structure et à l'aménagement des couches annuelles se rattachent deux notions importantes : l'homogénéité, la texture et le grain. Un bois est homogène lorsqu'il y a peu de différence entre les bois de printemps et d'été (ex: charme, hêtre, sycomore, chêne vert, noyer.). Il est hétérogène lorsque la zone poreuse du bois de printemps se différencie nettement du bois d'été, dur compact et, foncé (ex: châtaignier, frêne, faux acacia).

La texture est liée au rapport entre la largeur du bois d'été et la largeur totale des cernes =  $(\text{Bois final/largeur du cerne}) \times 100$ .

-texture faible < 30% phrase

-texture forte > 30%.

Le grain du bois, conséquence directe de la dimension de ses éléments anatomiques, on dit qu'il est serré, fin ou au contraire grossier ou lâche. C'est évidemment un des éléments essentiels à considérer du point de vue de la finition.

#### **III.2-1-1. Les causes d'irrégularité des largeurs des cernes annuels**

#### **III.2-1-2- L'âge de l'arbre**

Passé l'âge de la maturité c'est-à-dire celui où l'arbre cesse de croître normalement, l'activité végétative se ralentit et il ne se forme que des couches périphériques minces. Cela correspond à l'augmentation puis à la stabilisation de la surface foliaire.

#### **III.2-1-3 Les conditions atmosphériques (climatiques)**

Une deuxième cause d'irrégularité dans l'épaisseur des couches annuelles provient des variations climatiques (chaleur et humidité) plus ou moins favorables à la végétation.

**a- Le climat chaud**

La chaleur n'a pas d'influence néfaste si l'apport d'eau est suffisant. Dans les régions où l'humidité est constante, la croissance ne subit pas d'interruption et les couches annuelles sont peu distinctes ou inexistantes.

**b- Le climat froid**

Le climat froid et l'altitude produisent les mêmes effets qu'une exposition nord à une altitude moindre.

**c- Les causes accidentelles**

Une année exceptionnellement sèche entraîne un ralentissement de l'activité végétative, l'épaisseur de la couche annuelle correspondant s'en trouve réduite.

**III.2-1-4 Nature du sol**

Les caractéristiques du sol (structure, texture, la fertilité...) influent aussi sur l'accroissement des cernes annuels et par conséquent sur les constituants anatomiques et la couleur du bois, en sol pauvre l'accroissement est plus faible qu'en terrain fertile.

**III.2-1-5 L'exposition**

Les versants montagneux exposés au nord fournissent un bois plus serré dû à l'écroutement de la période végétative.

**III.2-1-6. Traitements sylvicoles**

**a. Arbre isolé ou en peuplement**

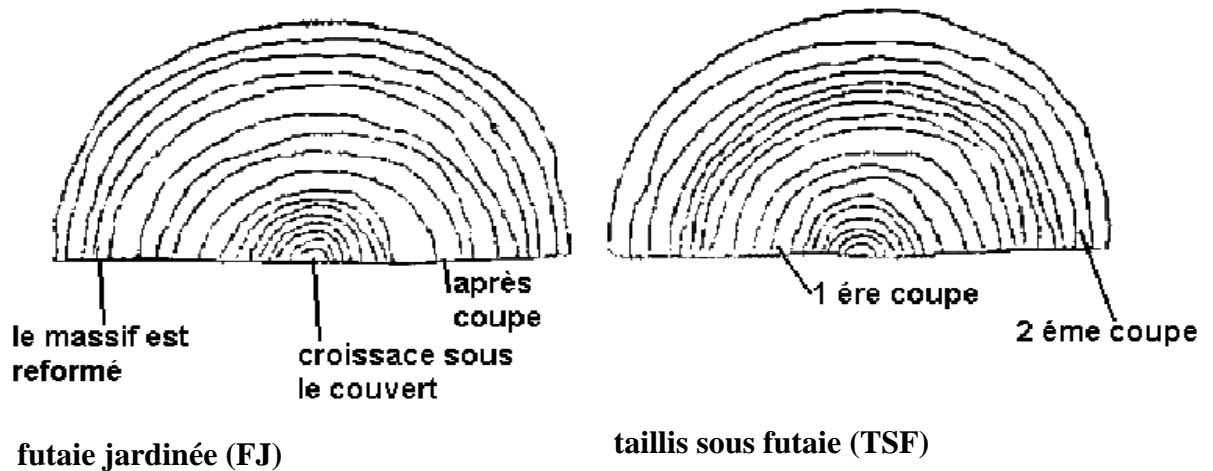


**En croissance isolée**



**En pleine concurrence**

**b. Effet du traitement sylvicole (coupes) sur l'épaisseur du cerne :**



**Figure n°11 : Effet du traitement sylvicole sur la largeur des cernes (DETTIENNE P., 1988 )**

Lorsque la densité augmente, la concurrence augmente dans le sol par les racines et dans l'air par les houppiers et l'ensoleillement, l'aération et l'embranchement vont diminuer donc l'épaisseur du cerne se diminuera. L'épaisseur des cernes des arbres appartenant à l'étage dominé (sous étage) sont faibles par rapport à ceux des arbres qui appartiennent à l'étage dominant (étage supérieure) à cause d'une faible aération et un faible ensoleillement qui diminuent l'embranchement. Les cernes épais, dus au brusque dégageement des arbres de futaie Fig n°11.

### III.2-1-7. Type d'essence

Chez les résineux poussant vite les couches annuelles sont larges et formées surtout de bois de printemps. Leur texture est donc faible. Au contraire, les résineux de montagne ou des pays nordiques poussés lentement présentent des cernes peu épais dans lesquels domine le bois d'été. Ils ont donc une texture forte.

C'est exactement l'inverse chez les bois feuillus. Les Chênes, ormes ou frênes à croissance rapide présentent dans des cernes larges une forte proportion de bois d'été. Ils ont une texture forte sont parfois difficile à travailler, ceux au contraire qui poussent lentement (en grandes futaies par exemple) sont plus légers, plus tendres, plus facile à travailler.

**III.2-1-8. Etat sanitaire de l'arbre**

Le dépérissement de l'arbre influe sur l'épaisseur du cerne et par conséquent sur l'anatomie du bois par la diminution de la surface foliaire qui influe sur le ralentissement de l'activité végétative et les cernes deviennent plus minces.

**III.2-1-9. Rapport entre largeur du cerne et anatomie du bois**

L'accroissement de la largeur du cerne chez le chêne se répercute principalement sur la largeur du bois final (bois d'été) riche en fibres. Ces dernières sont responsables de la dureté du bois (Polge et Keller, 1973). L'augmentation de la largeur du bois final se traduit par une augmentation de la texture (largeur du bois final / largeur du cerne) (Huber et al., 1941 ; Gasson, 1987) et du pourcentage de fibres (Courtois et al., 1964).

A même largeur de cerne, la largeur du bois initial peut varier du simple au double et, par voie de conséquence, celle du bois final dans la proportion inverse. La même largeur de bois final n'implique pas, pour deux individus, le même plan anatomique : la proportion de fibres peut différer d'un arbre à l'autre (Huber et Keller., 1993)

Lorsque les conditions de croissance sont très difficiles, il peut arriver que l'arbre ne forme que du bois initial qui apparaît avant la sortie des feuilles et n'exprime pas son bois final pendant la saison de végétation (FEUILLAT et al., 1998 1ère partie).

Une corrélation positive entre la largeur de cerne et la largeur du bois initial a été observée par EYONNOOUNDI (1992), ACKERMANN (1995) et FEUILLAT (1996).

La surface individuelle des gros vaisseaux du bois initial diminue avec l'accroissement de la largeur de cerne dans le bois juvénile du bois. Elle est indépendante de la largeur de cerne chez le bois adulte (HUBER, 1993). En revanche, l'excentricité des gros vaisseaux (diamètre tangentiel / diamètre radial) diminue avec la largeur de cerne (HUBER et al., 1941 ; COURTOIS et al., 1964 ; GASSON, 1987). En conséquence les chênes à cernes larges auront tendance à avoir des vaisseaux de forme plus ovales que ceux à cernes étroits.

COURTOIS et al. (1964) ont observé que les vaisseaux du bois initial dans les cernes étroits possèdent des diamètres radiaux réduits et que ceux dans les cernes larges ont des diamètres radiaux larges. Mais le diamètre des derniers vaisseaux du bois final est pratiquement le même quelle que soit la largeur de cerne. Aucune différence significative n'a été notée entre les deux espèces.

Les caractéristiques des gros rayons ligneux (nombre, largeur et proportion) ne semblent pas liées à la largeur de cerne (NEPVEU, 1991).

La diminution, assez significative de la densité du bois adulte avec l'âge, signalée par POLGE et KELLER (1973) est expliquée d'une part par une chute de la largeur de cerne et d'autre part par des modifications quantitatives de l'activité du cambium, se traduisant par une diminution de l'épaisseur de la paroi (FEUILLAT, 1996).

### **III.2-2. Espèce**

Il ya des différences très significatives entre espèces pour le nombre et la proportion surfacique des gros vaisseaux dans le cerne, ainsi que pour la taille et la proportion surfacique des plages de fibres. Par contre, le diamètre et la forme des gros vaisseaux n'étaient pas significativement différents (FEUILLAT et al., 1997).

### **III.2-3. Provenance**

NEPVEU et HUBER (1991) n'ont constaté ni effet espèce ni effet provenance sur le nombre des gros rayons ligneux. En revanche, la variabilité inter-arbre est apparue beaucoup plus forte que celle observée au niveau intra-arbre.

POLGE (1973) a observé que le cru de chêne pédonculé de Bourgogne, ayant des cernes larges de 3 mm et plus, situé sur les stations fertiles de premières terrasses de Saône, se caractérise par une zone de bois final très riche en petits vaisseaux et en parenchyme, pauvre en fibres, donc produisant un bois relativement tendre.

Selon PECHMANN et AUFSESS, 1973 ; VENET, 1962, les chênes qui poussent sur des sols riches et frais ont plus de vaisseaux.

VENET et KELLER (1986) ont montré qu'à largeur de cerne identique, les plages de petits vaisseaux dans le bois final du chêne sont plus abondantes chez les chênes de l'Ouest de France que chez le chêne de provenances plus continentales.

### **III.2-4. Arbre**

L'effet individu à l'intérieur de l'espèce est hautement significatif, HUBER (1993) a étudié la variabilité de la surface individuelle moyenne des gros vaisseaux de 37 chênes adultes (200 ans environ), sans distinction de l'espèce, sur 17 années du bois juvénile et 20 années du bois adulte. Elle a montré que, dans le bois juvénile, l'effet arbre et l'effet âge cambial sont de même importance, ils expliquent 67% de la variabilité totale de la surface individuelle des gros vaisseaux. Dans le bois adulte, 60% de cette variabilité est due à l'effet arbre, cependant l'effet âge est absent. Elle a noté aussi que la surface individuelle des gros vaisseaux est plus grande dans le bois

adulte ( $57\,494\ \mu\text{m}^2$ ) que dans le bois juvénile ( $22\,148\ \mu\text{m}^2$ ). Ceci signifie que les vaisseaux du bois juvénile n'ont pas encore atteint leur dimension adulte à l'âge cambial de 20 ans.

HUBER (1982) a montré que l'absence des éléments chlorophylliens due à l'attaque d'hannetons n'influence ni la proportion des gros vaisseaux du bois initial ni l'accroissement de ce dernier. En revanche, la largeur du bois final est moindre les années de défoliation.

FEUILLAT (1996) a montré un effet arbre significatif au seuil de 1‰ sur les caractéristiques anatomiques étudiées (nombre, largeur et proportion des rayons ligneux, largeur du bois initial, texture). Cet effet reste significatif même à largeur de cerne fixe.

### **III.2-5. A l'intérieure de l'arbre**

#### **III.2-5-1. variations horizontale**

##### **a. Avec l'âge cambial**

Plusieurs études ont montré que l'âge influence la structure anatomique des cernes :

\_ Chez les chênes, lorsque l'âge depuis la moelle augmente, la texture, la proportion des rayons ligneux, la proportion de fibres et la densité des tissus diminuent. En revanche, la proportion de parenchyme augmente (GUILLEY., 2000).

\_ La texture des cernes de même largeur diminue avec l'âge compté depuis la moelle

(BERGES, 1998).

\_ Une diminution de la proportion de fibres dans le bois final avec le vieillissement du cambium (SCIAMA, 1995).

\_ COURTOIS et al. (1964) ont étudié l'effet de l'âge sur une période de 280 ans pour des cernes de 1,6 à 2 mm (moyenne = 1,78) de chêne pédonculé. Ils ont observé une forte diminution de la proportion des fibres, une légère augmentation de proportion des trachéides et des rayons ligneux. Ils ont montré aussi que chez le chêne rouvre :

- la proportion des fibres diminue avec l'âge pour toutes les largeurs de cernes étudiées (0,41 – 1,75 mm). Cette diminution est plus importante pour les cernes larges qui présentent des proportions de fibres plus élevées que ceux à largeur étroite.



- une augmentation de la proportion des gros vaisseaux avec l'âge, mais les cernes les plus larges font exception ; l'âge ne semble pas les influencer.
- une légère croissance de la proportion du parenchyme vasculaire pour toutes les largeurs de cernes étudiées lorsque l'âge augmente.
- la proportion des trachéides diminue avec l'âge dans les cernes étroits (<0,5 mm) et augmente dans les cernes larges (>1,35 mm). Elle est indépendante de l'âge dans les cernes à largeurs moyennes.

\_ La proportion des petits vaisseaux dans le bois final augmente avec l'âge depuis la moelle (RAO et al., 1997).

\_ La taille des gros vaisseaux du bois initial du chêne augmente fortement durant les 20 premières années environ (SAVILL, 1986 ; GASSON, 1987 ; HUBER, 1993).

\_ Le nombre des gros vaisseaux du bois initial du chêne rouvre est plus faible à l'âge de 100 ans (48 / 10 mm<sup>2</sup>) qu'à l'âge de 50 ans (61 / 10 mm<sup>2</sup>). En revanche, leur taille augmente avec l'âge : 197 µm à l'âge de 50 ans ; 216 µm à l'âge de 100 ans. Les changements anatomiques du nombre et de la taille des gros vaisseaux agissent dans des sens opposés et ne provoquent pas des modifications dans la proportion des gros vaisseaux qui reste inchangée : 18% à l'âge de 100 ans comme à l'âge de 50 ans (GUILLEY et NEPVEU, 2003).

\_ le diamètre radial des gros vaisseaux augmente avec l'âge quelle que soit la largeur de cerne. A largeur de cerne identique, l'excentricité (diamètre tangentiel / diamètre radial) est indépendante de l'âge (COURTOIS et al., 1964).

### **b. Avec l'exposition**

Selon la littérature présente les caractéristiques des constituants anatomiques du bois se changent avec l'exposition.

### **III.2-5-2. variations verticale**

Les caractéristiques des constituants anatomiques du bois se diffèrent au niveau de l'arbre du collet au houppier Tab n°01.

**Tableau n°1:** Contribution des principaux types cellulaires constituant le plan ligneux de chêne différentes propriétés du bois intéressant l'utilisateur (d'après FEUILLAT et al, 1998).

Types cellulaires du bois de chêne		Localisation dans le cerne	Rôle dans l'arbre	Propriétés liées, pour l'utilisateur
Éléments de vaisseaux		- vaisseaux de très gros diamètre dans le bois initial ; - vaisseaux de très petit diamètre dans le bois final, en plages.	- conduction de la sève brute ascendante; - cellules à parois minces	- zone du bois à faible densité et à faibles propriétés mécaniques ; - porosité ; - perméabilité mais étanchéité lorsque envahissement par les thylles.
Fibres		-en plages dans le bois final.	- soutien ; -résistance mécanique ; - maintien de la verticalité des tiges et de l'angle des branches ; - cellules à parois épaisses	- zone de bois à forte densité et fortes propriétés mécaniques ; - rétractibilité élevée ; - peuvent présenter le caractère "bois de tension" ; - confère une nuance sombre à la couleur du bois en section transversale
Parenchymes	Longitudinal	-diffus, tangentiel, ou associé aux vaisseaux	- biochimique ; - rôle important dans la duraminisation.	- zone de bois à faible densité; - propriétés : chimique (ellagitannins), durabilité, à l'origine des thylles.
	Radial	-Rayons ligneux unisériés et plurisériés	- comme ci-dessus, plus conduction radiale.	- zone de bois à forte densité; - propriétés comme ci-dessus plus zone préférentielle de rupture (débit par fente, fentes au séchage) ; - rôle dans la rétractibilité.

### III.3. Rapport entre l'anatomie du bois et ses qualités technologiques liées pour les utilisateurs

La littérature présente un grand nombre de travaux qui montrent, l'influence de l'anatomie du bois sur ses propriétés technologiques, c'est ainsi que :

#### III.3-1. Anatomie-propriétés mécaniques du bois

- ✓ La résistance à la compression : d'après Leclercq (1981), la résistance à la compression est influencée positivement par la proportion, la longueur, la largeur, l'épaisseur des parois des fibres les moins poreuses. La cavité très étroite de la fibre

est à la faveur d'une bonne résistance à la compression. Dans ce test, l'effort est reparti sur toute la section.

✓ Homogénéité : lorsque les grandeurs de vaisseaux, sont irrégulièrement réparties sur la couche annuelle ; le bois est qualifié d'hétérogène et c'est le cas du chêne vert. Les bois présentant cette structure, ont une bonne résistance aux charges et conviennent à la charpente.

✓ La masse volumique (la densité) : la masse volumique dépend de la proportion relative des fibres par rapport aux éléments cellulaires (Jodin, 1994). Dans le cas du chêne vert, le nombre de vaisseaux par unité de surface (mm<sup>2</sup>), les fins pores et la large proportion du bois final du chêne vert, sont en faveur d'un bon comportement aux tests mécaniques.

Selon Guitard (1987), les cellules constituant les rayons ligneux induisent une amélioration de la résistance des tests sollicités dans le sens radial (la largeur des rayons ligneux et le nombre des rayons par unité de longueur (mm) influent positivement aux résistances des tests sollicités dans le sens radial), on peut citer la dureté comme l'essai le plus indiqué dans le sens radial. Ces bois sont difficiles à débiter, nerveux et déformables qu'il faut étuver énergiquement au préalable.

KELLER (1995), indique que la densité constitue un bon indicateur des propriétés du bois pour sa rétractibilité, ses propriétés mécaniques et son comportement à l'usinage : plus la densité est élevée, plus les propriétés mécaniques du bois de chêne sont fortes (POLGE et KELLER, 1973 ; COURTOISIER, 1976).

### **III.3-2. Anatomie-propriétés physiques du bois**

✓ L'humidité : les propriétés mécaniques d'un bois sèche à l'air libre chutent de 2 à 4% lorsque sa teneur en eau augmente de 1%. Reneaud et al, (1996), ont observé qu'avec un faible taux de déformation des essais de compression, les échantillons saturés sont moins rigides que les échantillons secs.

Les auteurs ont attribué ce résultat à la présence de l'eau liquide dans les cavités des fibres et des vaisseaux, cette eau se comporte comme un solide et contribue au renforcement de la structure.

✓ La conductibilité : le bois sec, est un bon isolant électrique, sa conductibilité augmente avec son humidité, jusqu'au point de saturation de la fibre (30 à 35 % d'humidité) ou elle restera constante. Inversement, sa résistivité croît lorsqu'il sèche. La conductibilité thermique des bois en général et du bois de chêne vert en particulier est faible, grâce à sa constitution cellulaire offrant des cavités de vaisseaux grands remplis d'air. Toujours, en raison de sa constitution cellulaire, le bois est un mauvais conducteur acoustique.

**III.3-3. Anatomie-propriétés esthétiques du bois**

✓ Les mailles : les rayons ligneux sont à l'origine des fentes radiales de dessiccation, les larges rayons du bois du chêne vert, fournissent aux bois débités sur quartier des maillures. Les maillures sont très recherchées pour les qualités esthétiques qu'elles confèrent aux bois.

✓ La couleur : l'anatomie est un facteur important pour la variation de la couleur du bois. HOFMANN (1987) en travaillant sur la surface transversale du bois de chêne a montré que dans un cerne, la clarté est liée négativement au pourcentage des fibres du cerne et positivement au pourcentage des vaisseaux dans le bois initial. SCALBERT et al., (1987) et JANIN (1988) ont aussi montré que la variabilité de la couleur chez le chêne est influencée par la composition chimique de son bois.

**III.3-4. Anatomie-finition du bois**

✓ Grain : c'est une conséquence des dimensions de ses éléments anatomiques, on dit qu'un bois est serre, fin, grossier ou lâche. Ces éléments sont essentiels pour la finition. Lorsque le diamètre tangentiel moyen des vaisseaux augmente, la surface du bois devient pelucheuse au travail de finition de ponçage.

✓ Difficultés de collage et vernissage : lorsque le diamètre des vaisseaux et des cavités des fibres augmentent le bois devient plus poreux dans ce cas, la colle est absorbée par le bois, ce qui risque de donner des joints maigres. Cela se traduit par une résistance mécanique anormalement élevée et de faibles pourcentages d'adhérence.

**III.3-5. Anatomie-durabilité du bois**

✓ Durabilité : c'est la propriété que possède le bois à résister plus ou moins longtemps aux attaques des agents atmosphériques, des champignons et des insectes. La faible proportion de l'aubier et la structure anatomique du chêne vert rendent son bois très durable, surtout, s'il est utilisé dans une atmosphère sèche. Les chênes avec d'autres bois ; comme le robinier, l'aulne et l'orme, complètement immergés peuvent durer plusieurs siècles pour les travaux hydrauliques. La résine et les produits chimiques que contient le bois, empêchent l'action des micro-organismes pathogènes. La résistance des bois peut être améliorée en les protégeant chimiquement contre la détérioration. La méthode de traitement la plus efficace, a longtemps été l'imprégnation au chlorure de zinc.

**III.3-6. Anatomie-propriétés papetières**

L'indice papetier, caractérise le papier à partir de caractéristiques biométriques des fibres, il permet de classer le bois en fonction du coefficient de souplesse, du coefficient de feutrage et du coefficient de Runkel, (JANIN G. ; 1983-JANIN et ORYM. ; 1989) Tab n°02:

✓ Coefficient de souplesse «C.S» : c'est le rapport de l'épaisseur de lumen des fibres «C» sur la largeur moyenne de cette dernière «lg.fbr». Il définit le pouvoir élastique des fibres.

✓ Coefficient de feutrage «C.F» : c'est le rapport de la longueur moyenne des fibres «Long.fbr» sur la largeur moyenne de cette dernière «lg.fbr». Il définit le pouvoir des fibres à se compresser et de se serrer les unes contre les autres.

✓ Coefficient de Runkel «C.R» : c'est le rapport de l'épaisseur des deux parois «2p» sur la largeur moyenne de la cavité «C», il définit la rigidité de la fibre.

**Tableau n°02** : Norme de qualification des indices papetiers d'après Janin (1983)

Coefficient de feutrage	<30	30-50	50 -80	>80
Coefficient de souplesse	<30	30-50	50 -80	>80
Qualification (aptitude papetière)	Mauvaise	Moyenne	Bonne	Très bonne

Janin, 1983

## Chapitre IV: Structure du Peuplement

### IV.1. Le peuplement

Le peuplement c'est l'ensemble des arbres, quel que soit leur stade de développement, poussant sur un terrain forestier. (Venet J., 1974) le définit comme étant un regroupement sur une même zone d'un certain nombre d'essence forestière, formant une unité de même nature et complémentaire qui fait l'objet d'un traitement et d'une exploitation déterminé.

Le peuplement forestier se qualifie en grande partie par la structure :

### IV.2. La structure du peuplement

C'est l'aspect qui prend le peuplement sous l'influence des conditions du milieu, les traitements sylvicole, l'exploitation, les incendies.... La structure est caractérisée par la densité, la distribution diamétrique et les répartitions verticales (notion d'étage : peuplement dans lequel les cimes des arbres forment un, deux ou plusieurs étages superposés) et horizontales des tiges (Favrichon et *al.*, 1998).

Elle dépend :

#### IV.2.1. Régime sylvicole (Origine du peuplement)

Le régime sylvicole représente le mode de renouvellement qui permet de reconduire la forêt. On distingue :

##### IV.2.1.1. Le régime de la futaie

Régénération au moyen de semences (par semis) ou de plants. Multiplication générative.

- **Semis (FRANC-PIED)**

Tige issue de semence (non de rejet), provenant de la germination d'une graine.

##### IV.2.1.2. Le régime du taillis

Régénération par rejets et drageons avec une révolution généralement de courte durée. Multiplication végétative.

- **Rejet**

Tige issue d'un bourgeon (proventif ou adventif) qui s'est développé suite à un recépage d'un plant ou d'un brin de taillis ou sur la souche d'un arbre coupé.

- **Drageon**

Tige issue du développement d'un méristème situé sur les racines à la base ou à une certaine distance d'un arbre ou d'un arbuste.

#### IV.2.1.3. Le régime du taillis sous futaie

Régénération mixte : par semences ou par plants pour la futaie; par rejets ou drageons pour les brins du taillis.

#### IV.2.2 La structure diamétrique

La structure diamétrique totale, ou répartition des tiges par classes de diamètre, est établie en prenant en compte tous les individus, toutes espèces confondues (Rollet, 1974). Elle est porteuse d'informations sur la stabilité (équilibre) du peuplement. Favrichon et *al.*, (1998) notent qu'elle peut également être établie par espèce et l'on parle alors de structure spécifique.

Il existe deux types de structure diamétrique :

##### IV.2.2.1. Structure Régulière

Peuplement formé de tiges de taille (hauteur, grosseur) et d'âge presque semblables, c'est un peuplement équienné. Parmi cette structure on a :

- Le Futaie régulière (FR) et le Taillis simple (TS), dont il y a un équilibre entre les différentes catégories de bois au niveau de la forêt.

##### IV.2.2.2. Courbe représentative d'un peuplement équienné (régulier)

Ses tiges se répartissent suivant la loi de gauss (on cloche) s'exprimé par la fonction mathématique suivant :

$$F(x) = y = \frac{N}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\bar{x}}{\sigma}\right)^2}$$

$y$ =Fréquence

$N$ =Nombre de tiges totale

$$\sigma = \text{circonférence moyen} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2}{N}}$$

$\pi$ =3,14

$e$ =base logarithmique=2,71

$xi$ = classe du diamètre

$$x = \text{diamètre moyen} = \frac{\sum_{i=1}^n (ni \cdot xi)}{N}$$

$ni$  = nombre de tiges à une classe de diamètre donnée.

#### IV.2.2.3. Structure Irrégulière

Les arbres du peuplement ayant des âges différents donc des dimensions (hauteur, diamètres) différents, c'est un peuplement inéquien. Parmi cette structure on cite :

- Futaie jardinée (FJ) et Taillis furetés (TF), dont il y a un équilibre entre les différentes catégories de bois au niveau de l'unité de gestion.
- Futaie irrégulière (FI) dont deux structures présentes (FR et FJ) ou déséquilibre entre les différentes catégories du bois pour une forêt dite « jardinée ».

#### IV.2.2.4. Courbe représentative d'un peuplement inéquien (irrégulier)

Dans un peuplement inéquien, la répartition des tiges se suit une distribution exponentielle par la fonction de régression suivant :

$$F(x) = y = \frac{k}{a} (e^{-ai} - e^{-ax})$$

$$\bar{x} = \text{diamètre moyen} = \frac{\sum_{i=1}^n (ni \cdot xi)}{N}$$

$$a = \frac{1}{\bar{x} - i}$$

$$k = \frac{a}{e^{-ai} - e^{-as}}$$

$i$  = limite inférieure des grosseurs.

$s$  = limite supérieure des grosseurs.

### IV.3. Composition du peuplement

#### IV.3.1. Peuplement composé (Mélangé)

Formé de tiges appartenant à deux ou à plusieurs essences, soit toutes feuillues, soit toutes résineuses, dont aucune n'atteint le seuil de pureté retenu (en général couvert supérieur à 75-80 %). Le mélange peut être organisé pied à pied, par bouquets, par lignes, par étages.



### IV.3.2. Peuplement pure

Formé par des arbres appartenant à une seule essence : c'est des peuplements assez rares et peuvent être le résultat de l'action de l'homme (plantation, ou conservation d'une seule essence), et peuvent être le résultat des conditions du milieu très spéciale qui ne laisse se développer qu'une seule essence comme c'est le cas de cèdre en haute montagne.

### IV.3.3. Peuplement mixte

Peuplement composé à la fois de feuillus et de résineux.

### IV.4. La densité (d)

C'est le nombre (N) de tige (arbre) par rapport à l'unité de surface c'est l'hectare (ha), et aussi c'est le taux de recouvrement des houppiers qui s'est qualifié empiriquement par le regard humain.

$$d = \frac{N}{ha}$$

### IV.5. La surface terrière

Elle est définie comme la surface de la section des troncs à 1,30 m de hauteur. Elle représente aussi la somme des sections transversales à 1,30 m de tous les arbres rapportée à l'hectare.

$$ST (G) = \pi R^2$$

$$ST = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{c_i^2}{4\pi}}{a}$$

$c_i$  = circonférence à 1,30 m de l'arbre  $i$ .

$n$  = nombre total d'arbres de la parcelle.

$a$  = surface totale de la parcelle en ha.

### IV.6. L'âge du peuplement

On détermine l'âge d'un peuplement non pas par l'année mais en classe d'âge pour les futaies les classes d'âges varient entre 15 et 20 ans, pour les taillis et les futaies à croissance rapide les classes d'âges varient entre 5 et 10 ans. En pratique on parle d'âge moyen du peuplement à :

$$A = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{N} = \text{moyenne arithmétique}$$

Mais plus juste on détermine l'âge avec la moyenne arithmétique pondérée :

$$A = \frac{a_1 g_1 + a_2 g_2 + \dots + a_n g_n}{G}$$

$a_n$  = l'âge de chaque arbre.

$g_n$  = la surface terrière de chaque arbre.

$$G = \sum_{i=1}^n g_n$$

#### IV.7. Le volume

Le volume des grumes est utilisé pour les transactions commerciales. Le volume est utilisé pour définir la richesse des peuplements, mais il présente le défaut de varier d'un descripteur à l'autre (choix de la hauteur de découpe).

#### IV.8. Autres Caractéristiques de peuplement

##### IV.8.1. Peuplement Naturel

Peuplement issu de régénération naturelle (par semis, rejets ou drageons).

##### IV.8.2. Peuplement Artificiel

Peuplement issu de régénération artificielle (semis issu de plantation).

##### IV.8.3. Peuplement Vigoureux (ou bien venant contraire de dé péri) :

Peuplement en bonne santé et de bonne croissance.

# 2ème Partie

## ETUDE

### EXPERIMENTALE

**Chapitre V : Etude climatique**

**Chapitre VI : Etude du milieu**

**Chapitre VII : Matériels et méthodes**

**Chapitre VIII : Résultats et interprétations**

## Chapitre V: Etude climatique

La vie des plantes ne dépend pas seulement des facteurs internes mais aussi des facteurs appelés conditions du milieu. Parmi ces conditions du milieu, on cite les descripteurs climatiques qu'exercent une influence très marquée sur le développement et la croissance de la plante.

Donc il est important de faire une étude du climat, c'est-à-dire individualiser le type climatique qui règne dans la zone d'étude sachant que l'Algérie est caractérisée par le contraste entre le climat méditerranéen au Nord et le climat désertique au Sud, en passant par le climat de montagnes et de hautes plaines.

L'insuffisance des stations météorologiques dans les monts de Tlemcen, principalement au niveau de la réserve de chasse de Moutas et du canton de Mizab, ne nous a pas permis de cerner avec précision les caractéristiques climatiques de ces deux zones d'étude. Les données relatives aux stations météorologiques de Hafir et Beni bahdel sont prises comme référence pour les corrections climatiques nécessaires.

**Tableau 03: Localisation des stations météorologiques de référence :**

Station	Longitude	Latitude	Altitude	Emplacement
Hafir	1°26' W	34°37' N	1270m	Maison Forestière
Beni bahdel	1°36' W	34°45' N	700m	Barrage

Source : O.N.M 2005

Notons que pour Moutas le point haut est de 1303 m d'altitude et le point bas est de 1017 m d'altitude, et pour Mizab le point haut est de 1063m d'altitude et le point bas est de 734m d'altitude:

### V.1. Pluviométrie

Djebaili (1978) définit la pluviosité comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat. En effet, elle conditionne le maintien et la répartition du tapis végétale d'une part, et la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion d'autre part.

D'une manière générale, l'origine des pluies en Algérie est double :

- les pluies due aux vents pluvieux de secteur ouest et nord-ouest qui abordent le Maghreb par le littorale durant la saison froide. (Seltzer, 1946).

- les précipitations orageuses dues aux perturbations atmosphériques engendrées par les dépressions en provenance des régions sahariennes surtout à la fin du printemps. (Dubief, 1959).

- la pluviométrie augmente de 20 à 30 mm tous les 100 m d'élévation, pour les zones à ambiance bioclimatique sub-humide (cas de station de référence de Hafir).
- La pluviométrie augmente de 10 à 15 mm tous les 100 m d'élévation, pour les zones à ambiance bioclimatique semi-aride (cas de station de référence de Beni bahdel).

**Tableau 04: Répartition moyenne mensuelle des pluies (en mm) pendant la période 1961-2005 des stations de références du Beni bahdel et Hafir :**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Précipitations													
P(mm) Hafir	79,28	81,6	81,6	79,66	65,77	17,32	3,32	4,86	25,68	47,46	68,62	77,58	659,66
P (mm) Beni bahdel	51,11	58,15	71,68	51,7	43,11	10,78	4,34	5,17	14,67	30,18	47,41	57,65	445,95

Source : O.N.M (2005)

La pluviométrie à Moutas où l'altitude moyenne est de 1160m , la différence altitudinale entre cette altitude et celle de la station de référence de Hafir est de -110m:

$$\begin{array}{l}
 100\text{m} \longrightarrow 25\text{mm} \\
 -110\text{m} \longrightarrow X
 \end{array}
 \longrightarrow x = \frac{-110 \times 25}{100} = -27,5$$

$$659,66 - 27,5 = 632,16\text{mm}$$

Le coefficient de correction K est de :

$$K = \frac{\text{Précipitations annuelles de la zone d'étude après correction}}{\text{Précipitations annuelles de la station de référence}} = \frac{632,16}{659,66} = 0,96$$

- Pour la pluviométrie du Mizab l'altitude moyen est de 898,5m et la différence altitudinale entre cette altitude et celle de Beni bahdel est de 164,5m:

$$\begin{array}{l}
 100 \longrightarrow 15\text{mm} \\
 164,5 \longrightarrow x
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 100 \\ 164,5 \end{array}} \right\} \longrightarrow x = \frac{164,5 \times 15}{100} = 24,67$$

$$445,95 + 24,67 = 470,62 \quad K = \frac{470,62}{445,95} = 1,05$$

Le tableau n°11, représente la répartition moyenne mensuelle des pluies (en mm) pendant la période 1961-2005 de la réserve de chasse de Moutas et du canton Mizab après les corrections climatiques.

**Tableau 05 : Répartition moyenne mensuelle des pluies (en mm) pendant la période 1961-2005 de la réserve de chasse de Moutas et du canton Mizab :**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Précipitation													
P(mm)Moutas	76,10	78,33	78,33	76,47	63,14	16,63	3,18	4,66	24,65	45,56	65,87	74,47	633,27
P(mm)Mizab	53,66	61,06	75,26	54,28	45,26	11,32	4,56	5,43	15,40	31,69	49,78	60,53	468,24

Source : O.N.M (2005)

## V.2. Température

La température, second facteur constitutif du climat influe sur le développement de la végétation et se sont surtout les températures extrêmes qui ont une influence directe sur la végétation par rapport à celles moyenne, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée (Greco, 1966).

Les températures jouent un rôle majeur dans la détermination du climat régional à partir des valeurs des moyennes annuelles «T °C» et mensuelles «t °C» et les valeurs moyennes des minima du mois le plus froid «m °C »et des maxima du mois le plus chaud « M °C».

- Le maxima diminue de 0,7°C pour 100m d'élévation.
- Le minima diminue de 0,4°C pour 100m d'élévation.

**Tableau n°06 : Températures minimales et maximales moyenne en (°C) de Hafir et de Beni bahdel de la période 1961-2005 :**

Station	Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
	Température												
Hafir	M	12,9	16,3	19,7	20,7	26,7	31	<b>34,3</b>	31,2	28,5	25	16,6	13,2
	m	<b>2,7</b>	4,6	4,3	4,7	7,8	12,2	17	18,7	16,5	10,5	4,8	4,2
	$\frac{M+m}{2}$	<b>7,8</b>	10,4	12	12,7	17,2	21,6	<b>25,6</b>	24,9	22,5	17,7	10,7	8,7
Beni bahdel	M	20,68	21,54	26,33	27,4	31,7	36,53	<b>38,23</b>	38,04	34,6	30,85	24,13	20,22
	m	2,11	1,63	3,34	6,78	10,76	14,6	18,05	18,16	13,25	10,81	3,27	<b>1,2</b>
	$\frac{M+m}{2}$	11,39	11,58	14,83	17,09	21,23	25,56	<b>28,14</b>	28,1	23,92	20,83	13,7	<b>10,71</b>

Source : O.N.M\* (2005)

Les corrections ont été faites comme suite :

- Pour la température maxima du Moutas :

$$\left. \begin{array}{l} 100 \longrightarrow -0,7^{\circ}\text{C} \\ -110 \longrightarrow x \end{array} \right\} \longrightarrow x = \frac{-110 * -0,7}{100} = 0,77$$

$$12,9 + 0,77 = 13,67 \quad K = \frac{13,67}{12,9} = 1,06$$

- Pour la température maxima du Mizab :

$$\left. \begin{array}{l} 100 \longrightarrow -0,7^{\circ}\text{C} \\ 164,5 \longrightarrow x \end{array} \right\} \longrightarrow x = \frac{164,5 * -0,7}{100} = -1,15$$

$$20,68 - 1,15 = 19,53 \quad K = \frac{19,53}{20,68} = 0,94$$

- Pour la température minima du Moutas :

$$\left. \begin{array}{l} 100 \longrightarrow -0,4^{\circ}\text{C} \\ -110 \longrightarrow x \end{array} \right\} \longrightarrow x = \frac{-110 * -0,4}{100} = 0,44$$

$$2,7 + 0,44 = 3,14 \quad K = \frac{3,14}{2,7} = 1,16$$

Pour la température minima du Mizab :

$$\left. \begin{array}{l} 100 \longrightarrow -0,4 \\ 164,5 \longrightarrow X \end{array} \right\} \longrightarrow x = \frac{164,5 * -0,4}{100} = -0,66$$

$$2,11 - 0,66 = 1,45 \quad K = \frac{1,45}{2,11} = 0,68$$

**Tableau 07 : Températures minimales et maximales moyenne en (°C) de Moutas et de Mizab de la période 1961-2005 après correction :**

Station	Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
	Température												
Moutas	M	13,67	17,28	20,88	21,94	28,30	32,86	<b>36,36</b>	33,07	30,21	26,5	17,60	14
	m	<b>3,13</b>	5,33	5	5,45	9,04	14,15	19,72	21,7	19,14	12,18	5,56	4,87
	$\frac{M+m}{2}$	<b>8,4</b>	11,3	12,94	13,7	18,67	23,5	<b>28,04</b>	27,38	24,67	19,34	11,58	9,43
Mizab	M	19,44	20,24	24,75	25,75	29,8	34,34	<b>36</b>	35,75	32,52	29	22,68	19
	m	1,43	1,11	2,27	4,61	7,31	10	12,27	12,34	9,01	7,35	2,22	<b>0,81</b>
	$\frac{M+m}{2}$	10,43	10,67	13,51	15,18	18,55	22,17	<b>24,13</b>	20,04	20,76	18,17	12,45	<b>9,90</b>

### V.3. Synthèse bioclimatique

Pour l'étude du climat, nous disposons de différentes méthodes. La première basée sur la visualisation de l'étendue des périodes sèches et humides. La deuxième basée sur le calcul d'indice permettant à partir des précipitations et des températures de caractériser le climat de la région.

Cette synthèse ne porte que sur deux paramètres climatiques, la température et les précipitations fournies par les réseaux des stations météorologiques en place. C'est ainsi que plusieurs auteurs ont proposé des formulations numériques et graphiques tels que : DEMARTONNE (1926), DEBRACH (1953), EMBERGER (1955) BAGNOULS et GAUSSEN (1953).

Dans l'intérêt de mettre en évidence l'importance du facteur en question sur la végétation DAHMANI (1997).

#### V.3.1. Régime saisonnier des précipitations

Il existe deux types de régimes :

- Le type PHAE correspondant aux zones littorales, ou plutôt ceux à influence maritime.
- Le type HAPE se rapportant à une région semi-continentale.

Le régime saisonnier des pluies qui caractérise notre zone d'étude est présentée dans le tableau suivant :



Tableau n°08 : Régime saisonnier des pluies de la zone d'étude.

saisons stations	Hiver (mm)	Printemps (mm)	Eté (mm)	Automne (mm)	Type
Moutas	232,76	156,24	32,49	185,9	HAPE
Mizab	189,98	110,86	25,39	142	HAPE

La répartition saisonnière des pluies, comme l'indique le tab n°08, montre que les précipitations les plus importantes des deux zones, sont localisées en Hiver et en Automne.

### V.3.2. L'amplitude thermique extrême moyenne (indice de continentalité, indice de DEBRACH, 1953)

L'amplitude thermique extrême moyenne (M-m) est un paramètre climatique permettant de définir l'indice de continentalité d'une région donnée.

C'est en fonction des limites de (M-m) que DEBRACH (1953) s'est basé pour offrir une classification thermique des climats :

- Climat insulaire  $M-m < 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Climat littoral  $15 \text{ }^{\circ}\text{C} < M-m < 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Climat semi-continentale  $25 \text{ }^{\circ}\text{C} < M-m < 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Climat continentale  $M-m > 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$

La zone d'étude de Moutas est caractérisée par un climat semi continental où l'amplitude thermique est de  $33,23^{\circ}\text{C}$ . ( $M-m = 36,36 - 3,13 = 33,23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

La zone d'étude de Mizab est caractérisée par un climat continental où l'amplitude thermique est de  $35,19^{\circ}\text{C}$ . ( $M-m = 36 - 0,81 = 35,19 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

### V.3.3 L'indice d'aridité de Demartonne (1926)

il a défini un indice d'aridité pour évaluer l'intensité de la sécheresse exprimée par la relation suivante :

$$I = \frac{P}{T+10} \text{ avec :}$$

P : précipitation moyenne annuelle (mm)

T : température moyenne annuelle (°C)

Il est d'autant plus grand que le climat est humide avec des intervalles où :

$I < 10$  : le climat est très sec. Régime désertique, écoulement temporaire, drainage intérieur.

$10 < I < 20$  : le climat est sec. Régime semi-aride, écoulement temporaire, formation herbacée.

$20 < I < 30$  : le climat est humide. Zone tempérée, drainage extérieur.

$I > 30$  : le climat est très humide.

- Le résultat de (I) du Moutass (1961-2005) est le suivant :

$$I = \frac{633,27}{17,41+10} = 23,10$$

Le climat est humide. Zone tempérée, drainage extérieur, irrigation non disponible

- On ce qui concerne la zone d'étude du Mizab (1961-2005):

$$I = \frac{468,24}{16,33+10} = 17,78$$

Le climat est sec. Régime semi-aride, écoulement temporaire, formation herbacée.

### V.3.4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)

C'est une comparaison graphique entre les précipitations et la température pendant les 12 mois de l'année. D'après Bagnouls et Gaussen (1953), le Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen permet de faire une évaluation de la durée de la période sèche. La sécheresse n'est pas nécessairement l'absence totale des pluies, mais elle se manifeste quand les faibles précipitations se conjuguent avec des fortes

chaleurs et on convient d'appeler période sèche celle pendant laquelle la courbe des précipitations se trouve en dessous de la courbe des températures.

Selon ces auteurs un mois est dit sec si le total moyen des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne .

**Indice de Gaussen :  $P \leq 2T$**

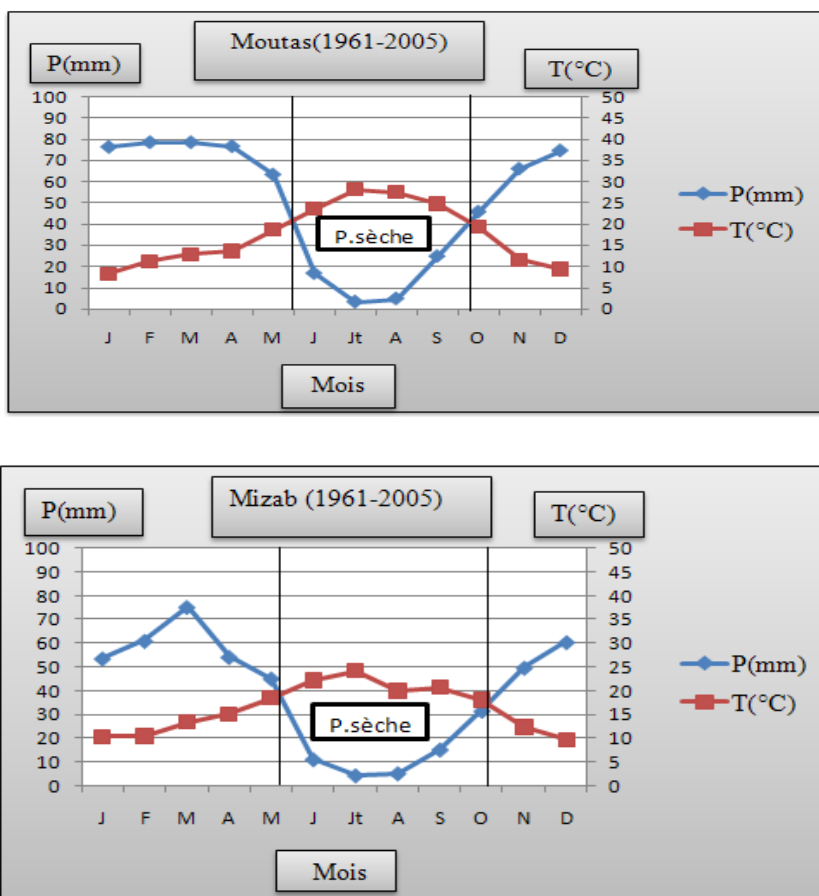


Figure 12: Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen (1953)

**V.3.5. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger(1952)**

Emberger a proposé une formule plus simple, valable uniquement pour la région méditerranéenne où l'évaporation a une importance particulière. Il admet que cette évaporation croît avec l'amplitude climatique annuelle qu'il exprime par la différence entre la moyenne «M» du mois le plus chaud et la moyenne «m» du mois le plus froid (Ozenda, 1982).

Emberger propose d'utiliser pour la région méditerranéenne le quotient pluviothermique défini par l'expression suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en (°K).

m : Moyenne des minimas du mois le plus froid en (°K).

En Algérie, Stewart en (1974) a développé une reformulation du quotient pluviométrique Emberger (1952) de la manière suivante :

$$Q_3 = \frac{100}{\left[\frac{M+m}{2}\right] + 273} \frac{P}{M-m}$$

M et m sont exprimés en degrés absolu, pour nos stations,  $\frac{M+m}{2}$  est en moyenne égal à +19,50°C, celles-ci peuvent être ramenées à une constante K dont la valeur pour l'Algérie et le Maroc est égale à 3,43 d'où la nouvelle formule est :

$$Q_3 = \frac{P}{M-m} 3.43$$

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en (°C).

m : Moyenne des minimas du mois le plus froid en (°C).

STEWART (1974) a montré que les valeurs du  $Q_3$  et celles obtenues par la formule du  $Q_2$  sont très peu différents, l'erreur maximale est inférieure à 2%.

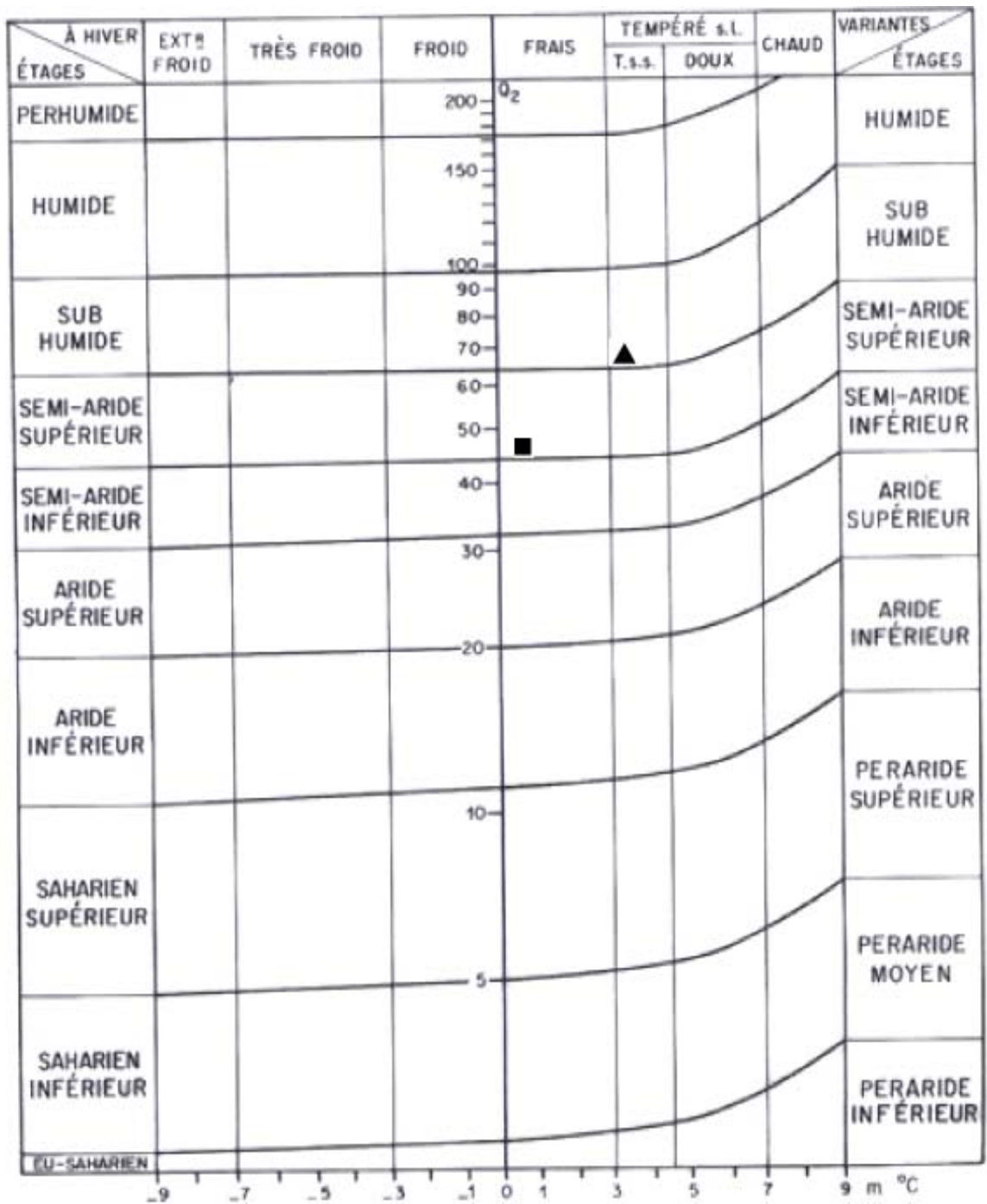
Dans notre étude on va utiliser le  $Q_2$ .

$Q_2 =$  (de la période 1961-2005 de la réserve de chasse de Moutas)

$$Q_2 = \frac{2000 \ 633,27}{(36,36+273,2)^2 - (3,13+273,2)^2} = 65,05$$

$Q_2 =$  (de la période 1961-2005 de Mizab)

$$Q_2 = \frac{2000 \ 468,24}{(36+273,2)^2 - (0,81+273,2)^2} = 45,63$$



- ▲ Moutas
- Mizab

Figure 13 : Climagramme d'Emberger (Daget, 1977)

V.3.6- Les vents

Selon l'ONM (2005), La vitesse moyenne annuelle des deux zones est de 8,39 Km/h sources. La vitesse maximale est 11,7 km/h, enregistrée en Janvier, et la vitesse minimale est de 6,5 km/h enregistrée en Aout.

-Les vents dominants sont de Nord et Nord-Ouest.

**Chapitre VI : Etude du milieu**

Le matériel végétal analysé provient de la réserve de chasse de Moutas et de L'unité forestière de Mizab

**VI.1. Situation géographique, juridique et superficie****1.1. La réserve de chasse**

La réserve de chasse de Moutas a été nommée par Décret n° 83-126 du 12 février 1983 portant sa création comme réserve de chasse. Les objectifs assignés à sa création se résument à :

- Protéger et développer la faune et la flore.
- Aménager le biotope des espèces.
- Repeuplement de la faune cynégétique menacée par la disparition.
- Servir de lieu d'observation, de recherche et d'expérimentation.

La réserve de chasse de Tlemcen située dans la forêt domaniale de Hafir, à environ 26 km du Sud Ouest du chef lieu de la Wilaya, fait partie des Monts de Tlemcen Versant Nord (Fig n°14). Elle couvre actuellement une superficie de 2156 ha, une extension de la clôture pour atteindre 8.000 ha est prévue.

La réserve de chasse de Tlemcen s'étend sur les territoires communaux de Sebra, Ain Ghoraba, Béni-bahdel, Bouhlou et Sidi-Médjahed. Elle est limitée au Nord par les terres agricoles de la vallée de Sidi Ouriach, à l'Est par le sommet d'Ain Djadj et à l'Ouest le long de Djerf El Abiod, les versants de Djebel Bou Mederer, les pieds du versant Ouest du Djerf El Guelaa et autour de Djebel EL Mnakher, au Sud les versants méridional de Djebel Ras Moutas jusqu'aux terres labourables d'El Mnakher.

**VI.1.2. L'unité forestière de Mizab**

L'unité forestière de Mizab se situe dans la forêt domaniale des Azail située sur le territoire du Douar Azail, à environ 37 km du Sud Ouest du chef lieu de la wilaya. Il fait partie du Versant Sud des Monts de Tlemcen et occupe une superficie de 1520 ha s'étendant sur le territoire communale des Azail.

Le canton de Mizab est limité au Nord par le village de Taffessera, au Nord-Est, par la forêt de djebel Amar Ouest, au Sud par le massif de Sidi Ahmed Ben Moussa, au Sud-Ouest par le massif de Rougenne et à l'Ouest par Douar Khemis.

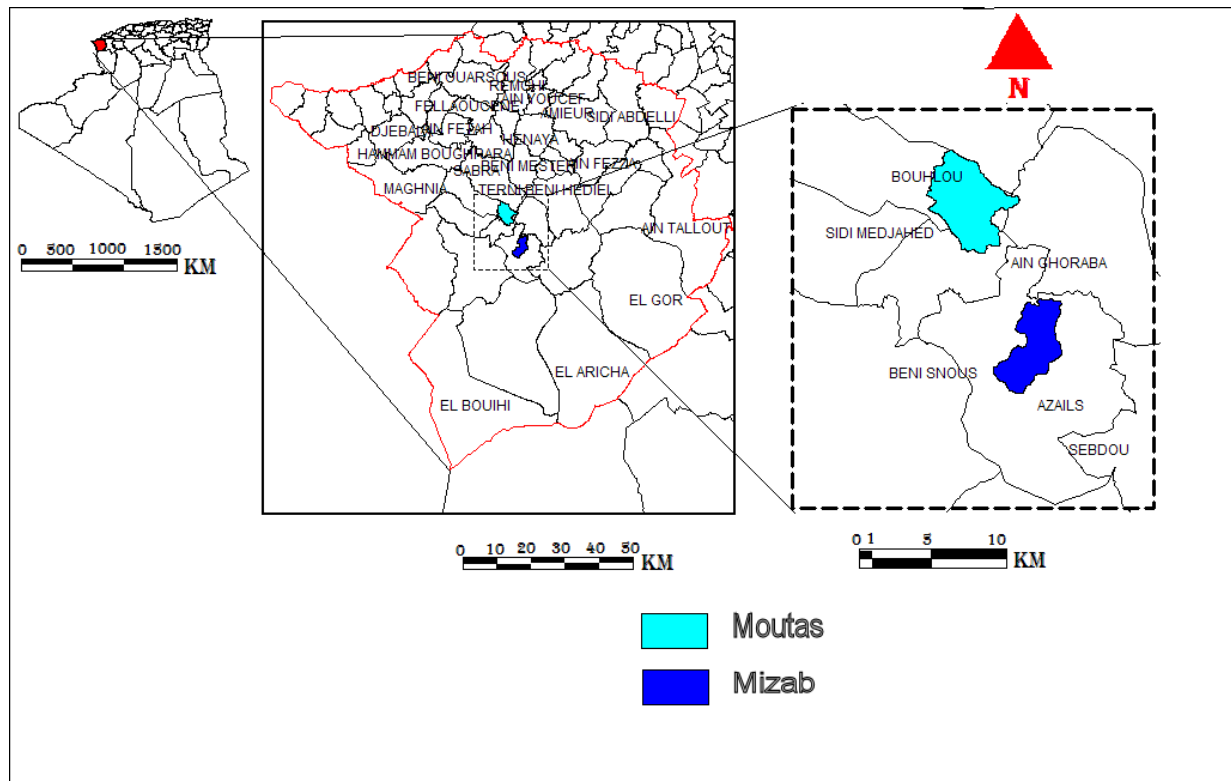


Figure n°14 : Carte de situation de deux zones

## VI.2. Cadre botanique

Il s'agit d'un maquis arboré, plus dégradé à structure hétérogène dans L'unité forestière de Mizab. Le taux de recouvrement varie entre 10-90% (Fig n°15 et 16).

La strate buissonnante et herbacée accompagnent le chêne vert. Elle sont composées essentiellement de « *Pistacia lentiscus* », « *Citus villosus* », « *Var undulatus* », « *Chamaerops humilis* », « *Phylleria angustifolia* », « *Calycotaom spinosa* »....(Aoued, 1993).

Dans les Monts de Tlemcen la végétation accompagnatrice est dominée par le genévrier oxycedre (*Juniperus oxycedrus*), le petits houx (*Ruscus aculeatus*), le smilax (*Smilax aspersa*), le ciste de Montpellier (*Cistus monspeliensis*), l'aubepine, le nerprun, le pistachier terebinthe (*Pistacia terebinthus*), le lentisque, la bruyere arborescente, l'arbousier, la vioerne, le chevrefeuille et la filaire intermediaire (*Phillyrea media*) (Ben Abdelli, 1996).

Les coordonnées géographiques des deux zones d'échantillonnage sont :

Moutas : X= -1°28' 24,15" Y= 34°45' 18,42"

Mizab : X= 1-1°24' 37,18" Y= 34°36' 21,04"

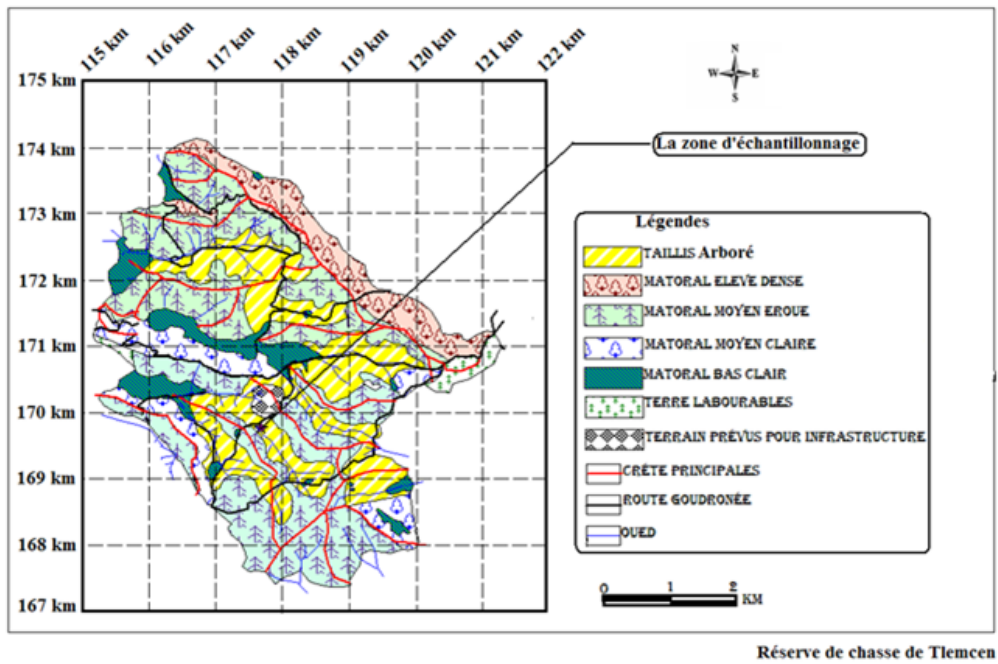


Figure n 15: Carte des formations végétales de Moutas

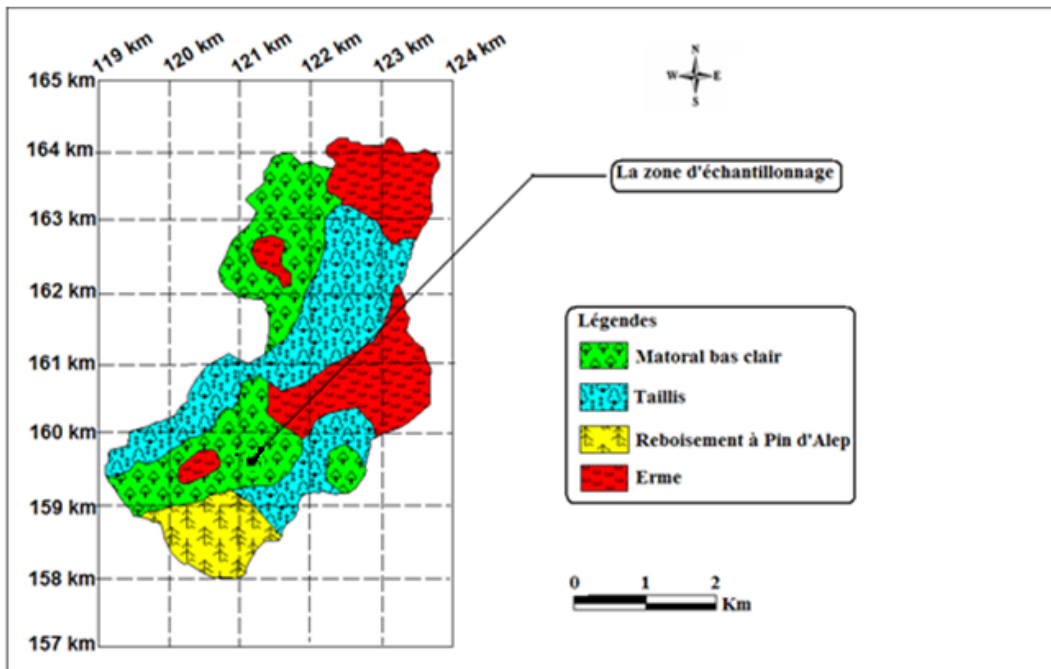


Figure n 16: carte des formations végétales de Mizab



VI.3. Etude du milieu physique

VI.3.1. Géologie

Les deux zones d'étude font partie des Monts de Tlemcen, composés principalement de terrain carbonatés d'âge Jurassique, localement le substrat appartient à la série carbonate du jurassique supérieure, telle qu'elle a été définie par (Benest M., 1985, Lucas G., 1952) (Fig n° 17 et 18).

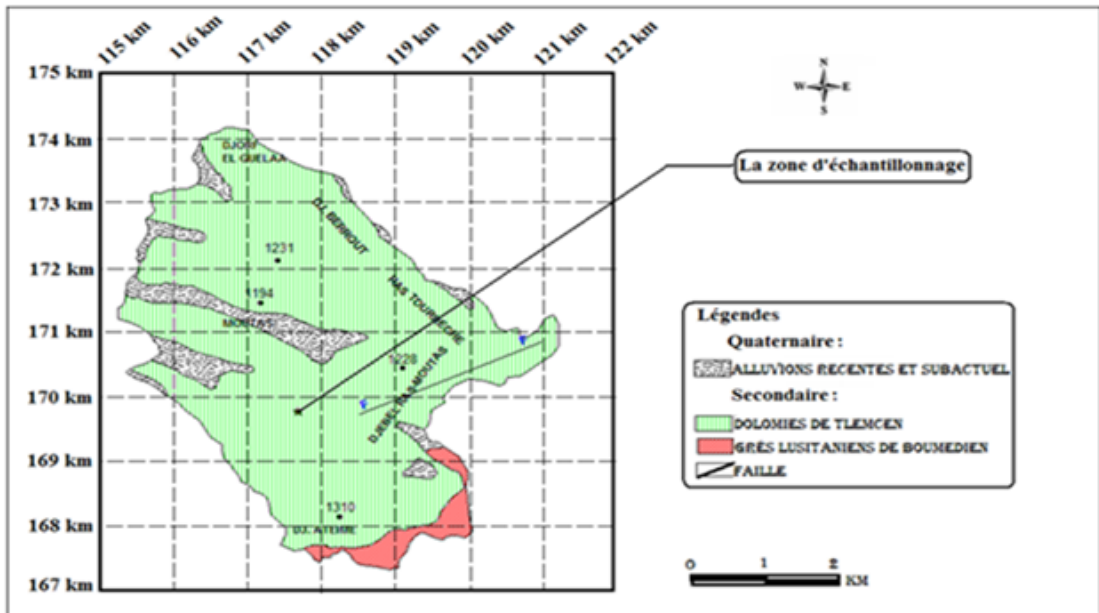


Figure n 17: Carte lithologique de Moutas

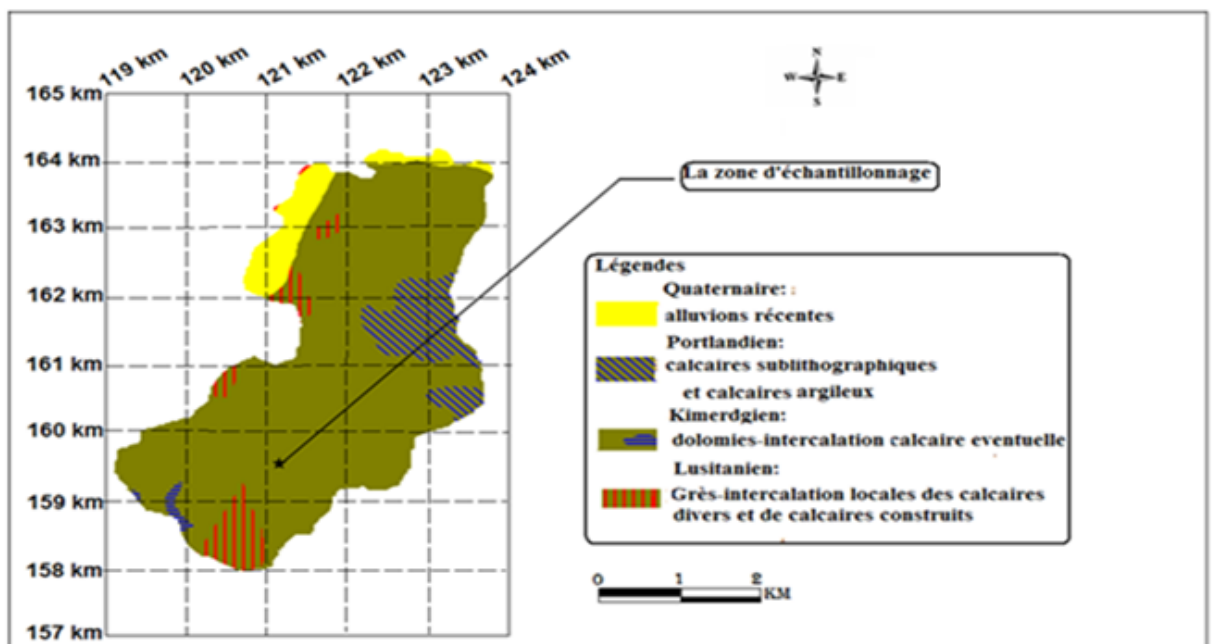
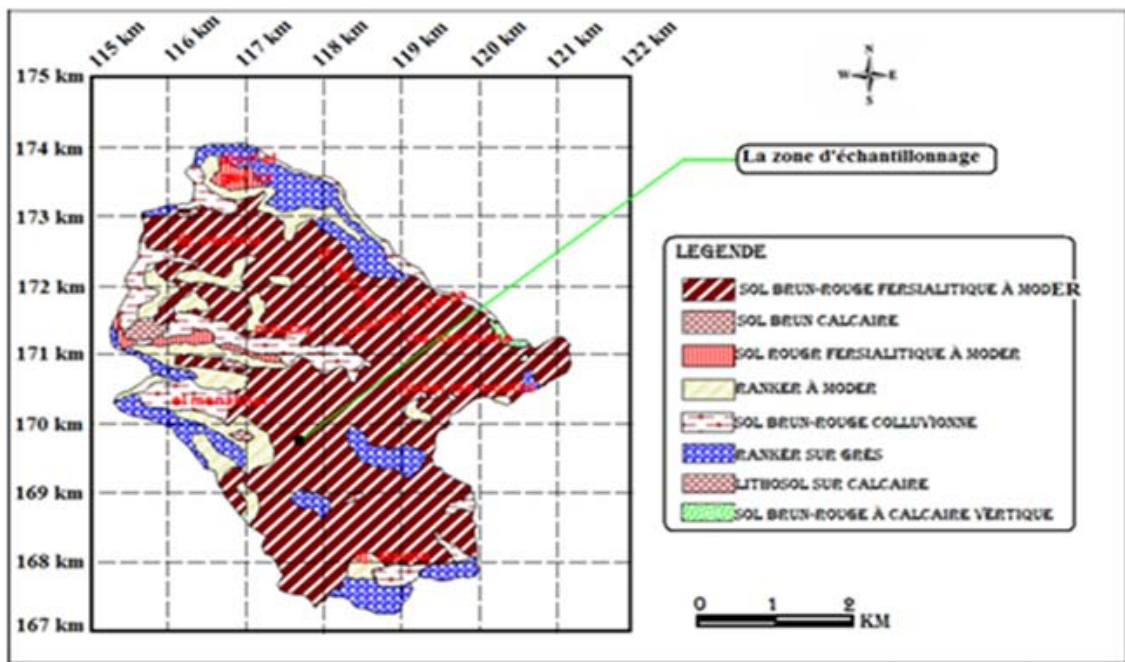


Figure n 18 : carte lithologique de Mizab

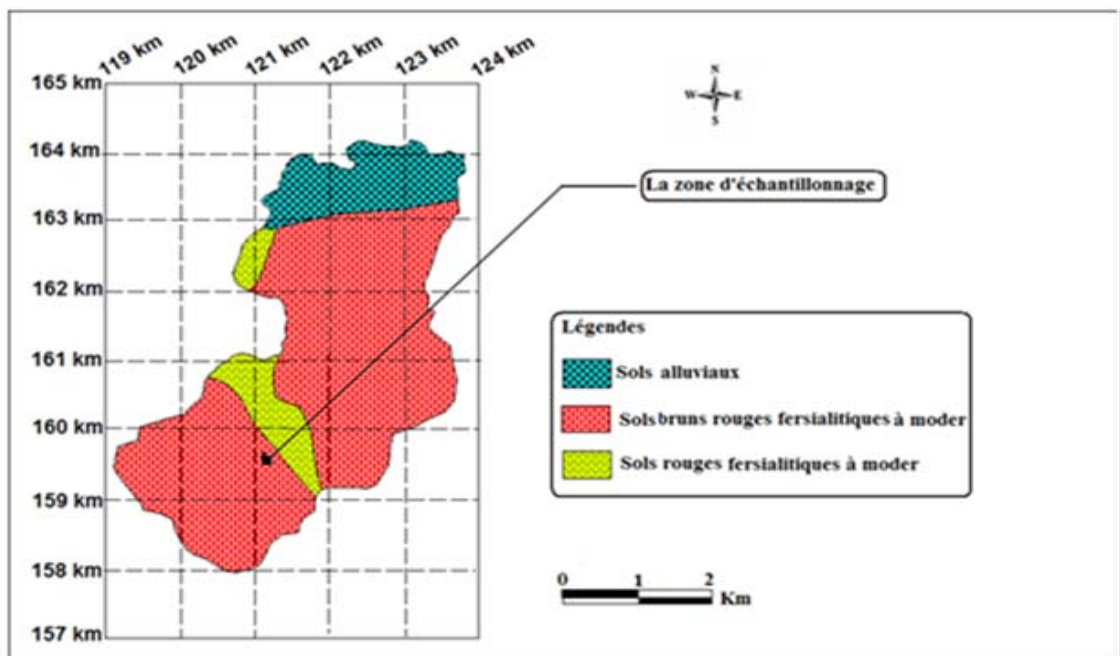
VI.3.2. Pédologie

A L'unité forestière de Mizab, le sol est moyennement profond , par contre, dans la zone de prélèvement de Moutas, il est peu profond. La composition texturale, est argilo-sableux à sablo-argileux. (Fig n°19 et 20)



Réserve de chasse de Tiemcen

Figure n19: Carte pédologique de Moutas



URBOR in PDAU de AZAIL 2010

Figure n20 : Carte Pédologique de Mizab

### VI.3.3. Oro-topographie

Moutas, l'altitude oscille entre 1017m et 1303m et confère à la zone un relief typiquement montagneux; la réserve est constituée par cet ensemble montagneux entouré d'étendues de terres cultivables, remarquables par leur importantes surfaces. A Mizab l'altitude varie de 734m à 1063m. Les cartes des pentes, des altitudes et des expositions sont élaborées à partir du MNT (modèle numérique du terrain) issu du LANDSAT avec une résolution de 30m

#### VI.3.3.1. L'altitude

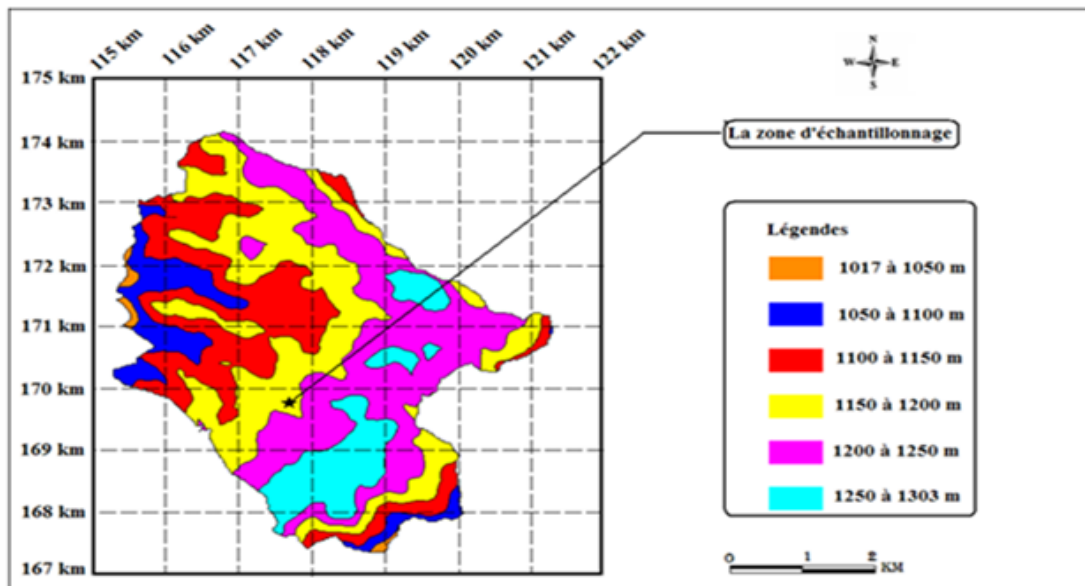


Figure n 21 : Carte des Altitudes de Moutas

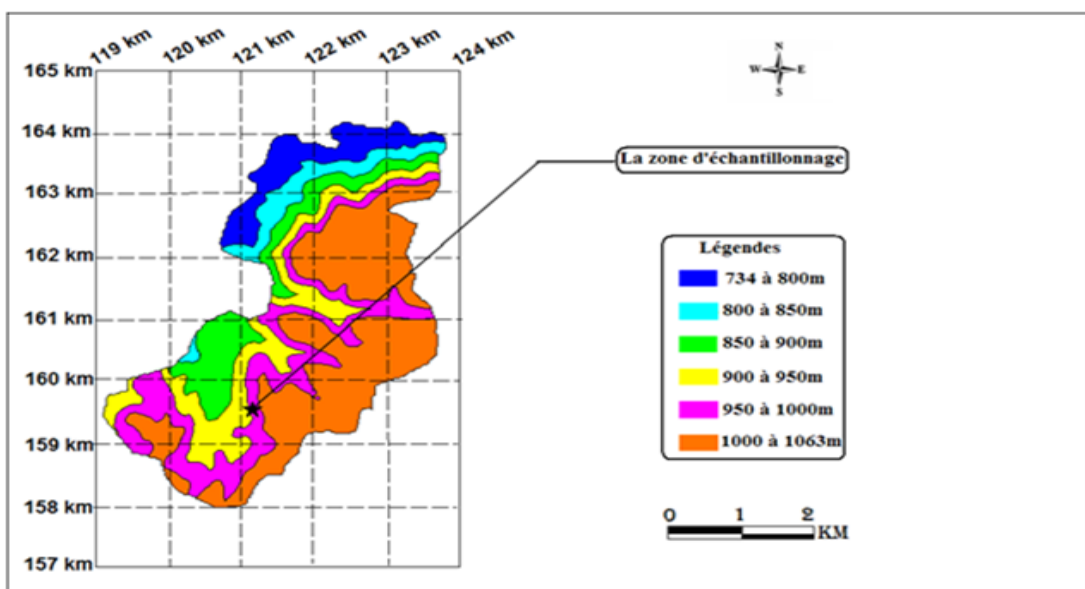


Figure n 22 : Carte des Altitudes de Mizab

VI.3.3.2. La pente

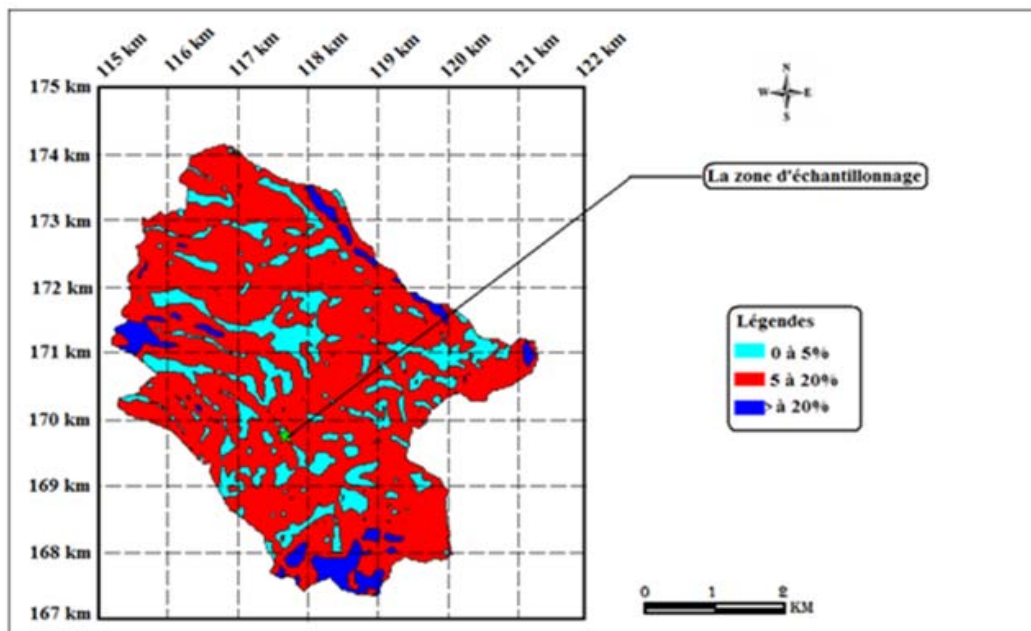


Figure n 23: Carte des Pentes de Moutas

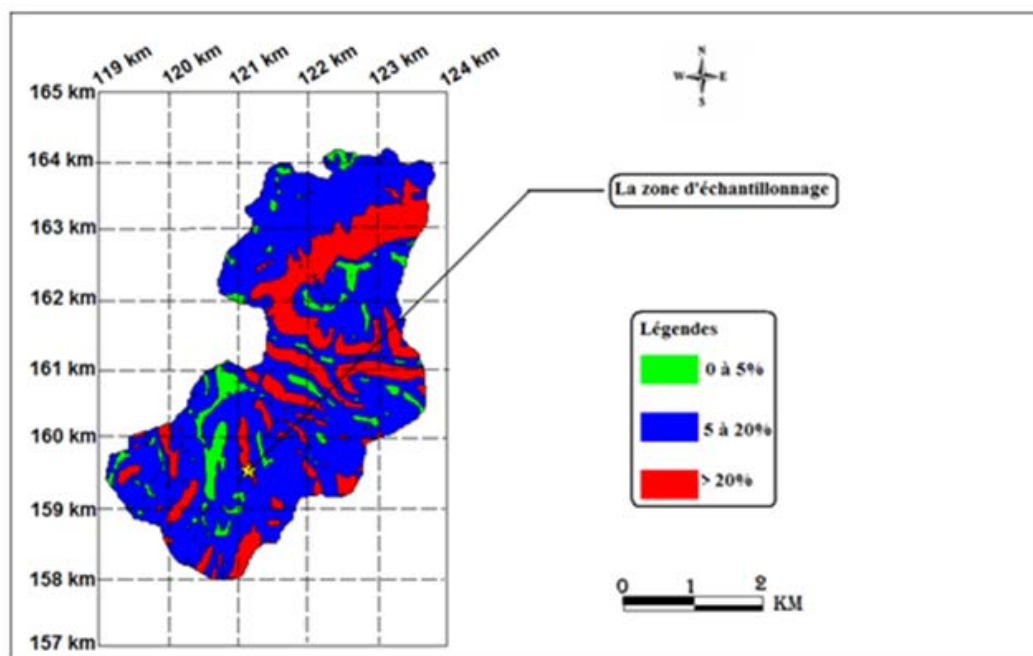


Figure n 24 : Carte des pentes de Mizab

3.3.3. L'exposition

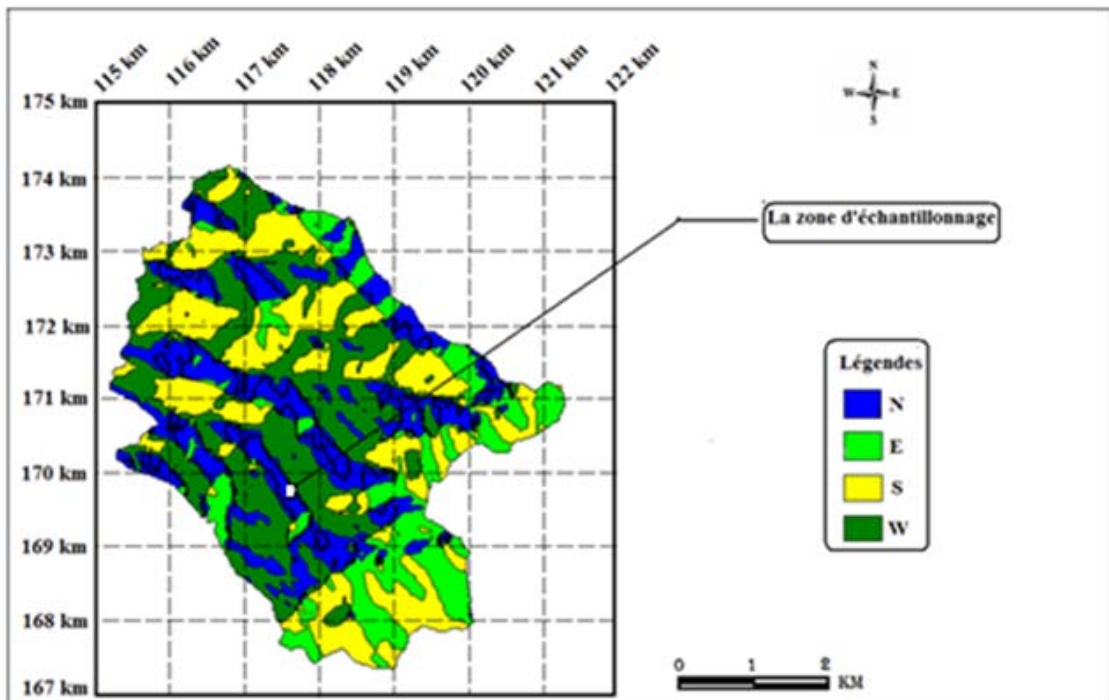


Figure n 25 : Carte des Expositions de Moutas

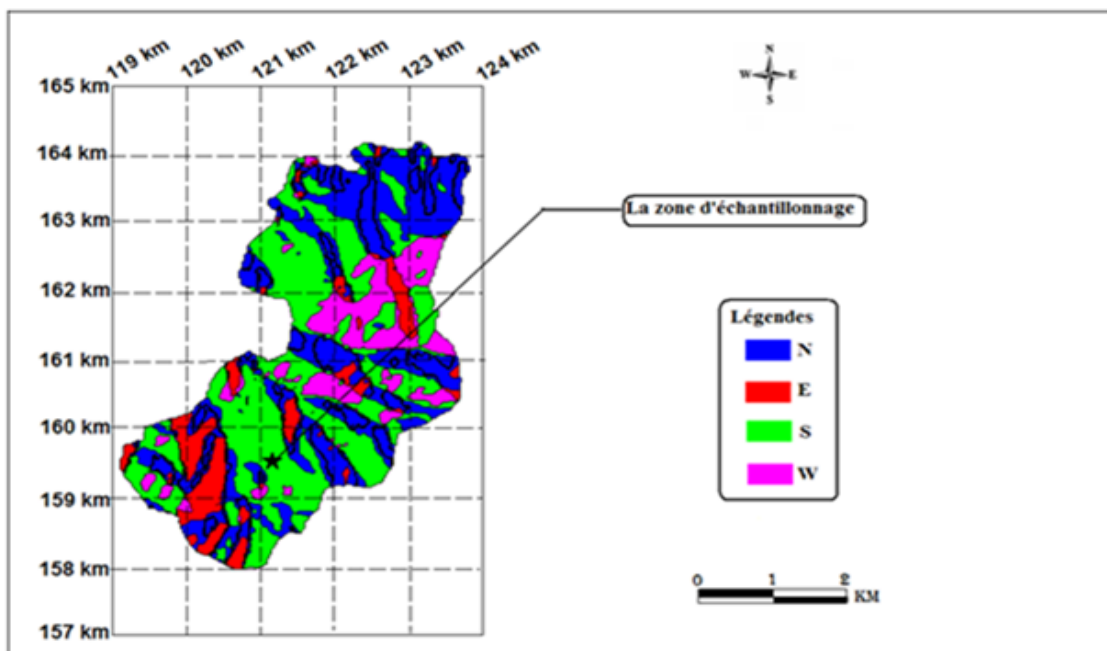


Figure n 26 : Carte des Expositions de Mizab

Les principales caractéristiques de la zone d'échantillonnage sont énumérées dans le tableau récapitulatif n°09

**Tableau n 09 :** Récapitulatif de différentes caractéristiques des deux zones d'échantillonnage

Zone d'échantillonnage	Lithologie	Pédologie	Altitude	Pente	Exposition
Mizab	Dolomie intercalation calcaire éventuelle lusitanien	Sol brun rouge fersialitique à Moder	973m	20%	S
Moutas	Dolomie de Tlemcen	Sol brun rouge fersialitique à Moder	1180m	15%	N

## Chapitre VII : Matériels et méthode

Notre objectif, consiste à évaluer par la quantification des différents constituants anatomiques du bois de chêne vert (*Quercus rotundifolia* .L), l'effet du climat et du régime sylvicole sur la qualité du bois.

### VII.1. Matériel végétal

La réussite de la prospection microstructurale nécessite le respect des critères suivants :

- Une homogénéité le long du tronc.
- Absence de défauts: attaques parasitaire, champignons, pourriture, creux, tronc bien élancé et ne présentant pas des déformations.
- L'arbre présente le minimum de branches pour diminuer le nombre des nœuds.

Le tableau n°10 indique les caractéristiques de la hauteur ( $H_t$ ), du diamètre à 1,30m du sol ( $\Phi C_{1,30}$ ), l'âge (**Age**), le nombre de brin par souche (**Nbr/souche**) et le taux de recouvrement (**% Recouvrement**) des arbres choisies.

**Tableau n°10 : Caractéristiques des arbres**

Forêt	Régime sylvicole	$H_t$ (m)	$\Phi C_{1,30}$ (cm)	Age (ans)	%Recouv	Nbr/souche
Moutas	FMs, Futaie Moutas	7	15	61	90	
	FMz, Futaie Mizab	5,7	17	57	30	
Mizab	TMs, Taillis Moutas	2,1	8	39	90	8
	TMz, Taillis Mizab	2,4	9	36	30	6

### VII.2. La préparation des rondelles

A la suite du choix des arbres, nous avons marqué sur chaque arbre la direction Nord, pour éviter l'effet de l'empâtement. La rondelle est prélevée à l'aide d'une tronçonneuse à 1,30 m.

On veillera à réaliser une coupe nette, perpendiculairement au fil du bois. En effet, une surface trop irrégulière demande beaucoup de travail de rabotage et ponçage pour rectifier et aplanir la surface.

Une épaisseur de 8 à 10 cm de la rondelle est le meilleur compromis car elle est assez épaisse pour la tenir avec les mains lors du ponçage et pour l'observation aux binoculaires.

Cette méthode est destructive, mais lorsqu'elle est possible, elle donne le meilleur type d'échantillon car le cœur est toujours visible.

Ainsi, on dispose de la surface maximale pour choisir sans difficulté un ou plusieurs rayons de lecture (Burnel *et al*, 2009).

### **VII.3. Matériels Techniques**

#### **VII.3.1. L'analyse macroscopique**

La meilleure forme à donner à l'échantillon pour son observation macroscopique est un cube de 1 à 2 cm de côté, on obtient ainsi des cubes dont les faces correspondent aux plans principaux de la structure du bois : transversal, radial, et tangentiel. (Normand D., 1998).

##### **VII.3.1.1. La loupe à main**

La loupe à main est constituée en principe par une lentille convergente à travers la quelle se réfracte la lumière renvoyée par un objet, visualise l'image sous un plus grand angle que l'œil nu.

##### **VII.3.1.2. Principe**

L'usage correct de la loupe, en anatomie du bois, consiste à placer l'œil au foyer-image de la loupe pour lui permettre d'accommoder, puis à approcher lentement l'objet de l'ensemble loupe œil, au lieu de promener la loupe entre l'œil et l'objet.

#### **VII.3.2. L'analyse microscopique**

##### **VII.3.2.1. Le microtome**

Le microtome utilisé est un microtome à chariot.

##### **VII.3.2.1.1. Principe**

Le principe de fonctionnement du microtome est :

- Le couteau est fixe.
- L'objet est mobile.



### **VII.3.2.1.2. Fonctionnement**

L'avance de l'objet qui porte les petits blocs perpendiculaires au plan de la coupe est commandée à la main en glissant le bloc porte objet vers le couteau.

L'inclinaison que le couteau forme avec la surface de section doit être plus grande pour les bois durs ( $15^\circ$ ) que pour les bois tendres.

L'épaisseur de la coupe peut être réglée de  $0^\circ$  à  $40^\circ$ , dont chaque degré correspond à un (01) micron, l'épaisseur de la coupe est comprise entre 0 et  $40\ \mu$ .

### **VII.3.2.2. Film gradué transparent**

Il comprend à gauche un cercle d'une surface de  $2\text{mm}^2$  et un carré de  $5\ \text{mm}^2$  à droite, des traits d'épaisseur croissante de 1 à 4 dixièmes de millimètres donnent les largeurs de 100, 200, 300, et 400 microns, au dessus de ces traits longueur de 5 mm avec deux espaces blancs encadrés par trois tirets millimétriques.

Ce transparent gradué nous a permet d'effectuer les mesures anatomiques.

### **VII.3.2.3. Micromètre**

Le microscope est doté d'un micromètre oculaire gradué en 100 divisions (graduations), dont :

- A l'objectif 4 (grossissement 4) : chaque graduation correspond à  $25\ \mu\text{m}$ .
- A l'objectif 10 (grossissement 10) : chaque graduation correspond à  $10\ \mu\text{m}$ .
- A l'objectif 40 (grossissement 40) : chaque graduation correspond à  $2,5\ \mu\text{m}$
- A l'objectif 100 (grossissement 100) : chaque graduation correspond à  $1\ \mu\text{m}$

Ce micromètre nous a permet de mesurer la longueur et l'épaisseur des éléments ligneux (rayons, trachéides, fibres, vaisseaux).

## **VII.4. La méthodologie adoptée**

### **VII.4.1. Préparations des coupes**

#### **VII.4.1.1. Préparations de l'échantillon à couper**

##### **VII .4.1.1.1. Ponçage des rondelles**

Avant la lecture, chaque échantillon demande une préparation de sa surface afin de révéler au mieux les éléments caractéristiques de la structure du bois notamment lorsque les cernes sont fins.

On ponce les rondelles suivant le fil du bois à l'aide d'un papier verre de manière à faire nettement apparaître les limites des cernes. Pour une meilleure lecture des cernes il faut poncée une première fois à l'aide du papier n° 150, 300 et 600 (c'est-à-dire les feuillets demandent trois opérations de ponçage), et finalement les échantillons sont vernies pour la valorisation des cernes.

#### VII .4.1.1.2. Préparations des petits blocs

Ceci nécessite :

- Vérification de la position centrale de la moelle.
- Vérification de l'absence des cernes diagnostiques.
- Le dénombrement des cernes.
- la datation qui consiste à faire attribuer à chaque cerne l'année calendaire qui lui corresponde.
- La localisation sur la rondelle un petit bloc de 5 cernes à une tranche d'âge bien déterminée et à une exposition bien déterminée (Nord ou Sud).
- Les blocs ont été prélevés dans le duramen, entre le bois juvénile et l'aubier, c'est-à-dire on exclu les dix premiers (10) cernes et les deuze (12) derniers cernes.

Après, on prépare un petit bloc de bois de forme parallélépipède et de dimensions :

Longueur = 9 mm ; Largeur = 7 mm ; Hauteur = 15 mm.

La préparation doit être réalisée convenablement suivant les trois directions (transversale, radiale et tangentielle), a fin d'avoir les trois plans d'étude.

**Tableau n°11** : Caractéristiques du bloc de bois.

<b>Caractéristiques</b> <b>Bloc</b>	<b>Nombre des cernes</b> <b>des rondelles (âge)</b>	<b>Localisation des</b> <b>blocs sur les</b> <b>rondelles</b>	<b>Années correspondantes</b>
<b>(FM)</b>	<b>61</b>	<b>15-20 Nord</b>	<b>1964-1969</b>
<b>(FA)</b>	<b>57</b>	<b>15-20 Nord</b>	<b>1968-1973</b>
<b>(TM)</b>	<b>39</b>	<b>15-20 Nord</b>	<b>1986-1991</b>
<b>(TA)</b>	<b>36</b>	<b>15-20 Nord</b>	<b>1989-1994</b>

#### VII .4.1.1.3. Ramollissement des petits blocs

Pour rendre possible les coupes, il est nécessaire de ramollir les blocs de bois. Le ramollissement consiste à faire bouillir les blocs de bois dans l'eau distillée de préférence.

Les blocs sont introduits dans une vase en pyrex remplis d'eau. On chauffe jusqu'à l'ébullition, en ajoutant à chaque fois de l'eau froide régulièrement.

Cette opération est effectuée en quelques jours (3 à 21 jours), le chauffage est arrêté jusqu'à ce que les blocs de bois soient complètement imprégnés d'eau, c'est-à-dire, qu'ils tombent au fond du vase, c'est à ce moment qu'il faut les sortir et procéder à l'exécution des coupes.

#### **VII.4.1.2. Réalisation des coupes**

Après l'opération de ramollissement du bois, on réalise les coupes à l'aide d'un microtome.

Les coupes doivent être fines et minces le plus possible, car cette opération joue un rôle capital dans l'examen du plan ligneux.

L'épaisseur optimale des coupes varie comme suit :

- Coupe transversale ; en moyenne 15  $\mu\text{m}$ , espèces de petits pores 10  $\mu\text{m}$ .
- Coupe radiale et tangentielle : 15  $\mu\text{m}$  à 25  $\mu\text{m}$ .

#### **VII.4.1.3. Procédé de traitement**

##### **VII .4.1.3.1. Passage dans l'eau de javel**

Les coupes préparées sont introduites dans une solution d'eau de Javel à 10 % pendant 10 à 15 minutes puis on procède à un rinçage abondant à l'eau jusqu'à la disparition de l'odeur de l'eau de Javel.

##### **VII .4.1.3.2. Déshydratation**

Elle consiste à faire chasser l'eau imprégnée dans les coupes ; par le passage dans les séries d'alcools et xylols, pour permettre à la coupe de recevoir la résine synthétique dans les meilleures conditions et d'éviter la formation des bulles d'air.

Cette opération s'effectue en deux étapes (Huynh L. V., 1981) telles qu'elles figurent dans les tableaux suivants.

VII .4.1.3.2.1. 1<sup>ère</sup> étape : passage dans la série d'alcools

Concentrations exprimées en Pour-cent / l'eau	Durée
Alcool 50°	30 minutes
Alcool 75°	30 minutes
Alcool 94°	30 minutes
Alcool 100°	01 heure

Huynh L. V., 1981

VII. 4.1.3.2.2. 2<sup>ème</sup> étape : passage dans la série de xylols

Concentrations exprimées en pour cent / l'eau	Durée
Xylol 50°	30 minutes
Xylol 75°	30 minutes
Xylol 100°	01 heure
Xylol 100°	01 heure

Huynh L. V., 1981

## VII.4.1.4. Montage

On a utilisé deux techniques de montages décrites par (Huynh L. V., 1982), en raison de leur simplicité et la disponibilité des produits.

- Montage à la glycérine.
- Montage à la résine synthétique.

## VII .4.1.4.1. Montage à la glycérine

Dit aussi montage direct, consiste à un transfert direct de la préparation dans la solution de montage (glycérine + eau distillée).

- **Composition de la solution de montage** (Huynh L. V., 1982)
  - 30 ml de glycérine pure.
  - 30 ml d'eau distillée.
- **Opération de montage**
  - On prélève une goutte de la solution à l'aide de la pipette et on la dépose sur la lame.
  - On étale la préparation sur cette goutte.
  - On ajoute une deuxième goutte de la solution dans la préparation.

- En fin, on couvre doucement la préparation avec une lamelle tout en évitant la formation des bulles d'air.

La coupe ainsi préparée est mise à l'étuve de 50°C pendant 4 à 5 jours.

➤ **Commentaire**

Le montage à la glycérine présente l'avantage d'être réalisé en un temps très court. Mais nous avons constaté que les préparations sont moins nettes à l'observation.

**VII.4.1.4.2. Montage à la résine synthétique**

Ceci est un montage indirect, qui demande un traitement préalable de la préparation avant d'être montée dans la substance de montage qui est la résine synthétique.

**VII .4.1.4.2.1. Composition de la solution du montage** (Huynh L.V., 1981)

- 50 gr de résine synthétique.
- 50 ml de xylol.

**VII .4.1.4.2.2. Opération du montage**

Après être parfaitement déshydratées, les coupes seront montées dans la solution de montage (résine synthétique + xylol).

Le montage est le même que celui à la glycérine.

**VII .4.1.4.2.3. Commentaire**

Les préparations obtenues en montage à la résine synthétique sont plus nettes et plus visibles. Elles se conservent indéfiniment.

**VII .4.1.4.2.3. Commentaire**

Avant le passage des coupes dans les séries d'alcools et xylols, les coupes sont introduites dans un colorant qui est le bleu de méthylène durant 10 minutes pour différencier les éléments constitutifs du bois notamment les tissus fibreux des tissus parenchymateux, puis on a procédé à un lavage abondant par l'eau pour éliminer l'excès du colorant.

## **VII.4.2. La macération**

### **VII.4.2.1. Principe**

La macération consiste à isoler les éléments ligneux en faisant dissoudre les matières pectiques de la lamelle moyenne par des substances chimiques, avec maintien de la forme des cellules. (Huynh L.V., 1981).

### **VII.4.2.2. Préparation des échantillons de bois à macérer**

Les échantillons de bois découpés en petits fragments ayant la forme parallélépipède « en forme d'allumettes » de dimensions approximatives :

Longueur = 25 mm ; Largeur = 1.5 mm ; Hauteur = 1.5 mm.

### **VII.4.2.3. Procédés de macération**

Nous avons utilisé le procédé à l'acide acétique et l'eau oxygénée. (Huynh L.V., 1981).

#### **VII.4.2.3.1. Composition de réactif à utiliser (Huynh L.V., 1981)**

- 40 ml d'acide acétique pur 90 à 100%.
- 30 ml d'eau oxygénée à 100 volumes (30% en poids H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).
- 30 ml d'eau distillée.

#### **VII.4.2.3.2. Opération de macération**

La solution de macération doit être homogénéisée au début :

- On introduit les fragments préparés précédemment dans un vase de pyrex de 250 ml.
- On verse la solution dans le vase et on agite doucement.
- On chauffe jusqu'à ce que les fragments deviennent transparents.
- Après l'obtention des fragments transparents, le réactif est remplacé par l'eau distillée.
- On désintègre le produit par un agitateur mécanique, puis on le lave abondamment à l'eau et on filtre sur un filtre mécanique.

#### **VII .4.2.3.3. Résultat**

On a obtenu des éléments parfaitement isolés et très purs.

#### **VII.4.2.4. Opération de montage**

Le montage des éléments isolés se fait à la glycérine, en suite, on les met à l'étuve de 50°C pendant 4 à 5 jours.

#### **VII.4.3. Méthodes des mesures**

##### **VII .4.3.1. Echantillonnage**

Chaque préparation est mise en observation microscopique, selon le paramètre recherché, on a arrêté un certain nombre de mesures.

Pour chaque paramètre, cent (100) mesures ont été réalisées en différents points de la coupe microscopique distribuées sur 4 champs d'observation des dix (10) meilleures coupes sélectionnées.

##### **VII .4.3.2. Mensurations**

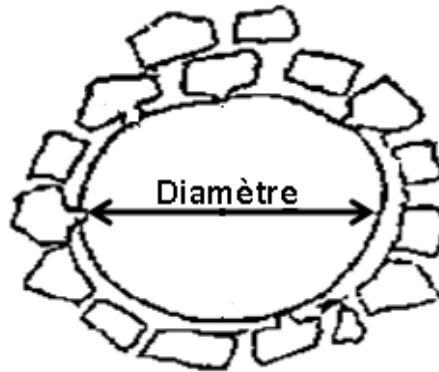
###### **VII. 4.3.2.1. Vaisseaux**

###### **VII .4.3.2.1.1. Nombre par mm<sup>2</sup>**

- le comptage est effectué en section transversale.
- Par l'objectif 10 qui correspond à 2mm<sup>2</sup>, en comptant tous les vaisseaux qui apparaissent, et on divise le résultat par 2 pour obtenir le nombre des vaisseaux par mm<sup>2</sup>.

###### **VII .4.3.2.1.2. Longueur**

- Les mesures de la longueur sont effectuées sur des vaisseaux isolés par macération.
- Les longueurs des vaisseaux sont mesurées par l'objectif 10, en mesurant les segments du vaisseau et en faisant la moyenne.
- Dix vaisseaux ont été mesurés de chaque lame, sa correspond à un nombre de répétition de 100 mesures par position.



**Figure n°27 :** Caractères dimensionnelles d'un vaisseau (coupe transversale).

#### VII .4.3.2.1.2. Grandeur

- La grandeur ou le diamètre radial des vaisseaux sont mesurés en section transversale, par l'objectif 10 pour les gros vaisseaux et par l'objectif 40 pour les petits vaisseaux. (Fig n°27.)
- On mesure dans deux endroits différents de la coupe transversale les diamètres de cinq gros vaisseaux et celui de cinq vaisseaux moyennes et autres de cinq petits vaisseaux.

#### VII .4.3.2.2. Rayons

- Les mesures ont été effectuées en section tangentielle.
- Les caractères mesurés sont la hauteur et la largeur, en comptant le nombre de cellules constitutives en hauteur par rayon.
- Le nombre de rayons par mm est pris en section tangentielle à l'aide du film gradué transparent.

#### VII .4.3.2.3. Fibres

- Les mesures ont été effectuées sur des fibres obtenues par macération.
- Dix fibres ont été mesurées de chaque lame, en mesurant leur longueur et l'épaisseur de la paroi.
- L'épaisseur est obtenue en mesurant à l'objectif 40 le diamètre externe et le diamètre interne (lumen) dans le milieu longueur de la fibre par leur différence divisée par deux. (Fig n°28)
- La longueur des fibres est mesurée à l'objectif 10.
- La largeur des fibres est mesurée à l'objectif 10.



$$E_p = \frac{D_{\text{Ext}} - D_{\text{Int}}}{2}$$

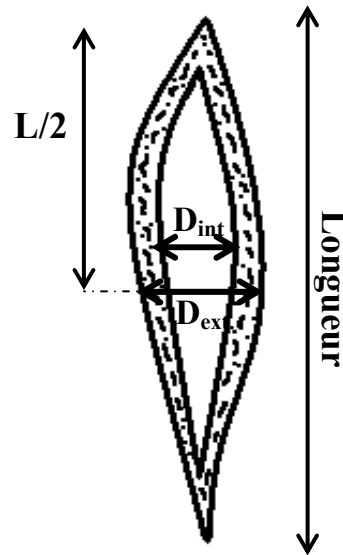


Figure 28 : Caractères dimensionnelles d'une fibre.

$D_{\text{int}}$  : Diamètre intérieur ou largeur de la cavité.

$D_{\text{ext}}$  : Diamètre extérieur ou largeur.

#### VII.4.4. Méthode d'analyse d'un bois feuillus (Normand., 1998)

##### VII. 4.4.1. Nom scientifique

Le nom scientifique est la dénomination officiellement adoptée dans les normes internationale pour désigner une essence donnée, il comprend le genre, l'espèce et le non de l'auteur.

##### VII .4.4.2. Etude macroscopique

- Couches d'accroissement annuelles : présence, régularité, largeur et composition.
- Distinction entre aubier et duramen.
- Rayons ligneux : dimension, forme, densité (importance) et nature.
- Bois ; couleur, odeur et dureté.
- Présence éventuelle de certaines anomalies ; excentricité du cœur, fente, anomalie de couleur.

**VII.4.4.3. Etude microscopique**

**VII.4.4.3.1. Vaisseaux**

- Nature des pores (bois à zone poreuse, bois à zone semi-poreuse, bois à pores diffus).
- Disposition des pores (ulmiforme, en files ou en en plages radial, en flammes, isolés, accolés radialement).
- Nature des ponctuations (aréolées, simples).
- Disposition des ponctuations (étagées, dispersées, serrées, en files, alternées, en tamis, en rangé horizontale).
- Types des perforations (uniques, scalariformes, en réseau, foraminés).
- Présence ou absence des épaisissements spiralés.
- Présence ou absence des thylles.
- Présence ou absence des fibres vasculaires.
- Diamètres des pores en bois initial et en bois final.

<b>Pores.</b>	<b>Grandeur. (µm)</b>
Très fins	< 50.
Fins	50-100.
Moyennes.	100-200.
Gros.	200-300.
Très gros	> 300.

Normand (1998)

- Longueur.

<b>Vaisseaux.</b>	<b>Longueur. (µm)</b>
Courts.	< 350.
Moyens.	350-800.
Longs.	> 800.

Normand (1998)

- Densité (nombre par mm<sup>2</sup>).

<b>Vaisseaux.</b>	<b>Nombre par mm2.</b>
Très rares	< 2.
Rares.	2-6.
Moyens.	6-20.
Nombreux.	> 20.

Normand (1998)

- Nombre des ponctuations par Rayon-Vaisseau.

**VII .4.4.3.2. Parenchyme**

- Apotrachéal (à cellules isolés et dispersées, en chaînettes ou en lignes, en lignes terminales, en échelles, en réseau, à lignes sinueuses, en bandes épaisses).
- Paratrachéal (en manchons, en losanges, aliformes, en bandes confluentes).

**VII .4.4.3.3. Rayons ligneux**

- Nature des rayons ligneux (unisériés homogènes, unisériés hétérogènes, multisériés homogènes, multisériés hétérogènes).
- Hauteur des rayons unisériés, bisériés, multisériés (3 cellules, 4 à 10 cellules, > 10 cellules).

<b>Rayons.</b>	<b>Hauteur. (µm)</b>
Très petits	< 500.
Petits.	500-1000.
Moyens.	1000-3000.
Grands.	> 3000.

Normand (1998)

- Largeur des rayons ligneux unisériés, bisériés, multisériés.

<b>Rayons.</b>	<b>Largeur. (µm)</b>
Très étroits	< 25.
Etroits	25-50.
Moyens.	50-100.
Larges	100-200.
Très larges.	> 200.

Normand (1998)

- Nombre des rayons par mm

<b>Rayons.</b>	<b>Nombre par mm.</b>
Rares.	< 4.
Moyens.	4-10.
Nombreux.	10-15.
Très nombreux.	> 15.

Normand (1998)

- Nombre des cellules par hauteur des rayons unisériés, bisériés, multisériés.

**VII .4.4.3.4. Fibres**

- Longueur.

<b>Fibres.</b>	<b>Longueur. (µm)</b>
Très courtes.	< 700.
Courtes.	700-900.
Moyens.	900-1600.
Longues.	1600-2200.
Très longues.	> 2200.

Normand (1998)

- Epaisseur de la paroi des fibres.

Parois des fibres.	Epaisseur. ( $\mu\text{m}$ )
Minces.	< 5.
Moyennes.	5-10.
Epaisses.	> 10.

Normand (1998)

- La largeur

Fibres.	Largeur ( $\mu\text{m}$ )
Etroits.	< 24.
Moyennes.	24-40.
Larges.	> 40.

Normand (1998)

#### VII.4.5. Etude comparative

L'étude de la variabilité anatomique du bois du chêne vert (les caractéristiques biométriques relatives aux vaisseaux, rayons et fibres) en fonction des conditions du milieu (exemple : climat...) et les caractéristiques du peuplement (exemple : le régime sylvicole) se basé dans leur grande partie sur une analyse comparative, cette analyse repose principalement sur une analyse statistique et une analyse de distribution des fréquences des paramètres mesurées.

##### VII.4.5.1. Analyses statistiques

###### VII .4.5.1.1. Statistique descriptif

- A partir des mesures effectuées, nous avons calculé la moyenne (paramètre de position), l'écart-type et le coefficient de variations (paramètre de dispersion).
- Le coefficient de variation ou le coefficient de variabilité est obtenu, en exprimant l'écart-type en pour cent de la moyenne. (Dagnelie., 1973).
- Ce coefficient nous permet de quantifier l'écart-type par rapport à la moyenne, c'est-à-dire la variation qui peut affecter cette moyenne.

## VII .4.5.1.2. Les tests statistiques

Les tests statistiques utilisés pour mettre en évidence les différences qui peuvent avoir lieu entre les différents échantillons sont : (Dagnelie., 1988).

- **Analyse de la variance à deux facteurs contrôlés** : c'est une analyse d'égalité des moyennes de populations lorsque le classement des traitements dépend de deux variables ou facteurs, cette analyse s'appuie sur le test de Fischer.
- **Test de FISCHER** : lorsqu'on a un nombre d'échantillon ou mesurés plus que 30, et pour comparer entre ces populations, on utilise ce test qui s'appuie sur la comparaison des variances.
- **Test de STUDENT (T)** : pour comparer entre les moyennes des 2 échantillons et le nombre est moins que 30, on utilise la statistique suivante au seuil de 5%.

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\partial^2_1}{N_1} - \frac{\partial^2_2}{N_2}}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n n_i x_i}{N}$$

$$\partial^2 = \frac{\sum_{i=1}^n n_i (x_i - \bar{x}_1)^2 + \sum_{i=1}^n n_i (x_i - \bar{x}_2)^2}{(N_1 - N_2) - 2}$$

$\bar{x}$  : La moyenne de l'échantillon.

$N$  : L'effectif de l'échantillon.

$\partial^2$  : La variance.

$n_i$  : La fréquence.

$X_i$  : La valeur individuelle.

Pour un ddl de  $(N_1 + N_2) - 2$  à 5% d'erreur de (T) nous donne le degré de signification (Le prévalu) (P) lu sur la table de **STUDENT**.

La différence entre deux moyennes est :

- Non significative :  $P > 0,05$ .
- Peu significative :  $P < 0,05$ .
- Moyennement Significative :  $P < 0,01$ .
- Très significative :  $P < 0,005$ .
- Très hautement significative :  $P < 0,001$ .

**-Les corrélations** : Elle sert à ressortir les relations existantes entre les différents variables.

**VII.4.5.2.** Comparaisons des résultats avec les normes de classifications et l'analyse des distributions des fréquences de chaque paramètre qu'ont été représentées par des histogrammes

- **Test de Khideux** : pour les distributions des échantillons au seuil de 5% utilisant la statistique suivante :

$$x^2 = \sum \frac{(eff_0 - eff_{th})^2}{eff_{th}}$$

Pour ddl  $(k_1-1) (k_2-1)$  à 5% d'erreur.  
 $eff_0$  : effectif observé.  
 $eff_{th}$  : effectif théorique.

**Chapitre VIII : Résultats et interprétations**

Le but des mesures effectuées est de décrire et de quantifier la taille des caractères anatomiques du bois de chêne vert en fonction du régime sylvicole et des conditions climatiques du milieu.

**VIII 1. Caractéristiques macroscopiques du bois de chêne vert**

Le tab.n°12, présente les principales caractéristiques macroscopiques du bois de chêne vert de la forêt de Moutas et de la forêt de Mizab en fonction des deux régimes de traitements.

**Tableau n° 12:** Récapitulatif des caractéristiques macroscopiques du chêne vert.

Origine de l arbre	Moutas		Mizab	
	Taillis	Futaie	Taillis	Futaie
<b>Critères</b>				
- Couches d'accroissement	Moins apparentes.	Très apparentes.	Moins apparentes.	Très apparentes.
- Contour des cernes.	Sinueux.	Plus ou moins circulaires.	Plus ou moins sinueux.	Plus ou moins sinueux.
- Largeur des cernes.	Etroite.	Plus ou moins larges.	Très étroite	Moins larges.
- distinction de l'aubier ou du duramen.	Peu distinct.	Distinct.	Moins distinct.	Plus distinct.
- Régularité des rayons.	Plus ou moins réguliers.	Moins réguliers.	Très réguliers.	Plus ou mois réguliers.
- Visibilité des rayons.	Visibles.	Visibles.	Visibles.	Visibles.
- Epaisseur des rayons.	Importante.	Moins importante.	Très importante.	Importante.
- Densité des rayons.	Très importante.	Très importante.	Très importante.	Très importante.
- Odeur du bois.	Faible.	Faible.	Faible.	Faible.
- Couleur du bois.	Brun rosâtre.	Brun rougeâtre.	Jaune rougeâtre.	Jaune rosâtre.
- Les fentes.	Dépourvus de fentes.	Dépourvus de fentes.	Dépourvus de fentes.	Dépourvus de fentes.
- Excentricité du cœur.	Centré.	Centré	Centré	Centré.



D'après le tableau ci-dessus, on remarque qu'il y'a des similitudes et des différences dans les caractéristiques macroscopiques.

➤ Les similitudes résultent dans les caractères suivants :

- Apparence, contour, des cernes.
- l'odeur du bois.
- Visibilité, épaisseur et densité des rayons ligneux.
- Absence de fente au moment des observations.
- Absence d'excentricité du cœur.

➤ Les différences résultent dans les caractères suivants :

- La largeur des cernes.
- Distinction de l'aubier du duramen.
- Régularité des rayons ligneux.
- Couleur du bois de l'aubier et du duramen.

## **VIII. 2. Caractéristiques microscopiques du bois de chêne vert**

### **VIII. 2.1. Caractéristiques descriptives**

#### **VIII .2.1.1. La nature des pores**

Le bois du chêne vert des différents arbres, se présente sous forme d'un bois à zone poreuse. (Planche 1).

#### **VIII .2.1.2. La disposition des pores**

##### **• Taillis de Moutas**

La zone du bois initial et celle du bois final, présentent des pores isolés, de formes ovales ou rondes. (Planche n°1, Fig. n° 29).

##### **• Futaie de Moutas**

Les pores sont isolés, par fois regroupés en files radiale, rarement accolés par deux, leurs formes est rondes ou ovales. (Planche n°1, Fig. n° 30).

##### **• Taillis de Mizab**

Les pores sont isolés, parfois regroupés en plages radiales, de formes rondes ou ovales. (Planche n°1, Fig. n° 31).

- **Futaie de Mizab**

Les pores sont isolés, rarement accolés par deux, de formes ovales ou rondes. (Planche n°1, Fig. n° 32).

### **VIII. 2.1.3. La nature des ponctuations**

D'une façon générale, les ponctuations dans les différents échantillons sont aréolées. (Planche n°4).

#### **2.1.4. La disposition des ponctuations :** (Planche n°4).

- **Taillis de Moutas**

Les ponctuations sont étagées et dispersées, elles sont relativement grandes.

- **Futaie de Moutas**

Les ponctuations sont disposées en rangées horizontales, étagées en une seule file, par fois dispersées, de tailles relativement grandes.

- **Taillis de Mizab**

Les ponctuations sont dispersées, disposées en rangées horizontales, par fois regroupées sous formes de mailles de tamis, de tailles relativement grandes.

- **Futaie de Mizab**

Les ponctuations sont étagées, regroupées en rangées horizontales, elles sont relativement grandes.

### **VIII .2.1.5. Épaississements spiralés**

Dans les deux arbres issues de Moutas et de Mizab, les épaississements spiralés sont absents dans la Futaie et présents rarement dans le Taillis. (Planche n°4).

### **VIII .2.1.6. Les perforations**

Généralement, elles sont uniques dans les différents échantillons. (Planche n°4).

### **VIII .2.1.7. Les thylles**

Les thylles à parois plus ou moins épaisses dans les vaisseaux du bois initial, ses thylles sont plus présents dans le régime de Futaie. (Planche n°1).

**VIII. 2.1.8. La nature du parenchyme : (Planche n°1).**

Généralement, le parenchyme dans les différents arbres est :

- **Apotrachéal** : à cellules isolées et dispersées, par fois disposées en chaînettes.
- **Paratrachéal** : en bandes confluentes et circumvasculaire surtout dans le bois initial.

**VIII. 2.1.9. La nature des rayons ligneux**

Dans les différents échantillons, les rayons sont généralement multisériés homogènes, les rayons homogènes sont aussi présents, quant aux rayons hétérogènes ne sont que rarement présents. (Planche n°2 et Planche n°3).

**Tableau n° 13** : tableau récapitulatif des caractéristiques microscopiques descriptives du chêne vert.

caractère		Origine de l'arbre		Moutas		Mizab	
		Taillis	Futaie	Taillis	Futaie		
<b>vaisseaux</b>	Nature	zone poreuse					
	Disposition	Isolés	Isolés, en files.	Isolés, en plages radiales	isolés		
	Nature des ponctuations	aréolées					
	Disposition des ponctuations	Etagées, dispersées	En rangées horizontale, étagées en une seul file, dispersées	Dispersées, en rangées horizontales, en tamis	Etagées, en rangées horizontales		
	perforations	Uniques					
	Épaississements spiralés	Présent	Absent	Présent	Absent		
	Thylles	Mois présentes	plus présentes	Mois présentes	plus présentes		
	Fibres vasculaires	Présent					
<b>Parenchyme</b>	nature	Apotrachéal (dispersées, en chaînettes) et paratrachéal (en bandes confluentes, circumvasculaire).					
<b>Rayons ligneux</b>	nature	Unisériés homogènes et hétérogène, multisériés homogènes et hétérogène					

D'après le tableau n°13 la différence entre les deux régimes s'observe, surtout, dans la disposition des pores et la disposition des ponctuations. Les deux stations se différencient par les épaissements spiralés et la rareté des thyllés.



Fig.n° 30: Futaie de Moutas .

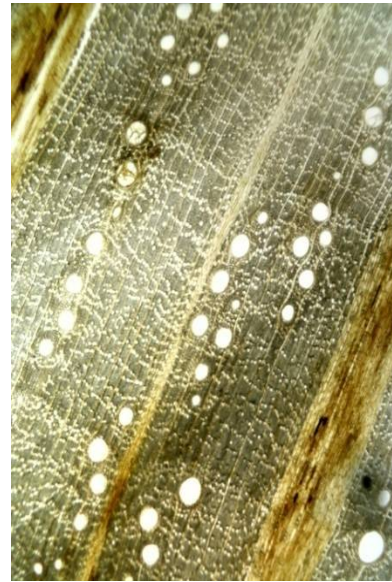


Fig.n° 32: Futaie de Mizab



Fig.n° 29: Taillis de Moutas

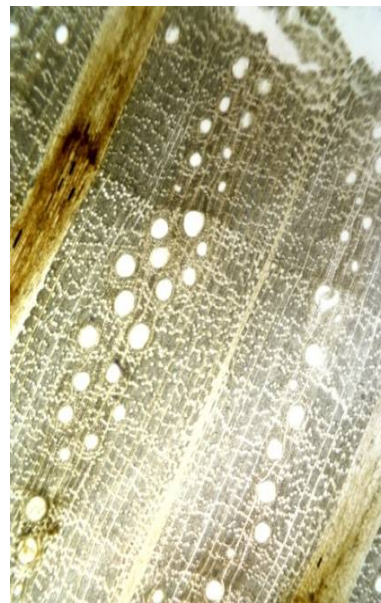


Fig.n° 31: Taillis de Mizab

Planche 1: Aspect microscopique (Plan transversal) du *Quercus rotundifolia* Lamk (Gr x 50).

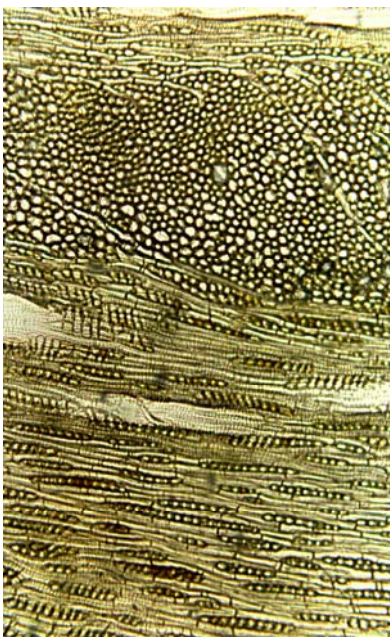


Fig.n° 33 : Taillis de Moutas

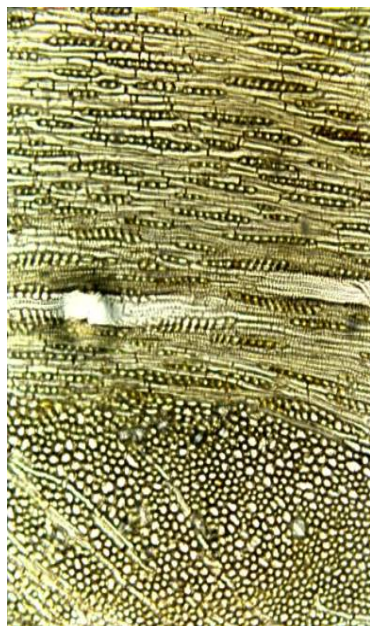


Fig.n° 34 : Futaie de Moutas .

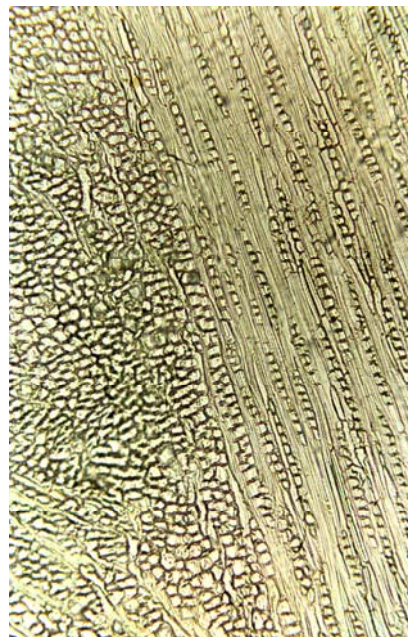


Fig.n° 35 : Taillis de Mizab

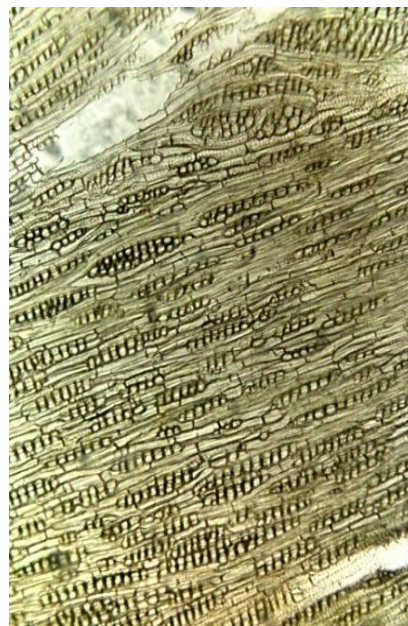


Fig.n° 36: Futaie de Mizab

Planche 2 : Aspect microscopique (Plan tangentiel) du *Quercus rotundifolia* Lamk (Gr x 100).

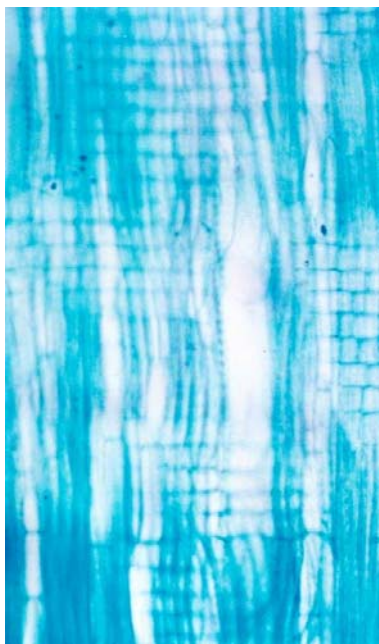


Fig.n° 37 : Taillis de Moutas

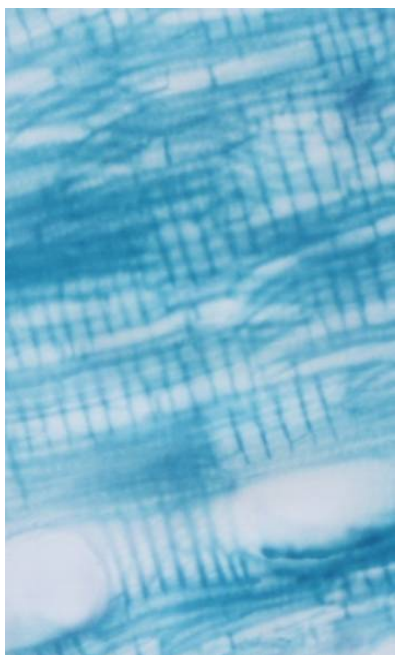


Fig.n° 38 : Futaie de Moutas .



Fig.n° 39 : Taillis de Mizab

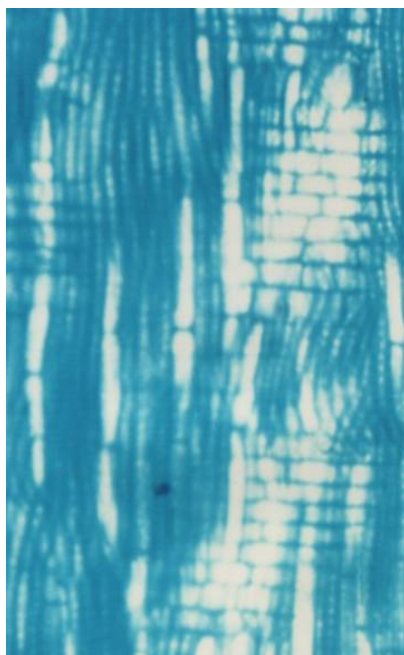


Fig.n° 40: Futaie de Mizab

Planche 3 : Aspect microscopique (Plan radial) du *Quercus rotundifolia* Lamk (Gr x 200).



Fig.n° 42 : Futaie de Moutas



Fig.n° 44 : Futaie de Mizab



Fig.n° 41 : Taillis de Moutas



Fig.n° 43 : Taillis de Mizab

Planche 4 : Fibres du *Quercus rotundifolia* Lamk (Gr x 100).

VIII .2.2. Caractéristiques quantificatives

VIII .2.2.1. Etude comparative

VIII .2.2.1.1. Vaisseaux

➤ Diamètre des vaisseaux du bois initial



Figure n°45 : Histogrammes des diamètres des vaisseaux du bois initial

Tableau n°14 : Diamètres des vaisseaux (bois initial) du bois de chêne vert.

Diamètre des vaisseaux (bois initial) ( $\mu\text{m}$ )	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	99,4	Fins
Futaie de Mizab	90,92	Fins
Taillis de Moutas	102,44	Moyennes
Taillis de Mizab	96	Fins



La lecture du tableau et les histogrammes ci-dessus, fait ressortir les constatations suivantes :

- Dans la Futaie de Moutas et de Mizab et le Taillis de Mizab, le diamètre des vaisseaux du bois initial est qualifié comme « fins ».
- Dans le Taillis de Moutas, le diamètre des vaisseaux du bois initial est qualifié comme « Moyens »
- Dans le régime de futaie, la classe dominante c'est la classe Fin, alors que dans le régime de Taillis la classe dominante c'est la classe Moyenne

➤ Diamètre des vaisseaux du bois final

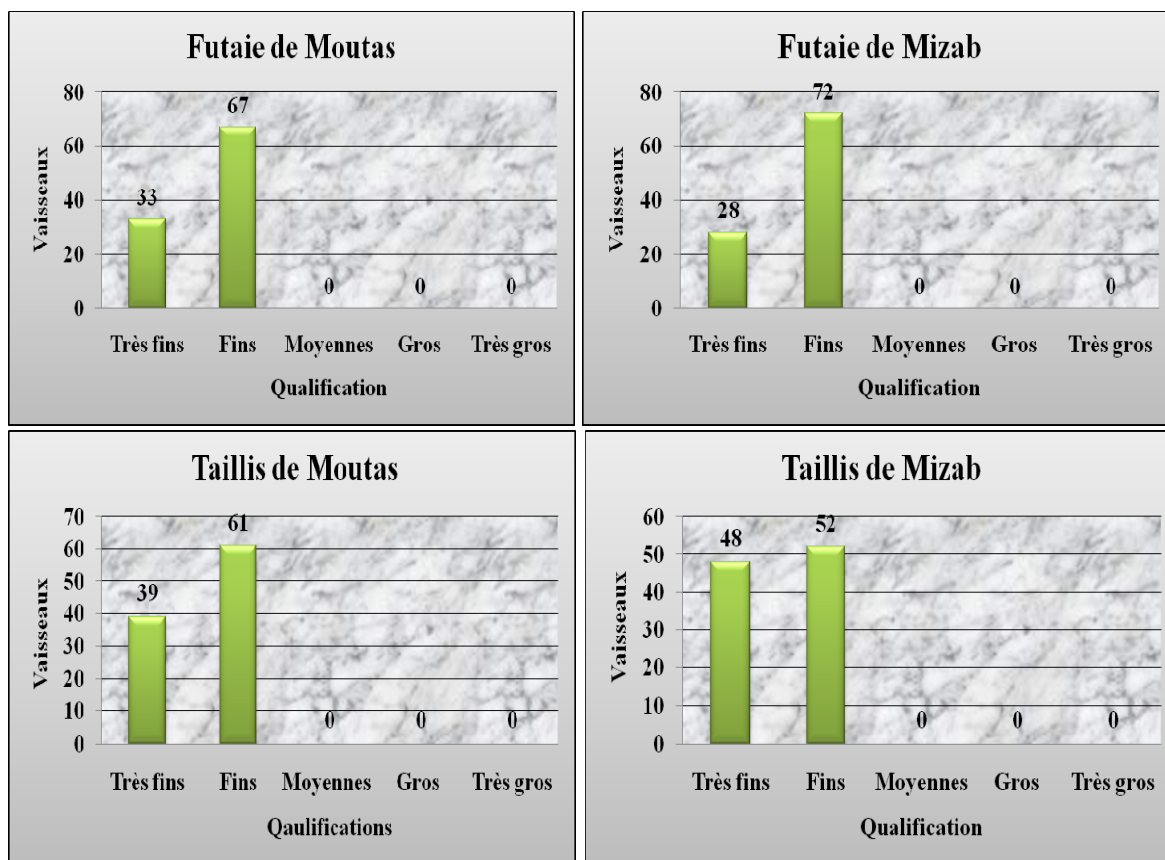


Figure n°46 : Histogrammes des diamètres des Vaisseaux du bois final

Tableau n°15 : Diamètres des vaisseaux (bois final) du bois de chêne vert.

Diamètre des vaisseaux (bois final) (µm)	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	55,1	Fins
Futaie de Mizab	52,88	Fins
Taillis de Moutas	52,5	Fins
Taillis de Mizab	50,4	Fins

L'analyse des histogrammes et le tableau ci-dessus, fait ressortir la constatation suivante :

Dans tous les échantillons le diamètre du bois final est qualifié comme « fin ».

VIII .2.2.1.3. Longuer des vaisseaux



Figure n°47 : Histogrammes des longuers des vaisseaux

Tableau n°15 : Diamètres des vaisseaux (bois final) du bois de chêne vert.

Longueur des vaisseaux (µm)	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	78,7	Courtes
Futaie de Mizab	82,6	Courtes
Taillis de Moutas	73,8	Courtes
Taillis de Mizab	77,4	Courtes

La lecture du tableau et les histogrammes ci-dessus, fait ressortir la constatation suivante :

Dans la longueur des vaisseaux La classe dominante c'est la classe courte.

VIII .2.2.1.4. La densité des vaisseaux

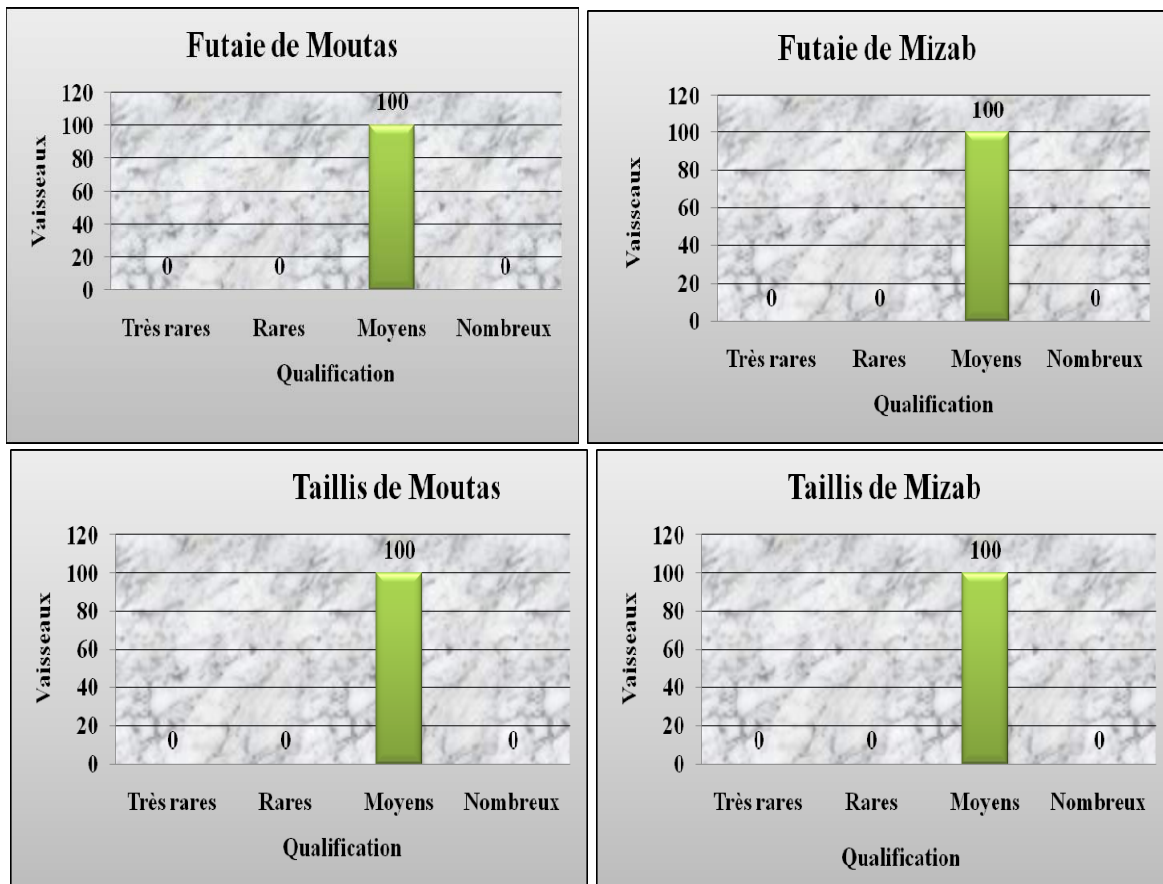


Figure n°48 : Histogrammes des densités des vaisseaux

Tableau n°17 : Densité des vaisseaux du bois de chêne vert.

Nombre des vaisseaux par mm <sup>2</sup>	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	15,04	Moyens
Futaie de Mizab	13,16	Moyens
Taillis de Moutas	15	Moyens
Taillis de Mizab	16,12	Moyens

La lecture du tableau et les histogrammes ci-dessus, fait ressortir la constatation suivante :

La densité des vaisseaux est qualifiée comme Moyenne

VIII .2.2.1.Rayons ligneux

Tableau n°13 : Caractéristiques des rayons ligneux du bois de chêne vert.

VIII .2.2.2.1. Hauteur rayon ligneux unisérie

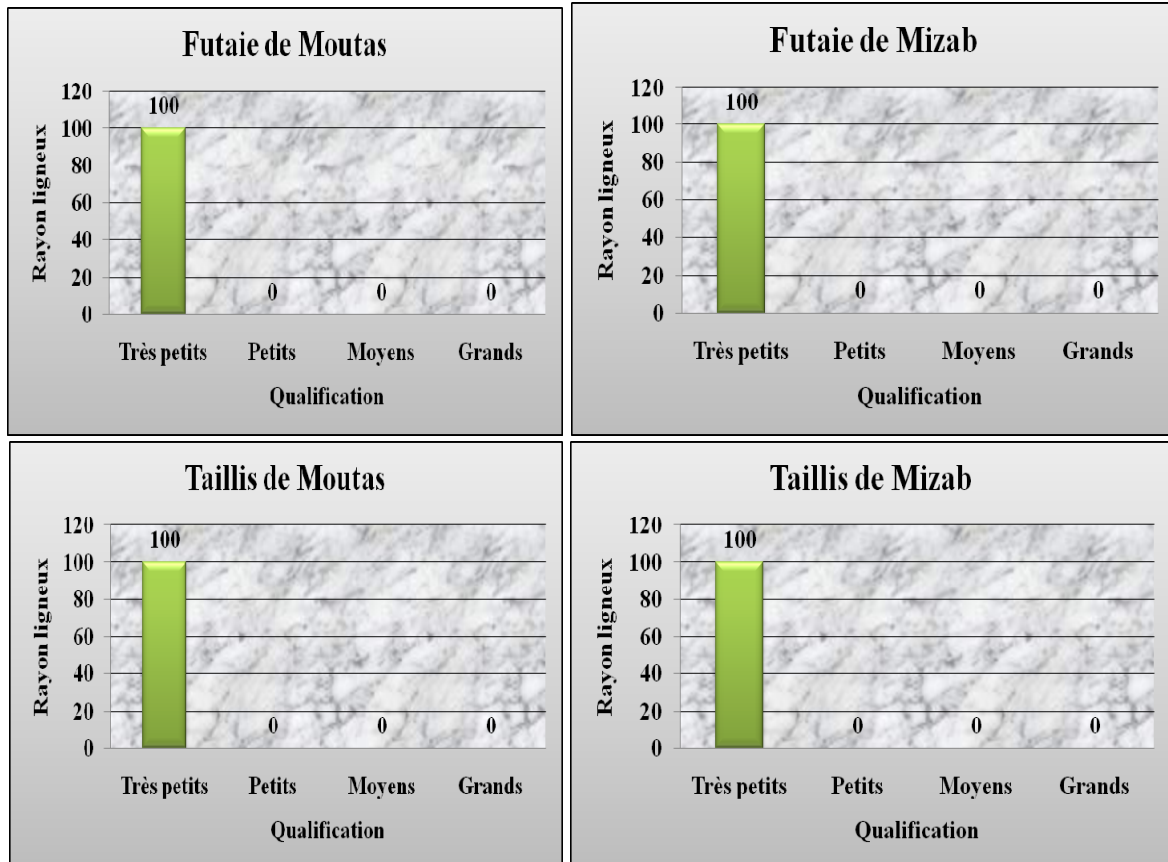


Figure n°49 : Histogrammes des hauteurs des rayons ligneux uniséries

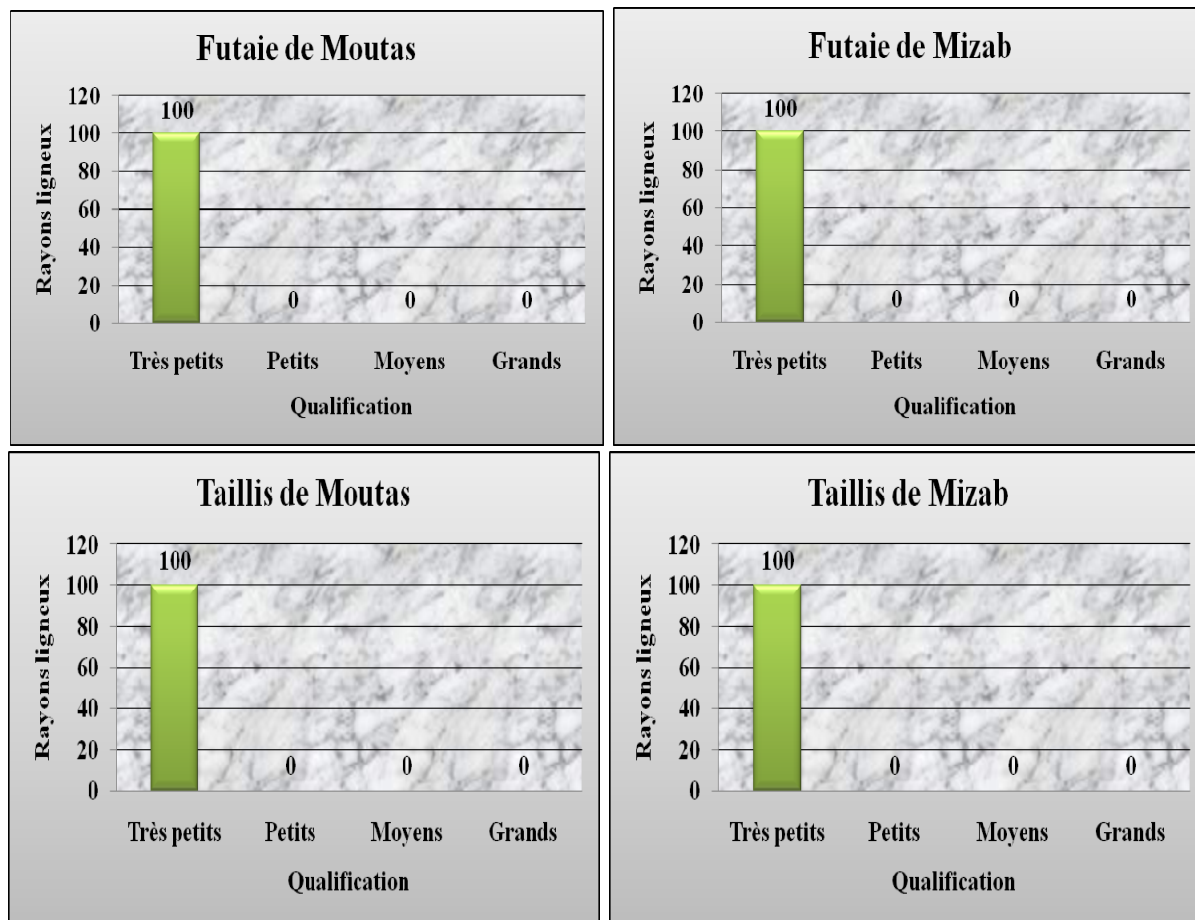
Tableau n°18 : Hauteur des rayons ligneux uniséries du bois de chêne vert.

Hauteur (rayons ligneux uniséries) (µm)	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	170,12	Très petites
Futaie de Mizab	184,65	Très petites
Taillis de Moutas	171,28	Très petites
Taillis de Mizab	183,06	Très petites

L'analyse des histogrammes et le tableau ci-dessus, fait ressortir la constatation suivante :

Dans tous les échantillons la hauteur des rayons ligneux unisérie est qualifiée comme Très petites

**VIII .2.2.2.2. Hauteur rayon ligneux bisérie**



**Figure n°50 : Histogrammes des hauteurs des rayons ligneux biséries**

**Tableau n°19 : Hauteur des rayons ligneux uniséries du bois de chêne vert.**

Hauteur (rayons ligneux biséries) (µm)	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	213,37	Très petites
Futaie de Mizab	227,2	Très petites
Taillis de Moutas	193,64	Très petites
Taillis de Mizab	239,2	Très petites

L'analyse des histogrammes et le tableau ci-dessus, fait ressortir la constatation suivante :

Dans tous les échantillons la hauteur des rayons ligneux bisérié est qualifiée comme Très petites.

VIII .2.2.2.3. Hauteur rayon ligneux multisérie

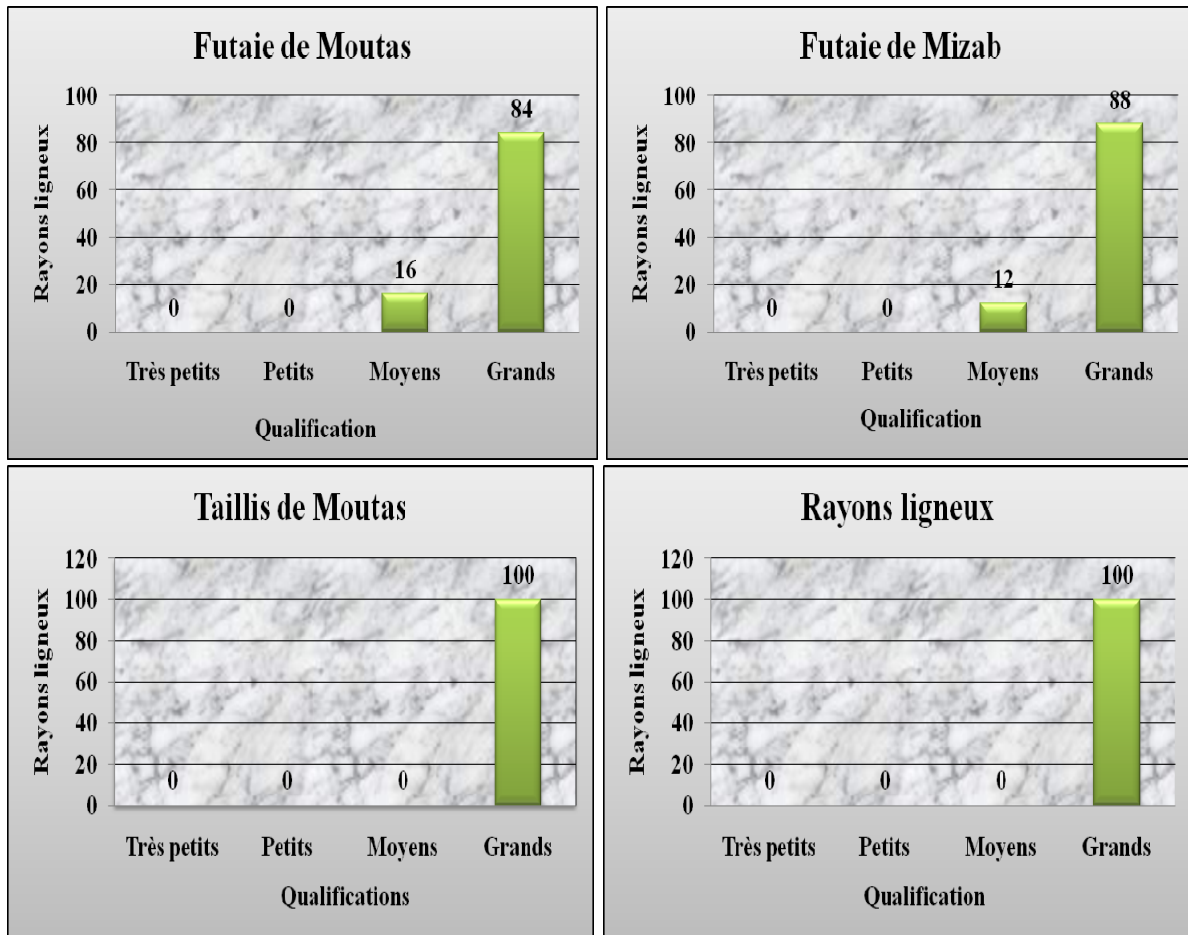


Figure n°51 : Histogrammes des hauteurs des rayons ligneux multiséries

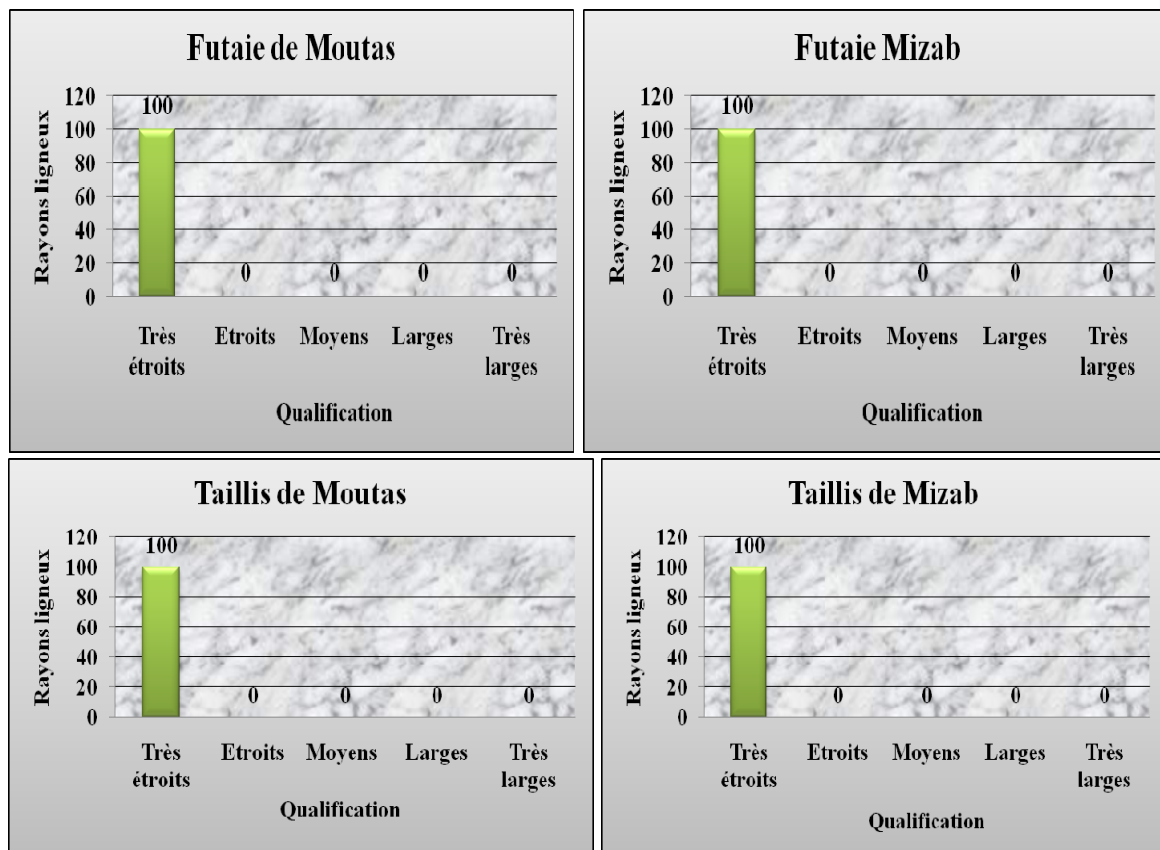
Tableau n°20 : Hauteur des rayons ligneux multiséries du bois de chêne vert.

Hauteur (rayons ligneux multiséries) (µm)	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	5346,5	Grandes
Futaie de Mizab	7112	Grandes
Taillis de Moutas	6501,5	Grandes
Taillis de Mizab	8338	Grandes

L'analyse des histogrammes et le tableau ci-dessus, fait ressortir la constatation suivante :

Dans tous les échantillons la hauteur des rayons ligneux multisérie est qualifiée comme grande

**VIII .2.2.2.4. Largeur rayon ligneux unisérie**



**Figure n°52 : Histogrammes des largeurs des rayons ligneux uniséries.**

**Tableau n°21 : Largeur des rayons ligneux uniséries du bois de chêne vert.**

Largeur (rayons ligneux uniséries) (µm)	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	15,41	Très étroites
Futaie de Mizab	10,50	Très étroites
Taillis de Moutas	13,59	Très étroites
Taillis de Mizab	10,78	Très étroites

L'analyse des histogrammes et le tableau ci-dessus, fait ressortir la constatation suivante :

Dans tous les échantillons la largeur des rayons ligneux unisérie est qualifiée comme Très étroite

VIII .2.2.2.5. Largeur rayon ligneux bisérie

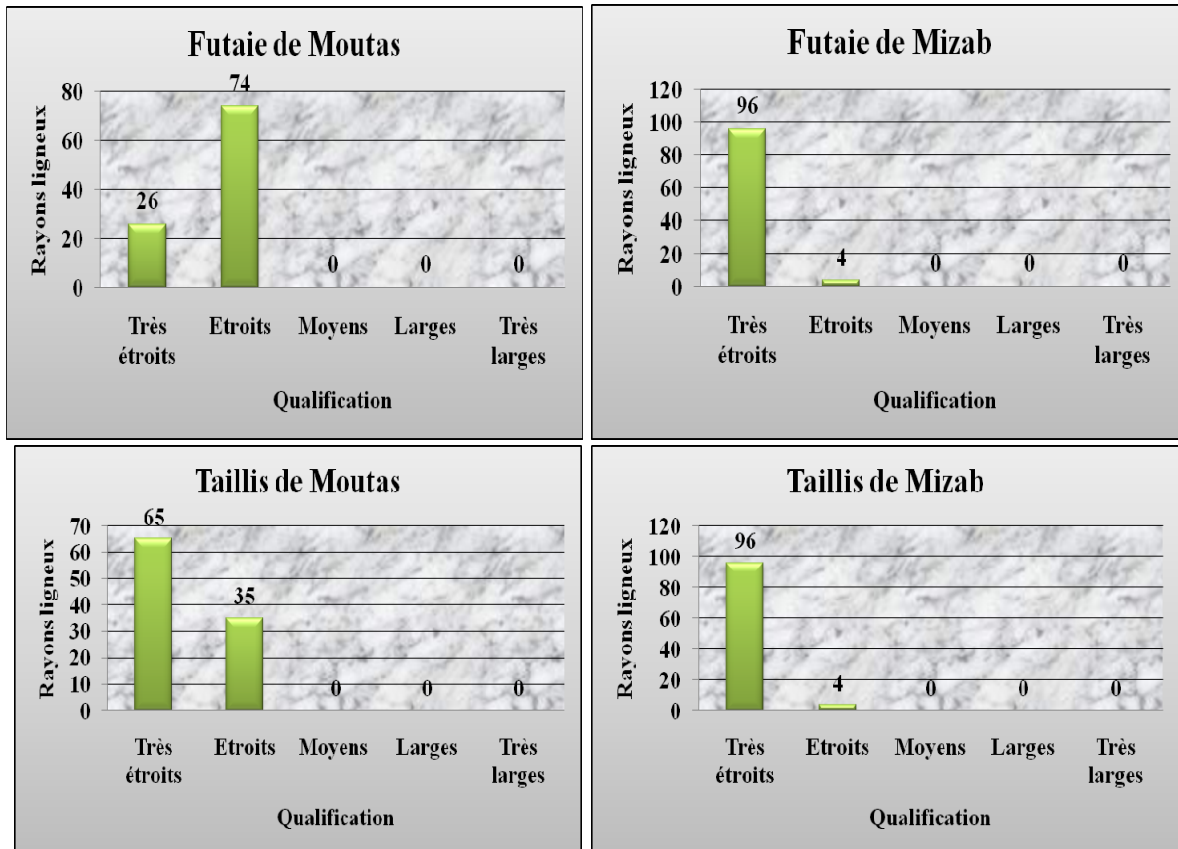


Figure n°53 : Histogrammes des largeurs des rayons ligneux biséries.

Tableau n°22 : Largeur des rayons ligneux biséries du bois de chêne vert.

Largeur (rayons ligneux biséries) (µm)	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	27,1	Etroites
Futaie de Mizab	18,21	Très étroites
Taillis de Moutas	23,03	Très étroites
Taillis de Mizab	19,01	Très étroites

La lecture du tableau et les histogrammes ci-dessus, fait ressortir les constatations suivantes :

- Dans la Futaie de Moutas la largeur des rayons ligneux bisérie est qualifié comme étroite.
- Dans le Taillis de Moutas et de Mizab et la Futaie de Mizab la largeur des rayons ligneux bisérié est qualifié comme Très étroites



VIII .2.2.2.6. Largeur rayon ligneux multisérie

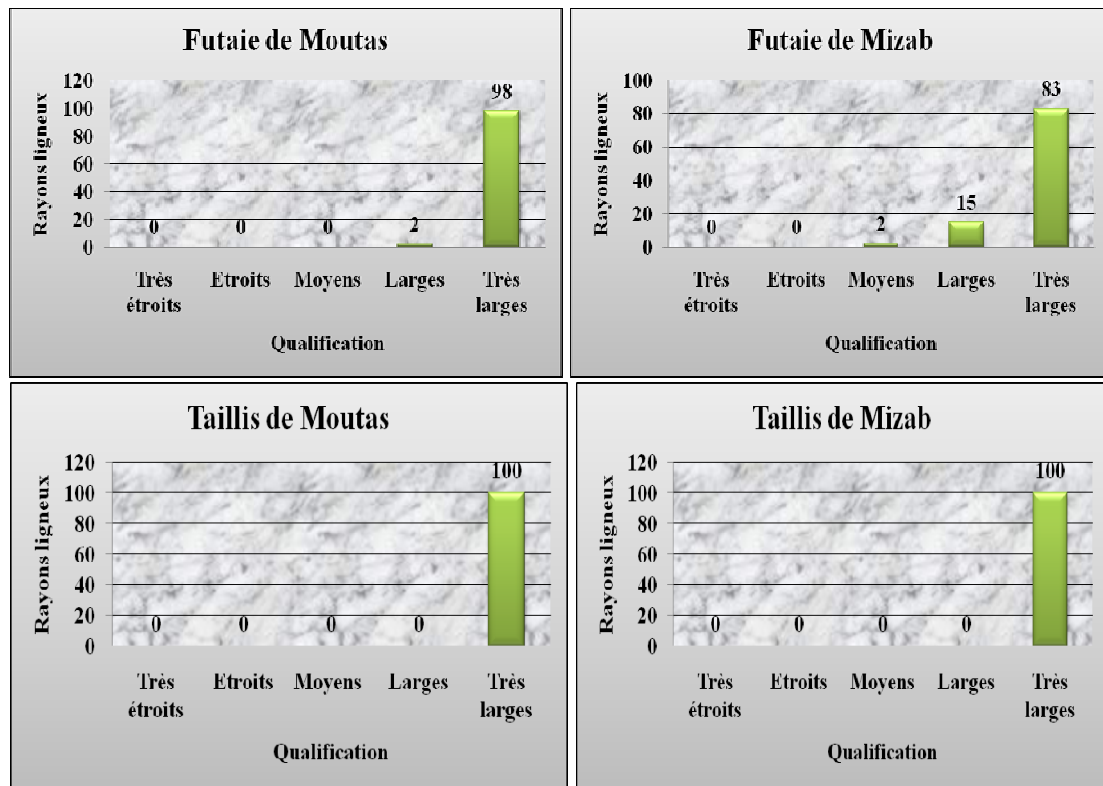


Figure n°54 : Histogrammes des largeurs des rayons ligneux multiséries.

Tableau n°23 : Largeur des rayons ligneux multiséries du bois de chêne vert.

Largeur (rayons ligneux multiséries) (µm)	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	642,2	Très larges
Futaie de Mizab	405,55	Très larges
Taillis de Moutas	561,08	Très larges
Taillis de Mizab	521,1	Très larges

La lecture du tableau et les histogrammes ci-dessus, fait ressortir les constatations suivantes :

Dans tous les échantillons la largeur des rayons ligneux multiséries est qualifiée comme Très larges.

VIII .2.2.2.7. Le nombre de rayon par mm

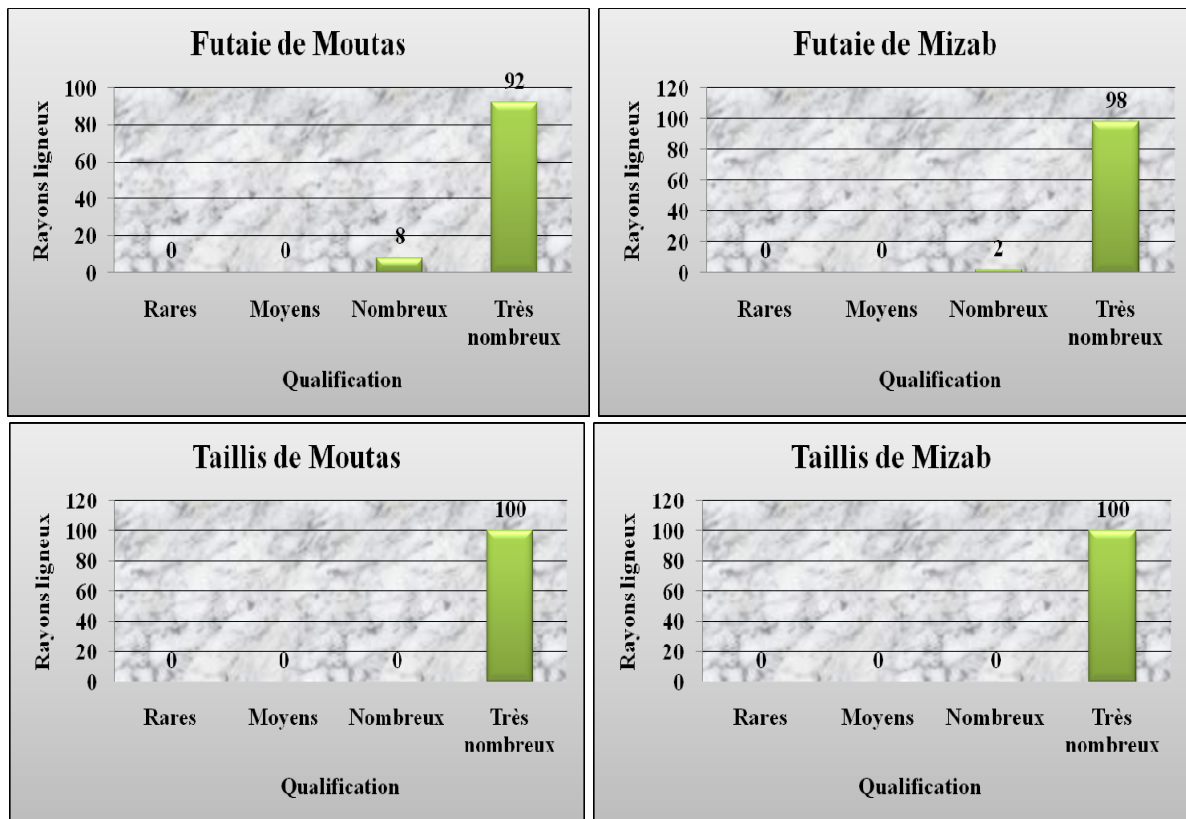


Figure n°55 : Histogrammes du nombre des rayons ligneux par mm .

Tableau n°24 : Le nombre des rayons ligneux par mm du bois de chêne vert.

Nombre des rayons ligneux par mm	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	18,84	Très nombreux
Futaie de Mizab	19,7	Très nombreux
Taillis de Moutas	18,52	Très nombreux
Taillis de Mizab	18,84	Très nombreux

L'analyse des histogrammes et le tableau ci-dessus, fait ressortir la constatation suivante :

Dans tous les échantillons le Nombre des rayons ligneux par mm est qualifiée comme Très nombreux.

VIII .2.2.3. Les fibres

VIII .2.2.3.1. La longueur des fibres

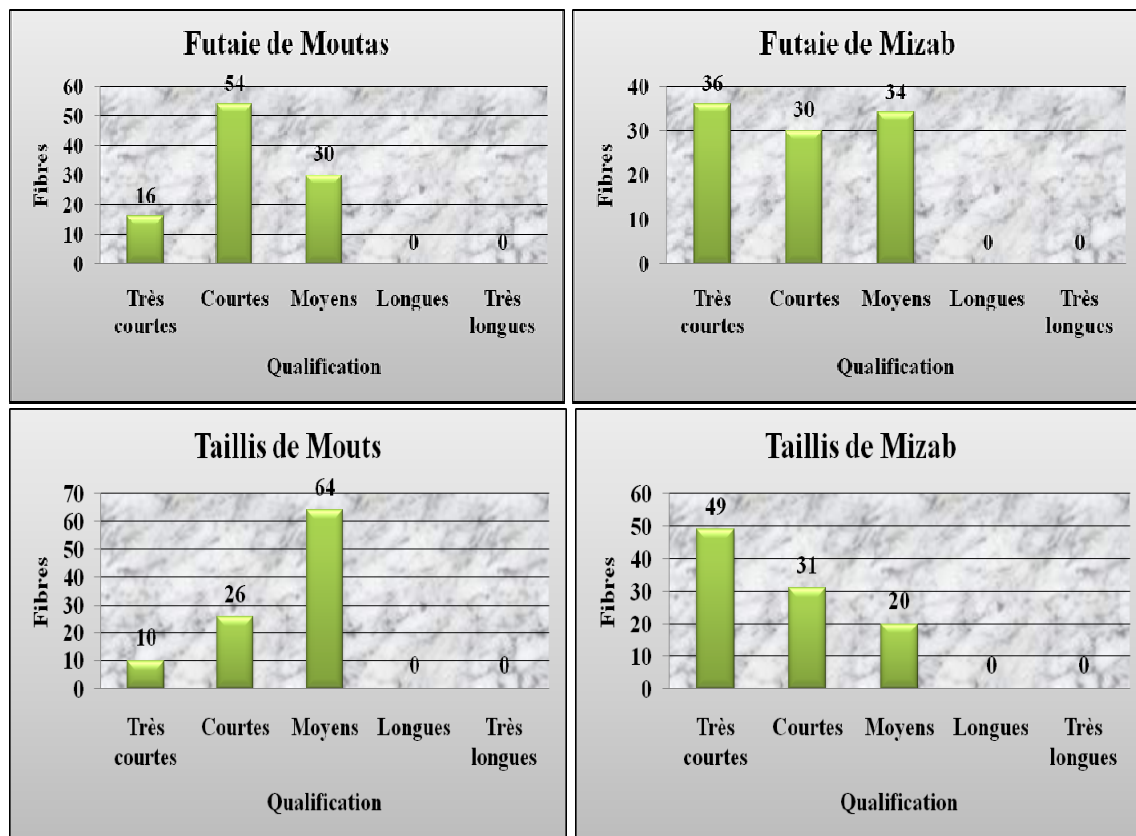


Figure n°56 : Histogrammes des longueurs des fibres

Tableau n°25 : La longueur des fibres du bois de chêne vert.

Longueur (µm)	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	824,6	Courtes
Futaie de Mizab	790	Courtes
Taillis de Moutas	894,4	Courtes
Taillis de Mizab	661	Très courtes

La lecture du tableau et les histogrammes ci-dessus, fait ressortir les constatations suivantes :

- Dans tous les échantillons la moyenne de la longueur des fibres est qualifiée comme courte.
- Dans les échantillons issus du Mizab, la classe dominante est Très courte

- Dans les échantillons du Futaie de Moutas la classe dominante est Courte.
- Dans les échantillons du Taillis de Moutas la classe dominante est Moyenne.

VIII .2.2.3.2. La largeur des fibres

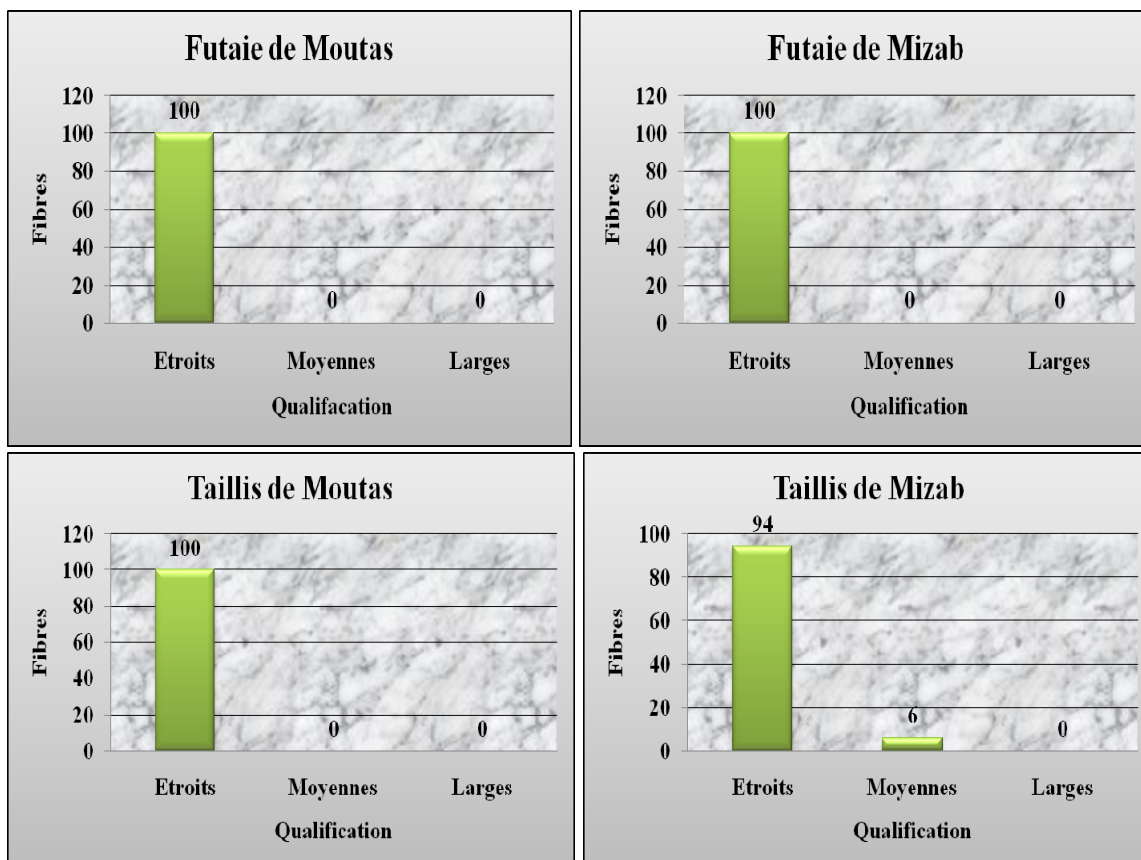


Figure n°57 : Histogrammes des largeurs des fibres.

Tableau n°26 : La largeur des fibres du bois de chêne vert.

Largeur (µm)	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	14,1	Etroites
Futaie de Mizab	14,25	Etroites
Taillis de Moutas	13,35	Etroites
Taillis de Mizab	15,35	Etroites

L'analyse des histogrammes et le tab.n°24 ci-dessus, fait ressortir la constatation suivante :

Dans tous les échantillons la largeur des fibres est qualifiée comme étroite.

VIII .2.2.3.3. Epaisseur de la parois des fibres

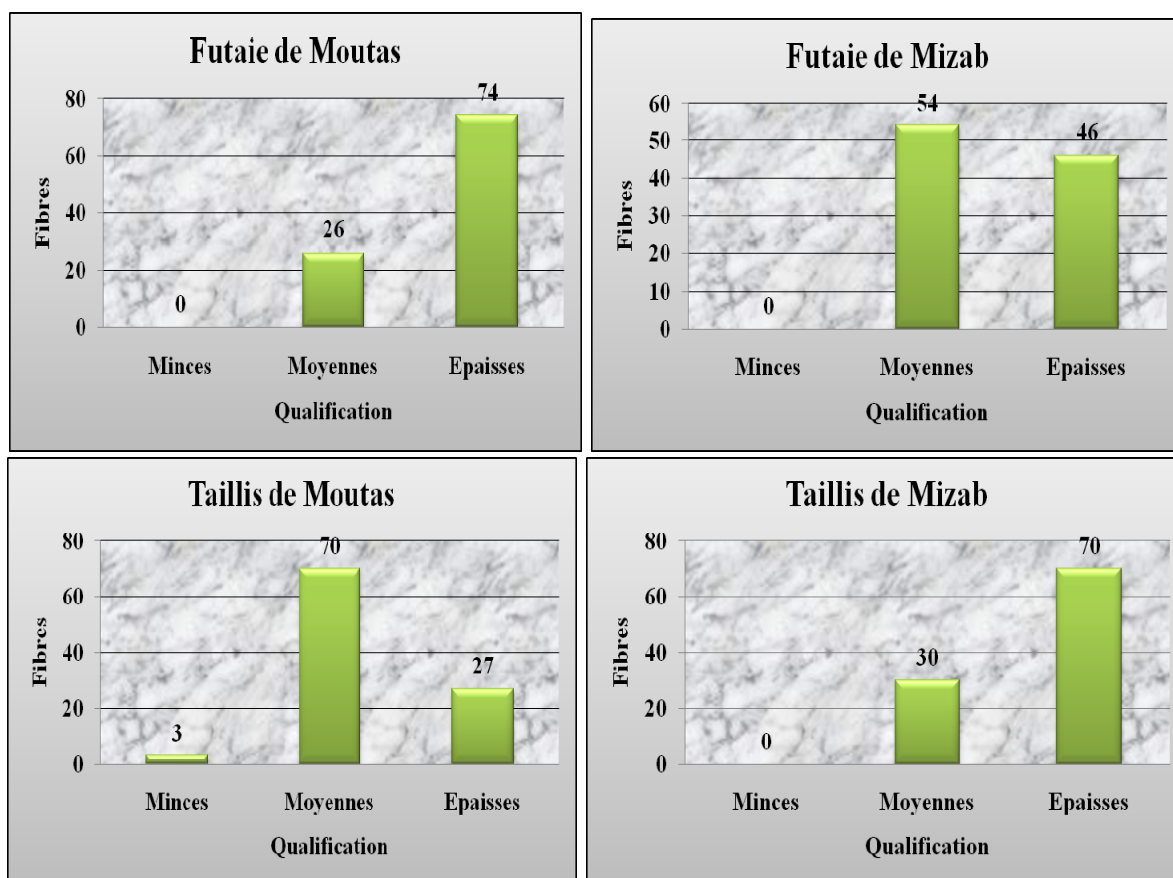


Figure n°58 : Histogrammes des épaisseurs des parois des fibres

Tableau n°27 : L'épaisseur des parois des fibres du bois de chêne vert.

Epaisseur de la paroi (µm)	Valeur moyenne	Qualification
Futaie de Moutas	11,52	Epaisse
Futaie de Mizab	10,47	Epaisse
Taillis de Moutas	9,32	Moyennes
Taillis de Mizab	12,01	Epaisse

Le tableau n°27 et les histogrammes n°58, font ressortir les constatations suivantes :

- Dans les échantillons du Taillis de Moutas , l'épaisseur de la paroi des fibres est qualifiée comme moyen, alors que dans les échantillons du Futaie de Moutas et de Mizab et du Taillis de Mizab la moyenne de l'épaisseur de la paroi des fibres est qualifié comme épaisse.

- Dans les échantillons du Futaie de Moutas et du Taillis de Mizab, la classe dominante c'est l'épaisse, et dans les échantillons du Futaie de Mizab et du Taillis de Moutas la classe dominante c'est la classe moyenne.

VIII .2.2.Etude statistique

Tableau n°28 : Analyses statistiques des caractéristiques anatomiques des vaisseaux du *Quercus rotundifolia-Lamk*

Caractéristiques des vaisseaux	Valeur moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation
<b>Futaie de Moutas</b>			
Diamètre (bois initial) (µm)	99,4	25,1267494	0,2527842
Diamètre (bois final) (µm)	55,1	13,6902974	13,6902974
Longueur (µm)	78,7	14,6442666	0,18607709
Nombre par mm <sup>2</sup>	15,04	1,93802982	0,12885837
<b>Futaie de Mizab</b>			
Diamètre (bois initial) (µm)	90,92	26,5770008	0,29231193
Diamètre (bois final) (µm)	52,88	14,1915325	0,2683724
Longueur (µm)	82,6	11,8167831	0,14306033
Nombre par mm <sup>2</sup>	13,16	2,53349282	0,19251465
<b>Taillis de Moutas</b>			
Diamètre (bois initial) (µm)	102,44	31,9584073	0,31197196
Diamètre (bois final) (µm)	52,5	12,007994	0,22872369
Longueur (µm)	73,8	13,1256553	0,17785441
Nombre par mm <sup>2</sup>	15	2,20192753	0,14679517
<b>Taillis de Mizab</b>			
Diamètre (bois initial) (µm)	96	20,4000396	0,21250041
Diamètre (bois final) (µm)	50,4	13,847656	0,27475508

Longueur ( $\mu\text{m}$ )	77,4	13,7157286	0,1772058
Nombre par $\text{mm}^2$	16,12	2,18941439	0,13581975

**Tableau n°29** : Analyses statistiques des caractéristiques anatomiques des rayons ligneux du *Quercus rotundifolia-Lamk*

Caractéristiques des rayons ligneux	Valeur moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation
<b>Futaie de Moutas</b>			
Hauteur (rayons unisériés) ( $\mu\text{m}$ )	170,12	51,0638895	0,30016394
Hauteur (rayons bisériés) ( $\mu\text{m}$ )	213,37	83,5263861	0,39146265
Hauteur (rayons multisériés) ( $\mu\text{m}$ )	5346,5	1899,73755	0,35532359
Largeur (rayons unisériés) ( $\mu\text{m}$ )	15,415	3,0486832	0,19777381
Largeur (rayons bisériés) ( $\mu\text{m}$ )	27,1	5,612936	0,20711941
Largeur (rayons multisériés) ( $\mu\text{m}$ )	642,2	148,137119	0,23067132
Nombre de cellules par hauteur (rayons unisériés)	9,44	3,54571872	0,3756058
Nombre de cellules par hauteur (rayons bisériés)	11,04	4,23052878	0,38320007
Nombre par mm	18,84	2,33860876	0,12412998
<b>Futaie de Mizab</b>			
Hauteur (rayons unisériés) ( $\mu\text{m}$ )	184,65	71,5432164	0,38745311
Hauteur (rayons bisériés) ( $\mu\text{m}$ )	227,2	75,9056764	0,33409189
Hauteur (rayons multisériés) ( $\mu\text{m}$ )	7112	2277,48222	0,32023091
Largeur (rayons unisériés) ( $\mu\text{m}$ )	10,505	2,70987252	0,25796026
Largeur (rayons bisériés) ( $\mu\text{m}$ )	18,21	3,12102677	0,17139082
Largeur (rayons multisériés) ( $\mu\text{m}$ )	405,55	173,893174	0,42878356
Nombre de cellules par hauteur	10,71	4,57771281	0,42742417

(rayons unisériés)			
Nombre de cellules par hauteur (rayons bisériés)	13	4,36700207	0,33592324
Nombre par mm	19,7	2,63810461	0,13391394
<b>Taillis de Moutas</b>			
Hauteur (rayons unisériés) ( $\mu\text{m}$ )	171,28	44,9107038	0,26220635
Hauteur (rayons bisériés) ( $\mu\text{m}$ )	193,64	57,3556193	0,29619717
Hauteur (rayons multisériés) ( $\mu\text{m}$ )	6501,5	1685,26674	0,25921199
Largeur (rayons unisériés) ( $\mu\text{m}$ )	13,59	2,52450615	0,18576204
Largeur (rayons bisériés) ( $\mu\text{m}$ )	23,0325	4,25328973	0,1846647
Largeur (rayons multisériés) ( $\mu\text{m}$ )	561,08	104,962011	0,18707138
Nombre de cellules par hauteur (rayons unisériés)	8,92	3,189883	0,3576102
Nombre de cellules par hauteur (rayons bisériés)	11,03	3,44789498	0,31259247
Nombre par mm	18,52	1,89885665	0,10253006
<b>Taillis de Mizab</b>			
Hauteur (rayons unisériés) ( $\mu\text{m}$ )	183,06	68,7602804	0,37561608
Hauteur (rayons bisériés) ( $\mu\text{m}$ )	239,2	89,3260965	0,37343686
Hauteur (rayons multisériés) ( $\mu\text{m}$ )	8338	1816,38335	0,21784401
Largeur (rayons unisériés) ( $\mu\text{m}$ )	10,7825	2,31422233	0,21462762
Largeur (rayons bisériés) ( $\mu\text{m}$ )	19,015	2,7716822	0,14576293
Largeur (rayons multisériés) ( $\mu\text{m}$ )	521,1	96,7256351	0,18561818
Nombre de cellules par hauteur (rayons unisériés)	8,46	2,9556315	0,34936543
Nombre de cellules par hauteur (rayons bisériés)	13,56	5,06985546	0,37388315
Nombre par mm	18,84	1,70986443	0,09075714



**Tableau n°30** : Analyses statistiques des caractéristiques anatomiques des Fibres du *Quercus rotundifolia-Lamk.*

Caractéristiques des fibres	Valeur moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation
<b>Futaie de Moutas</b>			
Longueur (µm)	824,6	172,804672	0,20956181
Largeur (µm)	14,1	1,56991925	0,11134179
Epaisseur de la paroi (µm)	11,52	2,04361533	0,17739716
Cavité	2,98	0,90987845	0,30532834
<b>Futaie de Mizab</b>			
Longueur (µm)	790	220,041318	0,27853331
Largeur (µm)	14,25	2,78660215	0,19555103
Epaisseur de la paroi (µm)	10,47	2,46983826	0,23589668
Cavité	3,78	1,17705333	0,31138977
<b>Taillis de Moutas</b>			
Longueur (µm)	894,4	155,656446	0,17403449
Largeur (µm)	13,35	2,33603739	0,17498407
Epaisseur de la paroi (µm)	9,32	2,4990099	0,26813411
Cavité	4,03	0,96875428	0,24038568
<b>Taillis de Mizab</b>			
Longueur (µm)	661	271,321123	0,41047068
Largeur (µm)	15,35	3,98893672	0,25986558
Epaisseur de la paroi (µm)	12,01	3,85270468	0,3207914
Cavité	3,44	1,52302198	0,44273895

**VIII .2.3. Evaluation de l'effet du climat, régime sylvicole et l'interaction sur les caractéristiques anatomiques quantitatives**

L'interprétation des résultats du présent travail se base sur l'analyse de la variance (ANOVA2) à deux facteurs contrôlés.

**VIII .2.3.1. Vaisseaux**

**VIII .2.3.1.1. Diamètre**

**VIII .2.3.1.1.1. Dans la zone du bois initial**

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	5565	5565	8,02	<b>0,005</b>
Régime sylvicole	1	1648	1648	2,38	0,124
Interaction	1	104	104	0,15	0,699
Erreur	396	274744	694		
Total	399	282062			

En remarque le climat a un effet significatif sur le diamètre des vaisseaux du bois initial. Le Prévalue (P) = 0,005 < 0,05

**VIII .2.3.1.1.2. Dans la zone du bois final**

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	467	467	2,57	0,109
Régime sylvicole	1	645	645	3,56	0,060
Interaction	1	0	0	0,00	0,964
Erreur	396	71753	181		
Total	396	72865			

En remarque qu'il n'y a aucun effet du climat et du régime sur le diamètre des vaisseaux du bois final.

**VIII .2.3.1.2. Longueur**

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	1406	1406	7,87	<b>0,005</b>
Régime sylvicole	1	2550	2550	14,28	<b>0,000</b>
Interaction	1	2	2	0,01	0,911
Erreur	396	70735	179		
Total	399	74694			

Le traitement statistiques « ANOVA2 », montre que le climat a un effet significatif sur la longueur des vaisseaux (Prévalue (P) = 0,005 < 0,05), le régime présente un effet très hautement significatif sur la longueur des vaisseaux Prévalue (P) = 0,005 < 0,05. L'interaction du régime avec le climat (Prévalue (P) = 0,005 < 0,05), ne présente aucun effet sur la longueur des vaisseaux.

VIII .2.3.1.3. Densité (nombre par mm<sup>2</sup>)

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	14,44	14,44	2,91	0,089
Régime sylvicole	1	213,16	213,16	43,03	<b>0,000</b>
Interaction	1	225,00	225,00	45,42	<b>0,000</b>
Erreur	396	1961,84	4,95		
Total	396	2414,44			

En remarque que le climat n'a pas un effet significatif, alors que le régime et l'interaction ont des effets très hautement significatifs sur la densité des vaisseaux.

## VIII .2.3.2. Rayons ligneux

## VIII .2.3.2.1. Hauteur

## • Rayons unisériés

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	17305	17305	4,78	<b>0,029</b>
Régime sylvicole	1	5	5	0,00	0,972
Interaction	1	189	189	0,05	0,819
Erreur	396	1432619	3618		
Total	396	1450118			

En remarque que sauf le climat qu'elle a un effet mais peu significatif sur la hauteur des rayons unisériés.

## • Rayons bisériés

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	88179	88179	14,69	<b>0,000</b>
Régime sylvicole	1	1494	1494	0,25	0,618
Interaction	1	25170	25170	4,19	<b>0,041</b>
Erreur	396	2376708	6002		
Total	396	2491551			

En remarque que l'interaction a un effet peu significatif, et le climat a un effet très hautement significatif, alors que le régime sylvicole na pas un effet sur la hauteur des rayons ligneux bisériés.

## • Rayons multisériés

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	324360100	324360100	86,87	<b>0,000</b>
Régime sylvicole	1	141729025	141729025	37,96	<b>0,000</b>
Interaction	1	126025	126025	0,03	0,854
Erreur	396	1,479E+09	3733825		
Total	396	1,945E+09			

En remarque que le climat et le régime sylvicole ont des effets très hautement significatifs, et l'interaction n'a pas un effet sur la hauteur des rayons ligneux multisériés.

VIII .2.3.2.2. Largeur

- **Rayons unisériés**

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	1489,00	1489,00	209,96	<b>0,000</b>
Régime sylvicole	1	59,87	59,87	8,44	<b>0,004</b>
Interaction	1	110,51	110,51	15,58	<b>0,000</b>
Erreur	396	2808,30	7,09		
Total	396	4467,67			

Le climat, le régime et l'interaction ont des effets très hautement significatifs sur la largeur des rayons ligneux unisériés.

- **.Rayons bisériés**

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	4165,1	4165,1	248,59	<b>0,000</b>
Régime sylvicole	1	266,1	266,1	15,88	<b>0,000</b>
Interaction	1	593,5	593,5	35,42	<b>0,000</b>
Erreur	396	6634,8	16,8		
Total	396	11659,6			

Le climat, le régime et l'interaction ont des effets très hautement significatifs sur la largeur des rayons ligneux bisériés.

- **Rayons multisériés**

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	1913104	1913104	105,47	<b>0,000</b>
Régime sylvicole	1	29636	29636	1,63	0,202
Interaction	1	966977	966977	53,31	<b>0,000</b>
Erreur	396	7183075	18139		
Total	396	10092792			

Le climat et l'interaction ont des effets très hautement significatifs sur la largeur des rayons ligneux multisériés et le régime n'a pas un effet sur la largeur des rayons ligneux multisériés.

VIII .2.3.2.3. Nombre des cellules par hauteur des rayons

- **Rayons unisériés**

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	16,4	16,4	1,25	0,264
Régime sylvicole	1	191,8	191,8	14,63	<b>0,000</b>
Interaction	1	74,8	74,8	5,71	<b>0,017</b>
Erreur	396	5191,4	13,1		
Total	396	5474,5			

Le régime a un effet très hautement significatif et l'interaction a un effet peu significatif, alors que le climat n'a pas un effet sur le nombre des cellules par hauteur des rayons ligneux unisériés.

• **Rayons bisériés**

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	504,0	504,0	27,04	<b>0,000</b>
Régime sylvicole	1	7,6	7,6	0,41	0,525
Interaction	1	8,1	8,1	0,44	0,510
Erreur	396	7381,4	18,6		
Total	396	7901,1			

Le climat a un effet très hautement significatif sur le nombre des cellules par hauteur des rayons ligneux bisériés, et le climat et l'interaction n'ont pas un effet.

**VIII .2.3.2.4. Nombre des rayons par mm**

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	34,81	34,81	7,34	<b>0,007</b>
Régime sylvicole	1	34,81	34,81	7,34	<b>0,007</b>
Interaction	1	7,29	7,29	1,54	0,216
Erreur	396	1876,84	4,74		
Total	396	1953,75			

Le climat et le régime ont des effets très significatifs, et l'interaction n'a pas un effet significatif sur le nombre des rayons par mm.

**VIII .2.3.3. Fibres**

**VIII .2.3.3.1. Longueur**

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	1795600	1795600	40,78	<b>0,000</b>
Régime sylvicole	1	87616	87616	1,99	0,159
Interaction	1	988036	988036	22,44	<b>0,000</b>
Erreur	396	17436248	44031		
Total	396	20307500			

Le climat et l'interaction ont des effets très hautement significatifs, et le régime n'a pas un effet sur la longueur des fibres.

**VIII .2.3.3.2. Largeur**

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	115,56	115,56	14,63	<b>0,000</b>
Régime sylvicole	1	3,06	3,06	0,39	0,534
Interaction	1	85,56	10,83	10,83	<b>0,001</b>
Erreur	396	3128,25	7,90		

Total	396	3332,44			
-------	-----	---------	--	--	--

Le climat et l'interaction ont des effets très hautement significatifs, et le régime n'a pas un effet sur la largeur des fibres.

#### VIII .2.3.3.3. Epaisseur de la paroi

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	67,24	67,24	8,58	<b>0,004</b>
Régime sylvicole	1	10,89	10,89	1,39	0,239
Interaction	1	349,69	349,69	44,60	<b>0,000</b>
Erreur	396	3105,12	7,84		
Total	396	3532,94			

Le climat et l'interaction ont des effets très hautement significatifs, et le régime n'a pas un effet sur l'épaisseur de la paroi de la fibre.

#### VIII .2.3.3.4. Cavité

Source de variabilité	DL	SC	CM	F	P
Climat	1	1,10	1,10	0,81	0,370
Régime sylvicole	1	12,60	12,60	9,21	<b>0,003</b>
Interaction	1	48,30	48,30	35,31	<b>0,000</b>
Erreur	396	541,67	1,37		
Total	396	603,68			

L'interaction et le régime ont des effets très hautement significatifs, et le climat n'a pas un effet sur la cavité des fibres.

### VIII .2.4. Les matrices des corrélations

Nous essayons par l'étude de la matrice de corrélation de trouver à quel degré un paramètre influe sur les autres. A cet effet, on a codifié les variables quantifiés de la façon suivante :

#### VIII .2.4.1. Futaie de Moutas

##### VIII .2.4.1.1 Les vaisseaux

	Dia,v,bi	Dia,v,bf	Long, v
Dia,v,bf	0,037		
Long,v	0,028	-0,004	
Nbr/mm <sup>2</sup>	-0,093	0,014	0,144

Il n'y a aucune corrélation entre les différentes caractéristiques des vaisseaux de la Futaie de Moutas.

VIII .2.4.1.2. Les rayons ligneux

	Ht,r,l,u	Ht,r,l,b	Ht,r,l,m	Lg,r,l,u	Lg,r,l,b	Lg,r,l,m	Nbr,C,u	Nbr,C,b
Ht,r,l,b	0,002							
Ht,r,l,m	-0,065	0,040						
Lg,r,l,u	0,012	0,164	-0,060					
Lg,r,l,b	0,037	0,389	-0,067	-0,055				
Lg,r,l,m	-0,104	0,133	0,045	-0,045	0,028			
Nbr,C,u	0,067	-0,028	0,111	-0,101	0,103	-0,017		
Nbr,C,b	-0,097	<b>0,828</b>	0,042	0,104	0,371	0,163	-0,058	
Ryon/mm	0,064	-0,047	0,033	0,166	-0,181	0,063	-0,032	0,007

Il n'ya qu'une seule corrélation entre la hauteur des rayons ligneux bisériés et le nombre des cellules bisériés.

VIII .2.4.1.3. Les fibres

	Long,fbr	Lg,fbr	2p
Lg,fbr	-0,058		
2p	-0,191	0,285	
C	-0,279	0,341	0,262

Aucune corrélation n'a été enregistrée.

VIII .2.4.2. Futaie de Mizab

VIII .2.4.2.1. Les vaisseaux

	Dia,v,bi	Dia,v,bf	Long,v
Dia,v,bf	0,231		
Long,v	-0,138	-0,114	
Nbr/mm <sup>2</sup>	0,209	0,131	0,172

Aucune corrélation n'a été enregistrée.

VIII .2.4.2.2. Les rayons ligneux

	Ht,r,l,u	Ht,r,l,b	Ht,r,l,m	Lg,r,l,u	Lg,r,l,b	Lg,r,l,m	Nbr,C,u	Nbr,C,b
Ht,r,l,b	0,007							
Ht,r,l,m	0,107	-0,140						
Lg,r,l,u	0,005	0,029	0,105					
Lg,r,l,b	0,014	0,063	-0,111	0,165				
Lg,r,l,m	0,065	-0,015	0,079	-0,059	-0,038			
Nbr,C,u	-0,063	-0,062	0,036	-0,042	-0,033	-0,105		
Nbr,C,b	-0,030	<b>0,971</b>	-0,116	0,010	-0,024	-0,033	-0,036	
Ryon/mm	0,130	-0,120	0,156	-0,067	-0,069	0,024	-0,081	-0,154

Il n'y a qu'une seule corrélation entre la hauteur des rayons ligneux bisériés et le nombre des cellules par hauteur des rayons ligneux bisériés.

VIII .2.4.2.3. Les fibres

	Long,fbr	Lg,fbr	2p
Lg,fbr	0,044		
2p	0,142	<b>0,907</b>	
C	-0,195	0,465	0,048

Il n'y a qu'une seule corrélation entre la largeur des fibres et l'épaisseur de la paroi des fibres.

VIII .2.4.3. Taillis de Moutas

VIII .2.4.3.1. Les vaisseaux

	Dia,v,bi	Dia,v,bf	Long,v
Dia,v,bf	0,035		
Long,v	0,068	-0,136	
nbr/mm2	0,036	-0,061	0,126



Aucune corrélation n'a été enregistrée.

**VIII .2.4.3.2. Les rayons ligneux**

	Ht,r,l,u	Ht,r,l,b	Ht,r,l,m	Lg,r,l,u	Lg,r,l,b	Lg,r,l,m	Nbr,C,u	Nbr,C,b
Ht,r,l,b	0,028							
Ht,r,l,m	0,048	0,115						
Lg,r,l,u	0,138	-0,174	-0,060					
Lg,r,l,b	0,131	-0,010	-0,028	0,063				
Lg,r,l,m	0,019	0,047	-0,131	0,049	0,032			
Nbr,C,u	0,189	0,150	0,003	0,021	0,095	0,136		
Nbr,C,b	0,121	0,048	0,040	-0,064	0,076	0,065	0,266	
Ryon/mm	0,037	-0,098	-0,087	0,093	-0,024	-0,026	-0,023	-0,073

Aucune corrélation n'a été enregistrée.

**VIII .2.4.3.3. Les fibres**

	Long,fbr	Lg,fbr	2p
Lg,fbr	0,197		
2p	0,371	<b>0,922</b>	
C	-0,481	0,033	-0,357

Il n'ya qu'une seule corrélation entre la largeur des fibres et l'épaisseur de la paroi des fibres.

**VIII .2.4.4. Taillis de Mizab**

**VIII .2.4.4.1. Les vaisseaux**

	Dia,v,bi	Dia,v,bf	Long,v
Dia,v,bf	0,220		
Long,v	-0,066	-0,127	
nbr/mm2	0,196	-0,208	-0,185

--	--	--	--

Aucune corrélation n'a été enregistrée.

**VIII .2.4.4.2. Les rayons ligneux**

	Ht,r,l,u	Ht,r,l,b	Ht,r,l,m	Lg,r,l,u	Lg,r,l,b	Lg,r,l,m	Nbr,C,u	Nbr,C,b
Ht,r,l,b	0,247							
Ht,r,l,m	-0,096	0,052						
Lg,r,l,u	0,010	-0,128	-0,271					
Lg,r,l,b	0,181	0,086	0,051	0,090				
Lg,r,l,m	0,013	0,113	0,100	-0,170	0,111			
Nbr,C,u	-0,071	0,057	-0,008	0,024	0,314	0,011		
Nbr,C,b	0,187	<b>0,972</b>	0,035	-0,134	0,000	0,105	0,035	
Ryon/mm	0,361	0,177	-0,023	0,075	-0,078	-0,007	0,103	0,169

Il n'ya qu'une seule corrélation entre la hauteur des rayons ligneux bisériés et le nombre des cellules par hauteur des rayons ligneux bisériés.

**VIII .2.4.4.3. Les fibres**

	Long,fbr	Lg,fbr	2p
Lg,fbr	-0,175		
2p	-0,132	<b>0,923</b>	
C	-0,077	-0,075	-0,098

Il n'ya qu'une seule corrélation entre la largeur des fibres et l'épaisseur de la paroi des fibres.

# Conclusion

## CONCLUSION

Au terme de ce travail portant sur l'étude de l'effet du climat et du régime sylvicole sur la qualité du bois de chêne vert (*quercus roduntifolia, Lamk*) des Monts de Tlemcen les principaux faits saillants résultats s'articulent autour de l'effet du climat, du régime sylvicole et de l'interaction sur les différents constituants anatomiques du bois de chêne vert (*Quercus rotundifolia, Lamk*).

-Par rapport au climat, celui-ci présente un effet très hautement significatif sur :

- La hauteur des rayons ligneux bisériés et multisériés.
- Le nombre des cellules par hauteur des rayons ligneux bisériés et multisériés.
- La largeur de tous les types des rayons.
- La largeur et la longueur des fibres.

-En effet, le climat présente un effet très significatif sur l'épaisseur de la paroi des fibres, par contre celui-ci présente un effet moyennement significatif sur les caractères anatomiques telles que :

- Le diamètre des vaisseaux du bois initial.
- La longueur des vaisseaux.
- Le nombre des rayons ligneux par mm.

-En fin le climat présente un effet peu significatif sur la hauteur des rayons unisériés.

Par rapport au régime, celui-ci présente un effet très hautement significatif sur :

- La longueur des vaisseaux.
- la densité des vaisseaux.
- la hauteur des rayons ligneux multisériés.
- la largeur des Rayons ligneux bisériés.
- le nombre des cellules par hauteur des rayons unisériés.

-Il paraît clairement que l'origine (graines ou rejets et drageon) présente un effet Très significatif sur :

- Le diamètre de la cavité de la fibre.
- La largeur des Rayons ligneux unisériés.

-Le régime présente un effet moyennement significatif sur le nombre des rayons ligneux par mm.

-L'interaction régime-climat présente un effet très hautement significatif sur

- la densité des vaisseaux.
- la largeur des rayons ligneux unisériés, bisériés et multisériés.
- la largeur, la longueur, le diamètre de la cavité et l'épaisseur de la paroi des fibres.

-Par contre cet interaction présente un effet peu significatif sur

- le nombre des cellules par hauteur des rayons unisériés.
- La hauteur des Rayons ligneux bisériés.

Les corrélations trouvées entre les différents constituants anatomiques du bois de chêne vert se présentent de la manière suivante:

- La corrélation entre les vaisseaux des deux stations sous les deux régimes sylvicoles est absente.
- la hauteur et le nombre des cellules bisériés sont corrélés positivement dans tous les échantillons à l'exception de Taillis de la station de Moutas.
- La largeur des fibres et l'épaisseur de leur paroi sont corrélés positivement dans tous les échantillons à l'exception du régime futaie de Moutas.

En ce qui concerne l'influence du climat et du régime sylvicole sur les propriétés mécaniques, physiques, le grain et les aptitudes à la finition ainsi que les aptitudes papetières, il nous paraît intéressant de noter les points suivants :

Il semble bien que le climat sub-humide ait un effet important sur la résistance du bois à la compression, dont La classification de nos échantillons est comme suite :

- Taillis de Mizab.
- Futaie de Mizab.
- Futaie de Moutas.
- Taillis de Moutas, Possédant un diamètre des vaisseaux plus important et des fibres moins épaisses.

Par rapport au grain, le climat subhumide a un effet moyennement significatif sur ce critère et par conséquent il a un effet négatif sur la finition du bois. L'échantillon de Taillis de Moutas au travail de finition de ponçage, laisse des surfaces pelucheuses par rapport aux autres échantillons.

Concernant le collage et le vernissage, Le climat subhumide a un effet moyennement important sur ce critère et par conséquent il a un effet négatif sur la finition du bois. Le bois de l'échantillon de Taillis de Moutas est plus poreux et donc, la colle est absorbée par le bois, ce qui risque de donner des joints maigres. Cela se

traduit par une résistance mécanique anormalement élevée et de faibles pourcentages d'adhérence.

Pour le dernier critère étudié, aptitudes papetières, le tableau 29 est éloquent.

**Tableau n° 29: Qualification des Fibres de nos échantillons selon les indices papetières**

	Coefficient de souplesse	Qualification	Coefficient de feutrage	Qualification	Coefficient de Runkel
Futaie de Moutas	0,21	Mauvaise	58,48	Bonne	3,86
Futaie de Mizab	0,26	Mauvaise	13,33	Mauvaise	2,77
Taillis de Moutas	0,30	Moyenne	66,99	Bonne	2,31
Taillis de Mizab	0,22	Mauvaise	43,06	Moyenne	3,50

En régime de futaie et en climat subhumide, les fibres présentent un pouvoir élastique important. À l'exception du taillis de Moutas, Le Coefficient de souplesse est d'une qualification moyenne et mauvais dans les autres cas.

En ce qui concerne le coefficient de feutrage et en allant vers une plus grande humidité, celui-ci devient plus important. Les fibres se compriment et sont alors plus serrées les uns aux autres. Le Coefficient de feutrage est bon dans les échantillons de Moutas.

Dans le climat sub-humide, en régime de taillis le coefficient de Runkel est plus élevé qu'en régime de futaie, en climat semi-aride c'est l'effet contraire qui se produit. Dans la Futaie de Moutas et le Taillis de Mizab, le coefficient de Runkel des fibres est plus grand que les autres.

Dans la perspective d'un doctorat, il serait intéressant de cartographier les peuplements de chêne vert dans la région d'étudier la typologie des peuplements en vue d'approfondir les différents potentiels existants et les mettre en relation avec la qualité.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ACHERAR, M., RAMBAL, S., LEPART J. 1991:** Evolution des potentiels hydriques foliaire et de la conductivité stomatique de quatre chênes méditerranéens, lors d'une période de sécheresse. *Annale des sciences forestières* 48 : 561-573.
- **ACKERMANN F., 1995 :** Etude de l'influence du type de station forestière sur la qualité du bois du chêne pédonculé (*Quercus robur L.*) dans le Sud-Ouest de la France. Thèse de doctorat de l'ENGREF, Sciences forestières, 156p.
- **AOUED B, 1993 :** Micro caisson papetière. Variabilité des rendements du chêne vert (âge juvénile) caractéristiques morphologiques et botaniques et des fibres. Thèse d'ingénieur, Tlemcen, 144p.
- **BAGNOULS F., et GAUSSEN., 1953 :** Saison sèche et indice xérothermique *Bull.Soc.Hist. Nat. Toulouse.* 88 5364.
- **BAKOUR, R. 2003 :** Influence de l'espèce et de la provenance des deux principaux chênes Français (*Quercus robur L. Quercus petraea Liebel*) sur la structure anatomique et les propriétés physiques du bois de Merrain. Thèse de doctorat. École nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts, centre de Nancy : 150-156.
- **BARBERO et LOISEL., 1980 :** Le chêne vert en région méditerranéenne. *Rev. For. Fr.* 32 p.
- **BARBERO, M., LOISEL, R., QUEZEL, P. 1992 :** Biogeography, ecology and history of Mediterranean *Quercus ilex* ecosystems. *Vegetal* 99 -100: 19-34.
- **BELLON, S., CABANES, B., DIMANCHE, N., GUERIN, G., MSIKA B.1996 :** Les ressources sylvo-pastorales des chênaies méditerranéennes. *Forets méditerranéennes.* XVII.3 : 197-209.
- **BENABDELI, K. 1996 :** Aspects physionomico-structural et dynamique des écosystèmes forestiers face a la pression Anthropozoogene dans les Monts de Tlemcen et les Monts de Dhaya (Algerie septentrionale occidentale). Thèse d'état. Université de Sidi Bel Abbes.356 p et annexes.
- **BENABDELI K., 1983 :** Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de la pression anthropozoogène sur la végétation dans la massif forestier de Télagh (Algérie). Thèse Doc. Sp. Aix Marseille III.
- **BENEST M., 1985 :** Evolution de la plate forme de l'Ouest algérien et du Nord-Est Marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé . Stratigraphie, milieux De dépôt et dynamique sédimentaire. Thèse. Doc. Es. Sc. Lyon, Fasc 1 et 2, 585p.

- **BERGES L., 1998** : Variabilité individuelle et collective de la croissance et de la densité du bois de *Quercus petaea* (Matt) Liebl. en relation avec les facteurs écologiques. Thèse de doctorat de l'ENGREF, Sciences forestières, 348 p.
- **BERRICHI M., 2010** : Détermination des aptitudes technologiques du bois de *quercus rotundifolia* lamk et possibilités de valorisation. Tlemcen, p,149.
- **BERRICHI M., 1993** : Contribution a l'étude de la production et de la qualité du bois de trois espèces du genre *Quercus* (Chêne vert, chêne liège, chêne zéen) cas des monts de Tlemcen. Thèse de magister, Alger (I.N.A), 120p.
- **BOSSHARD H. H., 1965**: Aspects of the aging process in cambium and xylem. *Holzforschung*, 19 (3) : 65 –69.
- **BOUDJIMAR M., 1983** : Essai d'amélioration d'un taillis de chêne vert (*Quercus ilex*) à El Hassasna (W. Saida) : Dépressage et coupe de régénération. Thèse d'ingénieur agronome. INA. 67 p.
- **BOUDY P., 1952** : Guide forestière en Afrique du Nord. 487p. Eat la maison rustique.
- **BOUDY P., 1950** : Economie forestière Nord Africaine. Monographie et traitement des essences forestières. Tome II. Fasicule I. Ed .Larose . Paris. 524p.
- **BRAUN H. J., 1983** : Zur Dynamik des Wassertransportes in Bäumen. Berlin-Deutsche Botanische Gesellschaft, 96, 29 – 47.
- **BURNEL L., et PELISSIER. C., 2009** : Méthode de préparation d'échantillons de bois feuillus pour utilisation en dendrochronologie. Cah. Techn. INRA, p. 5-12.
- **CARLQUIST Sh., 1988** : Comparative wood anatomy, systematic, ecological, and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Springer Verlag, 436 p.
- **CASPERSON G., 1967**: Über die Bildung von Zellwänden bie Laubhölzern. Mitt. 4 : Untersuchungen an Eiche (*Quercus robur L.*). *Holzforschung* 21 (1), p.1-6.
- **CHAPELET J et DIROL D., 1991** : Bois mode d'emploi et préservation. Département de Biologie- Environnement- Technologie. Paris. 175p.
- **COCHARD M., TYREE M.T., 1990**: Xylem dysfunction in *Quercus* : vessel sizes, tyloses, cavitation and seasonal changes in embolism. *Tree Physiology*, 6 : p. 393 – 407.
- **COLLARDET J., et BESSET J., 1992** : Bois commerciaux. Feuillus des zones tempérées. Tome II, Vial H. & centre Technique du bois de l'Ameublement, Dourdan, 400 p.
- **COURTOIS H., ELLING W., et BUSH A., 1964** : Einfluss von Jahrringbreite und alter auf den mikroskopischen Bau von Trauben- und stieleichenholz. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 5/6, p. 181 –191.



- **COURTOISIE R, 1976** : Étude des relations entre stations et qualité du bois de Chêne en forêt de Bride et de St Jean. Rapport de stage ENITEF, Station de Recherches sur la Qualité des Bois, INRA-CRF, Nancy - Champenoux, Juillet, 54pp + annexes 52pp.
- **DAGNELIE P., 1988** : Statistique théorique et appliquée. Tom I, P. A. GEMBLoux, 31 p.
- **DAGET P., 1977** : Le bioclimat méditerranéen: caractères généraux, mode de caractérisation. *Végétation*. 34: 1-20.
- **DAGNELIE P., 1973** : Théories et méthodes statistiques. Volume 1. P. A. GEMBLoux, 317 p.
- **DAHMANI M., 1997**. Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse de Doctorat Es-sciences. Ecologie. Institut des sciences naturelles. USTHB. Alger.329P.
- **DAHMANI M., 1984** : Contribution à l'étude des groupements à chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lamk) des monts de Tlemcen. Thèse. Doc. 3<sup>ème</sup> cycle. Université d'Alger. 238p.
- **DE MARTIN P., (1974)** : Analyse des cernes dendrochronologie et dendroclimatologie. Edit, Masson Et Cie. Paris, 78p. 21 Fig.
- **DEBRACH, J.1953** : Note sur le climat du Maroc occidental. *Maroc médical*. 32 (342).pp.1122-1134.
- **DEMARTONNE E., 1926** : Une nouvelle fonction climatologique. L'indice d'aridité. *La météorologie*.
- **DETTIENNE P., 1988** : Cours illustre d'anatomie du bois. CIRAD. Paris. 47p.
- **DILHEM A., 1982** : Etablissement d'un tarif de cubage pour les taillis de chêne vert de la région d'El Hassasna (W. Saida) et étude des principales propriétés physiques de cette essence. Thèse d'ingénieur agronome. INA. Alger. 40p.
- **DJEBAILI S., 1978** : Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et l'Atlas Saharien algérien. Thèse Doct. Univ. Sci. Techn. Languedoc. Montpellier, 229 p, ann.
- **DUBIEF J., 1959** : Le climat du Shara : tome 1. Inst. Rech. Sah. Mém. h. s, 314p.
- **EMBERGER L., 1955** : Une classification biogéographique des climats. *Rev. Zool. Fac. Sci. Montpellier*. Pp 1- 43.
- **EMBERGER L., 1952** : Sur le quotient pluviothermique. *Compt. Rendu Acad. Sc.* 234: 2508-2510.

- **EYONOOWOUNDI R., 1992** : Modélisation de la rétractabilité du bois en relation avec des paramètres de la structure de l'accroissement annuel et de la position dans l'arbre chez (*Quercus robur L et Quercus petraea liebl.*)Thèse de doctorat de l'ENGREF, Sciences forestières, 270 p.
- **FAVRICHON, V., GOURLET-FLEURY, S., BAR-HEN, A. & DESSARD, H., 1998** : Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide : éléments pour une méthodologie d'analyse des données. *Série FORAFRI. Document 14.* 73 p.
- **FENGEL N., WEGENER G., 1989**: Wood : chemistry, ultrastructure, reactions. Walter de Gruyter, Berlin-New York, 613 p.
- **FEUILLAT, 1996** : Contribution à l'étude des phénomènes d'échanges bois/vin/atmosphère à l'aide d'un "fût" modèle. Thèse de doctorat de l'ENGREF, Sciences forestières, 396 p.
- **FEUILLAT F., KELLER R., HUBER F., 1998** : « Grain » et qualité du chêne de tonnellerie (*Quercus robur L., Quercus petraea Liebl.*) : Mythe ou réalité ? (Première partie). Revue des OEnologues n° 87, p. 11 - 16.
- **FEUILLAT F., HUBER F., KELLER R., 1993** : La porosité du bois de Chêne (*Quercus robur L., Quercus petraea Liebl.*) utilisé en tonnellerie. Relation avec la variabilité de quelques caractéristiques physiques et anatomiques du bois. Revue Française d'OEnologie\_n° 142, P. 5 - 19.
- **FEUILLAT F., DUPOUEY J., SCIAMA D., KELLER R., 1997**: A new attempt at discrimination between *Quercus petraea* and *Quercus robur* based on wood anatomy. Can. J. Res. Vol. 27, N° 3: p. 343 – 351.
- **GARNIER A., ANFODILLO T., SABATTI M., COCHARD H., DREYER E., TOMASI M., VALENTINI R., et BREDA N., 1994** : Axial and radial water flow in the trunks of oak trees : a quantitative and qualitative analysis. Tree Physiology, 14, p. 1383 – 1396.
- **GARTNER B., 1995**: Patterns of xylem variation within a tree and their hydraulic and mechanical consequences. Dans : plant stems physiology and functional morphology (B. L.Gartner, Ed.), Academic press, San Diego, p. 125 – 149.
- **GASSON P., 1987**: Some implications of anatomical variations in the wood of pedunculate oak (*Quercus robur L*), including comparison with common beech (*Fagus sylvatica L*). IAWA Bull. n. s. 8 (2),p. 149 – 166.
- **GERRY E. J., 1914** : Tyloses : their occurrence and practical significance in some American wood. Journal of Agricultural Research, 1 : P445 – 469.
- **GRECO J., 1966** : L'érosion, la défense et la restauration des sols. Le reboisement en Algérie. M.A.R.A. Alger.
- **GROSSER D., 1977**: Die Holzer Mitteleuropas.Ein mikrographischher. Tehratlas. Springer Verlag. Verlag.Berlin Heildeberg .New York.

- **GUILLEY E., 2000** : La densité du bois de chêne sessile (*Quercus petraea*). Elaboration d'un modèle pour l'analyse des variabilités intra – et inter – arbre ; origine et évaluation non destructive de l'effet « arbre » ; Interprétation anatomique du modèle proposé. Thèse de doctorat de l'ENGREF, Sciences forestières, 206p.
- **GUILLEY., et NEPVEU., 2003** : Interprétation anatomique des composantes d'un modèle mixte de densité du bois chez le Chêne sessile (*Quercus petraea* Liebl) : âge du cerne compté depuis la moelle, largeur de cerne, arbre, variabilité interannuelle, duraminisation. Ann. For. Sci., 60 (4), pp. 331-346.
- **GUITARD, D. 1987**. Le bois matériau d'ingénierie. Annals of Forest Sciences. Volume 56 : 467-478.
- **HAMMOUDI A., 1982** : Contribution à l'étude d'un inventaire forestier (Méthodologie et analyse) dans les taillis de chêne vert (*Quercus ilex*) de la forêt d'El Hassasna (W.Saida). Thèse d'ingénieur agronome. INA. 73p.
- **Hillis W. E., 1987**: Heartwood and tree exudates. Springer Verlag, Berlin Heildeberg, New york, 268 p.
- **HOFMANN P., 1987** : Mesure de la variabilité de la couleur du bois : méthodologie et influence de l'anatomie du plan ligneux et de la variation angulaire du débit. DEA Sciences du bois ; 74 p.
- **HUBER B., 1982** : Effet de défoliations des chênes par les hannetons sur la structure du bois. Revue Forestière Française, Vol. 3, p. 185 – 190.
- **HUBER B., 1935**: Die physiologische Bedeutung der Ring- und zerstreutporigkeit. Berlin-Deutsche Botanische Gesellschaft, 53, p. 711 – 719.
- **HUBER B., HOLDHEIDE W., et RAACK K., 1941** : Zur Frage der Unterscheidbarkeit des Holzes von stiel- und traubeneiche. Holz als Roh- und Werkstoff, t. 4, (11), p. 373 – 380.
- **HUBER F., 1993** : Déterminisme de la surface des vaisseaux du bois des Chênes indigènes (*Quercus petraea* Liebl). Effet individuel, effet de l'appareil foliaire, des conditions climatiques et de l'âge de l'arbre. Ann. Sci. For, 50 (5), p. 509 - 524.
- **HUBER F., KELLER R., 1993** : Variabilité de la constitution anatomique d'accroissements annuels de Chênes indigènes. Acta Botanica Gallica, 140 (4), p. 383 - 388.
- **HUYNH L. V., 1982** : Le bois. Méthodes d'étude anatomique. Ed. U.L.B.
- **HUYNH L. V., 1981** : Anatomie du bois, technique de préparation de coupes .UL B. Bruxelles. 16 p.
- **INTERNET** : <http://perso.wanadoo.fr>
- **JACQUIOT C., 1938** : Le chêne. Harman et Cie Editeurs B. Rue de la Sorbonne Paris.74p.

- **JACQUIOT, C., TRENARD, Y., DIROL, D., 1973** : Atlas d'anatomie des bois des Angiospermes (essences feuillus). Tome I, centre Technique du bois, Paris ,175p.
- **JANIN. G., 1988** : La mesure de la couleur du bois. Intérêts agronomique, technologique et économique. In : mesure instrumentation – contrôle – automatisme (MICA). Séminaire couleurs et lumière. Éditeur : MICA, Montreuil, France.
- **JANIN, G., 1983** : Microcristaux papetiers- Micro cuisson- Micro classage- micro raffinage-mesure automatique de la longueur des fibres. Thèse de Doctorat d'état Es sciences. Grenoble. 236p
- **JANIN, G., ORY, M., DUMAS, D., LAVISCI P. 1989** : Colimétrie de la pâte écrue. Mesure automatique de la longueur des fibres avec l'appareil histofibre. Revue. P.P.I. n°2 : 63-74.
- **JODIN, P., 1994** : Le bois matériau d'ingénieries. Association pour la recherche sur le bois en Lorraine. ARBOROL. Nancy.433p.
- **KELLER. R., 1995** : Le chêne pour la tonnellerie dans la forêt française. Journée technique de la station viticole Bureau National Interprofessionnel du Cognac. Cognac, 21.9.1995.
- **KELLER. R., 1994** : La construction du bois. Chapitre I de l'ouvrage «le bois matériaux d'ingénieries» ARBOROL. Nancy.433p.
- **KELLER. R., 1987** : Différentes variétés de chêne et leur répartition dans le monde. Connaissance de la vigne et du vin, n° 3, 1987, p. 191-229.
- **KLUMBERS J., 1994** : Détermination de la couleur du bois de chêne. Étude sur les relations entre la couleur et des propriétés physiques, chimiques et anatomiques ainsi que des caractéristiques de croissance.- Thèse de doctorat de l'ENGREF, Sciences forestières du bois, 195p.
- **KUCERA L. J., 1985**: Zur Morphologie der Interzellularen in den Markstrahlen. Teil 2: Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen. Vierteljahrschrift-der Naturforschungs-gesellschaft in Zürich, 130(2),P.157-198.
- **LEBOURGEOIS F. (2010)** : Analyse des cernes : principes et méthodes de la dendrochronologie. Equipe Ecologie Forestière – ENGREF – Version 3, Mars 2010, 69 p.
- **LECLERCQ, A., 1981** : Influence entre la structure anatomique du bois du hêtre (*Fagus sylvatica* L) et ses propriétés physiques et mécaniques. Bulletin de Recherches Agronomiques de Gembloux. 16 (I) : 3-26.
- **LETREUCH BELAROUCI, N. 1995** : Réflexions autour du développement forestier : les zones à potentielles de productions. Les objectifs. OPU. Alger 69p.

- **LETREUCH B. N., 1991** : les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. O.P.U. Volume I et II.
- **LUCAS G., 1952** : Bordure nord des Hautes Plaines dans l'Algérie occidentale. 19<sup>e</sup> congr. Géol. Inter. Alger, Mon. Rég. Ser. 1 : Algérie, n° 21, 139 p, 59 fig.
- **MAIRE (R), 1926** : Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Notice 48p.
- **MARION C. (2005)** : Dendrochronologie -enquête sur le passé récent. Laboratoire de Whitehorse, Yukon, Programme GLOBE Canada.
- **MEYER R. W., 1967**: Tyloses development in white oak. Forest Products Journal, 17, P 50 – 56.
- **MURMANIS L., 1975**: Formation of tyloses in felled *Quercus rubra* L. Wood Science and Technology, 9, p 3 – 14.
- **NEPVEU G., 1994B** : Qualités, défauts et utilisations du bois de chêne rouge. Comparaison avec les chênes indigènes. Effets de la sylviculture, du milieu et des facteurs génétiques. In : “Le chêne rouge d’Amérique” (Timbal, J., Le Goff. N., et Nepveu G., Eds) INRA, Paris, p. 287 – 347.
- **NEPVEU G., 1991** : La variabilité du bois. Extrait de la 2<sup>ème</sup> édition de « Le bois matériau d’ingénierie », ARBOLOR Nancy, 433 p.
- **NEPVEU G., HUBER F., 1991** : Variabilité inter- et intra arbre du nombre de gros rayons ligneux chez les chênes indigènes (*Quercus robur* L., *Quercus petraea* Liebl). Procédure d’échantillonnage. Annexe au compte-rendu final du rapport C.E.E. ‘Genetics and breeding of oaks’. INRA, Équipe de Recherche sur la Qualité des Bois, 14 p.
- **NORMAND D., 1998** : Manuel d’identification des bois commerciaux. 2<sup>ème</sup> Ed. CIRAD. Montpellier. CEDEX. France. 175p.
- **OFFICE NATIONAL DE LA METEOROLOGIE. 2005**: Bulletin météorologique. Janvier 2005.
- **OZENDA P., 1982** : Les végétaux de la biosphère. Ed. Doin. 431 p.
- **PECHMANN H. von, AUFSESS H. von, 1973** : Struktur und Farb als Qualitätsmerkmale von Eichenfurnierholz. Holzforschung, 27(2), pp. 51 – 59.
- **PERIGON S., 2006** : Dynamique De Trouées Dans De Vieux Peuplements Résineux De La Côte-Nord, Québec. Mém présenté comme exigence partielle de la maîtrise en Biologie. Université du Québec à Montréal. 107 p. 14 Fig. 3 Tab.
- **Plans d’aménagement urbain de la commune de AZAIL, 2010.**
- **POLGE H. et KELLER R., 1973** : Qualité du bois et largeur d'accroissements en forêt de Tronçais. Annales des Sciences Forestières, 30 (2), p. 91-125.
- **POPOV B., 1980** : Cours d’anatomie et science du bois. INA. El Harrach. 152p.

- **QUEZEL, P. (1976) :** Les Forêts du Pourtour Méditerranéen. Ecologie, Conservation et Aménagement. *U.N.E.S.C.O. Note tech. du M.A.B* : 9-33.
- **RAO R. V., AEBISCHER D. P., et DENNE M. P., 1997:** Latewood density in relation to wood fibre diameter, wall thickness, and fibre and vessel percentages in *Quercus robur* L. *IAWA*, Vol. 18 (2), p. 127 – 138.
- **REGINBEAU., 1979 :** Le chêne vert ou yeuse dans le GARD- Nimes. Imprimerie jouvre. 164p.
- **RENEAUD, M., RUEFF, M., ROCABOY, A., 1996:** Mechanical behavior of saturated wood under compression. Part 2 : behavior of wood at low rates of strain some effects of compression on wood structure. *Wood Science and Technology*. Tome (XXX): 237-243.
- **ROLLET. B., 1974 :** *Architecture des forêts denses humides sempervirentes de plaine*. CTFT, Nogentsur-Marne, France. 298 p.
- **SACHESS H., 1984:** Einheimische Nutzhölzer und ihre Bestimmung nach makroskopischen Merkmalen. Pareys Studentexte 44, 160 p. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- **SAVILL P.S., 1986:** Anatomical characters in the wood of oak (*Quercus robur* L. and *Quercus petraea* Liebl.) which predispose tree to shake. *Commonwealth forestry Review*, 65 (2), p. 109 – 116.
- **SCALBERT A., MONTIES B., JANIN G., 1987 :** Comparaison de méthodes de dosage des tanins : application à des bois de différentes espèces. Actes du 2ème colloque Sciences et Industries du bois, Nancy, tome 2, pp. 261-268.
- **SCHWEINGRUBER F. H., 1978:** Mikroskopische Holzanatomie. Kommissionsverlag Zürcher AG, Zug, Suisse.
- **SCIAMA D., 1995 :** Estimation de la proportion et de la répartition des tissus d'un cerne de chêne sessile (*Quercus petraea* Liebl.) à partir de la connaissance des densités et des largeurs de son bois initial et de son bois final. DEA Sciences de Bois, ENGREF Nancy, 30 p.
- **SELTZER, P. 1946.** Le climat de l'Algérie. La Typo-lito. Alger. 249p.
- **STEWART P., 1974 :** Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au Barrage Vert. *Bul. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*. Alger
- **VANSTEENKISTE, D., BREDA, N., 2002 :** Caractéristiques anatomiques du cerne de chêne et perspectives d'interprétation éco-physiologique et climatiques .Séminaire « Biologie hivernale » groupe d'étude de l'Arbre .Saint- Flour 21-22 mars 2002, 12p Wagenführ et Scheiber, 1974 ; Gasson, 1987.
- **VENET. J., 1974 :** Identification et classement des bois français. 1ème édition, ENGREF. Nancy. 308p.
- **VENET. J., 1962 :** Tournées relatives au chêne, chêne rouvre (*Quercus sessiflora smith*) et chêne pédonculé (*Quercus pedunculata Ehr*).document ENGREF.

- **VENET J., KELLER R., 1986** : Identification et classement des bois français, 2ème édition, ENGREF. Nancy, 308 p.
- **WAGENFÜHR H., SCHEIBER C., 1974** : Holzatlas.VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 690 pp.
- **WHEELER E. A., BAAS P., 1991** : A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. IAWA Bull. n.s. 12 (3), p. 275 – 332.
- **ZIEGLER H., 1983**: Physiologie. In : “Lehrbuch der Botanik für Hochschulen”, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New-York, pp. 310 – 372.
- **ZIEGLER H., 1968**: Biologische Aspekte der Kernholzbildung. Holz als Roh- und Werkstoff. 46, p. 61 – 68.
- **ZIMMERMANN M.H., 1983**: Xylem structure and the ascent of sap. Springer Series in Wood Science, Springer Verlag, 139 p.
- **ZÜRCHER E., KUCERA L. et BOSSHARD H. H., 1985** : Bildung und Morphologie der Thyllen : eine Literaturübersicht. Vierteljahrschrift der Naturforschungsge se ll schaft in Zürich, 130, pp. 311– 333.

Listes des Annexes :

Annexe n°01 : Caractéristiques des constituants anatomiques du Taillis de Moutas

dia vaiss b,i	dia vaiss b,f	Long	nbr/mm2	ht r,l uni	ht r,l bi	ht r,l mul	lg r,l uni	lg r,l bi	lg r,l mul	nbr C,uni	nbr C,bi	ryon/mm	Long fbr (L <sub>o</sub> )	lg fbr (l <sub>o</sub> )	2p <sub>o</sub>	C <sub>o</sub>
125	70	70	18	193	205	6750	16,25	22,5	750	13	11	19	900	12,5	8,5	4
60	60	80	17	150	172,5	5100	13	20	585	14	10	16	1060	12,5	8,5	4
97	40	100	16	120	217,5	7850	11,25	24,5	450	11	13	17	1040	15	10	5
100	50	100	15	140	255	5400	17,5	22,75	470	8	13	19	610	15	10	5
82	40	70	19	190	282,5	3800	10	26,25	480	12	15	17	1000	12,5	9,5	3
70	40	80	17	140	140	5700	13,75	15	400	8	9	20	1020	12,5	9,5	3
100	60	85	15	200	155	7650	10,25	27,5	570	4	9	17	900	12,5	8,5	4
50	50	70	13	225	172,5	6850	10	20,5	600	5	8	20	850	10	6	4
112	50	60	16	155	167,5	4200	11	25	680	8	8	18	930	15	10	5
95	40	70	17	230	128	8950	10,75	27	560	9	7	18	850	10	7	3
140	40	65	20	160	192,5	7950	12,5	23	610	9	12	18	800	10	5	5
120	60	80	15	140	235	4150	10,5	19,25	780	7	14	16	1100	12,5	9,5	3
100	80	60	15	240	187,5	8200	17	27,5	480	11	13	17	900	15	12	3
90	45	50	14	290	185	6800	15	20	420	8	11	16	730	17,5	11,5	6
140	40	70	15	230	202,5	6950	11	21	515	11	18	16	720	12,5	8,5	4
80	60	70	14	190	260	9050	13,25	30	590	14	9	17	900	15	9	6
90	50	100	16	80	152,5	7600	14,75	17,5	690	3	8	17	1110	17,5	15,5	2
120	75	75	15	160	157,5	6100	13,75	21,25	585	10	19	18	850	12,5	8,5	4
50	60	60	12	115	347,5	6900	10	31,25	485	6	8	15	690	15	11	4
90	55	65	11	180	140,5	6050	14,5	15,25	420	8	9	22	950	12,5	8,5	4
170	40	80	12	140	167,5	9950	10	20	500	9	9	19	1050	12,5	9,5	3
120	65	90	13	145	155	4200	15	28	630	18	17	21	820	15	11	4
100	40	65	12	200	305	5700	13,75	23	740	11	7	19	400	10	5	5
180	70	70	14	235	130	6400	14,75	27,25	580	12	7	20	900	10	4	6
80	60	60	14	88	127,5	5950	10	24,75	675	7	11	21	950	17,5	13,5	4
125	40	70	18	130	205	4150	12,5	20	600	11	10	19	970	15	12	3



60	50	80	17	155	172,5	8200	15	20	480	5	13	19	710	10	6	4
97	40	100	16	190	167,5	7600	11	21	500	8	13	17	980	15	11	4
100	40	100	15	200	128	6100	13,25	30	400	10	15	18	940	17,5	13,5	4
82	60	70	19	190	305	6900	14,75	17,5	540	9	9	22	1130	12,5	9,5	3
70	50	80	17	150	130	6050	15	21,25	490	9	9	18	900	12,5	8,5	4
100	50	85	15	100	282,5	5400	17,5	31,25	420	8	8	19	1060	12,5	8,5	4
50	40	70	13	120	140	3800	16,25	15,25	460	3	8	21	1040	15	10	5
112	40	60	16	180	255	5700	15,5	26,25	540	2	7	21	610	15	10	5
95	60	70	17	240	282,5	6850	15,25	15	560	12	12	20	1000	12,5	9,5	3
140	80	65	20	200	202,5	7850	11,25	27,5	665	11	14	20	1020	12,5	9,5	3
120	45	80	15	185	260	4200	12,5	20,5	720	9	13	19	900	12,5	8,5	4
100	40	60	15	195	187,5	4200	19	25	559	11	11	21	850	10	6	4
90	60	50	14	165	185	5700	17	27	750	5	18	16	930	15	10	5
140	50	70	15	158	192,5	4150	12,75	30	750	13	9	19	850	10	7	3
80	75	70	14	110	235	8200	13	17,5	585	6	8	20	800	10	5	5
90	60	100	16	190	167,5	6800	15	21,25	450	8	19	17	1100	12,5	9,5	3
120	55	75	15	220	155	6950	15,5	31,25	470	7	8	19	900	15	12	3
50	40	60	12	160	152,5	9050	14,75	15,25	480	13	9	18	730	17,5	11,5	6
90	65	65	11	120	157,5	4150	13	20	400	6	9	17	720	12,5	8,5	4
170	40	80	12	140	347,5	8200	10	19,25	570	12	17	16	900	15	9	6
120	70	90	13	190	140,5	7850	15,25	27,5	600	5	7	20	1110	17,5	15,5	2
100	60	65	12	120	185	4200	12,25	20	680	9	7	15	850	12,5	8,5	4
180	40	70	14	250	202,5	4200	19,5	21	560	8	11	19	690	15	11	4
80	50	60	14	170	217,5	5700	13,5	22,5	610	10	10	23	950	12,5	8,5	4
125	40	70	18	193	255	4150	13	20	780	13	13	19	1050	12,5	9,5	3
60	40	80	17	150	347,5	8200	10	24,5	480	14	13	16	820	15	11	4
97	60	100	16	120	140,5	6800	15,25	22,75	420	11	15	17	400	10	5	5
100	50	100	15	140	192,5	6950	12,25	19,25	515	8	9	19	900	10	4	6
82	50	70	19	190	235	9050	19,5	27,5	590	12	9	17	950	17,5	13,5	4
70	40	80	17	140	155	6400	13,5	20	690	8	8	20	970	15	12	3
100	40	85	15	200	172,5	5950	16,25	21	585	4	8	17	710	10	6	4
50	60	70	13	225	127,5	4200	13,75	30	485	5	7	20	980	15	11	4

112	80	60	16	155	127,5	8950	10	17,5	420	8	12	18	940	17,5	13,5	4
95	45	70	17	230	167,5	7950	17,5	23	500	9	14	18	1130	12,5	9,5	3
140	40	65	20	160	128	4150	16,25	19,25	630	9	13	18	900	12,5	8,5	4
120	60	80	15	140	128	8200	15,5	27,5	740	7	11	16	1060	12,5	8,5	4
100	50	60	15	240	152,5	6800	13,75	30	580	11	18	17	1040	15	10	5
90	75	50	14	290	157,5	5950	14,75	17,5	675	8	9	16	610	15	10	5
140	60	70	15	230	347,5	7850	10	21,25	600	11	8	16	1000	12,5	9,5	3
80	55	70	14	190	140,5	4200	12,5	31,25	480	14	19	17	1020	12,5	9,5	3
90	40	100	16	80	167,5	4200	12,5	15,25	500	3	8	17	900	12,5	8,5	4
120	65	75	15	160	205	5700	10,5	20	400	10	9	18	850	10	6	4
50	40	60	12	115	172,5	6050	17	19,25	540	6	9	15	930	15	10	5
90	70	65	11	180	260	9950	10,5	20	490	8	17	22	850	10	7	3
170	60	80	12	140	152,5	4200	13,5	28	420	9	7	19	800	10	5	5
120	40	90	13	145	157,5	6400	13	23	460	18	7	21	1100	12,5	9,5	3
100	50	65	12	200	217,5	5950	16,75	27,25	540	11	11	19	900	15	12	3
180	40	70	14	235	305	6750	13	24,75	560	12	10	20	730	17,5	11,5	6
80	40	60	14	88	130	5100	11,25	28	665	7	13	21	720	12,5	8,5	4
125	60	70	18	130	155	9950	14,5	23	720	11	13	19	900	15	9	6
60	50	80	17	155	172,5	7650	10	27,25	559	5	15	19	1110	17,5	15,5	2
97	50	100	16	190	235	4200	15	24,75	750	8	9	17	850	12,5	8,5	4
100	40	100	15	200	187,5	5700	15,25	22,75	750	10	9	18	690	15	11	4
82	40	70	19	190	205	8200	11,25	22,5	585	9	8	22	950	12,5	8,5	4
70	60	80	17	150	172,5	6850	12,5	20	450	9	8	18	1050	12,5	9,5	3
100	80	85	15	100	155	8950	19	24,5	470	8	7	19	820	15	11	4
50	45	70	13	120	305	7950	10,5	22,75	480	3	12	21	400	10	5	5
112	40	60	16	180	130	6800	13,5	26,25	400	2	14	21	900	10	4	6
95	60	70	17	240	167,5	6750	13	15	570	12	13	20	950	17,5	13,5	4
140	50	65	20	200	155	5100	16,75	27,5	600	11	11	20	970	15	12	3
120	75	80	15	185	282,5	7850	15	20,5	680	9	18	19	710	10	6	4
100	60	60	15	195	140	5400	17,5	25	560	11	9	21	980	15	11	4
90	55	50	14	165	140	3800	10	27	610	5	8	16	940	17,5	13,5	4
140	40	70	15	158	155	7950	13,75	23	780	13	19	19	1130	12,5	9,5	3

80	65	70	14	110	217,5	4150	10,25	19,25	480	6	8	20	900	12,5	8,5	4
90	40	100	16	190	255	8200	10	27,5	420	8	9	17	1060	12,5	8,5	4
120	70	75	15	220	127,5	6750	11	20	515	7	9	19	1040	15	10	5
50	60	60	12	160	192,5	5100	10,75	21	590	13	17	18	610	15	10	5
90	40	65	11	120	172,5	9950	17	22,5	690	6	7	17	1000	12,5	9,5	3
170	50	80	12	140	167,5	7650	12,75	20	585	12	7	16	1020	12,5	9,5	3
120	40	90	13	190	202,5	6850	13	24,5	485	5	11	20	900	12,5	8,5	4
100	40	65	12	120	260	8950	15	22,75	420	9	10	15	850	10	6	4
180	60	70	14	250	187,5	7950	15,5	26,25	500	8	13	19	930	15	10	5
80	50	60	14	170	185	5100	14,75	27	630	10	13	23	850	10	7	3

### Annexe n°02 : Caractéristiques des constituants anatomiques du Taillis de Mizab

dia vaiss b,i	dia vaiss b,f	Long	nbr/mm2	ht r,l uni	ht r,l bi	ht r,l mul	lg r,l uni	lg r,l bi	lg r,l mul	nbr C,uni	nbr C,bi	ryon/mm	Long fbr (Lo)	lg fbr (lo)	2p <sub>o</sub>	C <sub>o</sub>
105	50	80	15	173	172,5	6750	12,5	23,75	390	11	9	21	840	10	8	2
80	40	75	14	170	412,5	7650	11,25	19,5	520	8	21	19	400	15	10	5
70	35	105	15	178	247,5	8550	10,5	18,5	530	5	13	20	350	15	10	5
130	60	65	20	200	295	8750	8,5	19,75	340	12	16	18	790	20	14	6
120	75	60	17	210	130	7100	7	22,5	825	7	6	17	1100	15	13	2
60	40	70	20	100	170	9050	6,75	16,25	540	6	10	17	900	20	16	4
70	60	70	15	175	340	8150	8	17,5	500	9	19	18	600	12,5	10,5	2
100	55	60	11	180	137,5	10550	7	18	455	11	8	19	1000	17,5	15,5	2
80	40	90	12	140	210	9600	10	19,5	570	4	12	18	820	15	13,5	1,5
110	50	80	16	294	172,5	10250	10	20	560	10	10	19	350	15	12	3
80	65	70	15	205	325	8900	12,5	20,5	600	9	18	19	800	12,5	10,5	5
140	40	55	17	125	112,5	5100	15	15	490	7	8	18	300	15	12	6
105	45	90	15	110	237,5	10950	10	24,375	490	17	14	19	180	20	17	2
120	50	85	17	70	125	9800	11,25	14,5	505	8	8	17	1100	15	12	7
75	30	70	18	210	157,5	9050	7,5	17	500	4	8	18	570	17,5	13,5	1

100	25	70	19	190	327,5	4550	11	20	490	12	19	16	750	12,5	8,5	5
110	40	80	20	115	335	6450	7,5	17,5	460	7	22	19	620	17,5	13,5	3
90	80	70	15	270	370	9950	12,5	17,75	350	8	20	20	60	15	11	3
100	75	80	15	160	395	9400	11,25	16,5	520	10	23	22	550	12,5	10,5	4
120	60	100	16	225	190	8200	9,75	15,5	495	6	10	22	500	10	8	2
90	40	80	16	178	172,5	8600	16,25	17,25	420	9	11	21	430	10	5	3
95	45	100	15	50	297,5	10650	10,25	19,75	520	10	19	18	1100	12,5	6,5	3
100	60	100	17	110	165	4150	15	18,75	620	8	10	17	950	7,5	5,5	3
80	55	70	16	240	237,5	8950	9,75	25,5	570	6	12	20	700	20	13	4
70	45	60	17	135	245	7350	12	20,25	460	12	13	17	730	12,5	11,5	4
105	50	80	15	225	172,5	6750	12,75	23,75	385	7	9	19	330	25	24	4
80	40	75	14	170	412,5	7650	15	19,5	700	8	21	18	540	25	20	4
70	35	105	15	105	247,5	8550	10	18,5	585	11	13	20	800	12,5	9,5	2
130	60	65	20	140	295	8750	10,25	19,75	510	5	16	18	800	17,5	14,5	2
120	75	60	17	160	130	7100	12	22,5	505	12	6	17	690	15	11	2
60	40	70	20	150	170	9050	10,5	16,25	590	9	10	22	840	10	8	5
70	60	70	15	305	340	8150	10	17,5	455	10	19	22	400	15	10	5
100	55	60	11	185	137,5	10550	10	18	620	4	8	18	350	15	10	6
80	40	90	12	310	210	9600	9,75	19,5	510	5	12	20	790	20	14	2
110	50	80	16	170	172,5	10250	11,25	20	610	12	10	18	1100	15	13	4
80	65	70	15	125	325	8900	8	20,5	670	8	18	17	900	20	16	2
140	40	55	17	120	112,5	5100	13,25	15	390	9	8	20	600	12,5	10,5	2
105	45	90	15	130	237,5	10950	12,5	24,375	520	7	14	17	1000	17,5	15,5	1,5
120	50	85	17	80	125	9800	12,25	14,5	530	12	8	16	820	15	13,5	3
75	30	70	18	180	157,5	9050	10,25	17	340	4	8	17	350	15	12	5
100	25	70	19	420	327,5	4550	10	20	825	8	19	19	800	12,5	10,5	6
110	40	80	20	205	335	6450	11,75	17,5	540	6	22	22	300	15	12	2
90	80	70	15	275	370	9950	12,5	17,75	500	11	20	21	180	20	17	7
100	75	80	15	190	395	9400	9,25	16,5	455	5	23	18	1100	15	12	1
120	60	100	16	220	190	8200	13,25	15,5	570	8	10	21	570	17,5	13,5	5
90	40	80	16	135	172,5	8600	6	17,25	560	3	11	17	750	12,5	8,5	3
95	45	100	15	260	297,5	10650	10	19,75	600	7	19	17	620	17,5	13,5	3

100	60	100	17	200	165	4150	13,75	18,75	490	10	10	20	60	15	11	4
80	55	70	16	220	237,5	8950	12,5	25,5	490	15	12	21	550	12,5	10,5	2
70	45	60	17	260	245	7350	15	20,25	505	11	13	18	500	10	8	3
105	50	80	15	173	172,5	6750	12,75	23,75	500	11	9	21	430	10	5	3
80	40	75	14	170	412,5	7650	7,5	19,5	490	8	21	19	1100	12,5	6,5	3
70	35	105	15	178	247,5	8550	9,75	18,5	460	5	13	20	950	7,5	5,5	4
130	60	65	20	200	295	8750	12,5	19,75	350	12	16	18	700	20	13	4
120	75	60	17	210	130	7100	11,25	22,5	520	7	6	17	730	12,5	11,5	4
60	40	70	20	100	170	9050	10,5	16,25	495	6	10	17	330	25	24	4
70	60	70	15	175	340	8150	8,5	17,5	420	9	19	18	540	25	20	2
100	55	60	11	180	137,5	10550	7	18	520	11	8	19	800	12,5	9,5	2
80	40	90	12	140	210	9600	6,75	19,5	620	4	12	18	800	17,5	14,5	2
110	50	80	16	294	172,5	10250	8	20	570	10	10	19	690	15	11	5
80	65	70	15	205	325	8900	7	20,5	460	9	18	19	840	10	8	5
140	40	55	17	125	112,5	5100	10	15	385	7	8	18	400	15	10	6
105	45	90	15	110	237,5	10950	10	24,375	700	17	14	19	350	15	10	2
120	50	85	17	70	125	9800	12,5	14,5	585	8	8	17	790	20	14	4
75	30	70	18	210	157,5	9050	15	17	510	4	8	18	1100	15	13	2
100	25	70	19	190	327,5	4550	10	20	505	12	19	16	900	20	16	2
110	40	80	20	115	335	6450	11,25	17,5	590	7	22	19	600	12,5	10,5	1,5
90	80	70	15	270	370	9950	7,5	17,75	455	8	20	20	1000	17,5	15,5	3
100	75	80	15	160	395	9400	11	16,5	620	10	23	22	820	15	13,5	5
120	60	100	16	225	190	8200	7,5	15,5	510	6	10	22	350	15	12	6
90	40	80	16	178	172,5	8600	12,5	17,25	610	9	11	21	800	12,5	10,5	2
95	45	100	15	50	297,5	10650	11,25	19,75	670	10	19	18	300	15	12	7
100	60	100	17	110	165	4150	9,75	18,75	390	8	10	17	180	20	17	1
80	55	70	16	240	237,5	8950	16,25	25,5	520	6	12	20	1100	15	12	5
70	45	60	17	135	245	7350	10,25	20,25	530	12	13	17	570	17,5	13,5	3
105	50	80	15	225	172,5	6750	15	23,75	340	7	9	19	750	12,5	8,5	3
80	40	75	14	170	412,5	7650	9,75	19,5	825	8	21	18	620	17,5	13,5	4
70	35	105	15	105	247,5	8550	12	18,5	540	11	13	20	60	15	11	2
130	60	65	20	140	295	8750	12,75	19,75	500	5	16	18	550	12,5	10,5	3

120	75	60	17	160	130	7100	15	22,5	455	12	6	17	500	10	8	3
60	40	70	20	150	170	9050	10	16,25	570	9	10	22	430	10	5	3
70	60	70	15	305	340	8150	10,25	17,5	560	10	19	22	1100	12,5	6,5	4
100	55	60	11	185	137,5	10550	12	18	600	4	8	18	950	7,5	5,5	4
80	40	90	12	310	210	9600	10,5	19,5	490	5	12	20	700	20	13	4
110	50	80	16	170	172,5	10250	10	20	490	12	10	18	730	12,5	11,5	4
80	65	70	15	125	325	8900	10	20,5	505	8	18	17	330	25	24	2
140	40	55	17	120	112,5	5100	9,75	15	500	9	8	20	540	25	20	2
105	45	90	15	130	237,5	10950	11,25	24,375	490	7	14	17	800	12,5	9,5	2
120	50	85	17	80	125	9800	8	14,5	460	12	8	16	800	17,5	14,5	5
75	30	70	18	180	157,5	9050	13,25	17	350	4	8	17	690	15	11	5
100	25	70	19	420	327,5	4550	12,5	20	520	8	19	19	840	10	8	6
110	40	80	20	205	335	6450	12,25	17,5	495	6	22	22	400	15	10	2
90	80	70	15	275	370	9950	10,25	17,75	420	11	20	21	350	15	10	4
100	75	80	15	190	395	9400	10	16,5	520	5	23	18	790	20	14	2
120	60	100	16	220	190	8200	11,75	15,5	620	8	10	21	1100	15	13	2
90	40	80	16	135	172,5	8600	12,5	17,25	570	3	11	17	900	20	16	1,5
95	45	100	15	260	297,5	10650	9,25	19,75	460	7	19	17	600	12,5	10,5	3
100	60	100	17	200	165	4150	13,25	18,75	385	10	10	20	1000	17,5	15,5	5
80	55	70	16	220	237,5	8950	6	25,5	700	15	12	21	820	15	13,5	6
70	45	60	17	260	245	7350	10	20,25	585	11	13	18	350	15	12	2

### Annexe n°03 : Caractéristiques des constituants anatomiques du Futaie de Moutas

dia vaiss b,i	dia vaiss b,f	Long	nbr/mm2	ht r,l uni	ht r,l bi	ht r,l mul	lg r,l uni	lg r,l bi	lg r,l mul	nbr C,uni	nbr C,bi	ryon/mm	Long fbr (Lo)	lg fbr (lo)	2po	Co
85	40	70	18	149	420	5300	18,5	31,25	750	9	23	20	500	12,5	9,5	3
110	70	100	16	220	320	3350	17,5	28,75	680	4	13	20	800	12,5	8,5	4
90	60	80	15	110	250	6950	9,5	27,5	740	7	20	17	530	17,5	12,5	5
110	73	80	13	140	400	6250	16	25	700	16	12	16	880	17,5	13,5	4
60	58	85	13	170	100	7250	17	27	640	12	5	17	800	15	12	3

135	71	75	17	85	220	7100	18	35	550	14	11	15	620	15	18,5	4
126	69	70	16	165	220	5400	13,25	27,5	660	10	10	18	430	12,5	13	4
110	48	65	17	195	143,75	7000	8,25	31,25	440	8	7	17	1100	15	9,5	2
80	50	80	18	183	197,5	5350	13,5	30	920	13	11	19	960	12,5	10,5	3
71	31	100	17	150	177,5	6150	11,5	22,5	750	4	10	18	830	12,5	13	2
129	70	100	15	87	241,25	5050	15,5	31,5	770	11	13	20	1020	15	9,5	2
88	66	60	13	58	215	5550	18,5	25	860	12	12	22	850	12,5	12	3
100	51	65	14	110	230	5900	19,5	23,75	680	8	14	19	750	15	9,5	3
79	50	50	12	142	107,5	3050	11,5	20	640	12	6	20	950	12,5	10,5	3
149	72	80	12	220	135	6600	15	22,5	780	9	8	19	770	12,5	11	2
97	30	90	13	194	162,5	7550	16,5	22,25	440	15	10	19	730	15	9,5	4
90	50	70	14	165	115	7300	19	22,75	660	6	6	21	890	12,5	12,5	3
139	48	110	14	120	242,5	2250	18	26,25	720	7	12	16	990	15	12	2,5
109	45	90	12	210	143	2650	16,75	26	690	13	8	20	840	15	13,5	3
64	65	70	15	155	162,5	7650	13,25	25,5	490	11	7	20	1100	15	11	1,5
128	68	65	16	275	277,5	6750	19	48	590	9	14	17	910	15	12	4
89	59	60	15	230	130	1650	15,5	20	620	15	7	18	840	15	12	3
95	39	80	17	210	275	1350	14,75	27	700	6	14	19	830	15	10,5	3
50	65	90	16	184	157,5	4800	17,5	25	530	7	8	21	700	12,5	11	2
102	49	70	18	195	291,25	5300	19,5	26,25	460	11	15	19	1100	12,5	12	1,5
85	25	100	18	110	420	3350	14,25	31,25	440	13	23	14	970	15	13	3
110	40	80	16	162	320	6950	12,5	28,75	700	7	13	16	860	15	11	2
90	70	80	15	235	250	6250	16,25	27,5	830	6	20	24	880	12,5	12	1,5
110	60	85	13	171	400	7250	17,25	25	510	8	12	22	700	15	8,5	3
60	73	75	13	192	100	7100	17	27	520	14	5	20	500	12,5	9,5	4
135	58	70	17	210	220	5400	12,5	35	340	5	11	14	800	12,5	8,5	3
126	71	65	16	125	220	7000	19	27,5	540	13	10	13	530	12,5	12,5	4
110	69	80	17	220	143,75	5350	9,5	31,25	530	8	7	17	880	17,5	13,5	5
80	48	100	18	155	197,5	6150	13	30	760	11	11	20	800	17,5	12	4
71	50	100	17	190	177,5	5050	11,5	22,5	720	7	10	19	620	15	18,5	3
129	31	60	15	160	241,25	5550	17,25	31,5	660	10	13	23	430	15	13	4
88	70	65	13	145	215	5900	13,5	25	640	7	12	18	1100	12,5	9,5	4

100	66	50	14	105	230	3050	17,25	23,75	840	5	14	18	960	15	10,5	2
79	51	80	12	140	107,5	6600	16	20	880	4	6	19	830	12,5	13	3
149	50	90	12	263	135	7550	10,5	22,5	530	10	8	20	1020	12,5	9,5	2
97	72	70	13	170	162,5	7300	19,5	22,25	510	12	10	19	850	15	12	2
90	30	110	14	205	115	2250	16	22,75	200	4	6	18	750	12,5	9,5	3
139	50	90	14	285	242,5	2650	23,5	26,25	750	6	12	22	950	15	10,5	3
109	48	70	12	167	143	7650	18,5	26	680	14	8	22	770	12,5	11	3
64	45	65	15	100	162,5	6750	9	25,5	740	15	7	19	730	12,5	9,5	2
128	65	60	16	90	277,5	1650	15,5	48	700	8	14	20	890	15	12,5	4
89	68	80	15	210	130	1350	13,25	20	640	9	7	18	990	12,5	12	3
95	59	90	17	190	275	4800	16,25	27	550	3	14	17	840	15	13,5	2,5
50	39	70	16	150	157,5	5300	13,5	25	660	10	8	23	1100	15	11	3
102	65	100	18	173	291,25	3350	17	26,25	440	12	15	20	910	15	12	1,5
85	49	80	18	155	420	6950	14,5	31,25	920	7	23	20	840	15	12	4
110	25	80	16	290	320	6250	15	28,75	750	18	13	17	830	15	10,5	3
90	40	85	15	149	250	7250	13,25	27,5	770	10	20	16	700	15	11	3
110	70	75	13	220	400	7100	18	25	860	3	12	17	1100	12,5	12	2
60	60	70	13	110	100	5400	13,5	27	680	8	5	15	970	12,5	13	1,5
135	73	65	17	140	220	7000	16,25	35	640	9	11	18	860	15	11	3
126	58	80	16	170	220	5350	19,5	27,5	780	4	10	17	880	15	12	2
110	71	100	17	85	143,75	6150	18,75	31,25	440	7	7	19	700	12,5	8,5	1,5
80	69	100	18	165	197,5	5050	15,25	30	660	16	11	18	500	15	9,5	3
71	48	60	17	195	177,5	5550	10,5	22,5	720	12	10	20	800	12,5	8,5	4
129	50	65	15	183	241,25	5900	15,5	31,5	690	14	13	22	530	12,5	12,5	3
88	31	50	13	150	215	3050	18,5	25	490	10	12	19	880	12,5	13,5	4
100	70	80	14	87	230	6600	17,5	23,75	590	8	14	20	800	17,5	12	5
79	66	90	12	58	107,5	7550	9,5	20	620	13	6	19	620	17,5	18,5	4
149	51	70	12	110	135	7300	16	22,5	700	4	8	19	430	15	13	3
97	50	110	13	142	162,5	2250	17	22,25	530	11	10	21	1100	15	9,5	4
90	72	90	14	220	115	2650	18	22,75	460	12	6	16	960	12,5	10,5	4
139	30	70	14	194	242,5	7650	13,25	26,25	440	8	12	20	830	15	13	2
109	50	65	12	165	143	6750	8,25	26	700	12	8	20	1020	12,5	9,5	3



64	48	60	15	120	162,5	1650	13,5	25,5	830	9	7	17	850	12,5	12	2
128	45	80	16	210	277,5	1350	11,5	48	510	15	14	18	750	15	9,5	2
89	65	90	15	155	130	4800	15,5	20	520	6	7	19	950	12,5	10,5	3
95	68	70	17	275	275	5300	18,5	27	340	7	14	21	770	15	11	3
50	59	100	16	230	157,5	3350	19,5	25	540	13	8	19	730	12,5	9,5	3
102	39	80	18	210	291,25	6950	11,5	26,25	530	11	15	14	890	12,5	12,5	2
85	65	80	18	184	420	6250	15	31,25	760	9	23	16	990	15	12	4
110	49	85	16	195	320	7250	16,5	28,75	720	15	13	24	840	12,5	13,5	3
90	25	75	15	110	250	7100	19	27,5	660	6	20	22	1100	15	11	2,5
110	40	70	13	162	400	5400	18	25	640	7	12	20	910	15	12	3
60	70	65	13	235	100	7000	16,75	27	840	11	5	14	840	15	12	1,5
135	60	80	17	171	220	5350	13,25	35	880	13	11	13	830	15	10,5	4
126	73	100	16	192	220	6150	19	27,5	530	7	10	17	700	15	11	3
110	58	100	17	210	143,75	5050	15,5	31,25	510	6	7	20	1100	15	12	3
80	71	60	18	125	197,5	5550	14,75	30	200	8	11	19	970	12,5	13	2
71	69	65	17	220	177,5	5900	17,5	22,5	750	14	10	23	860	12,5	11	1,5
129	48	50	15	155	241,25	3050	19,5	31,5	680	5	13	18	880	15	12	3
88	50	80	13	190	215	6600	14,25	25	740	13	12	18	700	15	8,5	2
100	31	90	14	160	230	7550	12,5	23,75	700	8	14	19	500	12,5	9,5	1,5
79	70	70	12	145	107,5	7300	16,25	20	640	11	6	20	800	15	8,5	3
149	66	110	12	105	135	2250	17,25	22,5	550	7	8	19	530	12,5	12,5	4
97	51	90	13	140	162,5	2650	17	22,25	660	10	10	18	880	12,5	13,5	3
90	50	70	14	263	115	7650	12,5	22,75	440	7	6	22	800	12,5	12	4
139	72	65	14	170	242,5	6750	19	26,25	920	5	12	22	620	17,5	18,5	5
109	30	60	12	205	143	1650	9,5	26	750	4	8	19	430	17,5	13	4
64	50	80	15	285	162,5	1350	13	25,5	770	10	7	20	1100	15	9,5	3
128	48	90	16	167	277,5	4800	11,5	48	860	12	14	18	960	15	10,5	4
89	45	70	15	100	130	5300	17,25	20	680	4	7	17	830	12,5	13	4
95	65	100	17	90	275	3350	13,5	27	640	6	14	23	1020	15	9,5	2
50	68	80	16	210	157,5	6950	17,25	25	780	14	8	20	850	12,5	12	3
102	59	80	18	190	291,25	6250	16	26,25	440	15	15	20	750	12,5	9,5	2

## Annexe n°04 : Caractéristiques des constituants anatomiques du Futaie de Mizab

dia vaiss b,i	dia vaiss b,f	Long	nbr/mm2	ht r,l uni	ht r,l bi	ht r,l mul	lg r,l uni	lg r,l bi	lg r,l mul	nbr C,uni	nbr C,bi	ryon/mm	Long fbr (Lo)	lg fbr (lo)	2po	Co
150	57	90	19	120	252,5	6250	17	20	250	10	14	17	900	15	11	4
103	50	70	18	160	147,5	9850	13,5	21,25	270	6	8	18	550	15	10	5
78	63	85	16	140	257	9750	16,5	25	590	16	14	19	710	12,5	8,5	4
110	70	90	16	168	202,5	7350	10	15	240	15	10	22	310	7,5	5,5	2
75	50	80	14	243	397,5	8100	12	17	195	9	22	19	800	12,5	8,5	4
50	30	75	11	95	257,5	9250	7,75	17,5	540	10	16	17	1020	15	10	5
62	72	80	10	210	213,75	8750	9,5	15,5	230	8	13	20	600	17,5	12,5	5
90	68	70	11	145	180	7750	10,5	12,5	540	5	10	18	1100	17,5	12,5	5
30	31	80	9	350	267,5	8750	9	17,25	625	13	14	20	850	12,5	9,5	3
112	49	80	11	150	220	4700	11,5	22	670	9	12	18	1120	17,5	15,5	2
100	52	80	13	180	175	7800	7,5	15,25	550	9	10	17	900	15	12	3
88	60	90	14	110	390	8650	11	19,25	390	13	22	20	600	15	12	3
90	51	100	12	142	187,5	8500	8	20	750	14	10	17	730	10	7	3
148	50	60	10	155	168,75	2000	11	22,5	480	8	7	16	540	17,5	12,5	5
100	67	50	12	158	355	2400	9,5	17,5	165	12	21	18	1070	12,5	9,5	3
80	42	90	12	160	217,5	7350	6	14,75	410	12	14	13	630	17,5	13,5	4
70	29	90	13	200	207,5	7650	7	15	590	12	13	20	1060	17,5	15,5	2
100	52	70	13	128	162,5	7100	10,5	16	450	8	10	19	750	12,5	9,5	3
110	60	100	11	195	210	6650	14	19	530	18	14	17	1150	12,5	8,5	4
84	53	90	14	90	140	8150	9,5	12,75	190	13	9	21	850	15	11	4
77	62	95	15	70	222,5	7550	10,5	22,25	510	9	13	18	510	17,5	13,5	4
120	22	90	14	325	158	9400	9,5	20	330	6	9	20	1000	12,5	7,5	5
96	80	85	13	215	375	3900	15,5	18,5	280	13	21	23	860	12,5	10,5	2
88	60	80	12	60	175	2150	12,5	19	70	12	11	19	650	12,5	9,5	3
62	42	95	19	285	140	8050	9	20,5	350	7	8	18	540	15	10	5
150	57	90	18	260	252,5	6250	7,5	20	590	9	14	22	880	12,5	8,5	4
103	50	70	16	200	147,5	9850	10,5	21,25	190	19	8	24	500	20	14	6
78	63	85	16	250	257	9750	9	25	310	17	14	23	990	10	7	3

110	70	90	14	255	202,5	7350	8,75	15	330	6	10	26	860	12,5	10,5	2
75	50	80	11	120	397,5	8100	7,5	17	450	11	22	20	650	15	9	6
50	30	75	10	200	257,5	9250	18,5	17,5	235	7	16	18	900	15	11	4
62	72	80	11	330	213,75	8750	13,5	15,5	190	14	13	19	550	15	10	5
90	68	70	9	98	180	7750	11	12,5	600	7	10	20	710	12,5	8,5	4
30	31	80	11	240	267,5	8750	9,75	17,25	530	10	14	18	310	7,5	5,5	2
112	49	80	13	262	220	4700	8,5	22	625	3	12	22	800	12,5	8,5	4
100	52	80	14	195	175	7800	7	15,25	250	8	10	24	1020	15	10	5
88	60	90	12	115	390	8650	10,5	19,25	270	9	22	20	600	17,5	12,5	5
90	51	100	10	190	187,5	8500	11,5	20	590	7	10	22	1100	17,5	12,5	5
148	50	60	12	110	168,75	2000	9	22,5	240	9	7	19	850	12,5	9,5	3
100	67	50	12	170	355	2400	7,5	17,5	195	6	21	18	1120	17,5	15,5	2
80	42	90	13	188	217,5	7350	10,5	14,75	540	10	14	26	900	15	12	3
70	29	90	13	270	207,5	7650	9,5	15	230	28	13	17	600	15	12	3
100	52	70	11	180	162,5	7100	11,5	16	540	16	10	20	730	10	7	3
110	60	100	14	310	210	6650	13,5	19	625	14	14	17	540	17,5	12,5	5
84	53	90	15	48	140	8150	12	12,75	670	4	9	23	1070	12,5	9,5	3
77	62	95	14	130	222,5	7550	11	22,25	550	7	13	19	630	17,5	13,5	4
120	22	90	13	240	158	9400	11,5	20	390	15	9	24	1060	17,5	15,5	2
96	80	85	12	180	375	3900	7	18,5	750	9	21	17	750	12,5	9,5	3
88	60	80	19	220	175	2150	8,25	19	480	12	11	22	1150	12,5	8,5	4
62	42	95	18	300	140	8050	7,75	20,5	165	3	8	21	850	15	11	4
150	57	90	16	220	252,5	6250	10	20	410	20	14	17	510	17,5	13,5	4
103	50	70	16	170	147,5	9850	16,25	21,25	590	10	8	18	1000	12,5	7,5	5
78	63	85	14	210	257	9750	11,25	25	450	6	14	19	860	12,5	10,5	2
110	70	90	11	175	202,5	7350	12,5	15	530	16	10	22	650	12,5	9,5	3
75	50	80	10	120	397,5	8100	8,75	17	190	15	22	19	540	15	10	5
50	30	75	11	160	257,5	9250	11,25	17,5	510	9	16	17	880	12,5	8,5	4
62	72	80	9	140	213,75	8750	10	15,5	330	10	13	20	500	20	14	6
90	68	70	11	168	180	7750	17	12,5	280	8	10	18	990	10	7	3
30	31	80	13	243	267,5	8750	13,5	17,25	70	5	14	20	860	12,5	10,5	2
112	49	80	14	95	220	4700	16,5	22	350	13	12	18	650	15	9	6

100	52	80	12	210	175	7800	10	15,25	590	9	10	17	900	15	11	4
88	60	90	10	145	390	8650	12	19,25	190	9	22	20	550	15	10	5
90	51	100	12	350	187,5	8500	7,75	20	310	13	10	17	710	12,5	8,5	4
148	50	60	12	150	168,75	2000	9,5	22,5	330	14	7	16	310	7,5	5,5	2
100	67	50	13	180	355	2400	10,5	17,5	450	8	21	18	800	12,5	8,5	4
80	42	90	13	110	217,5	7350	9	14,75	235	12	14	13	1020	15	10	5
70	29	90	11	142	207,5	7650	11,5	15	190	12	13	20	600	17,5	12,5	5
100	52	70	14	155	162,5	7100	7,5	16	600	12	10	19	1100	17,5	12,5	5
110	60	100	15	158	210	6650	11	19	530	8	14	17	850	12,5	9,5	3
84	53	90	14	160	140	8150	8	12,75	625	18	9	21	1120	17,5	15,5	2
77	62	95	13	200	222,5	7550	11	22,25	250	13	13	18	900	15	12	3
120	22	90	12	128	158	9400	9,5	20	270	9	9	20	600	15	12	3
96	80	85	19	195	375	3900	6	18,5	590	6	21	23	730	10	7	3
88	60	80	18	90	175	2150	7	19	240	13	11	19	540	17,5	12,5	5
62	42	95	16	70	140	8050	10,5	20,5	195	12	8	18	1070	12,5	9,5	3
150	57	90	16	325	252,5	6250	14	20	540	7	14	22	630	17,5	13,5	4
103	50	70	14	215	147,5	9850	9,5	21,25	230	9	8	24	1060	17,5	15,5	2
78	63	85	11	60	257	9750	10,5	25	540	19	14	23	750	12,5	9,5	3
110	70	90	10	285	202,5	7350	9,5	15	625	17	10	26	1150	12,5	8,5	4
75	50	80	11	260	397,5	8100	15,5	17	670	6	22	20	850	15	11	4
50	30	75	9	200	257,5	9250	12,5	17,5	550	11	16	18	510	17,5	13,5	4
62	72	80	11	250	213,75	8750	9	15,5	390	7	13	19	1000	12,5	7,5	5
90	68	70	13	255	180	7750	7,5	12,5	750	14	10	20	860	12,5	10,5	2
30	31	80	14	120	267,5	8750	10,5	17,25	480	7	14	18	650	12,5	9,5	3
112	49	80	12	200	220	4700	9	22	165	10	12	22	540	15	10	5
100	52	80	10	330	175	7800	8,75	15,25	410	3	10	24	880	12,5	8,5	4
88	60	90	12	98	390	8650	7,5	19,25	590	8	22	20	500	20	14	6
90	51	100	12	240	187,5	8500	18,5	20	450	9	10	22	990	10	7	3
148	50	60	13	262	168,75	2000	13,5	22,5	530	7	7	19	860	12,5	10,5	2
100	67	50	13	195	355	2400	11	17,5	190	9	21	18	650	15	9	6
80	42	90	11	115	217,5	7350	9,75	14,75	510	6	14	26	900	15	11	4
70	29	90	14	190	207,5	7650	8,5	15	330	10	13	17	550	15	10	5

100	52	70	15	110	162,5	7100	7	16	280	28	10	20	710	12,5	8,5	4
110	60	100	14	170	210	6650	10,5	19	70	16	14	17	310	7,5	5,5	2
84	53	90	13	188	140	8150	11,5	12,75	350	14	9	23	800	12,5	8,5	4
77	62	95	12	270	222,5	7550	9	22,25	590	4	13	19	1020	15	10	5
120	22	90	11	180	158	9400	7,5	20	190	7	9	24	600	17,5	12,5	5
96	80	85	19	310	375	3900	10,5	18,5	310	15	21	17	1100	17,5	12,5	5
88	60	80	18	48	175	2150	9,5	19	330	9	11	22	850	12,5	9,5	3
62	42	95	16	130	140	8050	11,5	20,5	450	12	8	21	1120	17,5	15,5	2

## Résumé

L'objectif de cette étude est de tester et d'évaluer l'effet du climat et du régime sylvicole sur les caractéristiques des constituants anatomiques du bois de chêne vert qui sont des facteurs d'appréciation de la qualité du bois. A cet effet, une station sub-humide et une autre semi-aride ont été choisies, se chaque station on a prélevé un échantillon sur le régime de futaie et un autre du régime de taillis.

Les résultats obtenus montrent que le diamètre des vaisseaux est plus important et les fibres sont moins épaisses en climat sub-humide sous le régime de taillis et par conséquent une qualité médiocre du bois à la résistance à la compression. En sub-humide, le diamètre des vaisseaux est plus important d'où un travail de finition, de ponçage, de collage et de vernissage plus difficile. En sub-humide et en régime de futaie, les fibres ont un meilleur pouvoir élastique et elles sont plus rigides. Les fibres se serrent mieux les unes contre les autres et se compressent mieux en sub-humide et sous les deux régimes.

**Mots clés** : chêne vert, régime sylvicole, climat, constituants anatomiques, qualité du bois.

## Abstract

The objective of this study is to test and evaluate the effect of climate and silvicultural system on the characteristics of the anatomical components of oak wood green which are factors in assessing the quality of wood. To this end, a station sub-humid and semiarid another one was chosen for each station were collected in a sample of high forest regime and the regime of another thicket.

The results obtained show that the vessel diameter is larger and thinner the fibers are in sub-humid climate in the coppice and consequently a poor quality wood with resistance to compression. In sub-humid, the vessel diameter is more important when a finish work, sanding, gluing and varnishing harder. In sub-humid regime and forest, the fibers have greater elastic power and are more rigid. The fibers better shake against each other and compress better sub-humid and under the two regimes.

**Keywords** : Holm oak, silvicultural system, Climate, anatomical components, wood quality.

## ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو اختبار وتقييم تأثير المناخ والخصائص زراعة الغابات من المكونات التشريحية للأخشاب البلوط التي من العوامل في تقييم نوعية الخشب. تحقيقا لهذه الغاية، وهي محطة شبه الرطبة وشبه القاحلة آخر تم اختيارهم، وسوف تكون كل محطة عينة أجري على نظام وآخر بستان من الأجمة.

الحصول على النتائج تبين أن قطره أكبر سفينة وأرق الألياف في المناخ شبه الرطبة تحت شجيرات وبالتالي خشب نوعية رديئة مع المقاومة للضغط. في الرطبة الفرعي، اوعية هو أكثر أهمية عندما عمل النهاية، الرملي، والإلتصاق اللوحة أكثر صعوبة. في نظام شبه الرطبة والغابات، والألياف المرنة وقوة أكبر وأكثر جمودا. الألياف يهز أفضل ضد بعضها البعض، وضغط أفضل شبه الرطبة وتحت النظامين

**كلمات البحث** : البلوط، نظام زراعة الغابات، المناخ، المكونات التشريحية، نوعية الخشب