

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques

Département des Sciences Agronomiques.



# Mémoire



*De fin d'étude En vue de l'obtention du Diplôme master en Sciences  
Agronomiques*

*Spécialité : Sciences Forestières.*

## *Thème*

*Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège  
de reproduction des subéraies d'El Taref Cas des stations :  
Oued Bougous, Sidi Bouzid et Zitouna.*

*Réalise par :*

*CHABBI LYLIA*

*et*

*TIAB MALIKA*

*Devant le jury :*

**Président : Mr ASMANI A.**

**Maître Assistant à l'U.M.M.T.O**

**Promoteur : Mr METNA B.**

**Maître Assistant à l'U.M.M.T.O**

**Examineurs : Mr. CHENOUNE K.**

**Maître Assistant à l'U.M.M.T.O**

**Promotion : 2018-2019**

## **Remerciements**

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Nous tenons à remercier très profondément :*

*Monsieur METNA B. Maître assistant chargé de cours à l'UMMTO pour nous avoir proposé le sujet et accepté de diriger notre travail.*

*Monsieur ASMANI A. maître assistant chargé de cours à l'UMMTO. De nous avoir fait l'honneur de présider de jury.*

*Monsieur CHENOUNE K. maître assistant chargé de cours à l'UMMTO pour nous avoir acceptés d'examiner ce travail.*

*Nos reconnaissances s'adressent aussi aux gens de l'I.N.R.F. d'AZAZGA*

*Sans oublier nos remerciements et notre reconnaissance les plus profonds envers nos familles, pour leur soutien et leur grande patience.*

*Enfin nos sincères gratitudes sont destinées à ceux qui ont participés de près ou de loin dans la réalisation de ce modeste document.*

*A tous merci*

# Dédicaces

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,*

*A Mes très chers parents ;*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tous le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours ;*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, vous accorder santé, bonheur et longue vie.*

*A Mes chers frères : YOUNES, AHCENE, HOCINE ET BILAL (MIMI) ;*

*A Ma chère sœur : NADJET (AYZO) ;*

*A Mes Grands-parents : AHMED, FATMA ET YAMNA ;*

*A Mes tantes : FATIHA, KARIMA, RAZIKA et leurs familles ;*

*A mon oncle : NACER ;*

*A Mon très cher mari : SAID que j'aime beaucoup et je respecte pour son amour et son encouragement ;*

*A Toute la famille CHABBI et SLIMANI ;*

*A Mon binôme MALIKA et sa famille ;*

*A Mes collègues : KARIMA, KANZA, SAMIRA, HAYET, OUIZA, CYLIA, LIZA, LYNDA, FARIDA et MONIA.*

# *LYLIA*

# Dédicaces

*Je dédie ce travail :*

*A la mémoire de mon cher père, je ne saurais exprimer mon grand chagrin en ton absence.*

*J'aurais aimé que tu sois à mes côtés ce jour, que ce travaille soit une prière pour le repos de ton âme. ;*

*A ma très chère mère*

*Aucun travaille ne saurait exprimer mon grand respect, et ma reconnaissance pour les sacrifices que tu as consentis pour mon éducation. J'implore dieu le tout puissant de vous accorder bonne santé et longue vie. ;*

*A Mes chers frères : SLIMANE et SAID ;*

*A Mes chères sœurs : FARIDA, ZOHRA et YAMINA ;*

*A Mes beaux frères : BOUKHALFA et KAMEL ;*

*A ma nièce MAYA et mes neveux ARIS et SAMY ;*

*A mes oncles et leurs familles ;*

*A ma chère cousine ZOUZOU ;*

*A Toute la famille TIAB là ou se trouve ;*

*A ma voisine et amie au même temps ANIA ;*

*A mon binôme LYLIA et sa famille ;*

*Mes amies, KHADIDJA, KASSIA et TINA ;*

*Mes collègues KARIMA, KENZA, HAYET, SAMIRA, KAHINA, LYNDA, CYLIA, OUIZA, LIZA, LYDIA.*

# *MALIKA*

# SOMMAIRE

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>I- Généralités sur le chêne-liège .....</b>	<b>4</b>
I.1-La systématique du chêne liège.....	4
I.2 -La description botanique et dendrologique du chêne liège .....	5
I.3-Superficie du chêne liège.....	7
I.4-Aire de répartition du chêne liège.....	8
I.4-1- Aire mondiale.....	8
I.4-2 Aire de répartition en Algérie.....	9
I.4-3 La répartition du chêne liège en Algérie par région subéricole.....	10
I.5-Écologie du chêne liège.....	11
I.6- Cortège floristique.....	12
<b>II- Généralités sur le liège .....</b>	<b>13</b>
II.1- C'est quoi le liège ?.....	13
II .2- Formation de liège.....	13
II.3- Accroissement du liège.....	15
II.4- Composition chimique du liège.....	16
II.5- Propriétés physiques et mécaniques du liège.....	17
II.6- Structure cellulaire du liège.....	18
II.7-Les défauts du liège.....	20
II.8-Qualité de liège.....	21
<b>II.9-Production de liège.....</b>	<b>23</b>
II.9-1-Production mondiale .....	23

II.9-2-Production du liège en Algérie.....	24
II.10-Différents usages du liège.....	25

## **CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODE**

<b>I. Présentation du milieu d'étude.....</b>	<b>27</b>
I.1.Situation géographique.....	27
I.2-Description des stations d'étude.....	27
<b>II. Étude climatique.....</b>	<b>29</b>
II. 1-Température.....	29
II.2-Précipitations.....	31
II.3-Synthèse climatique.....	33
II.3.1-Diagramme ombrothermique.....	33
II.3.2-Quotient pluviothermique d'Emberger.....	35
<b>III. Méthode d'échantillonnage.....</b>	<b>37</b>
<b>IV. Mesure des variables.....</b>	<b>37</b>
IV.1-Epaisseur du liège.....	37
IV.2-Porosité.....	37
IV.3-Densité du liège (Dstl).....	38
<b>V. Méthode de mesure.....</b>	<b>38</b>
<b>VI. Méthode de traitement des données.....</b>	<b>45</b>
VI.1-Variation interstationnelle.....	45
VI.2-L'analyse en composantes principales (ACP).....	45
<b>CHAPITRE III : RESULTATS ET I NTERPRETATIONS</b>	
<b>1. Présentation des résultats.....</b>	<b>49</b>
1.1 -Épaisseur du liège (EPAIS).....	49
1.2-Porosité du liège.....	51
1.2.1- Nombre de pores.....	51

1.2.2-La superficie moyenne des pores.....	51
1.2.3-Coefficient de porosité des faces horizontales.....	54
1.2.4-Nombre de lenticelles.....	54
1.2.5-Superficie moyenne des lenticelles.....	55
1.2.6-Coefficient de porosité des faces tangentielles.....	55
1.3- Densité du liège.....	56
<b>2. Comparaison des résultats entre les stations.....</b>	<b>60</b>
2.1- Analyses de la variance.....	60
2.1.1-Épaisseur du liège.....	61
2.1.2- Nombre de pore.....	61
2.1.3-Superficie moyenne des pores.....	62
2.1.4-Coefficient de porosité des faces horizontales.....	62
2.1.5-Nombre de lenticelles.....	62
2.1.6-Superficie moyenne des lenticelles.....	63
2.1.7-Coefficient de porosité des faces tangentielles.....	63
2.1.8-Densité du liège.....	63
2.2- Résultats de l'analyse en composante principales.....	64
2.2.1- Plan factoriel.....	65
2.2.2- Signification des axes.....	67
2.2.3-Matrice de corrélation.....	67
<b>CHAPITRE IV : DISCUSSION.....</b>	<b>71</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>77</b>

## Liste des abréviations :

**ACP** : analyse en composantes principales.

**Agel** : L'âge du liège.

**Alt** : Altitude.

**BG** : La station Oued Bougous.

**C.M** : Carré moyenne.

**C°** : Degré cils suce.

**Cp** : Coefficient de porosité.

**CPh** : Coefficient de porosité des faces horizontales.

**Cpt** : Coefficient de porosité des faces tangentiellles.

**CV %** : Coefficient de variation.

**D.D.L** : Degré de liberté.

**DGF** : Direction générale des forêts.

**DI** : Diamètre d'une lenticelle.

**dr** : Erreur relative.

**Dstl** : Densité du liège.

**Ep** : Epaisseur du liège.

**F.F.L** : Fédération française du liège.

**F.obs** : Fonction observé.

**F.théo** : Fonction théorique lue sur la table des distributions F de SENDECORE.

**G** : groupe.

**GGR** : groupe génie rural.

**GIMP** : General Image Manipulation Program.

**h** : Humidité du milieu.

**ha** : Hectare.

**HS** : hautement significatif.

**IML** : institut méditerranéen du liège.

**K** : Degré de liberté ( $ddl = n-2$ ).

**KH** : La station Zitouna.

**Km<sup>2</sup>** : Kilomètre carré.

**L** : La longueur d'une lenticelle.

**M** : La température maximale du mois le plus chaud

**m** : La moyenne de la température minimale du mois le plus froid.

**m** : Le mètre.

**Mh**: Masse du liège a une humidité h.

**mm** : Le millimètre.

**mm<sup>2</sup>** : Le millimètre carré.

**Nbl** : Nombre des lenticelles.

**Nbp** : Nombre de pores.

**NS** : non significatif.

**P** : Précipitations.

**Prob** : Probabilité.

**Q2** : quotient pluvio-thermique d'Emberger.

**Qx** : Quintaux.

**r** : Coefficient de corrélation.

**S** : significatif.

**SBZ** : La station Sidi Bouzid.

**S.C.E** : Somme des carrés des écarts.

**Sml** : La surface moyenne des lenticelles.

**Smp** : La superficie moyenne des pores.

**Stl** : La surface totale occupée par les lenticelles.

**THS** : très hautement significatif.

**Tm** : Moyenne des températures minimales du mois le plu froid.

**TM** : Moyenne des températures maximales du mois le plu chaud.

**Vh** : volume du liège à la même humidité h.

**(rth1, rh2, rth3)** : Coefficient de corrélations minimums.

**$\alpha$**  : Seuil de signification.

**( $\sigma$ )** : écart-type.

## Liste des figures :

<b>Figure 1:</b> Quelques caractères botaniques du chêne liège.....	6
<b>Figure2 :</b> Aire de répartition du chêne liège dans le monde.....	8
<b>Figure 3 :</b> Aire de répartition en Algérie.....	9
<b>Figure 4 :</b> Coupe transversale d'un bois de chêne liège.....	14
<b>Figure 5 :</b> Illustration de la « mère » du chêne liège.....	14
<b>Figure 6 :</b> Identification des accroissements du liège.....	15
<b>Figure 7 :</b> Cellules du liège.....	18
<b>Figure 8 :</b> Cellules de liège en section transversale montrant ondulation (gauche) et corrugation (droite).....	19
<b>Figure 9 :</b> Production nationale annuelle de liège entre 1965- 2010.....	24
<b>Figure 10 :</b> Localisation et limite de la région d'étude (PNEK, 2008).....	28
<b>Figure 11:</b> Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région d'El Taref du période (1997–2005).....	34
<b>Figure 12:</b> Situation de la station d'étude dans le Climagramme d'Emberger.....	36
<b>Figure 13 :</b> démasclage du liège dans la forêt .....	37
<b>Figure 13' :</b> dépôts de liège.....	37
<b>Figure 14 :</b> Les éprouvettes utilisées pour le calcul de l'épaisseur sous croute du liège.....	39
<b>Figure 15 :</b> Méthode de mesure de l'épaisseur sous croute du liège à l'aide d'un logiciel GIMP.....	40

<b>Figure 16 :</b> Les éprouvettes utilisées pour la mesure de la porosité.....	40
<b>Figure 17 :</b> les mesures des diamètres (d1 et d2) des pores par le GIMP.....	40
<b>Figure 18 :</b> La mesure de la longueur des lenticelles par le GIMP.....	41
<b>Figure 19 :</b> Les éprouvettes utilisées pour la mesure de la densité (à gauche) et la balance de mesure de la masse des éprouvettes (à droite).....	41
<b>Figure 20 :</b> Les différentes étapes suivies lors de la réalisation de nos éprouvettes pour les différentes mesures effectuées.....	44
<b>Figure 21 :</b> Distribution des épaisseurs du liège des trois stations.....	49
<b>Figure 22 :</b> Distribution des planches de liège par classes commerciales d'épaisseur.....	50
<b>Figure 23 :</b> Distribution du nombre de pores.....	51
<b>Figure 24 :</b> Distribution de la superficie moyenne des pores.....	51
<b>Figure 25 :</b> Distribution du Coefficient de porosité des faces horizontales des trois Stations.....	54
<b>Figure 26 :</b> la distribution des lenticelles dans les trois stations.....	54
<b>Figure 27 :</b> Distribution des superficies moyennes des lenticelles des trois stations.....	55
<b>Figure 28 :</b> Distribution du Coefficient de porosité des faces tangentielles des trois Stations.....	55
<b>Figure 29 :</b> Distribution de la densité du liège des trois stations.....	56
<b>Figure 30 :</b> distribution de l'épaisseur du liège des arbres des trois stations.....	57

<b>Figure 31</b> : distribution du nombre de pores des arbres des trois stations.....	57
<b>Figure 32</b> : distribution de la superficie moyenne des pores des arbres des trois stations.....	58
<b>Figure 33</b> : distribution du coefficient de porosité des faces horizontales des arbres des trois stations.....	58
<b>Figure 34</b> : distribution du nombre de lenticelles des arbres des trois stations.....	58
<b>Figure 35</b> : distribution de la superficie moyenne des lenticelles des arbres des trois Stations.....	59
<b>Figure 36</b> : distribution du coefficient de porosité des faces tangentielles des arbres des trois stations.....	59
<b>Figure 37</b> : Distribution de la densité du liège des arbres des trois stations.....	59
<b>Figure 38</b> : Projection des individus sur le plan factoriel (1x2).....	66

## Liste des tableaux :

<b>Tableau 01</b> : La description botanique et dendrologie du chêne liège.....	5
<b>Tableau 02</b> : La superficie du chêne liège.....	7
<b>Tableau 03</b> : La répartition subéricole.....	10
<b>Tableau 04</b> : L'écologie du chêne liège.....	11
<b>Tableau 05</b> : cortège floristique du chêne liège .....	12
<b>Tableau 06</b> : La composition chimique du chêne liège. ....	16
<b>Tableau 07</b> : Les Propriétés physiques et mécaniques de chêne liège. ....	17
<b>Tableau 08</b> : Les défauts du liège. ....	20
<b>Tableau 09</b> : Classification traditionnelle en calibre.....	22
<b>Tableau 10</b> : Production du liège dans le monde.....	23
<b>Tableau 11</b> : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) d'El-Taref pour la période 1997-2005. ....	29
<b>Tableau 12</b> : Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigé par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Oued Bougous (587m).....	29
<b>Tableau 13</b> : Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigé par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Sidi Bouzid (437m).....	30
<b>Tableau 14</b> : Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigé par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Zitouna (98m).....	30

<b>Tableau 15</b> : Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigé par rapport à l'altitude moyenne des trois stations (374m).....	31
<b>Tableau 16</b> : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) d'El- Taref pour la période de 1997-2005.....	31
<b>Tableau 17</b> : Les précipitations moyennes mensuelles d'El Kala, corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Oued Bougous (587m).....	32
<b>Tableau 18</b> : Les précipitations moyennes mensuelles d'El Kala, corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Sidi Bouzid (437m).....	32
<b>Tableau 19</b> : Les précipitations moyennes mensuelles d'El Kala, corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station du Zitouna (98m).....	33
<b>Tableau 20</b> : Les précipitations moyennes mensuelles de l'altitude moyenne des Trois stations (387m).....	33
<b>Tableau 21</b> : Températures moyenne mensuelles (°C) ; Précipitations mensuelles (mm) de la région d'EL TAREF. (Période de 1997-2005.....	34
<b>Tableau 22</b> : distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur.....	50
<b>Tableau 23</b> : Distribution des pores et de la porosité par classes de dimension.....	52
<b>Tableau 24</b> : résultats de l'analyse de la variance et de test du NEWMAN et KEULS des variables Epaisseur, porosité et densité du liège.....	60
<b>Tableau 25</b> : valeurs propres des axes (pourcentages expliqués par les	

3 premiers axes).....	64
<b>Tableau 26</b> : cosinus carrés des variables.....	65
<b>Tableau 27</b> : Résultats de la matrice de corrélation.....	69

# *Introduction Générale*

Le chêne liège (*Quercus suber L.*), est une essence forestière noble et remarquable. Il se distingue des autres espèces par sa particularité de produire une écorce subéreuse renouvelable et précieuse (le liège). Cette dernière présente des qualités spécifiques de légèreté, de souplesse et d'élasticité. C'est une essence cantonnée dans une aire géographique mondiale restreinte, elle couvre le bassin méditerranéen occidental et la côte atlantique de l'Europe du sud. On la rencontre dans sept pays seulement : Portugal, Espagne, Italie, France, Algérie, Maroc et Tunisie (près de 2 millions d'hectares). Selon AMORIM (2012), L'Algérie se classe au 3<sup>ème</sup> rang avec 18% de la superficie totale.

Comparé aux autres essences forestières, le chêne liège en Algérie représente 11% de la superficie forestière nationale, et se classe en 2<sup>ème</sup> position après le Pin d'Alep (DGF, 2007). Il occupe l'atlas tellien de Tlemcen à Souk-Ahras. Les régions subéricoles par excellence sont situées au centre-est du pays : Tizi-Ouzou, Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba, El Taref, Guelma et Souk Ahras ; viennent ensuite Les subéraies situées à l'ouest ; principalement à Tlemcen, Chlef, Tipaza, Ain-Defla, Mascara et Oran (DGF, 2008). Les potentialités nationales pour la production du liège sont estimées à plus de 148 000 Qx/an . Cette dernière est relativement faible ces dernières années qui sont de l'ordre de 90.000 Qx/ans. Ceci pourrait être dû au processus de dégradation causé le plus souvent par les incendies répétés, les vieillissements dessubéraies, et les délits des défrichements. Selon KAZI TANI (2006), en l'espace de 50 ans (entre 1930 et 1984), la subéraie algérienne a connu une régression de 46 % de la superficie totale suite aux différentes formes de dégradation qu'elle a subi à travers le temps. Le même auteur (KAZI TANI, 2006) note aussi que juste après l'indépendance, les subéraies algériennes ont été victimes des incendies (cas de l'incendie de 1983 qui a causé une perte importante à l'économie nationale).

Le chêne liège est utilisé pour ses glands pour l'alimentation des animaux, pour son bois dans la construction et le chauffage mais c'est avec son écorce (liège) que le chêne liège acquiert toutes ses lettres de noblesse. L'Algérie occupe le cinquième rang des producteurs du liège avec 4% de la production mondiale mais loin derrière le Portugal et L'Espagne qui occupent le premier et le deuxième rang avec des taux respectif de 54% et 26%, suivis de L'Italie au troisième rang avec 6% et le Maroc au quatrième rang avec 5% (AMORIM, 2012). Cependant, avec une bonne gestion et une exploitation rationnelle des peuplements, la Production nationale de liège pourrait augmenter à court terme et atteindre la place que la subéraie algérienne occupe dans la superficie mondiale.

En ce qui concerne les aspects de la qualité du liège, nous allons étudier celles qui sont décrites par SACCARDY (1938) dans ses notes sur le chêne liège et le liège en Algérie : La qualité du liège se traduit par l'absence relative des défauts. Un liège de très bonne qualité ne doit avoir que des lenticelles fines et peu nombreuses, il doit être léger, imperméable et souple. La classification des lièges en divers catégories de qualité est effectuée en pratique suivant une méthode empirique qui consiste dans l'appréciation visuelle des principaux défauts par des ouvriers spécialisés appelés « trieurs » sur les places de dépôts de liège et « viseurs » ou « classeurs » au niveau des usines de transformation du liège.

L'étude de la qualité du liège nécessite l'intégration des deux facteurs intervenant dans sa détermination à savoir : l'épaisseur (ou le calibre du liège) et l'aspect qui est apprécié par la porosité et la densité du liège. C'est dans cette optique que s'inscrit notre contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège dans la wilaya d'El Taref. En se basant sur quelques paramètres mesurables notamment la porosité, l'épaisseur et la densité du liège et nous allons étudier la variabilité intra et inter stationnelles au niveau des stations : Oued Bougous, Sidi Bouzid et Zitouna.

Pour se faire, nous nous sommes basés sur quelques travaux déjà réalisés par PEREIRA et al (1987, 1988) et FERREIRA et al. (1999) au Portugal et sur ceux réalisés en Algérie parmi eux : METNA (2003) sur les subéraies orientales de la wilaya de Tizi-Ouzou, DOUZANE (2008) et GHEZALI (2008) sur les subéraies de la wilaya de Jijel, GABIS et BOUKERB (2009), LOKMANE et EDJIKOUNE (2009) sur les wilayas d'El Taref, Skikda et Bouira, DEHANE (2012) sur les wilayas d'Oran et Tlemcen, HOUACINE et MELIANI (2017) sur les wilayas d'El Taref et Tlemcen et ARIB et ZAIDET (2019) sur la wilaya de Souk Ahras.

Notre mémoire est scindé en quatre chapitres :

- Chapitre I : Généralités sur le chêne liège et le liège
- Chapitre II : Matériel et méthodes
- Chapitre III : Résultats et interprétations.
- Chapitre IV : Discussion.

# *Chapitre I*

## *Synthèse Bibliographiques*

## I. Généralités sur le chêne-liège :

### I-1 La systématique du chêne liège :

*Quercus suber* L est un arbre de la famille des fagacées et du genre *Quercus*. Il diffère des autres chênes méditerranéens par la production du liège sur son écorce. Ce liège est la raison principale de pérennité des subérais en vertu des rentrées économiques qu'ils procurent aux pays subéricoles. (Dehiri,2017)

Selon LINNE le chêne liège, a été décrit pour la première fois en 1753. Sa systématique est comme suit :

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Ordre : fagales
- Famille : Fagacées
- Genre : *Quercus*
- Espèce : *Quercus suber* L.

Selon PLAISANCE (1977) in METNA (2003), on a pu établir les appellations de l'arbre dans les langues suivantes :

- Espagnol : Alcornoque, Alzinasurera
- Français : Chêne liège
- Italien : Sughera
- Portugais : Sobreiro
- En Kabylie le Chêne liège est nommé : Igui
- Anglais : Cork oak
- Arabe : Fernan et Feline

## I-2 La description botanique et dendrologique du chêne liège :

Tableau 01 : La description botanique et dendrologie du chêne liège :

	Désignation	Caractéristiques	Auteurs
Caractères botaniques	Feuilles	- persistantes, alternes, ovales. -De 3 à 5 cm de long. -La face inférieure des feuilles est cotonneuse et blanchâtre.	ABBARA (2018)
	Fleurs	-Espèce monoïque. -Les fleurs mâles, en grappes de 4 à 8 cm apparaissent sur les rameaux de l'année précédente. -Les fleurs femelles poussent isolées ou en groupes de trois maximum sur les rameaux de l'année en cours	I.M.L (2006)
	Bourgeons	-De forme ovoïde. -Protégés par des écailles tomenteuses.	CHENOUNE (2011)
	Fruit	-Gland de forme ovoïde enchâssée dans une forte cupule	METNA (2003)
Caractères dendrologiques	Houppier	-Tronc court, houppier large et étale pour les peuplements clairs. ---Tronc long, houppier arrondi, étroit et haut pour les peuplements denses	CANTAT et PIAZZETTA(2005) I.M.L (2005)
	Port	-Il est variable et en fonction de la densité du peuplement.	BENHALIMA (2016)
	Bois	-Bois dense (densité égale à 1) -Bois irrégulier -Présence de cicatrices dues aux récoltes successives	YESSAD (1999)
	Ecorce	-Tissu végétal formé de cellules mortes, qu'on appelle le liège	IPROCOR (1999)
	Longévité	-Il peut vivre 150 à 200 ans	SACCARDY(1938)
	Système Racinaire	-Système racinaire pivotant avec des ramifications latérales puissantes d'une distance de 22 à 32 cm environ.	TAIB (2016)



**Les feuilles**



**Le fruit**



**Le liège**



**Les fleurs**



**Le tronc**



**L'arbre**

Source : IML(2006)

**Figure 01: Quelques caractères botaniques du chêne liège**

**I-3 Superficie du chêne liège :**

Selon IML (2006), la superficie du chêne liège en Algérie présente **375.000 ha**, L'Algérie est classée en quatrième position en termes de superficie, après le Maroc, le Portugal et l'Espagne.

**Tableau 02 : La superficie du chêne liège :**

<b>Pays</b>	<b>Superficies (ha)</b>	<b>Pourcentages(%)</b>
<b>Portugal</b>	860.000	32
<b>Espagne</b>	725.000	27
<b>Maroc</b>	440.000	16,4
<b>Algérie</b>	375.000	14
<b>Tunisie</b>	144.000	5,3
<b>Italie</b>	99.000	3,7
<b>France</b>	44.000	1,6
<b>Total</b>	2687000	100

**Source : IML (2006).**

## I-4 Aire de répartition du chêne liège :

### I-4-1 Aire mondiale :

Le chêne-liège se localise dans les régions de la méditerranée occidentale, Cette espèce couvre une superficie totale de **2 200 000 ha** éparpillés sur sept pays : Portugal, Espagne, France, Italie, Algérie, Tunisie et Maroc. (Tableau 2)



 Chêne liège dans le monde

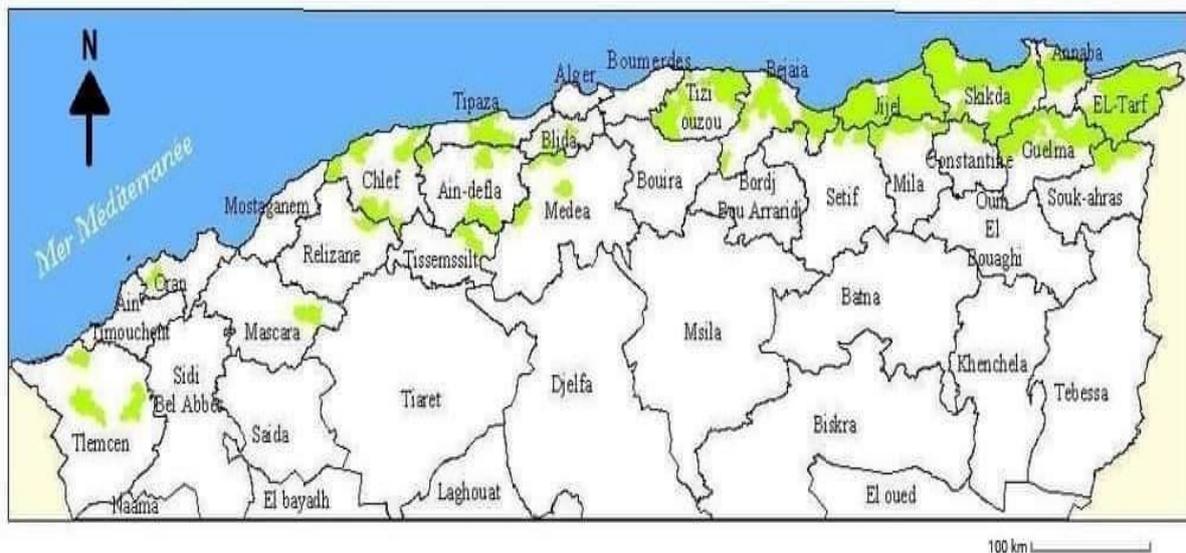
Source : IML(2006)

Figure 02 : Aire de répartition du chêne liège dans le monde.

### I-4-2 Aire de répartition en Algérie:

Le chêne-liège est une espèce forestière principale en Algérie, Il est présent sur 440 000 ha, Ces dernières se situent entre les frontières Marocaines et Tunisienne et s'étendant du littoral méditerranéen au nord aux chaînes telliennes au sud, sur une largeur ne dépassant pas les 100 km .BOUHRAOUA *et al.* (2010).

Les forêts de chêne liège sont présentes dans 22 wilayas (figure 3), les plus importantes localisent dans les wilayas suivantes : Jijel, El-Taraf, Skikda, Annaba, Bejaia et Tizi- Ouzo.



**Chêne liège en Algérie**

Source : D.G.F (2007)

Figure 03 : Aire de répartition du chêne liège en Algérie

## I-4-3 La répartition du chêne liège en Algérie par région subéricole :

Tableau03 : La répartition subéricole en Algérie :

Conservations	Superficies (ha)	Conservations	Superficies (ha)
SKIKDA	85 200	CHLEF	6 500
EL TARF	59 500	MEDEA	4 600
JIJEL	43 700	TLEMCEN	4 000
BEJAIA	41 700	TIPAZA	2 800
TIZI OUZOU	29 458	TISSEMSSILT	2 500
GUELMA	21 800	ORAN	2 000
ANNABA	14 900	SETIF	1 800
AIN DEFLA	13 700	BOUIRA	1 800
SOUK AHRAS	12 000	BOUMERDES	1 300
MILA	11 400	BLIDA	690
MASCARA	7 040	CONSTANTINE	650

Source : D.G. F (2009)

## I-5-Ecologie du chêne liège :

Tableau 04 :L'écologie du chêne liège

Désignation Conditions climatiques	Quercus suber	Auteurs
La lumière	- Le chêne liège exige beaucoup de lumière. -Il supporte mal l'ombre où il végète et fini par mourir.	SACCARDY (1938)
Pluviométrie	Il faut que la pluviométrie annuelle atteigne au minimum 600 mm.	SACCARDY (1938)
Température	-Il a besoin d'une température moyenne annuelle d'environ 14°C.  -Il est sensible aux fortes gelées.	CANTAT et PIAZZETTA (2005)
L'humidité	-Le chêne-liège nécessite une humidité atmosphérique élevée de 60% dans la saison la plus sèche.	SACCARDY (1938)
Bioclimat	-la répartition du chêne-liège dans son aire naturelle est principalement limitée aux étages bioclimatiques semi-arides tempérés et semi-arides doux à humide tempéré et humide doux.	QUEZEL (1976)
Conditions édaphiques	-Le chêne-liège est une espèce calcifuge stricte se plaisant sur tous les substrats siliceux et acides -Il s'accommode de sols peu fertiles, superficiels ou lourds	IML (2005)
Altitude	-La limite est de 1200 m rarement 1300 m à 1400 m et exceptionnellement à 1600 m	SACCARDY (1938)

**I-6- Cortège floristique :**

Le chêne liège pousse le plus souvent en peuplement mixte avec le chêne vert, le chêne zeen, le chêne afares, le pin maritime, le pin pignon ou le châtaignier. D'après DESSAIN et TONDELIER (1991), la végétation qui accompagne d'une manière naturelle le chêne liège est souvent d'une formation buissonnante, haute et dense ; comprenant des espèces à feuilles persistantes aimant la chaleur et la lumière.

**Tableau 05 : cortège floristique du chêne liège**

Cortège floristique		Essences concurrentes	
Nom scientifique	Nom commun	Nom scientifique	Nom commun
<i>Erica arborea</i>	Bruyère arborescente	<i>Quercus afares</i>	Chêne afares
<i>Arbutus unedo</i>	Arbousier	<i>Quercus ilex</i>	Chêne vert
<i>Pistacia lentiscus</i>	Lentisque	<i>Olea europea</i>	Olivier
<i>Rhamnus alaternus</i>	Nerprun alaterne	<i>Pinus halepensis</i>	Pin d'Alep
<i>Viburnum tinus</i>	Viorne tin	<i>Pinus pinaster</i>	Pin maritime
<i>Myrtus communis</i>	Myrte	<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux
<i>Cytisus triflorus</i>	Cytise à trois fleurs		

Source : SACCARDY (1938)

## II- Généralités sur le liège

### II-1 C'est quoi le liège ?

Le liège est l'écorce du chêne-liège (*Quercus suber L*). Ce matériau est une ressource naturelle, résistante, biodégradable et recyclable l'extraction régulière du liège contribue à la régénération naturelle des chênes lièges.

Il protège l'arbre des insectes, du froid et des intempéries tout en lui permettant de respirer, par de minces canaux appelés lenticelles.

### II -2 Formation de liège :

En examinant une coupe transversale dans un tronc de Chêne-liège (figure 4), on voit de l'intérieur à l'extérieur trois zones concentriques : **le bois, le liber, le liège** (SACCARDY,1938).

La formation du liège provient des deux assises génératrices suivantes :

- Entre le bois et le liber se trouve l'assise **libéro-ligneuse** ou (**cambium**) produisant des tissus ligneux (le bois) vers l'intérieur et des tissus libéraux (liber) vers l'extérieur.
- Une seconde assise génératrice se trouve entre le liber et le liège, c'est le phellogène **assisesubéro-phellodermique**, il s'agit d'un tissu végétal et qui donne vers l'extérieur le liège (suber) et vers l'intérieur le phelloderme, tissu très fin de l'épaisseur d'un feuillet, visible seulement au microscope. (ABBARA, 2018).

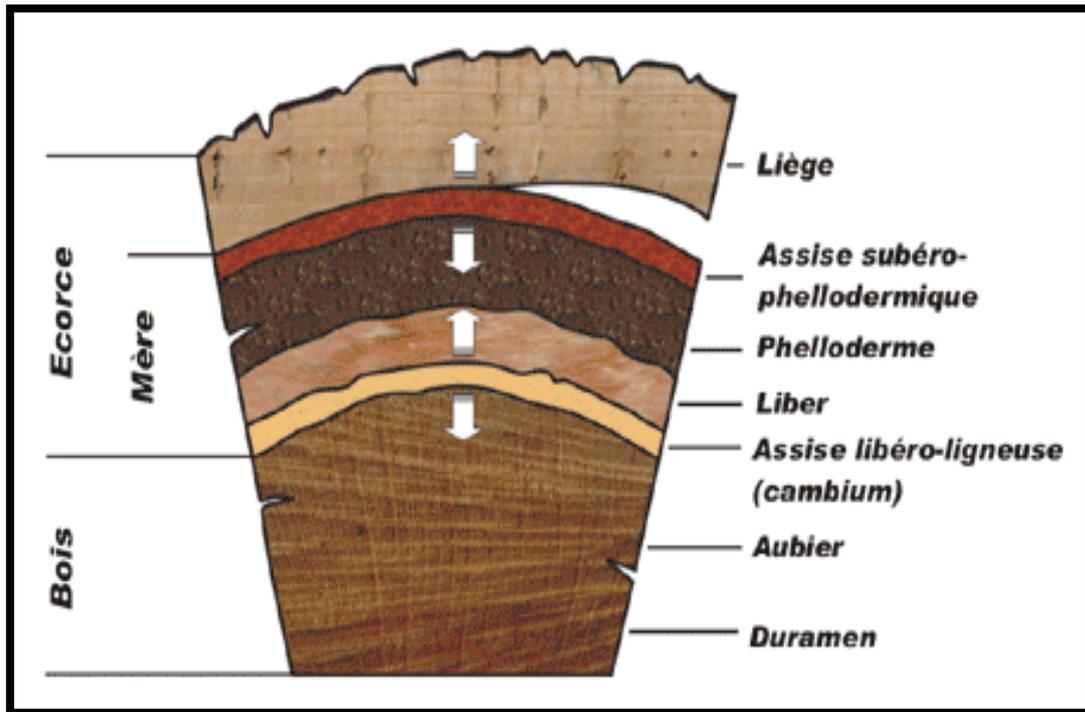


Figure 04 : Coupe transversale d'un bois de chêne liège



Figure 05 : Illustration de la « mère » du chêne liège

### II-3 Accroissement du liège :

Les anneaux de croissance de liège (cerne annuel) poussent chaque année après chaque récolte d'une certaine épaisseur variant de 1,5 à 7 mm. Ce sont des accroissements non rectilignes, parfois large parfois très serrés .l'âge du liège est appréhendé donc par le comptage de ces cernes.

L'accroissement du liège s'arrête en hiver, généralement de la fin octobre à la fin avril. Le cycle végétatif s'étale sur six mois environ, Il arrive que les canicules, les incendies et les attaques d'insectes stoppent les accroissements de l'année. (DHIRI, 2017)

Les épaisseurs des accroissements du liège algérien sont assez fortes pendant les 3 premières années (de l'ordre de 4 à 6 mm et plus) décroît ensuite progressivement. (SACCARDY, 1938)

Les accroissements



Source : originelle

Figure 06 : Identification des accroissements du liège

## II-4 Composition chimique du liège :

La composition chimique du liège regroupe divers composants qui sont résumés dans le tableau (6) :

**Tableau 06 : La composition chimique du liège**

<b>Constituants</b>	<b>Rôle</b>	<b>Pourcentage</b>
<b>Subérine</b>	composant principal des cloisons des cellules, source de son élasticité	<b>45 %</b>
<b>Lignine</b>	élément qui contribue à la liaison entre les différents composants. C'est le composé « agglomérant »	<b>27 %</b>
<b>Cellulose et Polysaccharides</b>	composants des cloisons des cellules qui donnent au liège sa texture	<b>12 %</b>
<b>Tanins</b>	composants qui déterminent la couleur du liège	<b>6 %</b>
<b>Céroides</b>	composants hydrophobes qui garantissent l'imperméabilité.	<b>6%</b>
On retrouve aussi de l' <b>eau</b> , de la <b>glycérine</b> et divers ingrédients à hauteur de <b>4%</b>		

Source : (F.F.L, 2017)

## II-5 Propriétés physiques et mécaniques du liège :

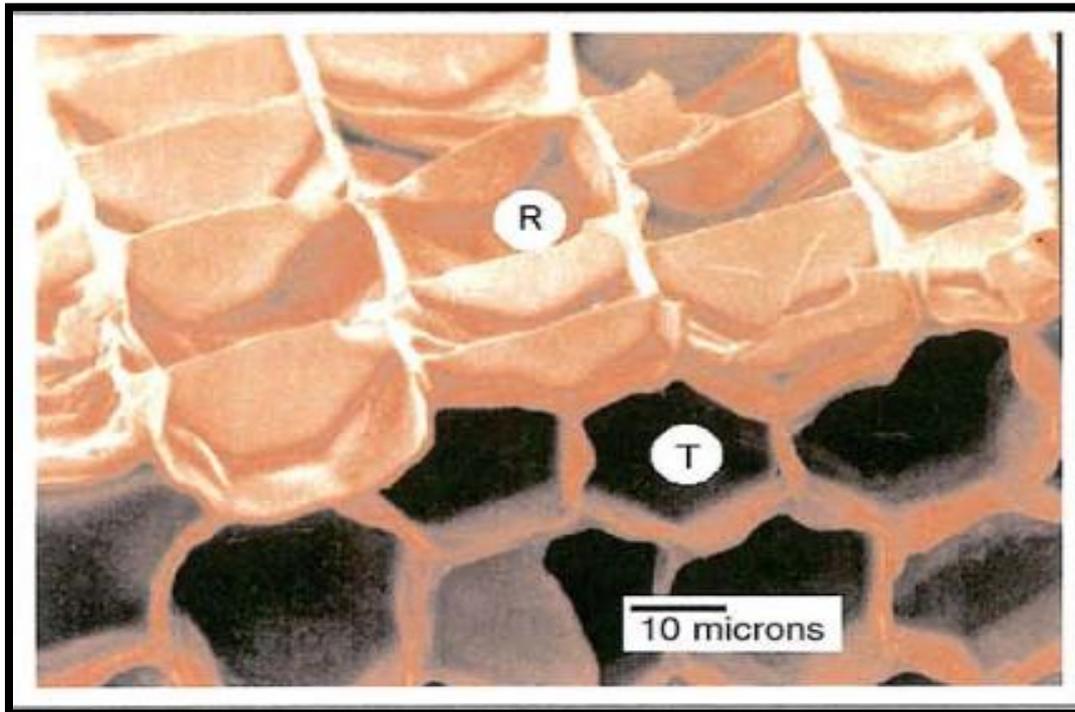
Les Propriétés physiques et mécaniques du liège sont résumées dans le tableau ci-dessus:

**Tableau 07 : Les Propriétés physiques et mécaniques du liège**

Propriétés	Description	Auteurs
<b>Résistant Au feu</b>	Il ne libère ni produit, ni fumée toxique et est difficilement inflammable	AMORIM ,2000
<b>Excellent Isolant - Thermique - Phonique et Electrique</b>	Les cellules extrêmement fines, souples et remplies d'air font du liège un isolant efficace. Imputrescible, il assure une isolation hautement qualitative et durable.	
<b>Légèreté</b>	Il ne pèse que 0,16 grammes par cm <sup>3</sup> . Un bouchon contient environ 89,7% d'air ou de gaz similaires.	
<b>Etanche</b>	Probablement la caractéristique la plus connue des consommateurs, le liège est naturellement étanche aux liquides.	ANONYME, 2006
<b>Antivibratoire</b>	Le liège isole des vibrations mécaniques et permet de constituer des joints et panneaux antivibratoires à haute performance.	
<b>Absence de toxicité</b>	Du fait de l'absence de toxicité, le liège a pu accompagner l'homme dans sa vie quotidienne.	IPROCOR ,1999
<b>Pouvoir Calorifique</b>	Capacité du liège à générer une chaleur équivalente a celle du charbon végétal, environ 7000 Kcal/kg.	
<b>Amortisseur d'impact</b>	La déformation provoquée par un impact direct sur une zone donnée, s'étendra en zone contiguë.	
<b>Coefficient de « poisson nul »</b>	Réduire le volume du liège vers une direction donnée, il ne se produit aucune déformation perpendiculaire.	

## II-6 Structure cellulaire du liège :

Au XVII<sup>ème</sup> siècle, le physicien britannique Robert Hooke arrive à obtenir la première image du liège en utilisant un microscope de son invention. Il est ainsi le premier à observer une cellule de liège. (F.F.L ,2017).



R : radiale

T : tangentielle

(IPROCOR ,1999)

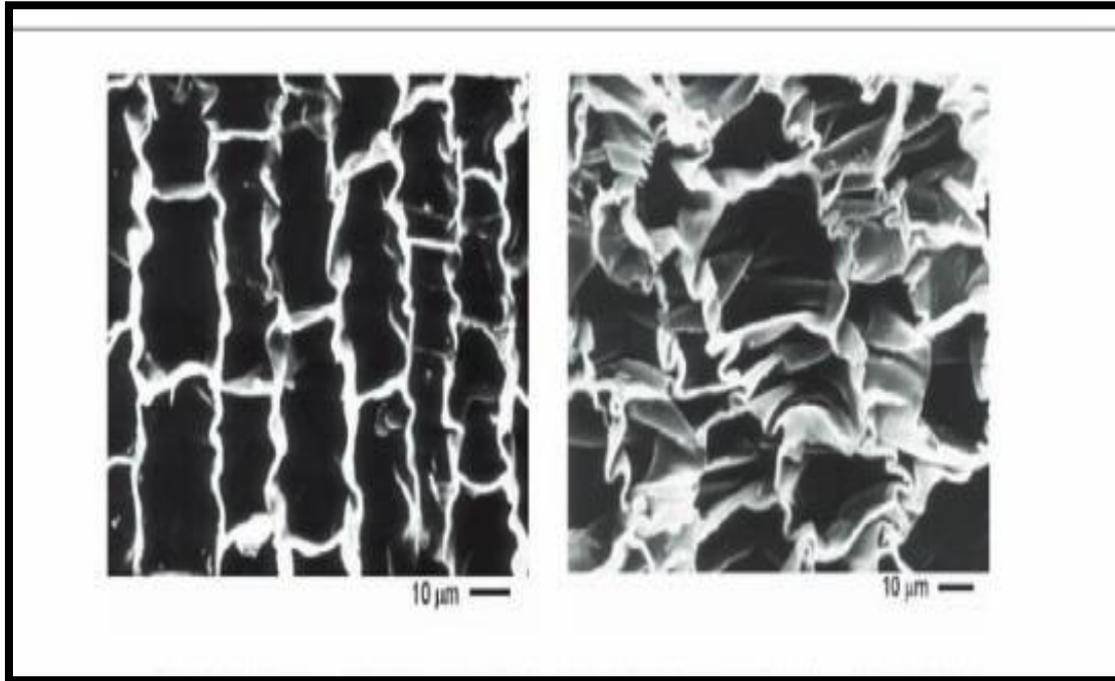
Figure 07 : Cellules du liège.

-Selon AMORIM, 2000 Le liège est un matériel cellulaire comprenant des petites cellules fermées et vides avec une forme de prisme hexagonal ou pentagonal. La taille d'une cellule dépasse rarement 0,045 millimètre, les plus petites cellules seulement 0,02 ou 0,01 millimètre.

Chaque cellule est formée par une cellule mère du phellogène et la direction de croissances (élongation cellulaire) est radiale, construisant des lignes arrangées parallèlement. En comparaison avec d'autres matériaux cellulaires, le liège à des cellules plus petites et avec des parois plus fines, ainsi qu'une uniformité générale d'épaisseur de la paroi.

La structure est approximativement axisymétrique dans la direction radiale. La structure est caractérisée par la formation régulière de cernes par déposition d'une couche étroite de

cellules plus denses en automne et par la présence de canaux lenticulaires. Les canaux lenticulaires, ou porosité du liège introduisent dans la structure un facteur de variation et d'aléatoire et peuvent augmenter l'anisotropie dans le plan tangentiel. (PEREIRA, 2008)



(PEREIRA, 2008)

**Figure 08 : Cellules de liège en section transversale montrant ondulation (gauche) et corrugation (droite).**

## II-7-Les défauts du liège :

Selon, CANTAT et PIAZZETTA (2005) le liège présente divers défauts résumés dans le tableau (8) :

**Tableau 08 : Les défauts du liège**

Défauts	Caractéristiques
Liège soufflé	Ses trop nombreuses crevasses le rendent impropre à la fabrication de bouchons.
Trou de fourmi	Le trou de fourmi est un défaut plus ou moins gênant selon son emplacement. Lors de la levée, il est important de retirer l'ensemble du liège de pied pour ne pas favoriser la réinstallation des fourmis dans les futures planches.
Liège doublé	Ce défaut est dû à un arrêt de croissance du liège (année de sécheresse, incendie...).
Liège vert	Défaut causé par la pénétration d'eau dans les cellules du liège. Lors du séchage, les zones atteintes se rétractent, c'est pourquoi il est conseillé de laisser sécher plus longtemps ce liège afin que le défaut n'apparaisse pas sur le bouchon.
Liège clouté	Présence de tissus lignifiés (bois) dans l'épaisseur du liège, ce qui le rend plus dur et plus dense.
Liège terreux	Défaut dû à un nombre trop important de lenticelles de grosse taille, ce qui augmente la porosité du liège. On le retrouve souvent au niveau du liège de pied.
Tache jaune	Elle se manifeste par une décoloration du tissu subéreux et par une forte odeur de moisissure.
Galerie du Coroebus	Après le passage du ver entre le liège et la mère, la galerie se retrouve incluse dans l'épaisseur du liège.

(I. M. L, 2005)

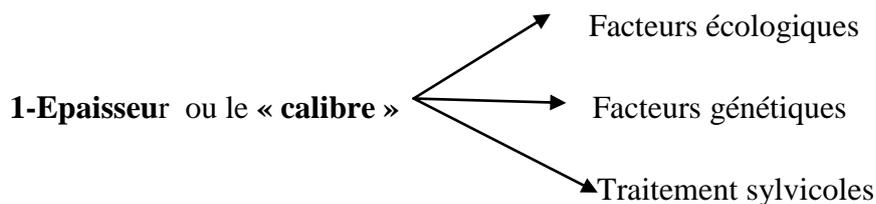
## II-8-Qualité de liège :

Tout commence avec le premier écorçage appelé le «démâclage». Il a lieu lorsque le chêne liège arrive à ses 25-30ans. On obtient un liège, appelé liège mâle, très dur et donc difficile à travailler. Celui-ci est transformé en granulés pour être utilisé comme revêtements pour les sols et murs ou matériau d'isolation. 9 ans plus tard, le second écorçage n'est pas encore le bon! Ce liège appelé «liège de première production» est encore dur et d'une qualité encore insuffisante. C'est à partir du 3eme round, 9 années après, que le liège obtenu dévoilera toutes ses propriétés. Celui-ci est appelé « liège de reproduction». À partir de là, tous les 9 ans, le chêne-liège pourra fournir de la matière pendant environ un siècle et demi.

-La qualité du liège se traduit par l'absence relative des défauts. Un liège de très bonne qualité ne doit avoir que des lenticelles fines et peu nombreuses, il doit être léger, imperméable et souple. (SACCARDY, 1938).

Selon **Ferreira et al (1999)** La qualité du liège est établie principalement selon la porosité due à la présence des canaux lenticulaires qui traversent les planches de liège radialement, du phellogène jusqu'à l'extérieur. Quelques défauts, par exemple, galeries d'insectes ou grandes inclusions ligneuses, dévalorisent aussi fortement le liège.

➤ Deux facteurs qui interviennent dans la qualité de liège selon IPROCOR 1999 :



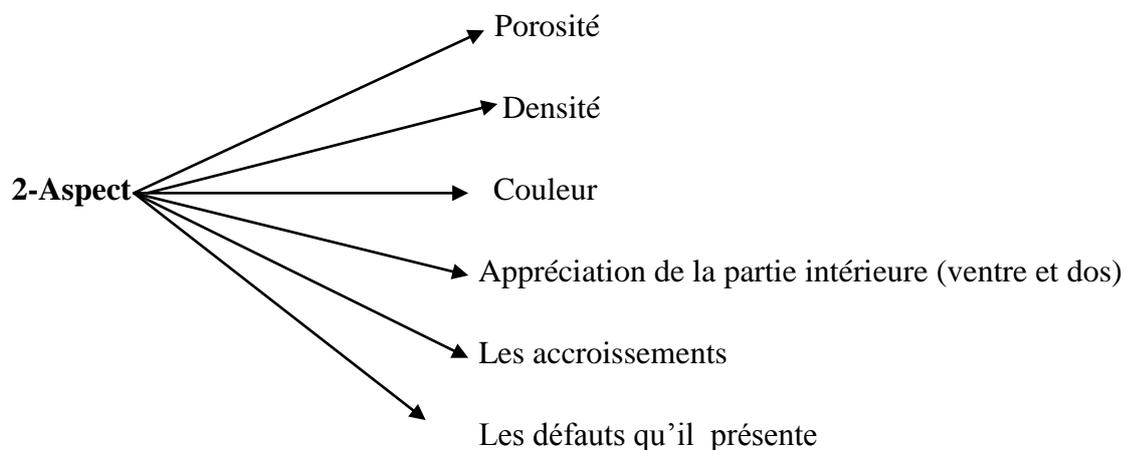
-**L'épaisseur** : Appelée aussi « **calibre**», ce critère représente le côté quantitatif de la qualité (quantité de bouchons ou disques produit par kilogramme sur une planche de liège). Il conditionne en même temps, la durée du cycle de production en subéraie (en se basant sur les

accroissements annuels) et définit les classes d'épaisseurs admises couramment par le commerce.

**Tableau 09: Classification traditionnelle en calibre (SACCARDY, 1937 ; BOUDY, 1952)**

Classe commerciale	Épaisseur	
	En ligne*	En mm
<b>Flotte</b>	6-8	13-18
<b>Mince</b>	8-10	18-22
<b>Bâtard</b>	10-12	22-27
<b>Juste</b>	12-14	27-32
<b>Régulier</b>	14-18	32-40
<b>Demi épais</b>	18-20	40_45
<b>Épais</b>	20-22	45-50
<b>Sur- épais</b>	>22	>54

1ligne= 2.25mm



-Sur un même arbre la porosité du liège diminue avec la hauteur du tronc, et donc les lièges des branches est de meilleur qualité que celui du tronc ; cette amélioration est due principalement à la diminution de la porosité qu'accompagne la réduction de l'épaisseur des planches. (NATIVIDADE (1956).

## II-9-Production de liège :

### II-9-1-Production mondiale :

Au Portugal et en Espagne, les deux pays qui produisent le gros du liège mondial, les producteurs connaissent depuis longtemps les ingrédients essentiels d'une récolte parfaite : un climat sec et chaud avec des précipitations régulières et une bonne dose de patience.

La production mondiale annuelle est de l'ordre de 299.330 tonnes/an se distribuent comme suit :

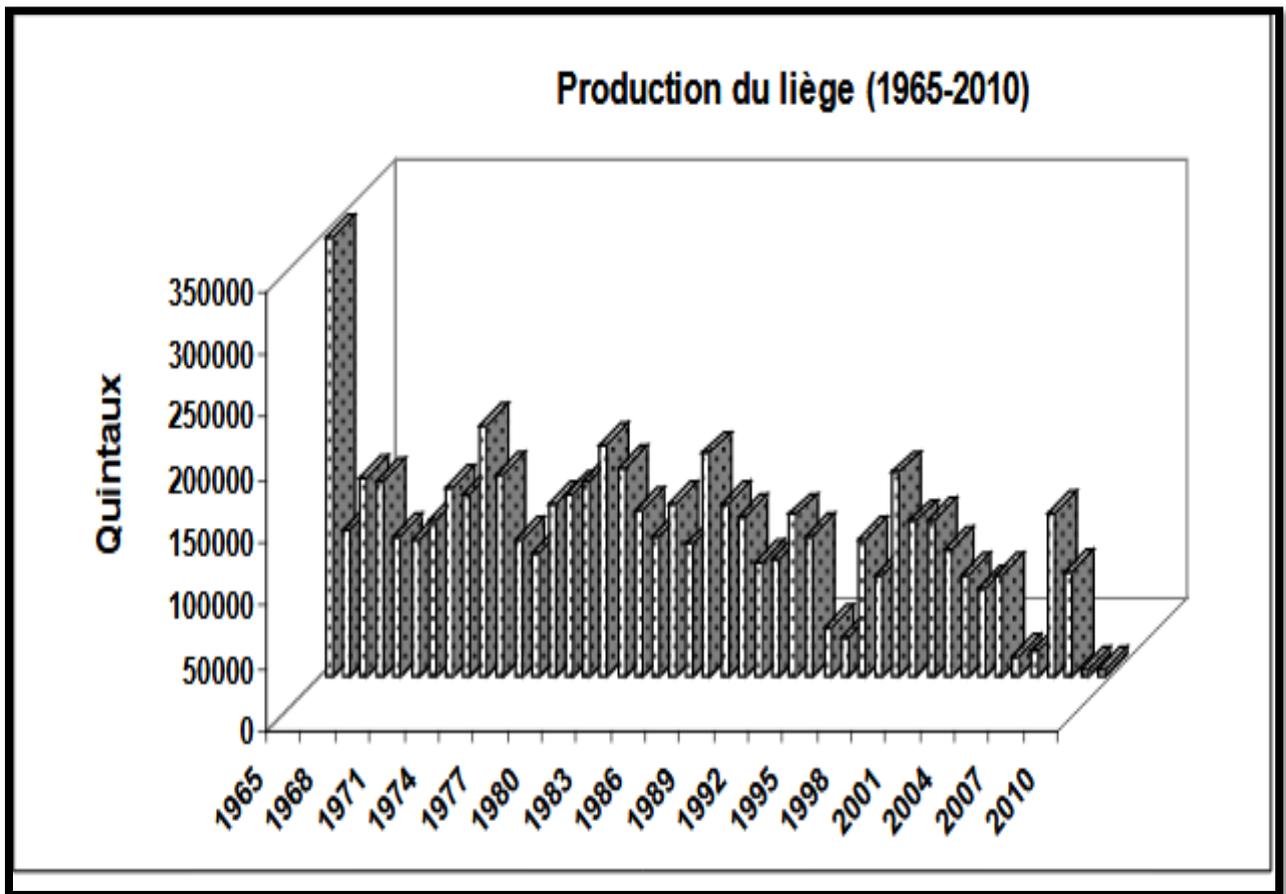
**Tableau 10 : Production du liège dans le monde.**

Pays	Production (tonnes/an)	Taux de production %
Portugal	157 000	52.45
Espagne	88 400	29.54
Italie	17 000	5.68
Algérie	15 000	5.01
Maroc	11 000	3.68
France	7500	2.50
Tunisie	3400	1.14
TOTAL	299 300	100

Source : PEREIRA (2008).

## II-9-2-Production du liège en Algérie :

La production nationale a connu des fluctuations annuelles parfois importantes. Pendant l'époque coloniale, elle oscillait en moyenne entre 9000 tonnes (1867 et 1925) et 32.000 tonnes (1930-1960) (NATIVIDADE, 1956.). Après l'indépendance, cette production a nettement régressé pour des raisons diverses et le volume annuel est devenu en effet assez irrégulier et a varié de 8 à 35 000 tonnes, soit une moyenne de l'ordre de 14.000 tonnes ce qui correspond à une réduction d'environ 60 % par rapport à la phase précédente (D.G.F., 1999).



(D.G.F., 2011)

Figure 09 : Production nationale annuelle de liège entre 1965- 2010.

**II-10-Différents usages du liège :**

En plus de la bouchonnerie et de l'isolation, le liège est utilisé dans d'autres secteurs:

- Dans le bâtiment (revêtement, isolation thermique et acoustique, décoration, cloisons).
- La construction navale (gainés de ventilation, circuits de calorifugeage isolation).
- La confection de la chaussure (tallons et semelles) et dans l'emballage (granulés et laine de liège).
- L'industrie des chambres froides et transports frigorifiques.
- la mécanique (joints mixtes avec caoutchouc jauge de flottaison, joints d'étanchéité, joints paliers transmission).
- Les produits pharmaceutiques (bouchage et conditionnement de produit, etc.).

Aujourd'hui...le liège est plus qu'un matériau. Ses caractéristiques et propriétés multiples sont exploitées dans l'ensemble de l'industrie pour des exploitations très diverses : industries de pointe mais aussi industrie pharmaceutique, aéronautique ou automobile. Le liège est aujourd'hui un matériau moderne, performant utilisé pour de plus en plus d'applications.

# *Chapitre II*

## *Matériel & Méthode*

## I. Présentation du milieu d'étude:

Dans le cadre de notre étude, le travail portera sur trois stations de la wilaya d'El Taref.

- Nos échantillons proviennent des trois stations suivantes :
  - Oued Bougous
  - Zitouna
  - Sidi Bouzid (Hammam Beni Salah)

### I.1 Situation géographique :

La wilaya d'El Taref fait partie du Nord-est du Tell algérien, elle est limitée par :

- ❖ La mer Méditerranéenne au Nord.
- ❖ La frontière Algéro-Tunisienne à l'Est.
- ❖ La wilaya de Guelma au Sud-ouest.
- ❖ La wilaya de Souk-Ahras au Sud.
- ❖ La wilaya d'Annaba à l'Ouest.

Elle couvre une surface de 305000 ha, dont 166311 ha de superficie forestière (54,52%), le chêne liège couvre une superficie de 59563 ha (BEN SAID et BEN YAHIA 2011). Les coordonnées de la région sont :

- Longitude 8°27'3 Est.
- Latitude 36°53'47' Nord.
- Altitude moyenne 13 m.

### I.1 Description des stations d'étude :

- **La forêt de Oued Bougous**

Est située environ à 20 km environ au sud-est d'El Taref et à 10 km, à vol d'oiseau, à l'ouest de la frontière tunisienne. Avec une altitude moyenne de 600 m.

- **La forêt de Sidi Bouzid (Hammam Beni Salah):**

Est située au Nord-ouest de la commune de Hammam Béni Salah à une altitude moyenne de 450 m avec une superficie de 84 000 ha.

- **La forêt de Zitouna :**

Se situant au Nord-est de l'Algérie au Sud-est de la wilaya d'El Taref à 111 mètres d'altitude maximale. C'est une commune frontalière avec la Tunisie.



Figure 10 : Localisation et limite de la région d'étude (SABRI, 2011).

**II. Etude climatique :**

L'étude du climat est très essentielle pour suivre l'évolution de la végétation de n'importe quelle forêt. Il intervient fortement dans la formation et l'évolution du sol par les réserves hydriques qu'ils procurent aux végétaux.

**II.1 -Temperature :**

L'étude des données sur les températures notamment, la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (**M**), et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (**m**) donne une idée sur le climat de la région.

La température est un facteur très important et aussi un facteur limitant dans la répartition des végétaux. Les températures s'abaissent avec l'altitude croissante. Les données relatives aux températures fournies par la direction du parc national d'El Kala, situé à 13 m d'altitude, sont représentées dans le tableau n°11, La correction de ces données est rapportée à l'altitude moyenne de chaque station étudiée : Oued Bougous, Sidi Bouzid et Zitouna (600 m, 450 m et 111 m d'altitude).sachant que la température varie relativement avec l'altitude comme suit :

- les températures minimales présentent une décroissance de 0,4°C chaque élévation de 100m d'altitude.
- Les températures maximales présentent une décroissance de 0,7°C chaque élévation de 100m d'altitude.

**Tableau 11 : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) d'El-Kala pour la période 1997-2005.**

Mois T (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
<b>TM</b>	15,6	13,4	18,7	19,2	23,6	26,7	30,5	31,2	27,2	22,1	20,8	17,3	22,2
<b>Tm</b>	8,9	6,3	10,8	11,3	15,3	17,6	22,0	23,5	19,1	17,1	13,1	10,4	14,6
<b>Tmoy</b>	12,0	9,8	14,7	15,2	19,4	22,1	26,2	27,3	23,1	19,6	17	13,8	18,4

(Altitude13m)

(Source : PNEK, 2009)

**Tableau 12: Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigé parrapport à l'altitude moyenne de la forêt Oued Bougous (587m).**

MOIS T(°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
<b>TM</b>	<b>11.49</b>	<b>9.29</b>	14.59	15.09	14.49	22.59	26.39	27.09	23.09	17.99	16.69	13.19	<b>18.09</b>
<b>Tm</b>	<b>6.55</b>	<b>3.95</b>	8.45	8.95	12.95	15.25	19.65	21.15	16.75	14.75	10.75	8.05	<b>12.25</b>
<b>T moy</b>	9.02	6.62	11.25	12.02	13.72	18.92	23.02	24.12	19.92	16.37	13.72	10.62	<b>15.17</b>

(Altitude600m)

**T moy** : Température moyenne (Tm+TM)/2.

**Tm** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

**TM** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

- A travers le tableau n° 12 dont les données sont corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Oued Bougous (600 m), nous remarquons que les mois les plus chauds sont le mois de **juillet** et le mois **d'Août** avec des températures de **26.39 °c** et **27.09 °c** respectivement et les mois les plus froids sont le mois de **janvier** et **février** avec des températures de **6.55** et **3.95 °c** respectivement.

**Tableau 13: Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigé par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Sidi Bouzid (437m).**

MOIS T(C°)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
<b>TM</b>	12.54	10.34	15.64	16.14	20.54	23.64	<b>27.44</b>	<b>28.14</b>	24.14	19.04	17.74	14.24	<b>19.14</b>
<b>Tm</b>	<b>7.15</b>	<b>4.55</b>	9.05	9.55	13.55	15.85	20.25	21.75	17.35	15.35	11.35	8.65	<b>12.85</b>
<b>T moy</b>	9.84	7.44	12.34	12.84	17.05	19.75	23.85	24.95	20.75	17.20	14.55	11.45	<b>16</b>

(Altitude 450m)

**T moy** : Température moyenne (Tm+TM)/2.

**Tm** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

**TM** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

- A travers le tableau n° 13 dont les données sont corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Sidi Bouzid (450 m), nous remarquons que les mois les plus chauds sont le mois de **juillet** et le mois **d'Août** avec des températures de **27.44°C** et **28.14 °c** respectivement et les mois les plus froids sont le mois de **janvier** et **février** avec des températures de **7.15** et **4.55°C** respectivement.

**Tableau 14: Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigé par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Zitouna (98m).**

MOIS T(C°)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
<b>TM</b>	14.91	12.71	18.01	18.51	22.91	26.01	<b>29.81</b>	<b>30.51</b>	26.51	21.41	20.11	16.61	<b>21.51</b>
<b>Tm</b>	<b>8.51</b>	<b>5.91</b>	10.41	10.91	14.91	17.21	21.61	23.11	18.71	16.71	12.71	10	<b>14.21</b>
<b>T moy</b>	11.71	9.31	14.21	14.71	18.91	21.61	25.71	26.81	22.61	19.06	16.41	13.31	<b>17.86</b>

(Altitude 111m)

**T moy** : Température moyenne (Tm+TM)/2.

**Tm** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

**TM** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

- A travers le tableau n° 14 dont les données sont corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Zitouna (450 m), nous remarquons que les mois les plus chauds sont le mois de **juillet** et le mois **d'Août** avec des températures de **29.81°C** et **30.51 °c** respectivement et les mois les plus froid sont le mois de **janvier** et **février** avec des températures de **8.51** et **5.91°C** respectivement.

**Tableau 15: Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigé par rapport à l'altitude moyenne des trois stations (374m).**

MOIS T(C°)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
<b>TM</b>	12,98	10,78	16,08	16,58	19,31	24,08	<b>27,88</b>	<b>28,58</b>	24,58	19,48	18,18	14,68	<b>19,58</b>
<b>Tm</b>	<b>7,4</b>	<b>4,8</b>	9,3	9,8	13,8	16,1	20,5	22	17,6	15,6	11,6	8,9	<b>13,1</b>
<b>T moy</b>	10,19	7,79	12,69	13,19	16,555	20,09	24,19	25,29	21,09	17,54	14,89	11,79	<b>16,34</b>

(Altitude 387 m)

- A travers le tableau n° 15 dont les données sont corrigées par rapport à l'altitude moyenne des trois stations (387m), nous remarquons que les mois les plus chauds sont le mois de **juillet** et le mois **d'Août** avec des températures de **27.88°C** et **28.58 °c** respectivement et les mois les plus froids sont le mois de **janvier** et **février** avec des températures de **7.4** et **4.8°C** respectivement.

## II.2 Précipitations:

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, leur répartition annuelle est importante par leur rythme et leur valeur volumique absolue (Dajoz, 1975 in Sobhi,2009).

La quantité des pluies varie avec l'altitude (plus on monte, plus la pluviométrie augmente) ; pour cela, (SELTZER, 1946 in BENGANA et ALI AHMED ,2007) recommande un gradient pluviométrique altitudinal de 50 mm pour chaque 100 m d'élévation (lorsque la pluviométrie moyenne est de 1204 mm).

Les données climatiques de notre zone d'étude sont fournies par La direction du parc national d'El Kala, situé à 13 m d'altitude, tableau n°16. Dans ce contexte, nous avons corrigé ces données en les rapportant à l'altitude moyenne de chaque station étudiée (600m, 450 m et 111m d'altitude).

**Tableau 16: Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) d'El- Kala pour la période de 1997-2005.**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
<b>P (mm)</b>	71 ,1	68,6	37,5	76,6	17,1	1,6	1,1	13,8	64,2	28 ,6	83 ,9	97,6	<b>561,7</b>

(Altitude 13m)

(Source : ONM, 2009)

**P (mm)** : précipitations mensuelles et annuelles moyennes.

La quantité annuelle des précipitations est calculée par la méthode suivante :

$$\begin{array}{l} 1204 \text{ mm} \quad \longrightarrow \quad 50\text{mm} \\ 561.7\text{mm} \quad \longrightarrow \quad X \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1204 \text{ mm} \\ 561.7\text{mm} \end{array}} \right\} X = 23.32 \text{ mm}$$

$$\begin{array}{l} 100 \text{ m} \quad \longrightarrow \quad 23.3 \text{ mm} \\ 587\text{m} \quad \longrightarrow \quad Y \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} 100 \text{ m} \\ 587\text{m} \end{array}} \right\} Y = 136.92 \text{ mm}$$

$Z = 561.7 + Y = 697.88 \text{ mm}$  (Z quantité des pluies à 587 m d'altitude)

**Tableau17 : Les précipitations moyennes mensuelles d'El Kala, corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Oued Bougous (587m)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOY/AN
P (mm)	88.43	85.32	46.64	95.27	21.27	1.99	<b>1.36</b>	17.16	79.85	35.57	104.35	<b>121.4</b>	<b>698.6</b>

(Altitude : 600 m)

- D'après les données corrigées (tableau n° 17), il ressort que la tranche pluviométrique moyenne annuelle enregistrée à la station d'Oued Bougous pendant 9 ans d'observation s'élève à **698.6 mm/an.**

L'analyse des données pluviométriques (tableau 17) fait ressortir le mois de décembre comme étant le mois le plus pluvieux **121.4mm** et le mois de juillet le plus sec **1.36mm.**

**Tableau18 : Les précipitations moyennes mensuelles d'El Kala, corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Sidi Bouzid (437m).**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
P (mm)	84	81.05	44.3	90.5	20.2	1.9	<b>1.3</b>	16.3	75.85	33.8	99.12	<b>115.3</b>	<b>663.6</b>

(Altitude : 450 m)

- D'après les données corrigées tableau n° 18, il ressort que la tranche pluviométrique moyenne annuelle enregistrée à la station de Sidi Bouzid pendant 9 ans d'observation s'élève à **663.6 mm/an.**

L'analyse des données pluviométriques (tableau 18) fait ressortir le mois de décembre comme étant le mois le plus pluvieux **115.3 mm** et le mois de juillet le plus sec **1.3 mm**.

**Tableau19 : Les précipitations moyennes mensuelles d'El Kala, corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station du Zitouna (98m).**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
P (mm)	74	71.4	39.02	79.71	17,8	1,66	<b>1,14</b>	14.36	66.81	29.76	87.31	<b>101.57</b>	<b>584.56</b>

(Altitude : 111 m)

- D'après les données corrigées tableau n° 19, il ressort que la tranche pluviométrique moyenne annuelle enregistrée à la station de Sidi Bouzid pendant 9 ans d'observation s'élève à **584.56 mm/an**.

L'analyse des données pluviométriques (tableau 19) fait ressortir le mois de décembre comme étant le mois le plus pluvieux **101.57 mm** et le mois de juillet le plus sec **1.14 mm**.

**Tableau 20: Les précipitations moyennes mensuelles de l'altitude moyenne des trois stations (387m).**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	annuelle
P (mm)	82,14	79,25	43,32	88,5	19,75	1,85	<b>1,26</b>	15,94	74,17	33,04	96,92	<b>112,75</b>	<b>648,92</b>

(Altitude : 387 m)

- D'après les données corrigées (tableau n° 20), il ressort que la tranche pluviométrique moyenne annuelle enregistrée au niveau des trois stations d'El Taref pendant 9 ans d'observation s'élève à **648.92 mm/an**.

L'analyse des données pluviométriques (tableau 20) fait ressortir le mois de décembre comme étant le mois le plus pluvieux **112.75 mm** et le mois de juillet le plus sec **1.126 mm**.

### II.3 Synthèse climatique:

La classification écologique des climats est faite en utilisant essentiellement les deux facteurs les plus importants et les mieux connus : la température et la pluviosité.

#### II.3.1-Diagramme ombrothermique :

Bagnouls et Gaussen ont établi un diagramme qui permet de dégager la période sèche en s'appuyant sur la comparaison des moyennes mensuelles des températures en °C avec celle des moyennes mensuelles des

précipitations en mm, admettant qu'un mois est sec lorsque le double de la température moyenne mensuelle est supérieur ou égale à la moyenne mensuelle des précipitations ( $P \text{ mm} < 2T^{\circ}\text{C}$ ), (BAGNOULS et GAUSSEN, 1953 ).

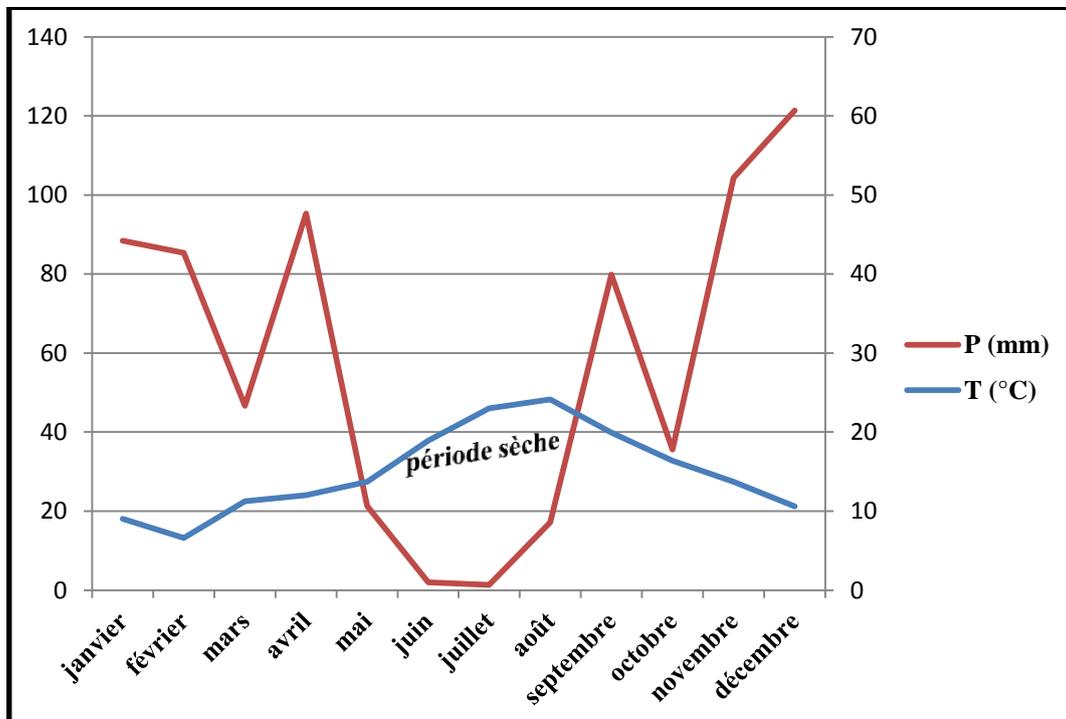
**Tableau 21 : Températures moyenne mensuelles ( $^{\circ}\text{C}$ ) ; Précipitations mensuelles (mm) de la région d'El- Kala. (Période de 1997-2005.**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P(mm)	82,14	79,25	43,32	88,5	19,75	1,85	1,26	15,94	74,17	33,04	96,92	112,75
T moy	10,19	7,79	12,69	13,19	16,555	20,09	24,19	25,29	21,09	17,54	14,89	11,79

L'examen du diagramme Ombrothermique pour les 3 stations d'El Taref permet de constater que la période sèche est nettement marquée aux cours des mois de l'été, (figure 11) .Elle s'étale sur environ 4 mois : de la **mi-mai** jusqu'à la fin d'**août**.

**P : précipitation mensuelle en (mm)**

**T : température moyenne mensuelle en ( $^{\circ}\text{C}$ ).**



**Figure 11: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse de la région d'El Taref du période (1997–2005).**

### II.3.2-Quotient pluviothermique d'Emberger

Afin de classer le climat méditerranéen, en fonction de la sécheresse globale, EMBERGER(1952,1955) (cours de bioclimatologie, kadi Benane, 2018) propose le quotient pluviothermique avec la formule suivante :

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

- **P**: Pluviosité annuelle en mm.
- **M** : Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud
- **m** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid
- **(M, m)**: Sont exprimées en degrés absolus ( $t^{\circ}K = t^{\circ}C + 273.2$ ).
- **(M+m)/2**: Estimation de la température moyenne.
- **(M-m)**: Amplitude annuelle.

Dans le cas de notre zone d'étude, nous avons les données suivantes :

P=648.92, M=28.58°C, m=4.8°C.

$$Q_2 = \frac{2000 * 648.92}{(28.58 + 273)^2 - (4.8 + 273)^2}$$

$$Q_2 = 93,6$$

➤ La zone étudiée occupe l'étage bioclimatique Sub humide à hiver doux (figure 12).

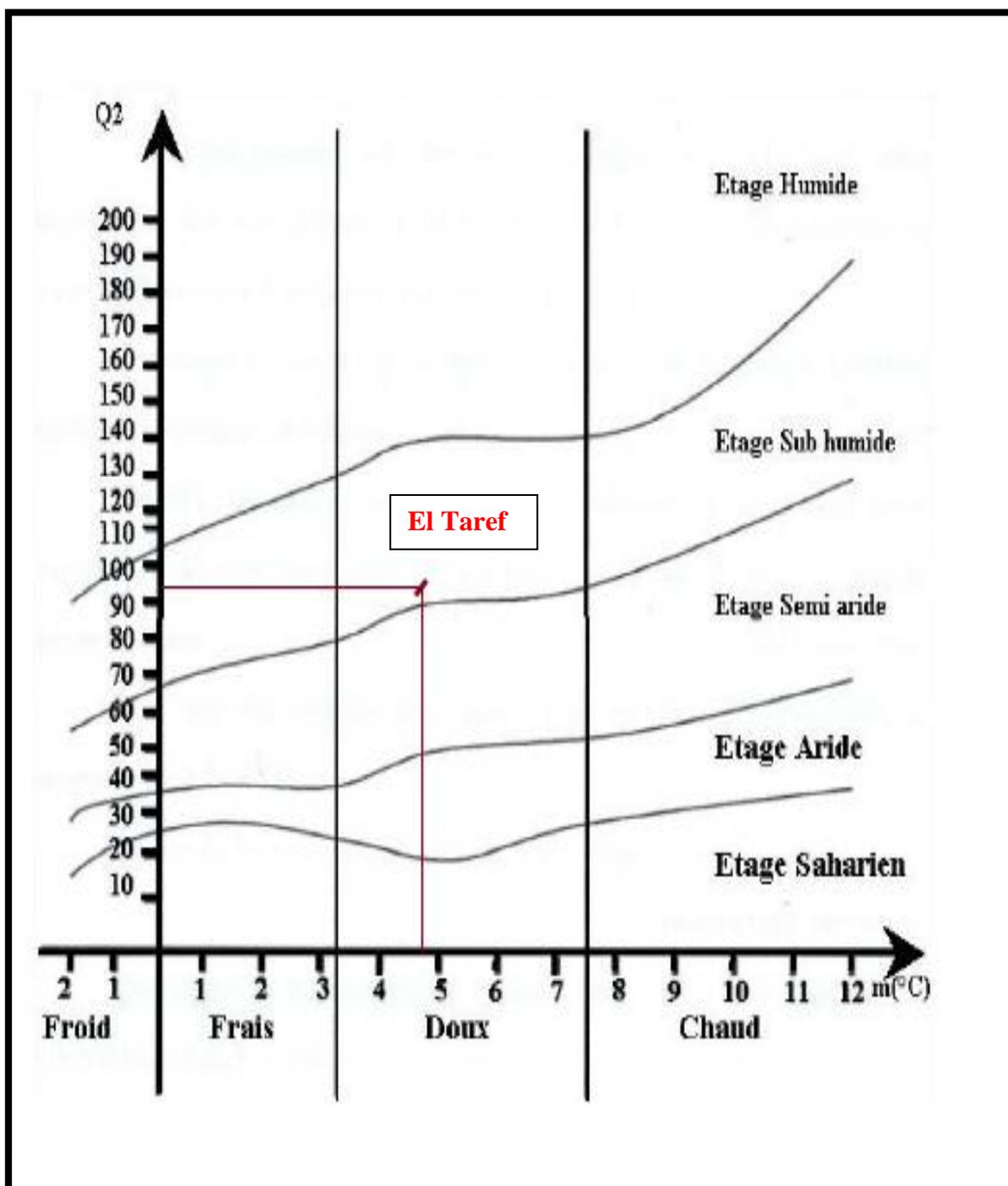


Figure 12: Situation de la station d'étude dans le Climagramme d'Emberger.

## II. Méthode d'échantillonnage :

Après le démasclage des arbres au niveau des trois stations (Oued Bougous ; Sidi Bouzid et la forêt de Zitouna), pour certaines stations les planches de liège ont été prélevées des arbres sur pied et d'autres ont été récupérées des dépôts de liège (figure 13 ,13') et on a fait appel à la méthode stratifié systématique. Nous avons pris dix planches pour chaque station considérée comme strate, en gardant le même intervalle dans la même station lors du prélèvement. Au total 30 planches : 10 planches x 3 stations.



Figure 13 : démasclage du liège dans la forêt



Figure 13' :dépôts de liège

## III. Mesure des variables:

### IV.1- Epaisseur du liege:

Après le bouillage durant une heure de temps et séchage du liège suivant la méthode utilisée par FERREIRA et al (1999) et ALOUI et al(2006).

Trois mesures d'épaisseurs sous croûte ont été mesurées, deux à l'extrémité gauche et droite une au centre de la planche échantillonnée à l'aide d'un logiciel de mesure **GIMP** (General Image Manipulation Program), qu'on va expliquer dans les étapes suivantes.

L'épaisseur de la planche est représentée par la moyenne des trois mesures (3 répétitions x10 arbres x 3 stations) ; au total 90 mesures ont été effectuées pour notre étude.

### IV.2.Porosité :

La porosité du liège est exprimée par trois éprouvettes de forme rectangulaire de

10 cm de longueur x 1.5 cm d'épaisseur. Celles-ci sont prélevées de chaque planche de liège, la porosité est étudiée sur les deux sections transversales et les deux sections tangentielles.

Suivant la méthode développée par FERREIRA et *al.* (1999) la porosité est étudiée par analyse d'image scannée sur les quatre sections, puis on a mesuré à l'aide d'un logiciel **GIMP**, (voir figure 17) le nombre de pores et leurs diamètres horizontal et vertical sur les trois éprouvettes.

#### IV. 3. Densité du liège (Dstl) :

Au laboratoire nous avons effectué un prélèvement de trois lamelles de (1cm x 1.5 cm x 1.5 cm), une à l'extrémité droite, une à l'extrémité gauche et la troisième au milieu, de chaque éprouvette de (10 cm x 1.5 cm).

Pour déterminer la densité du liège de chaque arbre ; trois (03) mesures effectuées pour chaque éprouvette. La moyenne des trois éprouvettes représente la densité de la planche. Au total 90 mesures (3 mesures x 10 arbres x 3 stations) ont été effectuées.

Ainsi, la densité est estimée comme suit:

$$\text{Dstl} = \text{Mh (g)} / \text{Vh (cm}^3\text{)}$$

Avec :

**Mh**: Masse du liège a une humidité h (mesurée à l'aide d'une balance analytique).

**Vh**: volume du liège à la même humidité h (mesuré à l'aide d'un pied à coulisse).

**h** : Humidité du milieu.

#### V. Méthode de mesure :

A l'aide d'un outil de mesure et de grossissement, nous avons déterminé pour chaque échantillon les caractères suivants :

##### ❖ Nombre de pores (Nbp)

C'est le nombre total de pores observés sur chaque éprouvette de 10 cm de longueur et 1.5 cm d'épaisseur.

##### ❖ Superficie moyenne des pores (Smp) en (mm<sup>2</sup>)

Elle est estimée à l'aide de la formule suivante :

$$S = \pi D^2 / 4 \text{ avec } D = (d1+d2) / 2$$

**d1** et **d2** étant les deux diamètres perpendiculaires de chaque pore mesuré à l'aide d'un logiciel **GIMP**.

**❖ Nombre de lenticelles (NbL)**

C'est le nombre total des lenticelles observées sur une longueur de 10 cm. La moyenne des trois éprouvettes représente la moyenne de l'arbre.

**❖ Surface moyenne des lenticelles (Sml)**

C'est la surface occupée par chaque lenticelle qui est déterminée par la formule suivante :

$$S_{ml} = l \times L$$

Avec :

**Sml** : Surface moyenne d'une lenticelle (mm<sup>2</sup>).

**l** : La largeur du lenticelle (mm).

**L** : La longueur du lenticelle (mm)

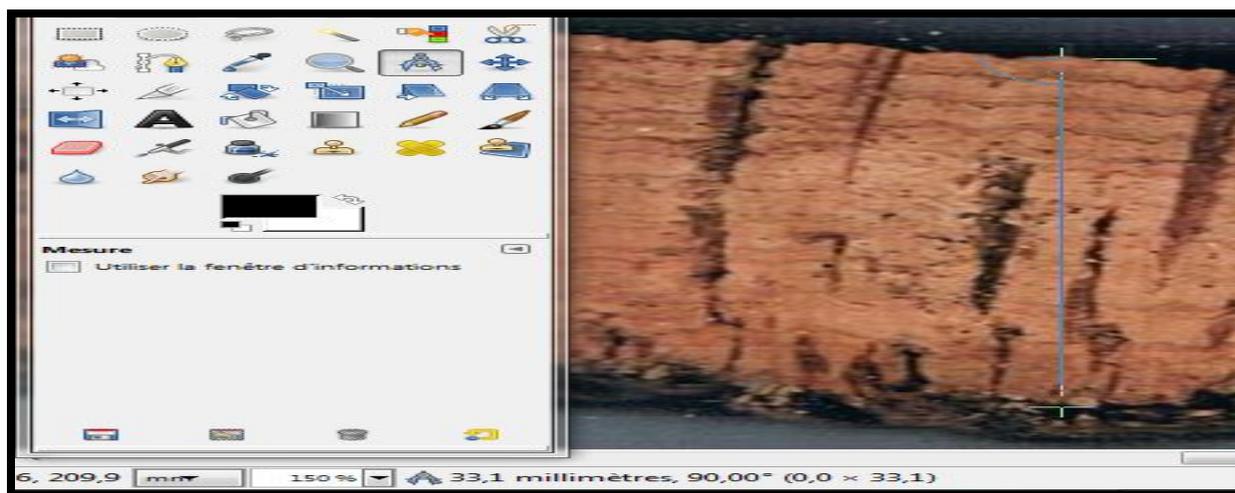
**❖ Coefficient de porosité (Cp) en (%)**

Représente le pourcentage de la superficie totale des pores par rapport à la superficie totale de l'éprouvette FERREIRA et *al.* (1999).



Source : Originelle

Figure 14 : Les éprouvettes utilisées pour le calcul de l'épaisseur sous croute du liège.



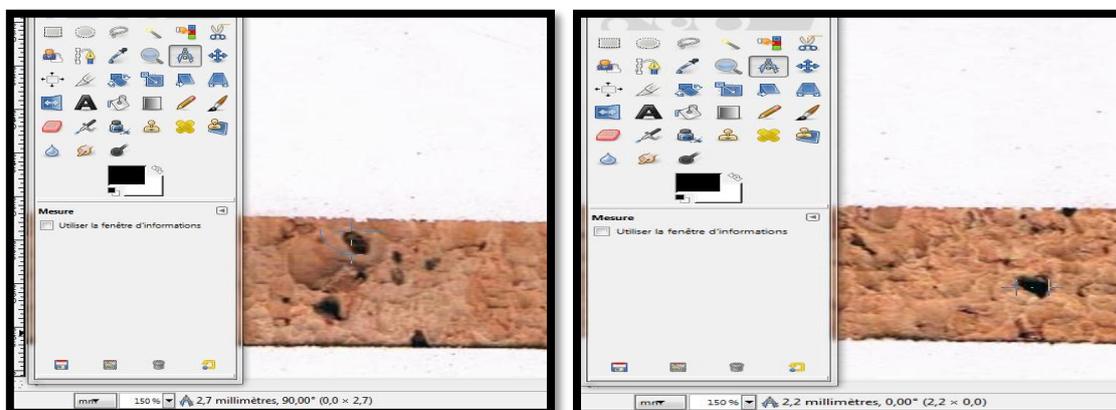
Source : Originelle

Figure 15 : Méthode de mesure de l'épaisseur sous croute du liège à l'aide d'un logiciel GIMP



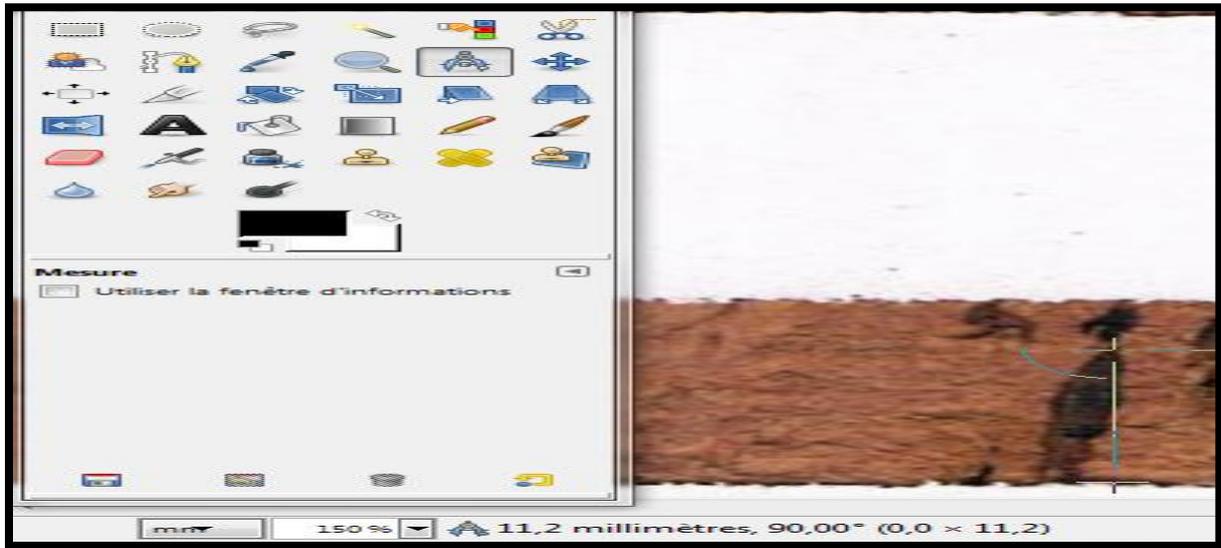
Source : Originelle

Figure 16: Les éprouvettes utilisées pour la mesure de la porosité



Source : Originelle

Figure 17 : les mesures des diamètres (d1 et d2) des pores par le GIMP.



Source : Originelle

Figure 18 : La mesure de la longueur des lenticelles par le GIMP.



Source : Originelle

Figure19 : Les éprouvettes utilisées pour la mesure de la densité (à gauche) et la balance de mesure de la masse des éprouvettes (à droite).



Étape 1



Étape 2



Étape 3



Étape 4



Étape 5



Étape 6



Étape7



Étape8



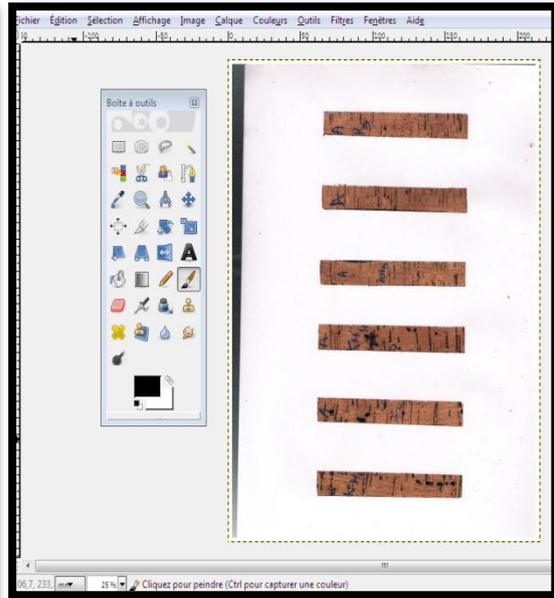
Étape 9



Étape10



Étape 11



Étape 12

Source : Originelle

Figure 20 : Les différentes étapes suivies lors de la réalisation de nos éprouvettes pour les différentes mesures effectuées.

## **VI. Méthode de traitement des données :**

L'analyse de nos résultats a été effectuée à l'aide de deux logiciels **Excel et Stat box**.

L'Excel nous a permis de réaliser les statistiques descriptives telles que la moyenne (**M**), l'écart type ( **$\sigma$** ), le coefficient de variation (**CV%**) ainsi que les distributions graphiques (courbes et histogramme).

Le Statbox a été utilisé pour l'analyse de la variance et l'analyse en composantes principales (**ACP**), l'objectif des traitements statistiques est d'apprécier la qualité du liège.

### **VI.1 Variation interstationnelle :**

L'analyse de la variance a deux critères de classification et le test de NEWMAN et KEULS permettent de comparer les moyennes de plusieurs populations, supposées normales et de même variances, résultant d'échantillons aléatoires simples et indépendants les uns des autres (DAGNELIE, 1973).

L'analyse de la variance a pour principe de diviser la variation totale en plusieurs Composantes : une variance résiduelle, deux variances factorielles et une variance liée à l'interaction des deux facteurs (arbre et station). L'analyse des résultats se fait par la comparaison de la fonction observée qui est estimée par le rapport du carré moyen factoriel et du carré moyen résiduel avec la fonction théorique. Cette dernière est obtenue en fonction du degré de liberté factoriel et résiduel, elle est donnée par la table des distributions de la fonction de SNEDECORE au seuil  $\alpha = 5\%$ ,  $1\%$  et  $1\%$  (DAGNELIE, 1975).

### **VI.2 L'analyse en composantes principales (ACP) :**

L'analyse en composantes principales (**ACP**) est une méthode statistique essentiellement descriptive. Son objectif est de présenter, sous forme de graphe, le maximum de l'information contenue dans un tableau de données (PHILIPPEAU, 1986).

Dans le présent travail, l'utilisation de cette méthode permet d'apprécier la relation entre les variables mesurées et de mettre en évidence d'une manière synthétique, les affinités et l'impact des différentes variables écologiques sur la qualité du liège.

A l'aide du logiciel **STAT-BOX**, on a réalisé une **ACP** basée sur les moyennes des variables suivantes :

<b>Ep.</b>	Épaisseur du liège.
<b>Nbp.</b>	Nombre de pore.
<b>Smp.</b>	Superficie moyenne des pores.
<b>Cph</b>	Coefficient de porosité des faces horizontales.
<b>Nbl.</b>	Nombre des lenticelles.
<b>Sml.</b>	Superficie moyenne des lenticelles.
<b>Cpt.</b>	Coefficient de porosité des faces tangentielles.
<b>Alt.</b>	Altitude.
<b>Agel.</b>	Age du liège.
<b>Dstl.</b>	Densité du liège.

Des coefficients de corrélation ont été calculés pour dégager les liaisons entre les variables expliquées (Ep., Nbp, Smp, Cph, Nbl, Sml, Cpt, et Dstl) et les variables explicatives (Alt et Agel).

Cependant, une matrice de corrélation est ressortie dans l'**ACP** et elle nous renseigne sur les coefficients de corrélation entre toutes les variables deux à deux.

Le coefficient de corrélation est le rapport de la covariance aux produits des écarts-types, il est désigné par le symbole « **r** » et calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{r} = \text{Cov}(\mathbf{x}, \mathbf{y}) / \mathbf{S}_x \times \mathbf{S}_y \text{ (DAGNELIE, 1973)}$$

Avec : **S<sub>x</sub>** et **S<sub>y</sub>** différents de **0** et **r** compris entre -1 et +1.

En outre pour chercher la valeur de **r** à partir de laquelle le coefficient de corrélation est significatif, on fait appel aux distributions de Student (DAGNELIE ,1975). Le principe consiste à calculer une valeur **t<sub>obs</sub>** estimée comme suit :

**Formule :**

$$x = \frac{|r|\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{t_{obs}^2}{t_{obs}^2 + n - 2}}$$

Avec :

- **r** : coefficient de corrélation
- **n**: nombre d'observations.
- **tobs**: doit être comparé à **tthéo** lu sur la table de distribution de Student.

Il y a corrélation lorsque **tob** est supérieur à **tthéo** pour un niveau de signification  $\alpha$  et un degré de liberté **n-2**. Ce qui est équivalent à dire qu'il y a corrélation lorsque le coefficient de corrélation observé est supérieur au coefficient de corrélation théorique (METNA, 2003).

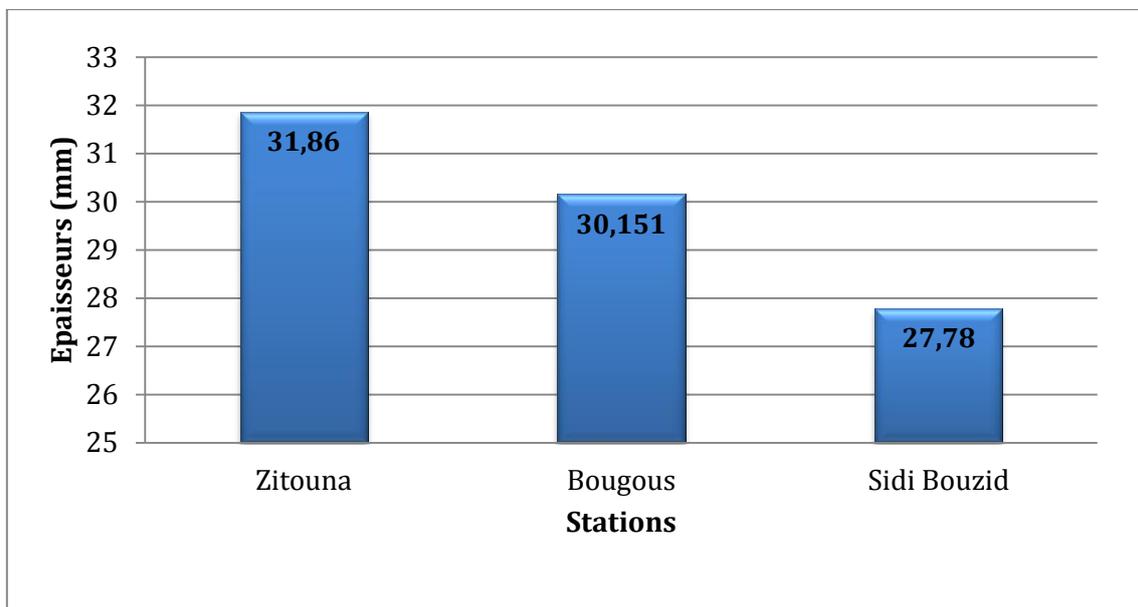
# *Chapitre III*

## *Résultats et Interpretations*

## 1. Présentation des résultats :

Les tableaux 22,23, 24, 25, 26, 27 et les figures 21,22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37,38 , synthétisent les résultats de l'analyse descriptive de l'épaisseur, la porosité (le nombre et la superficie moyenne des pores, coefficient de porosité des faces horizontales, le nombre et la superficie moyenne des lenticelles et le coefficient de porosité des faces tangentielles) et la densité du liège pour les trois stations (Zitouna , Oued Bougous et Sidi Bouzid)

### 1.1 -Epaisseur du liège (EPAIS)



**Figure 21 : Distribution des épaisseurs du liège des trois stations**

Les résultats de la variable épaisseur obtenu varient entre 27,78 mm, valeur minimale enregistrée au niveau de la station de Sidi Bouzid et 31,86 mm valeur maximale enregistrée au niveau de la station Zitouna (figure 21).

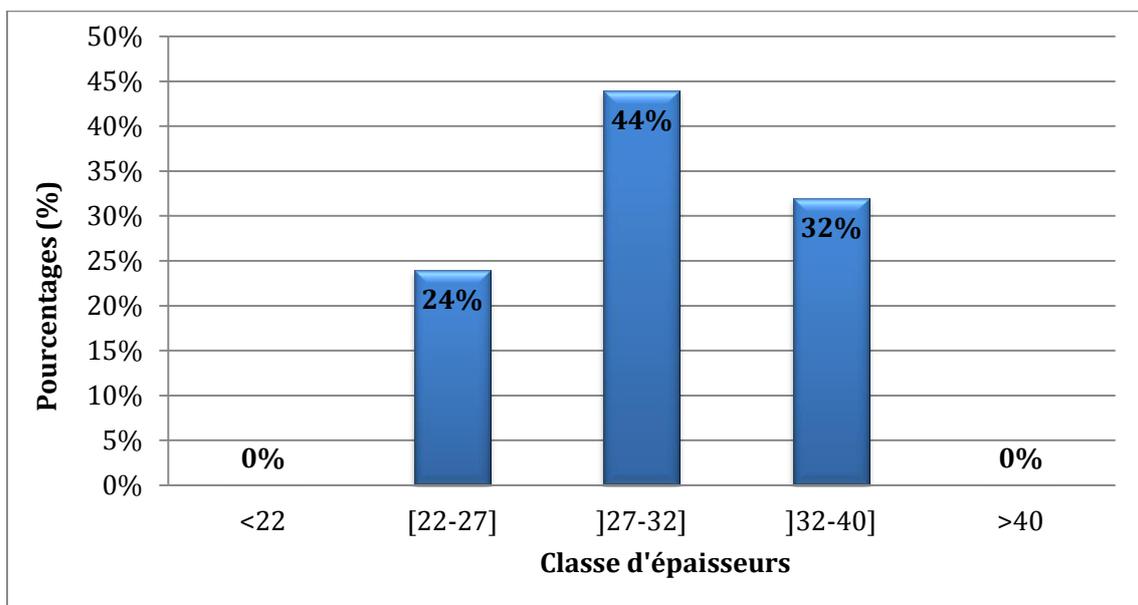
Les trois stations sont représentées par une moyenne générale de l'épaisseur du liège de 29,93mm. (Tableau annexe N°13)

Le tableau 22 et la figure 22 montrent la distribution par classe d'épaisseur du liège récolté dans les trois stations étudiées :

**Tableau 22 : distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur**

Station Classe	Zitouna	Oued Bougous	Sidi Bouzid	Moyenne par classe	Moyenne générale
<22	0%	0%	0%	0%	<b>24%</b>
[22-27]	10%	27%	34%	24%	
] 27-32]	43%	30%	60%	44%	<b>76%</b>
] 32-40]	47%	43%	6%	32%	
>40	0%	0%	0%	0%	

D'après le tableau 22 et la figure 22 la distribution par classe d'épaisseur du liège récolté dans les trois stations Oued Bougous, Zitouna et Sidi Bouzid montre que 76% des planches présentent une épaisseur supérieure à 27 mm donc sont destinées à la fabrication des bouchons et les 24% de planches restantes doivent être orientées vers la production de disques pour bouchons et autres utilisations.

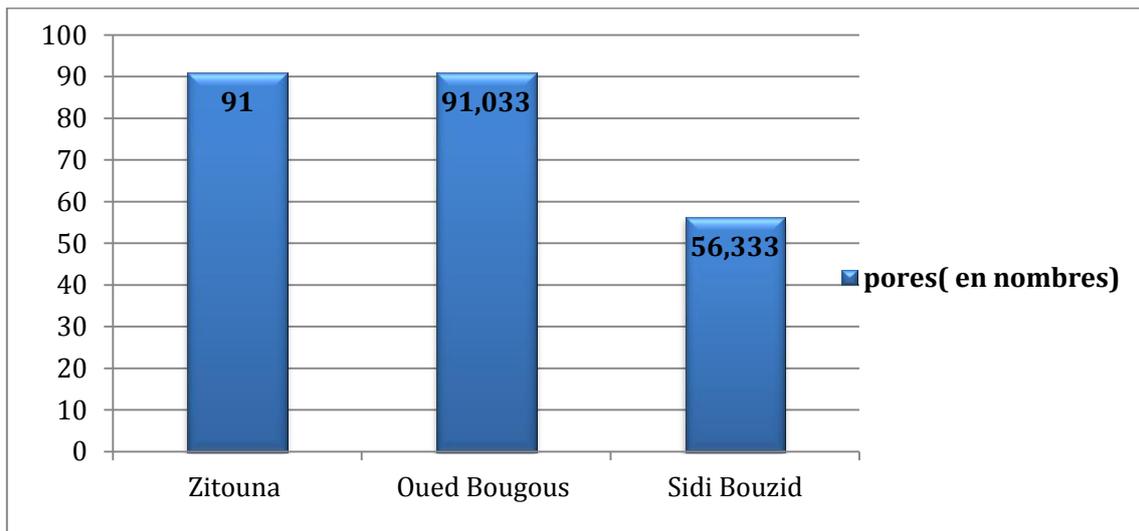


**Figure 22 : Distribution des planches de liège par classes commerciales d'épaisseur**

## 1.2-Porosité du liège :

La qualité du liège est définie principalement par La porosité, qui est conditionnée par la forme, les dimensions des lenticelles et des pores et leurs nombres par unité de surface (METNA, 2003).

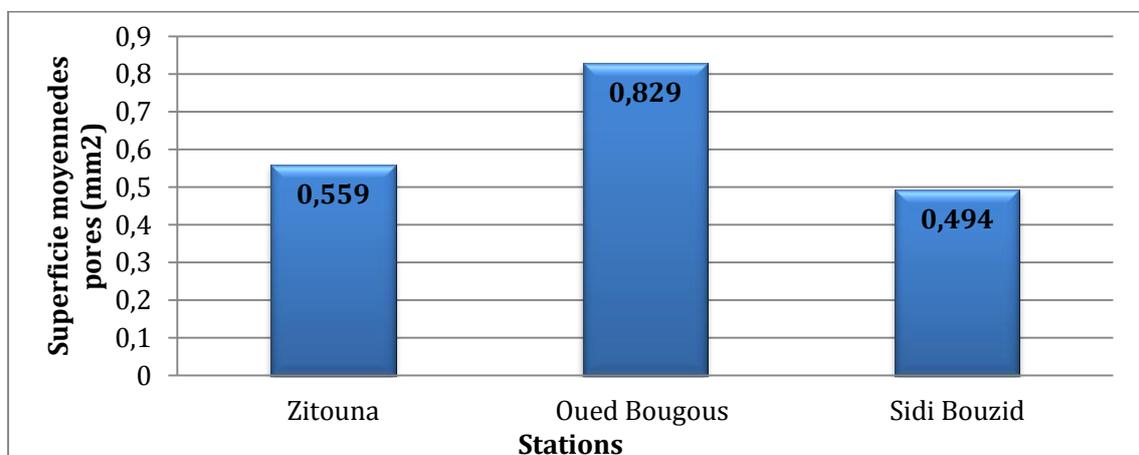
### 1.2.1- Nombre de pores :



**Figure 23 : Distribution du nombre de pores**

Le nombre de pores moyen du liège obtenu varie de 56,33 (valeur minimale enregistrée au niveau de la station de Sidi Bouzid) à 91,03 pores (Valeur maximale enregistrée au niveau de la station d'Oued Bougous) (figure 23). La moyenne globale est de 79,46 pores. (Tableau annexe N°14)

### 1.2.2-La superficie moyenne des pores :



**Figure 24: Distribution de la superficie moyenne des pores**

La superficie moyenne des pores varie d'une valeur minimale de 0.49 mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station de Sidi Bouzid et une valeur maximale de 0.83mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station d'Oued Bougous (figure 24) .La moyenne globale de la superficie des pores est de 0.63mm<sup>2</sup>. (Tableau annexe N°15)

La distribution de la superficie des pores du liège étudié par classes de dimension selon FERREIRA et al. (1999), donne trois classes de dimension (Tableau 23), inférieure à 1 mm<sup>2</sup>, [1 - 2] mm<sup>2</sup> et supérieure à 2 mm<sup>2</sup> représentant respectivement les pores de petites, moyennes et grandes superficies.

La distribution des pores par classe de dimensions des trois stations étudiées selon la classification de FERREIRA et al. (1999) est représentée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 23 : Distribution des pores et de la porosité par classes de dimension**

Stations	Classes de superficie des pores	Moyenne des pores par classes de superficies (mm <sup>2</sup> ).	Pourcentage des pores par classes de superficies (%)	Pourcentage de la porosité représentée pour chaque classe de superficies (%).
Oued Bougous	<1mm <sup>2</sup>	0,32	77,37%	31.06
	[1-2]	1,38	13,33%	23.18
	>2mm <sup>2</sup>	3,92	9,30%	45.76
Zitouna	<1mm <sup>2</sup>	0,31	86,18%	48.94
	[1-2]	1,38	9,16%	23.26
	>2mm <sup>2</sup>	3,24	4,66%	27.8
Sidi Bouzid	<1mm <sup>2</sup>	0,25	89,06%	54.90
	[1-2]	1,24	7,06%	21.57
	>2mm <sup>2</sup>	2,49	3,88%	23.53
Région	<1mm <sup>2</sup>	0,29	84.21%	44,97
	[1-2]	1,33	9,85%	22,67
	>2mm <sup>2</sup>	3,22	5,94%	32,36

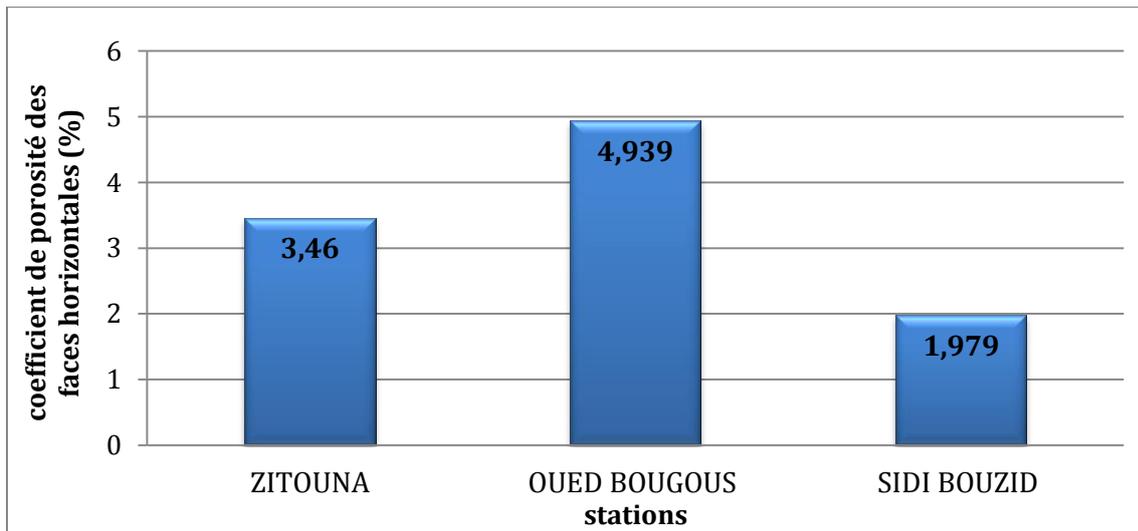
Après l'analyse du tableau 23, nous remarquons que :

- La station Oued Bougous présente 77,37% des pores de petites superficies, avec une dimension moyenne de  $0.32\text{mm}^2$  et représentant 31.06% de la porosité totale ; 13.33% des pores de moyennes superficies, avec une dimension moyenne de  $1.38\text{mm}^2$  distribuées sur 23.18% de la porosité totale et 9.30% des pores de grandes superficies, avec une dimension de  $3.92\text{mm}^2$  et représentant 45.76% de la porosité totale.
- La majorité des pores de la station Zitouna sont de petites dimensions soit 86,18%, avec une superficie moyenne de  $0.31\text{mm}^2$  représentant 48.94% de la porosité totale ; 9.16% des pores sont de moyennes dimensions, avec une superficie moyenne de  $1.38\text{mm}^2$  représentant 23.26% de la porosité totale et 4.66% des pores sont de grandes dimensions, avec une superficie moyenne de  $3.24\text{mm}^2$  ce qui représentent 27.8% de la porosité totale.
- 89.06% des pores de la station Sidi Bouzid sont de petites dimensions avec une superficie moyenne de  $0.25\text{mm}^2$  qui représentent 54.90% de la porosité totale ; 7.06% des pores sont de moyennes dimensions, avec une superficie moyenne de  $1.24\text{mm}^2$  qui représentent 21.57% de la porosité totale et 3.88% des pores sont de grandes dimensions, avec une superficie moyenne de  $2.49\text{mm}^2$  qui représentent 23.53% de la porosité totale.

Globalement, 84.21% des pores du liège de la région étudiée présentent de petites dimensions avec une superficie moyenne de  $0.29\text{mm}^2$  qui représentent 44.97% de la porosité totale, 9.85% des pores sont de moyenne dimension avec une superficie moyenne de  $1.33\text{mm}^2$  qui représentent 22.67% de la porosité totale et seulement 5.94% des pores présentent de grandes dimensions avec une superficie moyenne de  $3.22\text{mm}^2$  qui représentent 32.36% de la porosité totale.

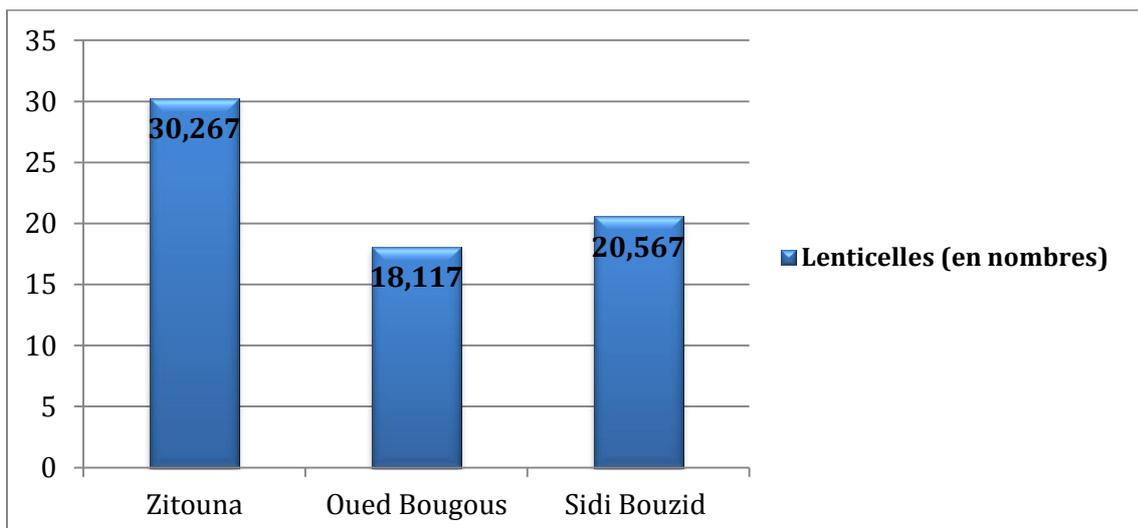
### 1.2.3-Coefficient de porosité des faces horizontales :

Le Coefficient de porosité calculé pour les faces horizontales des éprouvettes varie d'une valeur minimale de 1.98 % enregistrée au niveau de la station Sidi Bouzid à une valeur maximale de 4.94 % enregistrée au niveau de la station Oued Bougous, tandis que la station Zitouna présente une moyenne de 3.46% (figure25). La moyenne générale de la variable est de 3.46%. (Tableau annexe N°16)



**Figure 25 : Distribution du Coefficient de porosité des faces horizontales des trois stations.**

### 1.2.4-Nombre de lenticelles :



**Figure 26: la distribution des lenticelles dans les trois stations.**

Les résultats obtenus pour le nombre de lenticelles varient de 18.12 (valeur minimale enregistrée au niveau de la station Oued Bougous) à 30.27 (valeur maximale enregistrée au

niveau de la station Zitouna) (figure 26). La moyenne globale pour l'ensemble des stations est de 22.98. (Tableau annexe N°17)

### 1.2.5-Superficie moyenne des lenticelles :

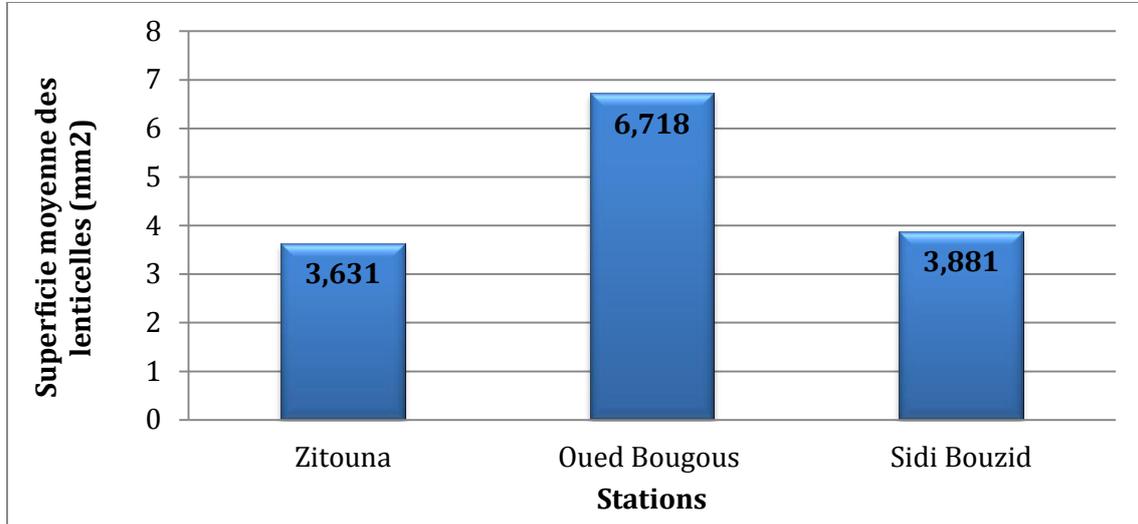


Figure 27 : Distribution des superficies moyennes des lenticelles des trois stations

Les superficies moyennes des lenticelles varient d'une valeur minimale de 3.63 mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station Zitouna à une valeur maximale de 6.72 mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station Oued Bougous (figure 27). La moyenne générale de la variable est de 4.74 mm<sup>2</sup>. (Tableau annexe N°18)

### 1.2.6-Coefficient de porosité des faces tangentielles :

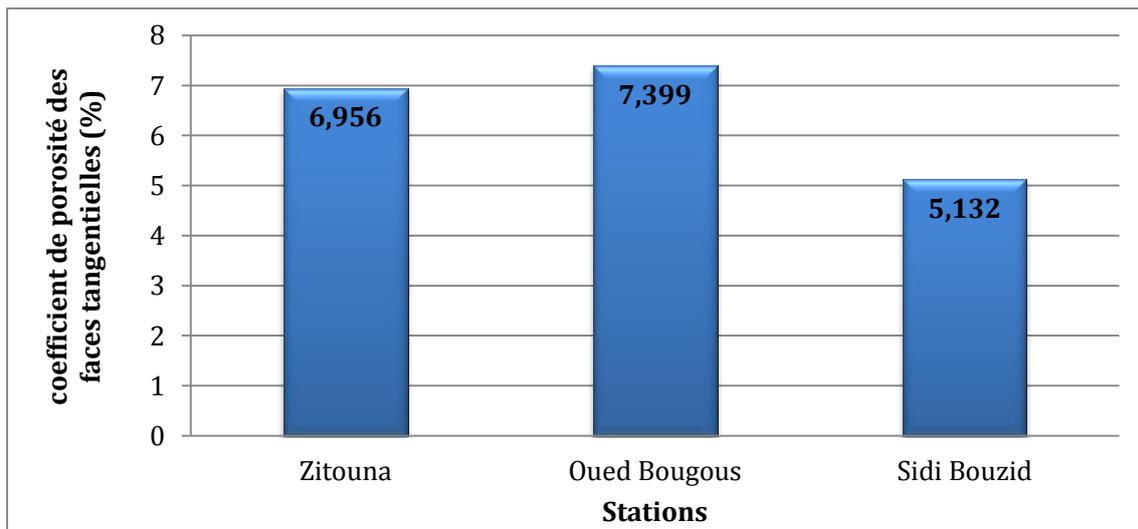
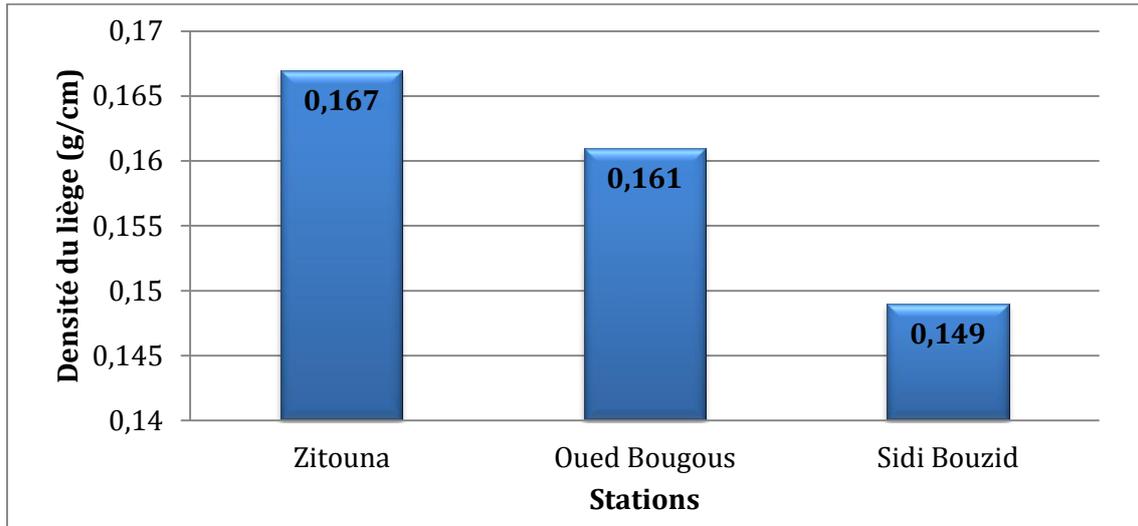


Figure 28 : Distribution du Coefficient de porosité des faces tangentielles des trois stations.

Le Coefficient de porosité calculé pour les faces tangentielles des éprouvettes varie d'une valeur minimale de 5.13 % enregistrée au niveau de la station Sidi Bouzid à une valeur maximale de 7.4 % enregistrée au niveau de la station Oued Bougous, tandis que la station Zitouna présente une moyenne de 6.96 % (figure 28). La moyenne générale de la variable est de 6.5 %. (Tableau annexe N°19)

### 1.3- Densité du liège :



**Figure 29 : Distribution de la densité du liège des trois stations.**

Nous constatons que les moyennes des densités du liège obtenues varient de 0.15 g/cm<sup>3</sup> (Sidi Bouzid) à 0.167 g/cm<sup>3</sup> (Zitouna) (figure 29). La densité moyenne du liège des trois stations étudiées oscille autour d'une densité moyenne globale de 0.159 g/cm<sup>3</sup>. (Tableau annexe N°20)

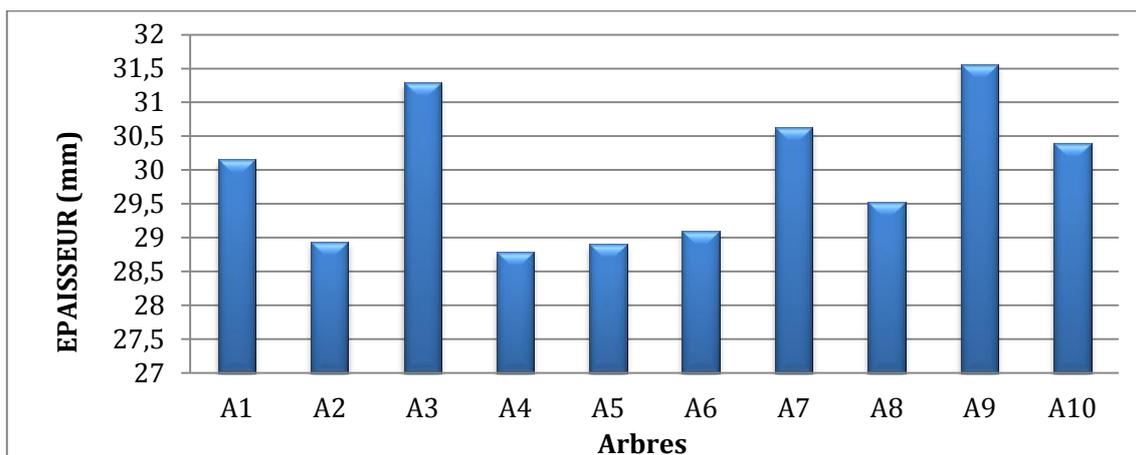


Figure 30 : distribution de l'épaisseur du liège des arbres des trois stations

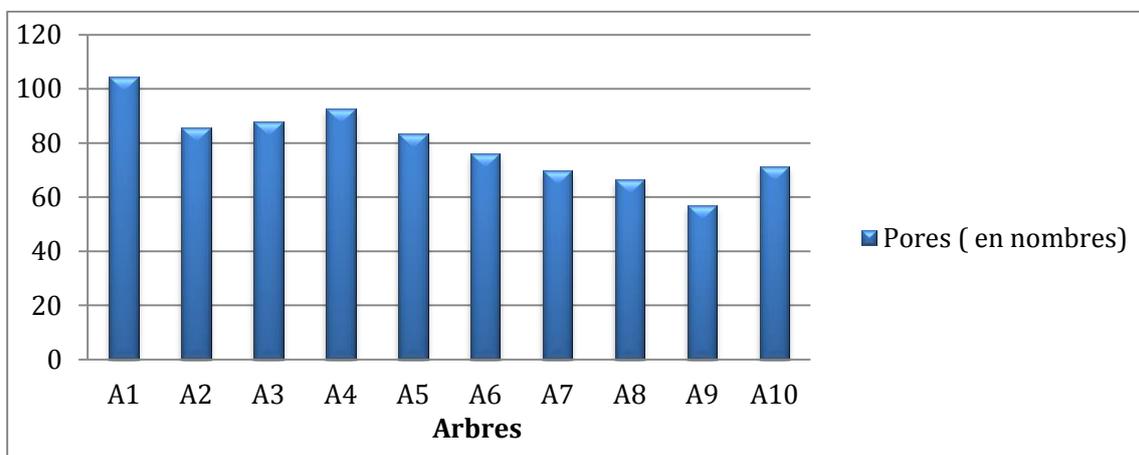


Figure 31 : distribution du nombre de pores des arbres des trois stations

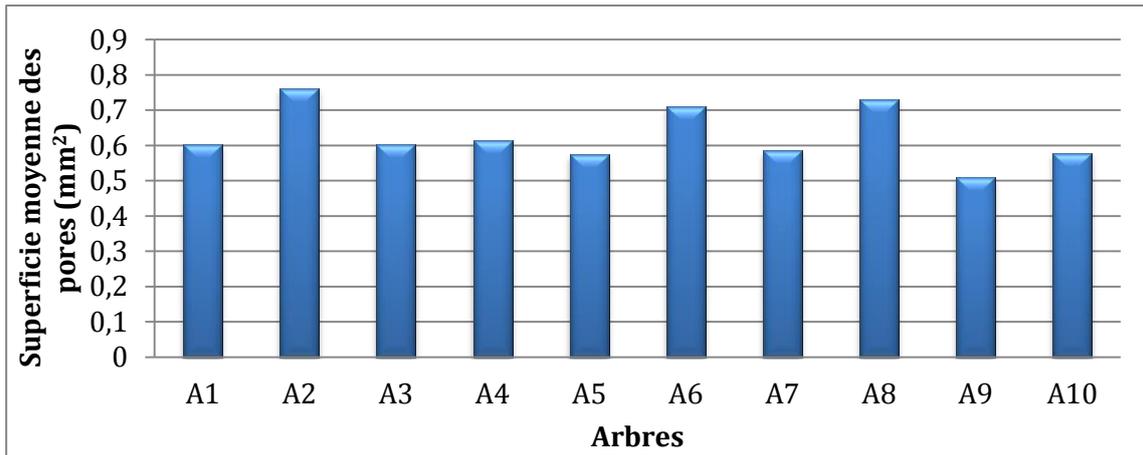


Figure 32: distribution de la superficie moyenne des pores des arbres des trois stations

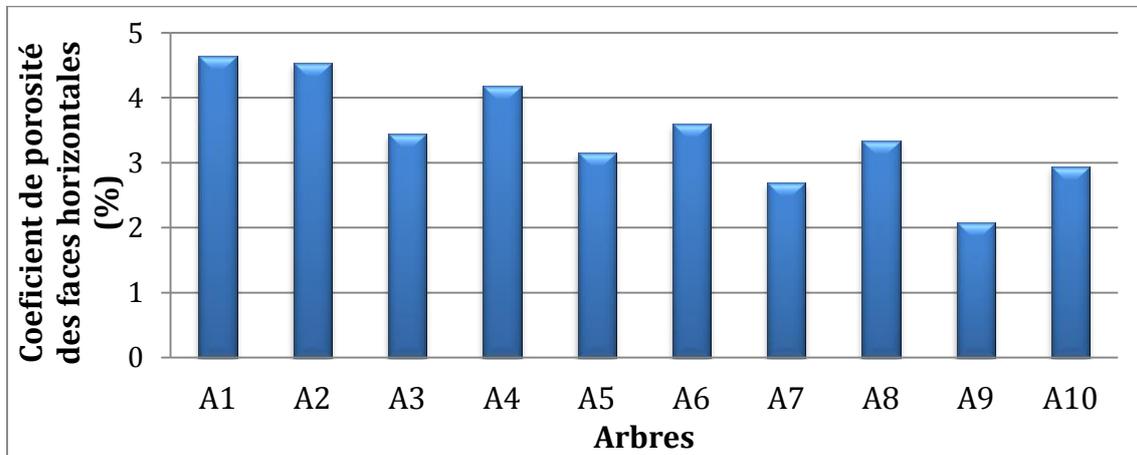


Figure 33 : distribution du coefficient de porosité des faces horizontales des arbres des trois stations

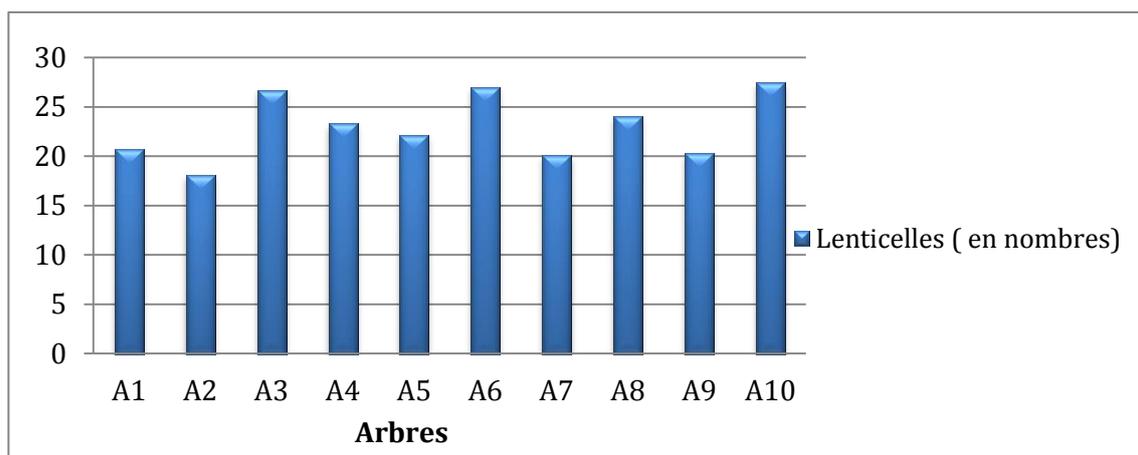


Figure 34: distribution du nombre de lenticelles des arbres des trois stations

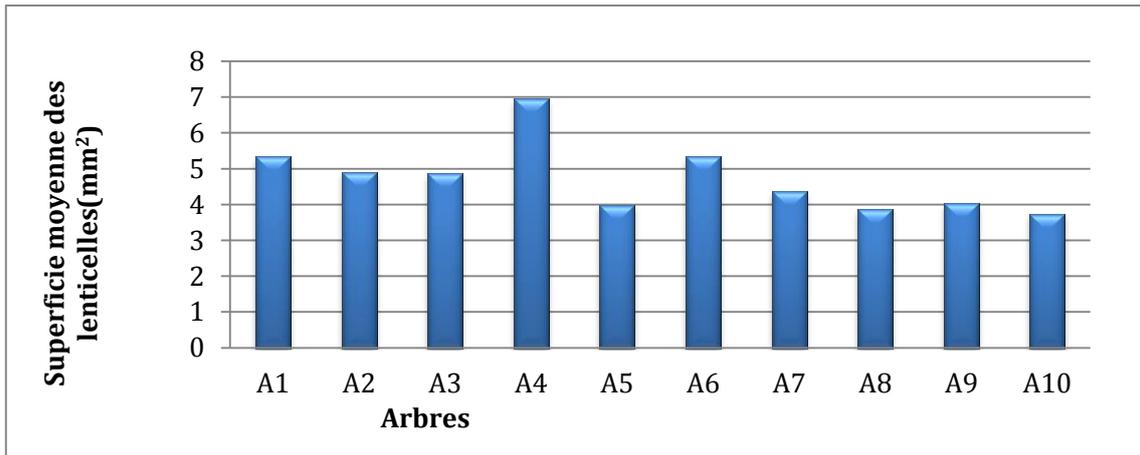


Figure 35: distribution de la superficie moyenne des lenticelles des arbres des trois stations

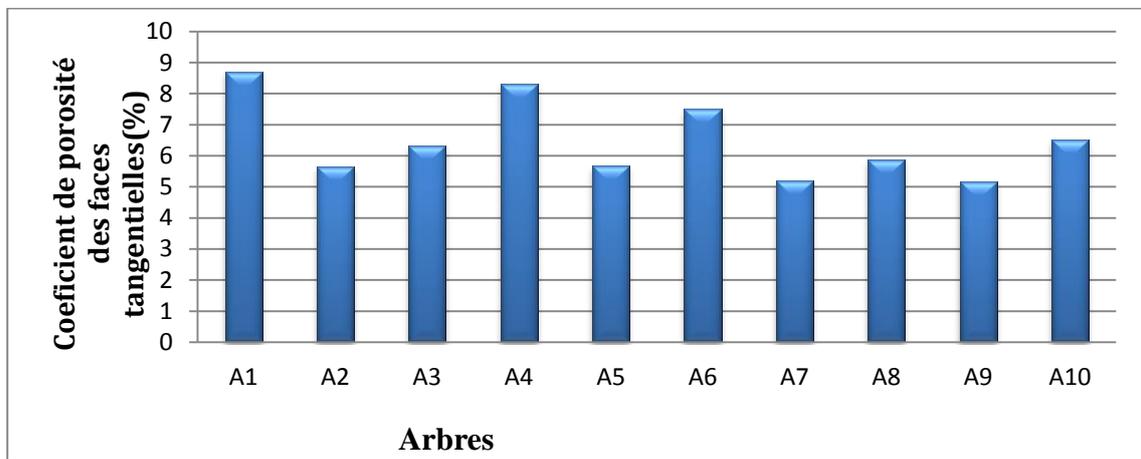


Figure 36: distribution du coefficient de porosité des faces tangentielles des arbres des trois stations

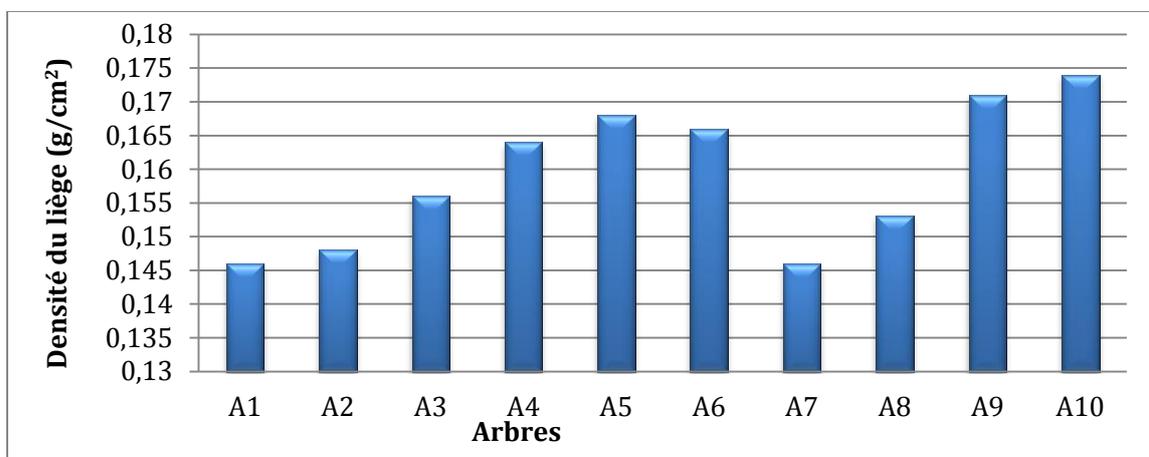


Figure 37 : Distribution de la densité du liège des arbres des trois stations

## 2. Comparaison des résultats entre les stations :

### 2.1- Analyses de la variance :

La comparaison des moyennes de l'épaisseur du liège, de la porosité (nombre de pores, superficie des pores, nombre de lenticelles, superficie des lenticelles et coefficient de porosité) et la densité du liège, est faite à l'aide de l'analyse de la variance à deux critères de classification et le test de **NEWMAN** et **KEULS**.

**Tableau 24: résultats de l'analyse de la variance et de test du NEWMAN et KEULS des variables Epaisseur, porosité et densité du liège.**

Variable	Source de variation	S.C.E	D.D.L	C. M	F.obs	Prob	S	Test de Newman et keuls facteur station.
<b>Epaisseur du liège</b>	V. total	1232,406	89	13,847				
	V. factorielle1	251,891	2	125,945	46,804	0	THS	GA :Zitouna
	V. factorielle2	85,104	9	9,456	3,514	0,00155	HS	GB :Oued Bougous
	V. inter. F1*F2	733,955	18	40,775	15,153	0	THS	GC :Sidi Bouzid
	V. résiduelle	161,456	60	2,691				
<b>Nombre de pores</b>	V. total	69123,82	89	776,672				
	V. factorielle1	24058,68	2	12029,34	56,172	0	THS	GA : Zitouna ,
	V.factorielle2	15924,99	9	1769,444	8,263	0	THS	Oued Bougous
	V. inter. F1*F2	16291,14	18	905,064	4,226	0,00001	THS	GB : Sidi Bouzid
	V. résiduelle	12849	60	214,15				
<b>Superficie moyenne des pores</b>	V. total	5,485	89	0,062				
	V. factorielle1	1,89	2	0,945	41,727	0	THS	GA : Oued Bougous
	V.factorielle2	0,522	9	0,058	2,563	0,01454	S	GB : :Zitouna, Sidi
	V. inter. F1*F2	1,714	18	0,095	4,204	0,00001	THS	Bouzid
	V. résiduelle	1,359	60	0,023				
<b>Coefficient de Porosité des faces horizontales</b>	V. total	325,023	89	3,652				
	V. factorielle1	131,415	2	65,708	81,261	0	THS	GA : Oued Bougous
	V.factorielle2	53,781	9	5,976	7,39	0	THS	GB : Zitouna
	V. inter. F1*F2	91,311	18	5,073	6,274	0	THS	GC : Sidi Bouzid
	V. résiduelle	48,516	60	0,809				
<b>Nombre de lenticelles</b>	V. total	8719,227	89	97,969				
	V. factorielle1	2477,152	2	1238,576	50,451	0	THS	GA : Zitouna
	V.factorielle2	874,56	9	97,173	3,958	0,00056	THS	GB :Oued Bougous,
	V. inter. F1*F2	3894,515	18	216,362	8,813	0	THS	Sidi Bouzid
	V. résiduelle	1473	60	24,55				
<b>Superficie moyenne des lenticelles</b>	V. total	510,851	89	5,74				
	V. factorielle1	176,421	2	88,21	36,872	0	THS	GA : Oued Bougous
	V.factorielle2	77,721	9	8,636	3,61	0,00124	HS	GB : Sidi Bouzid,
	V. inter. F1*F2	113,168	18	6,287	2,628	0,00272	HS	Zitouna
	V. résiduelle	143,542	60	2,392				
<b>Coefficient de Porosité des faces tangentielles</b>	V. total	849,162	89	9,541				
	V. factorielle1	86,639	2	43,32	13,479	0,00002	THS	GA : Zitouna,
	V.factorielle2	130,297	9	14,477	4,505	0,00016	THS	Oued Bougous
	V. inter. F1*F2	439,395	18	24,411	7,596	0	THS	GB : Sidi Bouzid
	V. résiduelle	192,831	60	3,214				
<b>Densité du liège</b>	V. total	0,048	89	0,001				
	V. factorielle1	0,005	2	0,002	6,028	0,00425	HS	GA :Zitouna ,
	V.factorielle2	0,009	9	0,001	2,559	0,01469	S	Oued Bougous
	V. inter. F1*F2	0,009	18	0,001	1,25	0,25354	NS	GB :Sidi Bouzid
	V. résiduelle	0,025	60	0				

Avec : **S.C.E** : somme des carrés des écarts ; **DDL** : degré de liberté ; **CM** : carré moyen ; **Prob** : Probabilité ; **Fobs** : Fonction observée ; **F1** : Facteur station **F2** : Facteur arbres ; **F1\*F2** : Facteur station-arbre ; **S** : différences significatives au seuil de 5% ; **HS** : différences hautement significatives ; **THS** : différences très hautement significatives ; **G** : Groupe.

**F.théo** : fonction théorique lue sur la table des distributions de Fisher et SNEDECOR pour :

- Facteur station ( $\alpha=5\%$ )  $F_{théo1}=3.15$  ; ( $\alpha=1\%$ )  $F_{théo1}=4.98$  ; ( $\alpha=1\%$ )  $F_{théo1}=7.76$  ;
- Facteur arbre ( $\alpha=5\%$ )  $F_{théo2}=2.04$  ; ( $\alpha=1\%$ )  $F_{théo2}=2.72$  ; ( $\alpha=1\%$ )  $F_{théo2}=3.69$  ;
- Facteur station-arbre ( $\alpha=5\%$ )  $F_{théo3}=1.79$  ; ( $\alpha=1\%$ )  $F_{théo3}=2.27$  ; ( $\alpha=1\%$ )  $F_{théo3}=2.95$ .

### 2.1.1-Epaisseur du liège :

Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification pour la variable épaisseur du liège montrent des différences très hautement significatives entre les stations et l'interaction arbre-station avec des p values respectives de 0. Des différences hautement significatives entre les arbres ( $p = 0,00155$ )

Le test de NEWMAN et KEULS classe les stations en trois groupes homogènes (A, B et C).

- La station Zitouna représente le groupe (A) avec une moyenne de 31,86mm.
- La station Oued Bougous représente le groupe (B) avec une moyenne de 30,151mm.
- La station Sidi Bouzid représente le groupe (C) avec une moyenne de 27,78mm.

### 2.1.2- Nombre de pore :

L'analyse de la variance des nombres de pores montrent des différences très hautement significatives entre les stations, les arbres et l'interaction station-arbre ( $F_{obs1}=56,172 > F_{théo1}=7.76$ ,  $F_{obs2}=8,263 > F_{théo2}=3.69$  et  $F_{obs3}=4,226 > F_{théo3}=2.95$ ). Quant au test de NEWMAN et KEULS, il classe les stations en deux groupes homogènes (A et B).

- Les stations : Zitouna, Oued Bougous représentent le groupe (A) avec des moyennes respectives de 91 et 91,03.
- La station Sidi Bouzid représente le groupe (B) avec une moyenne de 56,33.

### 2.1.3-Superficie moyenne des pores :

L'analyse de la variance montre qu'il existe des différences très hautement significatives entre les superficies des pores des stations étudiées et l'interaction station-arbre avec des p values respectives de 0 et 0,00001 et des différences significatives au seuil de 5% entre les arbres avec ( $p=0,01454$ ).

Le test de NEWMAN et KEULS classe les stations en deux groupes homogènes (A et B).

- Le groupe (A) est représenté par la station Oued Bougous avec la moyenne la plus élevée (0,829 mm<sup>2</sup>).
- Le groupe (B) est représenté par les stations Zitouna et Sidi Bouzid avec des moyennes respectives de 0,559 mm<sup>2</sup> et 0,494mm<sup>2</sup>.

### 2.1.4-Coefficient de porosité des faces horizontales :

L'analyse de la variance de la variable Coefficient de porosité des faces horizontales montre des différences très hautement significatives entre les stations, les arbres et l'interaction station-arbre ( $F_{obs1}=81,261 > F_{théo1}=7.76$ ,  $F_{obs2}=7,39 > F_{théo2}=3.69$  et  $F_{obs3}=6,274 > F_{théo3}=2.95$ ).

Quant au test de NEWMAN et KEULS, il classe les stations en trois groupes homogènes (A, B, C).

- La station d'Oued Bougous représente le groupe (A) avec la moyenne la plus élevée (4,939%).
- La station de Zitouna représente le groupe (B) avec une moyenne de 3,46%.
- La station de Sidi Bouzid représente le groupe (C) avec la moyenne la plus faible (1,979%).

### 2.1.5-Nombre de lenticelles :

Les résultats obtenus pour cette variable montrent des différences très hautement significatives entre les stations, les arbres et l'interaction station-arbre avec des p values respectives de 0 et 0,00056.

Le test de NEWMAN et KEULS classe les stations en deux groupes homogènes (A et B).

- Le groupe (A) est représenté par la station Zitouna avec la moyenne la plus élevée (30,267).
- Le groupe (B) est représenté par les stations Oued Bougous et Sidi Bouzid avec des moyennes de 18,117 et 20,567.

#### 2.1.6-Superficie moyenne des lenticelles :

L'analyse de la variance de la superficie moyenne des lenticelles montre qu'il existe des différences très hautement significatives entre les stations avec p value de 0 et hautement significatives entre les arbres et a l'interaction station-arbre avec des p values respectives de 0,00124 et 0,00272.

Le test de NEWMAN et KEULS classe les stations en deux groupes homogènes (A et B)

- La station Oued Bougous représente le groupe (A) avec la moyenne la plus élevée qui est de 6,718mm<sup>2</sup>.
- Les stations Zitouna et Sidi Bouzid représentent le groupe (B) avec des moyennes de 3,631 et 3,881mm<sup>2</sup>.

#### 2.1.7-Coefficient de porosité des faces tangentielles :

L'analyse de la variance du Coefficient de porosité des faces tangentielles montre des différences très hautement significatives entre les stations, les arbres et l'interaction station arbre avec des p values respectives de 0.00002, 0.00016 et 0.

Quant au test de NEWMAN et KEULS, il classe les stations en deux groupes homogènes (A et B).

- Les stations Zitouna (6,956%) et Oued Bougous (7,399%) représentent le groupe (A) avec les moyennes les plus élevées.
- La station Sidi Bouzid (5,132%) représente le groupe (B) avec la moyenne la plus faible.

#### 2.1.8-Densité du liège :

L'analyse de la variance de la variable densité du liège révèle des différences hautement significatives entre les stations ( $F_{obs1}=6,028 > F_{théo1}=4,98$ ), des différences significatives

au seuil de 5% entre les arbres ( $F_{obs2}=2,559 > F_{théo2}=2.04$ ) et l'absence de différences significatives au niveau de l'interaction station-arbre ( $F_{obs}=1,25 < F_{théo}=2.95$  au seuil de 5%).

Le test de NEWMAN et KEULS classe les stations en deux groupes homogènes (A et B).

- Le groupe (A) est présenté par les stations Zitouna et Oued Bougous avec les moyennes les plus élevées qui sont de  $0,167 \text{ g/cm}^3$  et  $0,161 \text{ g/cm}^3$ .
- Le groupe (B) est présenté par la station Sidi Bouzid avec la moyenne la plus faible de  $0,149 \text{ g/cm}^3$ .

## 2.2- Résultats de l'analyse en composante principales :

L'analyse en composantes principales (ACP), est une méthode statistique essentiellement descriptive. Son objectif est de présenter sous forme de graphique, le maximum de l'information contenue dans un tableau de données (PHILIPPEAU, 1986).

**Tableau 25 : valeurs propres des axes (pourcentages expliqués par les 3 premiers axes).**

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
Valeur propre	3.15	2.33	1.20
% variance	31.47	23.30	12.02
% cumulé	31.47	54.77	66.78

Le tableau des valeurs propres (Tableau 25) obtenu par l'ACP, montre que trois axes peuvent être pris en considération puisque leurs valeurs propres sont supérieures à 1 et fournissent 66,78% de la variance totale.

Les axes 1 et 2 présentent la plus grande contribution à cette variance avec respectivement 31,47% et 23,30%. La combinaison des deux axes traduit 54,77% de la variance totale, d'où le choix du plan factoriel (1 x 2) qui intègre la plupart des variables à l'exception de la densité qui se trouve beaucoup plus représenté au niveau de l'axe 3 et l'épaisseur au niveau de l'axe 4.

Il est jugé utile d'éliminer dans l'interprétation les rôles des axes 3, 4, étant donné que le plan factoriel (1x2) intègre la majorité des variables expliquées et explicatives (Nbp, Smp, Sml, Cph, Cpt, Agel, Nbl, Alt), D'où le choix de ce plan.

**Tableau 26 : cosinus carrés des variables**

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
Nbp.	<b>0,60</b>	0,14	0,00	0,00
Smp.	<b>0,44</b>	0,08	0,23	0,02
Nbl.	0,03	<b>0,70</b>	0,07	0,03
Sml.	<b>0,36</b>	0,16	0,36	0,01
Cph.	<b>0,86</b>	0,00	0,08	0,00
Cpt.	<b>0,55</b>	0,14	0,07	0,06
Ep.	0,00	0,13	0,00	<b>0,80</b>
Dstl.	0,07	0,15	<b>0,33</b>	0,00
Agel.	<b>0,18</b>	0,18	0,04	0,03
Alt.	0,07	<b>0,64</b>	0,01	0,01

### 2.2.1-Le Plan factoriel :

A partir de la représentation des plans factoriels et des coordonnées des variables, le regroupement des individus par rapport aux variables permet de distinguer quatre groupes : A, B, C et D. (Figure 38).

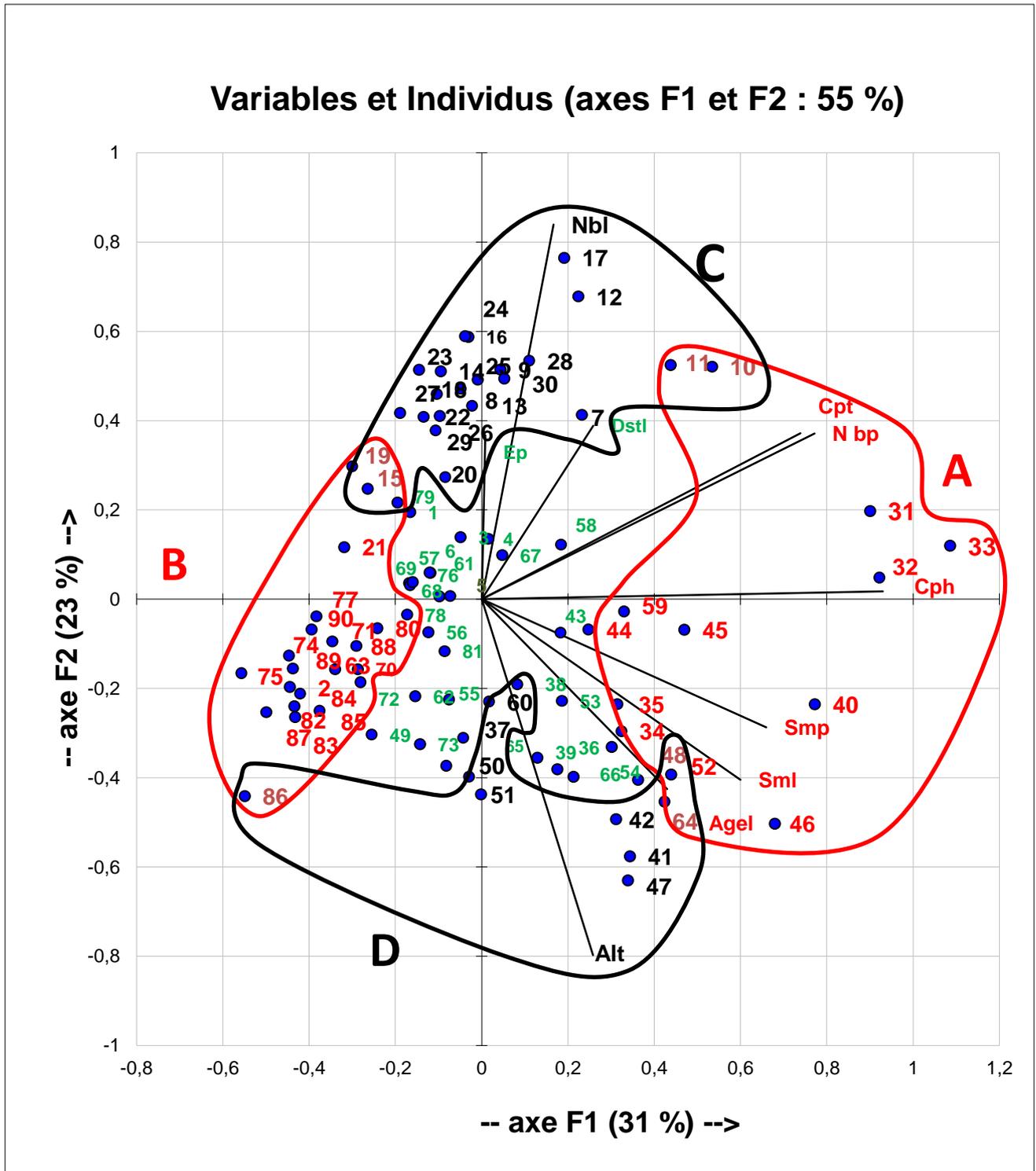


Figure 38 : Projection des individus sur le plan factoriel (1x2)

**Groupe A :**

Il regroupe les individus Caractérisés par un nombre de pores élevé, une importante superficie moyenne des pores et des lenticelles et un grand coefficient de porosité et un âge important.

**Groupe B :**

Le nombre de pores, la superficie moyenne des pores et des lenticelles, le coefficient de porosité et l'âge des individus de ce groupe sont faibles.

**Groupe C :**

Il regroupe les individus qui sont à une basse altitude, caractérisés par un nombre de lenticelles élevés.

**Groupe D :**

Les individus de ce groupe se trouvent à une haute altitude, caractérisés par un nombre de lenticelles faible.

**2.2.2- Signification des axes :**

Le plan 1 x 2 montre une opposition entre les groupes A et B selon l'axe (1) et les groupes C et D selon l'axe (2).

L'axe (1) explique la variation de la porosité en fonction de l'âge du liège

L'axe (2) interprète la variation de nombre de lenticelles en fonction de l'altitude.

**2.2.3-Matrice de corrélation :**

L'examen de la matrice de corrélation. Montre des corrélations positives et des corrélations négatives, avec des niveaux de signification différents.

Les résultats de la matrice (Tableau 27) montrent :

Des corrélations positives et très hautement significatives entre :

- Le nombre de pores et la variable nombre de lenticelles, coefficient de porosité des faces horizontales, coefficient de porosité des faces tangentielles, avec des valeurs respectives de  $r = 0.32^{***}$ ,  $0.79$  et  $0.62^{***}$ .
- Superficie moyennes des pores et la variable coefficient de porosité des faces horizontales, âge du liège et altitude avec des valeurs respectives de  $r = 0.75^{***}$ ,  $0.39^{***}$  et  $0.35^{***}$ .
- Le nombre de lenticelles et le coefficient de porosité des faces tangentielles avec  $r = 0.46^{***}$ .
- Superficie moyennes des lenticelles avec les variables coefficient de porosité des faces horizontales, coefficient de porosité des faces tangentielles et altitude avec des valeurs respectives de  $r = 0.37^{***}$ ,  $0.46^{***}$  et  $0.46^{***}$ .
- Le coefficient de porosité des faces horizontales avec la variable coefficient de porosité des faces tangentielles et l'âge du liège avec des valeurs respectives de  $r = 0.57^{***}$  et  $0.35^{***}$ .
- Le coefficient de porosité des faces tangentielles et densité de liège avec  $r = 0.32^{***}$ .

Des corrélations positives et hautement significatives entre :

- Le nombre de pores et la variable superficie moyenne des pores et superficie moyennes des lenticelles, avec les valeurs respectives de  $r = 0.26^{**}$  et  $0.30^{**}$ .
- La superficie moyennes des lenticelles et l'âge du liège avec la valeur  $r = 0.29^{**}$ .
- L'âge du liège et l'altitude avec la valeur  $r = 0.26^{**}$ .

Des corrélations positives significatives entre :

- La superficie moyenne des pores et la superficie moyenne des lenticelles avec la valeur de  $r = 0.22^*$ .
- Le nombre de lenticelles et la variable densité du liège avec la valeur de  $r = 0.24^*$ .

Des corrélations négatives et très hautement significatives entre :

- Le nombre de lenticelles et la variable superficie moyenne des lenticelles et l'altitude avec les valeurs respectives de  $r = -0.41^{***}$  et  $-0.53^{***}$ .

Des corrélations négatives et hautement significatives entre :

- L'épaisseur et l'altitude avec la valeur de  $r = -0.27^{**}$ .

Tableau 27 : Résultats de la matrice de corrélation

	Nbp.	Smp.	Nbl.	Sml.	Cph.	Cpt.	Ep.	Dstl.	Agl.	Alt.
Nbp.	1									
Smp.	<b>0,26**</b>	1								
Nbl.	<b>0,32***</b>	0,00	1							
Sml.	<b>0,30**</b>	<b>0,22*</b>	<b>-0,41***</b>	1						
Cph.	<b>0,79***</b>	<b>0,75***</b>	0,18	<b>0,37***</b>	1					
Cpt.	<b>0,62***</b>	0,18	<b>0,46***</b>	<b>0,46***</b>	<b>0,57***</b>	1				
Ep.	0,12	-0,02	0,16	0,00	-0,01	0,01	1			
Dstl.	0,19	-0,03	<b>0,24*</b>	0,20	0,10	<b>0,32***</b>	0,11	1		
Agl.	0,10	<b>0,39***</b>	-0,18	<b>0,29**</b>	<b>0,35***</b>	0,07	-0,09	-0,03	1	
Alt.	-0,13	<b>0,35***</b>	<b>-0,53***</b>	<b>0,46***</b>	0,19	-0,01	<b>-0,27**</b>	-0,18	<b>0,26**</b>	1

*En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil  $\alpha=0,05$  (test bilatéral)*

\*: significatif; pour  $\alpha =5\%$  ( $K= 88$ ),  $r_{th1}=0,194$ .

\*\*: hautement significatif ; pour  $\alpha =1\%$  ( $K= 88$ ),  $r_{th2}=0,254$ .

\*\*\*: très hautement significatif ; pour  $\alpha =1\%$  ( $K= 88$ ),  $r_{th3}=0,321$ .

Avec :  $K$  : degré de liberté ( $ddl=n-2$ ).

( $r_{th1}$ ,  $r_{th2}$ ,  $r_{th3}$ ): coefficients de corrélations minimums théoriques.

$\alpha$  : seuil de signification.

*Chapitre IV*  
*Discussion*

Afin de contribuer à l'étude de la qualité du liège de la subéraie d'El Taref, des mesures d'épaisseurs de porosité et de densité ont été réalisées sur des planches de trois stations présentant des altitudes différentes notamment Zitouna à 111 m, Sidi-Bouزيد à 450 m et Oued Bougous à 600 m. Les résultats acquis nous ont permis d'apprécier et d'évaluer la variabilité de la qualité du liège de ces trois stations. Selon IPROCOR, (1999). Le liège doit avoir une épaisseur optimale pour pouvoir l'utiliser dans la fabrication des bouchons. FERREIRA et al. (1999), notent aussi que Les calibres les plus utilisés en bouchonnerie sont surtout 27 à 32 mm et 32 à 40 mm. Pour notre région d'étude, la moyenne globale de l'épaisseur du liège obtenue pour les trois stations étudiées, est de l'ordre de 29,93mm acquise en un âge moyen de 10 ans ; Cette dernière classe le liège de nos stations dans la catégorie « juste » donc apte au bouchonnage. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par HOUACINE et MELIANI (2017) dans la même région ; 30,37 mm pour un même âge. En les comparant à ceux obtenus dans d'autres régions notamment Jijel, par GHEZALI (2008) au canton de Laouana qui est de 32,54 mm acquise en un âge moyen de 20 ans et DOUZENE (2008) au canton de Tahir qui est de 25.47mm, acquise en l'espace de 12 ans et Souk Ahras par ARIB ET ZAIDAT (2019) dans les stations de Fedj macta et Rezgoune qui est de 35.45mm acquise en un âge de 10 ans, le liège de notre zone d'étude présente une épaisseur moyenne plus importante que celles de Jijel est moins importantes que celles de Souk Ahras. Ceci pourrait s'expliquer par la variation des conditions écologiques de ces trois régions, notamment l'altitude, l'exposition et l'humidité atmosphérique.

La classification du liège par classes de qualité commerciale d'épaisseur révèle que 76 % des planches présentent des épaisseurs supérieures à 27 mm et seront donc considérées comme aptes au bouchonnage, et 24% de ces dernières ont une épaisseur inférieure à 27mm qui seront donc orientées vers d'autres utilisations. Comparativement aux résultats obtenus par FERREIRA et al. (1999), METNA (2003) et GHEZALI (2008) qui présentent les valeurs respectives de 55% ; 75% et 63% des planches ayant des épaisseurs inférieures à 27mm, nous dirons que le liège de notre zone d'étude est plus épais.

Selon IPROCOR (1999) deux facteurs sont responsable des variations de l'épaisseur du liège ; les facteurs écologiques qui influencent la croissance de l'arbre, et les facteurs génétiques ; du fait que, l'héritage d'un arbre peut limiter sa productivité en liège malgré les conditions stationnelles favorables. Comme elles pourraient être dû à la nature des stations qui sont représentées par des peuplements âgés et des structures irrégulières. BOUDY (1952) note que dans un étage humide, le chêne liège est concurrencé par le chêne Zen et la nature

du sol. Cet auteur ajoute aussi que dans les régions les plus arrosées et à basses altitudes, les écorces croissent rapidement. Ces variations peuvent être dues aux facteurs altitude et aux types de sols des stations étudiées.

Le nombre de pores est plus important au niveau des stations de Zitouna (91) et Oued Bougous (91,03) par rapport à la station de Sidi Bouzid (56,33). Cette variabilité inter stationnelle est confirmée par les résultats de l'analyse de la variance qui regroupent les stations étudiées selon la variable épaisseur en deux groupes homogènes, le groupe A composé des stations de Zitouna et Oued Bougous avec les moyennes les plus élevées et le groupe B représenté par la station de Sidi Bouzid avec la moyenne la plus faible, ceci pourrait être dû à l'âge du peuplement du chêne liège des stations Zitouna et Oued Bougous qui sont caractérisées par un grand nombre de vieux arbres. Nos stations d'étude présentent un nombre de pores moyen de 79,45, ce dernier se rapproche de celui obtenu par FERREIRA et al. (1999), sur le liège d'Alcacer dos sal au Portugal qui est de 79 pores par éprouvette. Il est inférieur à ceux obtenus par DOUZENE (2008) et GHEZALI (2008) qui sont respectivement de 112,1 et 94.3 sur le liège de la Wilaya de JIJEL et supérieur au nombre de pores moyen qui est de 76.26 retrouvé par METNA (2003) dans la subéraie orientale de Tizi-Ouzou.

La superficie moyenne des pores du liège de notre région d'étude est de l'ordre de 0,63 mm<sup>2</sup>, ce résultat se rapproche de celui obtenu par GABIS et BOUKERB (2009) avec une moyenne de 0,68 mm<sup>2</sup> dans la même wilaya (d'El Taraf) et il est inférieur à ceux obtenus par FERREIRA et al. (1999) sur le liège portugais (1.6 mm<sup>2</sup>), BENGANA et ALI AHMED (2006), (DOUZANE (2008) et GHEZALI (2008) avec des moyennes respectives de (1.22 mm<sup>2</sup>; 1,44 mm<sup>2</sup> et 0.84mm<sup>2</sup>) sur le liège de Jijel et METNA (2003) sur le liège des suberaies orientales de la wilaya de Tizi-Ouzou avec une moyenne de 0.85mm<sup>2</sup>.

Au niveau de la station de Zitouna, la superficie moyenne des pores est de 0,56 mm<sup>2</sup>, cette dernière est inférieure à celle obtenue par HOUACINE et MELIANI (2017) qui est de 2,59 mm<sup>2</sup> au niveau de la même forêt. Ainsi qu'au niveau de la station de Sidi Bouzid, la superficie moyenne des pores est de 0,49 mm<sup>2</sup>, elle est aussi inférieure à celle obtenue par LOKMANE et EDJIKOUANE (2009) avec une valeur moyenne de 0,94 mm<sup>2</sup> au niveau de la même subéraie. Les résultats de l'analyse de la variance pour la variable superficie moyenne des pores ont classé les stations étudiées dans deux groupes homogènes : le groupe A est représenté par la station d'Oued Bougous avec la moyenne la plus élevée (0.83 mm<sup>2</sup>) et le groupe B est composé des stations de Zitouna et Sidi-Bouzid avec les moyennes les plus

faibles qui sont respectivement  $0.56 \text{ mm}^2$  et  $0.49 \text{ mm}^2$  cette variabilité inter stationnelle pourrait être expliquée par l'âge du peuplement du chêne liège de la station d'Oued Bougous qui présente un grand nombre de vieux arbres. Ce résultat est confirmé par ceux de l'analyse en composantes principales qui représente dans un même groupe la variable superficie moyenne des pores et la variable âge du peuplement avec une corrélation positive et très hautement significative ( $cc=0.35^{***}$ ).

La distribution des pores en fonction des classes de superficie suivant la classification établie par FERREIRA et al. (1999), montre que 84.21% des pores appartenant à la classe de petites dimensions ( $<1 \text{ mm}^2$ ) avec une moyenne de  $0,29 \text{ mm}^2$  ce qui représentent 44,97% de la porosité totale et 9,85% des pores appartenant à la classe des moyennes superficies (1 à  $2 \text{ mm}^2$ ) avec une moyenne de  $1,33 \text{ mm}^2$  et qui représentent 22,67% de la porosité totale du liège. 5,94% des pores appartiennent à la classe des grandes superficies ( $>2 \text{ mm}^2$ ) avec une moyenne de  $3,22 \text{ mm}^2$  et qui représentent 32,36% de la porosité totale. Ces résultats sont élevés par rapport à ceux obtenus par GABIS et BOUKERB (2009) dans la même wilaya (d'El Taraf) avec 79,52% des pores qui ont des petites dimensions (0- $1 \text{ mm}^2$ ), 16.06% des pores qui appartiennent à la classe de moyennes dimensions (1- $2 \text{ mm}^2$ ) et seulement 4,68% des pores présentant de grandes superficies (supérieurs à  $2 \text{ mm}^2$ ).

Nos résultats se rapprochent de ceux obtenus par FERREIRA et al. (1999), au Portugal où 75% des pores ont des petites superficies ( $<1 \text{ mm}^2$ ), 10% appartiennent à la classe des moyennes superficies (1- $2 \text{ mm}^2$ ) et 15% des pores ont des superficies supérieures à  $2 \text{ mm}^2$ .

Les coefficients de porosité obtenus pour les trois stations présentent des valeurs respectives de 5,21 %, 6,17% et 3,56 % correspondant respectivement aux stations de Zitouna, Oued Bougous, et Sidi Bouzid. Les résultats de l'analyse de la variance montrent des variations très hautement significatives entre deux groupes de stations ; le groupe A composé par les stations de Zitouna et oued Bougous avec les moyennes les plus élevées et le groupe B constitué par la station de Sidi-Bouzid et caractérisé par la moyenne la plus faible. Ces derniers résultats sont appuyés par ce de L'analyse en composantes principales réalisée pour toutes les variables mesurées des trois stations étudiées et a située les corrélations existantes entre elles deux à deux. L'axe 1 de cette dernière a scindé les individus en deux groupes opposés A et B en fonction de la porosité qui est positivement corrélé avec l'altitude et l'âge des stations. La variation de la porosité entre la station de Zitouna et Sidi-Bouzid pourrait s'expliquer par la variation des conditions écologiques notamment l'humidité qui est en relation avec l'altitude de ces deux stations ; la station de Zitouna située à 111m d'altitude présente une porosité plus

importante que la station de Sidi-Bouزيد située à 450 m d'altitude. Cette relation concorde avec la théorie ainsi que les travaux de la majorité des auteurs parmi eux le travail de LOKMANE et EDJIKOUANE, (2009) dans la station de Dar-Djebel située à 250 m d'altitude avec un coefficient de porosité de 5.43% et celle de Sidi-Bouزيد située à 450 m d'altitude avec un coefficient de porosité de 4.92 %. Par contre la comparaison avec la station de Oued-Bougous présentant un coefficient de porosité de 6.17% malgré une altitude de 600m, ceci ne pourrait être liée qu'à l'âge du peuplement étant donné que la station de Oued-Bougous est composée d'un grand nombre de vieux arbres. Ces résultats coïncident avec ceux de HAOUACINE et MELIANI (2017) entre le liège des stations Bouhedjar et Zitouna de la wilaya d'El Taref situées à des altitudes ne dépassant pas 250 m avec des valeurs respectives du coefficient de porosité de 8.55% et 9.18 % et Hafir de la wilaya de Tlemcen située à 1200 m d'altitude, composé d'un vieux peuplement du chêne liège et enregistre un coefficient de porosité de 14.667 %.

Les résultats de l'analyse en composantes principales réalisée à partir de toutes les variables mesurées ont confirmé les résultats énumérés ci-dessus. En effet l'axe 1 de cette dernière a scindé les individus en deux groupes opposés A et B en fonction de la porosité représentée par les variables surface moyenne des pores et coefficient de porosité qui présentent des corrélations positives et très hautement significatives avec la variable âge du liège caractérisées par des coefficients de corrélation respectifs de 0.39\*\*\* et 0.35\*\*\*.

L'axe 2 a réparti les individus des stations en deux groupes opposés C et D en fonction du nombre de lenticelles et l'altitude des stations. Ces deux variables présentent des négatives et très hautement significatives entre elles avec un coefficient de corrélation de -0.53\*\*\*.

Le coefficient de porosité moyen des trois stations étudiées est de 4,98%, ce qui permet de classer le liège de cette région dans la classe des lièges très poreux selon la classification de la porosité adoptée par NATIVIDADE (1956). Comparativement aux autres travaux ; les résultats obtenus par GABIS et BOUKERB (2009) sur le liège d'El Taref et par METNA (2003) dans la subéraie orientale de la wilaya de Tizi-Ouzou avec des coefficients de porosité respectifs de 3.36% et 3.94 % sont donc classés comme lièges moyennement poreux .

Les densités du liège notées pour les stations : Zitouna, Oued Bougous et Sidi Bouزيد sont respectivement de 0,17 g/cm<sup>3</sup>, 0,16 g/cm<sup>3</sup> et 0,15 g/cm<sup>3</sup>. Ceci pourrait considérer la densité du liège de nos stations comme normale étant donné que NATIVIDADE (1956) et IPROCOR (1999), notent que la densité normale des tissus subéreux varie de 0,12 g/cm<sup>3</sup> à 0.20 g/cm<sup>3</sup>. Les résultats de nos stations concordent avec ceux de ARIB et ZAIDET (2019)

avec des valeurs de 0.162 g/cm<sup>3</sup>, 0.155 g/cm<sup>3</sup> et 0.15 g/cm<sup>3</sup> correspondant respectivement aux stations de Fedj Macta, Forêts domaniale et nationale et la station de Rezgoune de la wilaya de Souk-Ahras et sont inférieurs à ceux obtenus par FERREIRA et al. (1999) sur le liège d'Alcacer dos sal au Portugal et par GHEZALI (2008) au contant de Laaouana dans la forêt de Jijel avec des densités moyennes respectives de 0.26 g/cm<sup>3</sup> et 0.29 g/cm<sup>3</sup>.

Les résultats de l'analyse de la variance à deux facteurs de classification (tableau 18) montrent que la variable densité du liège présente des variations hautement significatives ( $p = 0.00425$ ) entre deux groupes homogènes ; groupe A caractérisé par les stations de Zitouna et Oued Bougous avec les moyennes les plus élevées qui sont respectivement 0.167 g/cm<sup>3</sup> et 0.161 g/cm<sup>3</sup> et le groupe B représenté par la station de Sidi-Bouزيد avec la moyenne la plus faible qui est de 0.149 g/cm<sup>3</sup>. Nous enregistrons aussi une variation significative au seuil de 5% ( $p=0.017$ ) entre les arbres d'une même station qui pourrait être d'origine génétique si on se referait à YESSAD (2000) qui note que dans un même site, la densité du liège évolue différemment d'un arbre à un autre et cette différence peut être élevée même lors que les arbres présentent une croissance similaire et lors d'une même période ; ce qui démontre l'importance du patrimoine génétique individuel du chêne liège.

# *Conclusion générale*

Au terme de ce travail qui a eu comme objectif la contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège de *Quercus suber L.* de la wilaya d'El Taref. Nous allons vous présenter de façon synthétique les principaux résultats et conclusions auxquels nous sommes parvenus et nous évoquerons quelques recommandations qui pourraient peut-être répondre aux nombreuses questions qui restent posées. Rappelons que ce travail a été réalisé sur trois stations de la wilaya d'El Taref notamment Oued Bougous à 600m d'altitude, Sidi Bouzid à 450m et Zitouna à 111m. Pour certaines stations les planches de liège ont été prélevées des arbres sur pied et d'autres elles ont été récupérées des dépôts de liège moyennant des méthodes d'échantillonnage aléatoires (méthode systématique stratifié).

Du point de vue classement du liège en fonction de l'épaisseur, les résultats acquise Résumé comme suit :

- ✓ l'épaisseur moyen du liège obtenue pour les trois stations étudiées, est de l'ordre de 29,93mm dont 76 % du total appartenant aux classes commerciales supérieures a 27 mm Ce qui classe le liège de nos stations dans la catégorie « juste » donc apte au bouchonnage;
- ✓ le liège de cette région est considéré très poreux suivant la classification de la porosité adoptée par NATIVIDADE (1956), étant donné que les coefficients de porosité moyens des stations étudiées sont supérieurs à 4% ; ; cette porosité est beaucoup plus exprimée par les pores de petites dimensions et des pores de grandes dimensions qui représentent respectivement de 44,97% et 32,36% de la porosité totale , Cette porosité pourrait être dû au fait que les peuplements sont âgés donc éventuellement exposés aux attaques ponctuelles de vers et de fourmis, qui peuvent fausser les résultats .
- ✓ la superficie moyenne des pores des stations Oued Bougous, Zitouna et Sidi Bouzid sont respectivement de 0,83 mm<sup>2</sup>, 0,56 mm<sup>2</sup> et 0,49 mm<sup>2</sup>;
- ✓ les coefficients de porosité des faces tangentielles des stations Oued Bougous, Zitouna et Sidi Bouzid sont respectivement de 7,4 %, 6,95 % et 5,13%;

- ✓ La variation de la porosité entre la station de Zitouna et Sidi-Bouزيد pourrait s'expliquer par la variation des conditions écologiques notamment l'humidité qui est en relation avec l'altitude de ces deux stations.
- ✓ La station de Oued Bougous est caractérisée par une porosité élevée (**cp=6.17%**) donc de moindre qualité que les autres stations malgré la haute altitude de 600 m, ceci pourrait être dû à l'âge du liège élevé ainsi qu'à la présence d'un grand nombre de vieux arbres dans cette station.
- ✓ Les densités du liège des stations Zitouna, Oued Bougous, et Sidi Bouزيد sont respectivement de 0.167, 0.161 et 0.149 ; ces dernières sont considérées normales étant donné que selon IPROCOR(1999), la densité normale varie de 0.12 g/cm<sup>3</sup> à 0.20 g/cm<sup>3</sup> ;
- ✓ L'étude statistique des variables nombre de pores et coefficient de porosité des faces horizontales et tangentielles a montré des différences très hautement significatives entre les trois stations étudiées ;
- ✓ Les résultats de l'analyse en composantes principales ont confirmé la tendance de la corrélation entre la porosité du liège et l'âge du liège qui sont positivement corrélés et la corrélation entre le nombre de lenticelles et l'altitude et qui sont négativement corrélés. par contre la présence de beaucoup de vieux arbres au niveau de la station de Oued Bougous a inversé la tendance de la corrélation entre la porosité du liège et l'altitude des stations du chêne liège.

Les résultats obtenus nous permettent de conclure que plusieurs facteurs peuvent influencer la qualité du liège notamment :

- L'humidité du milieu (la pluviométrie et l'exposition...)
- L'âge du liège ;
- L'échantillonnage réalisé au niveau des dépôts ;
- Les attaques parasitaires et la présence des galeries d'insectes ;

- La variation génétique.

Notre étude peut s'améliorer et s'approfondir par des analyses chimiques et même génétiques ; pour une étude plus complète qui mettrait en évidence les facteurs qui influent sur la qualité du liège nous recommandons de :

- Faire un échantillonnage sur le terrain ;
- Augmenter les effectifs des arbres à échantillonner ;
- Tenir compte de l'état sanitaire des arbres ;
- Apprécier et quantifier le bilan nutritionnel du peuplement à étudier ;
- Tenir compte des caractéristiques des stations telles que :
  - Pente dominante ;
  - Luminosité ;
  - Nature des peuplements ;
  - Sol ;
  - Essences secondaires.

*Références  
bibliographiques*

**ABBARA A., 2018.** Chêne-liège (*Quercus suber*) - Composition du tronc, Botanica, Paris/France.

**ALOUÏ et al., 2006.** Etude de la qualité du liège de reproduction des subéraies d'AIN DRAHAM. Institut sylvo-pastoral Tunisie, 44-59Pp.

**ANONYME, 2006.** Caractéristiques et Avantages de l'Utilisation du Liège, EASY LIEGE.

**ARIB.K et ZAÏDET.K., 2019 .**Contribution à l'étude de la variabilité stationnelle de la qualité du liège de *Quercus suber L.* de la subéraie de Souk-Ahras .Cas des stations : Forêts domaniale et nationale Fedj Macta et Rezgoune .Mémoire master. Faculté des sciences agronomique et biologique, Université de Tizi-Ouzou ,65P.

**BAGNOULS F .et GAUSSEN H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Sci. Hist. Toulouse, 259p.

**BENGANA.S et ALI AHMED.H., 2006.** Comportement et qualité du liège des subéraies de la Wilaya de Jijel cas des cantons d'EL- MILIA et TEXENNA. Mémoire Ing., Faculté des sciences agronomique et biologique, Université de Tizi-Ouzou, 91p.

**BENHALIMA Y., 2016.** Contribution à l'étude des champignons phytopathogènes du chêne liège (*Quercus suber L.*) de la subéraie de Hafir. Wilaya de Tlemcen. Mémoire de master.Universitéde Tlemcen Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

**BEN SAÏD F.et BEN YAHIA F., 2011.**Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège dans quelques subéraies de l'Est du pays (Jijel- El Taref).Mémoire Ing., Faculté des sciences agronomique et biologique, Université de Tizi-Ouzou, p 79.

**BOUDY P., 1952.**Guide du forestier en Afrique du Nord. La maison Rustique. Paris, 505p.

**BOUDY P., 1955.** Economie forestière en Afrique du nord. La Maison Rustique, Pari, 487p.

**BOUHRAOUA R., DAHANE B., GHANEM A. et BELHOUCINE L., 2010.** Impacte des variations climatiques (pluviométrie) sur l'état sanitaire des arbres et les accroissements du liège dans quelques subéraies de l'ouest algérien.», Vivexpo 2010, université de Tlemcen.

**CANTAT R. et PIAZZETTA R., (I.M.L.), 2005.** La levée du liège ce qu'il faut savoir sur l'exploitation du chêne-liège. Guide technique et de la vulgarisation, 24p.

**CHENOUNE K., 2011.** Etude de la relation entre la circonférence et la hauteur ; et entre la circonférence, la hauteur et l'espacement des arbres. Cas des subéraies de Souk Ahras et de Tizi Ouzo. Mémoire de magister. Ecole nationale supérieur agronomique (E.N.S.A).El-Harrach, Alger, 75p.

**DAGNELIE P., 1973.** Théories et méthodes statistiques applications agronomiques. Vol 1.Ed. Presses agronomiques de Gembloux, 378 p.

**DAGNELIE P., 1975.** Théories et méthodes statistiques. Vol 2. Ed. Presses agronomiques de Gembloux, 463p.

**DAJOZ R., 1975** –Précis d'écologie, Paris, Gauthier-Villars, 549 p.

**DEHANE B., 2012.** Incidence de l'état sanitaire des arbres du chêne liège sur les accroissements annuels et la qualité du liège de deux subéraies oranaises: Msila (w.Oran) et Zarieffet (w.Tlemcen).Thèse de doctorat. Faculté des sciences de la Nature et de la vie et science de la terre et de l'univers Tlemcen, 50p.

**DEHIRI T., 2017.** Contribution à l'étude de la qualité du liège de la forêt domaniale de Nesmoth (Wilaya de MASCARA), Mémoire de master. Université de Tlemcen, 69p.

**DESSAIN G. et TONDELIER M., 1991.** Le liège de méditerranée. Ed. Naratim, 80p.

- DOUZANE K., 2008.** Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège des suberaies de la Wilaya de JIJEL. Cas du Canton de Taher. Mémoire Ing., Faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques, Université de Tizi-Ouzou, 82p.
- EMBERGER, .1952-1955.** Cours de bioclimatologie, kadi Benane, 2018.
- EMBERGER L., 1955.** Une classification biogéographique des climats. Recueil. Trav. Labo. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier. 48p.
- FERREIRA A., LOPES F. et PEREIRA H., 1999.** Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. Centre d'étude forestière, institut supérieur d'agronomie Portugal, 6 Pp 187 – 193.
- GABIS A. et BOUKERB K., 2009.** Contribution a l'étude de la variabilité de la qualité du liège des subéraies de la wilaya d'El Tref. Thèse Ing., D'agro. Université de Tizi Ouzo, 68p.
- GHEZALI Y., 2008.** Contribution à l'étude de la qualité du liège la région de Jijel ; cas de canton Al-Aouana. Mémoire Ing., Faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques, Université de Tizi-Ouzou, 87p.
- HOUACINE C. et MELIANI D., 2017.** Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège de production des subéraies des wilayas d'El Taref et Tlemcen. Mémoire de master. Faculté de Tizi Ouzo, p 61.
- INSTITUT MÉDITERRANÉEN DU LIÈGE (I.M.L), 2006.** Plan stratégique liège pour les Pyrénées-Orientales, 75p.
- IPROCOR., 1999.** Manuel didactique du leveur et de l'ouvrier spécialisé dans les travaux d'exploitation du chêne-liège. Junta de Extremadura/. Mérida.79p.
- KAZI TANI., 2006.** Les procédés de gestion et d'exploitation du liège. Communication personnelle. Sous-directeur de la gestion et de la police forestière-DGF. Alger.

**LOKMANE K. et EDJEKOUANE Z., 2009.** Contribution à l'étude de la variabilité du liège des subéraies dans les régions de Bouira, Skikda et El Kala. Mémoire Ing., Faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques de Tizi Ouzo, p 76.

**METNA B., 2003.** Caractéristiques physiques et chimiques du liège de reproduction de la subéraie orientale de la wilaya de Tizi Ouzo .THESE DE MAGISTER. Agro.Univ.T.O, 102p.

**NATIVIDADE J.V., 1956.** Subériculture. Édition française de l'ouvrage Portugais Subériculture, Nancy.303P.

**PEREIRA H., 2008.**Le Liège : Biologie, Production et Utilisation. Ed. Académie Amorim, 6 p.

**PHILLIPEAU G., 1986.** Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. Services des études statistiques, ITCF, 63p.

**QUEZEL P., 1976.** Les forêts du pourtour méditerranéen. Forêts et maquis méditerranéens. Écologie, conservation et aménagement. Note technique de MAB, UNESCO, 2p.

**SABRI H., 2011.**Gestion et impact des déchets solides urbains sur l'environnement, El Taref commune, Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar-Annaba, Faculté des sciences de la terre département de géologie. P105.

**SACCARDY L., 1937.** Note sur le chêne-liège et le liège en Algérie. Bulletin de la science de recherche forestière du Nord de l'Afrique372P.

**SACCARDY L., 1938.** Le Chêne Liège et le Liège en Algérie [article], pp 488-593.

**SELTZER P., 1946.** Le climat de l'Algérie. Ed. Carbonel, Université d'Alger, 219p.

**Sobhi., 2009.** Impact des facteurs climatiques et anthropiques sur la diversité et l'écologie trophique des peuplements d'Orthoptères Calières dans l'est algérien (El-Taraf – El-Kala),

Mémoire de magister. Ecole nationale supérieur agronomique (E.N.S.A).El- Harrach, Alger, 136p.

**TAIB N., 2016.** Contribution à l'étude de l'infestation des glands et des feuilles du chêne liège dans quelques subéraies de la wilaya de Tlemcen (Algérie). Mémoire de master. Université de Tlemcen.

**YESSAD S. (2000).** Le chêne-liège et le chêne dans les pays de la méditerranée occidentale. Édition ASBL forêt Wallonne. 190P.

**Autres références :**

**AMORIM, 2012.** Amorim isolamentos, S.A., Natureza e tecnologia a soluçaoideal. Vivexpo 2012.

**AMORIM, 2000.** Investissement et participation, S.G.P.S., S.A., Site Internet développé par Proxima Créative

**APCOR, 2007.** Association Portugaise du Liège ([http://www.apcor.pt/index\\_fr.php](http://www.apcor.pt/index_fr.php)).

**DGF. (1999, 2007,2008, 2009,2011)** Direction générale des forêts (<http://www.dgf.org.dz>).

**Fédération Française du Liège (F.F.L) ,2017.**Le liège et le chêne liège- structure et composition/ planète liège.

E-mail:[info@federation-liege.fr](mailto:info@federation-liege.fr)

<http://www.federation-liege.fr/>

**O.N.M., 2009 :** Office nationale de météorologie.

**PNEK. (2008, 2009)** Direction du parc national d'El Kala.

*Annexes*

**Annexe 01 : Epaisseur du liège (mm).**

Stations Arbres	Zitouna	Oued Bougous	Sidi Bouzid
A1	29,33	28,32	32,81
A2	25,83	32	28,99
A3	29,98	35,26	28,64
A4	29,90	28,97	27,48
A5	31,12	27,6	28
A6	36,30	24,73	26,28
A7	33,11	34,49	24,29
A8	32,28	32,27	24,06
A9	34,13	32,05	28,49
A10	36,61	25,82	28,77

**Annexe 02 : Nombre des pores.**

Stations Arbres	Zitouna	Oued Bougous	Sidi Bouzid
A1	90,83	147,17	75
A2	92,83	92	72,33
A3	119,67	84,5	59,67
A4	141,67	109,5	54
A5	85,17	121	43,83
A6	98,67	79	50,67
A7	72,67	63,83	72,83
A8	82,67	67,67	48,67
A9	75,33	62,5	83,17
A10	77,5	83,17	53,17

**Annexe 03 : Superficies moyennes des pores (mm<sup>2</sup>).**

Stations Arbres	Zitouna	Oued Bougous	Sidi Bouzid
A1	0,45	0,86	0,5
A2	0,64	0,9	0,75
A3	0,6	0,48	0,73
A4	0,77	0,82	0,25
A5	0,49	0,64	0,59
A6	0,56	1,02	0,56
A7	0,43	0,86	0,64
A8	0,53	1,25	0,42
A9	0,57	0,62	0,34
A10	0,55	0,83	0,37

**Annexe 4 : Coefficient de porosité des faces horizontales (%).**

Stations Arbres	Zitouna	Oued Bougous	Sidi Bouzid
A1	2,75	8,55	2,65
A2	3,84	5,52	4,23
A3	4,78	2,68	2,87
A4	5,87	5,71	0,94
A5	2,91	5,09	1,46
A6	3,65	5,24	1,92
A7	2,20	3,60	2,29
A8	2,90	5,72	1,40
A9	2,88	2,59	0,75
A10	2,82	4,69	1,29

**Annexe 5 : Nombre des lenticelles.**

Stations Arbres	Zitouna	Oued Bougous	Sidi Bouzid
A1	15,67	27,33	19
A2	21,5	14,5	18,17
A3	33,17	10,5	36,5
A4	41,5	12,17	16,33
A5	29,83	21	15,67
A6	39,5	14,17	27,33
A7	23	9,17	28,16
A8	34,16	21,5	16,5
A9	28	21,33	11,5
A10	36,33	29,5	16,5

**Annexe 6 : Superficie moyenne des lenticelles (mm<sup>2</sup>).**

Stations Arbres	Zitouna	Oued Bougous	Sidi Bouzid
A1	3,45	8,66	3,91
A2	3,49	6,66	4,61
A3	2,76	9,08	2,79
A4	4,24	10,30	6,31
A5	3,30	5,48	3,19
A6	3,30	9,17	3,58
A7	4,83	4,87	3,41
A8	3,69	5,01	2,89
A9	3,59	4,29	4,23
A10	3,67	3,67	3,89

**Annexe 07 : Coefficient de porosité des faces tangentielles (%).**

Stations Arbres	Zitouna	Oued Bougous	Sidi Bouzid
A1	4,30	17,59	4,22
A2	5,08	6,35	5,54
A3	5,93	6,41	6,62
A4	10,51	7,68	6,79
A5	6,41	7,21	3,37
A6	8,29	7,77	6,48
A7	5,41	2,85	7,37
A8	8,25	5,79	3,61
A9	6,50	5,82	3,19
A10	8,89	6,53	4,15

**Annexe 08 : Densité du liège (g/cm<sup>3</sup>).**

Stations Arbres	Zitouna	Oued Bougous	Sidi Bouzid
A1	0,14	0,17	0,13
A2	0,15	0,14	0,15
A3	0,17	0,16	0,14
A4	0,19	0,15	0,15
A5	0,17	0,18	0,15
A6	0,16	0,18	0,16
A7	0,16	0,14	0,14
A8	0,17	0,15	0,14
A9	0,20	0,17	0,15
A10	0,17	0,18	0,16

**Annexe 09** :Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour l'épaisseur du liège  
(comparaison des moyennes entre les Arbres)

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
9.0	A9	31,559	A		
3.0	A3	31,293	A	B	
7.0	A7	30,63	A	B	C
10.0	A10	30,4	A	B	C
1.0	A1	30,156	A	B	C
8.0	A8	29,533	A	B	C
6.0	A6	29,104		B	C
2.0	A2	28,941		B	C
5.0	A5	28,907		B	C
4.0	A4	28,781			C

**Annexe 10** :Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour le nombre de pores (comparaison des moyennes entre les Arbres)

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
1.0	A1	104,333	A				
4.0	A4	92,722	A	B			
3.0	A3	87,944	A	B	C		
2.0	A2	85,722		B	C	D	
5.0	A5	83,333		B	C	D	
6.0	A6	76,111		B	C	D	E
10.0	A10	71,278			C	D	E
7.0	A7	69,778			C	D	E
8.0	A8	66,333				D	E
9.0	A9	57					E

**Annexe 11** :Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour le nombre de lenticelles (comparaison des moyennes entre les Arbres)

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
10.0	A10	27,444	A	
6.0	A6	27	A	
3.0	A3	26,722	A	
8.0	A8	24,056	A	B
4.0	A4	23,333	A	B
5.0	A5	22,167	A	B
1.0	A1	20,667	A	B
9.0	A9	20,278	A	B
7.0	A7	20,111	A	B
2.0	A2	18,056		B

**Annexe 12:** Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour la densité du liège (comparaison des moyennes entre les Arbres).

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
10.0	A10	0,174	A
9.0	A9	0,171	A
5.0	A5	0,168	A
6.0	A6	0,166	A
4.0	A4	0,164	A
3.0	A3	0,156	A
8.0	A8	0,153	A
2.0	A2	0,148	A
1.0	A1	0,146	A
7.0	A7	0,146	A

**Annexe 13** : résultats pour moyenne d'épaisseur du liège des 3 stations.

KH	BG	SBZ	Moyenne
31.86	30.151	27.78	29.93

**Annexe 14** : résultats pour la moyenne du nombre de pores des 3 stations

1 (KH)	2 (BG)	3 (SBZ)	moyenne
91	91.033	56.333	79.46

**Annexe 15** : résultats pour la moyenne globale de la superficie moyenne des pores des 3 stations.

1 (KH)	2 (BG)	3 (SBZ)	moyenne
0.559	0.829	0.494	0.63

**Annexe 16** : résultats pour la moyenne globale du coefficient de porosité des faces horizontales des 3 stations.

1 (KH)	2 (BG)	3 (SBZ)	moyenne
3.46	4.939	1.979	3.46

**Annexe 17** : résultats pour la moyenne globale de nombre des lenticelles des 3 stations.

KH	BG	SBZ	moyenne
30.267	18.117	20.567	22.98

**Annexe 18** : résultats pour la moyenne globale des superficies moyennes des lenticelles des 3 stations

KH	BG	SBZ	moyenne
3.631	6.718	3.881	4.74

**Annexe 19** : résultats pour la moyenne globale du coefficient de porosité des faces tangentielles des 3 stations.

KH	BG	SBZ	moyenne
6.956	7.399	5.132	6.50

**Annexe 20** : résultats pour la moyenne globale de la densité du liège des 3 stations.

KH	BG	SBZ	moyenne
0.167	0.161	0.149	0.159

**Annexe 21** : pied à coulisse électronique utilisé pour mesurer le volume du liège.



## Annexe 22 : Logiciel GIMP 2

Programme de manipulation d'image créé par SPENCER KIMBALL et PETER MATTIS, est un outil portable (c'est-à-dire utilisable sur de nombreuses plates-formes) de manipulation d'images est de photos, est un éditeur de tram **raster** (point à point), Il effectue ses opérations directement sur les pixels déterminant l'image.

Il peut être utilisé comme :

- Un programme de dessin
- Un programme de retouche photo
- Un système en ligne de traitement par lot
- Un générateur d'image pour la production en masse
- Convertir un format d'image en un autre (RAYMON OSTERTAG, 2008).

Le GIMP 2 sert à mesurer les distances et les angles entre points de l'image. En maintenant le clic gauche et en déplaçant le curseur, nous pouvons connaître l'angle et le nombre de pixels entre le premier point cliqué et celui localisé par la position actuelle du pointeur.

Les informations sont affichées dans la barre d'état, en bas de la fenêtre d'image. De gauche à droite :

- Affichage de la distance depuis l'origine, le coin en haut à gauche
- Un bouton possédant une liste déroulante qui permet de choisir l'unité de mesure
- Un bouton de zoom utilisé pour agrandir avec plus de précision
- L'affichage de la distance entre le point d'origine et le pointeur de la souris, suivi de l'angle, dans chaque quadrant, de 0° à 90°.

## **Résumé :**

La variation stationnelle de la qualité du liège a été caractérisée pour trois subéraies de la région d'el Taref, cas des stations : Zitouna, Oued Bougous et Sidi Bouzid par un prélèvement d'échantillons sur 10 arbres par peuplement .En moyenne, l'épaisseur du liège était de 29,93mm dont 76 % du total appartenant aux classes commerciales au-dessus de 27 mm ; aptes au bouchonnage, la porosité mesurée par analyse d'image est de l'ordre de 4,98%, donc ce liège est considéré comme étant très poreux selon les classifications de NATIVIDADE (1956) et IPROCOR (1999) . Le liège de nos stations présente une densité normale avec une valeur moyenne de 0.16 g/cm<sup>3</sup>.

Les résultats acquis montrent que La qualité du liège de notre région d'étude présente de grandes variabilités entre les stations et aussi entre les arbres d'une même station. Ceci est dû à la variation des conditions écologiques notamment l'humidité.

**Mots clés : El Taref / liège / qualité / variabilité / porosité / épaisseur / densité.**

## **Abstract:**

The stationary variation in the quality of cork was characterized for three suberries in El Taref region , the case of the Zitouna, Oued Bougous et Sidi Bouzid stations by taking samples from 10 trees per stand . On average, the thickness of the cork was 29, 93 mm, 76% of the total belonging to the commercial classes above 27 mm; suitable for plugging, the porosity measured by image analysis is of the order of the 4, 98%, therefore this cork is considered to be very porous According to the classifications of NATIVIDADE (1956) and IPROCOR (1999). The cork from our stations has a normal density with an average value of 0.16 g / cm<sup>3</sup>.

The results obtained show that the quality of cork in our region of study presents great variability between stations and also between trees of the same station. This could be mainly due to variation of ecological conditions including humidity.

**Keywords: El Taref / cork / quality / variability / porosity / thickness / density.**