

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou

Faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques

Département des Sciences Agronomiques



# Mémoire de fin d'étude



*Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Agronomiques*

*Spécialité : Foresterie*

*Option : Sciences Forestières*

## Thème

*Contribution à l'étude de la  
Variabilité de la qualité du liège de  
Reproduction des subéraies D'El kala  
Cas des stations : Day ezzitoun, Laach  
lahmar , Forêt Nahal*

**Présenté par :**

Melle BEN BOUDJEMA HAYET

et

Melle SADOU SAMIRA

**Devant le jury :**

**Président de jury :** Mr ASMANI A.

Maître assistant A. (U.M.M.T.O)

**Promoteur :** Mr METNA B.

Maître assistant A. (U.M.M.T.O)

**Examineur :** Mr CHENOUNE K.

Maître assistant A. (U.M.M.T.O)

Promotion 2018-2019

# Remerciements

*Avant tout, nous tenons à remercier « Dieu » le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience pour accomplir ce travail ...*

*Au MAITRE ASSISTANT METNA BOUSAAD, notre promoteur  
Nous tenons à vous écrire un « Merci » sincère pour votre soutien, vos conseils tout au long de cette année qu'on a partagé avec vous, un encadrement exceptionnel, un sérieux exemplaire dans le travail, nous serons toujours reconnaissant envers vous cher professeur.*

*Au MAITRE ASSISTANT ASMANI.A, président de jury,  
Vous nous faites l'honneur d'accepter la présidence de juger notre travail. Recevez l'assurance de notre reconnaissance et de notre profond respect.*

*Au MAITRE ASSISTANT ; CHENOUN.K  
Nous tenons à vous remercier pour le temps que vous avez consacré à la lecture de notre travail et pour le plus que vous apportez en l'examinant.*

*Nous tenons à remercier aussi toute l'équipe de la foresterie ;*

*A nous amies*

*Nous vous remercions de nous avoir guidé à la réalisation de ce travail. Veuillez recevoir le témoignage de notre profond respect.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail.*

# Dédicaces

*A ma grand-mère HAMMAMA,*

*Qui m'accompagne par ses prières, sa douceur, puisse le dieu vous accorder santé, longue vie et prospérité*

*A mes parents ALI et SAMIA,*

*Aucune dédicace, aucun mot ne pourrait exprimer à leur juste valeur la gratitude et l'amour que je vous porte.*

*Je mets entre vos mains, le fruit de longues années d'études*

*A mes frères MAKHLOUF, AGHILAS et MASSI,*

*A ma sœur BAYA,*

*A ma grande sœur MERIEM, son époux MOUMOUH et leurs petite ange AYA,*

*A mon fiancé SLIMAN et sa famille,*

*Vous m'avez toujours soutenu et vous continuez à le faire, je ne trouverai pas les mots pour vous exprimer mon affection*

*A mon ami intime,*

*Je n'ai jamais pu te montrer à tel point que tu m'es cher, je te dédie aujourd'hui chaque effort que j'ai fourni à ce travail ; un effort que tu m'as redessiné dans une image simple et facile, franchissable et tolérable grâce à la sagesse de tes mots.*

*A ma binôme SAMIRA et à toute sa famille, après une longue année d'efforts nous voilà à la fin d'un cycle et un début d'un autre*

*A tous les membres de foresterie, ma deuxième famille,*

*A mes amis, Sonia, Katia, Rafik, Kikou, Idir, j'aurais aimé que tout le monde soit là,*

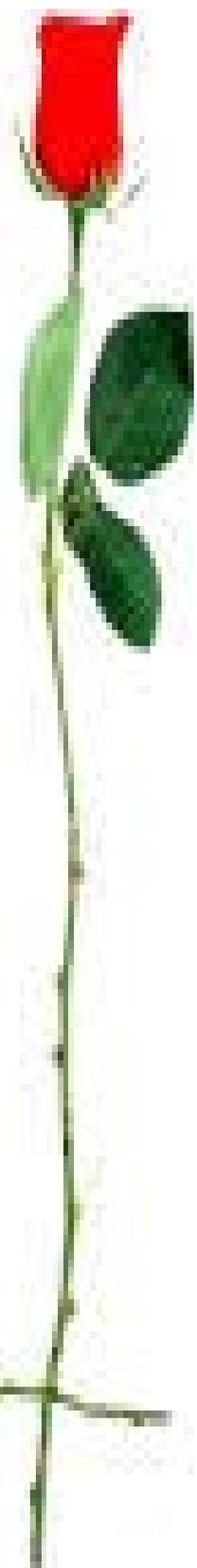
*A mon amie Sonia, pour amitié éternelle, merci d'être auprès de moi*

*A mes amies de la promo, on a partagé beaucoup d'évènements ensemble, j'espère que c'est une amitié qui va durer toute la vie.*

*A tous mes amis, que j'ai connus durant ma vie*

*A toute l'équipe du groupe*

HAYET.....



***A mon père HOCINE ;***

*Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir.*

*Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur et te protège de tout mal.*

***A ma mère FATMA;***

*Tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait.*

*Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.*

***A mon très cher frère SOFIANE ;***

*Merci d'être toujours à mes côtés, par ta présence, par ton amour dévoué, pour donner du goût et du sens à ma vie*

*Je prie Dieu le tout puissant pour qu'il te donne santé bonheur et longue vie.*

*A ma sœur SABRINA, son époux YAHIA et à leur petit ange AISSA.*

*A ma sœur TAOUS et son époux KAMEL.*

***A mon binôme HAYET et sa famille.***

*A tous les membres de foresterie, ma deuxième famille,*

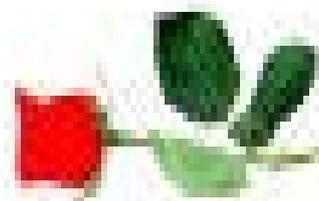
*A mes amis, Sousou, bouka, farid FD, sarah, j'aurais aimé que tout le monde soit là,*

*A mes amies de la promo, on a partagé beaucoup d'évènements ensemble, j'espère que c'est une amitié qui va durer toute la vie.*

*A tous mes amis, que j'ai connus durant ma vie*

***A toute l'équipe du groupe.***

**SAMIRA.....**



## SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	1
<b>Chapitre I : synthèse bibliographique</b>	
I. Généralités sur le chêne liège .....	3
I.1. Origine du chêne liège ( <i>Quercus suber</i> L) .....	3
I. 2. Place taxonomique et systématique de chêne liège .....	3
I-3- Répartition géographique .....	4
➤ Dans le monde .....	4
➤ En Algérie .....	5
➤ Aire de répartition dans la wilaya de TO .....	7
I.4. Principales caractéristiques botaniques du chêne liège.....	7
I.5. L'écologie du chêne liège .....	10
I.5.1. Condition Climatique .....	10
❖ Lumière .....	10
❖ Pluviométrie et humidité .....	10
❖ Température .....	10
❖ Etage bioclimatique .....	11
I-5-2-Conditions édaphiques .....	11
❖ Altitude.....	11
❖ Pédologie.....	11
❖ Cortège floristique .....	11
I.6.Peuplements et association du chêne liège .....	12
I.7. Importance Economique du chêne liège .....	12
II. Généralité de liège .....	13
II.1.Introduction .....	13
II.2.Formation du liège.....	13

• Le liège mâle .....	14
• Le liège de reproduction .....	14
II.3.La composition chimique du liège.....	15
II.4.Récolte du Liège .....	16
✚ Le démasclage .....	16
✚ La levée .....	16
II.5.Les principales Propriétés physiques et mécaniques du liège .....	16
II.6.La production du liège en Algérie .....	18
II.7La Production mondiale .....	18
II.8.La qualité du liège .....	19

## **Chapitre II : Matériel & méthodes**

I-Présentation du milieu d'étude .....	20
I-1-Parc national d'el kala .....	20
I.1.1.Situation géographique .....	20
II. Etude climatique .....	21
❖ Température .....	21
❖ Précipitations .....	24
❖ Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN .....	26
III-Méthode d'échantillonnage.....	28
IV. Mesure des variables.....	28
IV.1.Epaisseur du liège .....	28
IV.2. Porosité .....	29
IV.3.Densité du liège (Dstl) .....	29

V. Méthode de mesure .....	29
❖ Nombre de pores (Nbp) .....	29
❖ Superficie moyenne des pores (Smp) en (mm <sup>2</sup> ) .....	30
❖ Nombre de lenticulaires (NbL) .....	30
❖ Diamètre moyen des lenticelles (Dml) .....	30
❖ Surface moyenne des lenticelles (Sml) .....	30
❖ Coefficient de porosité (Cp) en (%) .....	30
❖ Coefficient de lenticelle (Cl) en (%).....	30
VI. Méthode de traitement des données .....	34
VI.1. Variation intra-stationnelle .....	34
VI.2. Variation inter-stationnelle .....	34
VI.3. L'analyse en composantes principales (ACP).....	35

### **Chapitre III : Représentation des résultats**

I. Présentation des résultats .....	37
I.1. Epaisseur du liège (EPAIS) .....	37
I.2. Nombre de pores .....	38
I.3. La superficie moyenne des pores .....	39
I.4. Coefficient de porosité .....	42
I.5. Le nombre de lenticelles (NBI) .....	42
I.6. Surface des lenticelles.....	43
I.7. Coefficient de lenticelles .....	44
I.8. La densité .....	44
II. Analyses de la variance .....	47
Comparaison des résultats entre les stations .....	47

II.1.Épaisseur du liège .....	49
II.2.Nombre de pore .....	49
II.3.Superficie des pores .....	49
II.4.Coefficient de porosité.....	50
II.5. Nombre des lenticelles.....	50
II.6. Surface moyenne des lenticulaires (sml) .....	50
II. 7. Coefficient de porosité.....	50
II.8 .Densité du liège .....	51
III. Résultats de l'analyse en composante principales.....	51
➤ Plan factoriel .....	52
➤ Signification des axes .....	53
III-1. Matrice de corrélation .....	55
Chapitre IV : Discussion .....	57
Conclusion générale .....	62

# Liste des abréviations

**ACP** : analyse en composantes principales.

**A** : Arbre.

**Age l**: âge du liège.

**Alt**: Altitude.

**CM** : Carré moyen.

**C°** : Degré Celsius.

**Cp** : Coefficient de porosité.

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

**CPt** : Coefficient de porosité des faces tangentielles.

**CV %** : Coefficient de variation.

**CVr** : Coefficient de variation résiduelle.

**DDL** : Degré de liberté .

**DGF** : Direction générale des forêts.

**Dml** : Diamètre moyen des lenticelles.

**dr** : Erreur relative à la moyenne

**Dstl** : Densité du liège.

**Ep** : Epaisseur du liège.

**Fobs**: Fonction observée.

**Fthéo**: Fonction théorique lue sur la table des distributions F de SNEDECORE.

**Facteur 1** : Station.

**Facteur 2** : Arbre.

**Facteur 3** : Station-Arbre.

**G** : groupe.

**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)

**Km<sup>2</sup>** : Kilomètre carré.

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

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

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

**m** : Mètre.

**M<sub>h</sub>** : Masse du liège a une humidité.

**mm** : Millimètre.

**mm<sup>2</sup>** : Millimètre carré.

**Nbl** : Nombre de lenticelles.

**Nbp** : Nombre de pores.

**NS** : non significatif.

**P** : Pluviosité annuelle.

**Prob** : Probabilité.

**Q<sub>2</sub>** : Quotient pluviométrique d'EMBERGER.

**Q<sub>x</sub>** : Quintaux.

**r** : Coefficient de corrélation.

**S** : significatif.

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

**Sml** : Surface moyenne des lenticelles.

**Smp** : Superficie moyenne des pores.

**St1** : Station de Day Ezzitoun.

**St2**: Station de Laach Lahmar.

**St3** : Station de Nahal.

**Stl** : Surface totale occupée par les lenticelles.

**THS** : très hautement significatif.

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

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

**(r<sub>th1</sub>, r<sub>h2</sub>, r<sub>th3</sub>)** : Coefficients de corrélations minimums théoriques.

**V<sub>h</sub>** : volume du liège à la même humidité h.

**α** : Seuil de signification.

**(σ)**: écart-type.

# *Introduction générale*

### Introduction générale :

Le chêne liège (*Quercus suber L*) est considéré comme une essence noble et parmi les plus précieuses du genre *Quercus*. Le remarquable développement que peut atteindre son enveloppe subéreuse (tronc et branches), et l'aptitude de l'arbre à former une nouvelle couche phellogénique après plusieurs exploitations répétées (rotation 9 – 12 années) classent le chêne liège comme une espèce unique à production renouvelable. Dans le contexte économique, avec une production moyenne de 35000 tonne en Algérie; (moyenne estimée sur une période de 103 années (1885-1988), répartie sur huit rotations de 12 années), le liège constitue en soi une ressource forestière durable et rentable (METNA, 2003).

Les remarquables propriétés physiques, mécaniques et chimiques du liège sont les caractères qui distinguent des autres subéraies des chênes. L'ensemble de ces propriétés a fait du liège un matériau très recherché dans le domaine de l'isolation et de l'industrie du bouchon. Les études les plus complètes dans le domaine de la subériculture sont l'œuvre de LAMEY (1893) et NATIVIDADE (1956) ; ils avaient abordé tous les aspects techniques, scientifiques et économiques relevant du chêne liège. Avec l'amélioration des techniques de recherche, plusieurs axes de recherche ont été abordés pour valoriser davantage le liège. Nous citons à ce titre les travaux de FERREIRA et al (1998), FERREIRA et al. (2000)...etc

De nombreux auteurs ont évoqué le processus de formation des accroissements annuels du liège et ont proposé une classification commerciale à chaque épaisseur du liège, analogue à chaque zone écologique et de production. D'autres se sont intéressés à la croissance de l'arbre en relation avec le milieu physique et le climat. (LAMEY, 1893 ; SACCARDY, 1937 ; BOUDY, 1950 et NATIVIDADE, 1956).

Le chêne liège se trouve sous un certain nombre de facteurs de menaces que l'homme exerce à l'intérieur des subéraies ; C'est le cas de notre pays après avoir été le troisième producteur mondial derrière le Portugal et l'Espagne et produit un liège de bonne qualité. Actuellement, selon AMORIM (2012), l'Algérie occupe le cinquième rang des producteurs (4% de la production mondiale) mais loin derrière le Portugal (54%), l'Espagne (26%), l'Italie (6%) et le Maroc (5%).

En Algérie, très peu de travaux de recherche ont été réalisés, sur la qualité et le classement du liège des différentes zones de production (s'étalant de l'est à l'ouest et du littoral aux montagnes) Parmi eux, nous citons le travail de METNA (2003) concernant le

liège des subéraies orientales de la wilaya de TIZI-OUZOU, AMIR et HIMED (2005), BENGANA et ALI AHMED (2006) AMIRAT (2007), DOUZENE (2007) sur la suberaie de la wilaya de Jijel, LOKMANE et EDJIKOUANE (2009), GABIS et BOUKERB (2009), ROULA (2011), BEN SAID et BEN YAHIA (2011) sur la suberaie de la wilaya d'El teref ainsi que DAHANE (2006), HOUACINE et MELIANI (2017) sur le liège des subéraies du nord-ouest de l'Algérie.

La qualité du liège des subéraies algériennes reste pratiquement mal connue. Les transformateurs évaluent visuellement eux même la qualité globale des lièges empilées au niveau des parcs, en procédant préalablement à une reconnaissance des piles et en se basant subjectivement sur le calibre et la porosité des planches de liège empilées et ainsi décident du prix à donner à chaque pile. (Roula, 2011).

Actuellement le terme qualité est secondaire dans le vocabulaire des gestionnaires des forêts, par manque de spécialiste dans le classement commercial, notre liège s'exploite puis se vend à des prix souvent non conformes avec sa qualité puisqu'elle est déterminée sans aucun procédé objectif et scientifique. Les industriels le transforment en bouchons surtout et le vendent à des firmes étrangères voir européennes qui en retirent des gains et engendrent des pertes économiques considérable pour l'Algérie. (DEHANE, 2012).

C'est dans ce contexte que notre travail s'inscrit et a pour objectif de mesurer quelques variables sur le liège et d'autres écologiques afin de déterminer la variabilité de la qualité du liège de la subéraie d'El kala, ce qui permettra l'industriel forestière disposé d'un outil de la gestion rationnelle d'un forestier.

La présente étude est scindée en cinq chapitres qui sont les suivants :

- ✓ Chapitre I : Synthèse bibliographie.
- ✓ Chapitre II : Matériel et méthodes.
- ✓ Chapitre III : Résultats et interprétation.
- ✓ Chapitre IV : Discussion.
- ✓ Chapitre V : conclusion générale.

*Chapitre I :*

*Synthèse Bibliographique*

## I. Généralités sur le chêne liège :

### I.1. Introduction :

On trouve en méditerranée occidentale le chêne liège qui est présent depuis plus de 30 millions d'années. Il est connu pour son liège qui était déjà utilisé par les égyptiens pour fabriquer les bouchons d'amphores. En Grèce antique on en faisait des flotteurs de filets de pêche et des bandes de tonneaux. Les romains pour isoler leurs habitations ou pour fabriquer des chaussures d'hiver, ils avaient découvert les propriétés mécaniques et physiques ; Légèreté, élasticité, imputrescibilité, mauvaise conductibilité thermique et phonique qui en font encore aujourd'hui le meilleur isolant.

### I.2. Place taxonomique et systématique de chêne liège :

Le chêne-liège, *Quercus suber L* est une espèce noble du genre *Quercus* décrite pour la première fois par le botaniste suédois LINNÉE en 1753, du point de vue botanique le chêne liège *Quercus suber L* appartient à :

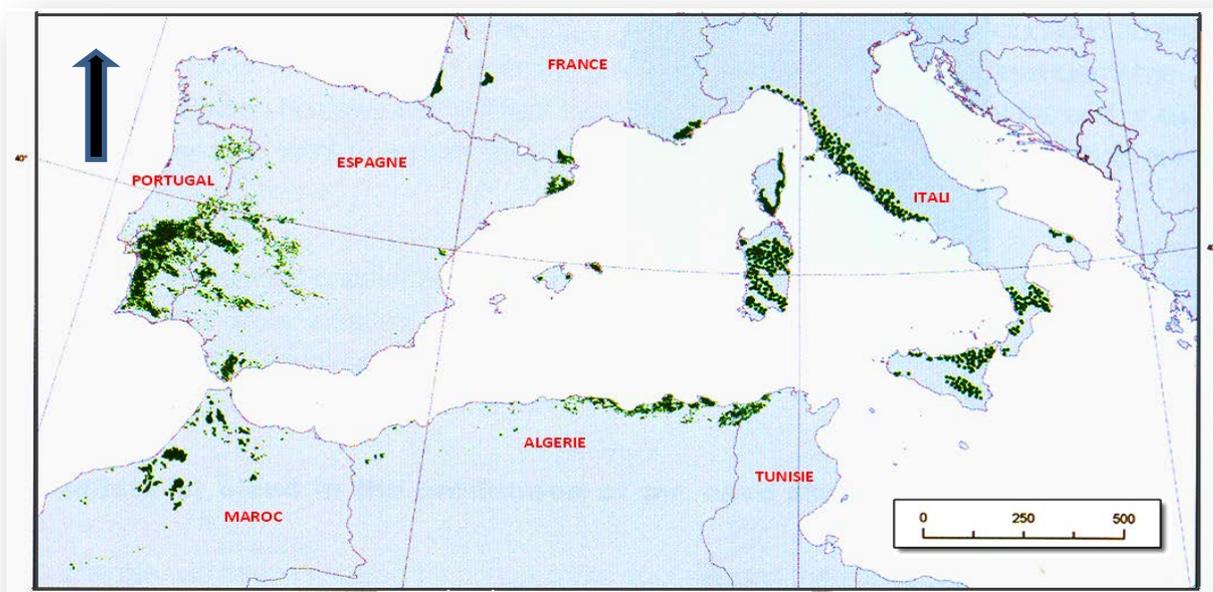
**Tableau 01** : systématique du chêne liège.

Désignation	Systématique
Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Fagales
Famille	Fagaceae
Genre	<i>Quercus</i>
Espèce	<i>Quercus suber L.</i>

**I-3- Répartition géographique :****➤ Dans le monde :**

Dans le monde le chêne liège se trouve dans la région de la méditerranée occidentale et atlantique, répartie sur certains pays européens tels que le Portugal, Espagne, France et Italie et 03 pays maghrébines qui sont Algérie, la Tunisie et le Maroc.

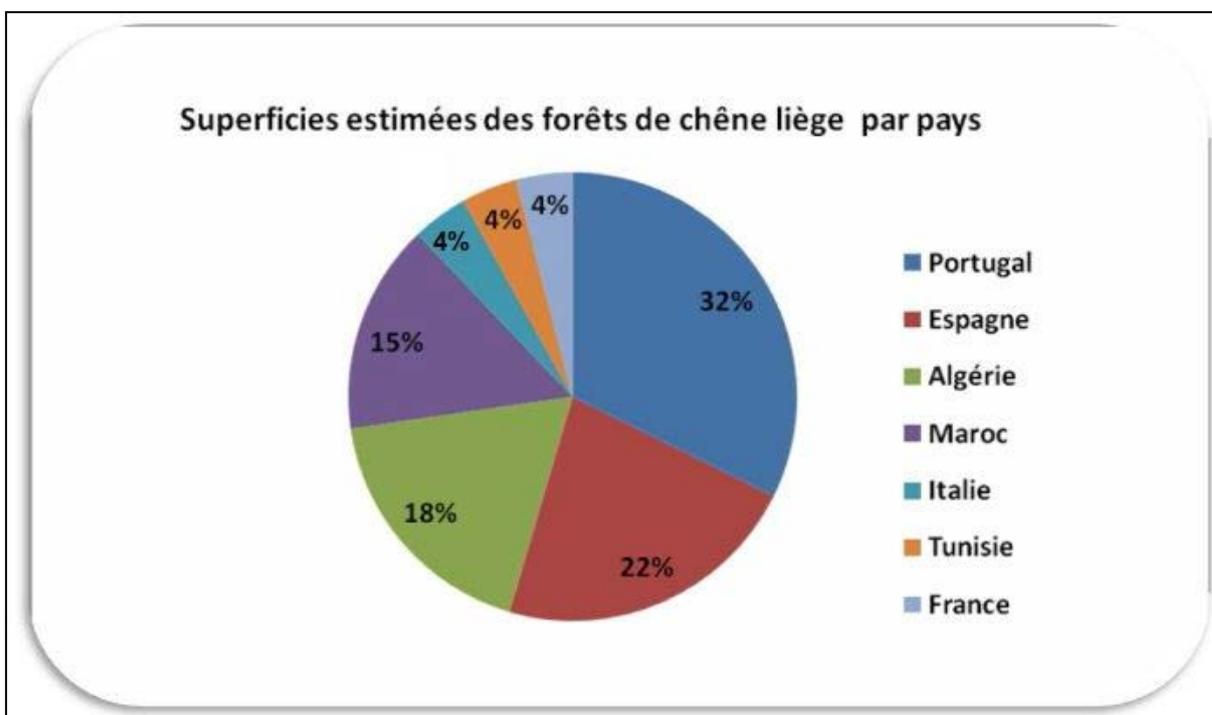
Son aire de répartition est présentée dans (la figure1) ci-dessous :



 Chêne liège

**Figure1** : répartition géographique dans le monde.

Selon Nedjahi (2010), en termes de superficies de forêts de chêne liège, l'Algérie est classée au 3ème rang mondial comme le montre le diagramme ci-dessous :



Source : NEDJAH I 2010.

Figure 2 : superficies estimées des forets de chêne liège.

### ➤ En Algérie :

Le chêne-liège est une espèce forestière principale en Algérie, tant en raison de superficies occupées, que de son importance économique. Il est présent sur 450 000 ha, mais ne constitue de véritables subéraies que sur 150 000 ha. Ces dernières se situent entre les frontières Marocaines et Tunisienne et s'étendent du littoral méditerranéen au Nord aux chaînes telliennes au sud, sur une largeur ne dépassant pas les 100 km (BOUHRAOUA, 2003).

L'Algérie offre historiquement une superficie de 440 000 ha (SACCARDY, 1938). Elles sont inégalement réparties au nord du territoire ; elles sont plus présentes à l'est principalement dans des bioclimats sub humide à humide (NEDJAH I, 2010). Elles se présentent en massifs continus surtout le long de la zone littorale orientale.

Dans l'Ouarsenis le chêne liège occupe **3 500 ha**, notamment à Theni et El Had avec une superficie de **2 500 ha**, où il est beaucoup moins vigoureux que dans la zone de la wilaya





Tableau 02 : les caractéristiques botaniques et reproductrices du chêne liège.

	Désignation	Caractéristiques	Auteurs
Appareil végétal	Feuilles	Persistantes (2 à 3ans) bombées, forme ovale, au limbe peu denté. Face supérieure glabre, de couleur vert foncé. Face inférieure plus claire et légèrement pubescente.	(IML, 2008).
	Ecorce	Sur un arbre jamais exploité, l'écorce est de couleur grisâtre, très épaisse pouvant atteindre 20cm. Elle est peu dense et fortement crevassée. C'est un tissu parenchymateux formé par l'assise subero-phellodermique qui couvre le tronc et les branches. Elle forme la couche souple, compressible, élastique dont le rôle principal est de protéger l'arbre de reprendre rapidement croissance après le passage d'un incendie. En termes de production, on l'appelle »liège male« ou «liège naturel».	(BOU DY, 1955)
	Bourgeon	Les bourgeons sont ovoïdes ou arrondis, plus ou moins protégés par les bractées .elles sont persistantes dont la durée de la vie et de 2 à 3ans ; et elles ont entre 5 et 7 paires de nervures	(PIAZ ZETA, 2005)
	Bois	Lourd, compact, peu homogène, d'une densité moyenne de 0,9 (kg/dm <sup>3</sup> ). Il est difficile à travailler car il se fend en séchant. Mais, il fournit en revanche un très bon combustible et un excellent charbon grâce à son pouvoir calorifique élevé.	(BOU HRAO UA, 2003).
Appareil Reproducteur	Fleurs	Le chêne-liège est un arbre monoïque, les fleurs mâles en chatons filiformes de 4 à 8 cm apparaissent sur les rameaux de l'année précédente. Les fleurs femelles sont de petites boutons écailleux poussent isolées ou en groupe de trois ou maximum sur les rameaux de l'année en cours, leur cupule protectrice ou se retrouvera le futur gland. Le climat et l'exposition conditionnent la floraison qui commence dès l'âge de 12 - 15 ans et déroule entre la fin Avril et la fin Mai.	(PIAZ ZETA, 2005).
	Fruits	Le fruit ou le gland de chêne liège, présente une forme et des dimensions très variables variant suivant les arbres, allant respectivement de l'ovoïde ou l'arrondi à l'ellipsoïdal et de 2 à 5 cm en longueur et 1 à 2 cm en largeur. Sa surface est lisse, luisante, de couleur brune. Le gland est enchâssé dans une cupule conique, grisâtre portées par un pédoncule assez court. La maturation des glands a lieu durant l'année de floraison les glands tombent en octobre et novembre, parfois jusqu'à janvier.	(PIAZ ZETA ,2005).

	
<p><b>Fleurs femelles</b></p>	<p><b>Fleurs mâles</b></p>
	
<p><b>Le bois</b></p>	<p><b>Les feuilles</b></p>
	
<p><b>Ecorce</b></p>	<p><b>Le fruit</b></p>

**Figure5** : quelques caractères botanique et forestier du chêne liège.

**I.5. L'écologie du chêne liège :**

Le chêne liège est considéré comme l'une des essences forestières dont l'aire naturellement est inextensible. Elle est étroitement limitée au bassin méditerranéen occidental. L'espace a des exigences relativement strictes mais elle présente par ailleurs une certaine rusticité lui permettant de survivre dans des conditions du milieu peu favorable. (BOUHRAOUA, 2003).

Le chêne-liège est une essence méditerranéo-atlantique, la répartition géographique de l'espèce est définie par ses exigences écologiques qui sont de quatre ordres : exigence en lumière, chaleur, humidité et refus des sols calcaires (PIAZZETTA, 2005).

**I.5.1. Condition Climatique :****❖ Lumière :** Espèce héliophile.

Pour avoir de bonnes conditions de végétation, le chêne liège a besoin d'une exposition Nord, Nord-Ouest (BOUHRAOUA, 2003).

**❖ Humidité :**

Le chêne-liège nécessite une humidité atmosphérique d'au moins 60 %, même en saison sèche. (BOUDY, 1952).

**❖ Pluviométrie :**

Le chêne liège représente une bonne croissance quand la pluviométrie annuelle est de 600 à 1400 mm (ZERAIA, 1981).

**❖ Température :**

Le chêne liège pousse sous des climats tempérés aimant la chaleur et craignant les gelées. Il tolère les températures moyennes variant entre 13 et 18°C sans dépasser 0°C, L'arbre peut supporter de fortes chaleurs soit en moyenne 16° C, et a besoin d'une période de sécheresse en été pour prospérer (anonyme, 2018).

il ne supporte pas de minimum au-dessous de -9° C et encore à condition qu'elle soit de courte durée (1 à 2 jours) (BOUDY, 1955).

**❖ Etage bioclimatique :**

En Algérie, la forêt du chêne liège se trouve donc satisfaite dans les étages bioclimatiques méditerranéens subhumides ou chauds. Par contre, il est à sa limite écologique inférieure dans l'étage semi-aride (BOUHRAOUA, 2003).

**I-5-2-Conditions édaphiques :****❖ Altitude :**

En Algérie son extension en altitude est généralement limitée à une altitude de 1200m, rarement 1300 à 1400m, exceptionnellement 1550 m à Teniet-El-Had. Cette dernière est l'une des stations les plus éloignées du littoral (SACCARDY, 1938).

Il monte en Afrique du Nord, de 0 à 1200 et 1300 mètres (on le trouve cependant au Maroc jusqu'à 2200 mètres dans le Grand Atlas). C'est donc une essence de plaine et de moyenne montagne (BOUDY, 1955).

**❖ Pédologie :**

Le chêne liège est une essence calcifuge, fuyant les sols calcaires et argileux. Il ne s'établit que sur des terrains siliceux, fissurés, meublés. Il s'accommode très bien aux terrains pauvres et profonds (QUEZEL, 1976).

Les terrains salés ne lui conviennent pas de même que les sous-sols imperméables qui engendrent des stagnations d'eaux en hiver, (QUEZEL, 1976).

**❖ Cortège floristique :**

Des terrains siliceux formant de très nombreux groupements végétaux et associations forestières. La composition floristique du sous-bois et son abondance varient selon la densité du peuplement, son stade de dégradation, ainsi que l'étage bioclimatique et l'altitude (BOUHRAOUA, 2003).

**I.6. Peuplements et associations du chêne liège :**

En Algérie le chêne-liège forme généralement des peuplements purs. Il peut être mélangé avec d'autres essences selon l'altitude, l'exposition, le climat et la nature du sol. La présence de certaines essences à caractère envahissant constitue cependant une sérieuse menace pour Le chêne-liège (DEHANE, 2012).

En altitude et sur les expositions fraîches (nord et nord-est) des étages humide et subhumide, ce sont les chênes à feuilles caduques comme le chêne zéen et le chêne afâres qui dominent et plus rarement le cèdre sur les sols calcaires. Dans la région orientale, le chêne zeen parvient parfois à éliminer le chêne-liège en envahissant de grandes étendues.

Par contre, sur les expositions chaudes (sud et sud-ouest) de l'étage semi-aride comme sur les terrains secs à tendance calcaire, le chêne vert, le thuya et même l'olivier sauvage prennent la place par interpénétration.

La forme sylvicole la plus habituelle des peuplements de chêne liège est la futaie jardinée claire (BOUDY, 1955).

**I.7. Importance Economique du chêne liège :**

Le chêne-liège est considéré depuis fort longtemps comme une essence particulièrement précieuse. Ses forêts offrent en effet une multitude de produits dont certains constituent de véritables richesses économiques.

L'importance économique du chêne-liège réside essentiellement dans son écorce, le liège, qu'il produit régulièrement tout au long de sa vie.

Par ses propriétés physiques et mécaniques, le liège occupe une place importante dans l'économie Industrielle. Selon MESSALI (2003) in (BENYOUB, 2012) ses principaux domaines d'utilisation sont :

- L'emballage et plus particulièrement pour boucher les récipients contenant des liquides,
- Le bâtiment, comme produit isolant de premier ordre pour les terrasses et parois. Ses qualités d'imputrescibilité et d'élasticité permettent un bon comportement au feu. Il constitue de ce fait un indice de qualité et de confort dans la construction,
- La chaussure, pour la fabrication de semelles apparentes ou intérieures. Il est vivement conseillé pour la fabrication des chaussures orthopédiques,
- L'industrie, utilisée comme joint dans l'industrie mécanique et des fluides, de même que dans l'isolation anti vibratile lors de l'installation d'équipements.

## II. Généralité du liège :

### II.1.Introduction :

Le liège ou écorce du chêne liège : est un produit végétal tiré du tissu phellogène où de l'assise génératrice subéro- phellodermique. Il est formé de cellules mortes aux parois subérifiées. Il protège les parties vivantes du tronc et des branches de l'arbre.

### II.2.Formation du liège :

Le liège résulte de la croissance en diamètre de l'arbre, il est produit par l'assise génératrice subero-phélodérmiq.

Après écorçage, la mère ainsi découverte se dessèche en partie, pour former une croute et se reforme plus en profondeur par dédifférenciation des cellules du liber (I.M.L., 2006).

Sur un même arbre, on peut observer, au cours de sa vie, deux types de Liège : le liège mâle et le liège femelle.

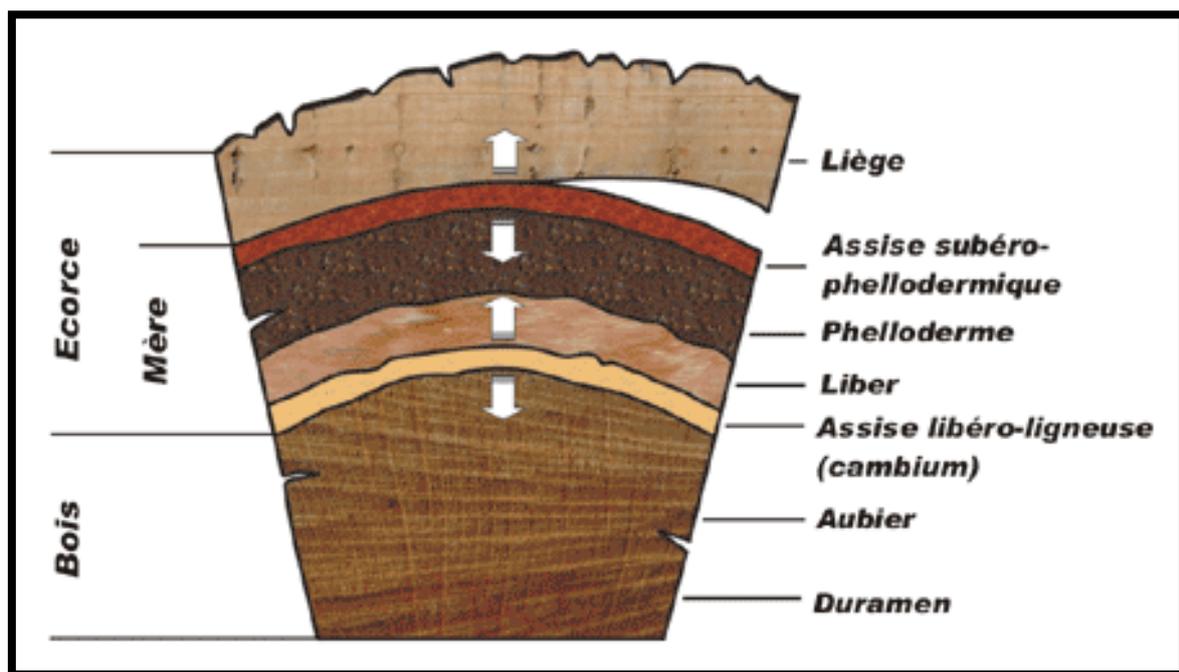


Figure 6 : Coupe schématique d'un tronc de chêne liège.

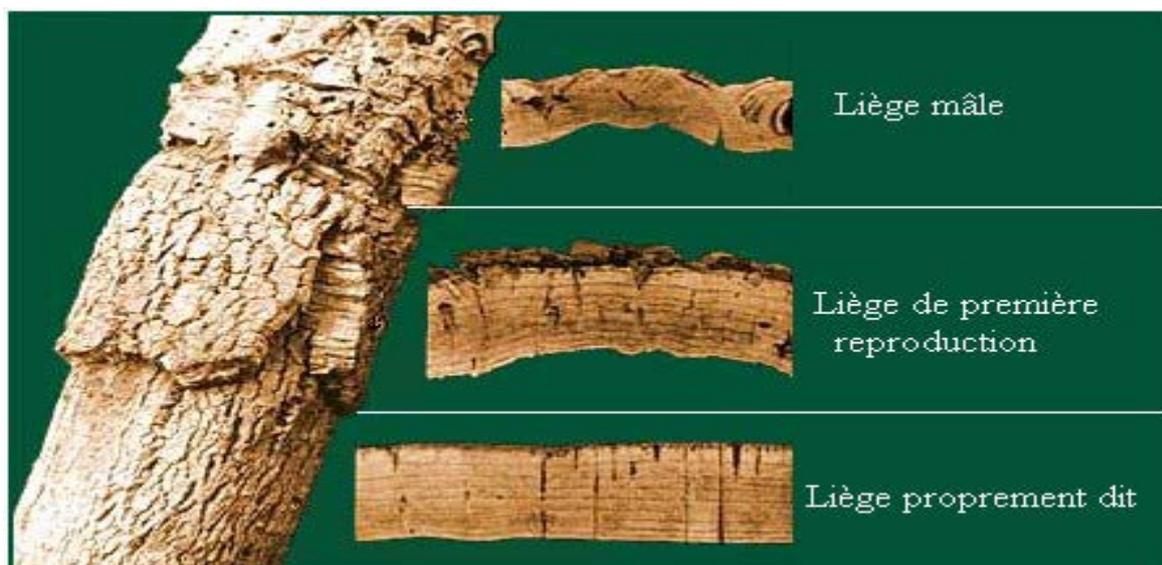
Le chêne liège donne deux types de liège très prisés dans l'industrie de transformation du liège.

- **Le liège mâle :**

C'est un tissu naturel qui couvre la totalité de l'arbre, tronc et branches. Il se colle éternellement à l'arbre sauf s'il est récolté volontairement et peut atteindre 20 à 30 cm d'épaisseur. C'est un produit vierge de l'arbre le rend très élastique, siliceux et très crevassé. Il peut être écorcé de l'arbre lorsque ce dernier a atteint une circonférence d'environ 70 centimètres à 1,30 mètres du sol, à un âge compris entre 30 et 40 ans, lors de l'opération appelée démasclage (POUILLAU de 1957).

- **Le liège de reproduction :**

De meilleure qualité et d'aspect que le précédent, son épaisseur marchande doit être égale au moins à 27 mm pour être exploitée, soit une rotation de 9 à 12 ans en moyenne. (PEREIRA, 2007) in (BOUKHRIS, 2017) (Fig.7).



**Figure 7 :** Tronc d'un chêne liège dans sa troisième récolte.

### II.3. La composition chimique du liège :

Selon AMORIM (2000), les principaux composés chimiques est défini comme suit :

- **La subérine (45%)** : c'est le principal composant des parois des cellules de liège, responsable des propriétés de son élasticité.
- **La lignine (27%)** : élément contribuant à la liaison entre divers composants.
- **Les polysaccharides (12%)** : composant des parois des cellules contribuant à la définition de la texture du liège.
- **Les tanins (6%)** : ce sont les composés qui déterminent la couleur du liège.
- **Les céroïdes (5%)** : ce sont les composés hydrophobes assurant l'imperméabilité.
- **Divers (5%)** : le liège contient entre autre des éléments minéraux, eau, glycérine et autres.

**Tableau 03 : composition chimique du liège.**

Constituants du liège	Pourcentage(%)
Subérine	45%
Lignine	27%
Polysaccharides	12%
Tanins	6%
Cire	5%
Divers (autres)	5%

**Source : AMORIM (2000).**

## **II.4. Récolte du Liège :**

Il s'agit d'une opération cruciale puisque c'est elle qui permet de récolter le liège : la levée du liège du chêne liège est l'équivalent de l'abattage des autres des essences forestières. Avec une nuance, c'est que la levée du liège n'entraîne pas la mort de l'arbre, du moins si celle-ci est effectuée selon les règles de l'art. On distingue :

✚ **Le démasclage** : il s'agit de la récolte du liège mâle. On dit alors que l'arbre est mis en production, puisque le liège mâle, sans valeur, est retiré afin que se développe du liège femelle économiquement puis intéressant.

✚ **La levée** : on parle de levée pour la récolte du liège femelle uniquement.

Pour simplifier, il est possible d'employer le terme générique d'écorçage, sans distinction entre liège mâle et femelle, puisque les deux opérations sont en général simultanées sur une même parcelle.

## **II.5. Les principales Propriétés physiques et mécaniques du liège :**

C'est la proportion considérable de gaz comprimé hermétiquement par des parois souples qui explique les qualités mécaniques et physiques du liège et qui fait de l'un matériau unique.

Le liège est apprécié pour son origine entièrement naturelle et ses qualités physiques, qui sont dues principalement à la structure alvéolaire du liège limitant la circulation de l'air et reste enfermer dans de minuscules compartiments, sa faible proportion en eau et le manque de conductivité de ses composantes lui confèrent une forte capacité d'isolation thermique (IPROCOR ; 1999). Les propriétés spéciales du liège sont :

Tableau 04 : Propriétés physiques et mécaniques du liège.

Propriétés	Description	Auteurs
Légèreté	Il ne pèse que 0,16 grammes par cm <sup>3</sup> . Un bouchon contient environ 89,7% d'air ou de gaz similaires.	AMORIM, 2000.
Imperméabilité	Le liège est pratiquement imperméable aux gaz, grâce à la présence de subérine et de cérine dans la composition de ses cellules	
Élasticité et compressibilité	Le liège exerce une pression forte et constante contre la surface du goulot et peut en compenser les imperfections. Une élasticité qui lui permet aussi de s'adapter aux différences de pression sans problème garantissant une parfaite adaptation au goulot de la bouteille.	
Imputrescible	En raison de sa composition chimique particulière et de sa structure spécifique, il est très résistant à l'action de l'humidité et donc aux oxydations causées par l'eau et l'humidité.	
Isolation thermique	Due à sa faible proportion en eau et le manque de conductivité de ses composantes, ainsi que sa structure alvéolaire limite la circulation de l'air.	IPROCOR ; 1999.
Amortisseur d'impact	La déformation provoquée par un impact direct sur une zone donnée, s'étendra en zone contiguë.	
Coefficient de « poisson nul »	Réduire le volume du liège vers une direction donnée, il ne se produit aucune déformation perpendiculaire	
Pouvoir Calorifique	Capacité du liège à générer une chaleur équivalente à celle du charbon végétal, environ 7000 Kcal/kg.	
Coefficient de frottement élevé	Le micro ventouses lui confère une forte adhérence.	

## II.6. La production du liège en Algérie :

Le liège constitue une ressource stratégique du fait de ses multiples usages (chaussure, parquet, isolation thermique).

Le chêne liège algérien a été cité dans la littérature pour la première fois en 1842 par M. Victor Renon (BOUHRAOUA, 2003).

Après l'indépendance en 1962, la superficie productive de liège a régressé considérablement pour atteindre actuellement près de la moitié, soit 220 000 ha. La production nationale annuelle a chuté en parallèle, oscille de nos jours entre 10 et 30 000 tonnes/an, soit 13 000 tonnes annuels en moyenne. Cette situation, qui a pesé lourdement non seulement sur l'économie forestière du pays mais aussi sur le milieu naturel est le résultat logique de politiques, de techniques sylvicoles et d'action humaine et naturelle (BOUHRAOUA, 2003).

## II.7. La Production mondiale :

La production mondiale du liège est estimée à environ 299.330 tonnes/an et répartie sur sept pays comme le montre le (tableau 05).

**Tableau 05** : La production mondiale du liège.

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 : PREIRA (2008).

**II.8. La qualité du liège :**

LAMEY (1893) ; distingue deux type de qualités de liège :

- Liège de bonne qualité : les planches de liège ont un ventre lisse et ne

Présentent pas de petites ouvertures, si sont présentes elles seront moins nombreuses ;

- Liège de qualité inférieur : la planche présente une face inférieure rugueuse et criblée par de nombreuses ouvertures irrégulières et noirâtres.

Selon AMORIM (2000), S'il existe d'autres obturateurs, aucun ne réunit toutes les qualités du liège. Les plus récentes études démontrent les nombreux avantages à utiliser le liège pour le bouchage : perméabilité à l'oxygène, phénomènes d'oxydoréduction maîtrisés. Le liège naturel agit comme une valve subtile qui permet au vin de continuer son évolution et sa maturation en bouteille. Le liège participe ainsi à l'élaboration du vin.

Sur un même arbre, la porosité du liège diminue avec la hauteur du tronc, donc le liège des branches est de meilleure qualité que celui du tronc, cette amélioration est due principalement à la diminution de la porosité qui accompagne la réduction de l'épaisseur des planches (NATIVIDADE, 1956).

Selon BOUDY (1952), un liège de qualité doit avoir des lenticelles fines et peu nombreuses, être léger, imperméable et souple. Sa principale qualité technique est l'élasticité qui lui permet de prendre sa forme et son volume primitif dès qu'il cesse d'être comprimé résister à l'écrasement et de conserver une grande flexibilité.

SEIGUE (1985) note que la qualité du liège dépend de la station où l'arbre a poussé et surtout du caractère individuel de l'arbre qui le porte.

IPROCOR (1999) énonce que le liège produit par les arbres situés dans les combes ou en bordures de rivières seront différent de celui produit par des arbres situés sur un versant ou sur une crête.

*Chapitre II :*

*Matériels & Méthodes*

## I. Présentation du milieu d'étude :

### I.1. LE PARC NATIONAL D'EL-KALA :

#### I.1.1. Situation géographique :

Le parc national d'El-Kala est limité au Nord par la mer Méditerranéenne, à l'Est par la frontière Algéro - Tunisienne, au Sud par les montagnes de la Medjerda (la wilaya de Souk-Ahras) et à l'Ouest par la ville d'El -Tarf et par les marais de la Mekkada. Il s'étend sur une superficie de 78.400 ha (ANONYME, 1984). Les coordonnées de la région sont les suivantes :

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

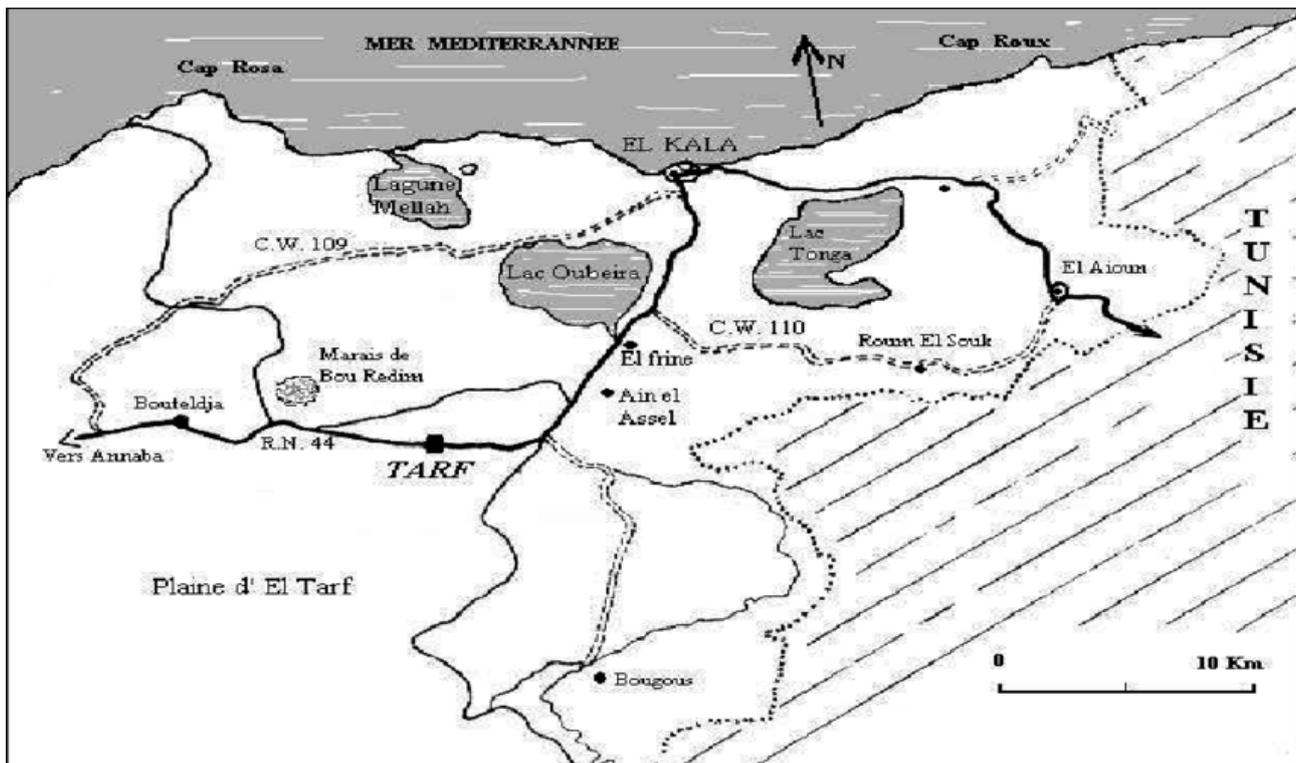


Figure 8 : Carte actuelle d'El Kala.

**II. Etude climatique :**

Le climat est l'un des composants du milieu qui joue un rôle considérable dans le développement des essences forestières. Les précipitations et la température sont les éléments climatiques les plus importants de telle sorte que certains auteurs distinguent les climats à partir de ces deux paramètres (QUEZEL, 1976).

EMBERGER (1971), note aussi que l'humidité de l'air est un autre paramètre très important que les précédents.

**❖ Température :**

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.

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 06. Pour corriger ces données, on les rapporte à l'altitude moyenne de chaque station étudiée (100 m, 75 m et 13 m d'altitude). Selon SELTZER (1946) *in* BENGANA et ALI AHMED (2006) La température varie relativement avec l'altitude comme suit :

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

**Tableau 06 :**Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) d’El-Taref pour la période 1997-2005.

Mois T (°C)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nev	Dec	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

(Altitude 13m)

(Source : PNEK, 2009).

La méthode de correction des données pour une différence altitudinale de 100 m est la suivante :

$$T_M = 22, 2 - [(87 \times 0, 7) / 100]$$

$$T_m = 14, 6 - [ (87 \times 0,4) / 100]$$

$$T_{moy} = (T_M + T_m) / 2$$

Avec:

**T<sub>M</sub>**: moyenne des températures maximales du mois.

**T<sub>m</sub>** : moyenne des températures minimales du mois.

**T<sub>moy</sub>** : Température moyenne.

**Tableau07 (A) :** Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) corrigées par rapport à l’altitude moyenne de la forêt Nahel à (100m).

MOIS T(c°)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nev	Dec	Annuelle
<b>TM</b>	15	12,79	18,09	18,59	22,99	26,09	<b>29,89</b>	<b>30,59</b>	26,59	21,49	20,19	16,69	21,59
<b>Tm</b>	<b>8,55</b>	<b>5,95</b>	10,45	10,95	14,95	17,25	21,65	23,15	18,75	16,75	12,75	10,05	14,25
<b>Tmoy</b>	11,78	9,37	14,27	14,77	18,97	21,67	25,77	26,87	22,67	19,12	16,47	13,37	17,92

(Altitude 100 m).

**T<sub>m</sub>** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

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

**T<sub>moy</sub>** : Température moyenne (T<sub>m</sub>+TM) /2.

A travers le tableau 07 (A), nous remarquons pour la station Nahal les mois les plus chauds sont Juillet et août avec des températures respectives de **29,89** et **30,59**C.

Les mois les plus froids sont janvier et février avec des températures respectives de **8,55** et **5,95**°C.

**Tableau07 (B)** : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Laach Lahmar à (75m).

MOIS T(c°)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nev	Dec	Annuelle
<b>TM</b>	15,16	12,97	18,26	18,77	23,17	26,27	<b>30,07</b>	<b>30,77</b>	26,77	21,67	20,37	16,87	21,77
<b>Tm</b>	<b>8,65</b>	<b>6,05</b>	10,55	11,05	15,05	17,35	21,75	23,25	18,85	16,85	12,85	10,15	14,35
<b>Tmoy</b>	11,90	9,51	14,40	14,94	19,11	21,81	25,91	27,01	22,81	19,26	16,61	13,51	18,06

**(Altitude 75 m).**

**T<sub>m</sub>** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

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

**T<sub>moy</sub>** : Température moyenne (T<sub>m</sub>+TM) /2.

A travers le tableau 07 (B), nous remarquons pour la station Laach Lahmar les mois les plus chauds sont Juillet et août avec des températures respectives de **30,07** et **30,77**°C.

Les mois les plus froids sont janvier et février avec des températures respectives de **8,65** et **6,05**°C.

**Tableau 07 (C) :** Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Day Ezzitoun à (3m).

MOIS T(c°)	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nev	Dec	Annuelle
<b>TM</b>	15,67	13,47	18,77	19,27	23,67	26,77	<b>31,2</b>	<b>31,27</b>	27,27	22,17	20,87	17,23	22,27
<b>Tm</b>	<b>8,94</b>	<b>6,34</b>	10,84	11,34	15,34	17,64	22,04	23,54	19,14	17,14	13,14	10,44	14,64
<b>Tmoy</b>	12,31	9,91	14,81	15,31	19,51	22,21	26,62	27,41	23,21	19,66	17,01	13,84	18,46

(Altitude (3 m).

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

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

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

A travers le tableau 07(C), nous remarquons pour la station Day Ezzitoun les mois les plus chauds sont Juillet et août avec des températures respectives de **31,2** et **31,27°C**.

Les mois les plus froids sont janvier et février avec des températures respectives de **8,94** et **6,34°C**.

#### ❖ Précipitations :

Le facteur précipitation prend une grandeur considérable en région méditerranéenne. Son insuffisance (ou la période de sécheresse étendue) représente l'un des cas les plus typiques comme facteur limitant pour la végétation.

La quantité des pluies varie en fonction de l'altitude ; plus on monte plus la quantité des pluies augmente.

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 (08). Dans ce contexte, nous avons corrigé

ces données en les rapportant aux altitudes moyennes des trois stations Nahel, Laach Lahmar, Day Ezzitoun, qui sont de 100 m 75 m et 3m, tableau (08).

**Tableau 08 :** Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) d’El-Taref pour la période de 1997-2005.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nev	Dec	précipitation annuelle
P (mm)	71 ,1	68,6	37,5	76,6	17,1	1,6	1,1	13,8	64,2	28 ,6	83 ,9	97,6	561,1

(Altitude 13m)

(Source : ONM, 2009).

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

$$\begin{array}{l}
 1204 \text{ mm} \longrightarrow 50\text{mm} \\
 561,1 \text{ mm} \longrightarrow X
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1204 \text{ mm} \\ 561,1 \text{ mm} \end{array}} \right\} X = 23,3 \text{ mm}$$
  

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ m} \longrightarrow 23, 3\text{mm} \\
 87\text{m} \longrightarrow Y
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 100 \text{ m} \\ 87\text{m} \end{array}} \right\} Y = 20,27 \text{ mm}$$

Z=561 ,1+Y= 581,37 mm (Z quantité des pluies à 744 m d’altitude).

**Tableau 09 (A) :** Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l’altitude moyennes de la station Nahal à (100 m).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	annuelle
P (mm)	73,67	71,08	38,86	79,37	17,72	1,66	1,14	14,3	66,52	29,64	86,93	101,12	581,37

(Altitude 100m)

Il ressort du tableau 09 (A) que la tranche pluviométrique moyenne annuelle enregistrée à cette station pendant 9 ans d’observation s’élève à **581,37**mm/an, avec des valeurs mensuelles qui varient remarquablement.

D’après les données corrigées on constate l’existence de deux périodes : une saison sèche qui s’étale du début du mois de juin jusqu’à la fin du mois d’août avec un minimum de **1,14** mm au mois de juillet et une saison humide qui s’étale du mois de septembre d’une valeur de **101,12** mm.au mois de mai avec un maximum au mois de Décembre

**Tableau 09 (B) :** Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l'altitude moyennes de la station Laach Lahmar à (75 m).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	annuelle
<b>P</b> (mm)	<b>72,93</b>	<b>70,73</b>	<b>38,47</b>	<b>78,57</b>	<b>17,54</b>	<b>1,64</b>	<b>1,13</b>	<b>14,15</b>	<b>65,86</b>	<b>29,34</b>	<b>86,06</b>	<b>100,11</b>	<b>575,55</b>

(Altitude 75 m)

Il ressort du tableau 09(B) que la tranche pluviométrique moyenne annuelle enregistrée à cette station pendant 9 ans d'observation s'élève à **575,55** mm/an, avec des valeurs mensuelles qui varient remarquablement.

D'après les données corrigées on constate l'existence de deux périodes : une saison sèche qui s'étale du début du mois de juin jusqu'à la fin du mois d'août avec un minimum de **1,13**mm au mois de juillet et une saison humide qui s'étale du mois de septembre au mois de mai avec un maximum au mois de Décembre d'une valeur de **100,11**mm.

**Tableau 09 (C) :** Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l'altitude moyennes de la station Day Ezzitoun à (3m).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	annuelle
<b>P</b> (mm)	<b>70,84</b>	<b>68,32</b>	<b>21,9</b>	<b>76,28</b>	<b>17,03</b>	<b>1,59</b>	<b>1,09</b>	<b>13,74</b>	<b>63,93</b>	<b>28,48</b>	<b>83,55</b>	<b>97,19</b>	<b>558,77</b>

(Altitude 3 m)

Il ressort du tableau 09(C) que la tranche pluviométrique moyenne annuelle enregistrée à cette station pendant 9 ans d'observation s'élève à **558,77** mm/an, avec des valeurs mensuelles qui varient remarquablement.

D'après les données corrigées on constate l'existence de deux périodes : une saison sèche qui s'étale du début du mois de juin jusqu'à la fin du mois d'août avec un minimum de **1,09** mm au mois de juillet et une saison humide qui s'étale du mois de septembre au mois de mai avec un maximum au mois de Décembre d'une valeur de **97,19** mm.

#### ❖ Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN :

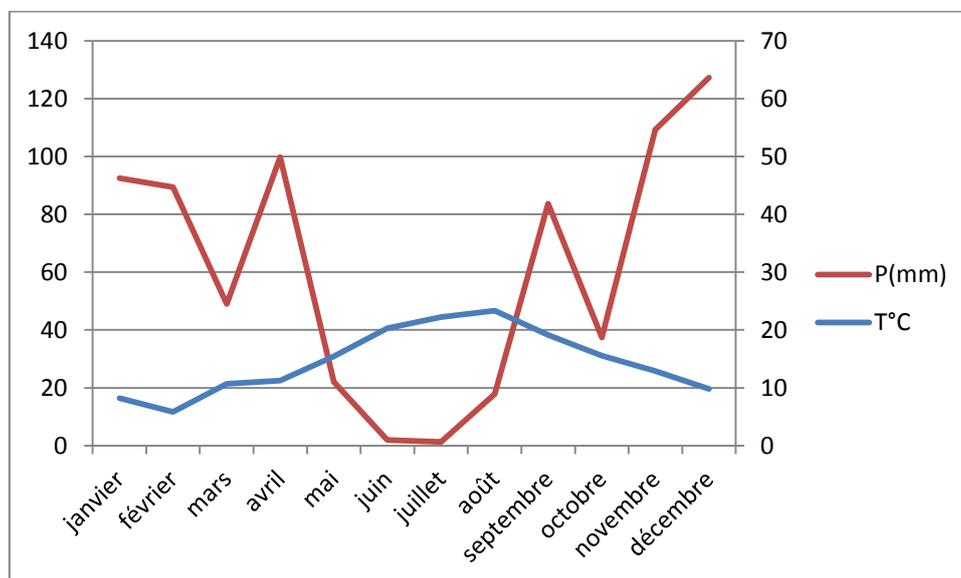
Le diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN énonce la présence d'une période sèche d'une durée environ cinq mois, qui s'étale de mi-mai jusqu' a mi-novembre.

La zone d'étude est sous l'influence d'un climat subhumide à hiver tempéré à chaud (Emberger, 1955). Il se caractérise par une pluviométrie forte généreuse, dont le total annuel varie entre 710 et 910mm. Ce climat est à caractère méditerranéen avec une période pluvieuse d'octobre à avril et une période sèche de mai à septembre. La température moyenne annuelle

est de l'ordre de 18°C. Les mois les plus chauds sont juillet et août où la température moyenne oscille autour de 25°C. Les mois les plus froids sont décembre et janvier avec des températures moyennes de l'ordre de 12°C.

Durant la saison estivale, ce sont les vents chauds et secs qui dominent. Ils assèchent l'atmosphère et favorisent le déficit hydrique de la végétation et contribuent fortement à la propagation de violents incendies de forêts. Par ailleurs, la pluviométrie généreuse de la zone d'étude permet non seulement l'entretien du couvert forestier, mais surtout le maintien d'un réservoir d'eau hydrographique important existant au sein du Parc.

Ce dernier est représenté essentiellement par les 3 grands lacs cités précédemment à savoir El Mellah, Oubeïra et Tonga, de même que les nombreux oueds (Rivières) et sources traversant la zone.



**Figure 9** : Diagramme ombrothermique de la station d'El Kala.

### III. Méthode d'échantillonnage :

Après le démasclage des arbres au niveau des trois stations, Le liège de nos trois stations (Day ezzitoun ; Laach lahmar et la forêt Nahal) été ramené sur pied, une strate sur les tallis au niveau des arbres et une strate à partir des dépôts sous forme de lots (figure 10) 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 10: méthodes d'échantillonnage

### IV. Mesure des variables :

#### IV.1. Epaisseur du liège :

Après le bouillage durant une heure de temps et séchage du liège suivant la méthode utilisée par FERREIRA et al., (1999), AMIR et HIMED (2004) et ALOUI et al., (2006).

Trois mesures d'épaisseurs sous croûte ont été mesurées, deux aux extrémités gauche et droite une au centre de la planche échantillonnée à l'aide d'un logiciel de mesure GIMP (General Image Manipulation Program) (annexe 19), qu'on va expliquer dans les étapes suivantes.

L'épaisseur de la planche est représentée par la moyenne des trois mesures, ceci est réalisé à l'aide du logiciel suscit. (3 répétitions x10 arbres x 3 stations) ; au total 90 mesures ont été effectuées pour notre zone 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. Les dernières sont prélevées de chaque planche de liège, suivant la méthode développée par FERREIRA et al, (1999). La porosité est étudiée par analyse d'image scannée sur les deux sections transversales, puis nous avons mesuré à l'aide d'un logiciel de mesure GIMP2 (voir figure22) ; 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 de longueur.

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 3 éprouvettes x 10 arbres) des 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 (mesuré à l'aide d'une balance analytique).

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

**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 :

$$S = \pi D^2 / 4 \quad \text{avec} \quad D = (d_1 + d_2) / 2$$

**d1** et **d2** étant les deux diamètres perpendiculaires de chaque pore mesuré à l'aide du logiciel **GIMP2**.

❖ **Nombre de lenticulaires (NbL) :**

C'est le nombre total des lenticelles observées sur une longueur de 10 cm sur 1.5 cm d'épaisseur.

❖ **Diamètre moyen des lenticelles (Dml) :**

Le diamètre a été mesuré à l'aide d'un Logiciel GIMP2 (voir figure23). IL est estimé à l'aide de la formule suivante.

$$D_{ml} = (D_1 + D_2) / 2$$

Avec :

**DmL** : Diamètre moyen d'une lenticelle (mm).

**D1** : Diamètre au pré de la croûte (mm).

**D2** : Diamètre à la base d'une lenticelle (mm).

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

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

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

Avec :

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

**Dml** : Diamètre moyen d'une lenticelle (mm).

**L** : La longueur ou la profondeur d'une 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).

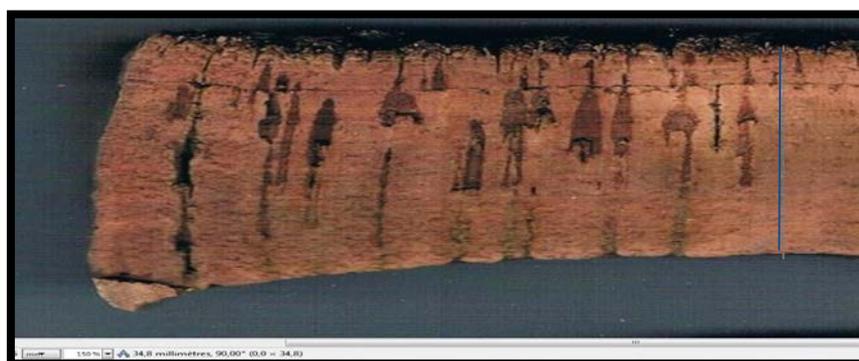
❖ **Coefficient de lenticelle (Cl) en (%) :**

Représente le pourcentage de la superficie totale des lenticelles par rapport à la superficie totale de l'éprouvette.



Source:originelle

Figure 11 : Les éprouvettes utilisées pour le calcul de l'épaisseur sous croute du liège.



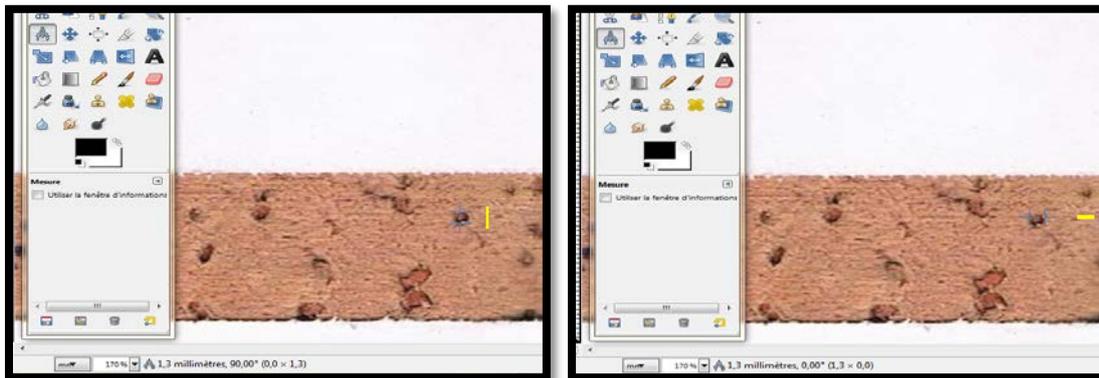
Source: originelle

Figure 12 : Méthode de mesure de l'épaisseur sous croute du liège à l'aide d'un logiciel GIMP2.



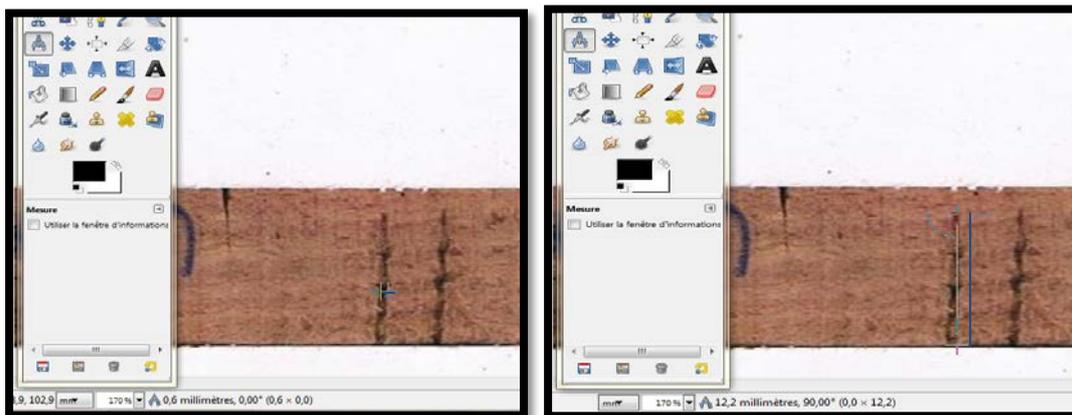
Source : originelle

Figure 13 : Les éprouvettes utilisées pour la mesure de la porosité.



Source: originelle

Figure 14: les mesures des diamètres (d1 et d2) des pores par le GIMP2.



Source: original

Figure 15 : La mesure de la longueur des lenticelles par le GIMP2.



Figure 16 : Les éprouvettes utilisées pour la mesure de la densité (à droite) et la balance de mesure de la masse des éprouvettes (à gauche).

➤ Les étapes suivies pour la réalisation des éprouvettes :



Etape 1

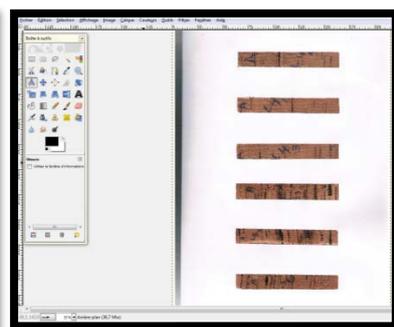
Etape 2



Etape 4

Etape 5

Etape 6



Etape 7

Etape 8

Etape 9

Figure 17 : Les différentes étapes suivies lors de la réalisation de nos éprouvettes pour les différentes mesures effectuées.

## VI. Méthode de traitement des données :

Pour le traitement de nos résultats. Nous avons utilisé les deux logiciels (Excel et Stat Box) qui nous ont permis de réaliser les statistiques descriptives, telles que la moyenne (m), le coefficient de variation (CV%). L'analyse de la variance et l'analyse en composante principale. Cela dans le but d'apprécier la variation de la qualité du liège.

### VI.1. Variation intra-stationnelle :

Dans le but d'estimer la variation de l'épaisseur, la porosité du liège, la densité du liège et de la zone terreuse entre les arbres d'une même station, des paramètres de position et de dispersion notamment la moyenne (m), le coefficient de variation (CV%) ont été calculés.

Ces paramètres permettent de comparer la dispersion de la variabilité relative de plusieurs séries statistiques dont les ordres de grandeurs sont très différents. Le coefficient de variation est obtenu en exprimant l'écart-type en valeur relative à la moyenne, lorsque celle-ci est positive (DAGNELIE, 1973).

$$CV\% = (\sigma/\mu) \times 100$$

Avec( $\sigma$ ) : écart-type et( $\mu$ ): moyenne.

### VI.2. Variation inter-stationnelle :

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.3. 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

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 :

- **Ep**:Épaisseur du Liège.
- **Nbp** : Nombre des pores.
- **Smp** :Superficie moyenne des pores.
- **Cp**: Coefficient de porosité.
- **Sml** : Surface moyenne des lenticelles.
- **Dml** : Diamètre moyen des lenticelles.
- **Nbl**: Nombre des lenticelles.
- **Agel**:âge du liège.
- **Alt** : altitude.
- **Dstl**: Densité du liège..

Des coefficients de corrélation ont été calculés pour dégager les liaisons entre les variables expliquées (Ep, Nbp, Smp, Cp, Sml, Dml, Nbl 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 :

$$r = \text{Cov}(x, y) / S_x S_y$$

(DAGNELIE, 1973 in METNA, 2003).

Avec : **Sx** et **Sy** 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 :

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

DAGNELIE (1975) In METNA (2003).

Avec :

- **r** : coefficient de corrélation
- **n** : nombre d'observations.
- **t<sub>obs</sub>** : doit être comparé à  $t_{théorique}$  lu sur la table de distribution de Student.

Il y a corrélation lorsque **t<sub>obs</sub>** est supérieur à **t<sub>théo</sub>** 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).

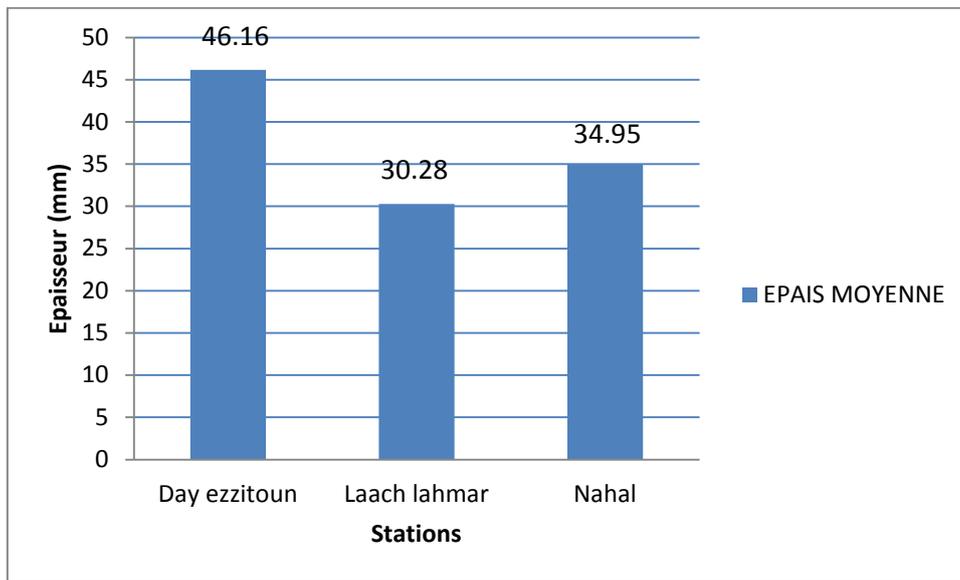
*Chapitre III:*  
*Résultats & interprétations*

**I. Présentation des résultats :**

**I.1. Epaisseur du liège (EPAIS) :**

Nous constatons que les moyennes de l'épaisseur du liège obtenu varient de 30.28 mm (Valeur minimale enregistrée au niveau de la station de Laach lahmar) à 46.16 mm (valeur maximale enregistrée au niveau de la station Day ezzitoun) (figure 18).

Les 3 stations sont représentées par une moyenne générale de l'épaisseur du liège de 37.13mm. (Tableau Annexe N°17)



**Figure 18 :** distribution des l'épaisseur du liège des trois stations.

**Tableau 10 :** distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur.

stations classes	Day ezzitoun	Laach lahmar	Nahal	MOYENNE PAR CLASSE	MOYENNE GENERALE
<22	0%	4%	0%	1%	10%
[22-27]	0%	28%	0%	9%	
] 27-32]	0%	24%	27%	17%	90%
] 32-40]	60%	40%	56%	52%	
>40	40%	4%	17%	21%	

D’après le tableau 10 et la figure 19 la distribution par classe d’épaisseur du liège Récolté dans les trois stations Day ezzitoun, Laach lahmar et Nahal montre que 90% des planches présentent une épaisseur supérieure à 27 mm et sont destinées à la fabrication des bouchons, et les 10% de planches restantes doivent être orienté vers la production de disques pour bouchons et autres utilisations.

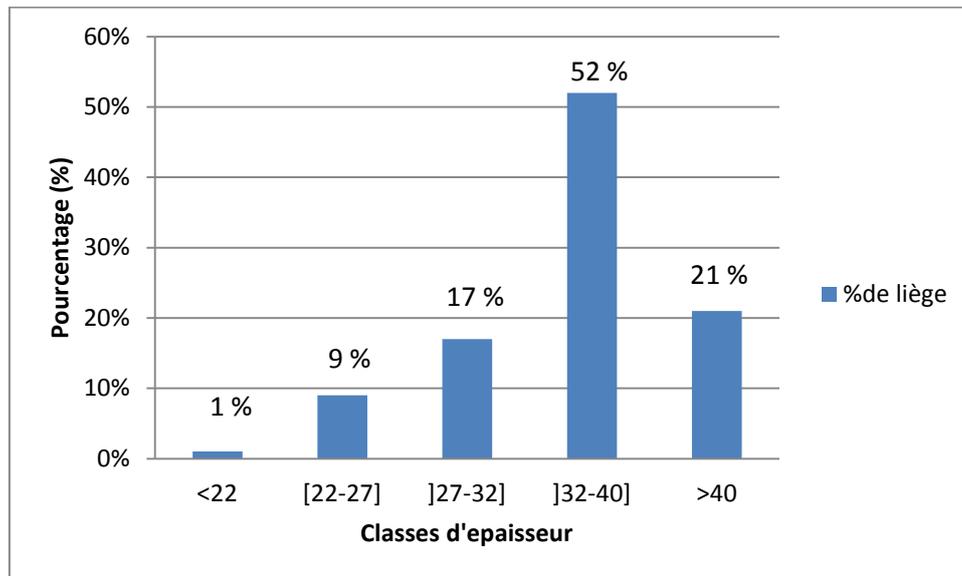


Figure 19 : Distribution des planches de liège par classes commerciales d’épaisseur.

### 1.2.Nombre de pores :

La détermination de la qualité du liège est basée essentiellement sur la porosité qui est Définie par le nombre et la superficie des pores.

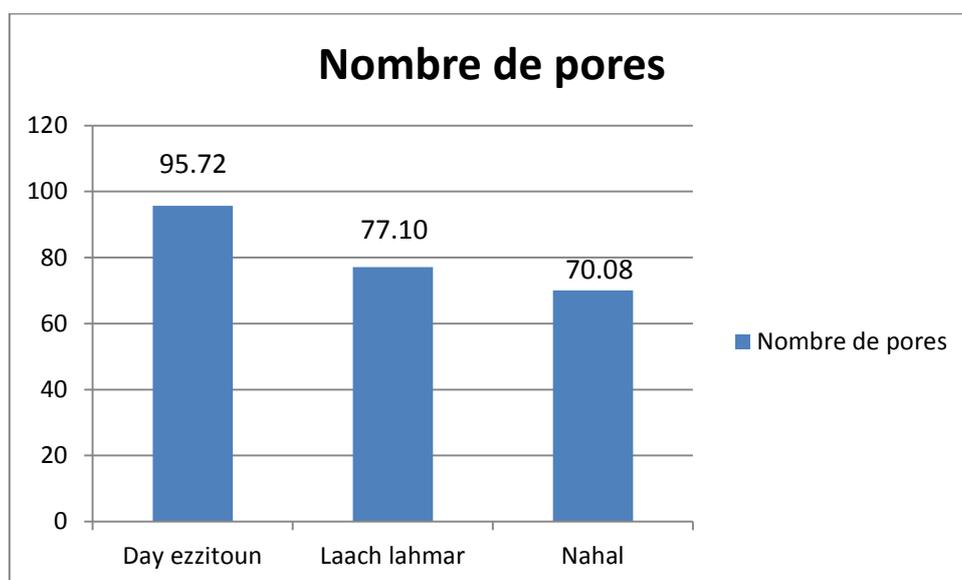
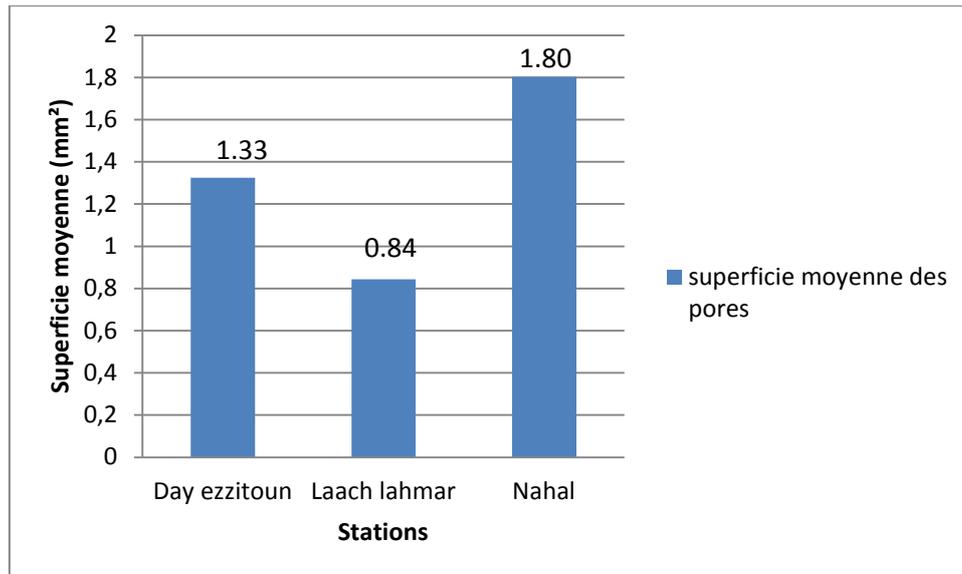


Figure 20 : Distribution de nombres de pores

Le nombre de pores moyen du liège obtenu varie de 70.08 pores (valeur minimale enregistrée au niveau de la station de Nahal) à 95.72 (Valeur maximale enregistrée au niveau de la station de Day ezzitoun) (figure 20). La moyenne globale est de 80.97. (Tableau Annexe N° 18).

### I.3. La superficie moyenne des pores :



**Figure 21** : Distribution de la superficie moyenne des pores.

La superficie moyenne des pores varie d'une valeur minimale de 0.84 mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station de Laach lahmar et une valeur maximale de 1.80mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station de Nahal (figure 21) .La moyenne globale de la superficie des pores est de 1.32 mm<sup>2</sup>. (Tableau Annexe N° 19).

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 11), inférieure à 1 mm<sup>2</sup>, [1 - 2] mm<sup>2</sup> et supérieure à 2 mm<sup>2</sup> qui représentent respectivement les pores de petites, moyennes et grandes superficies.

❖ La station de Day ezzitoun présente 67,93 % des pores de petites superficies, avec une superficie moyenne de 0.48 mm<sup>2</sup> et représentant 26.66 % de la porosité totale; 16.07% des pores de moyennes superficies, avec une dimension moyenne de 1.41 mm<sup>2</sup> distribuées sur 18.59 % de la porosité totale et 16.00% des pores de grandes superficies, avec une dimension de 4.18 mm<sup>2</sup> et représentant 54.75 % de la porosité totale.

❖ La station de Laach lahmar présente 75.4 % des pores de petites superficies, avec une dimension moyenne de 0.41 mm<sup>2</sup> et représentant 36.72 % de la porosité totale; 16.35 % des pores de moyennes superficies, avec une dimension moyenne de 1.37 mm<sup>2</sup> et représentant 26.56 % de la porosité totale et 8.25% des pores de grandes superficies, avec une dimension de 3.76 mm<sup>2</sup> et représentant 36.72 % de la porosité totale.

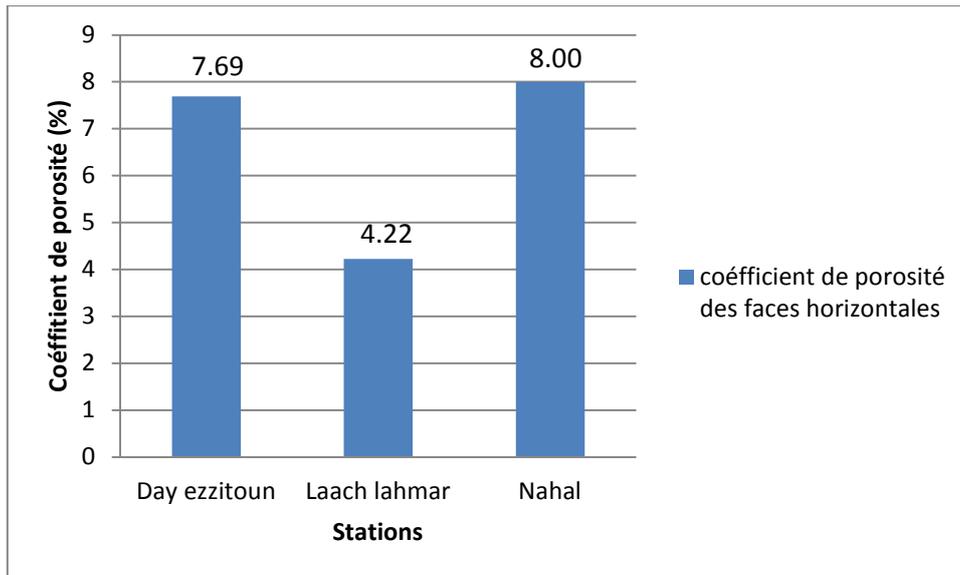
❖ La station Nahal présente 48.28 % des pores de petites superficies, avec une dimension moyenne de 0.50 mm<sup>2</sup> et représentant 13.55 % de la porosité totale; 26.50 % des pores de moyennes superficies, avec une dimension moyenne de 1.42 mm<sup>2</sup> représentant sur 21.10% de la porosité totale et 25.22 % des pores de grandes superficie, avec une dimension de 4.63 mm<sup>2</sup> et représentant 65.35 % de la porosité totale.

Tableau 11 : Distribution des pores par classe de diamètre des trois stations :

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 (%).
Forêt DAY EZZITOUN	<1mm <sup>2</sup>	0,48	67,93	26.66
	[1-2]	1,41	16,07	18.59
	>2mm <sup>2</sup>	4,18	16.00	54.75
Forêt LAACH LAHMAR	<1mm <sup>2</sup>	0,41	75,4	36.72
	[1-2]	1,37	16.35	26.56
	>2mm <sup>2</sup>	3,76	8.25	36.72
Forêt NAHAL	<1mm <sup>2</sup>	0,50	48.28	13.55
	[1-2]	1,42	26.50	21.10
	>2mm <sup>2</sup>	4,63	25.22	65.35
Région	<1mm <sup>2</sup>	0,46	63.87	25.64
	[1-2]	1,40	19.64	22.08
	>2mm <sup>2</sup>	4,19	16.49	52.27

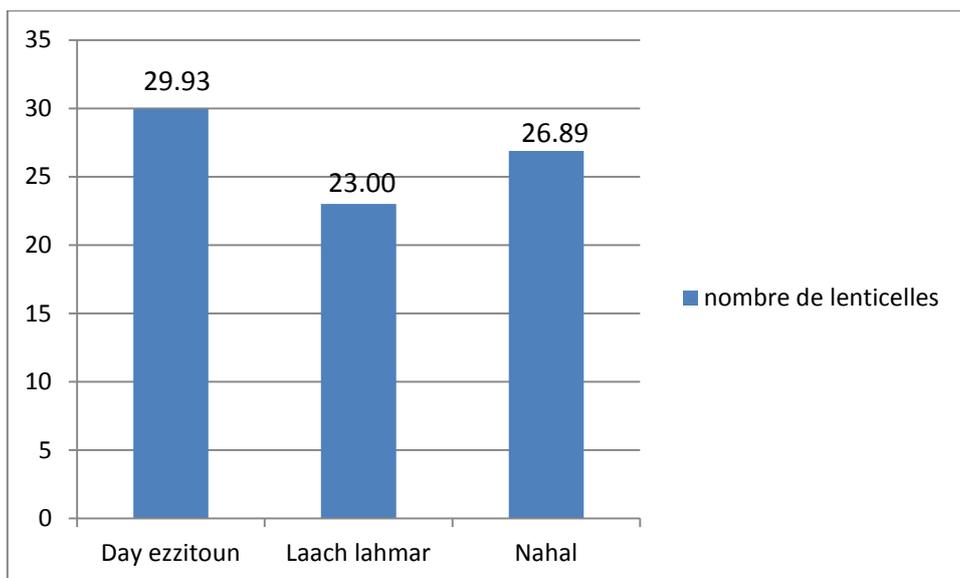
**I.4. Coefficient de porosité**

Le Coefficient de porosité calculé s'évalue d'une valeur minimale de 4.22 % enregistrée au niveau de la station Laach lahmar à une valeur maximale de 8.00 % enregistrée au niveau de la station de Nahal, tandis que la station de Day ezzitoun présente une moyenne de 7.69 % (figure 22). La moyenne générale de la variable est de 6.64% (Tableau Annexe N°20).



**Figure 22 :** Distribution du Coefficient de porosité des trois stations

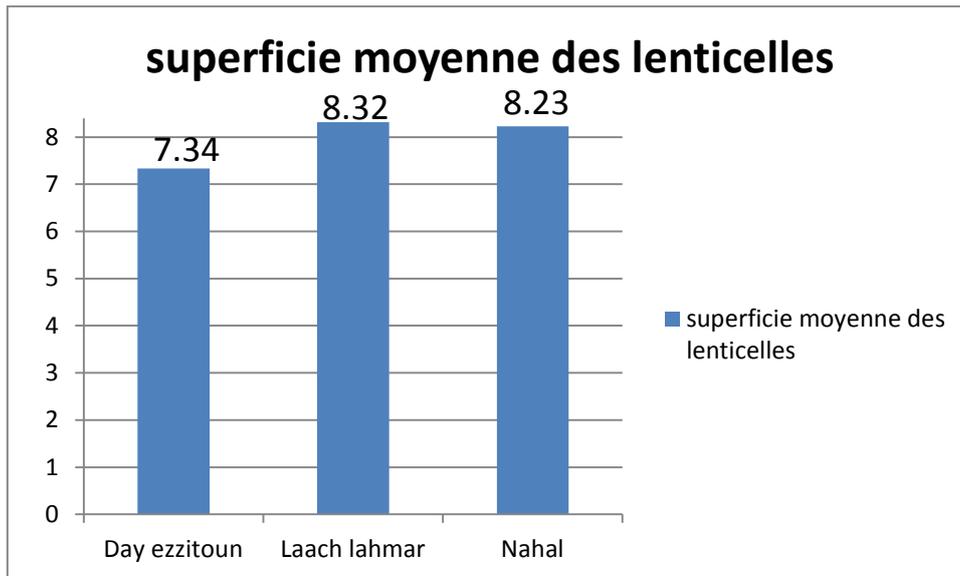
**I.5.Le nombre de lenticelles (NBI) :**



**Figure 23 :** la distribution des lenticelles dans les trois stations.

Les résultats obtenus pour le nombre de lenticelles varient d'une valeur minimale de 23 enregistrée au niveau de la station de Laach lahmar à une valeur maximale de 29.93 enregistrée au niveau de la station Day ezzitoun. (Figure 23). La moyenne globale pour l'ensemble des stations est de 26.61. (Tableau Annexe N° 21).

### I.6. Surface des lenticelles :



**Figure 24 :** Distribution des surfaces des lenticelles des trois stations.

La surface moyenne des lenticelles est de 7.96 mm<sup>2</sup> (tableau d'annexe N°22) et elle varie d'une valeur minimale de 7.34 mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la forêt de Day ezzitoun à une valeur maximale de 8.32 mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la forêt de Laach lahmar. (figure 24).

### I.7. Coefficient de lenticelles :

Le Coefficient de lenticelles calculé s'évalue d'une valeur minimale de 11.69 % enregistrée au niveau de la station Laach lahmar à une valeur maximale de 14.95 % enregistrée au niveau de la station de Nahal (figure 25). La moyenne générale de la variable est de 13.49 %.(Tableau Annexe N°23).

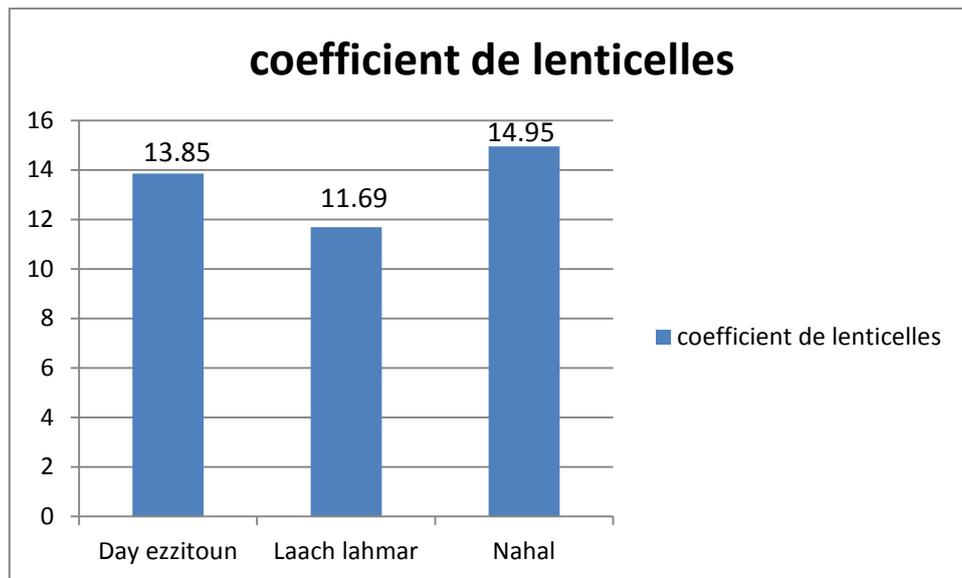


Figure 25 : Distribution du Coefficient de lenticelles des trois stations.

### I.8. La densité :

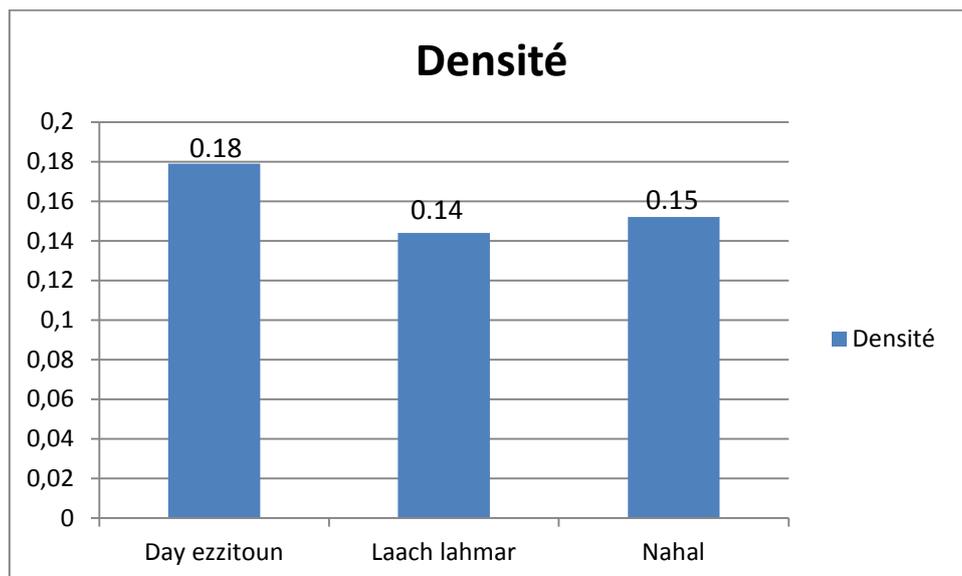


Figure 26 : Distribution de la densité des trois stations

La densité du liège calculée, pour les 3 stations, présente des valeurs moyennes qui varient de 0.18 g/cm<sup>3</sup> valeurs maximales enregistrées au niveau de la station de Day ezzitoun à une valeur minimale de 0.14g/cm<sup>3</sup> valeurs minimales enregistrées au niveau de la station de Laach lahmar. (Figure 26).

- Les figures suivantes présentent les distributions des variables mesurées pour le facteur arbres.

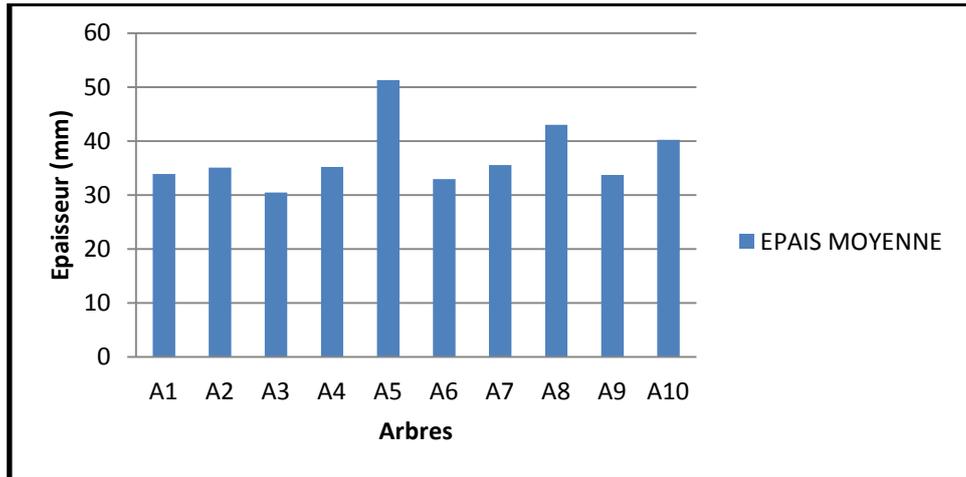


Figure 27 : distribution de l'épaisseur moyenne du liège des arbres des trois stations.

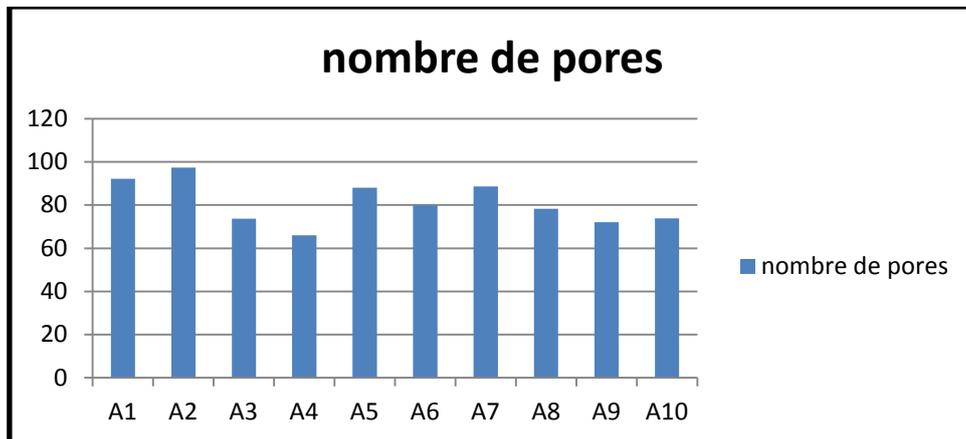


Figure 28: variabilité de nombre des pores des arbres des trois stations.

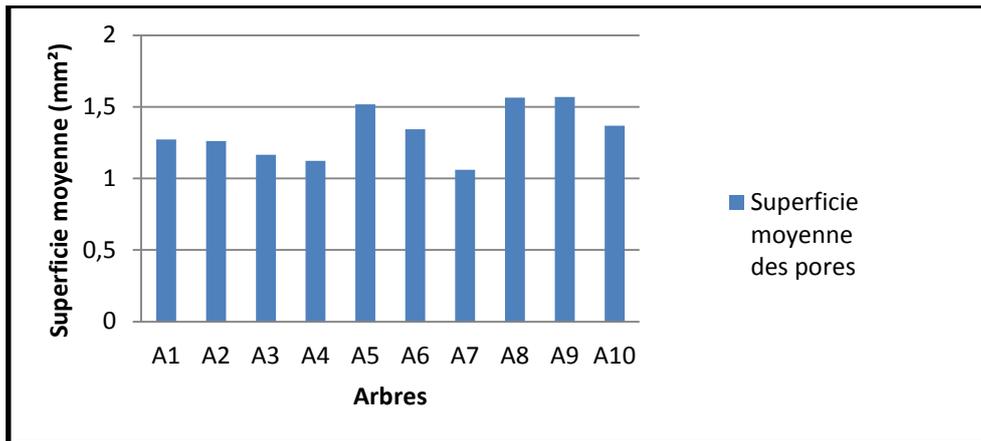


Figure 29: Distribution de la superficie moyenne des pores des trois stations.

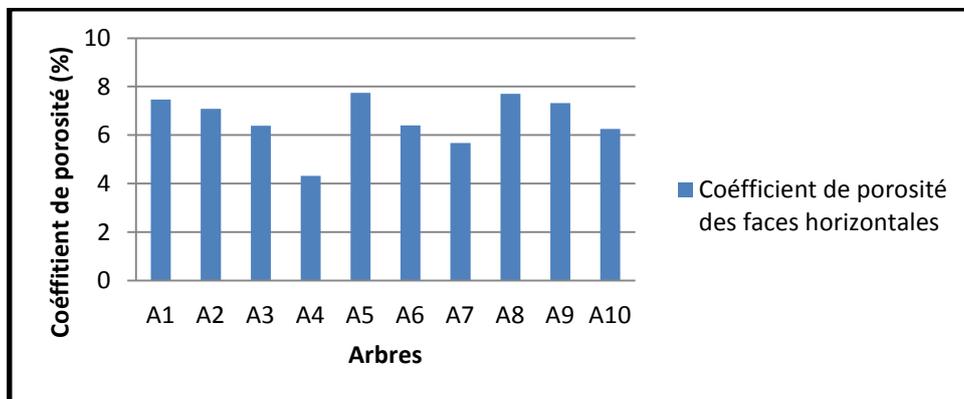


Figure 30 : Distribution de coefficient de porosité des arbres des trois stations.

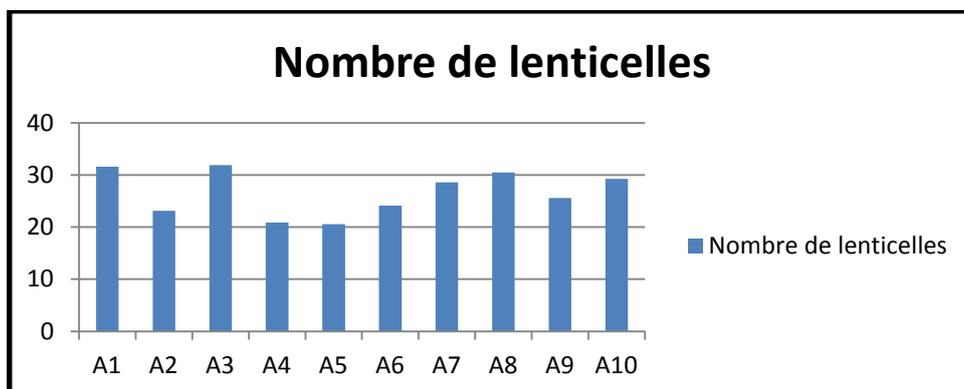


Figure 31: Distribution de nombre de lenticelles des trois stations.

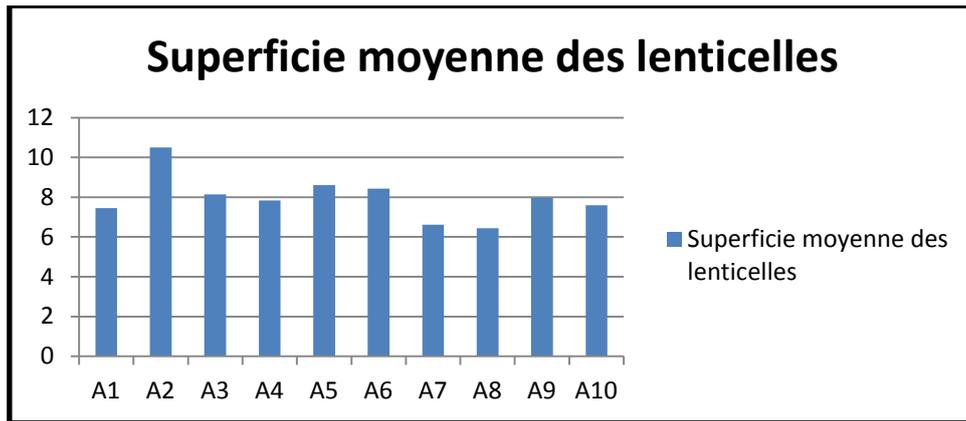


Figure 32: Distribution de superficie moyenne des lenticelles des trois stations.

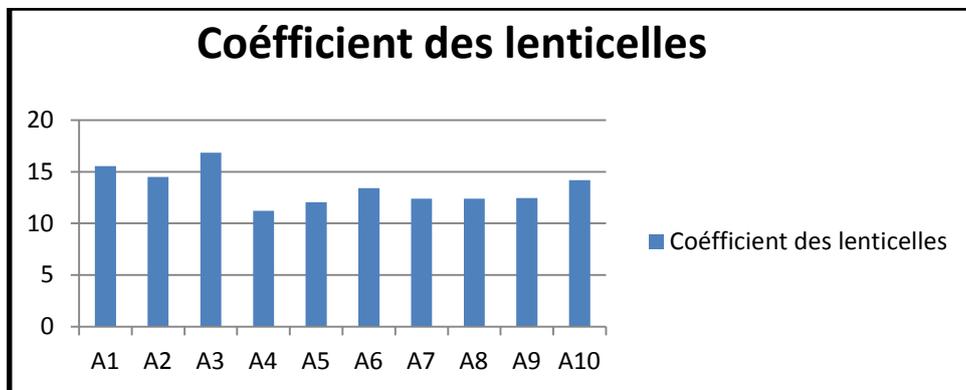


Figure 33 : Distribution de coefficient des lenticelles des stations.

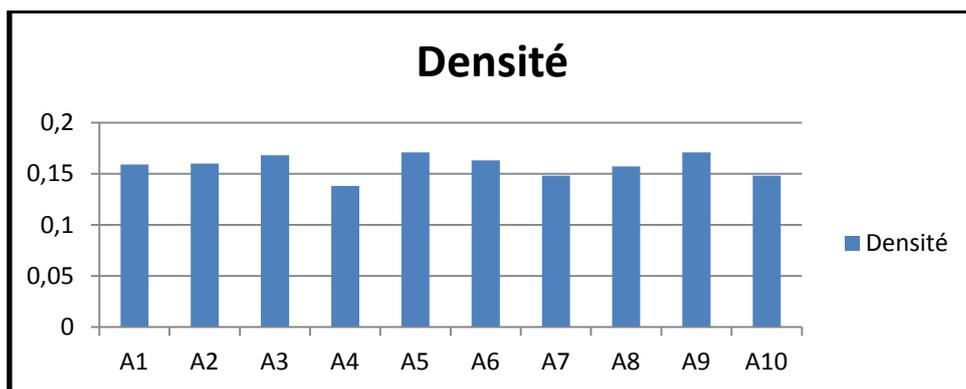


Figure 34 : Distribution de densité des trois stations.

## II. Analyse de la variance :

### Comparaison des résultats entre les stations :

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

Tableau 12 : résultats de l'analyse de la variance et de test de NEWMAN et KEULS.

Variable	Source de variation	S.C.E	D.D.L	C. M	F.obs	Prob	S	Test de Newman et keuls facteur station.
Epaisseur du liège	V. factorielle1	3996,615	2	1998,3	157,846	0	THS	GA :Day ezzitoun GB :Nahal GC : Laach lahmar
	V. factorielle2	3048,661	9	338,7	26,757	0	THS	
	V. inter. F1*F2	6868,832	18	381,6	30,143	0	THS	
	V. résiduelle	759,59	60	12,66				
Nombre de pores	V. factorielle1	10529,63	2	5264,814	18,731	0	THS	GA : Day ezzitoun GB : Laach lahmar,Nahal
	V.factorielle2	8253,402	9	917,045	3,263	0,00278	HS	
	V. inter. F1*F2	6400,836	18	355,602	1,265	0,24321	NS	
	V. résiduelle	16864,75	60	281,079				
Superficie moyenne des pores	V. factorielle1	13,814	2	6,907	76,599	0	THS	GA : Nahal GB : Day ezzitoun GC : Laach lahmar
	V.factorielle2	2,707	9	0,301	3,336	0,00234	HS	
	V. inter. F1*F2	10,562	18	0,587	6,507	0	THS	
	V. résiduelle	5,41	60	0,09				
Coefficient de Porosité des faces horizontales	V. factorielle1	263,624	2	131,812	65,167	0	THS	GA : Nahal, Day ezzitoun GB: Laach lahmar
	V.factorielle2	92,424	9	10,269	5,077	0,00005	THS	
	V. inter. F1*F2	211,752	18	11,764	5,816	0	THS	
	V. résiduelle	121,361	60	2,023				
Nombre des lenticelles	V. factorielle1	724,699	2	362,349	13,432	0,00002	THS	GA : Day ezzitoun GB : Nahal GC : Laach lahmar
	V.factorielle2	1510,49	9	167,832	6,222	0	THS	
	V. inter. F1*F2	2175,201	18	120,845	4,48	0,00001	THS	
	V. résiduelle	1618,542	60	26,976				
Superficie moyenne des lenticelles	V. factorielle1	17,614	2	8,807	2,145	0,12377	NS	Homogénéité entre les stations
	V.factorielle2	104,72	9	11,636	2,834	0,00765	HS	
	V. inter. F1*F2	234,339	18	13,019	3,171	0,00042	THS	
	V. résiduelle	246,35	60	4,106				
Coefficient de Porosité des faces tangentielles	V. factorielle1	165,394	2	82,697	6,27	0,00351	HS	GA : Nahal , Day ezzitoun GB : Laach lahmar
	V.factorielle2	247,786	9	27,532	2,087	0,04462	S	
	V. inter. F1*F2	1305,755	18	72,542	5,5	0	THS	
	V. résiduelle	791,395	60	13,19				
Densité du liège	V. factorielle1	0,021	2	0,01	24,433	0	THS	GA : Day ezzitoun GB : Nahal, Laach lahmar
	V.factorielle2	0,01	9	0,001	2,495	0,01709	S	
	V. inter. F1*F2	0,028	18	0,002	3,596	0,0001	THS	
	V. résiduelle	0,026	60	0				

S.C.E : somme des carrés des écarts ; CM : carré moyen ; DDL : degrés de liberté,  
S : différences significatives au seuil de 5% ; HS : différences hautement significatives ; THS : différences très hautement significatives ; G : Groupe ; P : Probabilité.

F.theo:fonction théorique lue sur la table des distributions F de SENDECORE pour

- facteur station: (2.60) ( $\alpha=5\%$ ) F.theo1= 3.15; ( $\alpha=1\%$ ) F.theo1 =4.98; ( $\alpha=1\%$ ) F.theo1= 7.76 ;
- facteur arbre: (9.60)( $\alpha=5\%$ ) F.theo2= 2.04; ( $\alpha=1\%$ ) F.theo2= 2.72; ( $\alpha=1\%$ ) F.theo2=3.69;
- Interaction: (18.60) ( $\alpha=5\%$ ) F.theo3= 1.79; ( $\alpha=1\%$ ) F.theo3= 2.27; ( $\alpha=1\%$ ) F.theo3= 2.95;

### II.1. Épaisseur du liège :

L'analyse de la variance (tableau 12), montre des différences très hautement significatives entre les épaisseurs des trois stations étudiées ( $F_{obs1} = 157,846 > F_{theo1} = 7.76$ ) ; ( $F_{obs2} = 26,757 > F_{theo2} = 3.69$ ) ; ( $F_{obs3} = 30,143 > F_{theo3} = 2.95$ ).

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

- ✚ La station de Day ezzitoun représente le groupe (A) avec une moyenne de 46,163mm.
- ✚ La station de Nahal représente le groupe (B) avec une moyenne de 34,952 mm.
- ✚ La station de Laach lahmar représente le groupe (C) avec une moyenne de 30,283mm.

### II.2. Nombre de pore :

Les résultats obtenus dans le (tableau 12), montre des différences très hautement significatives ( $F_{obs1} = 18,731 > F_{theo1} = 7.76$ ) et hautement significative ( $F_{obs2} = 3,263 > F_{theo2} = 2.72$ ) ). A l'opposé on constate des différences non significatives pour interaction ( $F_{obs3} = 1,265 < F_{theo3} = 1.79$ ).

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

- ✚ La station de Day ezzitoun représente le groupe (A) avec la moyenne la plus élevée (95,717).
- ✚ .Les stations de Laach lahmar et Nahal représentent le groupe (B) avec des moyennes respectives de 77.1 mm<sup>2</sup> et 70.082.

### II.3. Superficie des pores :

L'analyse de la variance montre qu'il existe des différences très hautement significatives entre les superficies des pores des stations étudiées ( $F_{obs1} = 76,599 > F_{theo1} = 7.76$  ;  $F_{obs3} = 6,507 > F_{theo3} = 2.95$ ) et des différences hautement significatives entre les arbres des stations ( $F_{obs2} = 3,336 > F_{theo2} = 2.72$ ).

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

- ✚ La station de Nahal représente le groupe (A) avec une moyenne de 1,803mm<sup>2</sup>.
- ✚ La station de Day ezzitoun représente le groupe (B) avec une moyenne de 1,325 mm<sup>2</sup>.
- ✚ La station de Laach lahmar représente le groupe (C) avec une moyenne 0,844 mm<sup>2</sup>.

#### II.4. Coefficient de porosité :

L'analyse de la variance du coefficient de porosité montre qu'il existe des différences très hautement significatives entre les trois stations, les arbres et l'interaction station-arbre.

( $F_{obs1} = 65,167 > F_{theo1} = 7.76$  ;  $F_{obs2} = 5,077 > F_{theo2} = 3.69$  ;  $F_{obs3} = 5,816 > F_{theo3} = 2.95$ ) au seuil de 1%.

Le test de NEWMAN et KEULS nous permis de constituer des groupes homogènes :

- ✚ les stations sont classées en deux groupes homogènes (A, B).
- ✚ Les stations de Nahal et Day ezzitoun représentent le groupe (A) avec des moyennes respectives de 7,998 mm<sup>2</sup> et 7,689mm<sup>2</sup>.
- ✚ La station de Laach lahmar représente le groupe (B) avec la moyenne 4,222mm<sup>2</sup>.

#### II.5. Nombre des lenticelles :

Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification pour la variable Nombre des lenticelles montrent des différences très hautement significatives entre les stations, les arbres et l'interaction stations-arbres.

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

- ✚ La station de Day ezzitoun représente le groupe (A) avec une moyenne de 29.93 mm.
- ✚ La station de Nahal représente le groupe (B) avec une moyenne de 26,893 mm.
- ✚ La station de Laach lahmar représente le groupe (C) avec une moyenne de 23 mm.

#### II.6. Surface moyenne des lenticelles (sml) :

L'analyse de la variance montre l'absence des différences significatives entre les stations étudiées ( $p=0,12377$ ), par contre des différences hautement significatives existe à l'intérieure des stations ( $p=0.00765$ ) et des différences très hautement significatives pour le facteur interaction entre les arbres et les stations ( $p=0.00042$ ).

#### II.7. Coefficient de porosité des faces tangentiels :

L'analyse de la variance de la variable coefficient de porosité montre qu'il existe des Différences hautement significatives entre les stations ( $p= 0,00351$ ); Des différences significatives entre les arbres ( $p=0,04462$ ) et des différences très hautement significatives au niveau de l'interaction arbres-station ( $p=0$ ).

Le test de NEWMAN et KEULS regroupe les stations étudiées en deux groupes

Homogènes (A, B)

- ✚ Les stations de Nahal et Day ezzitoun représentent le groupe (A) avec des moyennes respectives de 14,948 et 13,849.
- ✚ La station de Laach lahmar représente le groupe (B) avec une moyenne de 11,685.

**II.8. Densité du liège :**

L’analyse de la variance montre des différences très hautement significatives entre les stations ( $p= 0$ ) et des différences significatives entre les arbres ( $p=0,0170$ ) et des différences très hautement significatives au niveau de l'interaction arbres-station ( $p=0,0001$ ).

- ✚ La station de Day ezzitoun représente le groupe (A) avec une moyenne de 0,179
- ✚ Les stations de Nahal et Laach lahmar représentent le groupe (B) avec des moyennes respectives de 0, 152 et 0,144.

**III .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 13:** valeurs propres des axes (pourcentages expliqués par les 4 premiers axes).

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
Valeur propre	3,58	2,33	1,39	1,09
% variance	35,77	23,28	13,94	10,95
% cumulé	35,77	59,05	72,99	83,94

Le Tableau ci-dessus des valeurs propres montre que 83.94 % de l’inertie totale est Expliquée par 4 axes.

Les axes 1 et 2 présentent la plus grande contribution à cette inertie avec Respectivement 35.77% et 23.28%. La combinaison des deux axes traduit une valeur de 59.05% de la variance totale.

Il est jugé utile d’éliminer dans l’interprétation les rôles respectifs des axes 3 et 4 dont :

- L'axe 3 est à éliminer car il n'intègre aucune variable explicative du moment que les axes 1 et 2 intègrent la majorité des variables expliquées et explicatives.

- L'axe 4 intègre les variables explicatives ( NBI, SMI) d'où le choix de ce plan.

Dans le (tableau 13) le plan factoriel (1x2) intègre la majorité (59%) des variables Expliquées et explicatives (NPORES, CPh, EPAIS, DENSIT2, AGE, ALTITUDE, SMPORE, CPt D'où le choix de ce plan.

**Tableau 14** : cosinus carres des variables.

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
N PORES	0,37	0,16	0,14	0,03
SMPORE	0,16	0,49	0,30	0,01
NBI	0,18	0,26	0,08	0,32
SMI	0,04	0,22	0,29	0,35
CPh	0,48	0,31	0,10	0,01
CPt	0,02	0,63	0,31	0,00
EPAIS	0,56	0,00	0,01	0,20
DENSI	0,39	0,02	0,00	0,12
AGE	0,83	0,06	0,01	0,04
Altitude	0,53	0,17	0,14	0,02

Le plan F1 intègre les variable nombre de pores, épaisseur, la densité, Coefficient de porosité des pores, âge et Altitude.

### ➤ Plan factoriel :

A partir de la représentation du plan factoriel et des coordonnées des variables, le regroupement des individus par rapport aux variables permet de distinguer quatre groupes : **A**, **B**, **C** et **D**. (figure 34).

**Le groupe A** est caractérisés par :

- Coefficient de porosité des faces horizontales.

- Epaisseur du liège important.
- Densité du liège importante
- Nombre des pores important.
- Age du liège élevé.
- Faible altitude.

**Le groupe B** est caractérisés par :

- Altitude élevée.
- Epaisseur du liège faible.
- Densité du liège faible
- Nombre des pores faible.
- Age du liège faible.

**Le groupe C** est caractérisés par :

- Coefficient de porosité des lenticelles important.
- Nombre de pores des lenticelles élevé.
- Surface moyenne des lenticelles importante.

**Le groupe D** est caractérisés par :

- Coefficient de porosité des lenticelles faible.
- Nombre de pores des lenticelles faible.
- Surface moyenne des lenticelles faible.

➤ **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 interprète la variation d'épaisseur, le densité et nombre des pores en fonction de l'altitude.

L'axe 2 interprète les variations Coefficient de porosité des lenticelles, Nombre de pores des lenticelles, Surface moyenne des lenticelles et le coefficient de porosité des pores.

**On remarque que**

L'axe (1) montre que la porosité présente une corrélation négative avec l'Altitude.

L'axe (2) montre une corrélation positive entre coefficient de porosité des lenticelles, Nombre de pores des lenticelles, Surface moyenne des lenticelles et le coefficient de porosité des pores.

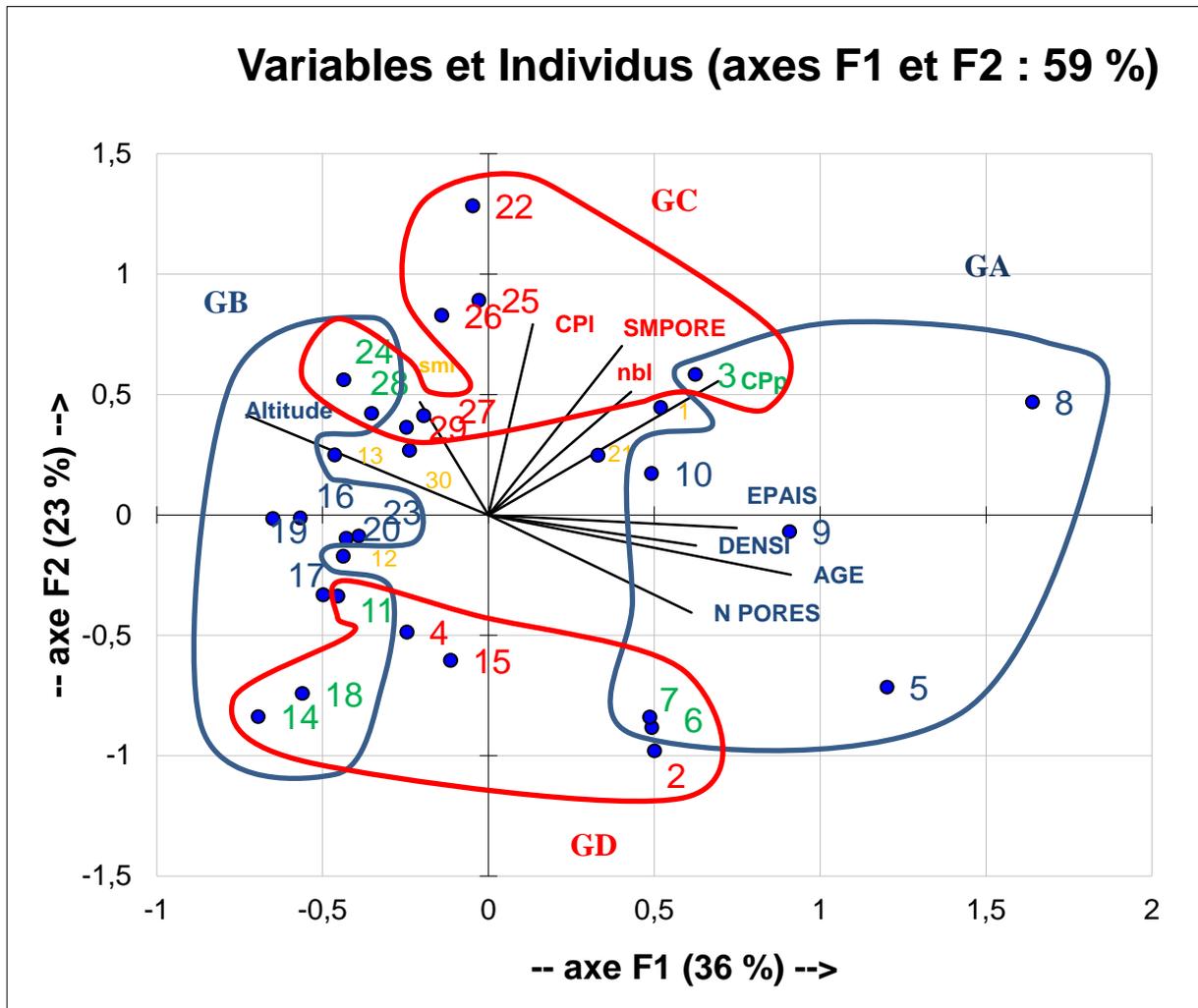


Figure 35 : Projection des individus sur le plan factoriel (1x2).

### III.1. 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 15) montrent :

- Des corrélations positives et très hautement significatives entre :
  - le nombre de pores et l'épaisseur avec la variable âge avec des valeurs respectives de ( $r = 0,60^{***}$  ;  $r=0.82^{***}$ ).
  - La surfaces moyennes des pores et la variable coefficient de porosité des pores( $r= 0.87^{***}$ ).
  - le nombre et la surface moyenne des lenticelles avec la variable coefficient de porosité des lenticelles avec des valeurs respectives de ( $r= 0.64^{***}$  ; $r=0.58^{***}$ ).
- Des corrélations positives et hautement significatives entre :
  - le coefficient de porosité des pores ; la densité avec la variable âge ( $r=0.51^{**}$ ).
- Des corrélations positives et significatives entre :
  - le nombre et coefficient de porosité des pores avec la variable épaisseur avec des valeur respectives ( $r=0.38^*$  ; $r=0.42^*$ ).
  - Le nombre des lenticelles avec la variable coefficient de porosité des pores ( $r=0.39^*$ ).
- Des corrélations négatives et très hautement significatives :
  - le nombre des pores et l'âge avec la variable altitude avec des valeurs respectives ( $r=-0.65^{***}$  ; $r=-0.69^{***}$ ).
- Des corrélations négatives et hautement significatives.
  - Epaisseur et la densité avec la variable altitude avec des valeurs respectives ( $r=-0.46^{**}$  ; $r=-0.54^{**}$ ).

Tableau 15 : Résultats de la matrice de corrélation.

	N PORES	SMPORE	NBI	SMI	CPp	CPI	EPAIS	DENSI	AGE	Altitude
N PORES	1									
SMPORE	-0,21	1								
NBI	0,07	0,31	1							
SMI	-0,06	0,02	-0,10	1						
CPp	0,22	<b>0,87***</b>	<b>0,39*</b>	0,00	1					
CPI	-0,06	0,28	<b>0,64***</b>	<b>0,58***</b>	0,34	1				
EPAIS	<b>0,38*</b>	0,29	0,14	-0,02	<b>0,42*</b>	0,01	1			
DENSI	0,28	0,14	0,20	-0,20	0,34	0,02	0,22	1		
AGE	<b>0,60***</b>	0,24	0,15	-0,26	<b>0,51**</b>	-0,13	<b>0,82***</b>	<b>0,51**</b>	1	
Altitude	<b>-0,65***</b>	0,18	-0,27	0,21	-0,13	0,02	<b>-0,46**</b>	<b>-0,54**</b>	<b>-0,69***</b>	1

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

**\***: significatif; pour  $\alpha =5\%$  ( $K= 28$ ),  $r_{th1} =0,361$ .

**\*\***: hautement significatif ; pour  $\alpha =1\%$  ( $K= 28$ ),  $r_{th2} =0,462$ .

**\*\*\***: très hautement significatif ; pour  $\alpha =1\%$  ( $K= 28$ ),  $r_{th3} =0,570$ .

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

( $r_{th1}$ ,  $r_{th2}$ ,  $r_{th3}$ ) : coefficients de corrélations théoriques respectifs pour  $\alpha=5\%$ ,  $\alpha=1\%$ ,  $\alpha=1\%$ .

$\alpha$  : seuil de signification.

*Chapitre IV*  
*Discussion*

Les résultats acquis dans cette étude nous ont permis d'évaluer et d'étudier la variabilité de la qualité du liège de quelques stations de la suberaie d'El kala. les variables prises en considération sont : l'épaisseur du liège, la répartition des planches de liège par classes de qualité commerciale d'épaisseur, le nombre des pores, la superficie moyenne des pores, le coefficient de porosité, la densité du liège, le nombre et la profondeur des lenticelles ainsi que les surfaces moyenne et totale occupée par les lenticelles.

L'épaisseur d'une planche est l'une des caractéristiques majeures pour l'appréciation de la qualité du liège. Pour notre région, sur un âge moyen de 14 ans, la moyenne générale de l'épaisseur du liège des trois stations étudiées (Day Ezzitoun, Laach Lahmar et Nahal) est de 37,13 mm, cette dernière classe le liège de notre région d'étude dans la catégorie des lièges réguliers donc aptes au bouchonnage. Comparativement à celles obtenues dans les suberaies de 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 12ans, le liège de notre zone d'étude présente une épaisseur moyenne plus importante. Ceci pourrait s'expliquer par la variation des conditions écologiques de ces deux régions, notamment l'altitude.

La répartition des planches de liège par classes de qualité commerciale d'épaisseur montre que 90 % des planches de liège de notre zone d'étude présentent une épaisseur supérieure à 27mm. Elles seront donc considérées comme étant aptes au bouchonnage et 10 % seulement présentent une épaisseur inférieure à 27mm et seront orienter vers d'autres utilisations. Comparativement aux résultats obtenus par METNA (2003), FERREIRA *et al.* (1999) 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.

Les résultats de l'analyse de la variance de la variable épaisseur montrent des différences très hautement significatives entre les trois stations étudiées ceci pourrait être dû aux différences enregistrées au niveau des variables écologiques notamment l'altitude moyenne des stations et l'âge moyen du liège. Ceci est confirmé par les résultats de la matrice de corrélation (tableau 15) qui montrent une corrélation négative et hautement significative ( $cc = -0.46^{**}$ ) entre l'épaisseur du liège et l'altitude des stations et une corrélation positive et très hautement significatives entre la même variable épaisseur et l'âge du liège ( $cc = 0.82^{***}$ ).

La variabilité de l'épaisseur entre arbres se superpose à la variabilité entre stations. En effet, les résultats de l'analyse de la variance montrent des différences très hautement significatives entre les arbres des mêmes stations. Ces derniers montrent la présence d'une variation individuelle de l'épaisseur du liège au sein d'une même station qui pourrait être rattaché au fonctionnement physiologique différent entre les arbres. Selon METNA (2003) quand cette variation se manifeste sensiblement, nous pourrions penser que les facteurs intrinsèques et micro stationnels pourraient intervenir positivement sur l'activité de l'assise subero phéllodermique de chaque arbre. IPROCOR (1999) note que deux facteurs peuvent influencer l'épaisseur du liège notamment les facteurs écologiques qui influencent sur la croissance de l'arbre ; et les facteurs génétiques du fait que l'héritage d'un arbre peut limiter sa productivité en liège malgré des conditions stationnelles favorables. Comme il pourrait aussi être dû à la nature des stations qui sont représentées par des peuplements âgés et des structures irrégulières.

Les résultats de l'analyse de la variance montrent l'existence de différences très hautement significatives de la variable nombre de pores entre deux groupes homogènes. Le groupe A composé de la station Day ezzitoun avec la moyenne la plus élevée qui est de 95.72 et le groupe B composé des stations Laach lahmar et Nahal avec des moyennes respectives de 77.1 et 70.08. Cette variabilité pourrait être liée aux altitudes différentes des trois stations et à l'âge du liège des arbres qui les composent. ces résultats sont confirmés par la matrice de corrélation qui nous donne des corrélations positives et très hautement significatives (c.c.=0.60\*\*\*) entre le nombre de pores et l'âge du liège et une corrélation négatives et très hautement significatives (c.c = - 0.65\*\*\*) entre les variables nombre de pores et l'altitude des stations. Le nombre de pores moyen des trois stations est de 80.97. Ce dernier se rapproche de ceux obtenus par FERREIRA et *al.* (1999), METNA (2003), BENGANA et ALI AHMED (2006) avec des valeurs respectives de 79.94, 76.26 et 74.05 et il est inférieur à ceux obtenus par GHEZALI (2008) et DOUZANE (2008) dans les suberaies de El-Aouana et de Tahir wilaya de jijel, avec des valeurs respectives de 94.3 et 112,1. LAMEY (1893), met en évidence une relation positive entre la porosité et l'humidité. Il affirme que les lièges soufflés et poreux croissent le plus souvent dans les bas-fonds humides et sur les lisières et ne sont pas très recherchés.

La superficie des pores moyenne du liège des stations étudiées est de 1.32 mm<sup>2</sup>. Cette dernière varie d'une valeur minimale de 0.84 mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station de laach lahmar à une valeur maximale de 1.84 mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station de nahal. Les résultats

de l'analyse de la variance enregistrés au niveau du tableau 12 montrent des différences très hautement significatives entre les trois stations étudiées et entre les arbres des mêmes stations. La moyenne globale de la superficie des pores de notre zone d'étude est de  $1,32\text{mm}^2$ . Si on la compare aux travaux des autres auteurs réalisés dans la même région, elle est supérieure à celle obtenue par LOKMANE et EDJIKOUANE (2009) avec une valeur moyenne de  $0,83\text{mm}^2$  et inférieure à celle obtenue par MELIANI ET HOUACINE (2017) avec une valeur moyenne de  $2,06\text{mm}^2$ . Cette variabilité importante de la superficie des pores retrouvée au niveau de la région d'El kala pourrait être rattachée au taux d'humidité élevé de cette dernière qui est située près de la mer et qui est aussi caractérisée par ces nombreux lacs qu'elle renferme. Les résultats de la matrice de corrélation confirment cette dernière relation avec l'humidité étant donné que la variable superficie des pores ne présente aucune corrélation significative avec les variables explicatives mesurées.

La porosité proprement dite, c'est-à-dire la superficie totale des pores par rapport à la superficie de l'éprouvette de liège confirme la grande variabilité de la qualité du liège entre les subéraies et entre les arbres de la même subéraie. En effet les résultats de l'analyse de la variance à deux facteurs réalisée pour la variable coefficient de porosité des faces transversales (tableau 12) montrent des différences très hautement significatives entre deux groupes de stations, le groupe A composé des stations Nahal et Day ezzitoun avec des moyennes respectives de 8% et 7.69% et le groupe B caractérisé par la station Laach lahamar avec la moyenne la plus faible qui est de 4.22% ainsi qu'entre les arbres des mêmes stations. SEIGUE (1985) note que la qualité du liège dépend de la station où l'arbre a poussé et surtout du caractère individuel de l'arbre qui le porte.

Le coefficient de porosité moyen obtenu pour les trois stations est de 6.63%. D'après la classification établie par NATIVIDADE (1956), le liège des suberaies étudiées se situe dans la classe des lièges très poreux. Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus dans la même région par LOKMANE et EDJIKOUANE (2009) avec un coefficient de porosité de 5.43% et MELIANI et HAOUACINE (2017) avec un coefficient de porosité moyen de 8.87% et ceux obtenus dans la suberaie de Jijel respectivement par BENGANA et ALI AHMED (2006) avec une valeur moyenne du coefficient de porosité de 5,73%, GHEZALI (2007) avec une valeur moyenne de 5.61 % et DOUZENE (2007) avec un coefficient de porosité de 5.71 %. Par contre ils sont différents de ceux obtenus par METNA (2003) dans la suberaie orientale de Tizi-Ouzou avec une valeur moyenne de 3.94 % et ceux obtenus par LOKMANE et EDJIKOUANE (2009) au niveau de la région de Bouira, station d'ighil

ougharef avec une valeur du coefficient de porosité de 2.86 %. Ceci pourrait être dû au taux d'humidité élevé qui caractérise les suberaies d'El kala et de Jijel qui sont des régions littorales comparativement aux suberaies de Tizi-Ouzou et de Bouira qui ne subissent pas directement une influence maritime donc un taux d'humidité moins élevé. IPROCOR (1999) note que les lièges produits par les arbres situés dans les combes ou en bordures de rivières seront différents de ceux produits par des arbres situés sur des versants ou sur des crêtes.

Les résultats de la matrice de corrélation (tableau 15) montrent des corrélations positives et très hautement significatives ( $cc.=0.87^{***}$ ) entre le coefficient de porosité et la superficie des pores et des corrélations positives hautement significatives respectivement avec l'épaisseur ( $cc.=0.42^{**}$ ) et avec l'âge du liège ( $cc.=0.51^{**}$ ) donc nous pouvons conclure que l'augmentation de la porosité est proportionnelle à l'augmentation respectivement de la superficie des pores de l'épaisseur et de l'âge du liège. GIRALT (1900) in GHEZALI (2007), considère que la qualité du liège dépend surtout de la nature de l'arbre qui le produit. Elle dépend aussi de la croissance et de la constitution de l'écorce qui est généralement d'autant meilleure qu'elle a crû plus lentement et quelle est plus serrée.

Les densités du liège observées pour les stations de Day Ezzitoun, LaachLahmar et Nahal sont respectivement de 0.18 g/cm<sup>3</sup>, 0.14 g/cm<sup>3</sup> et 0.15 g/cm<sup>3</sup>. En se référant aux classifications de NATIVIDADE (1956) et IPROCOR (1999), qui classent la densité normale des tissus subéreux entre 0.12 g/cm<sup>3</sup> et 0.20 g/cm<sup>3</sup>, le liège de nos stations se situe dans la catégorie des lièges présentant une densité normale. La densité moyenne de nos stations est de 0.16 g/cm<sup>3</sup>, cette dernière est inférieure à celles obtenues par FERREIRA et al. (1999) et GHEZALI. (2008) 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 12) montrent que la variable densité du liège présente des variations très hautement significatives ( $p = 0$ ) entre deux groupes homogènes ; groupe A représenté par la station Day ezzitoune avec la moyenne la plus élevée et le groupe B composé par des stations Nahal et Laach lahmar avec les moyennes les plus faibles. A cette variation entre les stations s'ajoute 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 référait 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.

Les résultats de la matrice de corrélation (tableau 15) montrent des corrélations hautement significatives et positives entre la densité du liège et l'âge de ce même matériau ( $c.c = 0.51^{**}$ ) et des corrélations hautement significatives mais négatives ( $c.c = -0.54^{**}$ ) entre la densité du liège et l'altitude des stations. PIAZZETTA (2004) note que la densité du liège varie en fonction des caractéristiques du liège (nombre et taille des lenticelles, inclusions ligneuses, humidité, etc.). POUILLAUDE (1957 *in* COURTOIS, 1998) résume les divers critères en fonction des quels varie la densité du liège et les classe comme suit :

- les sols, le régime hydrique et le régime de pluviosité ou de sécheresse qui a régné entre deux levages successifs, enfin les conditions dans lesquelles la poussée de la sève s'est effectuée au moment du démasclage, toutes ces conditions intervenant pour donner un liège plus ou moins lignifié ;
- dans la même provenance, suivant sa qualité (proportion de pores, liège terreux, liège boiseux) ;
- son degré d'humidité.

LAMEY (1893), note aussi que la densité du liège varie avec l'âge pour les lièges de même catégorie.

# *Conclusion générale*

Dans cette présente étude sur la qualité du liège de la wilaya d'El taref, nous nous sommes intéressés au liège de reproduction de la région d'EL KALA qui est connue par ses grandes potentialités subéricoles. L'étude a ciblé particulièrement les lièges provenant des subéraies de Day ezzitoun, Laach lahmar et la forêt de Nahal. Les échantillons de liège ont été prélevés sur les arbres pour certaines forêts et pour d'autres ils ont été récupérés des dépôts de stockage selon la méthode d'échantillonnage stratifiée systématique. Dix planches ont été considérées pour chaque station et au total quatre-vingt-dix mesures ont été effectuées pour chaque variable au niveau des trois stations.

Après avoir présenté les résultats obtenus et à la lumière des différentes analyses statistiques effectuées, il apparaît que le liège des suberaies étudiées varie d'une station à une autre et varie aussi entre les arbres des mêmes stations. Cette variabilité résulte de la différence d'âge du liège, d'altitude des stations et d'humidité du milieu.

- Concernant les paramètres mesurés, la moyenne globale de l'épaisseur du liège obtenue pour les trois stations est de l'ordre de 37,13 mm acquise en un âge moyen de 14 ans. Cette moyenne classe le liège de la région d'étude dans la catégorie des lièges réguliers et il est considéré comme étant apte au bouchonnage.
- La distribution des planches par classes de porosité selon NATIVIDADE (1956), montre que les trois stations étudiées Day ezzitoun, Laach Lahmar et Nahal présentent un liège très poreux. Leurs coefficients de porosité moyens sont respectivement de 7.69%, 4.22% et 8%. Cette porosité élevée est en relation directe avec le taux d'humidité important engendré par les basses altitudes des trois stations.
- Le nombre de pores moyen des trois stations est de 80.97. Ce dernier se rapproche de ceux obtenus par de nombreux auteurs ayant travaillé sur la qualité du liège au Portugal et en Algérie. Notamment FERREIRA et al. (1999), METNA (2003) ainsi que BENGANA et ALI AHMED (2006).
- La superficie moyenne des pores du liège de nos suberaies est de 1.32 mm<sup>2</sup>. Cette dernière varie d'une valeur minimale de 0.84 mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station de laach lahmar à une valeur maximale de 1.84 mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station de nahal. En ce référant à La classification de FERREIRA et al. (1999) sur la distribution

de la superficie des pores par classe de dimensions, les trois stations étudiées contiennent un pourcentage élevé de pores appartenant à la classe des petites superficies (inférieures 1 mm<sup>2</sup>).

- La moyenne de la densité du liège obtenue au niveau des trois stations étudiées est de 0,16 Kg/m<sup>3</sup>, cette dernière classe le liège de nos suberaies dans la catégorie normale et ce, en se référant aux classifications de NATIVIDADE (1956) et IPROCOR (1999), qui classent la densité normale des tissus subéreux entre 0.12 g/cm<sup>3</sup>, et 0.20 g/cm<sup>3</sup>.

L'analyse en composante principales nous a confirmé l'amélioration de la qualité du liège en allant des stations des basses altitudes (stations les plus humides) en s'éloignant de la mer vers les stations des hautes altitudes (stations les moins humides); Ainsi que la variation de l'épaisseur en fonction de l'âge du liège.

Notre étude a bénéficié de moyens très limités, néanmoins elle ouvre des portes pour d'autres travaux futurs. Elle mériterait d'être améliorée et complétée notamment par des analyses chimiques du liège, des tests sur le potentiel génétique des arbres et sur les relations qui existent entre l'arbre et le sol.

L'idéal serait de :

- ❖ Faire un échantillonnage sur le terrain pour toutes les stations ;
- ❖ 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*

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

**AMIR O. et HIMED N., 2004.** Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège de reproduction : cas du canton Aboud (AZAZGA). Mémoire Ing., Faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques, Université de Tizi-Ouzou, 67p.

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

**BENGANA.S et ALI AHMED.H., (2007) :** 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.

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

**BOUDY ; 1955.** Economie forestière Nord Africaine .Tome4.Ed. Larousse, 246P.

**BOUHRAOUA, R. T. (2003) :** Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'Ouest Algérien : Etude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse Doctorat, Univ. Tlemcen, 259P.

**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. Vive expo 2010 ; université de Tlemcen.

**Boukhris 2017 :** Contribution à l'étude de l'effet du taux de carbonisation du liège sur la pérennité du chêne liège dans le massif forestier Hafir-Zarieffet (W.Tlemcen).

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

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

**DEHANE, 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).

**DOUZANE., 2008 :** Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège des subéraies de la Wilaya de JIJEL. Cas du Canton de Taher. Mémoire Ing., Faculté des sciences agronomique et biologiques, Université de Tizi-Ouzou, 82p.

**EMBERGER L ; 1955**–Une classification biogéographique des climats. Recueil. Trav. Labo. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier. 48p.

**EMBEGER., 1971.**Travaux de botaniques et d'écologie. CNRS. Ed. MASSON et Cie, 301p.

**FERREIRA et al., 1999.** Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. Centre d'étude forestière, institut supérieure d'agronomie Portugal, 6Pp187-193.

**INSTITUT MÉDITERRANÉEN DU LIÈGE (I.M.L), 2006.** Plan stratégique liège pour les Pyrénées-Orientales, 75p.

**INSTITUT MÉDITERRANÉEN DU LIÈGE (I.M.L), 2018.** Caractéristiques et Utilisations du liège. EASY LIEGE.

**IPROCOR/ FUNDECYT, 1999.** Manuel didactique du leveur et de l'ouvrier spécialisé dans les travaux d'exploitation du chêne-liège. Junta de Extremadura/. Mérida.

**GABIS A. et BOUKERB K., 2009.** Contribution à 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 ouzou , 8p.

**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, 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.

**LAMEY A., 1893.** Le chêne-liège sa culture et son exploitation. Ed. Berger Levrault et Cie, 289p. Louvain La Neuve : Forêt Wallone Am SBL, 190 p.

**LOKMANE K. et EDJEKOUANE Z (2009) :** contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège des subéraies dans les régions de bouira, skikda et el kala.

**METNA B., 2003.** Caractéristiques physiques et chimiques du liège de reproduction de la Subéraie orientale de la wilaya de TIZI OUZOU .TH2SE DE MAGISTER. Agro. Univ. T.O,

102p.

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

**NEDJAH, 2010 :** Institut National de la Recherche Forestière Arboretum de Bainem BP 37 Cheraga. Alger.

**PERREIRA. (2008).** Chemical composition and variability of cork from *Quercus suber* L. Woodsci. Techn.

**PHILLIPEAU G., 1986.** Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. Service des études statistiques, I T C F, 63p.

**PIAZZETTA R., 2005** —État des lieux de la filière liège française. Institut méditerranéen du Liège - Vivés.

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

**Roula B, 2010 :** Etude de la qualité du liège de reproduction des subéraies de la région de jijel.

**SACCARDY, 1938 :** le chêne-liège et le liège en Algérie (suite et fin) in : Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale, 18 année, bulletin n° 204-205, Aout-septembre 1938. PP. 574-593.

**SEIGUE A., 1985.** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maisonneuve et Larose, pp. 67- 97.

**YESSAD S.A., 1999.** Le chêne-liège et le liège dans les pays de la méditerranée occidentale, 111 p.

**ZERAIA L., 1981 :** Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de provenance cristalline (France méridionale et d'Algérie). Thèse. Doct. Sci. Univ. Aix Marseille III, 367 p.

# *Annexes*

**Annexe 01 :** Nombre des pores.

<b>Stations</b> <b>Arbres</b>	<b>Day ezzitoun</b>	<b>Laach lahmar</b>	<b>Nahal</b>
<b>A1</b>	103.00	79.17	94.33
<b>A2</b>	101.17	103.00	87.83
<b>A3</b>	81.00	67.83	72.17
<b>A4</b>	70.33	69.50	58.17
<b>A5</b>	112.67	87.50	63.83
<b>A6</b>	101.83	79.17	58.50
<b>A7</b>	119.33	72.67	73.67
<b>A8</b>	89.67	75.50	69.50
<b>A9</b>	81.5	62.00	72.48
<b>A10</b>	96.67	74.67	50.33

**Annexe 02 :** Superficies moyennes des pores.

<b>Stations</b> <b>Arbres</b>	<b>Day ezzitoun</b>	<b>Laach lahmar</b>	<b>Nahal</b>
<b>A1</b>	1.01	1.04	1.76
<b>A2</b>	0.93	0.77	2.08
<b>A3</b>	1.79	0.44	1.27
<b>A4</b>	0.71	0.68	1.98
<b>A5</b>	1.14	1.11	2.31
<b>A6</b>	0.85	1.10	2.08
<b>A7</b>	1.17	0.58	1.43
<b>A8</b>	2.48	0.77	1.45
<b>A9</b>	2.00	0.94	1.78
<b>A10</b>	1.18	1.02	1.90

## Annexe 03 : Coefficient de porosité.

Stations Arbres	Day ezzitoun	Laach lahmar	Nahal
A1	6.69	5.37	10.33
A2	6.02	3.78	11.47
A3	9.95	3.00	6.22
A4	3.17	3.38	6.41
A5	8.03	5.55	9.63
A6	5.84	5.48	7.89
A7	7.36	2.83	6.82
A8	12.33	3.87	6.92
A9	10.05	3.92	8.00
A10	7.45	5.05	6.28

## Annexe 04 : Densité du liège

Stations Arbres	Day ezzitoun	Laach lahmar	Nahal
A1	0.16	0.14	0,17
A2	0.23	0.13	0,13
A3	0.18	0.18	0,15
A4	0.15	0.13	0,13
A5	0.17	0.15	0,19
A6	0.20	0.13	0,16
A7	0.15	0.15	0,15
A8	0.18	0.14	0,15
A9	0.21	0.15	0,15
A10	0.16	0.15	0,13

**Annexe 05:** Le nombre des lenticelles.

Stations Arbres	Day ezzitoun	Laach lahmar	Nahal
A1	45.67	20.67	28.50
A2	18.83	25.33	25.17
A3	35.50	34.17	26.00
A4	22.67	13.83	26.17
A5	19.00	19.67	23.00
A6	20.33	22.67	29.33
A7	25.33	28.00	32.33
A8	38.50	24.33	28.67
A9	36.67	19.33	20.76
A10	36.83	22.00	29.00

**Annexe 06 :** Superficies moyennes des lenticelles.

Stations Arbres	Day ezzitoun	Laach lahmar	Nahal
A1	8,28	7,45	6,65
A2	6,91	12,17	12,43
A3	8,84	9,56	6,01
A4	8,57	6,54	8,43
A5	9,11	6,31	10,40
A6	7,45	8,90	8,94
A7	5,07	7,29	7,49
A8	6,96	4,30	8,07
A9	4,24	11,42	8,23
A10	7,92	9,21	5,64

**Annexe 09 :** Distribution des pores et de la porosité par classes de dimension

Stations	Classes de superficie des pores		
	<1mm <sup>2</sup>	1mm <sup>2</sup> -2mm <sup>2</sup>	>2mm <sup>2</sup>
<b>Forêt DAY EZZITOUN</b>	67,93%	16,07%	16.00%
<b>Fôrêt LAACH LAHMAR</b>	75,4%	16.35%	8.25%
<b>Fôrêt NAHAL</b>	48.28%	26.50%	25.22%
<b>Pourcentage des pores par classes de superficies (%)</b>	63.87	19.64	16.49
<b>Moyenne des pores par classes de superficies (mm<sup>2</sup>).</b>	0.46	1.4	4.19
<b>Pourcentage de la porosité représentée pour chaque classe de superficie (%)</b>	24.61	21.81	53.58

**Annexe 10:** Distribution des lenticelles et de la porosité par classes de dimension.

Stations	Classes de superficie des lenticelles		
	<1mm <sup>2</sup>	1mm <sup>2</sup> -2mm <sup>2</sup>	>2mm <sup>2</sup>
<b>Forêt DAY EZZITOUN</b>	7.92%	15.3%	76.78%
<b>Fôrêt LAACH LAHMAR</b>	11.61%	18.07%	70.32%
<b>Fôrêt NAHAL</b>	6.74%	15.34%	77.92%
<b>Pourcentage des pores par classes de superficies (%)</b>	8.76	16.24	75.01
<b>Moyenne des pores par classes de superficies (mm<sup>2</sup>).</b>	0.55	1.36	9.77
<b>Pourcentage de la porosité représentée pour chaque classe de superficie (%)</b>	0.67	3.04	96.29

**Annexe 11 :** Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour l'épaisseur du liège  
(Comparaison des moyennes entre les stations)

STATIONS	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
Day ezzitoun	46,163	A		
Nahal	34,952		B	
Laach lahmar	30,283			C

**Annexe 12 :** Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour le Coefficient de Porosité du liège (comparaison des moyennes entre les stations)

STATIONS	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Nahal	7,998	A	
Day ezzitoun	7,689	A	
Laach lahmar	4,222		B

**Annexe 13 :** Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour le nombre de pores du liège (Comparaison des moyennes entre les stations)

STATIONS	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Day ezzitoun	95,717	A	
Laach lahmar	77,1		B
Nahal	70,082		B

**Annexe 14:** Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour la superficie des pores du liège (Comparaison des moyennes entre les stations)

STATIONS	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
Nahal	1,803	A		
Day ezzitoun	1,325		B	
Laach lahmar	0,844			C

**Annexe 15:** Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour l'épaisseur du liège (comparaison des moyennes entre les Arbres) .

ARBRES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
A5	51,256	A		
A8	43,022		B	
A10	40,244		B	
A7	35,567			C
A4	35,178			C
A2	35,078			C
A1	33,889			C
A9	33,707			C
A6	32,922			C
A3	30,467			C

**Annexe 16:** Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour la densité du liège (comparaison des moyennes entre les Arbres) .

ARBRES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
A5	0,171	A	
A9	0,171	A	
A3	0,168	A	B
A6	0,163	A	B
A2	0,16	A	B
A1	0,159	A	B
A8	0,157	A	B
A7	0,148	A	B
A10	0,148	A	B
A4	0,138		B

**Annexe 17 :** résultats pour moyenne d'épaisseur des 3 stations.

DZT	L	N	moyenne
46,16	30,28	34,95	37,13

**Annexe 18 :** résultats pour moyenne de nombres de pores des 3 stations.

DZT	L	N	moyenne
95,72	77,10	70,08	80,97

**Annexe 19 :** résultats pour la moyenne globale de la superficie des pores des 3 stations.

DZT	L	N	moyenne
1,33	0,84	1,80	1,32

**Annexe 20 :** résultats pour la moyenne globale du coefficient de porosité des 3 stations.

DZT	L	N	moyenne
7,69	4,22	8,00	6,64

**Annexe 21 :** résultats pour la moyenne globale des lenticelles des 3 stations.

DZT	L	N	moyenne
29,93	23,00	26,89	26,61

**Annexe 22 :** résultats pour la moyenne globale des surfaces des lenticelles des 3 stations.

DZT	L	N	moyenne
7,34	8,32	8,23	7,96

**Annexe 23 :** résultats pour la moyenne globale du coefficient de lenticelles des 3 stations.

DZT	L	N	moyenne
13,85	11,69	14,95	13,49



**Annexe24** : Logiciel GIMP

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 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  $0^\circ$  à  $90^\circ$ .

**Tableau 01** : systématique du chêne liège.

**Tableau 02** : les caractéristiques botaniques et reproductrices du chêne liège.

**Tableau 03** : composition chimique du liège.

**Tableau 04** : Propriétés physiques et mécaniques du liège.

**Tableau 05** : La production mondiale du liège.

**Tableau 06** : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) d'El-Taref pour la période 1997-2005.

**Tableau 07** : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) corrigées par rapport à l'altitude moyenne des forêts étudiées (731m).

**Tableau 07 (A)** : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la forêts Nahel à (100m).

**Tableau 07 (B)** : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Laach Lahmar à (75m).

**Tableau07 (C)** : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Day Ezzitoun à (3m).

**Tableau 08** : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) d'El- Taref pour la période de 1997-2005.

**Tableau 09** : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l'altitude moyennes des stations étudiées Nahal 100m Laach Lahmar 75m Day Ezzitoun 3m.

**Tableau 09 (A)** : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l'altitude moyennes de la station Nahal à (100 m).

**Tableau 09 (B)** : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l'altitude moyennes de la station Laach Lahmar à (75 m).

## Liste des tableaux

---

**Tableau 09 (C) :** Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l'altitude moyennes de la station Day Ezzitoun à (3m).

**Tableau 10 :** distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur.

**Tableau 11 :** Distribution des pores par classe de diamètre des trois stations :

**Tableau 12 :** résultats de l'analyse de la variance et de teste de NEWMAN et KEULS.

**Tableau 13 :** valeurs propres des axes (pourcentages expliqués par les 4 premiers axes).

**Tableau 14 :** cosinus carres des variables.

**Tableau 15 :** Résultats de la matrice de corrélation.

**Figure 01** : répartition géographique dans le monde.

**Figure 02** : superficies estimées des forets de chêne liège.

**Figure 03**: Aire de répartition du chêne liège en Algérie.

**Figure 04** : aire de répartition du chêne liège à l'échelle de la wilaya de TO.

**Figure 05** : quelques caractères botanique et forestier du chêne liège.

**Figure 6** : Coupe schématique d'un tronc de chêne liège

**Figure 7**: Tronc d'un chêne liège dans sa troisième récolte.

**Figure 8** : Carte actuelle d'El Kala.

**Figure 9** : Diagramme ombrothermique de la station d'El Kala.

**Figure 10** : Dépôt du liège.

**Figure 11** : Les éprouvettes utilisées pour le calcul de l'épaisseur sous croute du liège.

**Figure 12** : Méthode de mesure de l'épaisseur sous croute du liège à l'aide d'un logiciel GIMP

**Figure 13** : Les éprouvettes utilisées pour la mesure de la porosité.

**Figure 14** : les mesures des diamètres ( $d_1$  et  $d_2$ ) des pores par le GIMP.

**Figure 15** : La mesure de la longueur des lenticelles par le GIMP.

**Figure 16** : Les éprouvettes utilisées pour la mesure de la densité (à droite) et la balance de mesure de la masse des éprouvettes (à gauche).

**Figure 17** : Les différentes étapes suivies lors de la réalisation de nos éprouvettes pour les différentes mesures effectuées.

**Figure 18** : distribution des l'épaisseur du liège des trois stations

**Figure 19** : Distribution des planches de liège par classes commerciales d'épaisseur

**Figure 20**: Distribution de nombres de pores

**Figure 21** : Distribution de la superficie moyenne des pores

**Figure 22** : Distribution du Coefficient de porosité des trois stations

**Figure 23** : la distribution des lenticelles dans les trois stations

**Figure 24** : Distribution des surfaces des lenticelles des trois stations

**Figure 25** : Distribution du Coefficient de lenticelles des trois stations.

**Figure 26** : Distribution de la densité des trois stations

**Figure 27**: distribution de l'épaisseur moyenne du liège des arbres des trois stations.

**Figure 28**: variabilité de nombre des pores des arbres des trois stations.

**Figure 29:** Distribution de la superficie moyenne des pores des trois stations.

**Figure 30:** Distribution de coefficient de porosité des arbres des trois stations.

**Figure 31 :** Distribution de nombre de lenticelles des trois stations.

**Figure 32:** Distribution de superficie moyenne des lenticelles des trois stations.

**Figure 33 :** Distribution de coefficient des lenticelles des trois stations

**Figure 34 :** Distribution de densité des trois stations.

**Figure 35 :** Projection des individus sur le plan factoriel (1x2)

## **Résumé :**

La variation stationnelle de la qualité du liège a été caractérisée pour trois subéraies de la région d'el kala, cas des stations Day ezitoune, Laach lahmar et Nahal par un prélèvement d'échantillons sur 10 arbres par peuplement. En moyenne, l'épaisseur du liège était de 37,13 mm, dont 90 % du total appartenant aux classes commerciales supérieur à 27 mm ; aptes au bouchonnage, et 10% inférieurs à 27 mm orientés vers d'autres utilisations. La porosité mesurée par analyse d'image est de l'ordre de 6.64 % ceci classe le liège des subéraies étudiées dans la catégorie des lièges 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 une grande variabilité de la qualité du liège entre les stations et entre les arbres d'une même station. Ceci pourrait être dû surtout au taux d'humidité élevé qui caractérise les stations de basses altitudes de la région d'El kala.

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

## **Abstract :**

The stationary variation in the quality of the cork was characterized for three cork forests in the el kala region, the case of the Day ezitoune, Laach lahmar and Nahal stations, by taking samples from 10 trees per stand. On average, the thickness of the cork was 37.13 mm, of which 90% of the total belonged to commercial classes greater than 27 mm; suitable for capping, and 10% less than 27 mm oriented towards other uses. The porosity measured by image analysis is of the order of 6.64%, this classifies the cork of the cork forests studied in the category of very porous corks. 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 a great variability in the quality of cork between stations and between trees at the same station. This could be mainly due to the rate humidity that characterizes the low altitude stations in the El kala region.

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