

République algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique

UNIVERSITÉ Mouloud MAMMERI de TIZI-OUZOU

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences agronomiques

Département des sciences agronomiques



# MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES



*En vue de l'obtention du*

**Diplôme d'Ingénieur d'État en Sciences agronomiques**

Spécialité : Foresterie

Option : Foresterie

**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 Lahmam, Forêt Nahal**

**Présenté par** : Melle AMIROUCHE Mounira

**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 : 2020/2021

République algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique

UNIVERSITÉ Mouloud MAMMERI de TIZI-OUZOU

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences agronomiques

Département des sciences agronomiques



# MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES



*En vue de l'obtention du*

**Diplôme d'Ingénieur d'État en Sciences agronomiques**

Spécialité : Foresterie

Option : Foresterie

## 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 Lahmam, Forêt Nahal**

**Présenté par** : Melle AMIROUCHE Mounira

**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 CHENOUN K.

Maître assistant A. (U.M.M.T.O)

Promotion :2020/2021

# Remerciements

Tout d'abord nous rendons grâce à Dieu, lui qui nous a permis d'être ce que nous sommes et qui nous a donné la force de continuer à nous battre pour réaliser nos objectifs.

Je tiens à remercier très profondément :

Monsieur Metna B. Maître assistant chargé de cours à l'UMMTO pour avoir proposé ce thème et accepté de diriger le travail.

Monsieur Asmani A. maître assistant chargé de cours à l'UMMTO. D'avoir fait l'honneur de présider de jury.

Monsieur Chenoun K. maître assistant chargé de cours à l'UMMTO pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Enfin je tiens à remercier tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans la réalisation de ce modeste travail, en particulier mon camarade, Mr Smail Samy.



## Je dédie ce travail à :

Ma mère Hakima qui nous a quittés le 02 /03 /2017, puisse dieu l'accueillir dans son vaste paradis.

Mon père Mouhammed pour tous les sacrifices, son amour, sa tendresse, son soutien tout au long de mes études.

Mon frère Lounes et ma petite sœur Ramia.

À toute la famille, Amirouche et la famille Ait Gaccem.

Mes chers amis de loin et de près, pour leurs encouragements permanents et leurs soutiens morale.

Je vous remercie tous.



AMIROUCHE Mounira

# Sommaire

<b>CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	<b>4</b>
I.1. HISTORIQUE .....	4
I.2. GÉNÉRALITÉS SUR LE CHÊNE-LIÈGE .....	5
I.2.1. Taxonomie du chêne-liège .....	5
I.2.2. Quelques appellations du chêne-liège .....	5
I.2.3. Répartition du chêne-liège .....	5
I.2.3.1. Aire de répartition mondiale .....	5
I.2.3.2. Aire de répartition en Algérie .....	6
I.2.3.3. En Kabylie .....	6
I.2.4. Problèmes de la subéraie Algérienne .....	6
I.2.5. Principales caractéristiques botaniques du chêne-liège .....	6
I.2.6. Écologie du Chêne-liège. ....	7
I.2.7. Composition floristique.....	8
I.2.8. Principaux hôtes pathogènes du chêne-liège.....	9
I.2.8.1. Les champignons .....	9
I.2.8.2. Les insectes.....	10
I.2.8.3. AUTRES CAUSES DE DÉPÉRISSEMENT.....	11
I.3. GÉNÉRALITÉ SUR LE LIÈGE.....	12
I.3.1. Définition du liège.....	12
I.3.2. Formation .....	12
I.3.3. Propriétés physiques du liège (source : Institut Català del Suro).....	13
I.3.4. Structure et composition.....	14
I.3.4.1. Composition générale .....	14
I.3.5. Les accroissements du liège .....	14
I.3.6. Défauts du liège.....	15
I.3.7. Récolte et utilisation du liège .....	15
I.3.7.1. Démasclage et levée .....	15
I.3.7.1.1. Premier écorçage.....	16
I.3.7.1.2. Second écorçage.....	16
I.3.7.1.3. Troisième écorçage .....	16
I.3.7.2. Écorçage .....	16
I.3.7.3. Marquage .....	17
I.3.7.4. La période de repos.....	17

I.3.8. Domaines d'utilisation du liège.....	17
I.4. PRODUCTION DU LIEGE.....	18
I.4.1. Production mondiale .....	18
I.4.2. Production du liège en Algérie.....	18
I.4.3. Aspect économique .....	19
<b>CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>21</b>
II.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE .....	21
II.2. ÉTUDE CLIMATIQUE.....	21
II.2.1. Température .....	22
II.2.2. Précipitations: .....	23
II.2.1. DiagrammeOmbrothermiqueBAGNOULSetGAUSSEN: .....	25
II.3. METHODED'ECHANTILLONNAGE: .....	26
II.4. MESURE DES VARIABLES .....	26
II.4.1. Épaisseur du liège .....	26
II.4.2. Outil et méthode de mesure .....	27
II.4.2.1. Le General Image Manipulation Program (GIMP) .....	27
II.4.2.2. Méthode de mesure .....	27
II.4.3. Méthode de traitement des données.....	29
II.4.3.1. Traitements graphiques .....	29
II.4.3.2. Courbes des accroissements du liège .....	29
II.4.3.2.1. Les accroissements individuels .....	29
II.4.3.2.2. Les accroissements de séries de synthèse.....	29
II.4.3.3. Les accroissements cumulés des séries de synthèse.....	29
II.4.4. Traitements statistiques.....	29
II.4.4.1. Analyse descriptive des données.....	29
II.4.4.1.1. La moyenne .....	29
II.4.4.1.2. L'écart type ( $\sigma$ ).....	29
II.4.4.1.3. Le coefficient de variation (CV).....	30
II.4.4.1.4. Coefficient d'aplatissement « Kurtosis ».....	30
II.4.5. Analyse de la variance .....	30
II.4.6. Sensibilité moyenne (Mean sensitivity).....	30
II.4.7. Coefficient d'interdatation.....	30
<b>CHAPITRE III : PRESENTATION DES RESULTATS .....</b>	<b>32</b>
III.1. RESULTATS DES EPAISSEURS DES CERNES DU LIEGE .....	32
III.2. ÉTUDE DES ACCROISSEMENTS DU LIEGE .....	34

III.2.1. Les accroissements individuels .....	34
III.2.1.1. La station de Day Ezzitoun .....	34
III.2.1.2. La station de Laach Lahmar .....	35
III.2.1.3. La station de Nahal .....	35
III.2.2. Chronologie maitresse .....	36
III.2.3. Les courbes cumulées .....	36
III.2.3.1. La sensibilité moyenne .....	37
III.2.3.2. Coefficient d'interdatation .....	38
III.2.4. Données statistiques des stations .....	38
III.2.4.1. Kurtosis .....	38
III.2.4.2. Variation stationnelle des épaisseurs du liège. ....	39
III.2.4.3. Variation stationnelle des accroissements du liège.....	39
III.3. RESULTATS DE L'ANALYSE DE LA VARIANCE.....	41
III.3.1. ANOVA des accroissements des cernes.....	41
III.3.2. Analyse de la variance de la variable accroissement en fonction des facteurs station et temps. .	42
<b>CHAPITRE IV : INTERPRETATION ET DISCUSSIONS DES RESULTATS .....</b>	<b>45</b>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>50</b>

## Liste des figures

Figure 1 : Aire de répartition du chêne-liège dans le monde (Eriksson et al., 2015) .....	5
Figure 2 : Répartition du chêne-liège en Algérie.....	6
Figure 3 : Coup transversal d'un tronc de chêne liège.....	12
Figure 4 : Formation de liège.....	12
Figure 5 : Dépôt de liège.....	17
Figure 6 : Évolution de la production du liège en Algérie (Source: Ouelmouhoub, 2005).....	18
Figure 7 : Carte régionale de la commune d'El Kala (source : <a href="http://www.algerie-monde.com">http://www.algerie-monde.com</a> ).....	21
Figure 8 : Diagramme ombrothermique de la station d'El Kala .....	26
Figure 9 : Méthodes d'échantillonnage (Source : BenBoudjemaHayet et SadouSamira, 2018).....	26
Figure 10 : Prélèvement des éprouvettes de liège pour mesurer l'épaisseur des cernes.....	26
Figure 11 : Interface vierge du logiciel GIMP .....	27
Figure 12 : Capture d'écran illustrant le glisser-déposer de notre image à calculer.....	28
Figure 13 : Capture d'écran illustrant la méthode de mesure des épaisseurs des cernes.....	28
Figure 14 : Distribution des épaisseurs du liège des trois stations .....	33
Figure 15 : Distribution des planches du liège par classe commerciale d'épaisseur. ....	34
Figure 16 : Courbes des accroissements annuels du liège calculées pour chaque arbre de la station de Day Ezzitoun .....	34
Figure 17 : Courbes des accroissements annuels du liège calculées pour chaque arbre de la station de Laach Lahmar.....	35
Figure 18 : Courbes des accroissements annuels du liège calculées pour chaque arbre de la station de Nahal .....	35
Figure 19 : Accroissements annuels des trois stations (courbe maîtresse) .....	36
Figure 20 : Les accroissements courants moyens cumulés des trois stations .....	37
Figure 21 : Moyennes des épaisseurs du liège sur le facteur stations.....	39
Figure 22 : Moyennes des épaisseurs du liège en fonction du facteur arbre .....	39
Figure 23 : Moyennes des accroissements du liège en fonction du facteur station .....	40
Figure 24 : Moyennes des accroissements du liège en fonction du facteur temps .....	40

# Liste des tables

Tableau 1 : Évolution du liège et du chêne-liège à travers les siècles .....	4
Tableau 2 : Principales caractéristiques botaniques et dendrologiques du chêne-liège.....	7
Tableau 3 : Quelques champignons .....	9
Tableau 4 : Insecte sur le chêne-liège .....	10
Tableau 5 : Phénomènes nuisibles pour l'arbre du chêne-liège.....	11
Tableau 6 : Propriétés physiques du liège.....	13
Tableau 7 : Composition chimique du liège (source : fédération française du liège).....	14
Tableau 8 : Les 5 étapes de l'écorçage .....	16
Tableau 9 : Domaines d'utilisation du liège. ....	17
Tableau 10 : Production mondiale du liège. ....	18
Tableau 11 : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) d'EL Taref pour la période 1997-2005	22
Tableau 12 : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Nahal à (100m).....	22
Tableau 13 : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Laach Lahmar à (75m). ....	23
Tableau 14 : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Day Ezzitoun à (3m).....	23
Tableau 15 : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) d'El-Taref pour la période de 1997-2005. ....	24
Tableau 16 : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Nahal à (100 m).....	24
Tableau 17 : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Laach Lahmar à (75 m). ....	24
Tableau 18 : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Day Ezzitoun à (3m). ....	25
Tableau 19 : Les résultats de l'analyse descriptive de l'épaisseur des cernes de liège .....	32
Tableau 20 : Distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur .....	33
Tableau 21 : Sensibilité moyenne des chronologies individuelles des différentes stations.....	37
Tableau 22 : La sensibilité moyenne des chronologies maitresses.....	38
Tableau 23 : Le coefficient d'interdatation des séries de synthèse.....	38
Tableau 24 : Comparaison entre les sensibilités moyennes des chronologies maitresses et les coefficients d'interdatation des séries de synthèse.....	38
Tableau 25 : Paramètres statistiques des épaisseurs des cernes.....	38
Tableau 26 : Résultats de l'analyse de la variance et du test de NEWMAN et KEULS de la variable Épaisseur des cernes .....	41

Tableau 27 : Groupes homogènes du facteur arbre .....	41
Tableau 28 : Résultats de l'analyse de la variance des facteurs (Station-Temps) .....	42
Tableau 29 : Les groupes homogènes établis par le test de NEWMAN et KEULS pour le facteur temps (l'épaisseur des cernes de liège). .....	43

## Listedes abréviations

Alt : Altitude.

BG : Station de Oued Bougous.

C.M : Carré moyen.

C° : Degré Celsius.

CV % : Coefficient de variation.

D.D.L : Degré de liberté.

DGF : Direction générale des forêts.

Dr : Erreur relative.

Dstl : Densité du liège.

Ep : Épaisseur du liège.

F.F.L : Fédération française du liège.

F.obs : Fonction observée.

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

G : groupe.

GGR : groupe de génie rural.

GIMP : General Image Manipulation Program.

h : Humidité du milieu.

Ha : Hectare.

HS : hautement significatif.

IML : institut méditerranéen du liège.

K : Degré de liberté (ddl = n-2).

KH : La station de Zitouna.

km<sup>2</sup> : Kilomètre carré.

M : Température maximale du mois le plus chaud

m : Moyenne de la température minimale du mois le plus froid.

m : Mètre.

mm : Millimètre.

NS : Non significatif.

P : Précipitations.

Prob : Probabilité.

Q2 : quotient pluviothermique d'Emberger.

Qx : Quintaux.

r : Coefficient de corrélation.

S : significatif.

SBZ : La station de Sidi Bouzid.

S.C.E : Somme des carrés des écarts.

THS : très hautement significatif.

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

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

Vh : volume du liège à la même humidité h.

$\alpha$  : Seuil de signification.

$\sigma$  : écart-type.

# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

# INTRODUCTION

Le chêne-liège (*Quercus suber* L) est une essence forestière noble, remarquable et d'une grande valeur économique. Elle est caractérisée par une écorce subéreuse qui se renouvelle après chaque exploitation et ayant des qualités spécifiques de légèreté, de souplesse, et d'élasticité. Le chêne-liège est utilisé pour ses glands dans l'alimentation des animaux, pour son bois dans la construction et le chauffage mais c'est avec son écorce (liège) qu'il acquiert toutes ses lettres de noblesse. Il est utilisé dans divers domaines, notamment la construction, l'isolation, l'artisanat et principalement dans la fabrication des bouchons pour les bouteilles de vin. Il est très apprécié dans le monde du vin pour sa fiabilité et ses propriétés mécaniques et chimiques.

Le chêne-liège est une essence qui couvre le bassin méditerranéen occidental et la côte atlantique de l'Europe du sud. On la rencontre dans sept pays seulement : Portugal, Espagne, Italie, France, Algérie, Maroc et Tunisie. L'Algérie se classait au 3ème rang avec 21% de la superficie totale et 4% de la production mondiale de liège. Cette dernière est estimée à 15000 tonnes par an (AMORIM, 2012). Comparativement aux autres essences, le chêne-liège en Algérie représente 11% de la superficie forestière nationale, et se classe en 2ème position après le pin d'Alep (DGF, 2007). Il occupe l'atlas tellien de Tlemcen à Souk Ahras. Les régions subéricoles par excellence sont situées au centre-est du pays (Tizi Ouzou, Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba, El-Tarf, Guelma et Souk Ahras). Les subéraies situées à l'ouest se retrouvent principalement à Tlemcen, Chlef, Tipaza, Ain-Defla, Mascara et Oran (DGF, 2008). Du point de vue économique, le liège constitue en soi une ressource forestière durable, et la plus rentable des espèces forestières pour l'Algérie.

L'épaisseur est une des caractéristiques majeures pour l'appréciation de la qualité bouchonnable d'une planche de liège. Le cycle de production du liège comprend normalement 9 à 10 ans de croissance entre déliégeages, ce qui assure une épaisseur de liège suffisante pour le bouchonnage (Feirera et al, 1999). L'addition des différentes couches d'accroissement du liège produites annuellement entre deux écorçages forme l'épaisseur d'une planche de liège. Chaque année l'arbre produit une épaisseur de liège variant de 1 à 10 mm suivant l'âge de l'écorce.

Selon IPROCOR (1999), les accroissements annuels du liège dépendent des conditions climatiques de l'année précédente, de l'état sanitaire de l'arbre et des conditions écologiques. Un liège est reconnu de meilleure qualité lorsque généralement il présente des accroissements réguliers.

Le potentiel de la production des forêts de chêne-liège en Algérie a considérablement diminué au cours de ces dernières années et ceci est probablement dû au processus de dégradation causé le plus souvent par des incendies répétés dans de mêmes forêts, le vieillissement des suberaies, les délits des défrichements et à la gestion irrationnelle de nos subéraies. (Abdemziem et Nekkrouche, 2002).

Plusieurs auteurs ont évoqué le processus de formation des accroissements annuels du liège et ont proposé une classification commerciale à chaque épaisseur. Les études les plus complètes sont les œuvres de Lamey (1893) ; Saccardy (1937) ; Boudy (1950) et principalement Natividade (1956) qui avait abordé tous les aspects techniques, scientifiques et économiques de la production de liège au Portugal. D'autres se sont intéressés à la croissance de l'arbre en relation avec le milieu physique et le climat.

En Algérie, peu de travaux ont été effectués sur la qualité et le classement du liège des différentes zones de production parmi eux, nous citons Metna (2003), Amir et Himed (2005), Bengana et Ali Ahmed (2006) au niveau des subéraies orientales de la wilaya de Tizi-ouzou ; Amirat (2007), Douzene (2007) et Roula (2011) au niveau de la suberaie de la wilaya de Jijel ; Lokmane et Edjikouane (2009), Gabis et Boukerb (2009), Ben Said et Ben Yahia (2011) au niveau de la suberaie de la wilaya d'El Tarf et Dahane (2006), Houacine et Meliani (2017) au niveau des subéraies du nord-ouest de l'Algérie.

La vraie valeur du liège de reproduction en Algérie reste inconnue. On se base sur l'avis global des transformateurs venant estimer le liège déposé dans les parcs et les dépôts. Selon Roula (2011), c'est un constat subjectif du calibre et de la porosité des planches de liège empilées qui décide des prix de vente.

La production nationale du liège chute de plus en plus et selon Dehane (2012), c'est une conséquence des estimations basées sur le point de vue visuel et nos productions se vendent à des prix engendrant des pertes économiques énormes.

Notre étude intervient dans ce contexte, afin de contribuer à donner une vraie estimation de la qualité de notre production, on se focalisant sur l'étude des accroissements du liège de quelques subéraies d'El Kala, ainsi que l'influence de quelques variables écologiques et environnementales qui influent sur nos sujets.

Notre étude est scindée en quatre chapitres :

- ❖ Chapitre I : Synthèse bibliographique.
- ❖ Chapitre II : Matériel et méthodes.
- ❖ Chapitre III : Résultats et interprétation.
- ❖ Chapitre IV : Discussion.

# **CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**

## CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### I.1. Historique

Le contenu de ce titre est tiré d'un Article rédigé par [Alexandra Stoecklin](#), 2 avril 2020. (liegeevasion.fr)

L'**histoire du liège** débute 3 000 ans av. J.-C. dans le **monde antique**. La Chine, l'Égypte, Babylone et la Perse l'utilisent dans leurs objets du quotidien pour ses nombreuses propriétés déjà clairement identifiées.

**Tableau 1 : Évolution du liège et du chêne-liège à travers les siècles**

Période	Principaux points de révolution
Il y a 5 000 ans : Découverte antique	Le liège était utilisé dans les flotteurs de pêche, chaussures, bouées, bondes de barriques et certaines parties des toitures. Impressionnés par les qualités de régénération de l'écorce, les personnages savants de l'époque et les philosophes font alors l'apologie de cette matière étonnante.
100 ans avant J.-C. : Les prémices du bouchon de liège	Des amphores contenant des traces de vin et fermées d'un morceau de liège sont identifiées à Pompéi et Rome. Les feuilles du chêne-liège servent à couronner les vainqueurs d'épreuves sportives et le chêne-liège était associé au dieu Jupiter.
13e siècle : Protection environnementale du liège	Dès le 13e siècle, le Portugal édita des lois afin de garantir la conservation des subéraies
17e siècle : Découverte cellulaire	Le liège arrive sous un microscope pour la première fois sous la manipulation du physicien Robert Hooke. En France, Dom Pierre Pérignon est le premier à utiliser le liège pour fermer les bouteilles du célèbre champagne.
18e siècle : Accroissement de la production de liège	L'exploitation des <b>subéraies</b> Espagnoles et Portugaises s'intensifient face à la demande croissante en <b>liège</b> dans le monde. Le <b>liège</b> commence à s'inviter dans à peu près tous les usages.
19e siècle : Du liège au linoléum	Le <b>liège</b> s'exporte en France, en Italie et en Tunisie. La Russie commence également la plantation de <b>forêts de chênes-lièges</b> . Création du linoléum qui n'est autre que du liège recouvert d'huile de lin.
20e siècle : Conquête de tous les secteurs économiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Les bouchons de liège deviennent indispensables dans l'industrie viticole.</li> <li>➤ Le liège gagne le monde automobile à travers sa présence dans les courroies de transmission et les pneumatiques.</li> <li>➤ Le liège équipe les véhicules de l'armée.</li> <li>➤ Production des premiers carrelages en liège aggloméré avec pelliculage vinylique.</li> </ul>
21e siècle : Le liège écologique et design	<p>Les mille vertus du liège découvertes au fil des millénaires en font un matériau exceptionnel utilisé dans les domaines suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pêche et accessoires de flottaison</li> <li>➤ Bouchonnage</li> <li>➤ Technologies de pointe</li> <li>➤ Industrie pharmaceutique</li> <li>➤ Aéronautique</li> <li>➤ Automobile</li> <li>➤ Génie civil</li> <li>➤ Hydraulique</li> <li>➤ Mobilier écologique et design</li> </ul>

## I.2. GÉNÉRALITÉS SUR LE CHÊNE-LIÈGE

### I.2.1. Taxonomie du chêne-liège

Le chêne-liège a été décrit pour la première fois par Linné en 1753. Le chêne-liège est relativement polymorphe, de nombreuses variétés ont été décrites (Nativadade, 1956). Aime, (1976), signale que le genre *Quercus* pose un problème polygénique qui n'est toujours pas résolu, il met l'accent sur le problème posé par *Quercus suber* et les espèces voisines telles que *Quercus pseudo suber* et *Quercus cerris*. (In Smail Samy et Mohammedi Lounis, 2021)

La systématique du chêne-liège selon (Quezel, 1979) est comme suit

Embranchement	:	Spermaphytes	Famille	:	Fagacées
Sous embranchement	:	Angiospermes	Sous famille	:	Quercinées
Classe	:	Dicotylédones	Genre	:	<i>Quercus</i>
Ordre	:	Fagales	Espèce	:	<i>Quercus suber</i> L

Le genre *Quercus* est le genre le plus important de la famille des Fagacées, un genre qui comprend de 200 à 500 espèces dont 6 existe en Afrique du Nord (El Antry Tazy et al., 2008).

### I.2.2. Quelques appellations du chêne-liège

Espagne : Alcornoque, Alzinasurera  
France : Chêne-liège

Italie : Sughera  
Portugal : Sobreiro

En Kabylie, le chêne-liège est nommé Igui et le liège est nommé suivant les régions (Aqecuc, Iferki, Axnac...)

### I.2.3. Répartition du chêne-liège

#### I.2.3.1. Aire de répartition mondiale

Le chêne-liège est circonscrit à la région de la méditerranée occidentale et déborde le long du sud de la façade atlantique, où les influences de la mer et de l'océan permettent de tempérer la grande amplitude des oscillations thermiques et l'aridité de la saison d'été du climat méditerranéen au sens strict (Cantat et al., 2005).

C'est une essence endémique de la méditerranée occidentale. Débordant sur les côtes atlantiques depuis le Maroc jusqu'au golfe de Gascogne entrent les latitudes Nord 31 et 45 (Fig1) (Zeraia, 1981 ; Piazzetta, 2005). (In Smail Samy et Mohammedi Lounis, 2021)

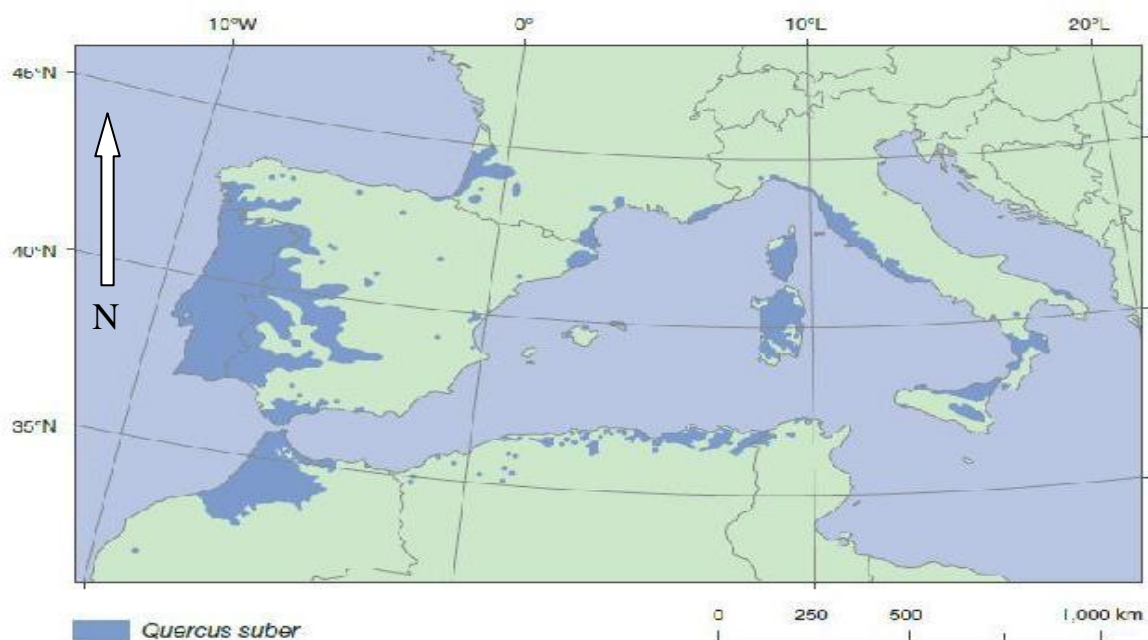


Figure 1 : Aire de répartition du chêne-liège dans le monde (Eriksson et al., 2015)

### I.2.3.2. Aire de répartition en Algérie

Le chêne-liège est une espèce forestière principale en Algérie, tant en raison des 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 tunisiennes et s'étendent du littoral méditerranéen au Nord aux chaînes telliennes au sud, sur une largeur ne dépassant pas les 100 km (Bouhraoua, 2003). Yessad (2000), a montré que les subéraies Algériennes couvrent trois faciès : l'occidental montagnard, l'oriental littoral et l'oriental montagnard (Fig. 2). (In Smail Samy et Mohammedi Lounis, 2021)

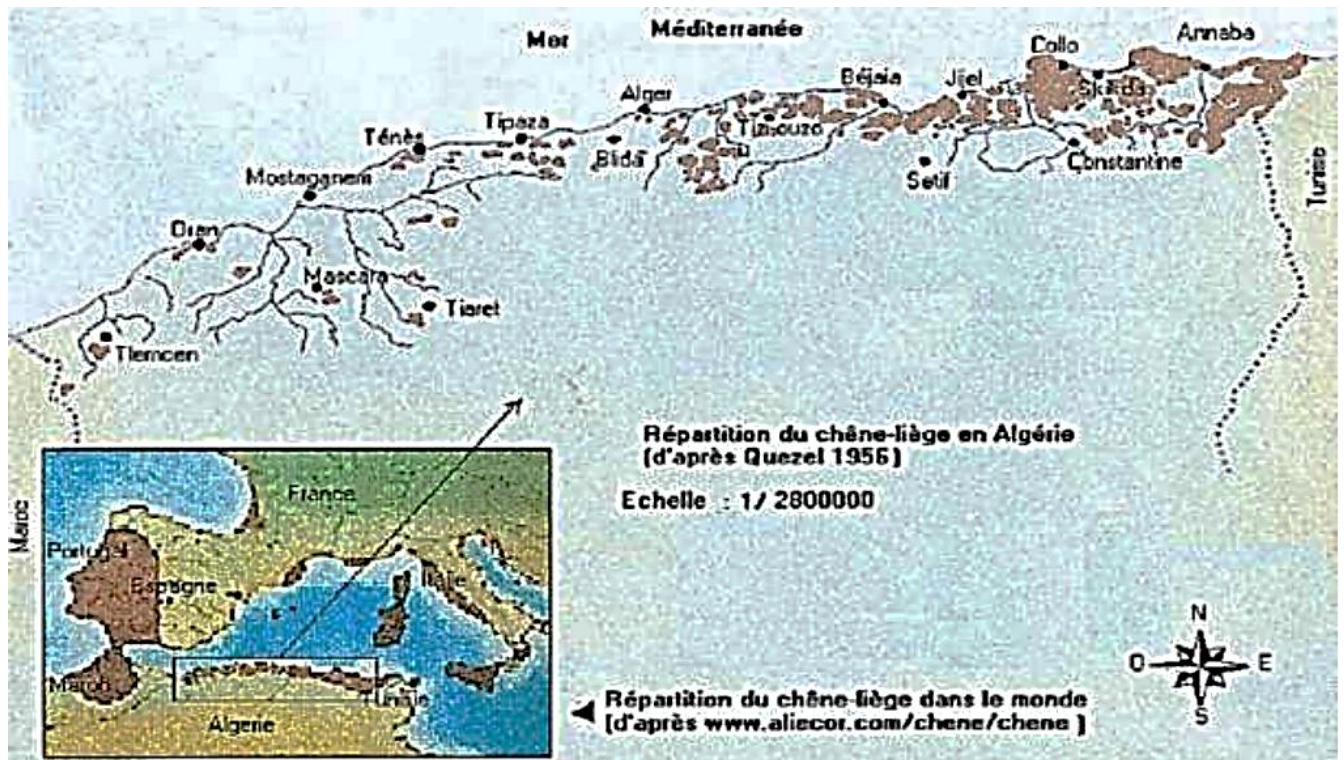


Figure 2 : Répartition du chêne-liège en Algérie

Source : Quézel, 1956

### I.2.3.3. En Kabylie

Selon Boudy (1955), le chêne-liège des forêts domaniales de Kabylie occupait une superficie globale d'environ 18176,4 ha dont 17000 ha représentant des subéraies communales et privées, de nos jours la conservation des forêts de Tizi-Ouzou les estime à 23000 ha superficie globale, dont seuls 16340 ha constituent de véritables subéraies.

### I.2.4. Problèmes de la subéraie Algérienne

Malgré la superficie importante couverte par cette espèce, elle reste néanmoins moins étudiée et plusieurs facteurs de dégradation ont contribué à sa régression : absence de la régénération naturelle par glands ou par rejet de souches, exploitations abusives et surpâturage. Par ailleurs, l'absence d'outils scientifiques performants pour évaluer la ressource, complique davantage la gestion de ces peuplements (Merouaniet al 2000).

### I.2.5. Principales caractéristiques botaniques du chêne-liège

Le chêne-liège est un arbre de taille moyenne de 10 à 15 mètres, peut atteindre 20 à 25 m, la cime est irrégulière, s'étalant en longueur, l'arbre présente un couvert léger laissant passer la lumière. À l'état isolé, le tronc est couvert de grosses branches étalées, quand il vit en massif le tronc est plus droit et plus long.

L'arbre peut vivre jusqu'à 300 ans, mais les levées successives de liège diminuent fortement cette remarquable longévité à environ 200 ans.

Le tableau 01 récapitule les principales caractéristiques botaniques et dendrologiques de cette espèce.

**Tableau 2 : Principales caractéristiques botaniques et dendrologiques du chêne-liège.**

<b>Appareil végétatif</b>	Taille	10 à 12m (arbre de moyenne grandeur) peut atteindre 20 à 22 m dans des conditions favorables pour les arbres non écorcés (Boudy,1952 ; Dessain et Tondelier, 1991)
	Tronc	3 à 4m (tronc court se ramifie à une faible hauteur.), (Yessad, 2000).
	Cime	Étalée en peuplements clairs, élancée dans les peuplements denses. (IML, 1997).
	Longévité	150 ans en moyenne (Seigue ,1985) peuvent atteindre 200 à 250 ans en Algérie et au Maroc.
	Racines	Pivotantes en sol profond deviennent latérales en présence de roches avec développement d'une chevelure dans le premier horizon du sol.
	Rameaux	Se subdivisent à partir de 3 à 4 ans, de forme sinueuse chez les jeunes peuplements, plus tard, ils deviennent brun clair. Les rameaux de l'année sont grêles, et deviennent plus robustes avec l'âge.
<b>Appareil reproducteur</b>	Bourgeons	De formes ovoïdes, de longueur de 2 à 3mm (Natividade, 1956) ; protégés par des bractées tomenteuses (Messaoudene et Megani, 2000)
	Feuilles	De forme ovale à longueur de 5cm. Face supérieure de couleur vert foncé et lissée. Face inférieure blanchâtre et tomenteuse, persistance de 2 à 3 années. Renouvellement partiel chaque année (Boudy, 1952 ; Seigue, 1985). Pétiole court.
	Fleurs	Les fleurs mâles : en grappes de 4 à 8 cm apparaissent sur les rameaux de l'année précédente. Les fleurs femelles : poussent isolées ou en groupes de trois maximums sur les rameaux de l'année en cours. Leurs cupules protectrices se retrouveront sur les futurs glands. (I.M.L ,2006).
	Fruits	Fructification à partir de 15 ans et abondante dès 30 ans. Elle se poursuit jusqu' à 100 ans et même 180 ans. Glands allongés et enchâssés dans une capsule, écailles de longueur égale à 4cm environ (Seigue, 1985).
	Régénération	Rejette vigoureusement après la coupe à blanc.

### **I.2.6. Écologie du Chêne-liège.**

Le cumul des exigences particulières du chêne-liège vis-à-vis du climat et du sol décide de son implantation. Écologiquement plastique, il se développe en conditions humides et subhumides du niveau de la mer jusqu'à 2000 m d'altitude, mais sa croissance optimale se produit jusqu'à 600 m d'altitude (Pereira, 2007). En effet, le chêne-liège est une essence plus méditerranéenne atlantique que franchement méditerranéenne. Son absence en Méditerranée orientale est, en particulier, liée à l'allongement et à l'intensification de la sécheresse estivale parallèle à l'accroissement des phénomènes de continentalité

(Quezel, 1976). Sur le climogramme d'Emberger, le chêne-liège se situe essentiellement au niveau des variantes chaude et tempérée des bioclimats méditerranéens humide et subhumide.

Pour Zeraia (1981), les suberaies Algériennes littorales appartiendraient plutôt au subhumide tempéré, tandis que celles de la zone tellienne, elles appartiendraient au subhumide à humide frais. Le chêne-liège se développe bien avec des précipitations annuelles moyennes de 600-800 mm, mais il peut toujours survivre avec une pluviométrie très basse au-dessous de 400 mm.

Cependant, on considère habituellement que le développement équilibré de l'espèce peut être assuré avec une pluviométrie annuelle minimale de 500 mm (Pereira, 2007). En ce qui concerne la distribution saisonnière des précipitations, le chêne-liège est adapté au climat de type méditerranéen avec des précipitations se concentrant en automne et hiver et où au cas échéant il pleut très peu en été. En Algérie, le chêne-liège s'étend sur une aire recevant annuellement entre 600 mm (Ben chicao) à 1400 mm de pluie (Ain-El-Kseur), soit une moyenne de 960 mm. Le facteur précipitation demeure le facteur essentiel en matière de production subéro-ligneuse (Zeraia, 1981).

Il exige une humidité atmosphérique d'au moins 60 %, notamment durant la saison sèche (Maire, 1926 ; Saccardy, 1937 ; Boudy, 1950).

Le chêne-liège demeure le chêne le plus frileux des chênes méditerranéens à feuilles persistantes (Seigue, 1985). Il demande une température moyenne annuelle assez élevée de 13 à 18 °C (Boudy, 1950 ; Vignes, 1990) et redoute les gelées persistantes à -5 °C. L'élongation du bourgeon du chêne-liège exige un seuil thermique, soit un minimum de température supérieure à 0 °C avec un maximum ne dépassant pas 20 °C (Zeraia 1981).

Le chêne-liège exige également une forte insolation, c'est une essence dite héliophile ou de pleine lumière, il accepte mal le couvert (Saccardy, 1937).

Sur le plan édaphique, le chêne-liège à un tempérament d'espèce calcifuge. Il préfère les terrains sableux et profonds, surtout issus de roches riches en sable et pauvres en calcaire actif telles que les grès (Maire, 1926 ; Boudy, 1956 ; Pereira, 2007). Cependant, vu son système racinaire pivotant, il redoute les sols argileux compacts.

### **I.2.7. Composition floristique**

Le couvert léger du chêne-liège et la nature siliceuse des sols sur lesquels il pousse, contribuent à faciliter le développement d'un sous-bois abondant et dense au point d'être impénétrable (Seigue, 1985). Ainsi, les phytosociologues distinguent diverses associations du chêne-liège dont ils forment l'alliance Quercion suberis. Cette alliance présente des faciès différents suivant l'altitude et le pays, mais on peut y retrouver dans presque tous les cas le cortège floristique suivant (Zeraia, 1981 ; Messaoudene K., 2000. Guerfi, 2001) :

Erica arborea : bruyère arborescente  
 Asphodelus microcarpus : asphodèle à petits fruits  
 Arbutus unedo : arbousier.  
 Arisarum vulgare : arum  
 Rubia peregrina : garance voyageuse  
 Eryngium tricuspdatum : panicaut à trois épines  
 Lonicera implexa : chèvrefeuille de Mahon  
 Simenthis planifolia : lys Kerry  
 Pulicaria odora : viola adora  
 Rubus ulmifolius : la ronce à feuilles d'orme

Asparagus acutifolius : asperge sauvage  
 Sanguisorba minor : pimprenelle  
 Brachypodium sylvaticum : brachypode des bois  
 Centaurea sp : centaurées  
 Bellis silvestris : pâquerette des bois  
 Teucrium atratum : germandrée arbustive  
 Blackstonia perfoliata : centaurée jaune  
 Myrtus communis : myrte commun  
 Cistus monspelliensis : ciste de montpellier  
 Genista tricuspdata : genêt

Hypericum humifusum : millepertuis couché  
 Phillyrea media : filaire à large feuille  
 Satureja vulgaris : clinopode commun  
 Calycotum spinosa : cytise épineux  
 Allium rotundifolium : poireau à tête ronde  
 Cistus salvifolius : ciste à feuilles de sauge  
 Linum sp : lin  
 Cytisus triflorus : cytise à trois fleurs  
 Daphne gnidium : daphné garou  
 Carthamus caeruleus : carthame bleu

Aristolochia altissima : Aristoloche élevée  
 Viola sylvestris : violette de Reichenbach  
 Myrtus communis : myrte juif  
 Viburnum tinus : viorne tin  
 Erica scoparia : bruyère à balais  
 Lavandula stoechas :  
 Lavande stéchade  
 Lavande papion  
 Lavande à toupet

(Source : Smail etMohammedi, 2021)

### I.2.8. Principaux hôtes pathogènes du chêne-liège

Ce qui suit ce titre a été prélevé dans l'article scientifique *Pathologie de la suberaie en France - ravageurs et maladies du chêne-liège* publié par RÉGION LANGUEDOC-ROUSSILLON dans le site : suberaievaroise.com

#### I.2.8.1. Les champignons

**Tableau 3 : Quelques champignons**

Désignation	Description
Le Charbon de la mère (Biscogniauxia mediterranea = Hypoxylon mediterraneum)	Ils se développent sur la mère. Il prend l'apparence de plaques sous-corticales carbonacées, noires et dures, elles apparaissent par les fissures longitudinales de l'écorce. C'est un parasite des blessures et de faiblesse, il apparaît suite au : démasclage mal effectué, blessures diverses, passage des incendies, période de sécheresse, pauvreté stationnelle...
Diplodia mutila	Il attaque les arbres blessés lors du démasclage, considérés comme virulents, les mortalités causées par sa présence sont souvent localisées dans des milieux humides, ce champignon est une pourriture et sa forme sexuée est Botryphaeriastevensii, sa présence n'est facilement observable que par les symptômes qui y sont liés.
Phytophthora cinnamomi	C'est un champignon racinaire responsable de la maladie de l'Encre, les dépérissements de chênes-lièges dus à ce pathogène sont observés dans plusieurs pays méditerranéens (Brasier et al. 1992). En France, plusieurs cas de Phytophthora cinnamomi ont été détectés (Robin et al. 98).

**I.2.8.2. Les insectes**

Voici donc quelques insectes que l'on peut trouver sur nos arbres

**Tableau 4 : Insecte sur le chêne-liège**

Type	Désignation	Description
Xylophages	<b>Le Grand Capricorne du Chêne (Cerambyx cerdo)</b>	S'attaque notamment aux vieux arbres, son cycle biologique est d'environ trois ans ; l'œuf éclôt après 10 jours d'incubation en moyenne. Le développement larvaire en 5 étapes dure 28 mois ; la larve au dernier stade atteint 6 à 7 cm de longueur, sa capsule céphalique (tête) fait alors 11 mm. Elle creuse 2 galeries, l'une vers l'extérieur (pour le futur adulte), l'autre vers l'intérieur (pour la logette nymphale).
	<b>Le Platype (Platypus cylindrus)</b>	Mesure de 7 à 8 mm de long, il est brun et de forme allongée. La tête est verticale et elle est aussi large que le corselet. Les yeux sont arrondis et les antennes courtes sont terminées par une massue aplatie d'un seul segment. Les pattes sont de même couleur. La femelle fore des galeries pendant que le mâle déblaie. Ces galeries parcourent toute l'épaisseur du bois. Des galeries principales partent de petites ramifications secondaires où la femelle dépose 4 à 8 œufs.
	<b>Le Bupreste du Chêne (Coroebus florentinus)</b>	Mesure à l'âge adulte un peu moins de 15 mm de long, il est de couleur foncée, noirâtre avec deux bandes bleuâtres à l'arrière. Il pond sur les branches les plus excentrées du houppier et les plus ensoleillées. La larve se nourrit de bois jusqu'à la formation de la chrysalide. Avant nymphose, la larve détruit les tissus conducteurs de sève avec un parcours circulaire dans le bois. C'est à l'intérieur de la branche sèche qu'aura lieu la naissance de l'insecte.
<b>Sous-corticaux</b>	<b>Le Ver du liège (Coroebus undatus)</b>	La larve pénètre alors dans le tissu subéreux pour atteindre le phellogène. Son développement se fait dans la zone cambiale dont elle se nourrit en creusant des galeries entre la mère et la dernière couche subéreuse en formation. Ces galeries sont ensuite incluses dans le liège.
<b>Sous-corticaux</b>	<b>La Fourmi (Crematogaster scutellaris)</b>	2 à 3 mm de long, facilement reconnaissable à sa tête rouge (les mâles sont complètement brun/noir)
<b>Racinaires</b>	<b>Les Vers blancs</b>	Ce sont en général des larves de divers insectes principalement de la famille des scarabaeidae qui vivent dans le sol. Il existe plus de 19 000 espèces de scarabaeidae décrites, une dizaine est identifiée comme ravageur racinaire.
<b>Décomposition du bois</b>	<b>Les Termites (Reticulitermes banyulensis et Kaloterme flavicollis)</b>	Les forêts de chêne-liège peuvent renfermer 2 espèces de termites : Reticulitermes banyulensis (Photo c) très proche du termite lucifuge de l'ouest de la France (Reticulitermes lucifugus) et Kaloterme flavicollis ou termite à cou jaune (Photo d). Reticulitermes banyulensis, ils rayonnent à la recherche d'aliments dans des galeries où ils circulent à l'abri de la lumière. Kaloterme s'attaque, quant à lui, plus spécifiquement au bois sec et les sociétés sont peu peuplées de quelques centaines d'individus. Les nids sont creusés dans les branches de chêne-liège, les pieds de vigne ou les souches d'arbres.

### I.2.8.3. AUTRES CAUSES DE DÉPÉRISSEMENT

Voici énumérés quelques autres phénomènes causant le dépérissement de l'arbre du chêne-liège dans le tableau 5

**Tableau 5 : Phénomènes nuisibles pour l'arbre du chêne-liège**

Phénomène	Explications
<b>La Seca</b>	Le facteur sécheresse est bien souvent à mettre en parallèle avec les attaques des différents pathogènes cités dans le guide. Affaibli par la sécheresse, l'arbre n'a pas suffisamment de vigueur pour lutter contre les attaques pathogènes.
<b>Coup de gel et coup de soleil</b>	On constate parfois, lors de la levée, qu'une surface du tronc n'a pas poussé depuis la dernière levée. La mère paraît desséchée, plusieurs arbres sont atteints de la même façon suivant une orientation précise. Ce phénomène est au soleil ou au vent qui dessèche la mère après la levée.
<b>L'Homme (Homo sapiens) et les mauvaises levées</b>	Le fait de récolter le liège diminue l'âge de survie des arbres. Les blessures de levées sont particulièrement dommageables et directement corrélées avec l'état sanitaire et la survie de l'arbre, allant du petit coup de hache sur la mère qui n'est souvent pas trop grave, aux décollements ou arrachages plus ou moins importants de la mère, beaucoup plus néfastes.
<b>LES CONDITIONS CLIMATIQUES DIFFICILES</b>	Avec des conditions climatiques extrêmes, il est plus prudent de ne pas lever, on risquerait d'endommager de manière irréversible les arbres. Il est fortement déconseillé d'écorder les jours de forte pluie, aussi lorsque le temps est orageux (diminution forte de la pression atmosphérique, magnétisme et électro, statisme de l'air), lorsque le temps est trop chaud ou très venteux (évapotranspiration importante), il a aussi été constaté que le liège ne vient pas lors de refroidissements importants. Dans de telles conditions, l'éthique du leveur entend donc qu'il est préférable de s'abstenir.
<b>Le Feu</b>	Le liège protège les parties vitales de l'arbre lors du passage du feu. Lorsque le liège est trop fin ou lorsque l'incendie est trop intense, des parties du pied de l'arbre peuvent être endommagées. Ces parties présenteront généralement par la suite (si l'arbre y survit) des pourritures de pied diminuant la durée de survie des arbres. On considère généralement que, après le passage de 3 incendies, le potentiel de reprise est bien moins performant sur les arbres physiologiquement trop affaiblis pour reproduire un houppier et se remettre en activité végétative. Les suberaies de production sont potentiellement plus pérennes dans les secteurs sécurisés contre le feu.

### I.3. Généralité sur le liège

#### I.3.1. Définition du liège

Qu'est-ce que le liège ?

Le liège est un matériau qui pousse comme l'écorce du chêne-liège. Plus de la moitié, de l'approvisionnement mondial provient du sud du Portugal.

L'écorce de l'arbre est récoltée environ tous les 9 ou 10 ans, et on la laisse sécher pendant 1 à 2 ans. Ensuite, il est bouilli pour éliminer les toxines ou autres agents nocifs, puis il est classé et coupé. Après un nettoyage final et un séchage, le liège est trié et prêt à l'emploi.

Le liège est le plus souvent utilisé pour les bouchons de bouteilles de vin, mais il peut également être trouvé dans les tableaux d'affichage, les dispositifs de flottaison et les carreaux de sol. À l'échelle mondiale, la demande augmente principalement en raison de la consommation croissante de vin. Cependant, l'augmentation de la production est un processus long, car les arbres ne peuvent être récoltés qu'une fois par décennie environ. Le liège synthétique a été développé pour satisfaire la demande croissante.

(Source :spiegato.com)

#### I.3.2. Formation

La croissance en diamètre de la tige de chêne-liège résulte de deux assises génératrices de cellules, dont une que l'on nomme "phellogène", "mère du liège" ou plus scientifiquement "assise subéro-phellodermique", situé entre le liège et le liber (fig.07). L'assise subéro-phellodermique produit vers l'extérieur le liège et vers l'intérieur le phelloderme ; l'assise libéro-ligneuse (aussi appelée cambium) produit quant à elle vers l'extérieur le liber (chargé de transporter la sève élaborée) et vers l'intérieur le xylème ou bois (chargé de transport de la sève brute) (fig. 08). (Source : Younsi, 2006)

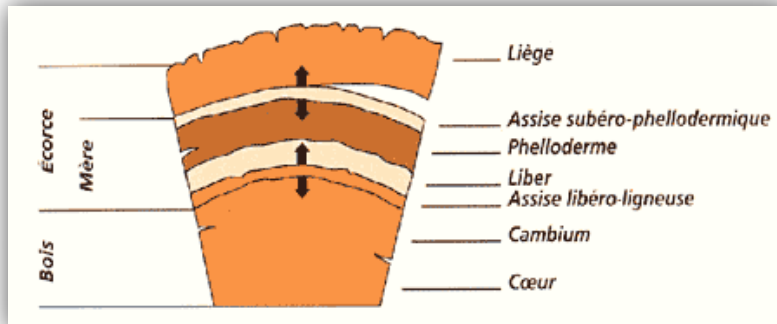


Figure 3 : Coupetransversaled'untroncdechêneliège



Figure 4 : Formation de liège

Source (figures 07 et 08): Institut méditerranéen du Liège – le liège.htm  
(Microsoft Internet Explorer, 2004).

- **Le liège** : Matériau naturel imperméable et léger, composé de deux éléments essentiels, le suber et les lenticelles (BOUDY, 1952)
- **Phellogène** : mère de liège ou assise subéro-phellodermique qui produit vers l'intérieur le phelloderme et vers l'extérieur le suber ou le liège proprement dit (DESSAIN et TONDELIER, 1991).
- **Phelloderme** : Composé de cellules surédifiées et morphologiquement semblables au parenchyme cortical
- **Le liber** : mère nourricière, assurant la circulation de la sève élaborée.
- **Le cambium (Assise génératrice libéro-ligneuse)** : produisant du liber vers l'extérieur et du bois vers l'intérieur.
- **Le bois ou xylème II** : chargé du transport de la sève brute.

### I.3.3. Propriétés physiques du liège (source : Institut Català del Suro)

**Tableau 6 : Propriétés physiques du liège**

Propriété	Explication
<b>Basse densité et légèreté</b>	90% des cellules de liège sont occupées par de l'air.
<b>Imperméabilité</b>	La subérine et les cires présentes dans la paroi cellulaire font que le liège est pratiquement imperméable aux liquides et aux gaz. Les pores de forme hexagonale et remplie d'air de sa paroi font qu'elle est inaccessible à d'autres composés.
<b>Basse transmission de chaleur et bon isolant thermique</b>	Ces propriétés sont dues au contenu élevé en gaz, à la taille des cellules et au bas pouvoir d'absorption.
<b>Isolant acoustique et basse transmission du son,</b>	la basse densité et la porosité élevée font que la majorité des ondes du son sont absorbées et se transforment en énergie calorifique. Le liège est un correcteur acoustique, car il absorbe plus de 60% des ondes sonores qui atteignent sa surface.
<b>Résistance élevée au mouvement ou coefficient élevé de friction</b>	L'effet ventouse que provoque la superficie des cellules en fait une propriété très importante au moment d'utiliser le liège comme matériel de bouchage.
<b>Capacité d'amortissement</b>	Elle est due à la déformation par la flexion des parois cellulaires et c'est une propriété très importante pour quelques applications comme les bouchons ou la semelle des chaussures.
<b>Compressibilité, élasticité et flexibilité</b>	Le contenu important d'air de ses cellules permet qu'il puisse être comprimé jusqu'à presque la moitié sans perdre de flexibilité et récupérer sa forme et son volume quand il cesse d'être pressé. C'est le seul solide qui, comprimé d'un côté, n'augmente pas de l'autre.
<b>Durabilité, stabilité et rigidité</b>	La lignine et les polysaccharides de sa paroi lui fournissent sa rigidité et le rendent résistant dans le temps.
<b>Hygroscopique</b>	Il s'hydrate en fonction des conditions du milieu.
<b>100 % naturel, recyclable et renouvelable</b>	C'est un matériau d'origine naturelle qui peut être extrait de l'arbre sans le blesser et qui se régénère avec le temps. Il permet un équilibre durable entre la gestion agroforestière et l'action de l'homme. Il se situe dans la ligne des tendances actuelles des matériaux naturels et de construction c'est un exemple clair d'économie circulaire.

### I.3.4. Structure et composition

La particularité la plus intéressante du chêne-liège réside dans le fait qu'il produit une écorce extérieure homogène, formée d'un tissu élastique, imperméable et bon isolant thermique : **le liège**. Cette écorce est constituée de cellules mortes aux parois imperméabilisées par un composé chimique appelé **subérine**.(Source : fédération française du liège)

Tous les arbres produisent des couches de cellules subérisées comme forme de protection, mais seul le chêne-liège est capable de « construire » son écorce extérieure en ajoutant annuellement des anneaux de liège issus de l'activité d'un ensemble de cellules mères : **le phellogène**. L'homogénéité du liège résulte du fait que le phellogène du chêne-liège se maintient en activité pendant toute la durée de vie de l'arbre. Ce qui contraste avec les autres arbres dont chaque phellogène a une durée de vie réduite.(Source : fédération française du liège)

Après un écorçage, la « mère » ainsi découverte se dessèche en partie pour former une croûte et se reforme plus en profondeur par différenciation des cellules du liber.(Source : fédération française du liège)

Dans l'ancien temps, la mère était récoltée sur les vieux individus arrivés au terme de leur cycle d'exploitation pour en retirer le tan (servant au tannage des peaux).(Source : fédération française du liège)

#### I.3.4.1. Composition générale

Les cellules du liège ont la forme d'un prisme hexagonal ou pentagonal. La taille d'une cellule dépasse rarement 0,045 millimètre ; les plus petites cellules seulement 0,02 ou 0,01 millimètre. Au XVII<sup>ème</sup> siècle, le physicien britannique Robert Hooke arrive à obtenir la première image du liège en utilisant un microscope de son invention. Il est ainsi le premier à observer une cellule de liège. Il découvre que les parois de ces cellules sont constituées de subérine, principale composante du liège, supportée par de la lignine et de la cellulose. La subérine est un mélange d'acides gras et d'alcools organiques lourds qui rendent le liège imperméable aux liquides et très faiblement perméable aux gaz. La subérine a des propriétés remarquables : elle ne fond pratiquement pas, est insoluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther, dans le chloroforme, dans l'acide sulfurique....

**La composition chimique moyenne du liège regroupe divers composants :**

**Tableau 7 : Composition chimique du liège (source : fédération française du liège)**

<b>La subérine (45 %)</b>	Composant principal des parois de la cellule, responsable de la résilience du liège.
<b>La lignine (27 %)</b>	Composé « structurant » des parois cellulaires.
<b>Les polysaccharides (cellulose et hémicellulose) (12 %)</b>	Composants des parois des cellules et participant à la texture du liège.
<b>Les tanins (6 %)</b>	Composants polys phénoliques à l'origine de la couleur du liège.
<b>Les Céroides (6 %)</b>	Composants hydrophobes donnant au liège son imperméabilité.

❖ On retrouve également de l'eau, de la glycérine ainsi que divers ingrédients à hauteur de 4 %

### I.3.5. Les accroissements du liège

De nombreux auteurs ont évoqué le processus de formation des accroissements annuels du liège et ont proposé une classification commerciale pour chaque épaisseur du liège, analogue à chaque zone géographique et de production (Lamey, 1893 ; Saccardy, 1937 ; Boudy, 1950, Natividade, 1956, et Pereira,2007). Le liège produit annuellement par *Quercus suber*L. par activité méristématique s'initie à partir de mars et s'achève en novembre avec les premiers froids. Il est bien connu que les 2/3 de la croissance annuelle subéreuse se réalisent de mars à juin (Natividade, 1956). Cette croissance si complexe

ajoutée à l'hétérogénéité des facteurs affectant le développement de l'arbre lui-même a une forte variabilité ; le concept d'activité subéreuse est donc difficile à définir.

Selon plusieurs auteurs, la variation des accroissements annuels est liée à la qualité de la station : les accroissements sont meilleurs dans les stations recevant une humidité suffisante durant toute l'année et aux sols fertiles que dans celles à climat sec et aux sols pauvres (Montero, 1987; Montoya Oliver, 1988; Caritat et al., 2000). Par contre d'autres auteurs signalent une variation de croissance suite au tempérament du chêne-liège lui-même. Zeraia (1981) et Orgeas (1997) stipulent que dans les subéraies humides et denses, la production en liège est inférieure à celle du bois de 18,5 %. Sur les sites plus secs, ensoleillés et exposés au sud, la tendance est inverse et le liège dépasse de 13,5% la production annuelle de bois.

Rares sont les travaux qui ont abordé l'étude de la variation de la croissance du liège algérien dans sa composante géographique de l'Ouest en passant au Centre et à l'Est du pays puis en s'étalant du littoral vers la montagne. L'espèce est une essence zonale, on le trouve depuis le bord des eaux jusqu'aux rochers des hautes altitudes. Cette zonalité est synonyme d'adaptation aux différents facteurs abiotiques d'où une croissance radiale et subéreuse variant du littoral à la montagne et une qualité du liège contradictoire (Varela,2000). Puisqu'il s'agit d'une espèce monoïque dont l'allogamie s'aggrave davantage par l'occurrence fréquente des phénomènes d'hybridation interspécifiques, le concept de provenances s'impose pour le liège algérien en dépit des variations géomorphologiques et climatiques qui caractérisent le Tell algérien.

Selon Illy (1966), la provenance indique le lieu où pousse une population d'arbres (endémique ou non), ou celui d'où proviennent des graines forestières. Teissier Ducros (1979) définit la notion de provenance comme un matériel de reproduction récolté sur un certain nombre d'individus d'un peuplement ; il doit être représentatif du peuplement.

### **I.3.6. Défauts du liège**

Quand les lenticelles sont grosses et nombreuses, le liège est dit poreux. Lorsque la croûte est épaisse, le liège est dit croûteux parfois, des cavités en forme de fuseau apparaissent à l'intérieur du liège, surtout si la croissance est rapide, et traverse plusieurs accroissements. Ces soufflures sont des décollements internes sous l'action de la tension résultant d'accroissement plus fort. Le liège est alors dit soufflé. Il arrive aussi que le tissu du liège ou tissu subéreux soit remplacé par la matière pulvérulente remplissant les lenticelles. Ce liège perd toute imperméabilité et ne peut servir au bouchon. Il est dit terreux. Le liège est encore : ligneux ou boisé s'il contient trop de cellules lignifiées, denses et sans élasticité. Clouté, si des éléments de liber (ou encore à tan) s'enfoncent en coins de la masse du liège. Doublé, lorsque ces éléments de liber s'entendent sur toute la circonférence ou plusieurs aires. Le liège peut encore, mais rarement, être vert, s'il y a des amas de tissu olivâtres ; ou marbré s'il est parcouru par des lignes noirâtres ou bleuâtres.(Kechebar, 2008)

### **I.3.7. Récolte et utilisation du liège**

#### **I.3.7.1. Démasclage et levée**

Le chêne-liège (*Quercus Suber*) est un arbre unique en son genre car son écorce, le liège, se régénère une fois extraite. Ainsi on ne coupe pas les chênes pour récolter le liège, seule l'écorce est prélevée au plus tôt tous les 9 ans.

Le cycle de vie du liège en tant que matière première commence par l'extraction de l'écorce du chêne-liège. Cette opération d'écorçage se dénomme « levée du liège » ; elle a lieu durant la phase la plus active de la croissance de l'écorce du liège, entre la mi-mai et le début juin, et se prolonge jusqu'aux derniers jours du mois d'août. L'écorçage est le début du processus qui transforme l'écorce du chêne-liège en un bouchon de liège naturel. Il consiste à retirer l'écorce extérieure de l'arbre.(Documentaire réalisé par : Récolte de liège – Amorim France, amorimfrance.fr)

### I.3.7.1.1. Premier écorçage

Lors du tout premier écorçage (25-30 ans), appelé « démasclage » (en portugais ‘ desbóia’), on obtient un liège de structure irrégulière et très dur, dépourvu d'élasticité, impossible à manipuler et à travailler. On donne à ce liège le nom de « liège mâle » (ou « liège vierge »). Ce liège reste néanmoins approprié pour la trituration. Le granulé obtenu n'est pas employé pour créer des bouchons, mais est utilisé dans la fabrication d'autres produits (revêtements pour les sols et murs, matériau d'isolation) avec diverses applications.

### I.3.7.1.2. Second écorçage

Neuf années après le démasclage, au moment du second écorçage, on obtiendra un matériau avec une structure encore irrégulière, moins dur, **mais**, de qualité moyenne, pas encore apte pour l'industrie bouchonnière ; on appelle le liège résultant de cet écorçage « liège de première reproduction ».

### I.3.7.1.3. Troisième écorçage

Il faudra attendre la levée suivante (neuf ans plus tard), pour obtenir un liège possédant les propriétés adéquates. C'est à partir de ce moment-là que le liège a les qualités requises pour être employé dans la fabrication de bouchons de liège ; le liège obtenu est appelé « liège de reproduction » ('amadia' en portugais) ; il présente une structure régulière et une croûte et un ventre lisses. À partir de cette phase et à des intervalles réguliers de 9 années, le chêne-liège est prêt à fournir du liège de qualité pendant environ un siècle et demi ; un arbre peut subir durant sa vie, en moyenne, 16 écorçages.

### I.3.7.2. Écorçage

L'écorçage du chêne-liège est un **processus** ancestral réalisé par un spécialiste, le leveur. Ce travail exige beaucoup de dextérité pour ne pas blesser l'arbre, et l'expérience compte beaucoup. Il est exécuté en cinq étapes :

**Tableau 8 : Les 5 étapes de l'écorçage**

Étape	Description
<b>Ouverture</b>	L'écorce est fendue longitudinalement avec une hache sur les fentes naturelles les plus profondes. La hache entre le tronc et le bois. Simultanément, la hache est tournée, afin de décoller le liège du tronc.
<b>Séparation</b>	Séparation de la planche de liège en introduisant le tranchant de la hache entre le ventre (la mie) de la planche et la mère (couche qui se trouve dessous l'écorce et couvrant le bois du tronc). Puis, un mouvement de torsion entre le tronc et le liège que l'on veut séparer.
<b>Découpage</b>	En coupant dans l'horizontal, on délimite la planche de liège qui va être décollée de l'arbre et on limite déjà la partie du liège qui va rester sur l'arbre. Durant cette découpe qui est une opération délicate, l'arbre ne doit pas être meurtri au niveau de la mère, ces blessures pouvant laisser parfois des cicatrices qui changeraient la géométrie du tronc.
<b>Extraction</b>	La planche est soigneusement retirée de l'arbre pour éviter des cassures. La valeur commerciale de la planche dépendra, évidemment, de sa dimension ; plus grande est la planche plus elle vaut. C'est la dextérité et l'expérience du leveur qui déterminent le succès dans l'obtention d'une planche entière sans cassures. Une fois extraite la première planche, les opérations précédentes se répètent pour libérer tout le tronc de son écorce.
<b>Enlever le « liège du pied ».</b>	Après l'extraction des planches, on gardera quelques fragments de liège près de la base du tronc. Pour retirer les éventuels parasites qui existent au niveau du liège de pieds, le leveur donne quelques coups de hache avec la partie du manche.

(Documentaire réalisé par : Récolte de liège – Amorim France, amorimfrance.fr)

### I.3.7.3. Marquage

Finalement, on fera le marquage de l'arbre, en marquant sur le tronc écorcé, avec de la peinture blanche, le dernier chiffre de l'année de la levée.

### I.3.7.4. La période de repos

Après l'écorçage, les planches de liège sont empilées sur des aires spécifiques au sein des usines de transformation. Elles y resteront exposées à l'air libre, au soleil et à la pluie au minimum 6 mois. Puis le liège subit plusieurs manipulations et transformations.



Figure 5 : Dépôt de liège

(Source : AmorimFrance, amorimfrance.fr)

### I.3.8. Domaines d'utilisation du liège

Le tableau ci-dessous (Tableau 2) nous renseigne sur les domaines d'utilisations du liège.

Tableau 9 : Domaines d'utilisation du liège.

Domaine	Description	Propriété
<b>Cristallerie</b>	Ponçage au liège	Abrasive du liège
<b>Construction</b>	Ponçage de marbre, granit Isolation d'espaces restreints Isolation thermique, phonique	Produit abrasif Encombrement réduit Pouvoir retardant au feu
<b>Construction navale</b>	Circuits de calorifugeage Canalisations de ventilation Revêtement avec caoutchouc	Isolant thermique Imputrescible Antidérapant
<b>Aérospatiale</b>	Isolation épaisseur 3 -15 mm	Écran thermique
<b>Nucléaire</b>	Capsule à isotope radioactif	Écran thermique Protection contre choc et feu
<b>Mécanique</b>	Jauge de flottaison Joints mixtes avec caoutchouc Joints d'étanchéité Joints paliers transmission	Flottabilité, résistance aux agents chimiques. Élasticité. Compressibilité.
<b>Bouchage</b>	Vins, champagne, pharmacie, Bouteilles d'huile, tonneaux.	
<b>Autres usages</b>	Balles, jouets, raquettes de tennis, jeu de fléchettes, flotteurs (pêche), bourres pour cartouches de chasse.	

Source: Messali (2003) in Ouelmouhoub(2005)

## I.4. Production du liège

### I.4.1. Production mondiale

Tout comme pour les surfaces, de nombreuses divergences sont relevées sur les chiffres. Les données statistiques disponibles sur la production mondiale du liège par pays manquent aussi de rigueur, rendant sérieusement difficiles les comparaisons notamment dans le temps. Cependant, selon l'Association portugaise du Liège (Apcor, 2007), la production mondiale de liège se situerait aux environs de 300.000 tonnes par an et se répartie par pays producteur comme suit

**Tableau 10 : Production mondiale du liège.**

PAYS	QUINTAUX/AN	POURCENTAGES (%)
PORTUGAL	<b>157000</b>	<b>52.46%</b>
ESPAGNE	<b>88400</b>	<b>29.54%</b>
ALGÉRIE	<b>15000</b>	<b>5.01%</b>
MAROC	<b>11000</b>	<b>3.67%</b>
ITALIE	<b>17000</b>	<b>5.68%</b>
TUNISIE	<b>7500</b>	<b>2.51%</b>
FRANCE	<b>3400</b>	<b>1.13%</b>
TOTAL	<b>299300</b>	<b>100%</b>

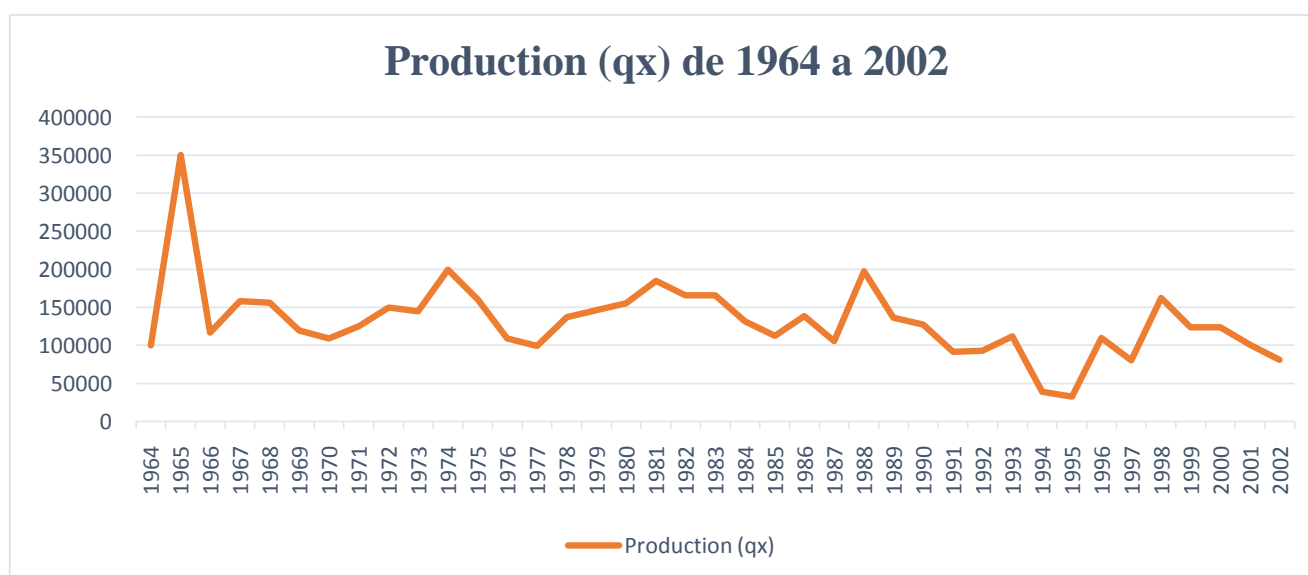
(Apcor, Année : 2007)

### I.4.2. Production du liège en Algérie

Le liège représente une ressource stratégique, du fait de ses différents usages. Les potentialités nationales sont estimées à plus de 200 000 Qx/an, avec une production relativement faible ces dernières années (100 000 à 150 000 Qx /an), (F. A.O 2000).

L'analyse du tableau 09 montre que la production du liège est d'une moyenne de 149969 Qx, avec une production élevée en 1965 où elle a atteint 350 000 Qx, cela sans omettre la non-exploitation du liège pendant la révolution.

À partir des années 70 jusqu'aux années 90, on a constaté la chute de la production d'une valeur de 32 329 Qx, ceci pourrait être expliqué par les incendies qui ont ravagé les massifs de la subéraie, durant cette période l'absence de travaux d'aménagement.



**Figure 6 : Évolution de la production du liège en Algérie (Source: Ouelmouhoub, 2005)**

### **I.4.3. Aspect économique**

Le chêne-liège est du point de vue économique, l'essence la plus rentable en Algérie. En raison de ses propriétés (isolation thermique et phonique), le liège possède une importance considérable de telle façon qu'il est recherché de par le monde. Son usage touche de nombreux secteurs. Sa première utilisation industrielle importante a été la fabrication de linoléum (liège moulu, huile de lin, résine qui sont un produit ancien). Ce n'est que par la suite qu'il a été l'objet de grandes industries. On est amené à distinguer les lièges de reproduction proprement dite et les lièges de trituration comprenant le liège mâle, les déchets et les rebuts.

Les premiers comprennent les lièges épais et ordinaires de reproduction servant à la fabrication des bouchons, tronconiques et cylindrique de toutes catégories ; les lièges bâtards et minces de bonne qualité servant à la fabrication de bouchons de pharmacie et enfin les lièges inférieurs (rebut) fournissent aussi une certaine production de bouchons de qualité médiocre. Quant aux lièges de trituration, ceux-ci consistent en des lièges en granulés de différent calibre qui sont à la base même de toutes les nouvelles applications du liège. La forme de granulés, cru ou torréfié, est mise à la disposition de diverses industries qui l'utilisent pour ses propriétés techniques (faible coefficient de conductibilité thermique), appareils de chauffage, d'isolation thermique et frigorifique et en bâtiment. Cependant, il connaît les plus larges applications sous la forme de granulés agglomérés. En aggloméré expansé pur (sans liant), il est utilisé dans l'industrie du chauffage ; ainsi que sous la forme de granulés agglomérés avec du liant (goudron), il fait l'objet des utilisations suivantes : textiles spéciaux chaussures (semelles caoutchouc-liège), automobiles (joints de moteur) et en ébénisterie comme tapis de bains (BOUDY, 1950).

**CHAPITRE II :**  
**MATÉRIEL ET**  
**MÉTHODES**

## CHAPITRE II : Matériel et méthodes

### II.1. Situation géographique

Le parc National d'El Kala est situé dans la Wilaya d'El Tarf à l'Est algérien et s'étend sur une superficie de 78 400 ha. C'est un parc marin, terrestre et lacustre, classé réserve de la biosphère par l'UNESCO en 1990 et renferme deux zones humides d'importance internationale qui sont les lacs Oubeïra, Tonga et le lac des oiseaux.

Nos stations d'études dans cette région sont

- La forêt de Laach Lahmar a 75 m d'altitude
- La forêt de Nahal a 100 m d'altitude
- La forêt de Day Ezzitoun 3 m d'altitude



**Figure 7 : Carte régionale de la commune d'El Kala (source : <http://www.algerie-monde.com>)**

La construction du barrage de la Mexenna sur l'Oued El Kebir pour fournir de l'eau à la ville d'El-Kala pourrait avoir des conséquences fâcheuses sur les zones humides de la région. Le lac subit aussi une pollution par les eaux usées des villages alentour.

Salah Telailia « enseignant à l'institut agronomique d'El-Tarf »

### II.2. Étude climatique

Pour l'extrême Nord-Est algérien, la position de contact avec la Méditerranée au Nord et la barrière montagneuse au Sud augmente l'irrégularité du climat régional.

Comme particularité, on relève par exemple qu'à El-Kala, la température n'est jamais descendue à 0°C et que la pluviométrie annuelle enregistrée dépasse les 800 mm/an en année pluvieuse (CENEAP 2010).

Selon Aouadi (1989), la moyenne minimale annuelle des températures atteint 9°C, la moyenne maximale annuelle des températures atteint 30°C et la moyenne annuelle des précipitations atteint les 800 à 900mm avec parfois un maximum de 1300mm.

Selon Belouaham et al. (2009), l'humidité de la région d'El-Kala atteint 72.4% relativement importante à cause de la proximité du littoral et la surface importante des forêts et l'ensemble des zones humides qui

sillonent le territoire du Parc. Les vents généralement fréquents déplacent les dunes entièrement dénudées, cas de l'exutoire du lac Mellah et de la plage de la Messida d'Oum Teboul.

Les données fragmentaires ou même manquantes ne nous permettent pas de faire une étude climatique convenable et de dresser des tableaux détaillés sur les paramètres climatiques de la région. La seule station qui peut fournir ces données dans la région est celle d'EL-Kala qui se trouve à 13 m (8°27'Est et 6°54'Nord) de la mer, elle ne peut pas être représentative de tout le territoire du parc. Mais, elle peut donner une idée surtout sur la partie la plus importante du parc qui est la frange marine. Cette dernière atteint à peu près les 51km de long sur environ 20km de large avec des altitudes variant de 0 à 400m du nord au sud et d'ouest à l'est.

### II.2.1. 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 04. 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 à chaque élévation de 100 m d'altitude.
- ❖ Les températures maximales présentent une décroissance de 0,7 °C à chaque élévation de 100 m d'altitude.

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

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nev	Dec	Annuelle
T <sub>M</sub> (c°)	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
T <sub>m</sub> (c°)	8,9	6,3	10,8	11,3	15,3	17,6	22	23,5	19,1	17,1	13,1	10,4	14,6
T <sub>moy</sub> (c°)	12	9,8	14,7	15,2	19,4	22,1	26,2	27,3	23,1	19,6	17	13,8	18,4

(Source : BenBoudjemaHayet et SadouSamira, 2018)

La méthode de correction des données pour une différence altitudinale de 100m 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.

**Tableau 12 : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Nahalà (100m).**

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nev	Dec	Annuelle
T <sub>M</sub> (c°)	15	12,79	18,09	18,59	22,99	26,09	29,89	30,59	26,59	21,49	20,19	16,69	21,59
T <sub>m</sub> (c°)	8,55	5,95	10,45	10,95	14,95	17,25	21,65	23,15	18,75	16,75	12,75	10,05	14,25
T <sub>moy</sub> (c°)	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

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

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

**Tmoy** :Températuremoyenne(Tm+TM)/2.

Àtraversletableau12,nousremarquonspouurlastationNahallesmoislespluschaudssontjuillet et aoûtavecdes températures respectivesde**29,89** et**30,59**C.

Lesmoislesplusfroidssontjanvieroetfévrieravecdestempératuresrespectivesde**8,55**et

**5,95**°C.

**Tableau 13 : Températuresannuelleset mensuellesmoyennes(°C) corrigéesparrapportàl'altitudemoyennedelaforêtLaachLahmarà(75m).**

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nev	Dec	Annuelle
TM (c°)	15,16	12,97	18,26	18,77	23,17	26,27	30,07	30,77	26,77	21,67	20,37	16,87	21,77
Tm (c°)	8,65	6,05	10,55	11,05	15,05	17,35	21,75	23,25	18,85	16,85	12,85	10,15	14,35
Tmoy (c°)	11,9	9,51	14,4	14,94	19,11	21,81	25,91	27,01	22,81	19,26	16,61	13,51	18,06

(Altitude75m).

(Source : BenBoudjemaHayet et SadouSamira, 2018)

**Tm** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.**TM** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.**Tmoy** :Températuremoyenne(Tm+TM)/2.

Àtraversletableau13,nousremarquonspouurlastationLaachLahmarlesmoislespluschaudssont juilletet août avecdes températures respectives de**30,07**et **30,77**°C.

Lesmoislesplusfroidssontjanvieroetfévrieravecdestempératuresrespectivesde**8,65**et **6,05**°C.

**Tableau 14 : Températuresannuellesetmensuellesmoyennes(°C)corrigéesparrapportàl'altitudemoyenn edelaforêt DayEzzitoun à(3m).**

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nev	Dec	Annuelle
TM (c°)	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
Tm (c°)	<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
Tmoy (c°)	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

(Altitude3m).

(Source : BenBoudjemaHayet et SadouSamira, 2018)

**Tm** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.**TM** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.**Tmoy** :Températuremoyenne(Tm+TM)/2.

Àtraversletableau13,nousremarquonspouurlastationDayEzzitounque lesmoislespluschaudssont juilletet août avecdes températures respectivesde**31,2**et **31,27**°C.

Lesmoislesplusfroidssontjanvieroetfévrieravecdestempératuresrespectivesde**8,94**et **6,34**°C.

## II.2.2. Précipitations:

Le facteur précipitation prend une grandeur considérable en région méditerranéenne.Soninsuffisance(oulapériodedesècheresseétendue)représente l'undescalesplustypiquescom mefacteurlimitant pourlavégétation.

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

Les données climatiques de notre zone d'étude sont fournies par la direction du parcnationald'ElKala,situéà13md'altitude,tableau(15).Danscecontexte,nousavonscorrigé.

Ces données en les rapportant aux altitudes moyennes des trois stations Nahel, Laach Lahmar, DayEzzitoun, qui sont de 100 m, 75 m et 3m, tableau(15).

**Tableau 15 : 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	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 13 m)

(Source : BenBoudjemaHayet et SadouSamira, 2018)

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

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

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ m} \longrightarrow 23.32 \text{ mm} \\
 87 \text{ m} \longrightarrow Y
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} 100 \\ 87 \end{array}} \right\} Y = 20.27 \text{ mm}$$

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

**Tableau 16 : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Nahal à (100 m).**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nev	Dec	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 100 m)

(Source : BenBoudjemaHayet et SadouSamira, 2018)

Il ressort du tableau 16 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 17 : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Laach Lahmar à (75 m).**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nev	Dec	Annuelle
P (mm)	<b>72,93</b>	70,73	38,47	78,57	17,54	1,64	1,13	14,15	65,86	29,34	86,06	100,11	575,55

(Altitude 75 m)

(Source : BenBoudjemaHayet et SadouSamira, 2018)

Il ressort du tableau 17 que la tranche pluviométrique moyenne annuelle enregistrée à cette station pendant 9 ans d'observations 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 18 : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Day Ezzitoun à (3m).**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nev	Dec	Annuelle
P (mm)	70,84	68,32	21,9	76,28	17,03	1,59	1,09	13,74	63,93	28,48	83,55	97,19	558,77

(Altitude 3 m)

(Source : Ben Boudjema Hayet et Sadou Samira, 2018)

Il ressort du tableau 18 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.

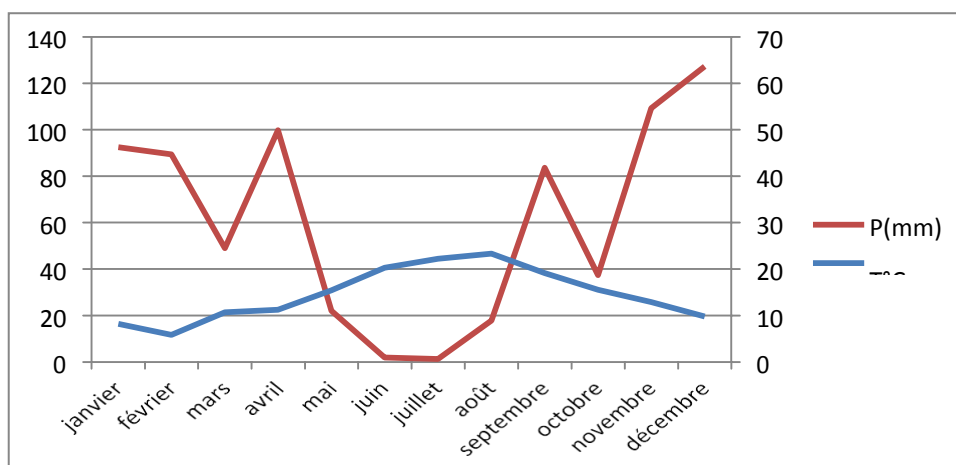
### **II.2.1. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN:**

Le diagramme de Bagnouls et Gausсен énonce la présence d'une période sèche d'une durée environ cinq mois, qui s'étale de mi-mai jusqu'à 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 910 mm. Ce climat est à caractère méditerranéen avec une période pluvieuse de l'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 forêt. Par ailleurs, la pluviométrie généreuse de la zone d'étude permet non seulement l'entretien du couvert forestier, mais surtout le maintien d'une durée hydrographique importante 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 8 : Diagramme ombrothermique de la station d'El Kala**

(Source : BenBoudjemaHayet et SadouSamira, 2018)

### II.3. Méthode d'échantillonnage:

Après le démasclage des arbres au niveau de la suberaie d'El Kala, le liège de nos trois stations (Day ezzitoun ; Laach lahmar et la forêt Nahal) a été récupéré des arbres sur pied pour les deux premières stations et à partir d'un dépôt de stockage pour la troisième station (figure 9) en utilisant la méthode d'échantillonnage 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) ont été sélectionnées.



**Figure 9 : Méthodes d'échantillonnage (Source : BenBoudjemaHayet et SadouSamira, 2018)**

### II.4. Mesure des variables

#### II.4.1. Épaisseur du liège

Des éprouvettes d'environ 5 cm de longueur ont été prélevées, ensuite poncées à l'aide d'une ponceuse.



**Figure 10 : Prélèvement des éprouvettes de liège pour mesurer l'épaisseur des cernes.**

(Source : Smail et Mohammadi, 2021)

Trois mesures d'épaisseur sous croûte ont été réalisées ; deux aux extrémités gauche et droite et une troisième au centre de la planche échantillonnée.

Les diverses épaisseurs des planches de liège sont mesurées par la moyenne des trois mesures effectuées sur chaque planche. Ceci est réalisé à l'aide du logiciel GIMP qu'on va expliquer. (3 répétitions x10 arbres x 3 stations) ; aux totales 90 mesures ont été effectuées pour notre zone d'étude.

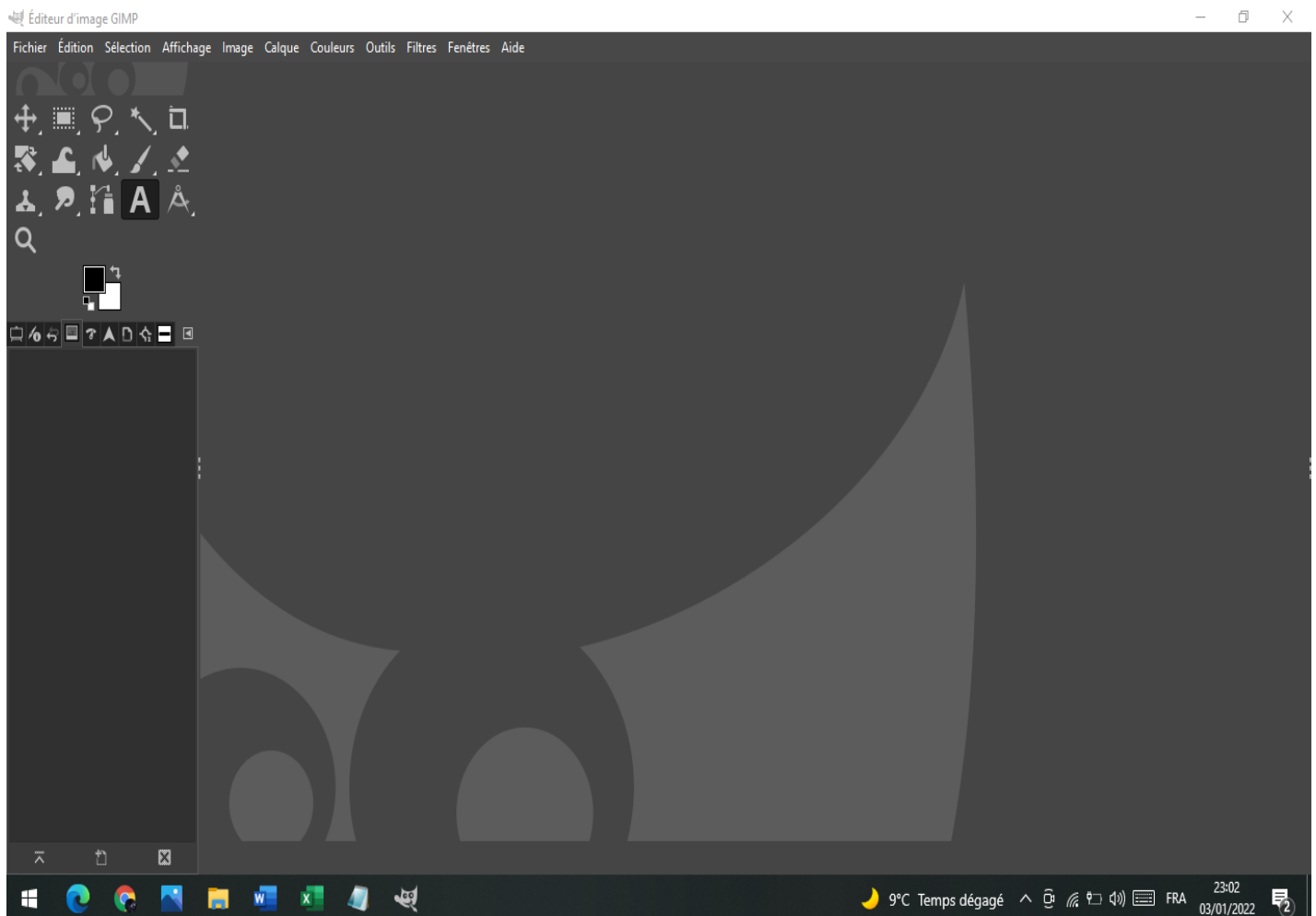
## II.4.2. Outil et méthode de mesure

### II.4.2.1. Le General Image Manipulation Program (GIMP)

Le programme a été créé en 1995 par Spencer Kimball et Peter Mattis. C'est un outil portable de manipulation d'image et de photo, c'est un éditeur de trame raster (point à point), il effectue ses opérations directement sur les pixels déterminant l'image.

Ce logiciel offre de nombreuses fonctionnalités, il peut être utilisé comme :

- ❖ Un simple programme de dessin,
  - ❖ Un programme de retouche photo,
  - ❖ Un système en ligne de traitement par lot,
  - ❖ Un générateur d'images pour la production en masse, pour convertir un format d'image en un autre
- Raymon Ostertag, (2008) cité par Gabis et Boukerb, (2009).
- ❖ Voici ci-dessous l'interface vierge du logiciel en question dans sa version 2.10.28



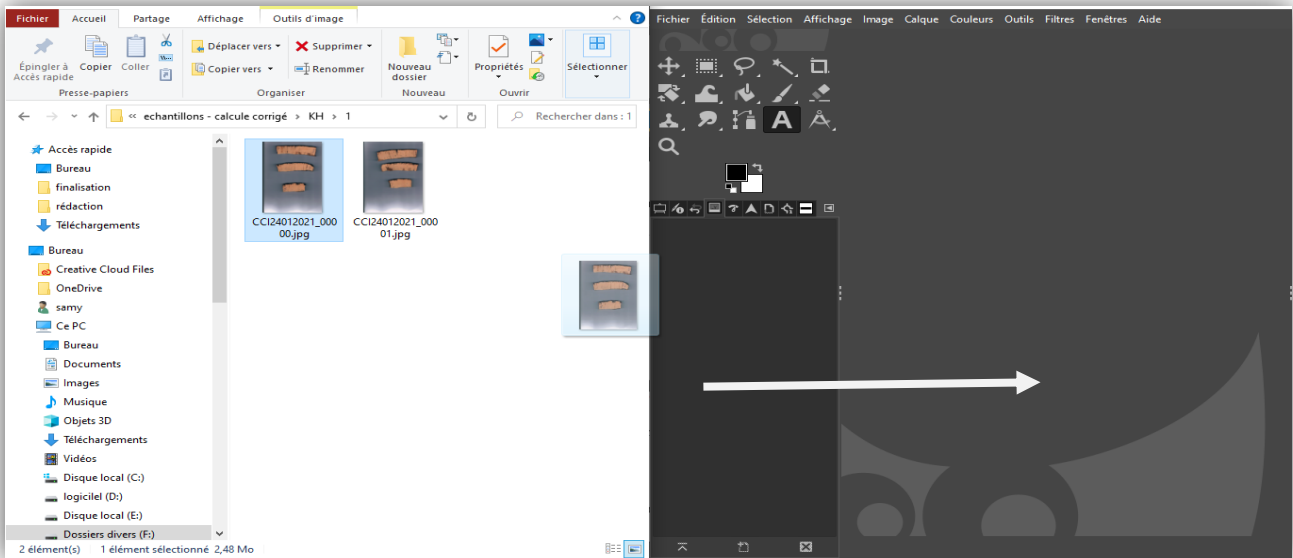
**Figure 11 : Interface vierge du logiciel GIMP**

(Source : Smail et Mohammedi, 2021)

### II.4.2.2. Méthode de mesure

Pour mesurer l'épaisseur de nos éprouvettes, on commence d'abord par l'importation de nos images scannées sur lesquelles on va effectuer nos mesures ; l'importation se fait d'une manière très simple, en

glissant notre image sur l'interface vierge du logiciel comme illustré ci-dessous et cette dernière apparaîtra, pour être fin prête à son utilisation.



**Figure 12 : Capture d'écran illustrant le glisser-déposer de notre image à calculer**

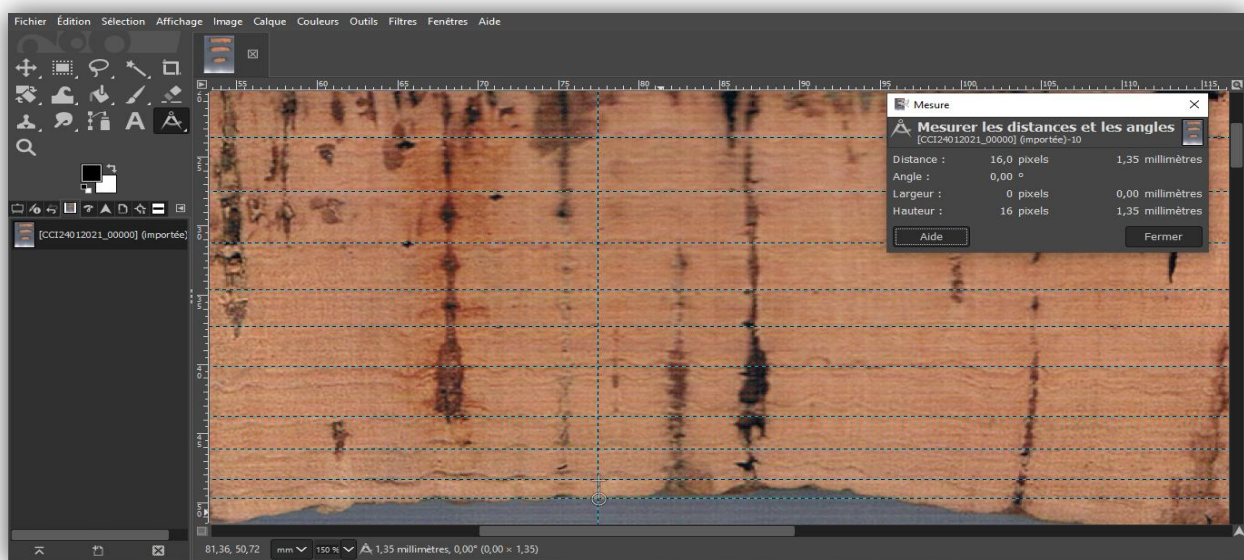
(Source : Smail et Mohammadi, 2021)

Puis la nôtre image apparaîtra, pour être fin prête à être utilisée.

Pour procéder à la mesure de nos accroissements, on commence par sélectionner l'outil de mesure tout en changeant l'unité d'affichage des résultats de ce dernier en mm.

On trace en premier lieu un guide verticale pour déterminer la trajectoire de nos mesures, cela se fait à l'aide de la touche ALT + Double clic droit sur la souris, puis en repérant les cernes du liège sur la trajectoire du guide verticale on y place cette fois des guides horizontaux et ceci sur chaque limite de cerne. Après ça on procède à la mesure de la distance entre chaque guide de ces derniers.

La valeur apparaîtra dans une petite fenêtre si elle est activée et aussi sur la barre d'information du logiciel.



**Figure 13 : Capture d'écran illustrant la méthode de mesure des épaisseurs des cernes**

(Source : Smail et Mohammadi, 2021)

Pour manipuler la vision et le zoom, on maintient la touche CTRL enfoncée et on navigue par la roulette de la souris.

### **II.4.3. Méthode de traitement des données**

Les résultats obtenus sont traités graphiquement et statistiquement avec les logiciels EXCEL et STAT BOX.

#### **II.4.3.1. Traitements graphiques**

Pour la représentation graphique, des courbes des accroissements du liège, des accroissements individuels, cumulés et des séries de synthèses ont été réalisés.

#### **II.4.3.2. Courbes des accroissements du liège**

Les mesures des accroissements du liège prélevées dans les différentes stations sont rassemblées dans les tableaux I, II, III, et IV en annexe. Ils sont représentés sous forme de courbes de croissance. En abscisse, sont représentées les années successives et en ordonnées l'épaisseur des cernes correspondants.

##### **II.4.3.2.1. Les accroissements individuels**

L'étude de ces courbes nous permet d'avoir beaucoup d'informations propres aux individus. Elle nous permet de connaître la variation de l'épaisseur des cernes en fonction des conditions du milieu (sol, exposition, pente, altitude et climat) et de la vigueur de l'arbre.

##### **II.4.3.2.2. Les accroissements de séries de synthèse**

L'étude de ces accroissements nous permet de minimiser les variations dues à des phénomènes particuliers aux individus, et ne garder que les variations de haute fréquence en relation avec les variations inter annuelles du climat (Raouane, 1985).

##### **II.4.3.3. Les accroissements cumulés des séries de synthèse**

Afin de mieux percevoir l'évolution générale de l'épaisseur des cernes du liège à travers tous les peuplements étudiés, des accroissements moyens cumulés ont été calculés, et des courbes correspondantes ont été dressées.

L'accroissement moyen cumulé est la somme des épaisseurs des cernes obtenues sur une période donnée. Si  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ... et  $C_n$  sont les valeurs des cernes d'un arbre, l'accroissement cumulé est égale à  $C_1+C_2+C_3+\dots +C_n$  soit l'épaisseur du liège de cet arbre.

### **II.4.4. Traitements statistiques**

#### **II.4.4.1. Analyse descriptive des données**

Afin d'estimer la variation de l'épaisseur des cernes du liège entre les arbres d'une même station, des paramètres de position (la moyenne) et de dispersion (l'écart type, le coefficient de variation (CV%), et l'erreur relative (dr %)) ont été calculés.

Ces paramètres permettent de comparer la dispersion de la variabilité relative de plusieurs séries statistiques dont les ordres de grandeur sont très différents.

##### **II.4.4.1.1. La moyenne**

La moyenne arithmétique que nous appellerons tout simplement moyenne et que nous désignerons par  $\bar{X}$  est égale à la somme des valeurs observées ;  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  divisées par le nombre d'individus ( $n$ ) (Dagnelie, 1973)

$$\bar{X} = \sum X_i / n \text{ pour } i \text{ allant de } 1 \text{ à } n$$

##### **II.4.4.1.2. L'écart type ( $\sigma$ )**

Il exprime les variations par rapport aux individus.

### II.4.4.1.3. Le coefficient de variation (CV)

C'est une expression de la plus aux moins grandes hétérogénéités des forêts étudiées (Parde, 1961). Afin d'estimer la variation de l'épaisseur des cernes du liège entre les arbres d'une même station, des paramètres de position (la moyenne) et de dispersion (l'écart type), le coefficient de variation (CV%), et l'erreur relative (dr %) ont été calculés.

Ces paramètres permettent de comparer la dispersion de la variabilité relative de plusieurs séries statistiques dont les ordres de grandeur 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).

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

$$dr\% = t_{1-\alpha/2} * (CV / \sqrt{n})$$

Avec :  $\sigma$  = écart type,  $\mu$  = moyenne

$\alpha$  = risque d'erreur à parcourir  $\alpha \geq 0,05$

### II.4.4.1.4. Coefficient d'aplatissement « Kurtosis »

Ce coefficient caractérise la forme de pic ou d'aplatissement des courbes de croissances.

$$\left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left( \frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

## II.4.5. Analyse de la variance

L'analyse de la variance a pour but de comparer les moyennes de plusieurs populations de séries de données supposées normales et de mêmes variances, à partir d'échantillons aléatoires, simples et indépendants les uns des autres (Dagnelie, 1975).

### II.4.6. Sensibilité moyenne (Mean sensitivity)

Elle est utilisée pour caractériser la régularité des épaisseurs des cernes d'une année à une autre. D'après Munaut (1979), cette sensibilité s'exprime par le rapport :

$$SM = 1/n - 1$$

N : nombre d'années de la série

X<sub>t</sub> : l'épaisseur du cerne de l'année t.

$$\sum_{t=1}^{t=n-1} \left| \frac{2(X_{t+1} - X_t)}{X_{t+1} + X_t} \right|$$

Ce coefficient permet de définir la variabilité moyenne entre deux épaisseurs annuelles successives. Ce coefficient exprime l'ampleur des changements affectant à court terme l'épaisseur des cernes (Munaut, 1979). Elle prend la valeur nulle pour deux cernes successifs égaux et la valeur 2 quand l'épaisseur de l'un d'entre eux est nulle (Fritts, 1976). La sensibilité moyenne est calculée pour les séries chronologiques individuelles et maîtresses.

### II.4.7. Coefficient d'interdatation

C'est le rapport de la sensibilité moyenne calculée directement sur la chronologie maîtresse (SM<sub>m</sub>) à la moyenne des sensibilités moyennes calculées sur les séries individuelles correspondantes (SM<sub>i</sub>). Ce coefficient de l'interdatation est calculé pour les séries chronologiques individuelles et maîtresses, il donne le degré de similitude et le synchronisme entre plusieurs séries de cernes et permet une appréciation de l'homogénéité de la réponse des arbres aux facteurs climatiques (TESSIER, 1984), selon la formule suivante :

$$SR = SM_m / SM_i$$

# **CHPITRE III :**

# **PRESENTATION DES**

# **RESULTATS**

**CHAPITRE III : Présentation des résultats****III.1. Résultats des épaisseurs des cernes du liège**

Le tableau 19 représente l'ensemble des moyennes calculées pour les accroissements annuels qui caractérisent les stations de : DayEzzitoun, LaachLahmaret Nahal.

**Tableau 19 : Les résultats de l'analyse descriptive de l'épaisseur des cernes de liège**

Année	DZT	L	N	Moyenne	Écart type	CV %	DR %
2001-2002	3,51	<b>1,02</b>	2,29	2,27	1,02	<b>44,71</b>	25,17
2002-2003	3,27	1,22	1,89	2,13	0,85	<b>40,12</b>	22,58
2003-2004	3,30	2,31	1,34	2,32	0,80	<b>34,53</b>	19,44
2004-2005	3,13	1,73	2,13	2,33	0,59	<b>25,43</b>	14,32
2005-2006	3,01	1,50	2,72	2,41	0,65	<b>27,10</b>	15,25
2006-2007	3,38	2,44	3,26	3,03	0,42	<b>13,79</b>	7,77
2007-2008	3,32	3,12	<b>3,61</b>	3,35	0,20	6,01	3,39
2008-2009	3,55	3,50	3,59	3,55	0,04	1,09	0,61
2009-2010	3,51	3,20	3,50	3,40	0,14	4,26	2,40
2010-2011	3,42	3,01	3,29	3,24	0,17	5,27	2,97
2011-2012	3,15	2,73	2,85	2,91	0,18	6,17	3,47
2012-2013	2,97	2,52	2,82	2,77	0,19	6,76	3,81
2013-2014	2,73	2,52	2,63	2,63	0,09	3,31	1,86
2014-2015	2,32	2,08	2,37	2,26	0,13	5,61	3,16
2015-2016	2,05	1,85	2,00	1,96	0,09	4,39	2,47
2016-2017	1,08	1,08	1,38	1,18	0,14	<b>12,06</b>	6,79
<b>Moyenne</b>	2,98	2,24	2,60	2,61			
<b>Écart type</b>	0,64	0,76	0,71				
<b>CV</b>	<b>21,52</b>	<b>33,80</b>	<b>27,42</b>				
<b>DR</b>	5,25	8,24	6,68				

**CV %** : Coefficient de variation

**DR %** : l'erreur relative à la moyenne

Les résultats affichés dans le tableau 19 nous montrent que les moyennes des épaisseurs des cernes du liège dans nos trois stations varient entre une valeur minimale de 1,02 mm, obtenue au niveau de la station de Laach Lahmar (L) durant l'année 2002, et une valeur maximale de 3,61mm observée au sein de la station de Nahal (N) pendant l'année 2008.

La valeur qui se rapproche le plus de l'épaisseur moyenne de toutes les stations qui est de 2,61 mm est la moyenne retrouvée au niveau de la station de Nahal durant l'année 2014, avec une valeur de 2,63 mm.

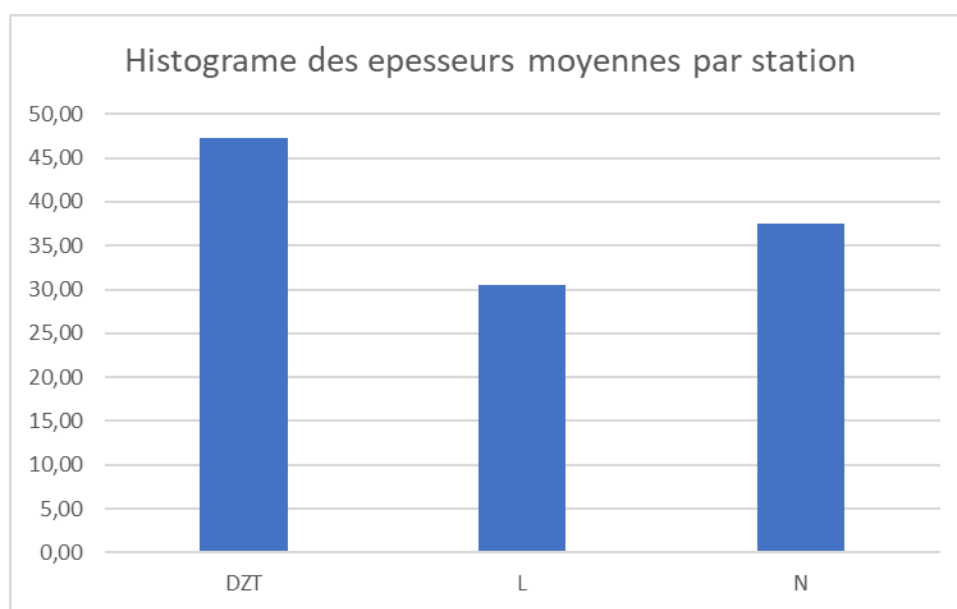
Les coefficients de variations calculés dans les 3 stations pendant les années d'accroissement du liège sont comme suit :

- 21,52 % pour la station de Day Ezzitoun
- 33,80 % pour la station de Laach Lahmar
- 27,42 % pour la station de Nahal

Nous remarquons que la station de Laach Lahmar présente le coefficient de variation le plus élevé avec une valeur de 33.80 %.

Le coefficient de variation le plus faible est enregistré au niveau de la station de Day Ezzitoun avec une valeur de 29.18 %. Ce qui nous indique qu'entre les années et entre les arbres ; dans les mêmes stations, il existe une forte hétérogénéité entre les moyennes des accroissements annuelles, comparativement aux variations de la même variable entre les stations des mêmes années où nous enregistrons une évolution presque semblable ; des coefficients de variations qui varient entre 1,09 % et 13.79 à l'exception des années 2001 – 2002 – 2003 – 2004 – 2005 – 2006 où nous remarquons des valeurs respectives de 44,71 %, 40,12 %, 34,53 %, 25,43 % et 27,10 % ceci pourrait être dû à la variation du démarrage de la production du liège de chaque arbre étant donné que le liège de ces derniers n'a pas le même âge.

Pour les erreurs relatives de la variable épaisseur des cernes, calculées pour chaque station, nous remarquons qu'elles sont scindées en deux parties. De l'année 2001 à l'année 2005 toutes les valeurs sont supérieures à 12%, ceci pourrait être dû à la variation de la première année de production du liège au niveau de tous les arbres ce qui a engendré des accroissements différents et des variabilités importantes. Par contre de l'année 2006 à l'année 2017 nous enregistrons des erreurs relatives qui se situent entre une valeur minimale de 0.61 observée pendant la période 2008-2009 et une valeur maximale de 7.77 observée pendant la période 2006-2007 donc elles sont toutes inférieures à 12 % ce qui engendre une variabilité faible et une taille des échantillons acceptable pour une étude statistique.



**Figure 14 : Distribution des épaisseurs du liège des trois stations**

**Tableau 20 : Distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur**

Classe d'épaisseur	DZT	L	N	Moyenne	Moyenne globale
<22	0%	0%	0%	0%	10,00%
[22-27]	0%	30%	0%	10,00%	
[27-32]	0%	30%	10%	13,33%	90,00%
[32-40]	50%	40%	60%	50,00%	
>40	50%	0%	30%	26,67%	

La moyenne des épaisseurs de liège dans nos trois stations se résume comme suit :

- ❖ Day Ezzitoun 47,26
- ❖ Laach Lahmar 30,51
- ❖ Nahal 37,50

L'étude des classes commerciales du liège pour nos trois stations démontre qu'au sein de ces dernières on y retrouve un liège majoritairement bouchonable avec un taux de 90 % présentant une épaisseur supérieure à 27 mm. Les 10 % restant peuvent être orienté à la trituration et à l'aggloméré. (Tableau 20 et Figure 15).

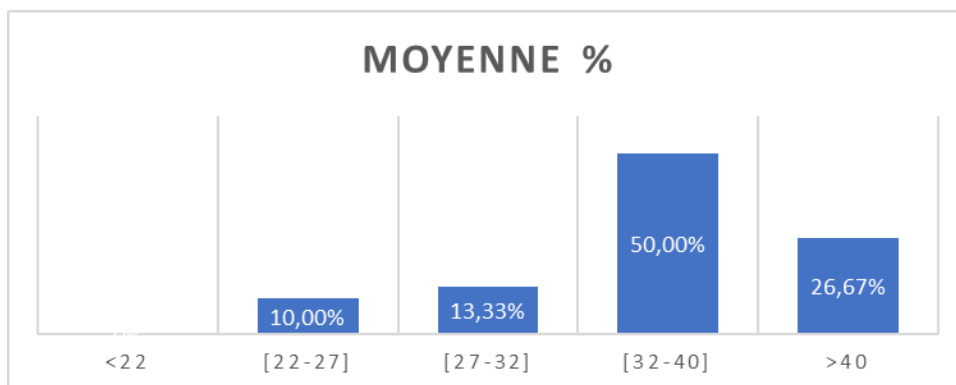


Figure 15 : Distribution des planches du liège par classe commerciale d'épaisseur.

### III.2. Étude des accroissements du liège

#### III.2.1. Les accroissements individuels

##### III.2.1.1. La station de Day Ezzitoun

L'observation des courbes individuelles de la station Day Ezzitoun (figure. 16) représentant les moyennes des accroissements de chaque arbre, nous renseigne sur la présence de deux périodes distinctes. La première est caractérisée par des cernes épais, et la deuxième par des cernes minces.

Les premières années sont marquées par une formation importante du liège, mis à part le tout premier cerne. Ce dernier ne représente que la moitié d'une période de formation étant donné que la formation du 1er cerne ne démarre qu'après la période de déliègeage qui s'effectue à partir du mois de juin jusqu'au mois d'août.

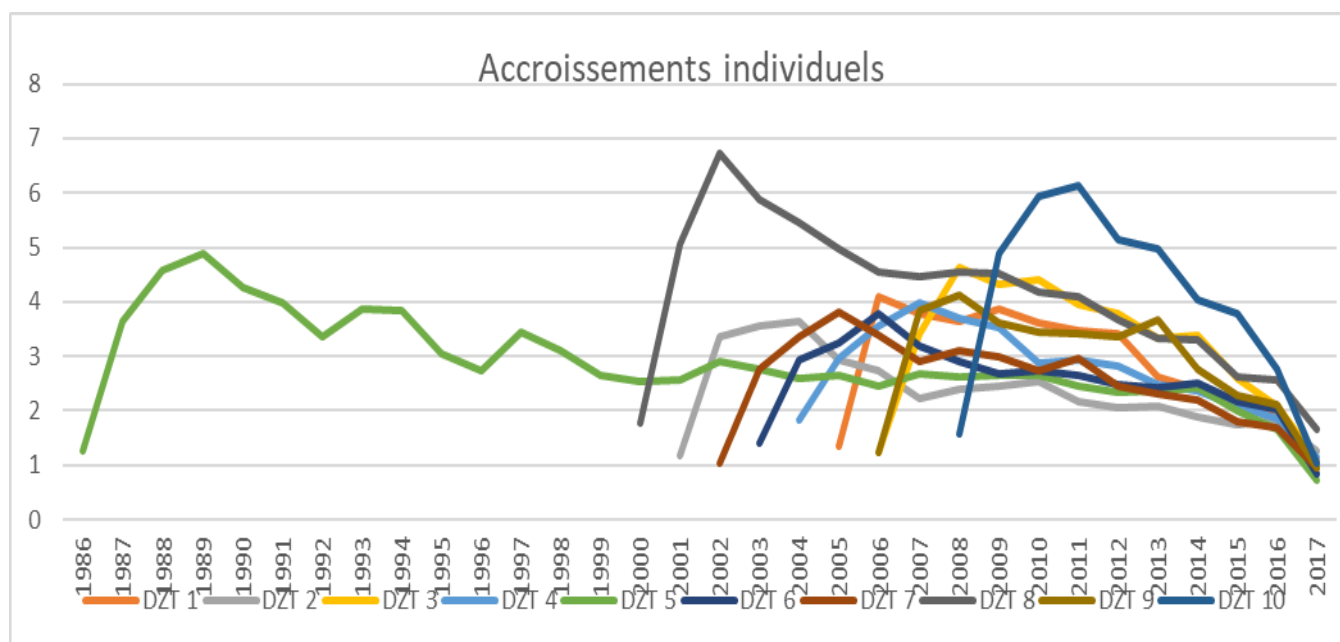
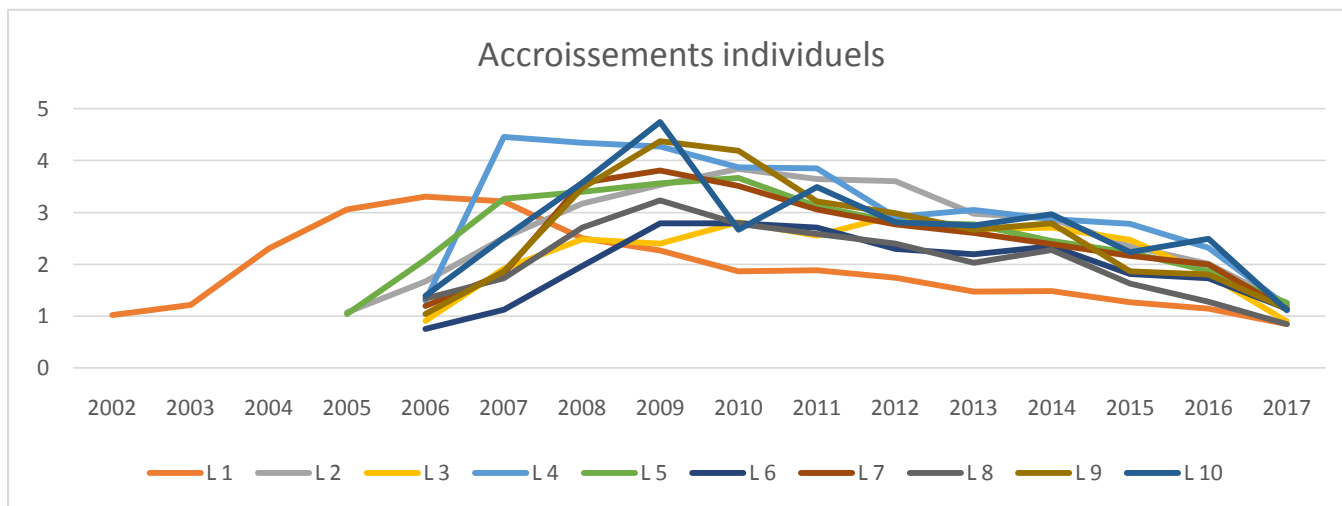


Figure 16 : Courbes des accroissements annuels du liège calculées pour chaque arbre de la station de Day Ezzitoun

**III.2.1.2. La station de Laach Lahmar**

Le graphe de la station de Laach Lahmar (figure. 17) montre que les accroissements individuels des arbres suivent tous la courbe théorique citée par Boudy (1950) et Natividade (1956), montrant une croissance progressive et importante de la variable « épaisseur des cernes » durant les premières années, atteignant plus de 4 mm dans les années 2009 puis une baisse progressive des valeurs d'accroissement le long de la période restante.

On remarque aussi que durant l'année 2010, la courbe de l'arbre 10 se distingue par une chute importante de production.

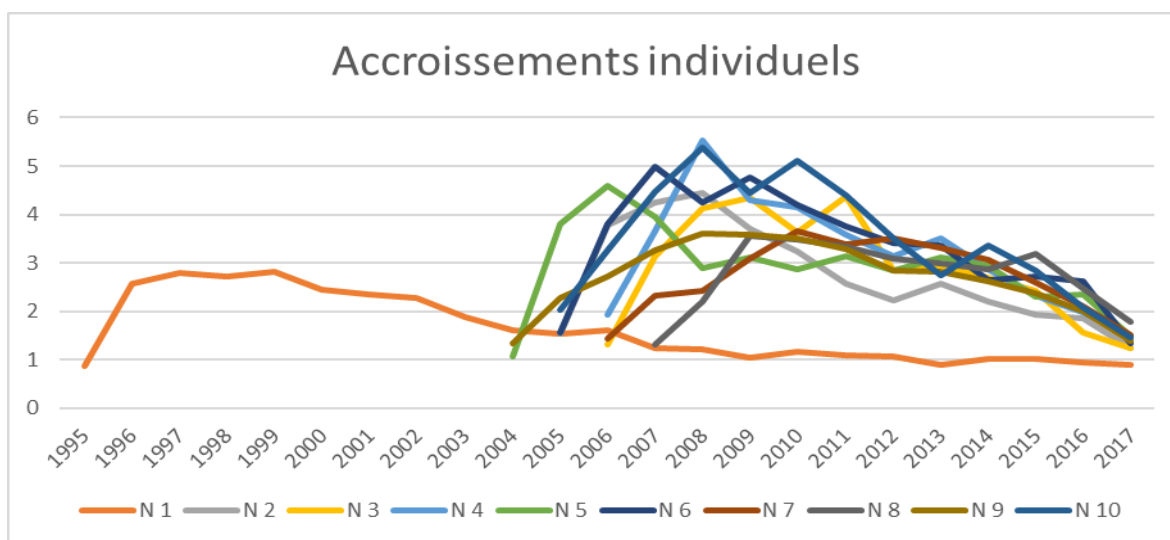


**Figure 17 : Courbes des accroissements annuels du liège calculées pour chaque arbre de la station de Laach Lahmar**

**III.2.1.3. La station de Nahal**

Pour la station de Nahal la première chose qui nous tape dans l'œil en observant le graphe (figure. 18), c'est la différence du démarrage de la production du liège dans les arbres, de sorte que le liège le plus âgé de notre station s'avère être celui de l'arbre N° 1.

Nos courbes suivent plus au moins l'allure de la courbe théorique citée par Boudy (1950) et Natividade (1956), néanmoins avec des variations et des valeurs en zigzag.



**Figure 18 : Courbes des accroissements annuels du liège calculées pour chaque arbre de la station de Nahal**

### III.2.2. Chronologie maitresse

L'observation des courbes maitresses (figure. 19) nous donne une vision globale sur l'évolution de la croissance du liège dans chaque station.

On distingue trois courbes de couleurs différentes, bleu, orange et grise, représentant respectivement nos trois stations, Day Ezzitoun Nahal et Laach Lahmar.

On remarque que les courbes de nos trois stations ne suivent l'allure de la courbe théorique énumérée par Boudy ; 1950 et Natividade ; 1956, qu'à partir de l'année 2006.

Pour la station Day Ezzitoun, la courbe démarre à partir de l'année 1986, devant alors les autres stations, mais ce démarrage n'est pas significatif, car les arbres de cette station diffèrent tous du point de vue de l'âge du liège récolté. On remarque donc un pic de production atteint durant l'année 1989 s'approchant des 5 mm, puis une allure en zigzag jusqu'à l'année 2006.

Pour la station de Nahal, on distingue presque deux parties sur la courbe, une allant de 1995 jusqu'à 2004, et l'autre de 2004 jusqu'à l'année 2017 (figure 29). Les deux donnent une impression de suivi approximatif de la courbe théorique énumérée par Boudy ; 1950 et Natividade ; 1956, ceci pourrait être dû à la différence des âges des lièges échantillonnés.

La station de Laach Lahmar, par son tracé, nous indique qu'il n'y a pas une grande variation entre les âges des lièges échantillonnés, elle débute en 2002, et suit l'allure de la courbe théorique énumérée par Boudy ; 1950 et Natividade ; 1956.

Après l'analyse de ces courbes maitresses, en l'occurrence la période allant de 2006 à 2017, on peut déduire qu'il n'y a pas une forte variation des milieux ou du climat entre nos trois stations, étant donné que les valeurs retrouvées sont presque semblables.

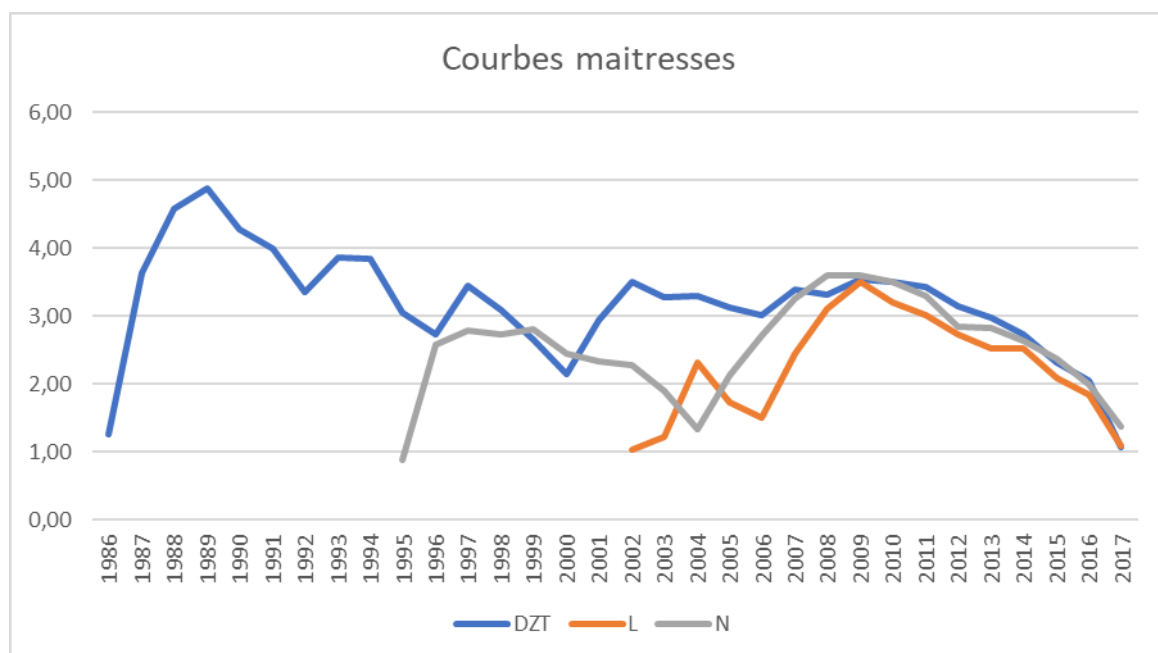


Figure 19 : Accroissements annuels des trois stations (courbe maîtresse)

### III.2.3. Les courbes cumulées

Par le graphe de la figure 20, on distingue une différence importante entre nos trois stations. La production du liège dans la station DZT est plus élevée que dans les autres stations, ce résultat est la conséquence de la diversité des âges dans cette dernière, mais néanmoins si l'on prend en considération une observation focalisée sur le développement des courbes à partir de l'année 2002 on remarque que la

croissance du liège est presque semblable avec une allure de tracé plus au moins similaire pour toutes les stations.

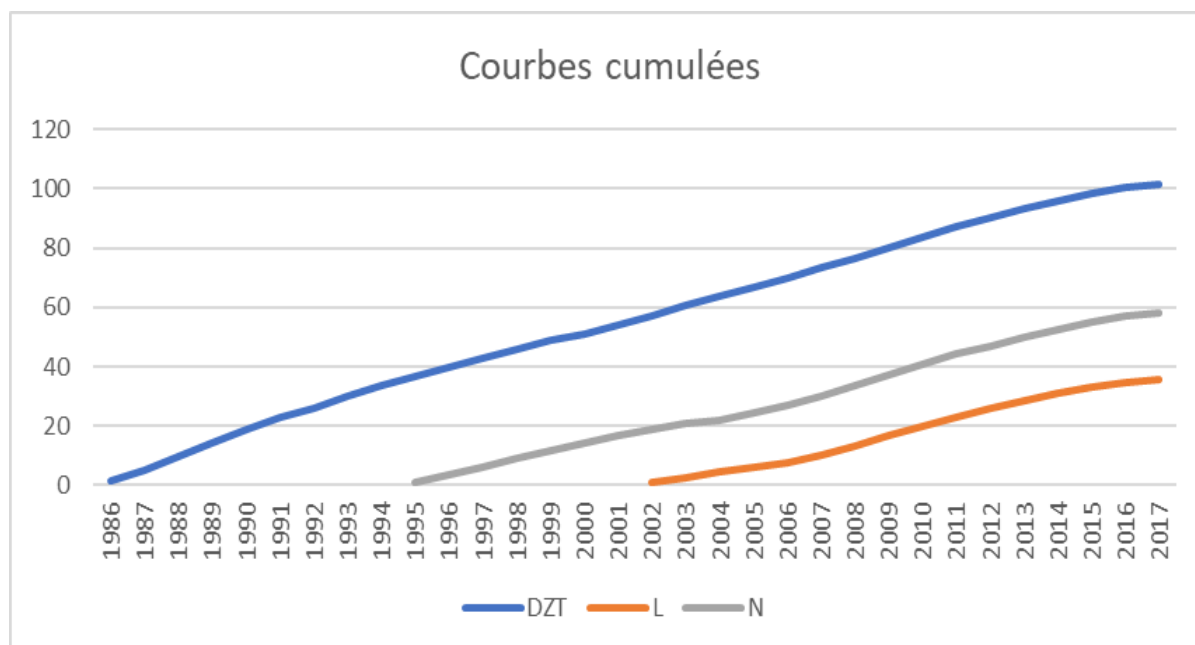


Figure 20 : Les accroissements courants moyens cumulés des trois stations

### III.2.3.1. La sensibilité moyenne

L'analyse du tableau 21 nous renseigne sur les valeurs minimales et maximales de la sensibilité moyenne des séries individuelles des stations étudiées. La valeur minimale des trois stations est de 0,125 enregistrée au niveau de la station de Day ezzitoun et la valeur maximale est de 0,327 enregistrée au niveau de la même station. Pour les autres stations, nous enregistrons des valeurs de 0,133 et 0,319 respectivement comme valeur minimale et valeur maximale dans la station de Laach Lahmar et des valeurs de 0,148 et 0,256 respectivement comme valeur minimale et valeur maximale dans la station de Nahal. Nous remarquons que les valeurs de tous les arbres des trois stations se rapprochent ce qui induit une variation faible de la sensibilité moyenne individuelle donc les arbres dépendent de la même façon aux facteurs du milieu.

Tableau 21 : Sensibilité moyenne des chronologies individuelles des différentes stations

Arbre	DZT	L	N
1	0,205	0,181	0,176
2	0,136	0,198	0,214
3	0,246	0,309	<b>0,256</b>
4	0,156	<b>0,133</b>	0,231
5	<b>0,125</b>	0,190	0,153
6	0,179	0,315	0,247
7	0,192	0,212	0,170
8	0,157	0,283	0,186
9	0,246	0,255	<b>0,148</b>
10	<b>0,327</b>	<b>0,319</b>	0,245
<b>Moyenne</b>	<b>0,197</b>	<b>0,239</b>	<b>0,203</b>

Le tableau 22 résume la sensibilité moyenne des chronologies maitresses des trois stations. La valeur minimale est de 0,157 enregistrée au niveau de la station de Day Ezzitoun et la valeur maximale est de 0,214

enregistrée au niveau de la station de Laach Lahmar. Nous remarquons que les trois stations affichent des valeurs qui sont proches de zéro, donc une réaction homogène des arbres aux facteurs climatiques.

**Tableau 22 : La sensibilité moyenne des chronologies maitresses**

Station	DZT	L	N
SM	0,157	0,214	0,172

### III.2.3.2. Coefficient d'interdatation

Le tableau 23 résume les résultats des coefficients d'interdatation. Nous remarquons que les trois stations affichent des valeurs qui sont proches de 1, donc une forte synchronisation aux facteurs du milieu.

**Tableau 23 : Le coefficient d'interdatation des séries de synthèse**

Station	DZT	L	N
SR	0,795	0,895	0,849

En confrontant les résultats de la sensibilité moyenne et le coefficient d'interdatation (tableau 24), nous remarquons que dans toutes les stations étudiées le coefficient d'interdatation des séries de synthèses est toujours élevé par rapport à la sensibilité moyenne des chronologies maitresses. Cela signifie qu'il y a une réponse modérée mais homogène des arbres de toutes les stations aux facteurs climatiques.

**Tableau 24 : Comparaison entre les sensibilités moyennes des chronologies maitresses et les coefficients d'interdatation des séries de synthèse**

Station	DZT	L	N
SM	0,157	0,214	0,172
SR	0,795	0,895	0,849

## III.2.4. Données statistiques des stations

### III.2.4.1. Kurtosis

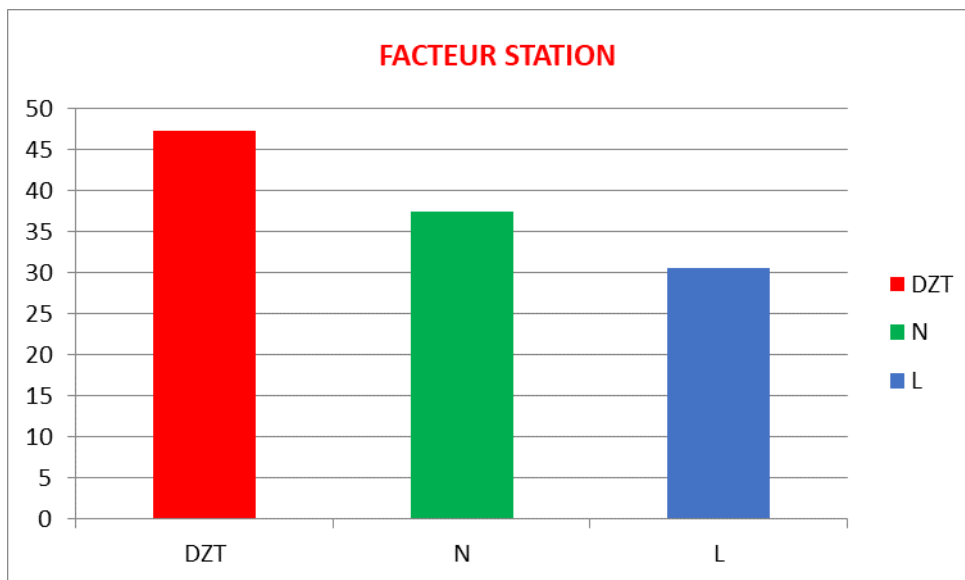
On remarque d'après le tableau des paramètres statistiques des épaisseurs des cernes (Tableau. 25), que le Kurtosis calculé (le coefficient d'aplatissement) pour toutes les stations présente une seule valeur négative, et cette dernière est observée au niveau de la station de Laach Lahmar avec une valeur de -1.081 ceci signifie que la croissance des épaisseurs des cernes pour cette dernière est relativement aplatie. Par contre les deux autres stations notamment ; Day Ezzitoun et Nahal présentent des Kurtosis positifs avec des valeurs respectives de 1.265 et 0.151. Ceci signifie que les accroissements des cernes au niveau de ces dernières sont relativement pointus.

**Tableau 25 : Paramètres statistiques des épaisseurs des cernes**

Station	DZT	L	N
Kurtosis	1,265	-1,081	0,151
C.A	-0,571	-0,131	-0,546
VAR	0,661	0,611	0,510

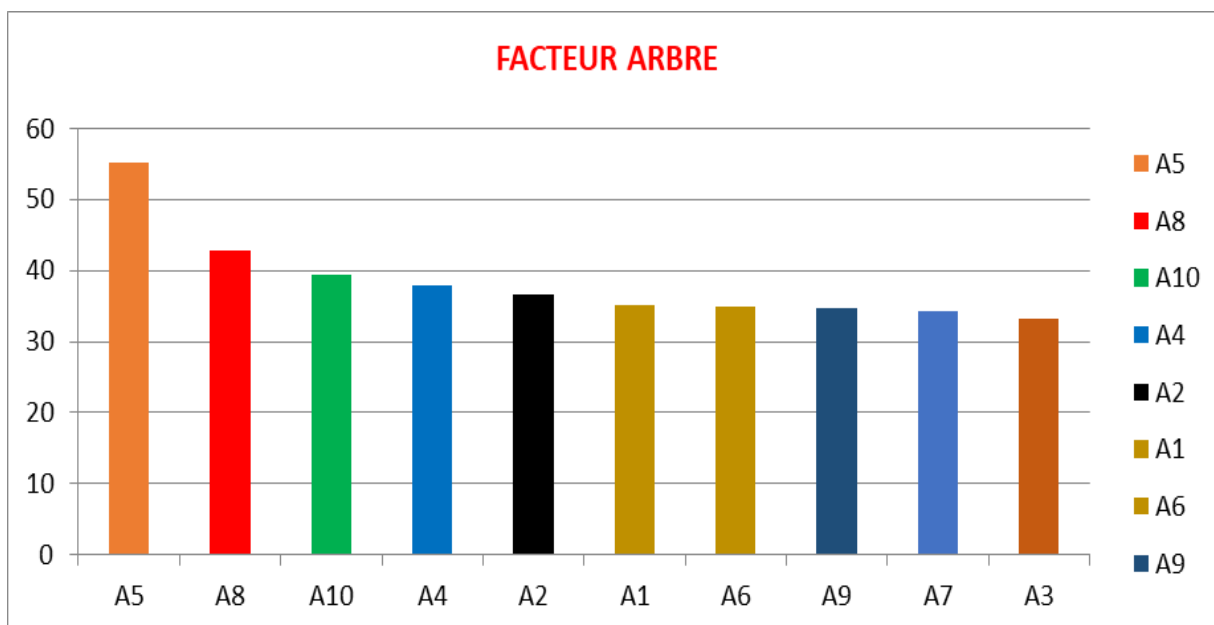
**III.2.4.2. Variation stationnelle des épaisseurs du liège.**

La figure 21, montre la variation des épaisseurs moyennes du liège selon les stations étudiées. Nous remarquons que la station de Day Ezzitoun détient la plus grande valeur (47,25 mm) puis vient la station de Nahal avec une valeur de 37... et enfin la station de Laach Lahmar avec la plus faible moyenne (31 mm).



**Figure 21 : Moyennes des épaisseurs du liège sur le facteur stations**

La figure 22 nous permet de distinguer en premier lieu l’arbre A5 qui se démarque des autres avec une épaisseur moyenne de liège de 60 mm, suivi par l’arbre A8 avec une valeur de 40 mm et enfin arrivent les autres arbres notamment A10, A4, A2, A1, A6, A9, A7 et A3 avec des valeurs qui se situent entre 30 mm et 40 mm.

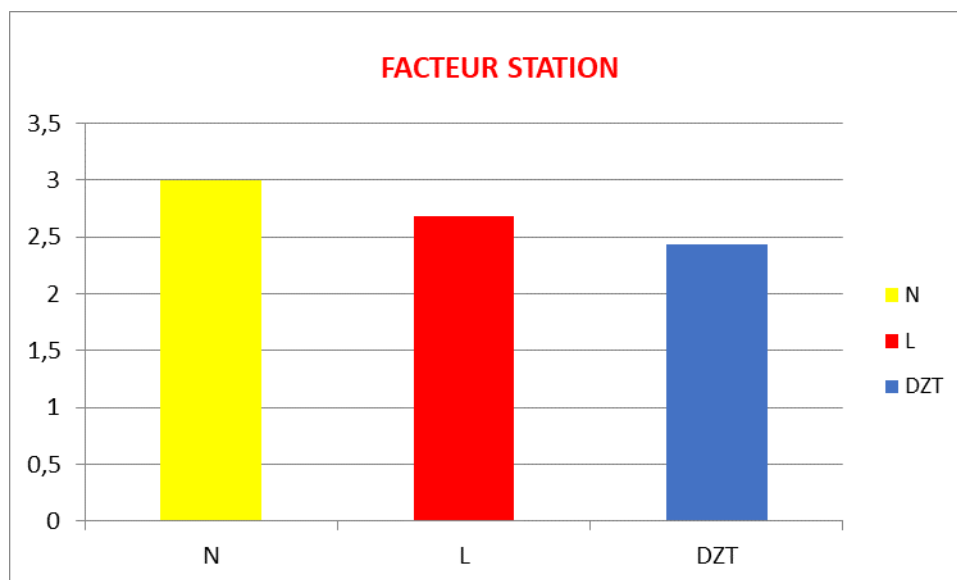


**Figure 22 : Moyennes des épaisseurs du liège en fonction du facteur arbre**

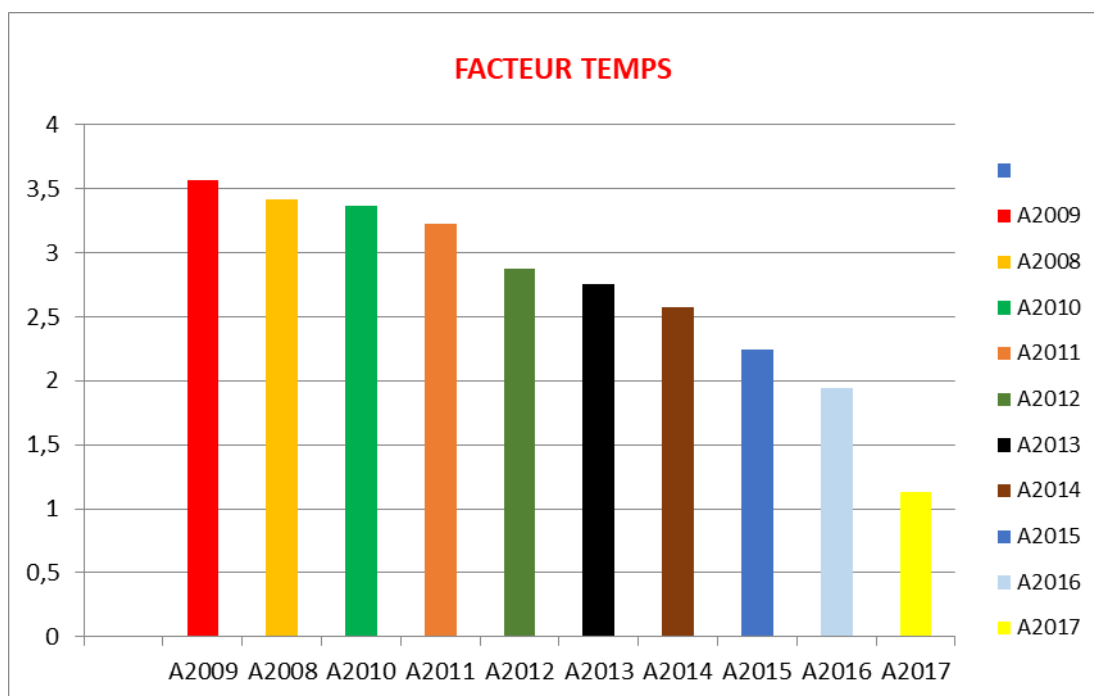
**III.2.4.3. Variation stationnelle des accroissements du liège.**

L’histogramme de la figure 23 représente les moyennes des accroissements du liège en fonction du facteur station. Il nous indique que la station Nahal détient la moyenne la plus élevée avec une valeur

s'approchant de 3 mm, quant aux deux autres stations, Laach Lahmar et Day Ezzitoun, leurs valeurs sont plus aux moins proches et se situent de part et d'autre de 2,5 mm.



**Figure 23 : Moyennes des accroissements du liège en fonction du facteur station**



**Figure 24 : Moyennes des accroissements du liège en fonction du facteur temps**

En abordant l'histogramme de la figure 24, nous remarquons clairement une allure traçant une trajectoire semblable à la deuxième partie de la courbe théorique citée par BOUDY (1950) et NATIVIDADE (1956), avec des valeurs descendantes à partir de l'année 2009 jusqu'à l'année 2017.

### III.3. Résultats de l'analyse de la variance

#### III.3.1. ANOVA des accroissements des cernes

La comparaison des moyennes de la variable épaisseur du liège est faite à l'aide de l'analyse de la variance à deux critères de classification et le test de NEWMAN et KEULS. Les résultats du tableau 26 montrent des différences très hautement significatives pour le facteur station, le facteur arbre ainsi que l'interaction entre les deux facteurs étant donné que les fonctions observées relatives à ces trois facteurs (F1 Obs = 314.64, F2 obs = 57.733 et F3 obs = 61.966) sont respectivement supérieures aux valeurs théoriques au seuil de 0.1% (F1 th = **7,77**, F2 the = **3,69** et F3 the = **2,83**).

**Tableau 26 : Résultats de l'analyse de la variance et du test de NEWMAN et KEULS de la variable Épaisseur des cernes**

	Variation totale	Variation du facteur Station	Variation du facteur Arbre	Variation inter factorielle	Variation résiduelle
S. C. E	15683,54	4246,236	3506,106	7526,327	404,866
D. D. L	89	2	9	18	60
C. M	176,22	2123,118	389,567	418,129	6,748
F Théo / $\alpha = 0,05$		<b>3,15</b>	<b>2,04</b>	<b>1,75</b>	
F Théo / $\alpha = 0,01$		<b>4,98</b>	<b>2,72</b>	<b>2,2</b>	
F Théo / $\alpha = 0,001$		<b>7,77</b>	<b>3,69</b>	<b>2,83</b>	
F Obs		314,64	57,733	61,966	
Probabilité		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Interprétation		D.THS	D.THS	D.THS	
Test de Newman et Keuls facteur station.	GA - DZT = <b>47.257</b>				
	GB - N = <b>37.496</b>				
	GC - L = <b>30.508</b>				

**Légende :** **FThéo** : Fonction théorique lue sur la table de FICHER et SNEDECOR

**F Obs** : Fonction observée

**P** : Probabilité de la table de FISHER et SNEDECOR **S. C. E** : somme des carrés des écarts **C. M** : Carré moyen

**D. D. L** : degré de liberté **G** : Groupes homogènes

**D. THS** : différences très hautement significatives

Selon les résultats du tableau 26, le test de Newman et Keuls classe les stations étudiées en trois groupes homogènes ; le groupe A constitué par la station de Day Ezzitoun avec la moyenne la plus élevée (**47.257**), le groupe B représente la station de Nahal avec une moyenne de **37.496** et le groupe C caractérisé par la station de Laach Lahmar avec la plus faible valeur (**30.508**).

**Tableau 27 : Groupes homogènes du facteur arbre**

Arbre	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
5	55,255	A				
8	42,85		B			
10	39,366			C		
4	37,923			C	D	
2	36,715			C	D	E
1	35,022				D	E
6	35,017				D	E
9	34,612				D	E
7	34,291					E
3	33,148					E

Le Tableau 27, nous renseigne sur les groupes homogènes formés par les moyennes des épaisseurs du liège sur nos arbres, de sorte que l'on distingue, 7 groupes qui sont comme suite :

Le groupe A : compte l'arbre numéro 5 avec une moyenne de 55,255 mm

Le groupe B : caractérisé par un seul arbre (le numéro 8) avec une moyenne de 42,85 mm

Le groupe C : compte l'arbre 10 avec une moyenne de 39.366 mm

Le groupe C D : représente l'arbre 4 avec une moyenne de 37.923 mm

Le groupe C D E : représente l'arbre 2 avec une moyenne de 36.715 mm

Le groupe D E : représente les arbres 1.6 et 9 avec des moyennes respectives de 35.022 mm, 35.017 mm et 34.612 mm.

Le groupe E : représente les arbres 7 et 3 avec des moyennes respectives de 34.291 mm et 33.148 mm.

### III.3.2. Analyse de la variance de la variable accroissement en fonction des facteurs station et temps.

La comparaison des moyennes des accroissements du liège est faite à l'aide de l'analyse de la variance à deux critères de classification, et le test de NEWMAN et KEULS. Les résultats obtenus pour le facteur station montrent des différences très hautement significatives entre les trois stations  $F_{1 \text{ obs}} = 33,735$  est supérieure à  $F_{\text{théo}} = 3,26$  au seuil de 0.1%. Aussi pour le facteur station, les différences sont très hautement significatives, du temps que le  $F_{2 \text{ obs}} = 14,811$  se montre supérieur au  $F_{\text{théo}} = 7,15$ . Cela dit, le facteur interaction entre les deux ne montre aucune différence significative entre les niveaux de facteurs étant donné que la fonction  $F_{3 \text{ obs}} = 0,382$  est inférieures à la fonction théorique  $F_{3 \text{ théo}} = 1,62$  au seuil de 5%.

**Tableau 28 : Résultats de l'analyse de la variance des facteurs (Station-Temps)**

	Variation totale	Variation du facteur temps	Variation du facteur station	Variation inter factorielle	Variation résiduelle
S. C. E	318,768	158,632	15,477	3,591	141,068
D. D. L	299	9	2	18	270
C. M	1,066	17,626	7,738	0,199	0,522
F Théo / $\alpha = 0,05$		<b>1,93</b>	<b>3,04</b>	<b>1,62</b>	
F Théo / $\alpha = 0,01$		<b>2,5</b>	<b>4,71</b>	<b>1,97</b>	
F Théo / $\alpha = 0,001$		<b>3,26</b>	<b>7,15</b>	<b>2,42</b>	
F Obs		<b>33,735</b>	<b>14,811</b>	<b>0,382</b>	
Probabilité		0	0	0,98995	
Interprétation		<b>D.THS</b>	<b>D.THS</b>	<b>ABS. DS</b>	

**Légende :** F Théo : Fonction théorique lue sur la table de FICHER et SNEDECOR      F Obs : Fonction observée

S. C. E : somme des carrés des écarts      C. M : Carré moyen

D. D. L : degré de liberté      G : Groupes homogènes      P : Probabilité

**ABS. DS** : Absence de différence significative

**D. THS** : différences très hautement significatives

Le tableau 28 nous renseigne sur les résultats du test de NEWMAN et KEULS. Nous remarquons que les classes homogènes se distinguent par 8 groupes et les moyennes des épaisseurs des cernes diminuent progressivement de l'année 2009 qui est caractérisée par la moyenne la plus élevée (3.565mm) à l'année 2017 caractérisée par la moyenne la plus faible (1.128mm).

Le groupe A caractérisé par les années 2009, 2008 et 2010 avec les valeurs d'accroissements les plus élevées qui sont respectivement ; 3.565 mm, 3.418 mm et 3,365 mm.

Le groupe AB composé par l'année 2011 avec une moyenne de 3.221mm.

Le groupe BC constitué par l'année 2012 avec une moyenne de 2.875mm

Le groupe C composé par l'année 2013 avec une moyenne de 2.75 mm

Le Groupe CD constitué par l'année 2014 avec une moyenne de 2.573mm.

Le Groupe DE composé par l'année 2015 avec une moyenne de 2.241mm

Le Groupe E constitué par l'année 2016 avec une moyenne de 1.938mm

enfin vient l'année 2017 dans le groupe F avec la moyenne la plus faible qui de 1,128 mm.

**Tableau 29 : Les groupes homogènes établis par le test de NEWMAN et KEULS pour le facteur temps (l'épaisseur des cernes de liège).**

Année	Moyenne	Groupes homogènes					
2009	3,565	A					
2008	3,418	A					
2010	3,365	A					
2011	3,221	A	B				
2012	2,875		B	C			
2013	2,75			C			
2014	2,573			C	D		
2015	2,241				D	E	
2016	1,938					E	
2017	1,128						F

**CHAPITRE IV**  
**:DISCUSSION**  
**DES RÉSULTATS**

## CHAPITRE IV : Interprétation et discussions des résultats

Les résultats acquis dans cette étude nous ont permis de contribuer à l'estimation et l'évaluation de la variabilité de la qualité du liège de quelques stations de la suberaie d'El kala, notamment Day Ezzitoun, Laach Lahmar et Nahal. Les variables prises en considération sont : l'épaisseur du liège, la répartition des planches de liège par classes de qualité commerciale d'épaisseur, et les accroissements annuels du liège.

En traitant les données obtenues, nous constatons qu'il n'est possible d'effectuer une comparaison entre nos trois stations qu'en prenant une période et en délaissant une autre car nos échantillons ne présentent pas un âge identique donc des épaisseurs différentes. Les âges distingués sur nos stations varient entre 10 et 32 ans, cela ne nous empêche en rien de dire que nos stations se ressemblent entre elles, du point de vue des valeurs aperçues dans les années communes.

En nous basant sur le tableau qui regroupe la période commune des lièges de nos arbres, nous constatons que la station de Day Ezzitoun devance toutes les autres, du point de vue épaisseur et production du liège avec une moyenne de 47.26 mm sauf que nous ne pouvons pas dire que ce dernier est de bonne qualité vue qu'en sait que le liège des montagnes est plus apprécié que le liège des plaines et que notre liège est prélevé dans une région se situant à 3 m d'altitude. Pour nos deux autres stations, les moyennes enregistrées sont de 37.51 mm pour Nahal et 30.51 mm pour Laach Lahmar ce qui engendre une moyenne générale de 38.43 mm pour les trois stations considérées. Ceci classe le liège de notre région dans la catégorie des lièges « réguliers » donc apte au bouchonnage. Ferreira & Al. (1999) notent que les calibres les plus utilisés pour les bouchons sont ceux qui ont une épaisseur allant de 27 à 32 mm et aussi de 32 à 40 mm. IPROCOR (1999), note aussi que le liège doit avoir une épaisseur optimale pour être utilisé dans la fabrication des bouchons. Sauf que pour nos stations, nous remarquons parfois des épaisseurs très grandes, ce qui pourrait être accompagné d'une chute du niveau de qualité ainsi que de l'augmentation du taux de déchets ; car nous savons que plus le liège dépasse un certain nombre d'années plus la qualité diminue et ce dernier devient inutilisable pour les bouchons.

Si l'on compare nos résultats à ceux obtenus dans d'autres régions notamment à El Taref par CHABBI et TIAB (2019) avec une moyenne des épaisseurs de 29,93 mm, HOUACINE et MELIANI (2017) avec une moyenne de 30,37 mm ainsi qu'à Souk hras, Arib et Zaidate (2019), ont obtenu une moyenne de 35,45 mm pour un liège d'une moyenne d'âge de 10 ans et Oudai et Farsi (2021) ont enregistré une moyenne de 34,09 mm pour une moyenne d'âge de 12 ans, on remarque que nos résultats sont largement supérieurs ceci pourrait s'expliquer par la variation des conditions écologiques de ces trois régions, notamment l'altitude, étant donné que nos stations sont situées à de faibles altitudes (Day ezzitoun à 3m, Laach lahmar à 75 m et Nahal à 100m).

Par ailleurs, 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 des épaisseurs supérieures à 27 mm et seront donc considérées comme aptes au bouchonnage. Par conséquent, 10 % seulement qui présentent des épaisseurs inférieures à 27 mm et qui seront orientés vers d'autres utilisations, notamment l'aggloméré et l'artisanat.

Comparativement aux résultats obtenus par Chabbi et Tiab (2019) dans la même région (El Taref), Metna (2003) dans la suberaie orientale de la wilaya de Tizi-Ouzou, Ghezali (2008) dans quelques stations de la suberaie de Jijel et Ferreira et al. (1999) au Portugal avec des valeurs respectives de 90 % ; 75 % ; 63 % et 55 % des planches ayant des épaisseurs supérieures à 27 mm, nous dirons que le liège de notre zone d'étude est semblable au liège étudié par Chabbi et Tiab (2019) dans la même région et il est plus épais que celui des autres régions.

Selon Iprocor (1999), deux facteurs sont responsables des variations de l'épaisseur du liège ; les facteurs écologiques qui influencent la croissance de l'arbre, et les facteurs génétiques ; du fait que, celui-ci peut limiter sa productivité en liège malgré les conditions favorables. Comme elles pourraient être dues à la nature des stations qui sont représentées par des peuplements âgés et des structures irrégulières.

Pour analyser nos résultats, nous avons étudié les accroissements individuels des arbres de chaque station, et sur les trois stations, nous avons pu observer une croissance forte durant les premières années de la formation du liège comme indiqué dans les graphes. Ces derniers coïncident avec la courbe théorique du liège énoncée par Boudy (1952) et Natividade (1956) mais seulement en délimitant un intervalle de temps commun, car nos stations et nos échantillons diffèrent considérablement du point de vue de l'âge du liège récolté.

La croissance annuelle des cernes de liège des trois stations étudiées sur les seize dernières années nous révèle une moyenne de 2,61 mm, cette dernière se rapproche des moyennes obtenues par d'autres auteurs notamment SMAIL et MOHAMMEDI (2021), au niveau de la région d'El-Tarf (Oued Bougous, Zitouna et Sidi Bouzid) avec une moyenne de 2,79 mm sur une période de 11 ans et OUDIAI et FARSI (2021) au niveau de la région de Souk Ahras avec une moyenne de 2,90 mm sur une période de 12 ans. Ceci pourrait s'expliquer par une forte ressemblance des milieux entre les trois régions, étant donné qu'elles sont limitrophes et appartiennent presque à un même bioclimat (sub humide). Notre moyenne est élevée par rapport à celle obtenue par BOUKANTAR (1997) au niveau de la suberaie de Tizi-Ouzou (Yakouren) avec une moyenne de 2,39 mm en un âge moyen de 9 ans, celle obtenue par ABDEMZIEM et NEKMOUCHE (2002) dans la même région (forêt expérimentale de Taourirt) avec une moyenne de 2,26 mm en un âge moyen de 13 ans, ainsi que celle obtenue par STOUTAH (2010) dans la région de Jijel avec une valeur moyenne de 1,82 mm en un âge moyen de 8 ans. Par contre nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par FERRIERA et al. (1999) au Portugal. Cette dernière a enregistré une moyenne de 4,1 mm sur les huit premières années du cycle de production du liège. Ceci pourrait s'expliquer par la différence d'âge des lièges utilisés pour le calcul de ces moyennes annuelles. BOUDY (1950) et NATIVIDADE (1956) notent que la croissance du liège est plus importante durant les premières années de production puis elle diminue au fur et à mesure que le liège augmente dans l'âge.

L'analyse des courbes d'accroissement individuelles des cernes de liège de nos trois stations montre que le liège de nos arbres suit une croissance semblable à celle décrite par la courbe théorique énoncée par Boudy (1950) et Natividade (1956). La première année est caractérisée par une faible valeur de l'épaisseur des cernes, ceci pourrait s'expliquer par l'affaiblissement des arbres après le déliègeage qui ont été dénudés de leur tissu de protection, par conséquent ils deviennent exposés aux aléas climatiques, ce qui pourrait provoquer l'évaporation de la sève et le dessèchement de la partie externe de la mère (phellogène) et qui sera rétablie au fur et mesure après le sixième mois selon les conditions du milieu et le tempérament de l'arbre . À partir de la deuxième année, on constate des valeurs des épaisseurs des cernes qui augmentent progressivement jusqu'à environ la cinquième ou la sixième année puis commencent à diminuer jusqu'à la dernière année de production. Ces résultats ressemblent à ceux obtenus par SMAIL et MOHAMMEDI

(2021), au niveau de la suberaie d'El-Tarf, OUDIAI et FARSI (2021) au niveau de la région de Souk Ahras et STOUTAH (2010) au niveau de la suberaie de Jijel.

L'observation des trois courbes de chronologie maitresse nous montre qu'elles n'ont pas suivi l'allure de la courbe théorique énoncée par BOUDY (1952) et NATIVIDADE (1956). Ceci pourrait être dû à la diversité des âges du liège récolté dans les mêmes stations par conséquent, les échantillons considérés n'ont pas démarré leur production la même année. Contrairement aux autres travaux notamment MELLAHI et TAGHARSIFT (2010), STOUTAH (2010), OUDIAI et FARSI (2021), SMAIL et MOHAMMEDI (2021) ont eu des courbes maitresses qui ont suivi l'allure de la courbe théorique.

Les résultats, obtenus sur le calcul du coefficient d'aplatissement pour les trois zones d'étude, montrent que la croissance des cernes est aplatie pour une région qui est la station de Laach Lahmar, et pointue pour les deux autres, en l'occurrence Day Ezzitoun et Nahal.

La comparaison des sensibilités moyens interindividus d'une même population montre que les arbres réagissent presque de la même manière vis-à-vis des facteurs du milieu. Les valeurs extrêmes de la sensibilité moyenne des séries individuelles des stations sont comprises entre 0,125 et 0,327 pour la station de Day Ezzitoun, 0,133 et 0,319 pour la station de Laach Lahmar et entre 0,148 et 0,256 pour la station de Nahal.

Ces dernières expriment une légère influence des facteurs micro stationnelles propres à chaque individu sur la croissance du liège surtout au niveau de la station de Day Ezzitoun où on a enregistré l'étendue la plus importante (0,202) suivie de la station de Laach Lahmar avec une valeur de 0,186 et Nahal avec l'étendue la plus faible qui est de 0,108. Ces différentes valeurs d'une chronologie à l'autre expriment l'impact des facteurs micro stationnelles propres à chaque individu sur la croissance du liège.

Les sensibilités moyennes des chronologies maîtresses des trois stations sont de 0,157 pour la station de Day Ezzitoun, 0,214 pour la station de Laach Lahmar et 0,172 pour la station de Nahal.

Quant aux valeurs du coefficient d'interdatation, elles sont de 0,795 pour la station de Day Ezzitoun, 0,895 pour la station de Laach Lahmar et 0,849 pour la station de Nahal. Ce qui implique la présence d'une synchronisation importante avec les facteurs du milieu.

La combinaison de ces valeurs faibles de la sensibilité moyenne par rapport aux valeurs élevées des coefficients d'interdatation calculés révèle que la réponse des individus aux facteurs climatiques est modérée, mais très homogène.

Serre-Bachet (1983) note qu'un synchronisme plus ou moins évident des variations interannuelles de la croissance des cernes explique le caractère partiel des années à cernes épais ou minces dans nos stations, par des réactions différentes des peuplements vis-à-vis des facteurs du milieu.

Quand nous avons procédé à l'analyse de la variance, nous avons constaté des différences très hautement significatives de la variable épaisseur dans les deux facteurs, arbres et stations. Cela implique que nos zones d'étude ne sont pas influencées par les mêmes conditions climatiques ou autres. Sauf que nous rencontrons toujours une impasse entre la certitude et le doute qui pourrait être due à la différence de l'année du démarrage de la production du liège dans nos stations par rapport à la période commune prise dans l'étude de l'analyse de la variance.

Tout de même on pourrait dire que les variations pourraient être dues à la différence d'altitude qui est évidente entre les trois stations étudiées, nous ajoutons à cela la différence supposée du sol ainsi que l'exposition aux aléas climatiques, ce qui provoque l'évaporation de la sève et le dessèchement de la partie externe de la mère de liège.

Ces résultats coïncident avec ceux de plusieurs auteurs qui ont étudié la variation stationnelle de l'épaisseur du liège dans une région notamment Tiab ET Chabbi (2019) dans la même région et les mêmes stations, Benboudjemmaa et Sadou (2019) dans la région d'El Kala, Arib et Zaidet (2019) dans la région de Souk Ahres, et DOUZENE (2007) ainsi que Ghezali (2007) dans la région de Jijel. Boudy (1952) note que dans un étage humide, le chêne-liège est concurrencé par le chêne zen et la nature du sol. Il affirme aussi que dans les régions les plus arrosées et à basse altitude, les écorces croissent rapidement. Ces variations peuvent être dues aux facteurs altitude et aux types de sols des stations étudiées.

Le rétablissement plus ou moins rapide de l'équilibre, selon les conditions du milieu et le tempérament de l'arbre, au cours des premières années, provoque un accroissement des cernes de liège plus important que les dernières années. Raouane (1985) note que cette tendance peut s'expliquer par une diminution de l'activité cambiale et par l'augmentation de la surface sur laquelle doivent se répartir les cellules néoformées.

Par rapport à la deuxième, analyse de la variance, prenant en compte la variable ; épaisseur du cerne réalisée en fonction des facteurs temps et station, les résultats nous montrent des différences très hautement significatives par rapport aux deux facteurs, ce qui induit que l'évolution des épaisseurs des cernes de nos échantillons diffère d'une année à une autre. Quant à l'interaction entre le facteur temps et le facteur station, les résultats nous montrent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les niveaux de facteurs.

# CONCLUSION

# Conclusion

Au terme de ce travail qui a eu pour objectif la contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège de *Quercus suber L.* de la région d'El kala. Nous allons vous présenter de façon synthétique les principaux résultats et conclusions auxquels nous sommes parvenus et nous évoquerons quelques recommandations qui pourraient peut-être répondre aux nombreuses questions qui restent posées.

Rappelons que ce travail a été réalisé sur trois stations notamment Day Ezzitoun a 3m d'altitude, Laache Lahmar a 75m et Nahal a 100m. Les échantillons de liège ont été prélevés des arbres sur pieds pour les deux premières stations et d'un dépôt de stockage pour la troisième station selon la méthode d'échantillonnage stratifié 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, sur lesquels des mesures d'accroissement ont été effectuées, suivies d'un ensemble de traitement statistique.

La moyenne annuelle des accroissements est de 2,61 mm, elle est plus élevée que celles obtenues à Jijel et à Tizi Ouzou

L'épaisseur moyenne du liège des trois stations est de 38,42 mm, entre autres un liège régulier, apte au bouchonnage.

Une forte variation de l'âge des échantillons a été constatée, les plaques de liège varient entre 10 et 32 ans, un point négatif qui agit directement sur la qualité du liège.

Une récolte dans les temps idéals peut faire valoriser la production du liège pour ainsi compenser la baisse de qualité due au taux d'humidité élevée sur les trois stations et enregistrer des bénéfices économiques non négligeables.

La réponse des individus aux facteurs climatiques est modérée, mais très homogène, ce qui a été démontré par la combinaison de ces valeurs faibles de la sensibilité moyenne par rapport aux valeurs élevées des coefficients d'interdatations.

Dans le cadre d'une nouvelle étude, il serait préférable de :

- ❖ Soit augmenter le nombre d'échantillons pour ensuite effectuer un tri et une étude selon la catégorie d'âge, soit essayer d'homogénéiser l'âge des échantillons lors de l'échantillonnage.
- ❖ Tenir compte des différents facteurs influant sur la production du liège tel que l'état sanitaire des arbres, l'orientation, le type du sol...etc.
- ❖ Effectuer quelques recherches relevant de la génétique des populations pour déterminer l'existence d'une influence sur la croissance.

Pour finir, nous aimerions suggérer quelques bonnes actions à entreprendre et qui peuvent être bénéfiques à la gestion des peuplements de chêne-liège :

- ❖ Réaliser des campagnes de sensibilisation visant à faire connaître la valeur de l'arbre du chêne-liège suivi par des programmes de Nettoyage des forêts pour minimiser les risques des incendies.
- ❖ Investissement dans la protection des forêts productives en matière de structure et de surveillance ainsi que le contrôle des accès pour les zones à risque élevés.
- ❖ Se pencher vers des programmes modernes de réhabilitation des ressources forestières.

- ❖ Lancer des formations visant à cultiver les exploitants afin d'éviter les dégâts résultant de l'ignorance.

**RÉFÉRENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES**

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

**AIME S., 1976 :** Contribution à l'étude écologique du chêne-liège, étude de quelques limites. Thèse Doctora + A2 : A93t, Univ. De Nice. 182 p.

**AOUADI B., 1989 :** La végétation de l'Algérie Nord orientale. Histoire des influences anthropiques et cartographie a 1/200.000. These Doct., Univ.] Fournie R. Lab. Eco. Vegetale. 109p.

**ARIB K. et ZAIDAT K., 2019 :** Contribution à l'étude de la variabilité stationnelle de la qualité du liège de Quercus suber L. de la subéraie de Souk-Ahras Cas des stations : Forêts domaniale et nationale Fedj Macta et Rezgoune.

**BELOUAHEM-ABED D., BELOUAHEM F. et DEBELAIR G. 2009 :** Biodiversité Floristique et Vulnérabilité des Aulnaies Glutineuses de la Numidie Algérienne (N.E algérien). European Journal of Scientific Research. 32(3) : 329-361.

**BEN BOUDJEMA HAYET et SADOU SAMIRA, 2019 :** 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.

**BOUDY P., 1950 :** Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences forestières. Ed, Larose, Paris, 575p.

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

**BOUDY P., 1955 :** Économie forestière nord-africaine : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie

**BOUHRAOUA R.T., 2003 :** Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'Ouest algérien : étude particulière des problèmes posés par les insectes-Thèse d'état département de foresterie, faculté des sciences, université de Tlemcen.

**BOUKANTAR A., 1997 :** Variabilité stationnelle des accroissements courants de liège des peuplements de chêne-liège (Quercus suber L.) dans la région de Yakouren. Thèse. Ing. Inst. Agro. Univ. UMMTO. 76p.

**BRASIER C.M., 1993 :** "La mortalité du chêne-liège dans la péninsule Ibérique – Oak mortality in Iberica" in Nature 10 décembre 1992 in La lettre du DSF n°6, juillet 93

**CANTAT.R ; et PIAZZETTA R. (I.M. L) ,2000 :** La levée du liège ce qu'il faut savoir sur l'exposition du chêne-liège. Guide technique et de la vulgarisation ,24p.

**CARITAT A., GUTIERREZ E. et MOLINAS M., 2000 :** Influence of weather on cork-ring width. Tree Physiology, 20:893-900.

**CHABBI et TIAB, 2019 :** Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège de reproduction des subéraies d'El Taref Cas des stations : Oued Bougous, Sidi Bouzid et Zitouna, Mémoire De fin d'étude

**CHALABI B. (1990) :** Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour la protection de la faune : Cas du lac Tonga (magister INA, Alger).

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

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

**DESSAIN GERARD et TONDELIER MARGARET, 1991 :** liege de mediterranee, Edisud / Narration, 1991, 80 p.

**EL ANTRY TAZI S., ABOUROUH M., DE SOUSA E. et MARIA LURDES I., 2007 :** L'insecte *Platypus cylindrus* Fabr. (Coléoptère, Platypodidae) dans les subéraies Marocaines. Communication 5ème Meeting du Groupe de Travail de Lutte Intégrée des Forêts de Chênes. OILB/srop. TLEMCEN 22 - 25 Octobre 2007.

**EMBERGER, 1952-1955 :** Cours de bioclimatologie, kadi Benane, 2018.

**FERRIERA A., FERNANDO L. et PEREIRA H., 1999 :** Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. Ann, For. SCI. 187-193 pp.

**FRITTS, 1976 :** Tree-rings and climate. Academic. Press. London, 567p.

**GABIS A. et BOUKERB K., 2009 :** Contribution a l'étude de la variabilité de la qualité du liège des subéraies de la wilaya d'El Tref. Thèse Ing., D'agro. Université de Tizi Ouzo, 68p.

**GHEZALI, 2008 :** Contribution à l'étude de la qualité du liège la région de Jijel ; cas de canton..

**GUERFI A., 2001 :** Contribution à l'étude de la reconstitution de la suberaie et de son cortège floristique après incendies dans la région de Texenna. Mém. Ing. Agron. I.N.A., 74 p+ Annexes.

**HOUACINE C. et MELIANI DJ., 2017 :** Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège de production des subéraies des wilayas d'El Taref et Tlemcen.

**ILLY G., 1966 :** Recherche sur l'amélioration génétique du pin maritime. Ann. Sc. For. Tome XXIII, Fascicule 1. Ed, Georges Thomas. Nancy, 769-1007pp.

**LAMEY A., 1893 :** Le chêne-liège sa culture et son exploitation. Ed. Berger Levrault et Cie, 289p.

**MAIRE R., 1926 :** Notice de carte géographique de l'Algérie et de la Tunisie, Bconnier, Alger, 76p.

**MEROUANI H., BRONCO C., ALMEIDAM H. et PEREIRA J. S., 2000 :** Comportement physiologique des glands de chêne-liège (*Quercus suber* L.) durant leur conservation et variabilité inter-individus producteurs. Ann. For. Sci. 58 (2000) 143-153. INRA, EDP sciences, 2001.

**MESSAOUDANE M., MEGANI, 2000 :** Étude de la régénération par rejet de souche de chêne-liège dans la forêt domaniale de Tamgout et de Béni –Ghobri de la wilaya de Tizi –Ouzou. Mémoire Ing, Faculté des sciences agronomiques et des science biologiques, Université de Tizi Ouzou ,41p.

**METNA., 2003 :** Caractéristiques physiques et chimiques du liège de reproduction de la subéraie orientale de la wilaya de TIZI OUZOU. Thèse de magister. Agro. Univ. T.O, 102p.

**MONTERO G., 1987 :** Modelos para cuantificar la producción de corcho en alcornocales en función de la calidad de la estación y de los tratamientos selvícolas. I.N.I.A.Serie Tesis Doctorales. 277p.

**MONTOYA OLIVER, J. M., 1988 :** Los Alcornocales, Ministerio de Agricultura Pesca y alimentación. Série.Manuales Tecnicos SEA.Madrid,155p.

**MUNAUT A.V., 1979 :** La dendrochronologie et les problèmes de géographie historique. Ext.de la Géo. Hist., Actes du colloque de Bruxelles, p 401-485.

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

**ORGEAS G., 1997 :** Dynamique des nutriments de *Quercus suber* L. et production de liège en relation avec les variables environnementales- le cas des massifs des Maures (Var). Thèse de doctorat en sciences de l'Université de Provence, Aix-Marseille I, 213p.

**OU DIAI M'HENI et FARSI AMINE, 2021** : Contribution à l'étude des accroissements stationnaire du liège de *Quercus suber* L. de la suberaie de Souk-Ahras. Cas des stations : Forêts domaniale et nationale de Fedj Macta et Rezgoune.

**OUELMOUHOUB S., 2005** : Gestion multi usage et conservation du patrimoine forestier 127 p

**PARDE J., 1961** : Dendrométrie. E.N.E.F. Nancy.350p.

**PEREIRA H., 2007** : Cork : Biology, Production and Uses. Edit. Elsevier Science & Technology. 346p.

**PIAZZETTA R., 2005** : État des lieux de la filière liège française. — Institut méditerranéen du liège, Projet Interreg III-B Medocc « Suber-med ».

**QUEZEL P., 1976** : Les forêts du pourtour méditerranéen. Note technique de MAB, UNESCO, 2pp.

**QUEZEL P., 1979** : La région méditerranéenne française et ses essences forestières, signification écologique dans le contexte circum-méditerranéen.

**QUÉZEL PIERRE, MÉDAIL 2003** : Frédéric Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen 576 p.

**RAOUANE M., 1985** : Étude dendroclimatologique du chêne zéen (*Q. canariensis* Wild) du Rif occidental et du moyen Atlas au Maroc. Thèse de docteur de 3ème cycle, Univ. D'Aix Marseille III, Fac. Sc de St Jérôme. P 125.

**ROBIN C., CELLE C. et DESPREZ-LOUSTAU M.L., 1996** : Les cahiers du DSF 1 –N°61, "Effect of water stress on cork and holmsusceptibility to *Phytophthora cinnamomi*" in *Physiology* – September 5, Arcachon – France, 1997 and genetics of tree phytoplaye interactions, IUFRO S7, 01 symposium August 31

**SACCARDY, C., 1937** : Notes sur le chêne-liège et le liège en Algérie. Bull de la Stat. Rech. Forest du Nord de l'Afrique II (2) : 271-374.

**SEIGUE A., 1985** : La forêt circumméditerranéenne e ses problèmes. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. Edit. G.P. Maisonneuve & Larose. 496 p.

**SELTZER P., 1946** : Le climat de l'Algérie. Inst. Météorol. Phy.. GI., Alger, Carbonel, 219p.

**SERRE-BACHET F., 1982** : Analyse dendroclimatologique comparée de quatre espèces de pins et du chêne pubescent dans la région de la Gardiole prés Rians (Var, France). Ecol, Médit, VIII (Fasc.3) pp 168 – 183.

**SMAIL SAMY et MOHAMMEDI LOUNIS, 2021** : Contribution à l'étude de la variabilité des accroissements stationnelles et de la qualité du liège de l'espèce *Quercus suber* L. de la suberaie de El Kala

**STOUTAH F., 2010** : Contribution à l'étude des accroissements du liège de la wilaya de JIJEL cas des cantons D'ELAOUANA, TEXENNA, TAHER et EL MILIA.

**TAGHARSIFT et MELLAHI, 2010** : contribution à l'étude des accroissements des cernes du liège au niveau des forêts d'El Kala, Bouira et Skikda.

**TEISSIER DU CROS E., 1979** : Stratégie de l'amélioration des arbres forestiers. Ed. C.R.F, Olivet,7 p.

**VAN DIJK G. et LEDANT J-P. 1983** : La valeur ornithologique des zones humides de l'Est algérien. Biol. Conserv. 26, 215-226.

**VARELA M. C., 2000** : Evaluation of genetic resources of cork oak for appropriate use in breeding and gene conservation strategies. Handbook of the Concerted Action. FAIR 1 CT 95- 0202. 127p

**VIGNES E., 1990** : Sylviculture des suberaies varoises. Forêt méditerranéenne. T. XII, n°2, septembre 1990. pp.125-128.

**YESSAD S.A., 2000** : Le chêne-liège et le liège dans les pays de la Méditerranée occidentale. 111p

**YOUNSI SALAHEDDINE, 2006** : Diagnostic des essais de reboisement et de régénération du chêne-liège (*Quercus suber* L.) dans la région de Jijel.

**ZERAIA L., 1981** : Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologique 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, 367p.

**ZERAIA L., 1981** : Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologique 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, 367p.

❖ **Autres sources :**

Alexandra Stoecklin, Journaliste.

Amorim France, [amorimfrance.fr](http://amorimfrance.fr).

CARL VON LINE, 1753. *Species plantarum*.

CENEAP 2010.

D. G. F.2003.

I.M.L ,2006

IML, 1997.

Institut Català del Suro.

IPROCOR/FUNDECYT, "Manuel didactique du leveur", Projet LEOSUBER, 2000.

UNESCO.

[www.agronomie.info/fr/le-chene-liege/](http://www.agronomie.info/fr/le-chene-liege/)

# Résumé

La caractérisation de la qualité du liège de trois subéraies d'El Kala a été effectuée en passant par le prélèvement de 10 échantillons représentatifs d'arbres par station, suivant la méthode systématique stratifiée.

Un taux de 90% sur le total des échantillons sont aptes au bouchonnage par des valeurs dépassant les 27 mm se démarquant par une moyenne d'épaisseur qui atteint les 38.43 mm avec une qualité acceptable, déterminée par le biais de la moyenne des accroissements trouvés sur les trois stations qui est de 2,61 mm, suite à un calcul basé sur la période commune.

L'ensemble des paramètres calculés a démontré qu'une certaine homogénéité existe dans l'évolution de la production à l'intérieur des peuplements.

Les résultats de l'étude des variances ont démontré des différences très hautement significatives de la variable épaisseur dans les deux facteurs de la première étude ; arbres et stations, et aussi dans la deuxième où les facteurs sont ; temps et station, des résultats qui expriment à la fois que les zones d'étude ne sont pas influencées par les mêmes conditions climatiques ou autres ainsi qu'une différence d'évolution des épaisseurs des cernes de nos échantillons d'une année à une autre.

**Mots clés : El-Kala / liège / qualité / variabilité / épaisseur / accroissement**

# Abstract

The characterization of the quality of the cork of three cork oak forests of El Kala was carried out by taking 10 representative samples of trees per station, following the stratified systematic method.

A rate of 90% of the total of the samples are suitable for corking by values exceeding 27 mm, distinguished by an average thickness which reaches 38.43 mm with an acceptable quality, determined by means of the average of the increments found on the three stations which are 2.61 mm, following a calculation based on the common period.

All the parameters calculated demonstrated that a certain homogeneity exists in the evolution of production within the stands.

The results of the variance study demonstrated very highly significant differences in the thickness variable in the two factors of the first study ; trees and stations, and also in the second where the postmen are; time and stations, results which express both that the study areas are not influenced by the same climatic or other conditions as well as a difference in the evolution of the thicknesses of the tree rings of our samples from one year to another .

**Key words : El-Kala / cork / quality / variability / thickness / growth**