


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOU MAMMARI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



## Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du  
Diplôme master en Sciences Agronomiques  
Spécialité : Sciences Forestières

### Thème

**Contribution à l'étude des accroissements du liège de  
reproduction de *Quercus suber* L. des subéraies de Tizi-Ouzou  
Cas des stations : Draa El Mizane, Tirsine 1 et Tirsine 2**

Présenté par :

Melle AZZOUG Zahoua

Melle BAROUN Celia

Devant le jury :

Présidente : Mme SI MOHAMMED

Maître Assistant à l'U.M.M.T. O

Promoteur : Mr METNA B.

Maître Assistant à l'U.M.M.T. O

Examineur : : Mr CHENOUNE K.

Maître Assistant à l'U.M.M.T. O

Promotion 2022-2023

## ***Remerciements***

*Premièrement, on remercie dieu tout puissant de nous avoir aidés*

*Pour mener à terme ce travail.*

*Au terme de ce travail, on tient à adresser l'expression de nos vifs*

*Remerciements à toutes les personnes qui nous ont aidé et*

*Collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*A Mr METNA.B, maitre-assistant et chargé de cours à*

*L'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour avoir proposé*

*Le sujet et accepté de diriger ce travail. On lui présente notre*

*Profonde gratitude pour son aide et ses constructifs conseils.*

*Nous adressons nos sincères remerciements*

*À Mme SI MOHAMMED. C Maitre*

*Assistant Chargé de Cours à l'U.M.M.T. O, qui nous a fait l'honneur*

*de Présider notre jury de mémoire.*

*À Mr CHENOUNE K, Maître assistant chargé de cours à*

*U.M.M.T.O, d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à*

*Mes chers parents qui je ne pourrais être jamais reconnaissant envers leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements durant toutes mes années d'étude. Ce travail soit pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection de tendresse.*

*Ma sœur Saloua et mon frère Fares*

*Ma grand-mère et grand-père qui ont toujours été à mes côtés pour m'encourager.*

*A toute ma famille sans exception*

*A tous mes amis qui m'ont encouragé et*

*Soutenu dans mes moments les plus difficiles.*

*À tous mes enseignants de spécialités foresterie*

*À mon promoteur Mr METNA*

*A mon binôme Celia*

*Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*A. ZAHOUA*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail aux personnes qui me sont les plus chères  
au monde :*

*À mes chers parents qui m'ont soutenu durant toutes mes années  
d'études.*

*À mes frères Sofiane et Samir et toute ma famille sans exception*

*À tous mes enseignants de spécialités foresterie (Mr et Mme  
Chenoune ; Mme Si Mohammed ; Mme Kadi ; Mme Adjaoud ; Mme  
Metna ; ...)*

*À notre responsable de master Mr Asmani*

*À mon promoteur Mr Metna*

*À mon Binôme Zahoua*

*À mes amis : Yasmine ; Cherif ; Celia ; Kenza ; Kamelia ; Ferhat ;  
Amine ; Moh ; Malika ; Ryma ; Sacha ; Hamid ; Hemza ; Liza ;  
Rafik ; Amar ; Oudiai ; Farsi ; Wissam ; Ramel.*

*B. CELIA*

# Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

## CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I.Généralités sur le chêne liège ..... 4

1. L'histoire de chêne liège..... 4

2. Taxonomie et Systématique..... 4

3. La répartition du chêne liège ..... 5

4. La production de chêne liège ..... 7

5. Les exigences écologiques ..... 12

6. L'association de chêne liège..... 13

7. La régénération de chêne liège..... 14

8. Facteurs de régénération de chêne liège ..... 17

9. Traitements sylvicoles et aménagement..... 19

10. Les facteurs de dégradation ..... 20

II.Généralités sur le liège ..... 22

1. La définition ..... 23

2. Les constitutions et structure de liège..... 23

3. Les accroissements de liège ..... 24

4. Composition chimique de liège..... 25

5. Les propriétés physiques et mécaniques du liège..... 26

6. Les types de liège ..... 27

7. Les défauts de liège ..... 29

8. Récolte et utilisation du liège ..... 31

9. L'utilisation de liège..... 32

## CHAPITRE II : Matériel et méthodes

I.Présentation du milieu d'étude..... 34

1. Situation géographique de la wilaya de Tizi Ouzou..... 34

2. Etude climatique.....	35
3. Diagramme ombrothermique .....	40
4. Quotient pluviothermique d'EMBERGER .....	42
II.Méthode d'échantillonnage .....	44
1. Mesure des variables .....	44
2. Outil et méthode de mesure.....	46
III.Méthodes de traitement des données.....	47
1. Traitement graphique.....	47
2. Courbes des accroissements du liège .....	47
3. Méthodes de traitement des données.....	47
4. Accroissements individuels.....	48
5. Accroissements de séries de synthèse .....	48
6. Accroissements cumulés des séries de synthèses.....	48
7. Traitements statistiques .....	48

### **CHAPITRE III : Présentation des résultats**

I. Présentation des résultats .....	51
1. Résultats des épaisseurs des cernes du liège .....	51
2. Étude des accroissements du liège .....	54
3. Résultats du coefficient d'aplatissement et du coefficient d'asymétrie .....	58
4. La sensibilité moyenne.....	59
5. Coefficient d'interdatation .....	60
6. Résultats de l'analyse de la variance.....	60

### **CHAPITRE IV : Discussion des résultats**

<b>Conclusion générale .....</b>	<b>66</b>
----------------------------------	-----------

**Références bibliographiques**

**Résumé**

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Distribution du chêne-liège dans le monde.....	5
<b>Figure 02</b> : Carte indiquant la répartition géographique du chêne-liège en Algérie.....	6
<b>Figure 03</b> : Production nationale annuelle de liège entre 1965-2010.....	8
<b>Figure 04</b> : Quelques caractères botaniques et forestiers du chêne-liège.....	11
<b>Figure 05</b> : Formation de liège .....	22
<b>Figure 06</b> : Coupe transversale d'un tronc de chêne-liège.....	24
<b>Figure 07</b> : Représentation du liège mâle et du liège femelle.....	28
<b>Figure 08</b> : Représentation de divers défauts de liège.....	30
<b>Figure 09</b> : Récolte du liège.....	32
<b>Figure 10</b> : Carte de couverture forestière de la wilaya de tizi Ouzou.....	34
<b>Figure 11</b> : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Draa El Mizane.....	41
<b>Figure 12</b> : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Tirsine 1.....	42
<b>Figure 13</b> : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station Tirsine 2.....	43
<b>Figure 14</b> : Des éprouvettes prélevées .....	44
<b>Figure 15</b> : Pied à coulisse.....	45
<b>Figure 16</b> : Balance analytique.....	45
<b>Figure 17</b> : Interface vierge du logiciel GIMP.....	46
<b>Figure 18</b> : Capture d'écran illustrant la méthode de mesure des épaisseurs des cernes....	47
<b>Figure 19</b> : Distribution des épaisseurs du liège des trois stations.....	53
<b>Figure 20</b> : Distribution des planches de liège par classe commerciales d'épaisseur.....	53
<b>Figure 21</b> : Accroissements annuels enregistrés pour chaque arbre dans la station de Draa El Mizane (DEM).....	54
<b>Figure 22</b> : Courbes des accroissements annuels du liège calculées pour chaque arbre dans la station de Tirsine 1.....	55
<b>Figure 23</b> : Accroissements annuels enregistrés pour chaque arbre de la station Tirsine 2 .....	56
<b>Figure 24</b> : Évolution des accroissements des séries de synthèse .....	57
<b>Figure 25</b> : Les accroissements courants moyens cumulés des trois stations.....	58

<b>Figure 26</b> : Moyennes des épaisseurs du liège pour le facteur station.....	62
<b>Figure 27</b> : Moyennes des épaisseurs du liège des arbres des trois stations.....	62
<b>Figure 28</b> : Moyennes des accroissements par rapport au facteur station.....	64

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Variation de la surface totale des forêts de chêne-liège en Algérie entre 2000 et 2011.....	7
<b>Tableau 02</b> : Répartition de la production du liège dans le monde.....	7
<b>Tableau 03</b> : Les caractéristiques botaniques et dendrométrique.....	9
<b>Tableau 04</b> : Cortège floristique et les essences principales concurrentes du chêne-liège.....	14
<b>Tableau 05</b> : L'analyse des composés chimiques du liège donne six éléments en proportions suivantes.....	25
<b>Tableau 06</b> : Les propriétés du liège.....	26
<b>Tableau 07</b> : Les défauts de liège.....	29
<b>Tableau 08</b> : Températures moyennes annuelles et mensuelles (C°) de la Wilaya de Tizi Ouzou durant la période (2011 - Juillet 2022) / altitude : 195m. corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou.....	35
<b>Tableau 09</b> : Températures moyennes annuelles et mensuelles (C°) de Draa el Mizane (DEM) durant la période (2011_Juillet 2022) / altitude : 600m. corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou.....	36
<b>Tableau 10</b> : Températures moyennes annuelles et mensuelles (C°) de Tirsine 1 durant la période (2011_Juillet 2022) / altitude : 250m. corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou.....	36
<b>Tableau 11</b> : Températures moyennes annuelles et mensuelles (C°) de Tirsine2 durant la période (2011_Juillet 2022) / altitude : 390m. corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou.....	37
<b>Tableau 12</b> : Répartition des Températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (C°) corrigé par rapport à l'altitude moyennes des trois station (413m).....	37
<b>Tableau 13</b> : Précipitations mensuelles et annuelles (mm) de la wilaya de Tiz-Ouzou (195m) durant la période (2011_Juillet 2022).....	38
<b>Tableau 14</b> : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles (mm) de la station de Draa el Mizane altitude) (600m) corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou.....	38
<b>Tableau 15</b> : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles (mm) de la station de Tirsine 1 (Azeffoune) (250m) corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou.....	39
<b>Tableau 16</b> : Précipitation moyennes mensuelles et annuelles (mm) de la station de Tirsine 2 (Azeffoune) (390m) corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou.....	39
<b>Tableau 17</b> : Précipitation moyenne mensuelles de l'altitude moyenne des trois stations (413m).....	40
<b>Tableau 18</b> : Températures moyennes mensuelles (°C) ; précipitations mensuelles (mm) de la station de Draa El Mizane. (Période de 2011 à 2022).....	41

<b>Tableau 19</b> : Températures moyennes mensuelles (°C) ; précipitations mensuelles (mm) de la station de Tirsine 1. (Période de 2011 à 2022).....	42
<b>Tableau 20</b> : Températures moyennes mensuelles (°C) ; précipitations mensuelles (mm) de la station de Tirsine 2. (Période de 2011 à 2022).....	43
<b>Tableau 21</b> : Les résultats de l'analyse descriptive de l'épaisseur des cernes de liège .....	51
<b>Tableau 22</b> : Distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur ..	54
<b>Tableau 23</b> : Paramètres statistiques des épaisseurs des cernes .....	58
<b>Tableau 24</b> : Sensibilités moyennes des chronologies individuelles des trois stations.....	59
<b>Tableau 25</b> : Sensibilités moyennes des chronologies maitresses.....	59
<b>Tableau 26</b> : Coefficient d'interdatation des séries de synthèse.....	60
<b>Tableau 27</b> : Comparaison des sensibilités moyennes des chronologies principales et des coefficients d'interdatation des séries synthétiques .....	60
<b>Tableau 28</b> : Résultats de l'analyse de la variance et du test de NEWMAN et KEULS des variables Épaisseur des cernes .....	61
<b>Tableau 29</b> : Groupes homogènes du facteur arbre.....	63
<b>Tableau 30</b> : Comparaison des résultats de l'analyse de la variance et du test NEWMAN et KEULS pour la variable épaisseur des cernes du liège à travers le temps .....	64
<b>Tableau 31</b> : Les groupes homogènes établis par test de NEWMAN et KEULS pour le facteur station .....	65
<b>Tableau 32</b> : Résultats de l'analyse de la variance et du test de NEWMAN et KEULS des variables de densité du liège.....	66

## Liste des abréviations

$\bar{X}$  : Moyenne.

( $\sigma$ ) : Écart-type.

**C.M** : Carré moyenne.

**C°** : Degré Celsius.

**CV%** : Coefficient de variation.

**D.D.L** : Degré de liberté.

**D.HS** : Différences hautement significative.

**D.THS** : Différence très hautement significative.

**DEM** : Draa El Mizane.

**Dr** : erreur relative.

**F.obs** : Fonction observée.

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

**G** : Groupe.

**GIMP** : General Image Manipulation Program.

**Ha** : Hectare.

**K** : Degré de liberté (ddl=n-2).

**Km2** : Kilomètre carré.

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

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

**m** : Mètre.

**mm** : Millimètre.

**N** : Nombre d'années de la série.

**P** : Probabilité.

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

**T1** : Tirsine 1.

**T2** : Tirsine 2.

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

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

**Xt** : L'épaisseur du cerne de l'année t.

**$\alpha$**  : Risque d'erreur à parcourir  $\alpha \geq 0.05$ .

# **Introduction générale**

Le chêne-liège (*Quercus suber L.*) est une espèce forestière exceptionnelle et hautement valorisée. Il se démarque des autres types de chênes grâce à sa capacité unique à produire une écorce renouvelable et précieuse appelée liège, qui possède des caractéristiques spécifiques telles que légèreté, souplesse et élasticité.

Cette essence est présente dans le bassin méditerranéen occidental ainsi que le long de la côte atlantique de l'Europe du sud, couvrant une étendue d'environ 2 millions d'hectares. Elle se trouve uniquement dans sept pays : le Portugal, l'Espagne, l'Italie, la France, l'Algérie, le Maroc et la Tunisie. L'Algérie occupait la troisième place avec 21 % de la superficie totale dédiée à cette essence et contribuait à une hauteur de 4 % à la production mondiale de liège, estimée à 15 000 tonnes par an en 2012 (AMORIM, 2012).

En Algérie, le chêne-liège 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, Béjaïa, Jijel, Skikda, Annaba, El Taref, Guelma et Souk-Ahras). Les subéraies situées à l'Ouest se trouvent principalement à Tlemcen, Chlef, Tipaza, Aïn-Defla, Mascara et Oran (DGF, 2008).

Actuellement, les forêts de chênes-lièges font face à plusieurs menaces causées par les activités humaines, y compris dans notre pays. Autrefois, on occupait la troisième place des producteurs de liège dans le monde derrière le Portugal et l'Espagne.

La régression du chêne-liège en Algérie est le résultat d'une combinaison de divers facteurs, qu'ils soient biotiques, abiotiques ou anthropiques. En conséquence, la suberaie algérienne est exposée à de multiples causes de dégradation, entraînant une diminution significative des zones de production, principalement en raison de la fréquence élevée des incendies, qui s'ajoute à un taux réduit de régénération naturelle du chêne liège. De plus, l'absence de pratiques traditionnelles de subériculture et/ou de sylviculture adaptée, ainsi que l'échec des tentatives d'intensification des reboisements pour atteindre les objectifs fixés, suscitent des préoccupations constantes chez les gestionnaires de l'industrie du liège en Algérie.

En raison de ses nombreuses propriétés, qu'elles soient physiques, mécaniques ou chimiques, le liège est devenu un matériau hautement prisé dans l'industrie du bouchon. Des études exhaustives dans le domaine de la subériculture ont été menées par LAMEY en 1890 et NATIVIDADE en 1956, couvrant tous les aspects techniques, scientifiques et économiques

associés au chêne-liège. Avec l'évolution des techniques, de multiples pistes de recherche ont été explorées pour accroître encore la valeur du liège.

La qualité du liège provenant des suberaies a toujours été une préoccupation majeure pour les industriels qui cherchent constamment une matière première garantissant la production de produits finis de haute qualité. La qualité du liège se manifeste par l'absence de défauts ; un liège de qualité doit présenter des lenticelles fines et peu nombreuses, être léger, étanche et flexible. Les suberaies en Algérie offrent une qualité optimale et très appréciable. Cependant, il est à noter qu'à ce jour, cette ressource n'a jamais été exploitée pour la fabrication de produits finis de haute qualité. Au lieu de cela, notre liège est exporté sous forme brute ou partiellement transformée, ce qui a un impact significatif sur la réduction des prix de vente et limite les avantages économiques potentiels.

En Algérie, quelques travaux ont été réalisés pour déterminer la qualité du liège sur des régions différentes, parmi eux, nous citons : Metna (2003) sur les subéraies orientales de la wilaya de Tizi-Ouzou, Amir et Himed (2005) sur la même région, Ghezali (2008), Douzene (2008) et Roula (2010) sur la région de Jijel, Gabis et Boukerb (2009), Lokmane et Edjikoune (2009) sur les wilayas d'El Tarf, Skikda et Bouira, Dehane (2012) sur les wilayas d'Oran et Tlemcen, Houacine, et MelianI (2017), sur les wilayas d'El Tarf et Tlemcen et Arib et Zaidet (2019) et FARSI Amine ,OUDIAI M'heni ( 2021) sur la wilaya de Souk-Ahras et SMAIL Samy , MOHAMMEDI Lounis ( 2021 ) sur la wilaya de El-Tarf et Sadaoui et Arib (2022) sur la wilaya de Tizi-Ouzou .

L'objectif de notre étude est de contribuer à déterminer la qualité du liège des subéraies de la wilaya de Tizi Ouzou cas des stations Tirsine1 (T1), Tirsine2(T2) et Draa El Mizane (DEM).

Dans le but aussi d'apprécier les variations intra et inter-stationnelles de cette qualité, ainsi que la productivité de nos stations, nous allons nous baser sur des variables mesurables suivantes :

- L'épaisseur, la densité et la valeur des accroissements annuels.

Notre mémoire est scindée en quatre chapitres :

- Chapitre I : Généralités sur le chêne-liège et le liège.
- Chapitre II : Matériel et méthodes.

- Chapitre III : Résultats et interprétations.
- Chapitre IV : Discussion des résultats.

# **CHAPITRE I :**

## **Synthèse bibliographique**

## I. Généralités sur le chêne liège

### 1. L'histoire de chêne liège

Le chêne liège se trouve principalement dans les régions entourant le bassin méditerranéen. Il s'agit d'une espèce d'arbre qui fait partie de la flore européenne depuis l'ère tertiaire, existant depuis environ 60 millions d'années. Cependant, au cours de cette longue période, des changements climatiques et des activités humaines intenses ont considérablement réduit sa population.

Les êtres humains ont rapidement appris à extraire et à utiliser l'écorce de cet arbre, connue sous le nom de liège. Les différentes propriétés du liège avaient déjà été découvertes à l'époque romaine et grecque antique, et des traces de son utilisation ont même été retrouvées en Égypte. À cette époque, ses utilisations étaient assez limitées, notamment dans la construction de ruches en liège, la fabrication d'objets tels que des vases et des récipients, ainsi que dans le matériel de pêche.

À partir du 17<sup>ème</sup> siècle, l'industrie du verre a connu une avancée majeure (grâce à la découverte par le moine bénédictin Dom Pérignon de l'utilisation de bouteilles en verre pour produire du vin effervescent), ce qui a entraîné le premier véritable essor de l'utilisation industrielle du bouchon de liège. En effet, il s'est avéré que les bouchons de liège étaient le meilleur moyen de conserver le vin.

Ce défi commercial a également donné naissance au concept de la première culture du liège, principalement établie au Portugal et en Espagne, qui sont aujourd'hui les deux principaux producteurs de liège. La première usine de traitement a été établie dans la province espagnole de Gérone. Ces entreprises ont été créées par des industriels français.

En Algérie, tout comme en France en tant que pays colonial, la culture et l'industrie du liège ont connu une expansion majeure au XIX<sup>e</sup> siècle. Des travaux liés à cette activité ont été développés par des chercheurs tels que LAMEY (1893), SACCARDY (1936) et NATIVIDADE (1956).

### 2. Taxonomie et Systématique

Le chêne liège (*Quercus Suber L.*) est une espèce végétale qui appartient à la famille des fagacées est un arbre circonscrit en Méditerranée occidentale depuis l'ère tertiaire. Il est décrit pour la première fois par Linné en 1753 (NATIVIDADE, 1956). Position systématique du genre *Quercus* chêne liège appartient à :

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Ordre : Fagales
- Famille : Fagacées
- Genre : Quercus
- Sous genre : Cerris
- Espèce : *Quercus suber* L (YESSAD, 2000)

En Algérie, le chêne liège est reconnu selon les noms suivants :

El Féline : cette dénomination est probablement due au fait de la domination grecque phelloderus (Phellos : liege).

Aqecuc : dans les régions de grande Kabylie

Fernane : dans la région de petite Kabylie (BOUHRAOUA et al. 2003).

### 3. La répartition du chêne liège

#### a- Dans le monde

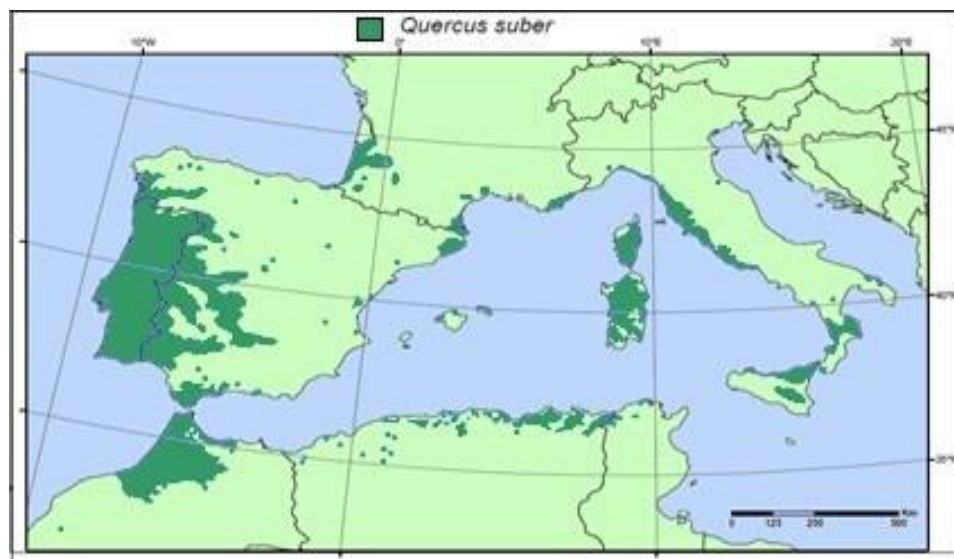


Figure 01 : Distribution du chêne-liège dans le monde

Source : Quezel et Médail, 2003

Le chêne-liège se trouve principalement dans la région de la Méditerranée occidentale, mais il s'étend également le long de la côte atlantique du Maroc jusqu'au golfe de Gascogne, couvrant les latitudes Nord 31 à 45. Cette expansion vers les côtes atlantiques est rendue possible grâce à l'influence de la mer et de l'océan, qui contribuent à modérer les variations de température et à atténuer l'aridité estivale du climat méditerranéen strict, comme décrit dans l'étude de (CANTAT et al.) en 2005. Le chêne-liège est une espèce endémique de la Méditerranée occidentale, comme l'ont également noté (ZERAIA en 1981 et PIAZZETTA en 2005)

#### a) En Algérie :

Les forêts de liège en Algérie se trouvent principalement au nord du pays, avec une concentration plus élevée à l'Est, surtout dans des régions au bioclimat allant du subhumide à humide (NEDJAH, 2010). Ces forêts s'étendent de manière continue le long de la côte est. D'après SILVA et CARTY (2006), l'Algérie abrite environ 410 000 hectares de ces forêts.

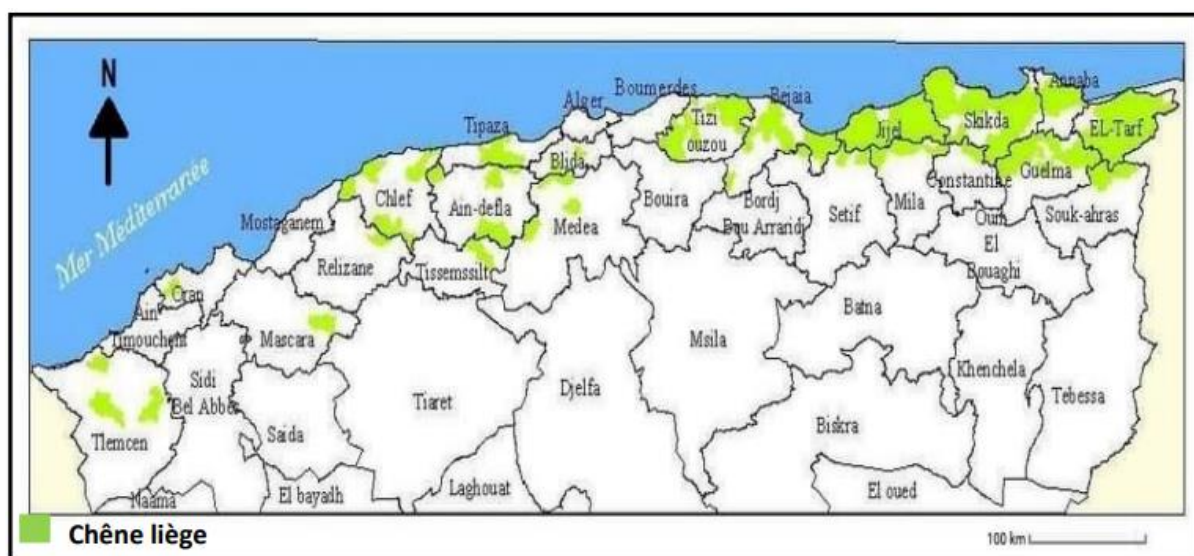


Figure 02 : Carte indiquant la répartition géographique du chêne-liège en Algérie

Source : DGF (2003) in OULMOUHOUUB (2005).

Tableau 1 : Répartition des superficies de chêne-liège

Conservations	Superficies (ha)	Conservations	Superficies (ha)
Skikda	85 200	Chlef	6 500
El-Taref	59 500	Medea	4 600
Jijel	43 700	Tlemcen	4 000
Bejaia	41 700	Tipaza	2 800
Tizi-Ouzou	29 458	Oran	2 000
Guelma	21 800	Sétif	1 800
Annaba	14 900	Bouira	1 800
Ain-Defla	13 700	Boumerdès	1 300
Souk-Ahras	12 000	Blida	690
Mila	11 400	Constantine	650

Source :(D.G.F., 2009) in ANBES et FADEL (2019)

#### 4. La production de chêne liège

##### ➤ Dans le monde :

Le liège provient principalement de sept pays : le Portugal, l'Espagne, l'Algérie, le Maroc, la Tunisie, l'Italie et la France. L'estimation de la production mondiale faite par A.P.C.O.R. est présentée dans le tableau ci-après :

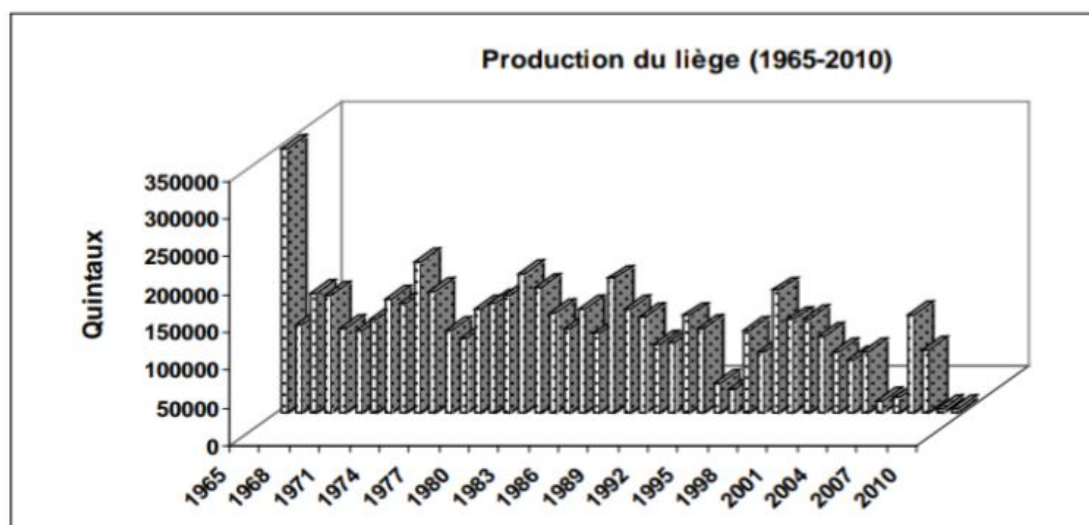
Tableau 02 : Répartition de la production du liège dans le monde.

Pays	Production moyenne annuelle (Tonne)	Pourcentage (%)
Portugal	157.000	52.5
Espagne	88.400	29.5
Italie	17.000	5.5
Algérie	15.000	5.2
Maroc	11.000	3.7
Tunisie	7.500	2.5
France	3.400	1.1
<b>Total</b>	<b>299.300</b>	<b>100</b>

Source : A.P.C.O.R. (2009)

➤ **La production en Algérie :**

La production de liège a connu des variations sans précédent depuis les premières concessions coloniales. À titre d'exemple, en 1994, la production nationale était limitée à 4 000 tonnes, puis elle a brusquement atteint 16 000 tonnes en 1998. Le taux de croissance moyen annuel de la production avoisinait les 1,8 %, tandis qu'en 2010, la production avait chuté de 73 % par rapport à celle de 1965. La figure 15 résume les fluctuations de la production annuelle de l'industrie du liège en Algérie de 1965 à 2010.



**Figure 3 : Production nationale annuelle de liège entre 1965-2010**

Source: D.G.F. (2011) in MOKADDEM (2012).

Tableau 03 : Les caractéristiques botaniques et dendrologiques

	Désignations	Caractéristiques	Auteurs
Caractéristiques botaniques	Bourgeons	Formes coniques et ovoïdes, entourées de bractées protectrices. Recouverts d'une surface lisse et compacte. Plus prononcés à l'extrémité.	MESSAOUDENE Et MEZANI (2000)
	Feuilles	Les feuilles restent intactes pendant 2 à 3 ans, elles sont d'une forme ovale légèrement bombées avec des bords peu dentelés. Le dessus des feuilles est lisse et d'un vert foncé, tandis que le dessous est plus clair et présente une légère pubescence.	(IML., 2008).
	Inflorescence	-Les chatons, qui sont les fleurs mâles, émergent en grappes à la pointe des pousses de l'année antérieure. -Les fleurs femelles ressemblent à des boutons écailleux situés à la base des tiges de l'année en cours. La fécondation intervient six semaines après le début de l'apparition des fleurs.	SEIGUE (1985)
	Fruits	-La production de fruits commence à se manifester vers l'âge de 15 ans. -Les glands présentent une grande diversité de tailles, et leur chute s'étend de la période d'octobre à janvier. - Les glands sont amers et rarement consommés par l'homme.	SACCARDY (1938)

<b>Caractéristiques dendrologiques</b>	<b>Port de l'arbre</b>	<p>-En conditions normales, il peut atteindre une hauteur de 10 à 12 mètres, mais dans des conditions optimales, elle peut pousser jusqu'à 20 à 22 mètres.</p> <p>-Son tronc est de courte longueur, et ses branches sont robustes.</p> <p>-Les premières ramifications commencent à se former à une hauteur de 3 à 4 mètres du sol.</p>	<p><b>DEBIERRE, (1927)</b></p> <p><b>SACCARDY, (1937)</b></p> <p><b>BOUBY, (1956)</b></p>
	<b>Houppier</b>	Si les sujets sont isolés, l'arbre aura une forme étalée. En revanche, dans un peuplement dense, il adopte une forme élancée.	<b>DEHIRI (2017)</b>
	<b>Rameaux</b>	Leur couleur est un gris clair, agrémenté de tâches de lichen, et parfois de mousse.	<b>SEIGUE (1985)</b>
	<b>Bois</b>	Lourd, compact, difficile à travailler avec une utilité économique limitée.	<b>CHENOUNE (2011)</b>
	<b>Ecorce</b>	Le liège mâle commence à se former vers l'âge de 5 à 6 ans et atteint en moyenne une épaisseur de 2 à 3 cm lorsque l'arbre a entre 40 et 60 ans. Dans certains cas, il peut même atteindre une épaisseur de 20 cm sur un arbre plus vieux.	<p><b>ANONYME, (1987) in</b></p> <p><b>CHENOUNE, (1994)</b></p>
	<b>Système racinaire</b>	<p>Les racines de l'arbre sont principalement pivotantes, avec de robustes branches latérales qui s'étendent horizontalement sur une distance d'environ 22 à 32 cm.</p> <p>Ces racines longues offrent une fixation solide, permettant à l'arbre de s'ancrer solidement, même dans des sols très rocheux, jusqu'à une profondeur de 20 mètres.</p>	<p>- <b>SAUVAGE (1961)</b></p> <p>- <b>SACCARDY (1937),</b></p>
	<b>Longévité</b>	Sa durée de vie s'étend généralement sur une période de 150 à 200 ans.	<b>BOUDY, (1952)</b>

Quelques exemples pour illustrer les caractéristiques forestières et botaniques du chêne-liège :



**Les feuilles**



**Le fruit**



**Le liège**



**Les fleurs**



**Le tronc**



**L'arbre**

Source : IML(2006)

**Figure 04 : Quelques caractères botaniques et forestiers du chêne-liège.**

### **5. Les exigences écologiques**

La distribution géographique du chêne liège est définie par des exigences écologiques spécifiques qui varient selon les particularités des stations qu'il colonise : l'altitude, l'exposition (nord/sud), topographie (sommet, fond de vallon), les conditions climatiques et les conditions édaphiques. Bien que cette espèce a des exigences relativement strictes, mais elle présente également une certaine résistance, ce qui lui permet de survivre dans des conditions du milieu peu favorable (BOUHRAOUA, 2003).

En générale les subéraies se localisent dans des bioclimats humide, subhumide et rarement semi-aride, elles se concentrent dans les étages de végétation de thermo et méso méditerranéen.

#### **a) Exigences en altitude et en exposition**

Le chêne liège est présent sur le littoral, il se développe en plaine et en montagne. En Algérie son altitude est généralement limitée à 1200m mais atteint rarement 1300m-1400m (BOUDY, 1952), l'exception à 1600 m voire 2000m à Teniet El-Had (SACCARDY, 1937). Selon CAMUS (1938) cette espèce prospère bien sur les altitudes 900m -1000m. Le chêne liège descend jusqu'à 200m au près des côtes atlantiques du Portugal et atteint les 2000m dans le grand atlas. ASSOU (1989), signale que son exigence en humidité est étroitement liée à l'exposition qui est donc un facteur de compensation d'altitude. Selon TLILI (2003), les limites d'altitude varient notamment en raison de l'exposition.

#### **b) Les précipitations et l'humidité**

Le chêne liège a des exigences spécifiques en ce qui concerne l'humidité, il nécessite Une humidité atmosphérique de l'ordre de 60% au moins durant les quatre mois de saison sèche. Son développement optimum est sous une pluviométrie moyenne annuelle de 500 à 600mm/an (BOUDY, 1952), il est remarquablement plastique vis-à-vis des précipitations, sa station la plus arrosée (GRAZALEMA en Espagne) reçoit plus de 2000 mm/an alors que la moins arrosée (ALGARVE au Portugal) reçoit 400 mm/an (YESSAD, 1999).

#### **c) La lumière et la température**

Le chêne liège est une essence relativement thermophile, il pousse dans les régions a hiver doux, demande une température annuelle moyenne douce avec un optimum entre 13°C à 18°C, Il peut supporter des chaleurs occasionnelles 35 à 40°C (BOUHRAOUA, 2003), pour la moyenne des minima du mois le plus froid ne doit pas descendre de 0°C et même 30°C de

préférence (BOUDY 1950-1951 ; PEYIMHOFF, 1941 ; VIGNES, 1990 et QUEZEL, 2000) car il a une faible tolérance au froid gelé persistant, il ne supporte pas plus de 1 à 2 jours de gelées à -9°C (BOUDY, 1952). Des lésions irréversibles apparaissent sur les feuilles en dessous de -5°C (IML, 2000).

De point de vue lumière le chêne liège est une espèce héliophile, elle exige beaucoup de lumière et une forte insolation et elle finit par mourir à l'ombre (ZERAIA 1981), la maintenance à l'état assez claire exigée à tous les stades de l'évolution du peuplement. la cohabitation avec d'autres espèces est possible mais c'est en peuplement pur, voire en lisière des parcelles qu'elle se développera le mieux. (BEKDOUCHE, 2010).

#### **d) Les exigences pédologiques**

Le chêne liège est une espèce calcifuge, préfère les sols siliceux, meubles, de textures légères, bien aérées et riches en matière organique, profonds au pH acide ou proche de la neutralité (KHELOUFI et al. 2015). Les terrains salés ne lui conviennent pas de même que les sous-sols imperméables qui engendrent des stagnations d'eaux en hiver (QUEZEL, 1976). En Algérie, les forêts de chêne-liège se trouvent sur des substrats des grès numidiens, des roches éruptives et granitiques, des schistes azoïques, des sables et des grès de l'éocène.

#### **e) L'étage climatique et bioclimatique**

Le chêne-liège est une espèce de méso méditerranéen et de thermo méditerranéen. En général, ces forêts se localisent dans des bioclimats semi-arides, subhumides, et humides, elle se concentre dans les étages de végétation du thermo et méso-méditerranéens (FAO, 2013) Il peut aussi se développer au niveau de supra-méditerranéen et au méditerranéen supérieur sans qu'il soit l'essence principale de ces deux étages de végétation (ACHHAL et al., 1980 ; BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINEZ, 1981 et BENABID, 1982b). Par contre, il est à sa limite écologique inférieure dans l'étage semi-aride (BOUHRAOUA, 2003).

#### **6. L'association de chêne liège**

Le cortège floristique du chêne liège diffère d'un étage bioclimatique à un autre et il est conditionné par le sol et le climat (QUEZEL, 2000). Du point de vue phytosociologique, le chêne-liège partage l'espace avec d'autres essences ; ces dernières sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau 04 : Cortège floristique et les essences principales concurrentes du chêne-liège

Cortège floristique du chêne-liège	Essences principales concurrentes
<i>Erica arborea</i> : Bruyère arborescente.	<i>Quercus canariensis</i> : Chêne zeen
<i>Erica scoparea</i> : Bruyère à balais.	<i>Quercus faginea</i> : Chêne faginé
<i>Arbutus unedo</i> : Arbousier.	<i>Quercus afares</i> : Chêne afares
<i>Calycotum spinosa</i> : Calycotome épineux.	<i>Quercus ilex</i> : Chêne vert
<i>Cistus salvifolius</i> : Cistes à trois feuilles de sauvage.	<i>Olea europea</i> : Olivier
<i>Cistus monspeliensis</i> : Ciste de Montpellier	<i>Castanea sativa</i> : Châtaignier
<i>Lavandula stoechas</i> : Lavande à toupet	<i>Alnus glutinosa</i> : Alune glutineux
<i>Cytisus triflorus</i> : Cytise à trois fleurs.	<i>Pinus pinaster</i> : Pin maritime
	<i>Pinus halepensis</i> : Pin d'Alep
	<i>Quercus pubescens</i> : Chêne Pubescent

## 7. La régénération de chêne liège

Grâce aux glands, les chênes-lièges peuvent se reproduire aussi bien par graines que par voie végétative selon divers processus. Les rejets du chêne-liège sur racines peu profondes subissent des traumatismes (RICHARD, 1987 ; BELLEFONTAINE et MONTEUUIS, 2002). Il peut également être marcotté par divers procédés, greffé sur d'autres chênes (NATIVIDADE, 1956), voire cultivé in vitro à partir d'embryons et de bourgeons (LARBI et al. 2013). Des expériences de culture in vitro ont été réalisées avec l'organogenèse et l'embryogenèse somatique, mais le pourcentage de plantes adultes régénérées est faible (EL KBIACH et al., 2001). Dans ce qui suit, nous discuterons de la possibilité de régénérer les espèces à travers les glands (semis et repiquage) et par rejet de souches, selon les processus de reproduction les plus importants.

### 7.1.Régénération naturelle

Une simple protection des chênes-lièges indigènes suffit à assurer Reboisement rapide de grandes surfaces (NATIVIDADE, 1956), la production des glands est généralement suffisante à la régénération (BOUDY, 1952). Cependant, cette forme de régénération a aussi des inconvénients, notamment dans les maquis peu propices à la croissance des semis et les rongeurs qui détruisent les glands. Janet (1977), en étudiant les facteurs affectant la régénération naturelle du chêne liège en forêt de Guerrouch (Jijel), a observé 40% des glands étaient dévorés par les rongeurs.

## 7.2. La régénération par rejet de souche

Les zones où les organes de la plante peuvent émettre des sécrétions différemment selon les espèces. Certaines ne répètent que la couronne et la partie supérieure du tronc d'arbre (cas de beaucoup de conifères), quelques-une sont également capables de produire des bourgeons de tige (cas de la plupart feuillus et certains résineux) et d'autres peuvent éventuellement Produire des rejets ou des pousses racinaires (PAGES, 1985) BELLEFONTAINE et al., 2000).

Pour le chêne-liège, après la coupe à blanc étoc, il produit des rejets vigoureux qui permettent la régénération des peuplements dans un tour de temps court. Dans le passé, le feu avait un rôle similaire au recépage en stimulant la formation de rejets après un incendie. Bien que le tronc de l'arbre soit calciné, la partie souterraine reste vivante, offrant ainsi la possibilité d'une régénération par rejets. Le chêne-liège manifeste une forte capacité de rejet lorsqu'il est jeune, mais cette dernière diminue avec l'âge (au-delà de 100 ans), en raison de l'épuisement de l'arbre après plusieurs récoltes de liège et des conditions climatiques et des sols peu favorables.

## 7.3. Régénération artificielle et assistée

Selon une source anonyme de 1980, la régénération artificielle du chêne liège est généralement sans difficulté majeure, à condition que le sol ne soit pas excessivement argileux. En utilisant une méthode régulière et appropriée, les interventions sylvicoles sont généralement très bénéfiques pour le développement du chêne-liège.

### 7.3.1. Le Semis direct

Le semis direct du chêne liège implique l'utilisation de glands de haute qualité, avec une densité moyenne de 5 000 glands par hectare. Une fois que ces glands sont déposés sur un sol humide, ils commencent à germer, et leur racine principale se développe rapidement au cours des premiers mois, atteignant une profondeur considérable. Il existe trois méthodes de semis possibles :

- Semis à la volée : Les glands sont répandus de manière dispersée sur la surface du sol.
- Semis en sillon (bande) : Les glands sont semés dans des sillons creusés dans le sol.
- Semis en potêts (poquet) : Les glands sont plantés individuellement dans des petits trous dans le sol.

Ces différentes approches offrent des options pour réaliser le semis du chêne liège.

Selon NATIVIDAD (1956), il est recommandé de semer les glands dès que possible après leur chute de l'arbre, sans qu'ils aient besoin d'une stratification préalable. Le moment de la dissémination des glands est celui qui garantit le meilleur taux de germination final, supérieur à 92% (MEROUANI et al. 2000). Le semis précoce permet également aux jeunes plants de mieux résister à la chaleur estivale.

Le semis sur place (in situ) présente de nombreux avantages sur les plans économique, social et physiologique. Il permet le développement du système racinaire pivotant sur le site lui-même, ce qui permet une exploration rapide des couches profondes du sol pour l'approvisionnement en eau de la plante. De plus, cette méthode évite les traumatismes liés à la transplantation de plants élevés en pépinière, ainsi que les limitations du développement des racines causées par le volume souvent insuffisant des conteneurs (CHAMPREUX, 2001).

### **7.3.2. La plantation ou régénération par reboisement**

Au niveau mondial, les forêts de plantation occupent environ 135 millions d'hectares, avec des taux annuels de boisement et de reboisement d'environ 10 % de la superficie totale (PETER, 2004). Selon COMBRE (1984), les types de plantations les plus courants en région méditerranéenne se répartissent en trois catégories :

1. La plantation de feuillus ou de résineux à racines nues.
2. La plantation de godets avec des enveloppes dures ou non dégradables.
3. La plantation de godets avec des enveloppes biodégradables.

Selon une étude menée par HACHECHENA (1995) dans la forêt de BAINEM, l'utilisation de plants de chêne-liège en godets est considérée comme la méthode de reprise la plus fiable. Les plants en conteneurs présentent une meilleure résistance à la transplantation en forêt, avec un taux de réussite variant de 60% à 100%, comparativement aux plants à racines nues qui ont un taux de réussite oscillant entre 0% et 20%. Des facteurs tels que l'élevage des plants, leur âge, leur mise en place et leur entretien ultérieur sont également des éléments essentiels pour garantir le succès d'une opération de reboisement.

En Algérie, tous les plants de chêne-liège proviennent de peuplements naturels (VALETTE, 1992 ; ZINC, 1992). Cette espèce fait actuellement partie du programme de réhabilitation et de reconstitution des peuplements de chêne-liège, avec un objectif de plantation de 20 000 hectares sur une période de 5 ans (2003-2007) (OULDMOUHOUB, 2005).

## **8. Facteurs de régénération de chêne liège**

### **8.1. Facteurs physiologiques**

#### **8.1.1. Germination**

La germination des graines est largement influencée par leur qualité et par la présence d'éléments tels que l'eau, les inhibiteurs et les stimulateurs (MEROUANI, 1996). Elle ne peut se produire que si un certain nombre de conditions favorables sont réunies, notamment la température, la disponibilité en oxygène pour l'embryon, la levée des inhibitions tégumentaires et la dormance embryonnaire (COME, 1975).

Même sur le même arbre, les glands peuvent présenter des états physiologiques différents. Dans leur milieu naturel, tous les glands ne germent pas à la même vitesse, même s'ils sont soumis à des conditions apparemment identiques. Cela est dû aux inhibitions tégumentaires causées par la présence de composés phénoliques dans les enveloppes des graines (COME, 1975).

#### **8.1.2. Fructification**

D'après BOUDY (1952), la production de fruits est plus abondante et les glands sont de meilleure qualité lorsqu'ils proviennent d'arbres jeunes (âgés de 15 à 100 ans). Pendant la période de fructification, les glands subissent des changements physiologiques et morphologiques qui leur permettent de germer dans des conditions favorables. Les graines atteignent leur pleine maturation au moment de leur chute, mais il est important de noter qu'elles peuvent germer difficilement bien avant de se détacher naturellement (MEROUANI, 1996). Il est possible que les graines qui sont morphologiquement matures ne le soient pas physiologiquement, ce qui signifie qu'elles ne sont pas en mesure de germer (COME, 1974 in MEROUANI, 1996). Dans certains cas, seule une petite partie de la population de graines est capable de germer, comme l'a constaté DURANT (1974) chez les embryons de pommier. Les travaux de THOMAS (1972), cités par MEROUANI (1996), indiquent que la maturation des graines suit un modèle de développement en trois phases : une phase de division cellulaire, une phase d'accumulation des réserves et une phase de déshydratation.

### **8.2. Facteurs édaphiques**

D'après BOUDY (1952), la mauvaise qualité du sol et la présence de calcaire dans le substratum des peuplements sont des facteurs limitant pour l'installation des jeunes semis de chêne liège. Le chêne liège est une espèce qui évite nettement les sols riches en carbonate de calcium, préférant les sols acides, bien drainés, avec un horizon organique préservé et une faible

contrainte à la pénétration des racines. Il préfère les sols siliceux tels que les grès numidiens, le sable et le pliocène, et peut éventuellement s'adapter à d'autres types de sols, à condition qu'ils ne contiennent pas de carbonate de calcium assimilable. En revanche, il est sensible aux sols calcaires et argileux (VEILLON, 1998).

### **8.3. Facteurs climatiques**

Le climat est un concept global qui repose sur l'analyse des valeurs moyennes des différents éléments climatiques et de leur évolution au fil des saisons. Les phénomènes biologiques sont influencés par l'intensité des facteurs climatiques qui les touchent à leur niveau spécifique, également connu sous le nom de phytoclimat (LE CLECH, 2000).

#### **8.3.1. Température**

Selon ZERAIA (1981), les fruits tombent plus rapidement lorsqu'il fait froid, et un excès de froid peut détruire les glands au sol par les gelées ou même sur l'arbre à une température de -4°C. De plus, le processus de germination des glands varie considérablement en fonction de la température. Les températures moyennes de 13°C et 18°C sont les plus propices à la germination des fruits, avec des taux respectifs de 94 % et 96% (MEROUANI, 1996).

#### **8.3.2. Lumière**

La réussite de la plantation des cohortes de chêne liège, qui se régénèrent principalement par semis, dépend de deux facteurs : la quantité de glands sains atteignant le sol et les conditions écologiques auxquelles ils sont exposés. Il semble que les arbres de chêne liège situés en bordure, bénéficiant d'une exposition maximale à la lumière, soient beaucoup plus productifs que ceux se trouvant à l'intérieur de la forêt. En effet, ces derniers font face à une concurrence interindividuelle plus intense et à un manque de lumière plus prononcé.

### **8.4. Autres facteurs**

De nombreux éléments influencent la régénération, et ces facteurs peuvent être regroupés en deux catégories : les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques. Dans la nature, ces facteurs agissent conjointement pour former un complexe écologique étroitement lié. Certains facteurs abiotiques, tels que les incendies, l'érosion et le drainage, ainsi que certains facteurs biotiques, comme les prédateurs, le pâturage et l'action humaine, ont un impact direct ou indirect sur la survie et la germination des semences. Par exemple, le chêne liège est vulnérable au pâturage, comme l'a souligné CAMUSY (1936) cité par SOLTANI (1998).

## **9. Traitements sylvicoles et aménagement**

La plupart des plans d'aménagement et des pratiques sylvicoles utilisés dans les subéraies, qui ont pour objectif de favoriser le développement des peuplements, notamment leur régénération, ou d'améliorer leur rendement et leur qualité, ne conviennent pas à ces forêts. Les raisons de cette inadéquation sont multiples, principalement en raison de l'absence de tradition et/ou de politique spécifique à la subériculture, ainsi que du manque de recherche approfondie dans ce domaine. Par conséquent, l'application de ces méthodes entraîne la fragilisation, la dégradation et la destruction des subéraies (MESSAOUDENE, 1998 ; BENABID, 2000 ; AAFI, 2007).

La régénération des subéraies est une étape préalable et essentielle pour garantir le renouvellement et la durabilité des peuplements, ainsi qu'une production continue. En d'autres termes, afin de préserver les peuplements productifs existants d'une part, et de restaurer ceux qui ont subi des dégradations d'autre part, il est nécessaire d'investir et de mettre en œuvre les traitements culturels appropriés (MESSAOUDENE, 1998).

### **9.1. La futaie régulière**

Cette structure représente l'idéal en termes de productivité et elle est relativement facile à gérer. L'accent doit être mis sur la croissance radiale plutôt que sur la croissance en hauteur, afin de réduire le rapport hauteur/diamètre, en particulier dans les subéraies de montagne où les risques de chablis sont élevés. Les paramètres clés à prendre en compte pour atteindre cette structure régulière sont les suivants : une répartition normale des classes d'âge ou de diamètre dans l'unité de gestion, une densité de 100 à 200 arbres par hectare à l'âge de 100 ans et une hauteur maximale ne dépassant pas 12 mètres (MESSAOUDENE, 1998).

### **9.2. Futaie irrégulière**

Obtenir une structure complexe telle que celle-ci est extrêmement difficile dans les peuplements spontanés actuels. L'objectif de cette structure est d'assurer une diversité de classes de diamètres dans chaque parcelle. Cette approche de gestion garantit un revenu régulier en maintenant un renouvellement continu du peuplement, évitant ainsi une production excessive. Cependant, elle nécessite des interventions sylvicoles régulières pour maintenir l'équilibre souhaité (MESSAOUDENE, 1998 ; C.F.T., 2008).

### **9.3. Taillis sous futaie**

Le chêne-liège possède une capacité remarquable à rejeter des souches, même à un âge avancé, ce qui permet d'obtenir facilement la structure souhaitée, constituée à la fois d'un étage

dominé de rejets de souches et d'un étage dominant d'arbres issus de la futaie. La proposition de maintenir et de favoriser le régime du taillis sous futaie dans les subéraies algériennes s'inscrit dans le cadre plus large de la préservation de cette espèce, compte tenu de sa capacité à se régénérer à partir des souches. Tout comme dans le cas de la futaie jardinée, le taillis est géré de manière à présenter plusieurs classes d'âge. Cette structure est facile à orienter, mais sa stabilité dans le temps nécessite des entretiens fréquents, notamment des éclaircies périodiques pour maintenir l'équilibre entre les différentes classes de diamètre (MESSAOUDENE, 1998).

### **10. Les facteurs de dégradation**

Les éléments qui contribuent à la détérioration des peuplements de chêne-liège dans leur habitat naturel sont les suivants :

#### **10.1. Facteurs biotiques**

En raison de la sécheresse et d'autres facteurs tels que le vieillissement des peuplements, l'envahissement par la végétation, et l'infestation par d'autres espèces telles que les résineux, le chêne-liège perd sa capacité de défense contre les attaques de parasites généralement considérés comme étant secondaires, tels que les champignons pathogènes et les insectes défoliateurs et xylophages. Parmi ces derniers, on peut mentionner :

Lymantriadispar (un lépidoptère de la famille des Lymantriidae), qui constitue le principal défoliateur du chêne-liège en Algérie (CHADIGAN, 1990).

Platypuscylindrus (un coléoptère de la famille des Plalypodidae), un xylophage redoutable et le principal responsable de la mortalité des arbres dans le bassin méditerranéen, y compris en Algérie (BOUHRAOUA, 2003).

L'affaiblissement physiologique des arbres causé par ces attaques conduit souvent à une réduction de la production de liège (NORMAND, 1997). En ce qui concerne les maladies, on peut citer le charbon de la mère, provoqué par le champignon *Hypoxylon mediterraneum* (également connu sous le nom de *Biscogniauxia mediterranea*). Cette maladie se manifeste par l'apparition de fissures sur le tronc et les branches, avec une couche charbonneuse qui peut recouvrir l'arbre, entraînant le dessèchement des parties touchées et finalement la mort de l'arbre (DU MERLE ET ATTIE, 1992).

## 10.2. Facteurs abiotiques

### a) Incendie

En ce qui concerne l'élément "Feu de forêt", le chêne-liège réagit de manière remarquable. En tant qu'isolant thermique naturelle de premier ordre, le liège protège efficacement les parties vitales de l'arbre lors d'un incendie, même s'il se carbonise en surface. Cependant, il est important de noter que les arbres qui n'ont pas été élagués souffriront moins des incendies que ceux qui ont été démasclés. Néanmoins, les spécimens de petite taille dont les parties supérieures ont été exposées aux flammes ou les troncs trop minces qui ne peuvent pas résister à la dessiccation peuvent succomber (VEUILLON, 1998).

### b) Sécheresse

La sécheresse a un impact significatif sur la santé du chêne-liège. Elle peut agir de manière directe, en provoquant par exemple le dessèchement de la cime, souvent après un stress important tel que la sécheresse ou une attaque parasitaire. Dans de tels cas, les feuilles peuvent subir une défoliation importante, ainsi que la perte de branches du houppier, mais l'arbre a généralement une capacité de survie (CHADIGAN, 1990). La sécheresse peut également avoir un impact indirect en favorisant les incendies de forêt, ce qui entraîne des perturbations de croissance et une vulnérabilité accrue aux ravageurs et aux pathogènes (BOUDY, 1951).

## 10.3. Facteurs édaphiques

Selon (BOUDY, 1952), la qualité défavorable du sol dans les zones peuplées de chênes-lièges et la présence de calcaire dans le sol sont des facteurs restrictifs pour l'établissement des jeunes plants de chêne-liège. Cependant, les caractéristiques physico-chimiques de la litière et de l'humus jouent un rôle crucial dans la germination des glands de chêne-liège, en prévenant à la fois le développement prématuré et le dessèchement des jeunes plants.

## 10.4. Les facteurs anthropiques

L'augmentation de la population fréquentant les suberaies entraîne une croissance des besoins en combustibles ligneux et en zones de pâturage. Par conséquent, ces suberaies sont exposées aux risques suivants :

### a) Surpâturage

Le pâturage est une activité courante en suberaie, parfois même souhaitée, car le bétail contribue à la propagation de la végétation arbustive et herbacée, qui est très inflammable.

Cependant, le surpâturage a des conséquences néfastes, notamment l'empêchement de la régénération des plantes, l'épuisement des ressources disponibles, la détérioration des zones de pâturage, et leur exposition à l'érosion. Le surpâturage est généralement considéré comme l'une des principales causes de dégradation des écosystèmes naturels (HOUERON, 1980).

#### b) Démasclage et blessures sur le tronc

Cette opération consiste à retirer l'écorce de liège mâle sans endommager la couche génératrice située en dessous (ANONYME, 1927 ; BOUDY, 1950). Elle est généralement réalisée lorsque l'arbre atteint un âge compris entre 25 et 50 ans et présente une circonférence d'au moins 0,60 à 0,70 m à une hauteur d'environ 1 mètre du sol (BOUCHAFRA ET FRAYAL, 1991). La hauteur à laquelle l'écorce est retirée est déterminée en fonction de la circonférence de l'arbre, multipliée par un coefficient appelé "Coefficient de démasclage", qui varie en fonction de la fertilité des sols, de la végétation environnante et de la zone bioclimatique (G.G.A, 1927 ; SACCARDY, 1937 ; BOUDY, 1950 ; A.N.F, 1992).

## II. Généralités sur le liège

L'analyse d'une section transversale d'un tronc de chêne-liège révèle trois zones distinctes : le bois, la mère et le liège.



Figure 05 : Formation de liège

Source : I.M.L. (2006).

### 1. La définition

Il s'agit d'un matériau d'origine végétale qui enveloppe l'écorce du chêne-liège (*Quercus suber* L.). Il forme une barrière de protection extrêmement efficace en direction de l'extérieur pour préserver les parties internes vivantes de l'arbre contre diverses menaces extérieures, telles que les attaques de parasites, les incendies, et autres (BOUDY, 1950 ; AMANDIER, 2004 ; ARNAUDIES et PIAZZETTA, 2006).

### 2. Les constitutions et structure de liège

Le liège est formé d'une succession de cellules inertes remplies d'un gaz similaire à l'air mais avec une faible concentration en CO<sub>2</sub>. Ces cellules sont organisées en des rangées radiales uniformes et, en coupe transversale, elles affichent une forme polygonale.

Selon la figure 7, une section d'un tronc de chêne-liège révèle, de l'intérieur vers l'extérieur:

- Le bois, également appelé xylème.
- Le cambium (couche génératrice libéro-ligneuse) : cette couche est présente chez tous les arbres et produit : À l'intérieur, le bois qui transporte la sève brute contenant les nutriments des racines vers les feuilles.

À l'extérieur, le liber qui gère le transfert de la sève élaborée depuis les feuilles vers les réservoirs de l'arbre.

- Le phellogène : souvent désigné sous les termes, assise génératrice subéro-phellodermique, il engendre intérieurement un tissu fin appelé phelloderme et extérieurement, le suber. Bien que ce dernier soit initialement vivant, il meurt rapidement, et ses accumulations annuelles forment le liège en tant que tel (DESSAN et TONDELIER, 1991).

- Le liège : ce tissu végétal, à la fois étanche et léger, est constitué principalement de deux parties : le suber et les lenticelles.

Le suber est constitué de cellules à parois fines, saturées d'une matière grasse, la subérine, lui conférant son imperméabilité.

- Les lenticelles sont des canaux ou ouvertures qui traversent l'écorce en sens radial, facilitant les échanges gazeux entre les tissus vivants de l'arbre et l'environnement extérieur (SEIGUE, 1985).

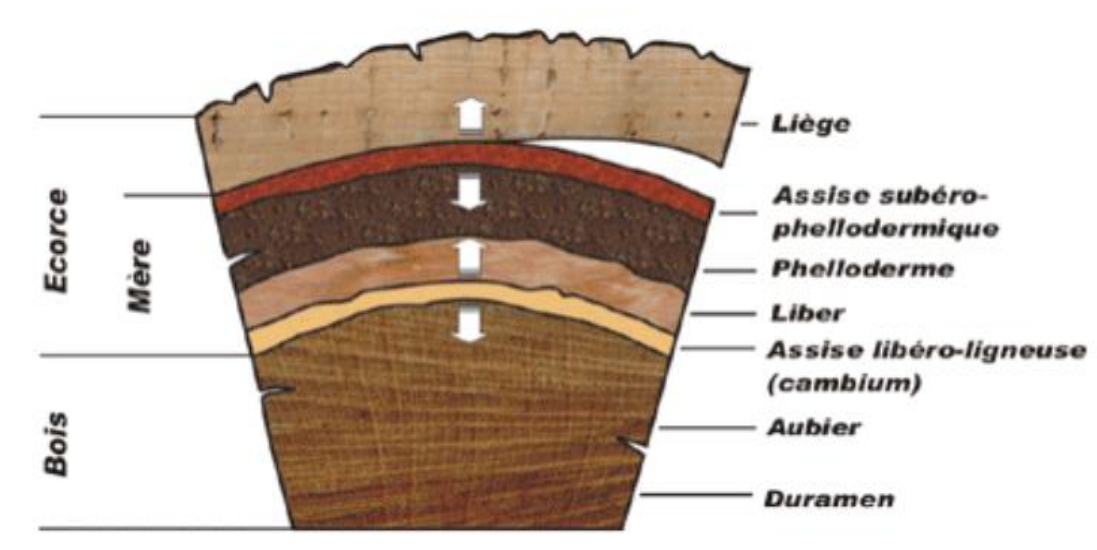


Figure 06 : Coupe transversale d'un tronc de chêne-liège.

Source : I.M.L., 2006

### 3. Les accroissements de liège

Chaque année, suite à chaque récolte, une couche de liège se forme, repoussant les couches précédentes vers l'extérieur. On détermine l'âge du liège en comptant ces anneaux de croissance annuels (DEHANE, 2012). Chaque année, le liège croît d'une épaisseur allant de 1,5 à 7 mm, mais cette croissance n'est pas uniforme, se manifestant parfois de manière large ou très resserrée (DEHIRI, 2017). Pour le liège algérien, l'épaisseur maximale de ces anneaux de croissance est observée durant la 2<sup>ème</sup> à la 5<sup>ème</sup> année, atteignant 3 à 5 mm par an. Ces épaisseurs augmentent avec le temps et dépendent aussi des conditions environnementales (LAMEY, 1893).

**4. Composition chimique de liège****Tableau 05 : L'analyse des composés chimiques du liège donne six éléments en proportions suivantes**

Constituants	Propriétés	Pourcentage
La subérine	Principal composant des parois des cellules du liège et lui permettant son élasticité.	45%
La lignine	Elle permet la liaison entre les divers composants.	27%
Les polysaccharides	Composants des parois des cellules, contribuent à la définition de sa texture.	12%
Les tannins	Ils déterminent la couleur	6%
Les céroïdes	Composés hydrophobes assurant l'imperméabilité	5%
Les autres constituants	Minéraux, eaux, glycérine.	5%

Source : (YOUNSI, 2005)

### 5. Les propriétés physiques et mécaniques du liège

La composition des membranes cellulaires des tissus subéreux détermine les diverses propriétés du liège (NATIVIDADE 1956).

**Tableau 06 : les propriétés du liège**

Propriétés	Caractéristiques
Légèreté	88% d'air, faible densité (120 à 240 kg/m <sup>3</sup> )
Elasticité et Compressibilité	Reprend instantanément son état initial
Coefficient de frottement élevé	Le micro ventouses lui confère une forte adhérence
Imperméabilité	Absorbe moins de 18 à 20% d'eau
Pouvoir Calorifique	Capacité du liège à générer une chaleur équivalente à celle du charbon végétal, environ 7000 Kcal/kg
Coefficient de « poisson nul »	Réduire le volume du liège vers une direction donnée, il ne se produit aucune déformation perpendiculaire.
Faible humidité d'équilibre	Cette faible humidité génère des conditions défavorables au développement des microorganismes et par conséquent, il lui confère une durabilité illimitée.
Forte isolation thermique	Limitant la circulation de l'air. Il présente une résistance à la chaleur 30 fois supérieure à celle du béton
Pouvoir d'absorption	Capacité de retenir à sa surface par le phénomène d'absorption certaines molécules provenant du milieu ambiant
Absence de toxicité	Du fait de l'absence de toxicité, le liège a pu accompagner l'homme dans sa vie quotidienne.
Amortisseur d'impact	Capacité du liège à bien amortir les déformations dues aux impacts directs.

Sources : IPROCOR (1999) et ALIECOR (2008).

## **6. Les types de liège**

Il existe essentiellement deux types de liège :

### **a) Le liège mâle**

Ce terme désigne l'écorce qui se forme naturellement sur le tronc et les branches de l'arbre. Cependant, avec le temps, il se fissure considérablement, devient dense, riche en silice, et perd son élasticité, ce qui le rend inadapté à une utilisation dans la fabrication de bouchons. Malgré cela, il conserve sa pertinence pour le processus de trituration, mais sa valeur sur le marché est pratiquement nulle. Le liège mâle est retiré de l'arbre lors de ce qu'on appelle l'opération de "démasclage" (I.M.L., 2005).

### **b) Le liège femelle**

Le liège femelle, en opposition au liège mâle, présente des caractéristiques distinctes après le processus de démasclage. Il se distingue par sa moindre tendance à la formation de fissures, son uniformité accrue et sa flexibilité. Il peut être catégorisé en deux types :

### **c) Le liège de première reproduction**

Il est obtenu lors de la première collecte après le démasclage. Bien qu'il puisse être utilisé pour fabriquer des bouchons, sa qualité demeure moyenne en raison de la présence de nombreux déchets. Sa valeur commerciale est relativement faible par rapport au véritable liège de reproduction.

**d) Le liège de reproduction**

Ce liège est récolté lors des collectes subséquentes. C'est à partir de ce stade qu'il atteint sa valeur optimale. Il possède toutes les caractéristiques requises pour la fabrication de bouchons de haute qualité.



**Figure 07 : Représentation du liège mâle et du liège femelle.**

**Source : Institut Méditerranéen du Liège année**

## 7. Les défauts de liège

Tableau 07 : les défauts de liège

Défauts	Caractéristique
Liège soufflé	Les lenticelles sont remplies de particules pulvérulentes, ce qui confère au liège son imperméabilité. (IPROCOR ; 1999).
Liège marbré	Présente des taches irrégulières de couleur foncée, noir ou noir brunâtre, plus denses à la périphérie (NATIVIDADE ; 1956).
Liège clouté	La présence de tissus ligneux à l'intérieur du liège lui confère une plus grande solidité et une densité accrue, comme indiqué dans IPROCOR (1999).
Liège doublé	L'assise génératrice externe s'arrête de fonctionner, entraînant la formation d'une nouvelle à l'extérieur, résultant ainsi en deux plaques de liège.
Liège vert	Causé par la pénétration de l'eau dans les cellules subéreuses et favorisant l'attaque des champignons. (IML ; 2018)
Liège terreux	Un défaut qui se manifeste lorsque le liège contient un grand nombre de lenticelles de grande taille, ce qui entraîne une augmentation de la porosité du matériau. Ce problème est fréquemment observé au niveau du liège de pied. (CANTAT & PIAZZETTA ; 2005).
Liège parasité	Présente des galeries causées par de différents insectes et parasites.
Liège brûlé	Il n'a aucune valeur commerciale.

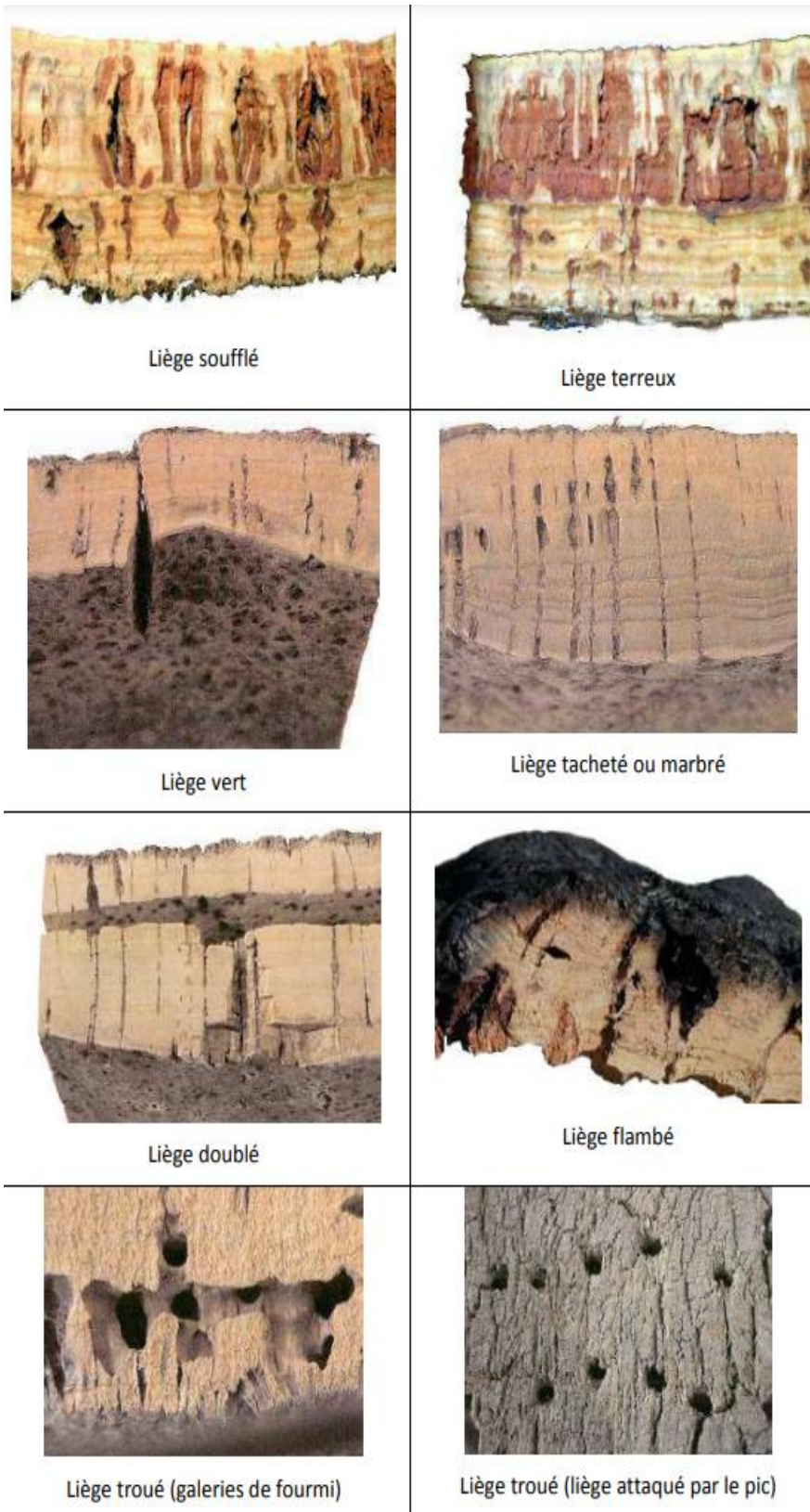


Figure 08 : représentation de divers défauts de liège

Source : ROULA (2010)

## 8. Récolte et utilisation du liège

### a) Le levé de liège

La valorisation et l'extraction du liège impliquent le prélèvement manuel des deux sortes de liège, mâle et femelle, issus du chêne-liège, tout en préservant l'équilibre sanitaire de l'arbre.

### b) Le Démasclage

Il s'agit d'une procédure visant à enlever la première couche d'écorce du chêne-liège, également connue sous le nom de liège mâle, naturel ou vierge, sans causer de dommages à la couche génératrice en dessous. En effet, cette opération vise à mettre l'arbre en production en retirant le liège mâle, qui n'a aucune utilisation industrielle sauf pour la fabrication de panneaux isolants, afin de favoriser le développement du liège femelle, qui présente un intérêt économique (NATIVIDADE, 1956 ; VIGNES, 1990 ; MARGOT, 2006). Elle peut être réalisée lorsque l'arbre atteint un âge compris entre 25 et 50 ans et présente une circonférence d'au moins 60 à 70 cm à une hauteur d'1 mètre du sol (BOUCHAFRA et FRAVAL, 1991).

### c) Le Déliègeage

Après avoir favorisé le développement de l'arbre, la récolte du liège femelle, également appelé liège de reproduction, est effectuée de manière périodique. Cette récolte commence généralement à la mi-mai en plaine, à la mi-juin en montagne, et se termine en août, avec des intervalles de 9 à 12 ans entre chaque récolte. En moyenne, on peut réaliser de 6 à 9 récoltes sur le même arbre, et exceptionnellement jusqu'à 15 (BOUDY, 1950 ; NATIVIDADE, 1956 ; ARNAUDIES et PIAZZETTA, 2006). Le liège femelle possède des propriétés distinctes de celles du liège mâle, très prisées dans divers secteurs industriels en raison de sa flexibilité, de son élasticité, de son imperméabilité, de son isolation thermique et acoustique (BOUDY, 1950; NATIVIDADE, 1956 ; LOMBARDINI et al. 2005 ; ARNAUDIES et PIAZZETTA, 2006 ; VARELA, 2008). Ces caractéristiques s'améliorent progressivement à partir de la troisième récolte.

D'après les observations de MARGOT (2007), le processus de déliègeage se divise en quatre étapes essentielles :

- Dans la première phase, on commence par réaliser une incision horizontale dans le liège, à la hauteur de la zone de déliègeage supérieure.

- La deuxième phase consiste à effectuer une ouverture verticale sur toute la hauteur de l'arbre.
- La troisième phase implique l'insertion d'un outil en fer, suivi du manche, entre le liège et la couche subero-phellodermique pour faciliter la séparation (voir figure 11).
- La quatrième phase consiste à détacher délicatement la planche du tronc de l'arbre. Ensuite, il est essentiel de nettoyer soigneusement la base de l'arbre pour optimiser la forme des futures planches et faciliter les prochains déliègements (voir figure 11)

Selon les observations de BOUDY (1950), la hauteur de démasclage augmente à chaque nouvelle récolte.



**Figure 09 : Récolte du liège**

**Source : Nuances de liège (2023)**

### **9. L'utilisation de liège**

La principale utilisation du liège demeure dans la fabrication de bouchons, mais il trouve également des usages irremplaçables, bien que moins fréquents, dans divers secteurs. Une fois transformé, les produits sont principalement destinés à plusieurs domaines industriels, notamment :

- ✓ La construction en général (isolement thermique et acoustique, revêtement, décorations, cloisons,)
- ✓ L'industrie du froid (chambres froides et transports frigorifiques)
- ✓ La construction navale (isolation, revêtement, décoration, ...)
- ✓ L'industrie des transports (isolation thermique, acoustique et vibratoire)
- ✓ L'industrie mécanique en général (joints d'étanchéité...)
- ✓ L'industrie chimique, pharmaceutique et la parfumerie (bouchage et conditionnement des produits)
- ✓ L'industrie de la chaussure (semelles, talons, ...)
- ✓ L'industrie des emballages (granulés et laine de liège)
- ✓ La fabrication d'articles de sport (articles de pêche, raquettes, panneaux, balles, ...)
- ✓ La chasse (bourre de cartouches)
- ✓ La musique (isolant phonique particulièrement performant dans les basses et moyennes fréquences ; cette utilisation nécessite des planches de liège de toute première qualité).
- ✓ La pyrotechnique (feux d'artifice)
- ✓ L'industrie spatiale (comme isolant thermique dans les navettes spatiales ; il fut d'ailleurs classé dans la catégorie des " matériaux stratégiques " par les U.S.A. pendant la 2ème Guerre Mondiale). (IML, 2018).

# **CHAPITRE II :**

## **Matériel et méthodes**

### I. Présentation du milieu d'étude

Dans le cadre de notre étude, le travail portera sur les trois stations suivantes : Draa El Mizane (600m), Tirsine1(250m), Tirsine2(390m) au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou.

#### 1. Situation géographique de la wilaya de Tizi Ouzou

La wilaya de Tizi Ouzou est située au Nord de l'Algérie, dans la région de la Kabylie, elle s'étend sur une superficie de 2992,96km<sup>2</sup> ; elle est délimitée par :

- ❖ La wilaya de Boumerdès à L'ouest.
- ❖ La wilaya de Bouira au Sud.
- ❖ La wilaya de Bejaïa à l'est.
- ❖ La mer Méditerranée au nord.

Les coordonnées de la région sont :

- ✚ Longitude 4°03'30" Est
- ✚ Latitude 36°43'30" Nord

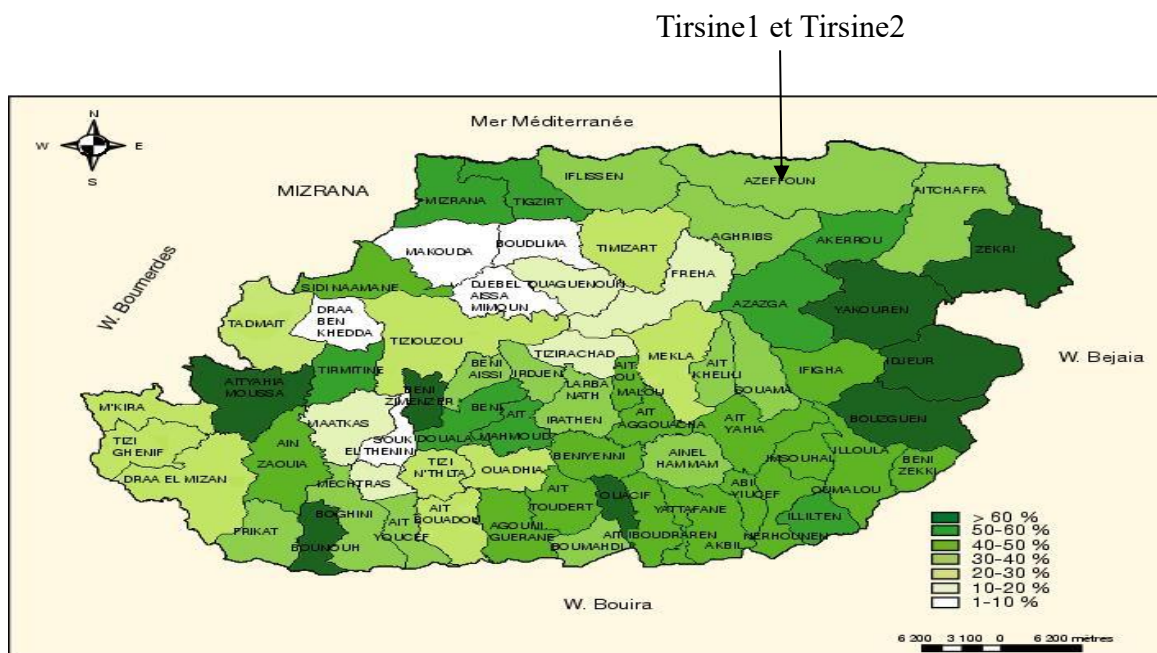


Figure 10 : carte de couverture forestière de la wilaya de tizi Ouzou

Source : MEDDOUR (2010)

## 2. Etude climatique

Elle est très importante, car elle nous permet de surveiller les changements dans la composition florale de certaines forêts. De plus, elle joue un rôle crucial dans la formation et l'évolution des sols en fournissant aux plantes des réserves d'eau essentielles.

### 2.1. Température

Les températures jouent un rôle crucial dans la détermination du climat d'une région. Elles sont essentielles pour évaluer l'évapotranspiration, le déficit d'écoulement et influencent le rythme biologique des plantes, ainsi que la création du bilan hydrique (DAVIDE, 1956 in SAIGHI, 2013). Les données relatives aux températures révèlent certaines caractéristiques climatiques de la région, notamment :

- Le découpage de l'année en différentes saisons thermiques.
- L'identification des seuils de températures minimales et maximales qui ont un impact direct sur les besoins en eau de la région, en particulier pendant les périodes sèches et humides.

**Tableau 08 : Températures moyennes annuelles et mensuelles (C°) de la Wilaya de Tizi Ouzou durant la période (2011 - Juillet 2022) / altitude : 195m.**

Mois T	Jan	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc	Moyenne Annuelle
Temp Max	<b>15,98</b>	16,82	19,12	22,43	26,45	31,82	<b>36,36</b>	<b>36,35</b>	31,88	27,45	20,31	17,04	25,17
Temp Min	<b>7,22</b>	7,45	9,40	11,62	14,22	17,39	21,59	22,30	19,43	15,59	11,85	8,51	14,54
Temp Moy	<b>11,63</b>	12,13	14,28	17,06	20,33	25	28,98	29,33	25,65	21,56	16,08	12,85	19,57

Source : ARIB et SADAQUI 2022

- **Temp Min** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.
- **Temp Max** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.
- **Temp Moy** : Température moyenne (températures minimales + températures maximales) /2

**Tableau 09 : Températures moyennes annuelles et mensuelles (C°) de Draa el Mizane (DEM) durant la période (2011\_Juillet 2022) / altitude : 600m. corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou.**

Mois T	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne Annuelle
Temp Max	13,14	13,98	16,28	19,59	23,61	28,98	<b>33,52</b>	<b>33,51</b>	29,04	24,61	17,47	14,20	22,33
Temp Min	<b>5,6</b>	5,83	7,78	10	12,6	15,77	19,97	20,68	17,81	13,97	10,23	6,89	12,26
Temp Moy	<b>9,37</b>	9,9	12,03	14,79	18,1	22,37	26,74	<b>27,09</b>	23,42	19,29	13,85	10,54	17,29

**Source : ARIB et SADAUI 2022**

- ✓ Les mois les plus chauds sont le mois juillet et Août avec des températures de 33,52C° et 33,51C°.
- ✓ Les mois les plus froids sont le mois janvier et Février avec des températures de 5,6C° et 5,83C°.

**Tableau 10 : Températures moyennes annuelles et mensuelles (C°) de Tirsine1 durant la période (2011\_Juillet 2022) / altitude : 250m. corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou.**

Mois T	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne Annuelle
Temp Max	15,59	16,43	18,73	22,04	26,06	31 ,43	35,38	35,97	31,49	27,06	19,92	16,65	24,66
Temp Min	7	7,23	9,18	11,4	14	17,17	21,37	22,08	19,21	15,37	11,36	8,12	8,12
Temp Moy	11,29	11,83	13,95	16,72	20,03	24,3	28,37	29,02	25,35	21,21	15,77	12,38	16,39

**Source : ARIB et SADAUI 2022**

- ✓ Les mois les plus chauds sont le mois juillet et Août avec des températures de 35,38C° et 35,97C°.
- ✓ Les mois les plus froids sont le mois janvier et Février avec des températures de 7C° et 7,23C°.

**Tableau 11 : Températures moyennes annuelles et mensuelles (C°) de Tirsine2 durant la période (2011\_Juillet 2022) / altitude : 390m. corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou.**

Mois T	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne Annuelle
Temp Max	14,61	15,45	17,75	21,06	25,08	30,45	<b>34,99</b>	<b>34,98</b>	30,51	26,08	18,94	15,67	23,8
Temp Min	<b>6,44</b>	6,67	8,62	10,84	13,44	16,61	20,81	21,52	18,65	14,81	11,07	7,73	13,1
Temp Moy	10,52	11,06	13,18	15,95	19,26	23,53	27,9	28,25	24,58	20,44	15,01	11,7	18,45

Source : ARIB et SADAUI 2022

- ✓ Les mois les plus chauds sont le mois juillet et Août avec des températures de 34,99C° et 34,98C°.
- ✓ Les mois les plus froids sont le mois janvier et Février avec des températures de 6,44C° et 6,67C.

**Tableau 12 : Répartition des Températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (C°) corrigé par rapport à l'altitude moyennes des trois station (413m).**

Mois T	Jan	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc	Moyenne Annuelle
Temp Max	14,45	15,28	17,58	20,23	24,91	30,28	<b>34,63</b>	<b>34,82</b>	30,34	25,91	18,77	15,5	23,55
Temp Min	<b>6,41</b>	<b>6,57</b>	8,52	10,74	13,34	16,51	20,71	21,42	18,55	14,71	10,97	7,58	13
Temp Moy	10,43	10,92	13,05	15,48	19,12	23,39	27,67	28,12	24,44	20,31	14,87	11,54	18,27

Source : ARIB et SADAUI 2022

- ✓ Les mois les plus chauds sont le mois de juillet et Août avec des températures de 34,63C° et 34,82C°.
- ✓ Les mois les plus froids sont le mois janvier et Février avec des températures de 6,41C° et 6,57C°.

**2.2.Les précipitations**

La pluie joue un rôle crucial dans le maintien de l'équilibre de notre planète en participant activement aux échanges de chaleur entre la surface terrestre et l'atmosphère. Cet apport d'eau de pluie est essentiel au bon fonctionnement du système climatique.

**Tableau 13 : Précipitations mensuelles et annuelles (mm) de la wilaya de Tiz-Ouzou (195m) durant la période (2011\_Juillet 2022).**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Ann
P(m m)	92,26	75,45	90,95	65,85	35,74	15,82	1,46	5,03	26,97	52,75	147,68	107,23	717,17

Source : ARIB et SADAOUI 2022

La quantité annuelle de précipitation est calculée par la méthode suivante :

$$\left. \begin{array}{l} 1204 \longrightarrow 50m \\ 717,17 \longrightarrow X \end{array} \right\} X= 29,78$$

$$\left. \begin{array}{l} 100mm \longrightarrow 29,78 \\ 600m \longrightarrow Y \end{array} \right\} Y= 178,68$$

$$Z= 717,17+ 178,68 = 895,85 \text{ (la quantité annuelle des pluies à l'altitude 600m)}$$

**Tableau 14 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles (mm) de la station de Draa el Mizane altitude) (600m) corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuelle
P(mm)	115,25	94,24	113,6	82,25	44,64	19,76	1,82	6,28	33,68	65,89	184,47	133,94	895,85

✚ On déduit à travers ce tableau que :

- La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée dans la station de Draa el mizane durant la période (2011\_Juillet 2022) s'augmente à 895,85mm.
- Le mois le plus pluvieux est le mois de Novembre avec une quantité de 184,47mm.
- Le mois le plus sec est le mois de juillet avec une quantité de 1,82mm.

**Tableau 15 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles (mm) de la station de Tirsine1 (Azeffoune) (250m) corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou.**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuelle
P(mm)	101,84	83,28	100,39	72,68	39,45	17,82	1,61	5,55	29,97	58,22	163,01	118,36	791,62

✚ On déduit à travers ce tableau que :

- La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée dans la station de Tala Gassi durant la période (2011\_Juillet 2022) s'augmente à 791,62mm.
- Le mois le plus pluvieux est le mois de Novembre avec une quantité de 163,01mm.
- Le mois le plus sec est le mois de juillet avec une quantité de 1,61mm.

**Tableau 16 : Précipitation moyennes mensuelles et annuelles (mm) de la station de Tirsine2 (Azeffoune) (390m) corrigées par rapport à la station de Tizi-Ouzou.**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuelle
P(mm)	107,2	87,66	105,67	76,51	41,52	18,38	1,69	5,84	31,33	61,29	171,68	124,59	833,31

✚ On déduit à travers ce tableau que :

- La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée dans la station de Tirsine2 durant la période (2011\_Juillet 2022) augmente à 833,31mm.
- Le mois le plus pluvieux est le mois de Novembre avec une quantité de 171,68mm.
- Le mois le plus sec est le mois de juillet avec une quantité de 1,69mm.

**Tableau 17 : Précipitation moyenne mensuelles de l'altitude moyenne des trois stations (413m)**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuelle
P(mm)	108,09	88,39	106,55	77,14	41,87	18,65	1,7	5,89	31,66	61,8	173,05	125,63	840,26

✚ On déduit à travers ce tableau que :

- La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée au niveau des trois stations de la wilaya de Tizi Ouzou durant la période (2011\_Juillet 2022) augmente à 840,26mm.
- Le mois le plus pluvieux est le mois de Novembre avec une quantité de 173,05mm.
- Le mois le plus sec durant cette période est le mois de juillet avec une quantité de 1,7mm.

### 3. Diagramme ombrothermique

Bagnouls et Gausson ont établi un schéma permettant d'identifier la période de sécheresse en utilisant la comparaison entre les températures mensuelles moyennes en degrés Celsius et les précipitations mensuelles moyennes en millimètres. Selon leur méthode, un mois est considéré comme sec lorsque le double de la température moyenne mensuelle est égal ou supérieur à la moyenne mensuelle des précipitations ( $P \text{ mm} < 2T^{\circ}\text{C}$ ), (Bagnouls et Gausson, 1953).

Tableau 18 : Températures moyennes mensuelles (°C) ; précipitations mensuelles (mm) de la station de Draa El Mizane. (Période de 2011 à 2022)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	115,25	94,24	113,6	82,25	44,64	19,76	1,82	6,28	33,68	65,89	184,47	133,94
T(°C)	9,37	9,9	12,03	14,79	18,1	22,37	26,74	27,09	23,42	19,29	13,85	10,54

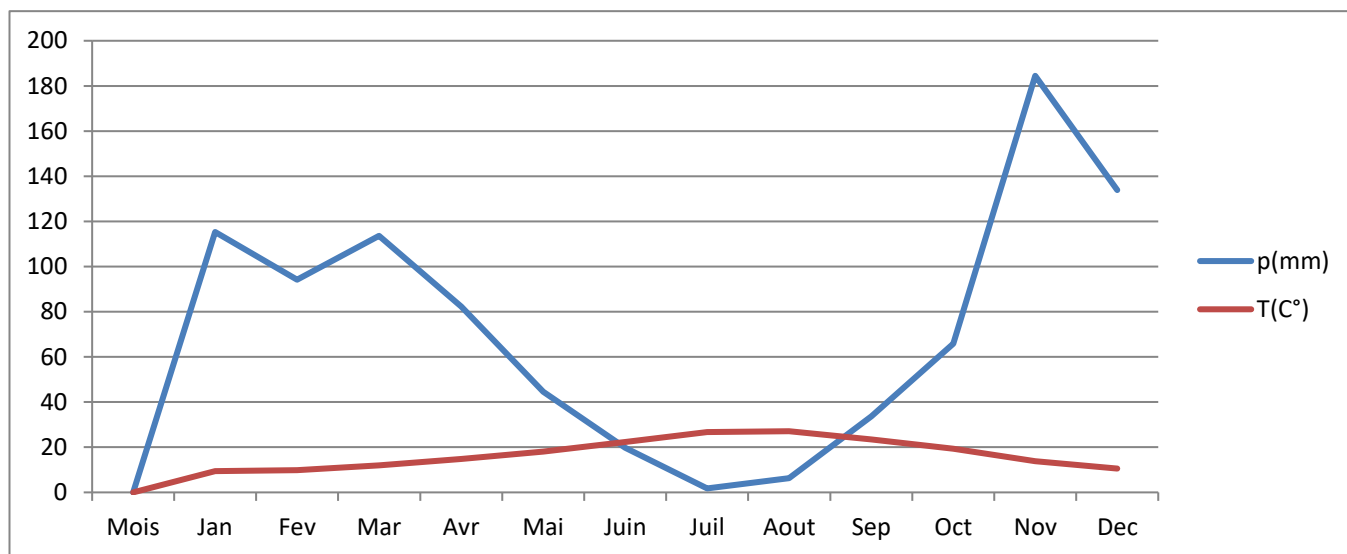
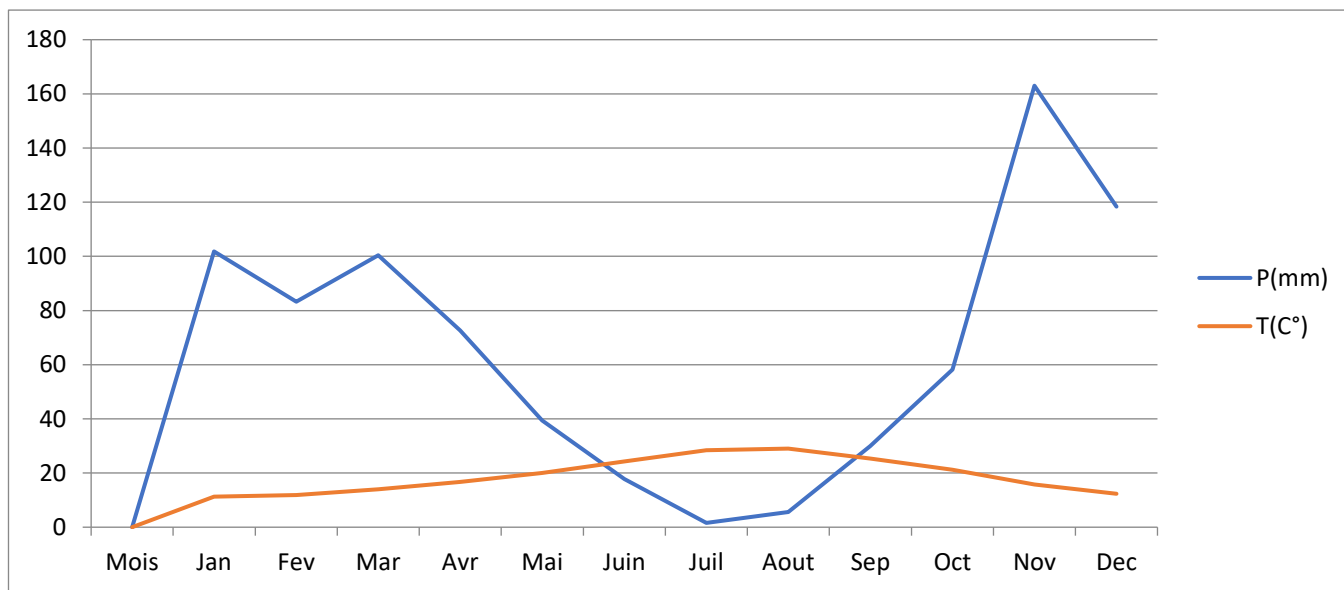


Figure 11 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station Draa El Mizane

**Tableau 19 : Températures moyennes mensuelles (°C) ; précipitations mensuelles (mm) de la station de Tirsine 1. (Période de 2011 à 2022)**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	101,84	83,28	100,39	72,68	39,45	17,82	1,61	5,55	29,97	58,22	163,01	118,36
T(°C)	11,29	11,83	13,95	16,72	20,03	24,3	28,37	29,02	25,35	21,21	15,77	12,38



**Figure 12 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station Tirsine 1**

Tableau 20 : Températures moyennes mensuelles (°C) ; précipitations mensuelles (mm) de la station de Tirsine 2. (Période de 2011 à 2022)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	107,2	87,66	105,67	76,51	41,52	18,38	1,69	5,84	31,33	61,29	171,68	124,59
T(°C)	10,52	11,06	13,18	15,95	19,26	23,53	27,9	28,25	24,58	20,44	15,01	11,7

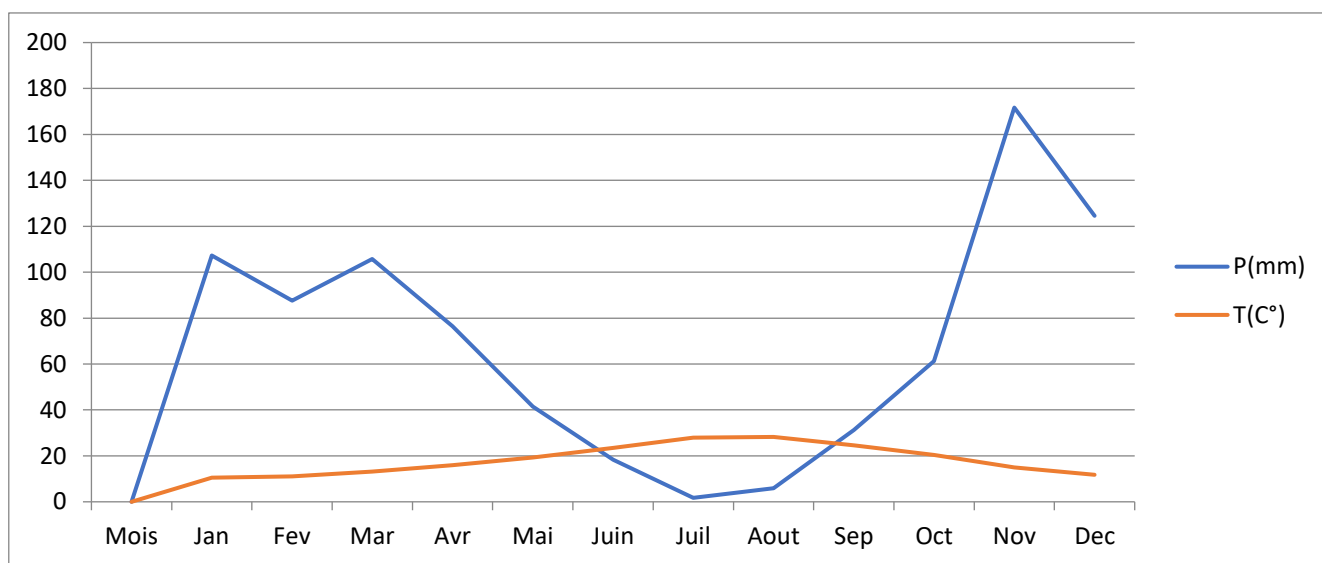


Figure 13 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station Tirsine 2

4. Quotient pluviothermique d’EMBERGER :

$$Q_2 = 2000 * P / (M^2 - m^2)$$

Le Quotient pluviothermique d’EMBERGER (Q2) est déterminé par la combinaison des 3 principaux facteurs du climat. Il est donné par la formule suivante :

- P : Pluviosité annuelle en mm
- M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.
- m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid
- (M, m) : Sont exprimées en degrés absolus (t°K= t°C+273.2).

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

P = 840,26 mm; M = 34,82°C; m = 6,41°C  
 M (°K): 307,82°K  
 m (°k): 279,41 °K

$$Q_2 = 2000 * 840,26 / (307,82)^2 - (279,41)^2$$

$$Q_2 = 100,7$$

## II. Méthode d'échantillonnage

Après le démasclage des arbres au niveau des trois stations (Draa El Mizane, Tirsine1, Tirsine2), les planches de liège ont été récupérées des dépôts de liège et on a fait appel à la méthode d'échantillonnage aléatoire stratifiée systématique, Nous avons considéré la station comme strate et dix planches par station ont été sélectionnées en utilisant un même intervalle entre deux prélèvements consécutifs dans la même strate.

Au total 90 planches ont été considérées pour notre étude : 3 répétitions × 10 arbres × 3 stations.

### 1. Mesure des variables

#### 1.1. Epaisseur du liège

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



**Figure 14 : Des éprouvettes prélevées**

**Source originelle 2023**

Trois mesures d'épaisseurs sous croute ont été mesurées, côté gauche, milieu et côté droit de la planche échantillonnée à l'aide d'un logiciel de mesure GIMP (General Image Manipulation Program)

Dont l'explication sera établie dans les étapes qui suivront.

L'épaisseur de la planche est représentée par la moyenne des trois mesures (3 répétitions x 10 arbre x 3 stations) ; au totales 90 mesures ont été effectuées pour notre zone d'étude.

## 1.2. La densité du liège

Au laboratoire, nous avons prélevé trois échantillons de lamelles mesurant chacun 1 cm x 1.5 cm x 1.5 cm sur chaque éprouvette de dimensions 10 cm x 1.5 cm. Ces prélèvements ont été réalisés à l'extrémité droite, à l'extrémité gauche et au centre de l'éprouvette à l'aide un instrument de mesure (pied coulisse).

Pour évaluer la densité du liège de chaque arbre, nous avons effectué trois mesures sur chaque éprouvette. La densité moyenne obtenue à partir des trois éprouvettes donne la densité de la planche en question.

Au final, 90 mesures : (3 mesures x 10 arbres x 3 stations) ont été effectuées.

Ainsi, la densité est estimée comme suit :

$$D_{stl} = Mh(g) / Vh (cm^3)$$

Avec :

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

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

**h** : Humidité du milieu.



Figure 15 : Pied à coulisse

Source originelle 2023

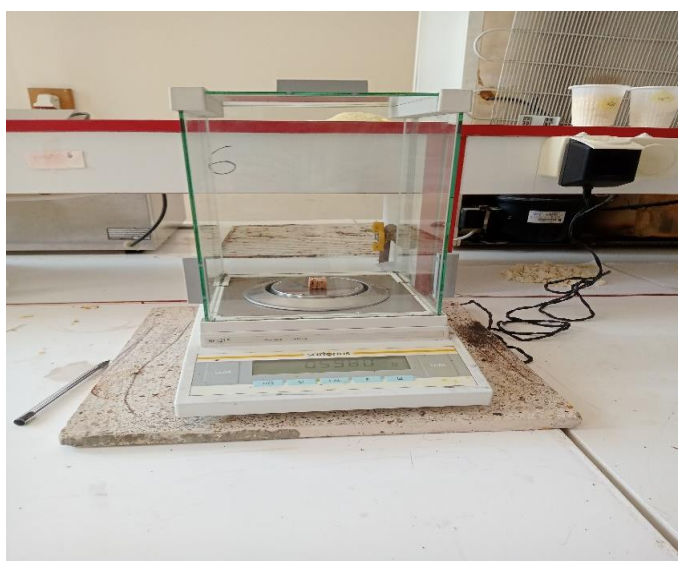


Figure 16 : Balance analytique

Source originelle 2023

## 2. Outil et méthode de mesure

### 2.1.General Image Manipulation Program (GIMP)

Le programme a été créé en 1995 par SPENCER KIMBALL et PETERMATTIS. C'est un outil portable de manipulation d'image et de photo, c'est un éditeur de trame resté (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).

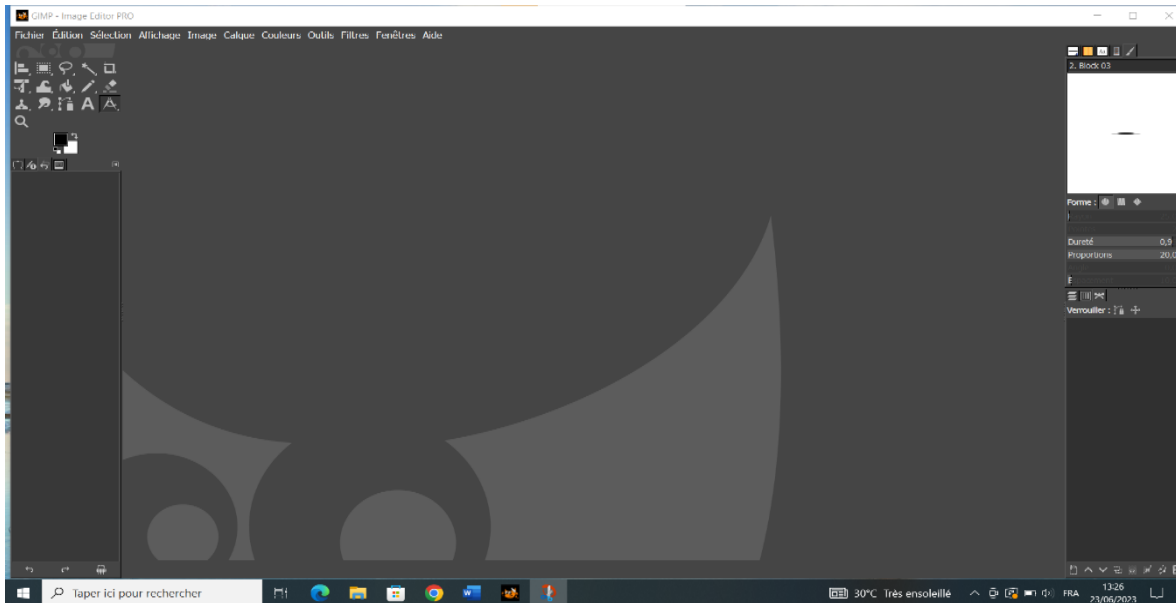
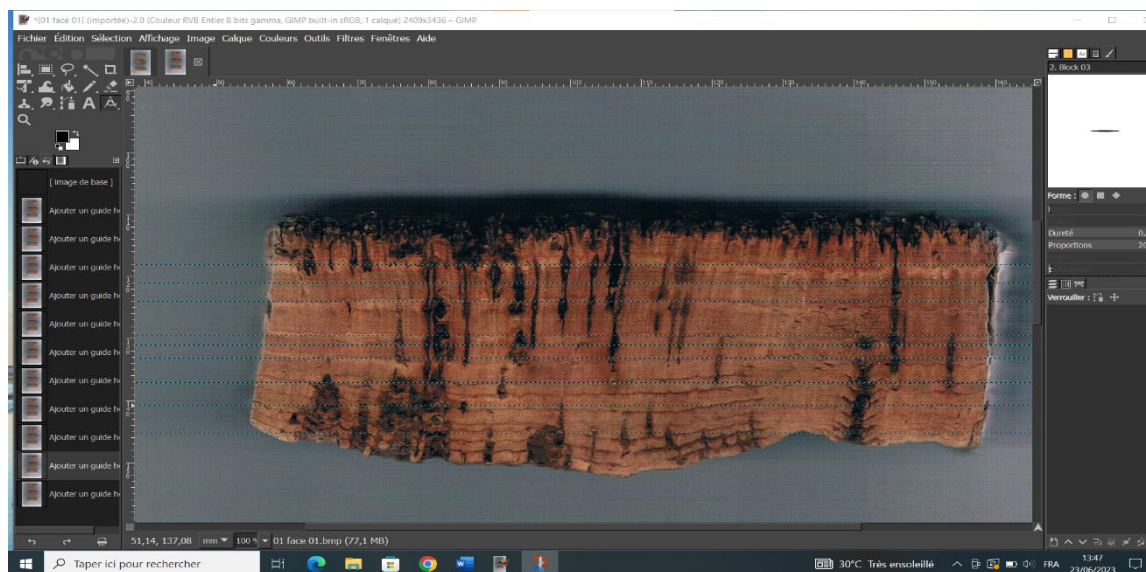


Figure 17 : Interface vierge du logiciel GIMP

Source originelle 2023

## 2.2. Méthode de mesure

A l'aide d'un outil de mesure et de grossissement (Zoom), nous avons déterminé l'épaisseur des cernes de liège.



**Figure 18 : Capture d'écran illustrant la méthode de mesure des épaisseurs des cernes**  
**Source originelle 2023**

## III. Méthodes de traitement des données

Les résultats sont analysés et visualisés graphiquement et statistiquement à l'aide des logiciels EXCEL et STATBOX.

### 1. Traitement graphique

Différents types de graphiques ont été créés pour représenter les données, tels que des courbes montrant les variations de la croissance du liège, à la fois pour les accroissements individuels et cumulés, ainsi que des séries de synthèse.

### 2. Courbes des accroissements du liège

Les données des mesures des accroissements du liège prélevées dans différentes stations sont présentées graphiquement sous forme de courbes de croissance. Sur l'axe horizontal, les années successives sont représentées, tandis que sur l'axe vertical, l'épaisseur des cernes correspondants est indiquée.

### 3. Méthodes de traitement des données

Les résultats sont analysés et représentés visuellement et numériquement à l'aide des logiciels EXEL et STAT BOX.

#### 4. Accroissements individuels

Analyser ces courbes nous permet d'obtenir une multitude d'informations spécifiques à chaque individu. Elles nous renseignent sur la manière dont l'épaisseur des cernes varie en fonction des caractéristiques environnementales telles que le type de sol, l'exposition au soleil, la pente, l'altitude et le climat, ainsi que sur la vitalité de l'arbre.

#### 5. Accroissements de séries de synthèse

En étudiant ces accroissements, nous pouvons réduire les variations causées par des phénomènes spécifiques à chaque individu et nous concentrer uniquement sur les variations à haute fréquence liées aux changements climatiques interannuels. (RAOUANE, 1985)

#### 6. Accroissements cumulés des séries de synthèses

Pour mieux appréhender l'évolution globale de l'épaisseur des cernes du liège à travers tous les peuplements étudiés, nous avons calculé les accroissements moyens cumulés et tracé les courbes correspondantes.

L'accroissement moyen cumulé représente la somme des épaisseurs des cernes mesurées sur une période donnée. Si  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , ... et  $C_n$  représentent les valeurs des cernes d'un arbre, l'accroissement cumulé est égal à  $C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$ , ce qui correspond à l'épaisseur totale de la planche de liège de cet arbre.

#### 7. Traitements statistiques

##### 7.1. Analyse descriptive des données

Dans le but d'évaluer la variation de l'épaisseur des cernes du liège entre les arbres d'une même station, nous avons calculé des paramètres de position tels que la moyenne, ainsi que des paramètres de dispersion tels que l'écart type, le coefficient de variation (CV%) et l'erreur relative (Dr %).

Ces paramètres permettent de comparer la dispersion de la variabilité relative entre différentes séries statistiques, même lorsque leurs ordres de grandeur diffèrent considérablement.

##### 7.2. Moyenne

La moyenne arithmétique, que nous appellerons simplement "moyenne" et désignerons par  $(\bar{X})$ , est calculée en additionnant toutes les valeurs observées ( $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ) et en les divisant par le nombre total d'individus ( $n$ ). (DAGNELIE, 1973)

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

##### 7.3. Ecart type

Il représente les variations relatives par rapport à chaque individu :

Il s'agit d'une mesure de l'hétérogénéité des forêts étudiées, allant des variations les plus marquées aux moins marquées (PARDE, 1961).

#### 7.4. Coefficient de variation

Il s'agit d'une mesure de l'hétérogénéité des forêts étudiées, allant des variations les plus marquées aux moins marquées (PARDE, 1961). Pour évaluer la variation de l'épaisseur des cernes du liège entre les arbres d'une même station, nous avons calculé des paramètres de position tels que la moyenne, ainsi que des paramètres de dispersion tels que l'écart type, le coefficient de variation (CV%) et l'erreur relative (Dr %).

Ces paramètres permettent de comparer la dispersion de la variabilité relative entre différentes séries statistiques, même lorsque leurs ordres de grandeur diffèrent considérablement. Le coefficient de variation est calculé en exprimant l'écart type en termes de pourcentage de la moyenne, lorsque cette dernière 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  $\alpha \geq 0,05$

#### 7.5. Coefficient d'aplatissement « Kurtosis »

Ce coefficient permet de caractériser la forme des courbes de croissance en termes de pic ou d'aplatissement.

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

#### 6) Sensibilité moyenne

Elle est employée pour évaluer la régularité des épaisseurs des cernes d'une année à l'autre. Selon MUNAUT (1979), cette sensibilité peut être exprimée par le rapport :

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

Ce coefficient permet de quantifier la variabilité moyenne entre deux épaisseurs annuelles successives. Il exprime l'ampleur des changements qui affectent l'épaisseur des cernes à court terme (MUNAUT, 1979). Sa valeur est nulle lorsque deux cernes successifs sont identiques et

atteint 2 lorsque l'épaisseur de l'un des cernes est nulle (FRITTS, 1976). La sensibilité moyenne est calculée pour les séries chronologiques individuelles et principales.

#### **7.6. Coefficient d'interdatation**

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

$$SR = SM_m / SM_i$$

#### **7.7. Analyse de la variation**

L'objectif de l'analyse de la variance est de comparer les moyennes de plusieurs populations de séries de données présumées être normalement distribuées et ayant des variances similaires, à partir d'échantillons aléatoires, simples et indépendants les uns des autres (DAGNELIE, 1975).

# **CHAPITRE III :**

## **Présentation des**

### **résultats**

## I. Présentation des résultats

### 1. Résultats des épaisseurs des cernes du liège

Les résultats ci-dessous représentent l'ensemble des moyennes calculées pour les accroissements annuels qui caractérisent les stations de : Draa El Mizane, Tirsine1 et Tirsine2.

**Tableau 21 : Les résultats de l'analyse descriptive de l'épaisseur des cernes de liège**

Année	DEM	T1	T2	Moyenne	Ecart type	Cv	Dr%
2008_2009	1,99	2,12	2,21	2,11	0,09	4,28	2,41
2009_2010	1,98	2,29	2,15	2,14	0,13	5,84	3,29
2010_2011	2,03	2,31	2,16	2,17	0,12	5,36	3,02
2011_2012	2,23	2,32	2,18	2,24	0,06	2,53	1,42
2012_2013	2,31	2,30	2,02	2,21	0,14	6,12	3,45
2013_2014	2,35	2,30	2,12	2,26	0,10	4,33	2,44
2014_2015	2,20	2,16	1,89	2,09	0,14	6,67	3,76
2015_2016	2,07	2,18	1,93	2,06	0,10	4,95	2,79
2016_2017	2,16	2,01	1,89	2,02	0,11	5,61	3,16
2017_2018	1,97	2,00	1,84	1,94	0,07	3,64	2,05
2018_2019	1,86	1,94	1,70	1,84	0,10	5,43	3,06
2019_2020	1,79	1,87	1,60	1,75	0,11	6,42	3,61
2020_2021	1,69	1,64	1,46	1,60	0,10	6,22	3,50
2021_2022	1,26	1,29	1,22	1,25	0,03	2,35	1,32
Moyenne	1,99	2,05	1,88	1,98			
Ecart Type	0,27	0,28	0,28				-
Cv%	13,79	13,51	14,74				-
Dr%	3,59	3,52	3,84				-

Avec : CV : Coefficient de variation

Dr : l'erreur relative à la moyenne

Les résultats obtenus sur les moyennes des épaisseurs des cernes du liège dans nos trois stations varient entre une valeur minimale de 1,22, mesurée au niveau de la station de Tirsine2 (T2) représentant l'année (2021) et une valeur maximale de 2,35 mm observée au sein de la station de Draa El Mizane (DEM) pendant l'année (2013).

L'épaisseur moyenne de toutes les stations est estimée à 1,98, l'épaisseur de la station qui se rapproche le plus de l'épaisseur moyenne est de la station de Draa El Mizane durant l'année 2009 avec la même valeur.

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

- 13,79 % pour la station de Draa El Mizane.
- 13,51 % pour la station de Tirsine1.
- 14,74 % pour la station de Tirsine2.

Le coefficient de variation le plus élevé est enregistré au niveau de la station de Tirsine2 avec une valeur de 14.74%. et le plus faible est enregistré au niveau de la station de Tirsine1 avec une valeur de 13.51. Nous remarquons que les trois stations présentent des coefficients de variation faibles et qui sont proches l'un de l'autre ce qui nous indique qu'entre les années ; dans les mêmes stations, il existe une homogénéité entre les moyennes des accroissements annuelles.

Les mêmes résultats sont constatés pour la même variable entre les stations des mêmes années où nous enregistrons une évolution presque semblable des accroissements ; des coefficients de variations qui varient entre 1.22% et 6.67.

Pour Les erreurs relatives de la variable épaisseur des cernes, calculées pour chaque station, sont en dessous de 12 %, avec une estimation de 3,59 pour DEM, 3,52 pour Tirsine1 et 3,84 pour Tirsine2 ce qui indique une variabilité acceptable et confirme que la taille de l'échantillon est suffisante.

Les résultats de la figure (19) montrent que les moyennes de l'épaisseur du liège obtenu pour les trois stations varient d'une valeur minimale de 38,56mm enregistrée au niveau de la station de Draa El Mizane en passant par une valeur de 41,17mm au niveau de la station de Tirsine1 et une valeur maximale de 41.76 enregistrée au niveau de la station de Tirsine 2.

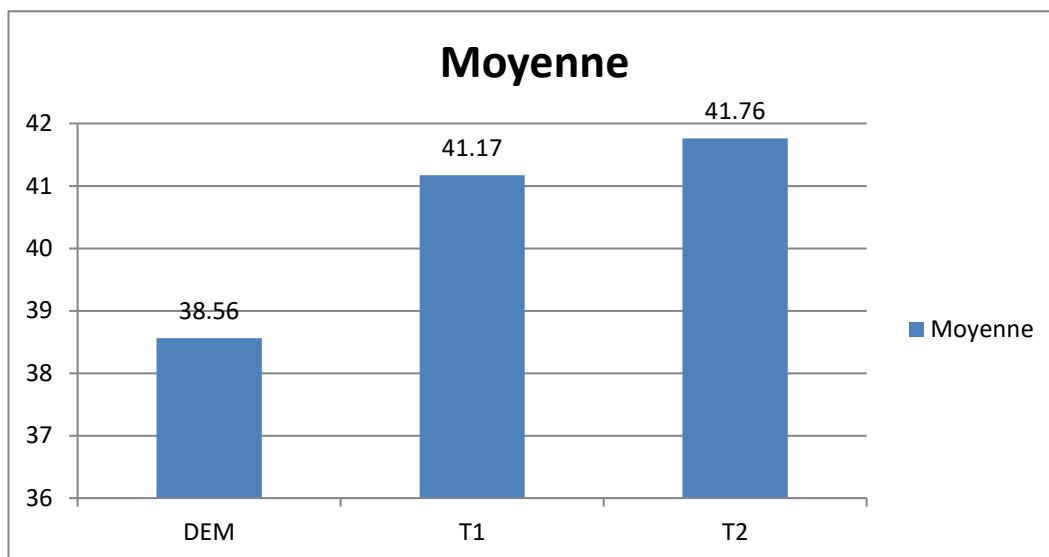


Figure 19 : Distribution des épaisseurs du liège des trois stations.

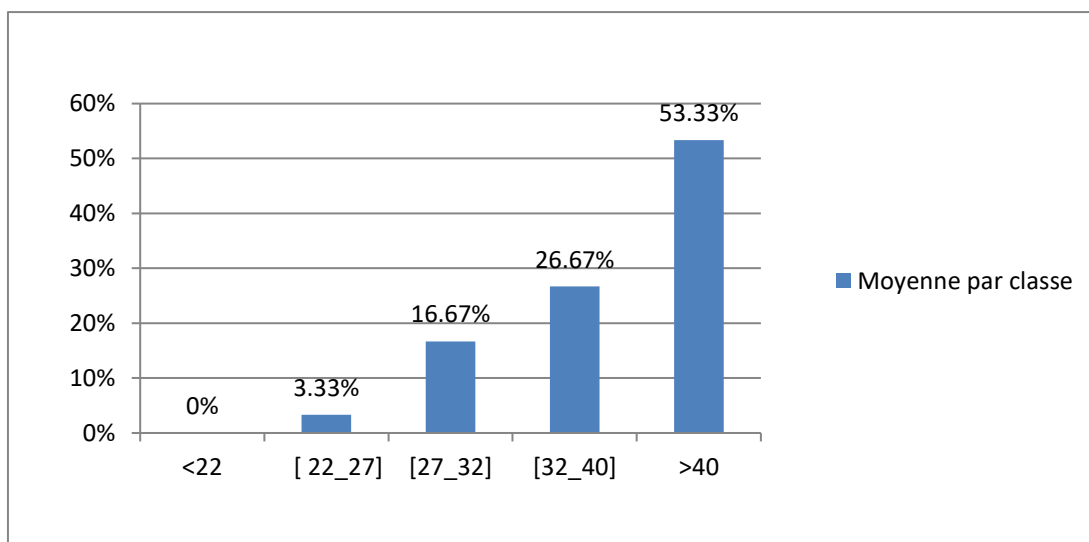


Figure 20 : Distribution des planches de liège par classe commerciales d'épaisseur

D'après Les résultats du tableau 22 et la figure20, la distribution par classe commerciale d'épaisseur du liège récolté dans les trois stations Draa El Mizane ; Tirsine1 et Tirsine2, montre que

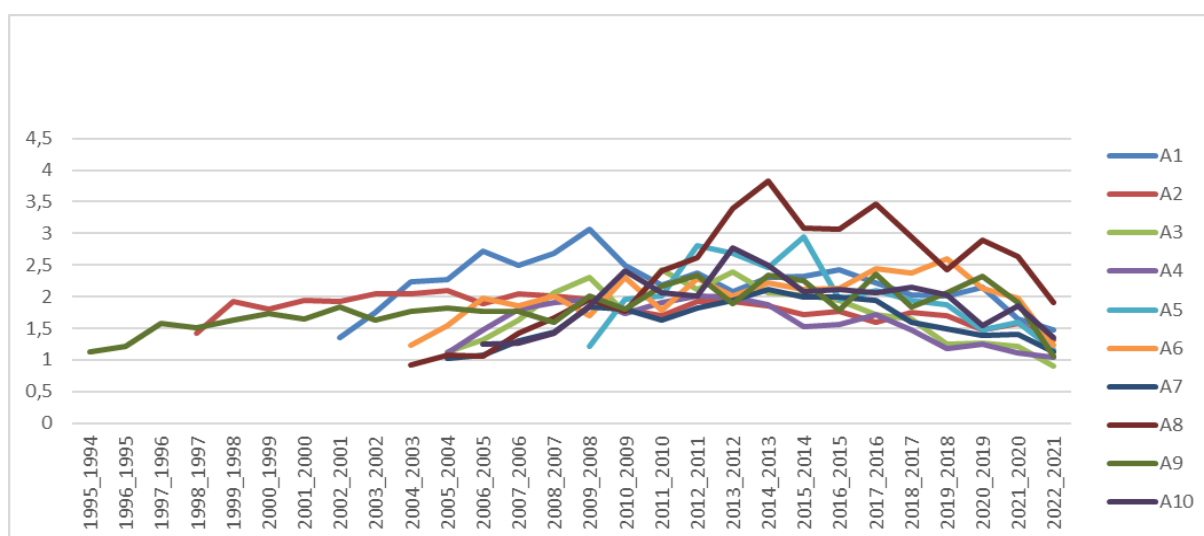
- 96,67% des planches présentent des épaisseurs supérieures à 27 mm et sont destinées à la fabrication des bouchons.
- 3,33% des planches présentent des épaisseurs inférieures à 27 mm et sont destinées pour la trituration et l’aggloméré.

**Tableau 22 : Distribution des échantillons du liège par classe commerciale d’épaisseur.**

Classe d'épaisseur	DEM	T1	T2	Moyenne par classe	Moyenne générale
<22	0%	0%	0%	0%	3,33%
[22_27]	10%	0%	0%	3,33%	
[27_32]	20%	10%	20%	16,67%	96,67%
[32_40]	30%	30%	20%	26,67%	
>40	40%	60%	60%	53,33%	

**2. Étude des accroissements du liège**

**2.1. Les accroissements courants annuels (chronologies individuelles)**



**Figure 21 : Accroissements annuels enregistrés pour chaque arbre dans la station de Draa El Mizane (DEM)**

### a) Station de Draa El Mizane

L'observation des courbes individuelles (figure 21) illustrant les moyennes des accroissements de chaque arbre révèle la présence de deux phases bien distinctes. La première se caractérise par des cernes épais, tandis que la deuxième se caractérise par cernes fins.

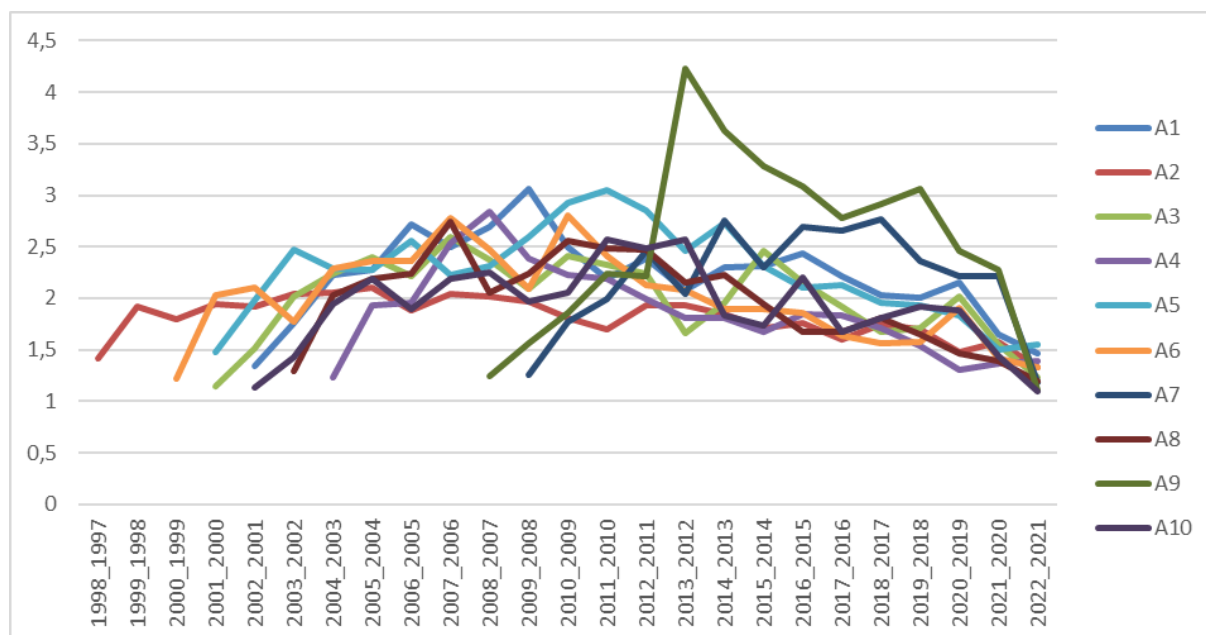
Les débuts de la formation du liège sont caractérisés par une formation importante de suber. Cependant, le premier cerne ne représente que la moitié d'une période de formation.

À première vue, la figure 20 indique une variation d'âge apparente entre les dix arbres de la station de Draa El Mizane ; A9 présente le liège le plus âgé, sa production a commencé en 1994. À l'inverse, l'arbre A5 se distingue par le liège le plus jeune, car sa première formation a débuté en 2008-2009.

Nous remarquons aussi que les accroissements moyens individuels des arbres correspondent tous à la courbe théorique mentionnée par BOUDY (1950) et NATIVIDADE (1956). Cette dernière montre une croissance progressive et importante de la variable « épaisseur des cernes » durant les premières années, puis une baisse progressive des valeurs d'accroissement le long de la période restante.

En moyenne, la plupart des valeurs se situent entre 1mm et 3 mm, à l'exception de l'arbre A8, qui affiche un pic notable pendant l'année 2013-2014, avec une valeur approchant les 4 mm

### b) La station de Tirsine 1



**Figure 22 : Courbes des accroissements annuels du liège calculées pour chaque arbre dans la station de Tirsine1**

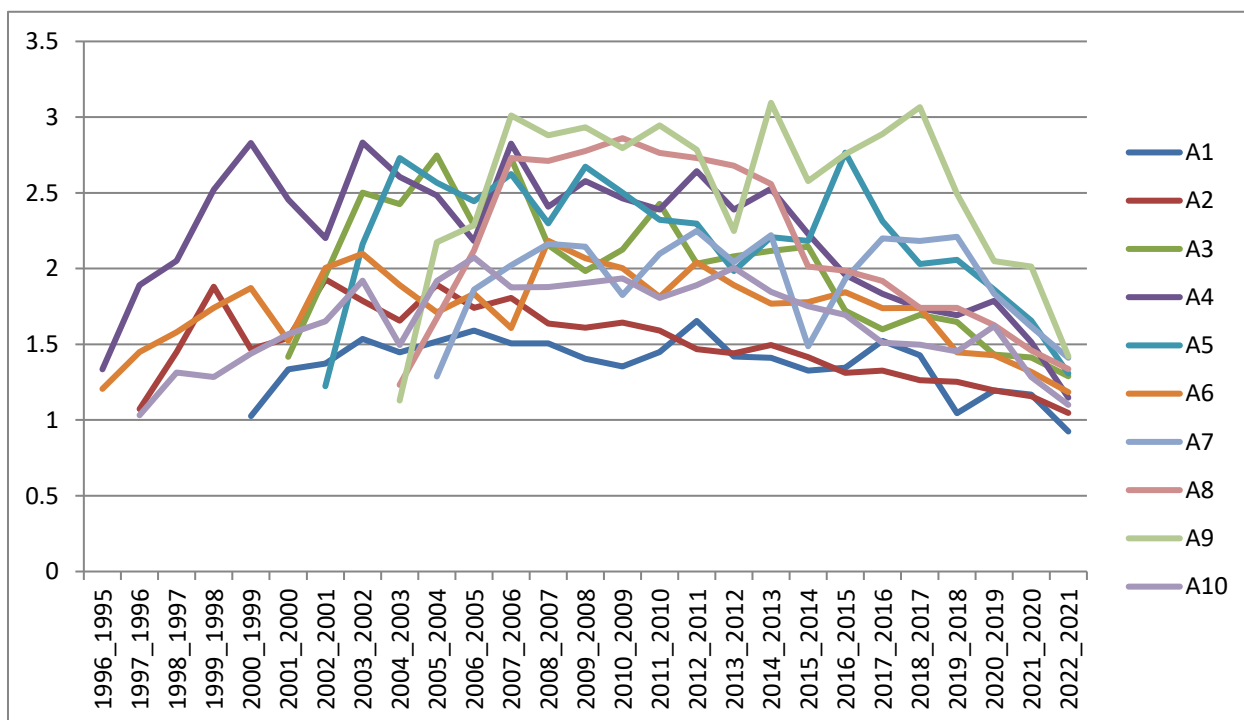
La figure 22 illustre une variation d'âge du liège entre les dix arbres de la station de Tirsine1, de sorte que, le liège le plus âgé appartient à l'arbre A2 ce dernier marque le début de formation de suber à partir de 1997-1998, en revanche l'arbre A7 contient le liège le plus jeune, ça formation a commencé à partir de l'année 2007-2008.

Le graphique indique en première vue une augmentation significative de l'épaisseur des cernes de l'arbre A9 pour l'année 2012-2013 atteignant plus de 4 mm Suivie d'une diminution progressive de 2013 à 2016 puis une légère reprise jusqu'à 2018 et une diminution jusqu'à 2022.

Tandis que les autres courbes, nous pouvons dire que la majorité suivent l'allure de la courbe théorique énoncée par Boudy (1950) et Natividade (1956), avec une croissance de liège presque similaire.

**c) Station Tirsine 2**

L'analyse de la figure23 nous révèle la présence de deux groupes de courbes en fonction de leurs épaisseurs. Le premier composé des arbres A3, A4, A5, A8 et A9 se caractérise par des cernes épais, tandis que le second composé des arbres A1, A2, A6, A7 et A8 se caractérise par des cernes plus minces. Ces variations constatées entre les arbres de la station de Tirsine2 confirment les résultats observés au niveau du tableau 19 concernant les coefficients de variations ; la station Tirsine2 présente le coefficient de variation le plus élevé des trois stations.



**Figure 23 : Accroissements annuels enregistrés pour chaque arbre de la station Tirsine2**

## 2.2. Accroissements courants moyens de série de synthèse (Courbes maitresses)

L'observation des courbes maitresses (figure 24) nous donne une vision globale sur l'évolution de la croissance du liège dans chaque station. Trois courbes de couleurs différentes, bleu, rouge et vert, représentent respectivement nos trois stations, Draa El Mizane ; Tirsine1 ; Tirsine2.

La croissance la plus importante est enregistrée au niveau de la station de Tirsine1 l'année 2012-2013 avec une valeur de 2,45 mm, suivie de la station de Draa El Mizane ; avec une valeur de 2,35 mm durant l'année 2002-2003 et la station de Tirsine2 avec une valeur de 2,27 mm pendant l'année 2010-2011.

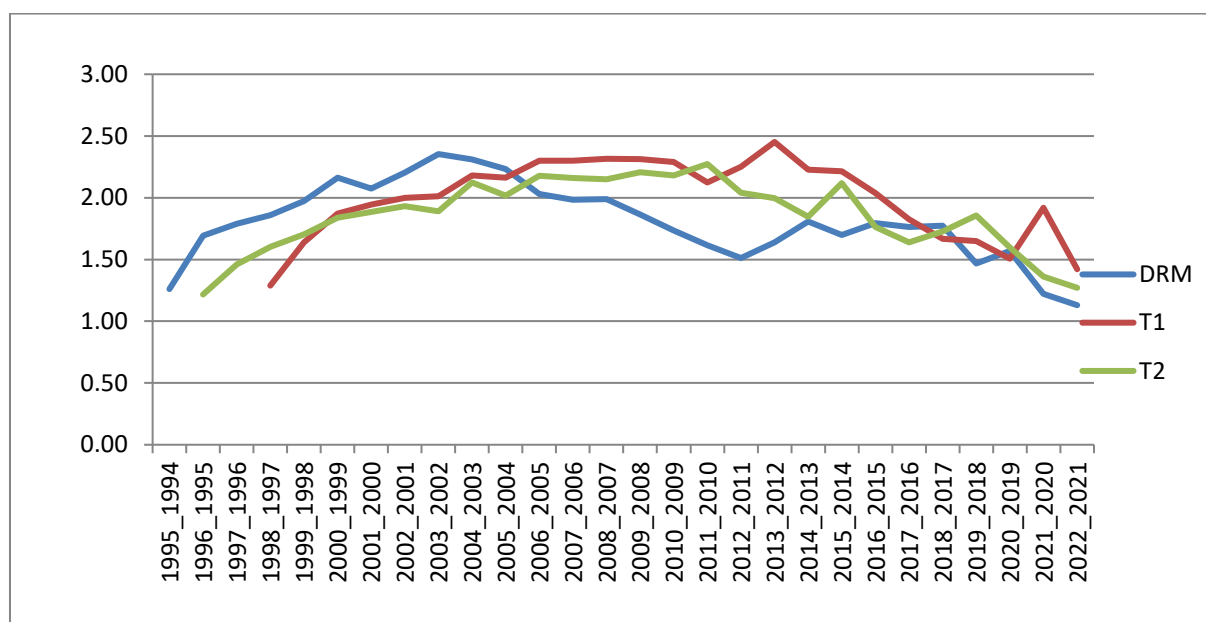


Figure 24 : Évolution des accroissements des séries de synthèse

## 2.3. Courbes cumulés

Dans le graphe de la figure 25 sont représentées les stations, Draa el mizane en bleu, Tirsine1 en grenat et Tirsine2 en vert. On remarque que la croissance cumulée des cernes suit une allure semblable sauf que la station de Draa el mizane se démarque légèrement des deux autres, par des valeurs un peu plus élevées. L'analyse de ces courbes montre que les trois stations dépassent l'épaisseur requise par le commerce du liège qui sont de 27 mm à 32 mm (LAMEY, 1893) et qui ont été atteintes à partir de l'année (2009-2010). Ceci pourrait être dû à l'âge des peuplements des trois stations qui dépasse largement l'âge requis pour la rotation de déliègeage.

La courbe de la station de Draa El Mizane, montre que l'épaisseur commerciale a été atteinte pendant l'année (2006-2007), c'est-à-dire à 13ans, le liège a atteint l'épaisseur bouchonnable.

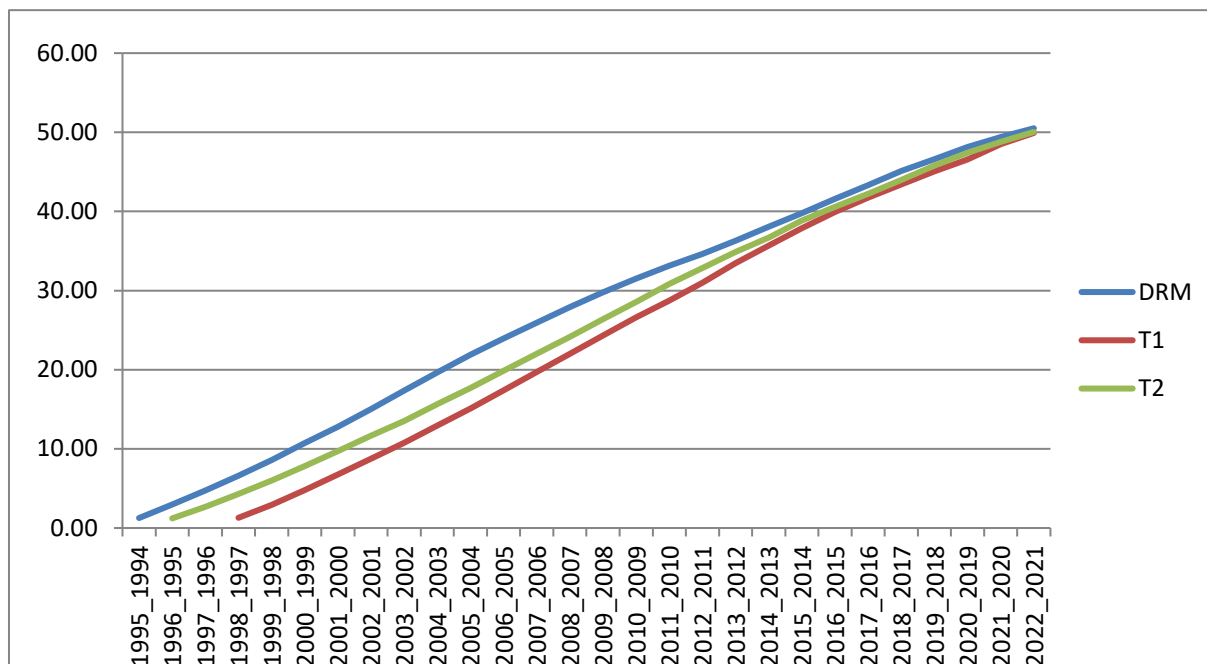


Figure 25 : Les accroissements courants moyens cumulés des trois stations

### 3. Résultats du coefficient d'aplatissement et du coefficient d'asymétrie

Tableau 23 : Paramètres statistiques des épaisseurs des cernes

Variable	DEM	T1	T2
Variance	0,100	0,100	0,088
Kurtosis	-0,210	-0,430	-0,443
Asymétrie	-0,279	-0,715	-0,614
Min	1,13	1,29	1,27
Max	2,35	2,45	2,27

Nous remarquons D'après les résultats des paramètres statistiques des épaisseurs des cernes que le Kurtosis au bien le coefficient d'aplatissement pour l'épaisseur des cernes présente des valeurs négatives dans les trois stations, Draa El Mizane; Tirsine1 ; Tirsine2 ; cela signifie que la croissance des épaisseurs des cernes est aplatie.

Les résultats de coefficient d'asymétrie des trois stations présentent des valeurs négatives, ce qui signifie que les épaisseurs des cernes suivent une distribution unilatérale décalée vers les plus faibles valeurs (Tableau23).

#### 4. La sensibilité moyenne

##### A) Sensibilité moyenne des séries individuelles

**Tableau 24 : Sensibilités moyennes des chronologies individuelles des trois stations**

ARBRE	SM de DEM	SM de T1	SM de T2
A1	0,12	0,12	0,09
A2	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	0,09
A3	0,15	0,15	0,12
A4	0,10	0,10	0,12
A5	0,17	0,10	0,13
A6	0,16	0,13	0,10
A7	<b>0,21</b>	0,18	0,14
A8	0,16	0,12	<b>0,09</b>
A9	0,14	<b>0,19</b>	<b>0,16</b>
A10	0,15	0,15	0,09
Moyenne	0,14	0,13	0,11

L'analyse du tableau 24 nous renseigne sur les valeurs minimales et maximales de la sensibilité moyenne des séries individuelles des trois stations étudiées. Les stations de Draa El Mizane et Tirsine1 présentent la même valeur minimale, elle de 0.08. Tandis que la station de Tirsine2 présente une valeur minimale de 0,09 ; et une valeur maximale des trois stations qui est de 0,21 enregistrée au niveau de la station de Draa El Mizane. Tirsine1 enregistre une valeur maximale de 0,19 et Tirsine2 0,16 ; nous remarquons que les valeurs de tous les arbres des trois stations se rapprochent et sont toute proches de zéro ce qui induit une variation faible de la sensibilité moyenne individuelle donc les arbres rependent de la même façon aux facteurs du milieu.

##### B) Sensibilité moyenne des séries de synthèse :

**Tableau 25 : Sensibilité moyenne des chronologies maitresses**

Station	DEM	T1	T2
<b>SMm</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>

Selon le Tableau (25) les sensibilités moyennes des chronologies maitresses varient entre 0,07 et 0,08.

### 5. Coefficient d'interdatation

Le tableau 26 résume les résultats des coefficients d'interdatation. Nous remarquons que les trois stations affichent des valeurs qui varient de 0.57 à 0.64 en passant par 0.62 respectivement pour les stations Draa el mizene, Tirsine2 et Tirsine1. Ces dernières ne sont pas très proches de 1, ceci induit l'existence d'une synchronisation moyenne aux facteurs du milieu.

**Tableau 26 : coefficient d'interdatation des séries de synthèse**

Station	DEM	T1	T2
SR	0,57	0,62	0,64

**Tableau 27 : Comparaison des sensibilités moyennes des chronologies principales et des coefficients d'interdatation des séries synthétiques**

Station	DEM	T1	T2
SMm	0,08	0,08	0,07
SR	0,57	0,62	0,64

En confrontant les résultats de la sensibilité moyenne et le coefficient d'interdatation, (tableau 27), nous remarquons que dans toutes les stations étudiées le coefficient d'interdatation 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.**

### 6. Résultats de l'analyse de la variance

#### 6.1.Épaisseur du liège

**Analyse de la variance de la variable épaisseur des planches pour les facteurs stations et arbres :**

L'évaluation des moyennes de la variable épaisseur du liège a été effectuée en utilisant l'analyse de la variance à deux facteurs (stations -arbres), accompagnée du test de NEWMAN et KEULS. Les données du tableau révèlent des différences hautement significatives en ce qui concerne le facteur "station ». Et très hautement significative pour le facteur "arbre" et l'interaction entre ces deux facteurs, car les valeurs observées des fonctions relatives à ces deux

facteurs (F2 Obs = 15,815 et F3 Obs=17,178) dépassent respectivement les valeurs théoriques au seuil de 0.1% (F2 th = 2,72, et F3 th =2,83).

Le test de NEWMAN et KEULS divise les stations en deux groupes homogènes, que nous désignerons comme "GA" et "GB".

La station1 Draa El Mizane appartient au groupe "GB" et présente une moyenne de 38,549 mm.

Tandis que les stations Tirsine1 et Tirsine2 sont regroupées sous le label "GA" avec des moyennes respectives de 41,206 mm et 41,762 mm

**Tableau 28 : Résultats de l'analyse de la variance et du test de NEWMAN et KEULS des variables Épaisseur des cernes**

	<b>Variation totale</b>	<b>Variation du facteur1 Station</b>	<b>Variation du facteur2 arbre</b>	<b>Variation interfactorielle</b>	<b>Variation Résiduelle</b>
<b>S. C. E</b>	<b>6226,977</b>	<b>176,917</b>	<b>1683,412</b>	<b>3657,021</b>	<b>709,628</b>
<b>D. D. L</b>	<b>89</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>60</b>
<b>C. M</b>	<b>69,966</b>	<b>88,458</b>	<b>187,046</b>	<b>203,168</b>	<b>11,827</b>
<b>FThéo /p = 0,95</b>		<b>3,15</b>	<b>2,04</b>	<b>1,75</b>	
<b>FThéo /p = 0,99</b>		<b>4,98</b>	<b>2,72</b>	<b>2,20</b>	
<b>FThéo /p = 0,999</b>		<b>7,76</b>	<b>3,69</b>	<b>2,83</b>	
<b>F Obs</b>		<b>7,479**</b>	<b>15,815***</b>	<b>17,178***</b>	
<b>Probabilité</b>		<b>0,00138</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>Interprétation</b>		<b>DHS</b>	<b>DTHS</b>	<b>DTHS</b>	

**Légende :**

**F Théo : Fonction théorique lue sur la table de Fisher et Snedecor**

**D. THS : différences très hautement significatives (\*\*\*)**

**D. HS : différences hautement significatives (\*\*)**

**P : Probabilité de la table de Fisher et Snedecor**

S. C. E : somme des carrés des écarts

F Obs : Fonction observée

D. D. L : degré de liberté

G : Groupes homogènes

C. M : Carré moyen

D'après la figure 26, on peut observer que la station Tirsine2 (ST3) présente la plus grande valeur en épaisseur de liège, alors que celle de la station Draa El Mizane (ST1) est la plus faible. En ce qui concerne la station Tirsine1(ST2), sa valeur la place entre les deux extrêmes.

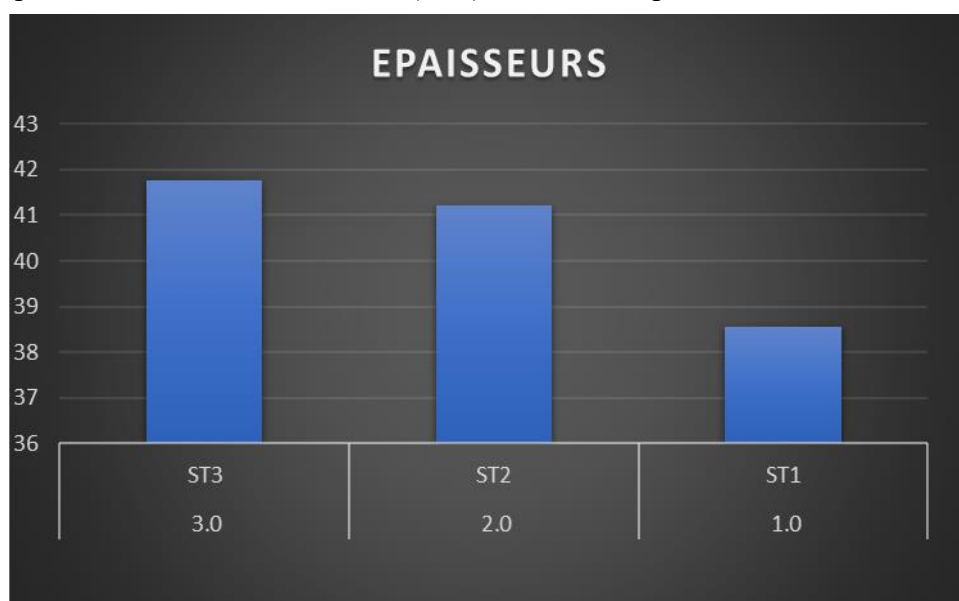


Figure 26 : Moyennes des épaisseurs du liège pour le facteur station

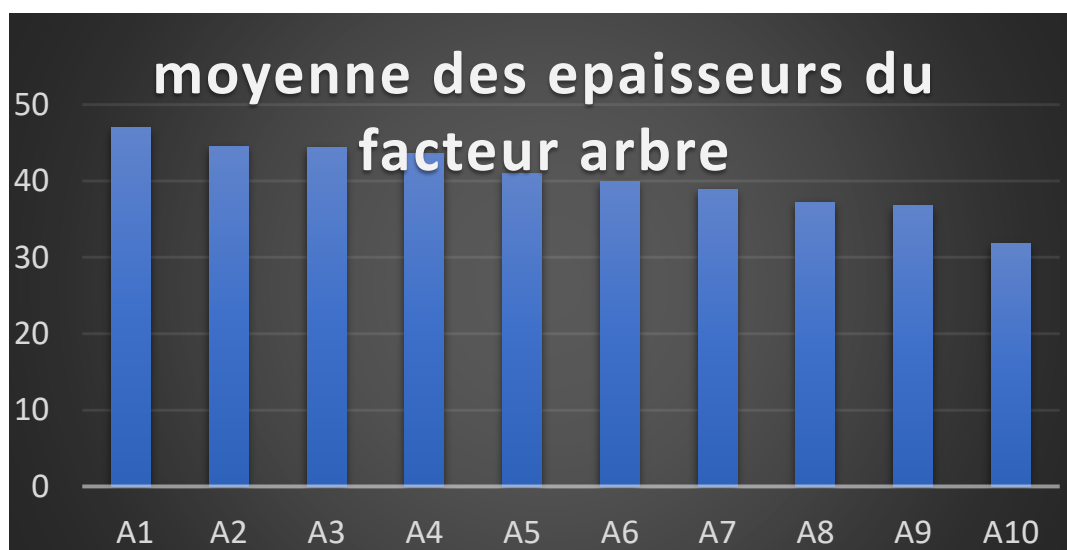


Figure 27 : Moyennes des épaisseurs du liège des arbres des trois stations

La figure 27 illustre la répartition de la variable épaisseur entre les arbres des trois stations et le test de NEWMAN et KEULS (tableau 29) divise cette répartition en cinq (05) groupes homogènes distincts les uns des autres.

Groupe A composé de l'arbre A9 contient la moyenne la plus élevée (46.965mm)

Groupe AB, composé des arbres A2, A8, A6, avec des moyennes respectives de 44,516mm, 44,412mm et 43,635mm.

Groupe BC composé des arbres A4 et A3 ou on rencontre des valeurs moyennes respectives 40.98mm et 39.962mm.

Groupe C caractérisé par les arbres A10, A1, et A5 avec des moyennes respectives des épaisseurs de 38.843mm, 37.207mm et 36.74mm.

Groupe D dans lequel on observe la valeur la plus faible estimée à 31,797mm enregistrée au niveau de l'arbre A7.

**Tableau 29 : Groupes homogènes du facteur arbre**

<b>F2</b>	<b>LIBELLE S</b>	<b>MOYENNE S</b>	<b>GROUPES HOMOGENES</b>			
9.0	A9	46,965	A			
2.0	A2	44,516	A	B		
8.0	A8	44,412	A	B		
6.0	A6	43,635	A	B		
4.0	A4	40,984		B	C	
3.0	A3	39,962		B	C	
10.0	A10	38,843			C	
1.0	A1	37,207			C	
5.0	A5	36,74			C	
7.0	A7	31,797				D

6.2. Epaisseur des cernes

Analyse de la variance de la variable épaisseur des cernes pour les facteurs stations et temps :

Tableau 30 : Comparaison des résultats de l'analyse de la variance et du test NEWMAN et KEULS pour la variable épaisseur des cernes du liège pour les différentes périodes.

	Variation totale	Variation de Facteur1 STATION	Variation de Facteur2 Temps	Variation inter factorielle	Variation résiduelle
S.C. E	109,53	2,077	19,104	20,087	68,261
D.D.L	419	2	13	26	378
C.M	0,261	1,039	1,47	0,773	0,181
Fthéo/p =0,95		3,01	1,69	1,48	
Fthéo/p =0,99		4,65	2,07	1,74	
Fthéo/p =0,999		7,01	2,58	2,05	
F Obs		5,751	8,137	4,278	
Probabilité		0,00356	0	0	
Interprétation		D.HS	D.THS	D.THS	

Les résultats obtenus montrent des différences hautement significatives pour le facteur station et très hautement significatives pour le facteur temps et l'interaction entre les deux facteurs étant donné que leurs Fonctions observées  $F_2 \text{ Obs} = 8,137$  et  $F_3 \text{ Obs} = 4,278$  sont supérieures aux fonctions théoriques citées dans le Tableau30.  $f_1 \text{ the} = 4.65$ ,  $f_2 \text{ the} = 2.58$ ,  $f_3 \text{ the} = 2.05$ .

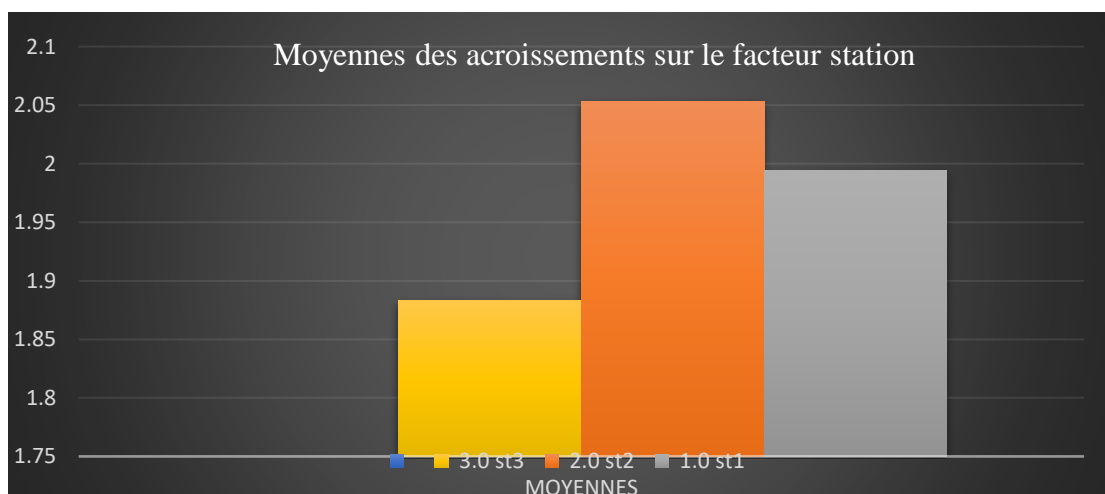


Figure 28 : Moyennes des accroissements par rapport au facteur station

La Figure28, qui représente l'histogramme des variations par rapport au facteur station, révèle que la station Tirsine1, affiche la moyenne la plus élevée, estimée à 2,05 mm. En ce qui concerne la valeur la plus faible, elle est enregistrée au niveau de la station de Tirsine2, et pour la station Draa El Mizane présente une valeur de 1,994mm.

Le test de Newman et Keuls, tableau 31, classe les stations étudiées en 2 groupes homogènes ; le groupe A est constitué de deux station, Tirsine1 avec la moyenne la plus élevée 2,053 et Draa El Mizane avec une valeur de 1,994mm et le groupe B représente la station Tirsine2 avec la moyenne la plus faible (1,883 mm).

**Tableau 31 : Les groupes homogènes établis par test de NEWMAN et KEULS pour le facteur station**

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
2.0	st2	2,053	A
1.0	st1	1,994	A
3.0	st3	1,883	B

### 6.3. Densité du liège

#### Analyse de la variable densité

L'analyse de la variance de la variable densité révèle l'absence de différences significatives au niveau du facteur station et du facteur arbre. Cela est indiqué par les fonctions observées  $F1_{obs} = 2,981$  et  $F2_{obs} = 1,369$ , qui sont inférieures aux valeurs théoriques respectives  $F1_{théo} = 3,15$  et  $F2_{théo} = 2,04$ , au seuil de 5%, par contre pour l'interaction entre les deux facteurs,  $F_{obs3} = 3,064$  est plus grand que  $F_{3Théo} = 2,83$  au seuil de 1/00 ce qui indique la présence de différences très hautement significatives.

Tableau 32 : Résultats de l'analyse de la variance et du test de NEWMAN et KEULS des variables de densité du liège

	Variation Totale	Variation du Facteur 1 : Station	Variation du Facteur 2 : Arbre	Variation Inter Factorielle	Variation Résiduelle
<b>S.C. E</b>	0,209	0,009	0,019	0,087	0,094
<b>DDL</b>	89	2	9	18	60
<b>C.M.</b>	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002
<b>Fthéo /p = 0,95</b>		3,15	2,04	1,75	
<b>Fthéo /p = 0,99</b>		4,98	2,72	2,20	
<b>Fthéo /p = 0,999</b>		7,76	3,69	2,83	
<b>F Obs</b>		2,981	1,369	3,064	
<b>Probabilité</b>		0,0569	0,222	0,00061	
<b>Interprétation</b>		ABS.DS	ABS.DS	D.THS	

**CHAPITRE IV :**  
**Discussion des**  
**résultats**

Afin de contribuer à l'évaluation de la qualité du liège en fonction des accroissements annuels de la suberaie de Tizi-Ouzou, nous avons mené une série d'expériences sur des échantillons de liège provenant de trois sites situés à des altitudes distinctes : Draa El Mizane (600 m), Tersine 1 (250 m) et Tersine 2 (390 m).

Lorsque nous analysons les données collectées, nous remarquons que la comparaison entre nos stations est possible uniquement en sélectionnant une période spécifique et en excluant une autre. En effet, nos échantillons ne possèdent pas tous le même âge, ce qui se traduit par des épaisseurs différentes. Les âges observés dans nos stations varient de 14 à 28 ans. Cependant, cela ne nous empêche pas de constater que nos stations présentent des similitudes en ce qui concerne les valeurs observées au cours des années communes.

Le liège doit posséder une épaisseur idéale pour être adapté à la production des bouchons de bouteilles des vins, comme indiqué dans les travaux de certains auteurs notamment IPROCOR (1999), FERIERA et al. (1999) ... etc. Ces derniers indiquent que Les calibres les plus couramment utilisés dans l'industrie du bouchonnage sont principalement de 27 à 32 mm et de 32 à 40 mm

La répartition de notre liège selon les catégories commerciales révèle que 96,67 % des planches étudiées ont une épaisseur supérieure à 27 mm, ce qui les rend adaptées à l'utilisation dans la production des bouchons des bouteilles des vins. En ce qui concerne les catégories de 27-32 mm et de 32-40 mm, elles représentent respectivement 43,34 % du total. La catégorie ayant le pourcentage d'épaisseur le plus élevé est celle supérieure à 40 mm, avec un taux de 53,50 % ceci pourrait s'expliquer par l'âge observé dans nos stations qui varient de 14 à 28 ans.

Par conséquent, seulement 3,33 % de nos planches ont une épaisseur inférieure à 27 mm et seront donc destinées à d'autres utilisations notamment dans les panneaux d'isolation, dans la décoration et d'autres applications artisanales. (Voir Tableau 22).

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.

En comparaison avec les résultats obtenus par Metna (2003) dans la suberaie orientale de la wilaya de Tizi-Ouzou, Ferreira et al. (1999) au Portugal, et Ghazali (2008) dans la wilaya de Jijel, qui ont rapporté respectivement des taux de 55 %, 75 % et 63 % de liège ayant une

épaisseur supérieure à 27 mm, ces valeurs sont nettement inférieures à celles que nous avons obtenues dans notre zone d'étude, où 96,76 % des planches de liège présentent une épaisseur supérieure à 27 mm

La moyenne d'épaisseur que nous avons enregistrée sur nos trois stations d'étude est de 40,50 mm, avec un âge moyen de 14 ans. Cette valeur est plus élevée que celles rapportées par d'autres auteurs telles que DOUZENE (2008), GHEZALI (2008), MELAHI et TAGHARSIFTH (2011), SMAIL et MOHAMMEDI (2021) et OUDIAI et FARSI (2021), qui ont obtenu respectivement des épaisseurs moyennes de 25.47, 32.54, 38.43 et 34.09 pour des âges moyens respectifs de 12 ans, 20 ans, 12 ans, 11 ans et 12 ans. Cette différence pourrait être attribuée aux conditions écologiques favorables à la croissance du liège dans notre zone d'étude, en particulier dans les stations de Tizi-Ouzou.

L'analyse de la croissance annuelle des cernes de liège sur les quatorze dernières années pour les trois stations d'étude révèle une moyenne de 1,98 mm. Cette valeur est inférieure à celles rapportées par BOUKANTAR (1997), qui a obtenu une moyenne de 2,39 mm pour un âge moyen de 9 ans dans la région de Tizi-Ouzou (Yakouren). De même, elle est inférieure à celle obtenue par ABDEMZIEM et NEKMOUCHE (2002) dans la même région (Tizi-ouzou) cas de la forêt expérimentale de Taourirt, qui ont enregistré une moyenne de 2,26 mm pour un âge moyen de 13 ans, ainsi qu'à celle de OUDIAI et FARSI (2021) dans la wilaya de Souk Ahras, où l'âge moyen était de 12 ans avec une moyenne de 2,90 mm. Les résultats sont également inférieurs à ceux d'AMIROUCHE (2021) dans la subéraie d'EL KALA, qui a estimé la croissance moyenne à 2,61 mm, et à ceux de SMAIL et MOHAMMEDI (2021) dans la région d'El-Taref, où la croissance moyenne était de 2,79 mm pour un âge moyen de 11 ans. En revanche, nos résultats sont supérieurs à ceux de STOUTAH (2011) dans la région de Jijel, qui a obtenu une moyenne de 1,82 mm pour un âge moyen de 8 ans.

L'analyse des courbes d'accroissement individuelles des cernes du 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 des faibles valeurs 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 .

L'observation des trois courbes de chronologie maitresse nous montre qu'elles ont presque la même allure que les courbes individuelles par conséquent, une croissance semblable à celle décrite par la courbe théorique. Cette concordance pourrait s'expliquer par l'absence de perturbations majeurs dans le processus de production du liège au sein de ces stations pendant cette période.

Tout de même, Nous avons noté une légère décroissance au fil de certaines périodes, cette dernière pourrait être causée par des variations mineures des facteurs climatiques, notamment les précipitations.

Selon Iprocor (1999), deux facteurs majeurs influencent l'épaisseur du liège : les éléments écologiques, qui impactent la croissance de l'arbre, et les éléments génétiques. La génétique peut limiter la production de liège même dans des conditions idéales. Ces variations pourraient aussi s'expliquer par les caractéristiques des stations, marqués par des arbres plus âgés et des structures hétérogènes.

L'analyse des données statistiques relatives à l'épaisseur des cernes de liège montre des coefficients d'aplatissement et d'asymétrie négatifs pour les trois stations étudiées. Cela indique que la distribution de la croissance des épaisseurs des cernes est aplatie et orientée vers les valeurs inférieures, suivant ainsi une distribution unilatérale décalée vers les valeurs les plus basses (tableau 23).

Lorsque nous combinons les paramètres de la sensibilité moyenne (SM) et du coefficient d'interdatation (SR), nous constatons un coefficient d'interdatation élevé et une sensibilité moyenne réduite ( $SR > SM$ ). Cette observation suggère que les arbres réagissent de manière modérée mais très uniforme aux conditions climatiques de la région, comme l'illustre le tableau 25. Ces résultats correspondent à ceux des études menées par MELLAHI et TAGHARSIFT (2011), STOUTAH (2011), ainsi que OUDIAI et FARSI (2021).

Selon les analyses de variance réalisées, il apparaît que la variable épaisseur présente des différences hautement significatives entre les stations étudiées. Ces variations pourraient être dues aux conditions écologiques différentes des trois stations notamment l'altitude, l'humidité, le type de sols, l'âge du liège et l'âge du peuplement.

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 basses altitude, les écorces croissent rapidement.

Ces résultats sont en accord avec ceux de plusieurs auteurs qui ont étudié la variation stationnelle de l'épaisseur du liège dans différentes régions notamment Tiab et Chabbi (2019) dans la région d'el teref, Benboudjemmaa et Sadou (2019) dans la région d'El Kala, Arib et Zaidat (2019) dans la région de Souk Ahres, et Douzene (2008) ainsi que Ghezali (2008) dans la région de Jijel.

De plus nous enregistrons des différences très hautement significatives entre les arbres des trois stations pour la variable épaisseur de liège (facteur arbre), (tableau 26). Cette variation pourrait résulter de la diversité génétique au sein des arbres de chêne-liège, car le rythme de croissance des cernes et la qualité du liège dépendent de l'héritage génétique individuel de chaque arbre. Par conséquent, l'hypothèse d'une influence du facteur génétique reste valide.

Par rapport à la deuxième, analyse de la variance nous avons étudié la variation de la variable épaisseur des cernes en fonction des facteurs temps et station. Les résultats nous montrent des différences hautement significatives pour le facteur station et très hautement significatives pour le facteur temps et l'interaction entre les deux facteurs station-temps, ces deux derniers induisent que l'évolution des épaisseurs des cernes de nos échantillons diffère d'une année à une autre et cela pourrait être due aux facteurs climatiques.

A propos des résultats de la densité de notre zone d'étude. La densité de liège notée pour la station de Draa El Mizane est de  $0,20 \text{ g/cm}^3$ , la station de Tirsine1 est estimée à  $0,20 \text{ g/cm}^3$ , tandis que la station Tirsine2 présente la densité la plus élevée parmi les trois stations avec une moyenne de ( $0,22 \text{ g/cm}^3$ ). La moyenne générale des trois stations est de  $0,21 \text{ g/cm}^3$ , ce qui est légèrement élevé à la normale. NATIVIDADE (1956) et IPROCOR (1999), notent que la densité normale des tissus subéreux varie de ( $0,12$  à  $0,20 \text{ g/cm}^3$ ). Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par GABIS et BOUKERB (2009) avec une moyenne de ( $0,22 \text{ g/cm}^3$ ), ainsi que AIT IDIR et AIT SLIMANE (2023) dans la suberaie d'El Teref avec une densité moyenne de ( $0,218 \text{ g/cm}^3$ ) (non encore publié).

# **Conclusion générale**

A l'issue de notre travail qui a eu comme objectif, la contribution à l'étude des accroissements du liège de *Quercus suber* L. dans trois stations de la wilaya Tizi-Ouzou notamment Draa El Mizane, Tirsine 1 et Tirsine 2. 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.

Nous avons sélectionné nos échantillons au dépôt de stockage de liège de Yakouren selon une méthode d'échantillonnage aléatoire notamment la méthode d'échantillonnage stratifié systématique ; 10 planches par station ont été prélevé juste après la campagne de déliègeage de l'année 2022.

Après présentation des résultats obtenus et à la lumière des différentes analyses statistiques effectuées, il apparait que :

- La croissance moyenne annuelle du liège, des trois stations étudiées est de 1,98 mm
- L'épaisseur moyenne globale de toutes les planches prélevées est de 40.49 mm acquis en un âge moyen de 14 ans, dépassant ainsi la classe des 27 mm Ce qui classe notre liège dans la catégorie des lièges régulier
- La comparaison des résultats obtenus en termes de sensibilité moyenne et de coefficient d'interdatation indiquent que les réponses des individus aux facteurs climatiques sont modérées mais très homogène ce qui a été démontré par la combinaison des valeurs faibles de la sensibilité moyenne par apport aux valeurs élevés du coefficient d'interdatation.
- L'étude statistique de la variable épaisseur du liège a révélé des différences significatives entre les stations étudiées et entre les arbres des mêmes stations. De même pour la variables épaisseur des cernes qui varie d'une station à une autre et d'une année à une autre.

Pour une étude plus approfondie, nous tenons à signaler quelques perspectives à prendre en considération :

- ✓ Effectuer un échantillonnage sur des arbres de même âge et augmenter le nombre d'échantillons.
- ✓ Appliquer les règles de déliègeage adéquates.

- ✓ Inclure une étude des caractéristiques des stations (typologie des stations) telles que: la Pente dominante, la luminosité, la nature des peuplements, les travaux sylvicoles appliqués.
- ✓ Faire des études pédologiques, génétiques, sanitaires et des études climatiques stationnelles.
- ✓ Faire une étude chimique et microbiologique sur les composantes qui influe sur le liège.
- ✓ Tenir compte de l'état sanitaire des arbres ;
- ✓ Apprécier et quantifier le bilan nutritionnel du peuplement à étudier.

# **Références bibliographiques**

1. Aafi A., 2007. Etude de la diversité floristique de l'écosystème de Chêne-liège de la forêt de la Maamora. Thèse de Doctorat D'Etat Es-Sc Agronomiques. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat- Maroc.
2. ABBAS M. 2006 –Le potentiel subericole et la possibilité de production. Atelier sur la gestion durable de la suberaie algérienne. El-Tarf, 30-31 Octobre 2006.
3. AMORIM, 2012. Amorim isolamentos, S.A., Natureza e tecnologia a soluçao ideal. Vivexpo 2012.
4. ANONYME, 1978 -Monographies forestières, Institut de technologie forestière de Batna.
5. ANONYME., 1987-Vade-mecum du forestier. Presses de l'imprimerie Néo Typo Besançon.
6. APCOR, 2007 - Association Portugaise du Liège ([http://www.apcor.pt/index\\_fr.php](http://www.apcor.pt/index_fr.php)).
7. BAGNOULS F .et GAUSSEN H., 1953. Saison sèche et indice xéothermique. Bull.
8. BEKDOUCHE F., 2010 : Evolution après feu de l'écosystème subéraie de Kabylie (NordAlgérien). Thèse de doctorat d'état en Sciences agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.
9. BELLEFONTAINE R., EDELINC C., ICHAOU A., DULAURENS D., MONSARRAT A. et LOQUAI C., 2000 -Le drageonnage, alternative aux semis et aux plantations de ligneux dans les zones semi-arides : Protocole de recherches.
10. Bellefontaine R., Monteuis O., 2002. Le drageonnage des arbres hors forêt : un moyen pour revégétaliser partiellement les zones arides et semi-arides sahéliennes. Actes du séminaire sur la multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux. Cirad Editions.Montpellier.
11. Benabid A., 2000. Flore et écosystèmes du Maroc. Évaluation et préservation de la biodiversité. Edition Ibis Press, Paris.
12. BOUDY P., 1950 – Economie forestière nord-africaine. Tome 2. Monographie et traitement des essences forestières. Fasc.II. Larose. Paris.
13. BOUDY P., 1952 -Guide du forestier en Afrique du Nord, Ed : librairie agricole, horticole, forestière et ménagères, Paris.
14. BOUDY P., 1956. Économise forestière nord-africaine. Tome 4.Ed. Larousse.
15. Bouhraoua R. T., 2003. Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'Ouest Algérien, Etude particulière des problèmes posés par insectes. Thèse. Doc. Etat. Dép. Forst. Fac. Sci. Univ. Tlemcen (Algérie). 267 p. forestière de languedoc-Roussillon, 2005 - Les premières années du chêne-liège.

16. Camus A., 1938. Les chênes : monographie du genre Quercus. Paul Le chevalier, Paris, Tome I, section Cerris et Mesobalanus.
17. CANTAT R. et PIAZZETTA R., (I.M.L.), 2005. La levée du liège ce qu'il faut savoir sur l'exploitation du chêne-liège. Guide technique et de la vulgarisation.
18. CHENOUN K., 1994. Contribution à l'étude ecodendrométrique d'une futaie et d'un taillis de chêne liège dans le massif de Beni Gobri. Thèse Ing., D 'Agro., Université de Tizi ouzou.
19. CHENOUNE K., 2011. Étude de la relation entre la circonférence et la hauteur ; et entre La circonférence, la hauteur et l'espacement des arbres. Cas des subéraies de Souk Ahras et de Tizi-Ouzou. Thèse de magister en science agronomiques (E. N. S. A). El Harrach, Alger.
20. D.G.F., 2005, 2006 : Direction générale des forêts de Tizi Ouzou.
21. DEBIERRE F., 1927. Le chêne liège en Tunisie.
22. DEHANE B., 2012. Incidence de l'état sanitaire des arbres du chêne liège sur les accroissements annuels et la qualité du liège de deux suberaies oranaises : Msila (w.Oran) et Zariéffet (w.Tlemcen).
23. DEHIRI T., 2017. Contribution à l'étude de la qualité du liège de la forêt domaniale de Nesmoth (Wilaya de MASCARA).
24. DESSAIN G. et TONDELIER M., 1991. Le liège de méditerranée. Ed. Naratim.
25. El Kbiach M.L., Lamarti A., Badoc A., 2001. Culture in vitro du chêne liège (*Quercus suber*L.). Bulletin de la société de pharmacie de Bordeaux, 140.
26. Ferka Zazou N., 2006. Impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier. Cas de la commune de Tessala, Wilaya de Sidi Bel Abbes, Algérie. Thèse. Magister en Foresterie. Univ. Tlemcen.
27. Fraval A., 1989. Lymantria dispar. Coll. Doc. sci. techn., Actes Editions, Rabat, 220p.
28. I.M.L., 2006. Plan stratégique liège pour les Pyrénées-Orientales.
29. I.M.L., 2005. L'institut méditerranéen du liège, guide de puériculture des Pyrénées-Orientales.
30. IML., 2000. Guide de subériculture des Pyrénées-Orientales. Institut méditerranéen du liège (IML) et BRL.
31. INSTITUT MÉDITERRANÉEN DU LIÈGE (I.M.L), 2018. Caractéristiques et Utilisations du liège. EASY LIEGE.
32. Institut Méditerranéen du Liège 23, route du Liège 66490 Vivès – France.

33. IPROCOR/ FUNDECYT, 1999. Manuel didactique du leveur et de l'ouvrier spécialisé dans les travaux d'exploitation du chêne-liège. Junta de Extremadura/. Mérida.
34. Kheloufi B., Tayeb S. et Abdelkader B., 2015. Quelle stratégie pour la préservation des formations de chêne lige (*Quercus suber*) en Algérie occidentale tellienne ?. Les acte du Med Suber 1, Université de Tlemcen.
35. LAMEY A., 1893. Le chêne-liège sa culture et son exploitation. Ed. Berger Levrault et Cie, 289p. Louvain La Neuve : Forêt Wallone AmSBL.
36. Larbi H., Souidi Z., Ervedo G., Bellarosa R., 2013. L'amélioration de la régénération du chêne liège avec la sélection des écotypes les mieux adaptés à la sécheresse par l'utilisation de la culture in vitro. Journées d'étude sur la rehabilitation des suberaies incendiées et reboisements. Université de Tlemcen, 16-17 janvier 2013. Recueil des résumés Méditerranéen du liège.
37. MESSAOUDEN M., MEZANI A., 2000. Etude de la régénération par rejet de souche de *Quercus suber* L (Chêne liège) dans la forêt domaniale d'Ait Ghobri, Azazga, Tizi-Ouzou. Mém.Ing.Agro.Fac.Scs Bio et Agron, Univ. M.M.Tizi-Ouzou.
38. Messaoudène M., 1998. La régénération naturelle des peuplements de *Quercus suber* L. dans la forêt domaniale des Beni-Ghorbi (Algérie). Actes du séminaire méditerranéen sur la régénération des forêts de chêne-liège. Tabarka. Tunisie.
39. NATHALIE S.L, 2002 - Audit sur le cadre légal et les incitations financières publiques pour la reconstitution des forêts après tempêtes. Université de Grenoble.
40. NATIVIDADE J., 1956 -Subériculture, édition française de l'ouvrage portugais « Subéricultura », ENEF (Nancy).
41. Ouelmouhoub S., 2005- Gestion multi-usagers et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). Thèse. Master of Science. CIHEAMIAMM n°78. Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier.
42. PIAZZETTA (R.) 2005.État des lieux de la filière liège française. — Institut méditerranéen du liège, Projet Interreg III-B Medocc « Suber-med ».
43. QUEZEL P., 1976 : Les forêts du pourtour méditerranéen. Note technique de MAB, UNESCO.
44. QUEZEL PIERRE et MEDAIL, 2003 : Frédéric Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen.
45. Richard P., 1987. Etude des facteurs explicatifs de la croissance du chêne-liège dans le VAR. ED. CEMAGREF.

46. ROULA,2010. ETUDE DE LA DU LIÈGE DE REPRODUCTION DES SUBERAIES DE LA REGION DE JIJEL.
47. SACCARDY L., 1937. Note sur le chêne-liège et le liège en Algérie. Bulletin de la science de recherche forestière du nord de l'Afrique 372P. SEIGUE A., 1985. La forêt circum Méditerranéenne et ses problèmes. E dit. Maison neuve et Larousse.
48. Saccardy L., 1937. Notes sur le chêne-liège et le liège en Algérie. Bull. Stat. Rech. for. Afr. 2 (2).
49. SACCARDY L., 1938. Le Chêne Liège et le Liège en Algérie [article].
50. SAIGHI L., 2012. Etude de l'état sanitaire de la subéraie d'Ouled Bechih. Effet des facteurs biotiques. Université de Souk Ahras.
51. SAUVAGE CH., 1960 -Recherches Géobotaniques sur les Subéraies Marocaines. Thèse de Doct. Es-Sciences naturelles. Fac des Sciences de Montpellier.
52. Sci. Hist. Toulouse.
53. SEIGUE A., 1985. La forêt méditerranéenne et ses problèmes. Paris : Maison neuve et Larousse.
54. Silva J S et Catry F X., 2006- Forest fires in cork oak (*Quercus suber* L.) stands in Portugal. International Journal of Environmental Studies. Vol. 63(3).
55. Vignes E., 1990. Le traitement des taillis de chêne dans le Var. O.N.F.Arborescence.
56. VILLEMANT, C. et FRAVAL, A. 1991 : Insectes et acariens phyllophages., La faune du chêne-liège. Actes Éditions, Rabat.
57. Yessad S. D., 2000. Le Chêne-liège et le liège dans les pays de la Méditerranée occidentale. Louvain la Neuve. ASBL Forêt wallonne.
58. Yessad S.A., 1999. Le chêne liège et le liège dans les pays de la méditerranée occidentale. Unité EFOR, UCL, Belgique.
59. YOUNSI S., 2005. Diagnostic des essais de reboisement et de régénération du chêne liège (*Quercus suber* L.) dans la région de Jijel, université Mentouri de constantine.
60. ZERAIA L., 1981. Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subero-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de provenance cristalline (France méridionale et l'Algérie).Thèse.Doct.Sci. Univ.Aix Marseille III.

## Résumé

Notre contribution à l'étude des accroissements du liège de *Quercus suber L.* a été caractérisée pour trois stations : Tirsine1, Tirsine2 et Draa El Mizane dans la suberaie de la wilaya de Tizi-Ouzou, par un prélèvement de 10 échantillons par stations. Au totale 90 éprouvettes ont été considérées et les variables mesurées sont l'épaisseur des planches, les épaisseurs des cernes annuels et la densité du liège.

- L'épaisseur moyenne du liège est de 40.49 mm, dont 96% du total appartient à la classe commerciale au-dessus de 27 mm, apte au bouchonnage et c'est un liège de catégorie régulière.
- L'épaisseur des cernes annuels du liège mesuré par analyse d'image nous a montré que les courbes des accroissements des 30 arbres ainsi que les courbes maitresses suivent l'allure de la courbe théorique.

Les résultats acquis par l'analyse statistique nous révèlent des variations hautement significatives de la variable épaisseur du liège entre les arbres des trois stations et au sein de la même station, des variations très hautement significatives de la variable épaisseur des cernes en fonction du temps, des variations non significatives de la densité du liège et une réaction modérée mais homogène des arbres aux facteurs climatiques. Ceci pourrait être dû au facteur âge constaté entre les stations étudiées et à certaines fluctuations des facteurs climatiques notamment les précipitations.

## Abstract

Our contribution to the study of cork growth in *Quercus suber L.* has been characterized for three locations: Tirsine1, Tirsine2, and Draa El Mizane in the cork oak forest of the Tizi-Ouzou province, through the collection of 10 samples per location. In total, 90 samples were considered, and the measured variables included plank thickness, annual ring thickness, and cork density.

- The average cork thickness is 40.49 mm, with 96% of the total falling within the commercial class above 27 mm, suitable for cork stopper production, making it regular-grade cork.
- The measurement of cork annual ring thickness through image analysis has shown that the growth curves of the 30 trees as well as the master curves follow the shape of the theoretical curve.

The results obtained through statistical analysis reveal highly significant variations in cork thickness among the trees from the three locations and within the same location, very highly significant variations in annual ring thickness over time, non-significant variations in cork density, and a moderate but consistent response of the trees to climatic factors. This could be attributed to the observed age difference among the studied locations and certain fluctuations in climatic factors, particularly precipitation.