



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMERY Tizi-Ouzou

Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques

Département des sciences agronomiques

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du

Diplôme de master en Sciences Agronomiques

Spécialité : Sciences Forestières.

Thème :

**Contribution à l'étude des accroissements stationnelles du liège de *Quercus
suber L.* de la suberaie de Souk-Ahras**

Cas des stations : Forêts domaniale et nationale de Fedj Macta et Rezgoune

Présenté par :

- FARSI Amine
- OUDIAI M'heni

Devant le jury :

Président : M^r ASMANI A.

Maître Assistant A à l'U.M.M.T.O

Promoteur : M^r METNA B.

Maître Assistant A à l'U.M.M.T.O

Examineur : M^r. CHENOUNE K.

Maître Assistant A à l'U.M.M.T.O

Examineur : M^R.BOUDJEMA S.

Maître Assistant A à l'U.M.M.T.O

Promotion : 2020 - 2021

Remerciements

Nous tenons à remercier très profondément

*Monsieur **METNA B.** Maître assistant classe A à l'UMMTO pour
avoir accepté d'encadrer notre modeste travail.*

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

*Monsieur **CHENOUNE K.** maître assistant classe A à l'UMMTO
pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Monsieur **BOUDJEMA.S** maître assistant classe A à l'UMMTO pour
avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Enfin nous tenons à remercier tous ceux qui ont participé de près ou
de loin, dans la réalisation de ce modeste travail, sans oublier ceux
qui ont contribué à notre formation.*

Dédicace

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour

*À celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir, à la source d'amour incessible,
qui ma bénie par ces prières, ma chère maman Fatma*

*À mon support dans ma vie, qui m'a appris à supporté et m'a dirigé vers la
gloire, mon cher papa Arezki*

*À mes exemples de vie, de combativité mes chers frères : Arezki,
Mohammed et Ali*

À mes sources d'encouragement mes sœurs : Aldjia et Ourida

À mes beaux-frères : Mohand-Arezki et Salaheldinne

À mes belles-sœurs : Naima, Anissa et Souhila

À toute la famille Oudjai

À tous mes enseignants des spécialités foresterie

À mon enseignant Mr Rahmoune

*À mes amis : Amine , Samy , Bilal , Mehdi Ayoub , Lounis
, Syphax, Arab, Ferhat, Hamid, Nourddine, Aimad, Fanis , Fasmine,
, Djouher, Omen, Sarah, Amel , Lydia , Nabila et Manel ,*

O. Mhemi

Dédicace

A

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à l'homme à qui je dois ma vie, ma réussite et tout mon respect, mon cher père Mohamed, à la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais épargné aucun effort pour me rendre heureux, mon adorable mère Nadia.

À mon adorable petite sœur Meriem qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.

À mes très chères tantes Fouzia, Karima et Samira pour leurs soutiens moral tout au long de mes études.

À ma grand-mère Salha et mes oncles Hakim et Karim, que Dieu leur donne une longue et heureuse vie.

Je tien à rendre hommage à ma source d'inspiration, mon cher et regretté grand-père Mohamed Ameziane, paix à son âme.

À tous mes amis qui m'ont encouragé : Arezki, Isguem, Sofien, Samy, Lounis, mes remerciements à l'agent Ould-Ahmed pour ses précieux conseils, et ma gratitude pour Asma pour l'aide dont elle a fait part.

À tous mes enseignants des spécialités foresterie

À mon enseignant Mr Dukrine

Sans oublier mon binôme Acheni pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

Merci à tous !

F. Amine

Résumé :

Notre contribution à l'étude des accroissements du liège de *Quercus suber L.* a été caractérisée pour trois stations dans la région de Souk-Ahras, par un prélèvement de 10 arbres par stations en utilisant la méthode d'échantillonnage stratifié systématique. Au total, 90 éprouvettes ont été considérées et les variables mesurées sont l'épaisseur des planches de liège et les épaisseurs des cernes annuels de l'éprouvette.

L'épaisseur moyenne du liège est de 34.09 mm, dont 85 % 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 suivent l'allure de la courbe théorique.

Les résultats acquis par l'analyse statistique nous révèlent des variations très hautement significatives des variables mesurées entre les arbres des trois stations et au sein de la même station, une réaction modérée, mais homogène des arbres aux facteurs climatiques et une absence de variations significatives entre les stations considérées. Ceci pourrait être dû aux facteurs génétiques qui influent sur la qualité du liège malgré les conditions écologiques favorables.

Mots clés :Souk-Ahras/liège/qualité/variabilité/épaisseur/accroissement/

Abstract :

Our contribution to the study of cork growth of *Quercus suber L.* was characterized for three stations in the Souk-Ahras region, by sampling 10 trees per station using the systematic stratified sampling method. A total of 90 specimens were considered and the variables measured were the thickness of the cork boards and the thickness of the annual rings of the specimen.

The average thickness of the cork is 34.09 mm, of which 85% of the total belongs to the commercial class above 27 mm, suitable for corking and it is a regular grade cork.

The thickness of the annual rings of the cork measured by image analysis showed us that the curves of the growth of the 30 trees follow the course of the theoretical curve.

The results acquired by the statistical analysis reveal very high significant variations of the measured variables between the trees of the three stations and within the same station, a moderate but homogeneous reaction of the trees to the climatic factors and an absence of significant variations between the considered stations. This could be due to genetic factors that influence the quality of cork despite the favorable ecological conditions.

Key Word : Souk-Ahras / Cork / quality / variability / thickness / growth/

TABLE DES MATIERS :

Résumé :	
Liste des abréviations.....	
LISTE DES FIGURES :	
I- INTRODUCTION GENERALE :	1
I- Généralités sur le chêne-liège.....	4
I-1 Historique :.....	4
I-2 Systématique du chêne-liège :.....	4
I-3 Aire de répartition du chêne-liège :	5
I-3-1 Répartition dans le monde :	5
I-3-2 Répartition en Algérie :	6
I-4 Les caractères botaniques du chêne-liège :	8
I-4-1 Quelques illustrations des caractères forestiers et botaniques du chêne-liège :	10
I-5 Écologie et exigences du chêne-liège :	11
I-6 Traitements sylvicoles et aménagement :	12
I-6-1 Régénération naturelle par semis et par rejet de souches :.....	12
I-6-2 Régénération artificielle :	12
I-6-3 Subericulture en suberaie régulière :	12
I-6-4 Subericulture en suberaie irrégulière :	12
I-7 Phytosociologie du chêne-liège :	13
I-8 Facteurs de dégradation.....	13
I-8-1 Problématique de la suberaie algérienne :	13
II- GÉNÉRALITÉS SUR LE LIÈGE :	16
II-1 Structure cellulaire du liège :.....	16
II-2 Les accroissements de liège :	17
II-3 Composition chimique du liège :.....	19
II-4 Propriétés physiques et mécaniques du liège :	19
II-5 Défauts du liège :	21
II-6 Récolte et utilisation du liège.....	23
II-6-1 Démasclage et levée.....	23
II-6-2 Domaines d'utilisation du liège.....	23
I- Présentation du milieu d'étude :.....	34
I-1 Situation géographique de la wilaya de Souk Ahras :.....	34
I-2 Étude climatique.....	34
I-2-3 La température :.....	34
I-2-4 Les Précipitations :.....	36

I-2-5 Synthèse bioclimatique :	36
II- Calcul du quotient pluviothermique d'Emberger :	37
III- Méthode d'échantillonnage :	39
III-1 Mesures réalisées :	42
III-2 Le General Image Manipulation Program (GIMP)	43
III-3 Méthode de mesure :	44
III-4 Méthode de traitement des données :	44
IV- Kurtosis :	45
V- Coefficient d'asymétrie :	45
VI- Variation intrastationnelle :	45
VII- Variation interstationnelle :	46
VIII- Sensibilité moyenne (Meansensitivity) :	46
I- Présentation des résultats	48
I-1 Résultat de l'épaisseur des cernes du liège :	48
I-2 Accroissements du liège :	51
I-2-3 Les accroissements courants annuels (chronologies individuelles) :	51
I-2-4 Les accroissements courants moyens de série de synthèse (courbes maitresses) :	54
I-2-5 Résultats du coefficient d'aplatissement et du coefficient d'asymétrie :	55
I-2-6 La sensibilité moyenne :	56
I-2-7 Coefficient d'interdatation :	57
I-3 Résultats de l'analyse de la variance :	58
I-3-1 Épaisseur du liège :	58
I-3-2 Épaisseur de cerne du liège en fonction du temps :	61
I- Discussion des résultats :	64
Conclusion :	69
Références bibliographiques :	71

Liste des abréviations

(σ) : Écart-type.

S.C.E : (Somme des carrés des écarts)

D.THS : Différence très hautement significative

C.M: Carré moyenne.

C° : Degré Celsius.

CV% : Coefficient de variation.

D.D.L: Degré de liberté.

DGF : Direction générale des forêts

Dr : erreur relative.

F.obs: Fonction observée.

Fthéo: Fonction théorique lue sur la table des distributions FISHER de SENDECORE.

G: groupe.

GIMP : General Image Manipulation Program.

Ha : hectare.

IPROCOR : Instituto des Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal

K : Degré de liberté (ddl=n-2).

Km² : Kilomètre carré.

M : La température maximale du mois le plus chaud.

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

m : mètre.

mm : millimètre.

P : probabilité.

S.C.E: Somme des carrés des écarts.

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

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

α : risque d'erreur à parcourir $\alpha \geq 0.05$

\bar{X} : Moyenne

N : nombre d'années de la série

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

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Approximation des superficies du chêne liège en méditerranée.....	6
Tableau 02: La productivité des suberaies en Algerie	7
Tableau 03 : Les caractéristiques botaniques de chêne liège	8
Tableau 04 : Ecologie et exigences du chêne liège	11
Tableau 05 : Le Cortège floristique et les essences principales concurrentes du chêne liège	13
Tableau 06 : des différents domaines d'utilisation de liège	24
Tableau 07 : Températures moyennes mensuelles (°C), enregistrées à Souk-Ahras sur une période d'observation de dix ans allant de 2009 à 2018.....	35
Tableau08 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) enregistrées à Souk-Ahras sur une période d'observation allant de 2009 à 2018.....	35
Tableau09 : Températures moyennes mensuelles (°C) ; Précipitations mensuelles (mm) de la région de Souk-Ahras. (Période de 2009 à 2018).....	37
Tableau 10 : Répartition des températures mensuelles moyennes (°C).....	38
Tableau 11 : Données du quotient pluviométrique d'Emberger.	38
Tableau 12 : Les résultats de l'analyse descriptive de l'épaisseur des cernes de liège	48
Tableau 13 : Distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur	50
Tableau 14 : Paramètres statistique des épaisseurs des cernes.....	55
Tableau 15 : Sensibilités moyenne des chronologies individuelles des trois stations	56
Tableau 16 : La sensibilité moyenne des chronologies maitresses.....	56
Tableau 17 : coefficient d'interdatation des séries de synthèse.....	57
Tableau 18 : Comparaison entre les sensibilités moyennes des chronologies maitresses et les coefficients d'interdatation des séries de synthèse.....	57
Tableau 19 : Comparaison des résultats de l'analyse de la variance et du teste NEWMAN et KEULS pour la variable épaisseur du liège.....	59
Tableau 20 : Les groupes homogènes établie par le teste de NEWMAN et KEULS pour le facteur arbre.	60
Tableau 21 : Comparaison des résultats de l'analyse de la variance et du teste NEWMAN et KEULS pour la variable épaisseur des cernes du liège à travers le temps.	61
Tableau 22 : Les groupes homogènes établie par le teste de NEWMAN et KEULS pour le facteur temps.....	61

LISTE DES FIGURES :

Figure 01 : Aire de répartition du chêne liège dans le monde	5
Figure 02 : Approximation des superficies du chêne liège en méditerranée en pourcentage.....	6
Figure 03 : Aire de répartition du chêne-liège en Algérie.	7
Figure 04 : Quelques caractères botaniques et forestiers du chêne liège.....	10
Figure 05: Coupe transversale d'un tronc de chêne liège.....	16
Figure 06: Structure cellulaire du liège dans le plan transversal et tangentiel	17
Figure 07: Représentation schématique d'une coupe transversale d'un tronc de Chêne-Liège	17
Figure 08: cycle périodique de formation du liège	18
Figure 9: Représentation des différents défauts du liège.....	22
Figure 10: récolte du liège (démasclage et levée).....	23
Figure 11: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Souk-Ahras. (2009-2018)	37
Figure 12: Situation de la région d'étude dans le Climagramme d'Emberger (1955).....	39
Figure 13: illustration de la préparation du liège avant transport.....	40
Figure 14: Transport du liège vers le dépôt	40
Figure 15: Illustration de liège stocké dans des dépôts sous forme de lots.	41
Figure 16: Illustration de la méthode de choix des unités qui ont constitué l'échantillon	41
Figure 17: Les éprouvettes utilisées pour les mesures de l'épaisseur sous croute du liège.	42
Figure 18: Méthode de mesure de l'épaisseur sous croute du liège à l'aide du logiciel..... GIMP	44
Figure 19: Distribution des épaisseurs du liège des trois stations.....	49
Figure 20: Distribution des planches de liège par classes commerciales d'épaisseur	50
Figure 21: Accroissements annuels enregistrés pour chaque arbre de la station de Rezzgoune	51
Figure 22: Accroissements annuels enregistrés pour chaque arbre de la station de la forêt domaniale Fedj Mecta	52
Figure 23: Accroissements annuels enregistrés pour chaque arbre de la station de la forêt nationale Fedj Mecta	53
Figure 24: Evolution des accroissements des séries de synthèse	54
Figure 25: Les accroissements courants moyens cumulés des trois stations	55
Figure 26: distribution de l'épaisseur du liège des arbres des trois stations	58
Figure 27: distribution de l'épaisseur des cernes du liège des arbres des trois stations..	58
Figure 28: distribution de l'épaisseur des cernes du liège des trois stations	59

INTRODUCTION GÉNÉRALE

I- INTRODUCTION GENERALE :

Les forêts de chêne-liège sont spécifiques au bassin méditerranéen occidental et s'estompent dans la façade Atlantique sur les côtes du Portugal. Dans son versant sud, le chêne liège *Quercus suber L.* se retrouve aussi en Afrique du Nord, notamment, dans les pays du Maghreb. C'est une espèce assez rare puisque son aire de répartition se limite au pourtour méditerranéen. On la rencontre dans sept pays seulement : Portugal, Espagne, Italie, France, Algérie, Maroc et Tunisie. Ces derniers produisent ensemble annuellement pas moins de 300 millions de kg de liège. Le Portugal détient 77 % du marché total et l'Algérie ne dépasse pas les 7 %. Sa superficie diminue d'une année à une autre à cause des incendies, selon Varela (2007), elle avoisine les 2,5 millions d'hectares.

Le chêne-liège est une espèce forestière noble et remarquable. Il est considéré comme une essence spéciale dans les pays méditerranéens. Il se distingue des autres chênes par sa particularité à produire une écorce subéreuse renouvelable et précieuse (liège) et ayant des qualités spécifiques de légèreté, de souplesse, et d'élasticité.

. L'ensemble des propriétés (physiques, mécaniques et chimiques) a fait du liège un matériau très recherché dans l'industrie du bouchon. Les études les plus complètes dans le domaine de la subéiculture sont l'œuvre de LAMY (1890) et NATIVIDADE (1956), ils avaient abordé tous les aspects techniques, scientifiques et économiques relevant du chêne-liège. Avec l'amélioration des techniques, plusieurs axes de recherche ont été abordés pour valoriser davantage le liège.

Les bienfaits que procure le liège sont multidisciplinaires, du simple bouchon à l'industrie aux cosmétiques aux vertus médicinales et aux qualités acoustiques très prisées. À titre d'exemple, 70 % de la production annuelle de liège est utilisée pour la fabrication de bouchons naturels. Il est le produit forestier non ligneux le plus utilisé dans le monde. Selon APCOR (2012), il génère l'équivalent de 2 milliards de dollars de chiffre d'affaires annuels pour les entreprises portugaises.

Actuellement, les suberaies se retrouvent sous un certain nombre de menaces que l'homme exerce à l'intérieur de celles-ci, c'est le cas de notre pays. Après avoir été le troisième producteur mondial derrière le Portugal et l'Espagne qui produisaient un liège de bonne qualité.

La qualité du liège de nos suberaies est mal connue, les utilisateurs l'apprécient souvent, en se basant sur certains critères anatomiques très faciles à mesurer ; l'épaisseur, l'aspect, les attaques des champignons et des insectes pouvant dégrader la valeur du bouchon. En revanche, ces paramètres du point de vue technique ne sont pas satisfaisants pour apprécier réellement la qualité du liège.

En Algérie les recherches dans ce domaine ont été réalisées par plusieurs auteurs, parmi eux nous citons METNA (2003), AMIR et HIMED (2006) (BENGANA et ALI AHMED (2007) dans la suberaie de Tizi-Ouzou, DOUZANE (2008), AMIRAT, (2008) et ROULA (2010) dans la suberaie de Jijel, LOUKMANE et EDJEKOUANE (2009), GABIS et BOUKERB (2009), MELAHI et TAGHARSIFT (2010), STOUTAH (2010) et HAOUACINE et MELIANI (2017) dans les suberaies d'El Taref , DEHAN (2011) et GHANEM (2016) dans les suberaies de Tlemcen, ARIB et ZAIDET (2019) dans la suberaie de Souk-Ahras.

La wilaya de Souk-Ahras se situe à l'extrême Est du pays près de la frontière tunisienne. Le climat est influencé par des facteurs qui lui donnent des caractéristiques spécifiques. Distante de 80 kilomètres de la mer Méditerranée, la pénétration des courants marins humides est aisée. Le Nord se caractérise par un relief montagneux couvert par une richesse forestière appréciable. Quant au Sud, il est constitué par le prolongement des hauts plateaux qui s'alignent en face des régions subsahariennes, ce qui l'expose à un vent relativement chaud. De ce fait, le Nord de la wilaya bénéficie d'un climat subhumide alors que le sud subit un climat semi-aride.

La campagne de récolte du liège a été réalisée au mois de juin de 2017, notre contribution à l'étude de l'accroissement du liège est après cette date, dont l'objectif est de déterminer la qualité du liège. Elle s'est portée sur des échantillons représentatifs de la forêt mêlée aux différents facteurs écologiques et génétiques dans un but de connaître l'influence de ces derniers sur le cycle de formation du suber en se basant sur les variables mesurables suivantes :

- L'épaisseur de la planche du liège
- Les accroissements des cernes de liège

Notre travail est scindé en quatre chapitres :

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

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I- Généralités sur le chêne-liège

I-1 Historique :

Le chêne-liège *Quercus suber* L., est l'un des représentants les plus nobles du genre *Quercus* qui comprend environ 320 espèces (SCHWARS in NATIVIDADE, 1956) et il est un patrimoine rare, cette rareté se résume en grande partie dans ses exigences écologiques.

Le chêne-liège est présent en Méditerranée occidentale depuis plus de 60 millions d'années. L'homme a très rapidement appris à extraire et à utiliser son écorce (le liège) dont diverses propriétés avaient déjà été découvertes sous la Rome antique, la Grèce antique, et il en existe même des traces en Égypte. La culture du liège en Algérie est apparue depuis l'an 1848, bien avant son développement en Tunisie (en 1882), et au Maroc (en 1914) (BOUDY, 1955)

Ce n'est qu'à partir du 17^e siècle, que l'industrie du liège a connu son premier essor par l'utilisation du bouchon de liège comme meilleur produit existant pour la conservation des vins.

Beaucoup de travaux sur cette noble espèce forestière ont été développés par LAMEY (1893), SACCARDY (1936), BOUDY (1952 et 1956), NATIVIDADE (1936 et 1956), SEIGUE (1985) et DESSAIN et TONDELIER (1991).

I-2 Systématique du chêne-liège :

Le chêne-liège est une essence forestière très importante. Elle a été décrite pour la première fois par le botaniste Suédois LINNÉ en 1753 (NATIVIDADE, 1956). Sa systématique du point de vue botanique est comme suit :

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

PLAISANCE (1977) in METNA.B (2003)) précise les différents noms de l'arbre dans les pays suivants :

- France : Chêne liège.
- Province : Suvé.
- Gascogne : Corcier.
- Espagne : alcornoque, alzinaserera.
- Portugal : sobreiro.
- Italie : Sughera.
- Allemagne : Korkeiche.
- Angleterre : Cork-oak.
- Afrique du Nord : Fernan.

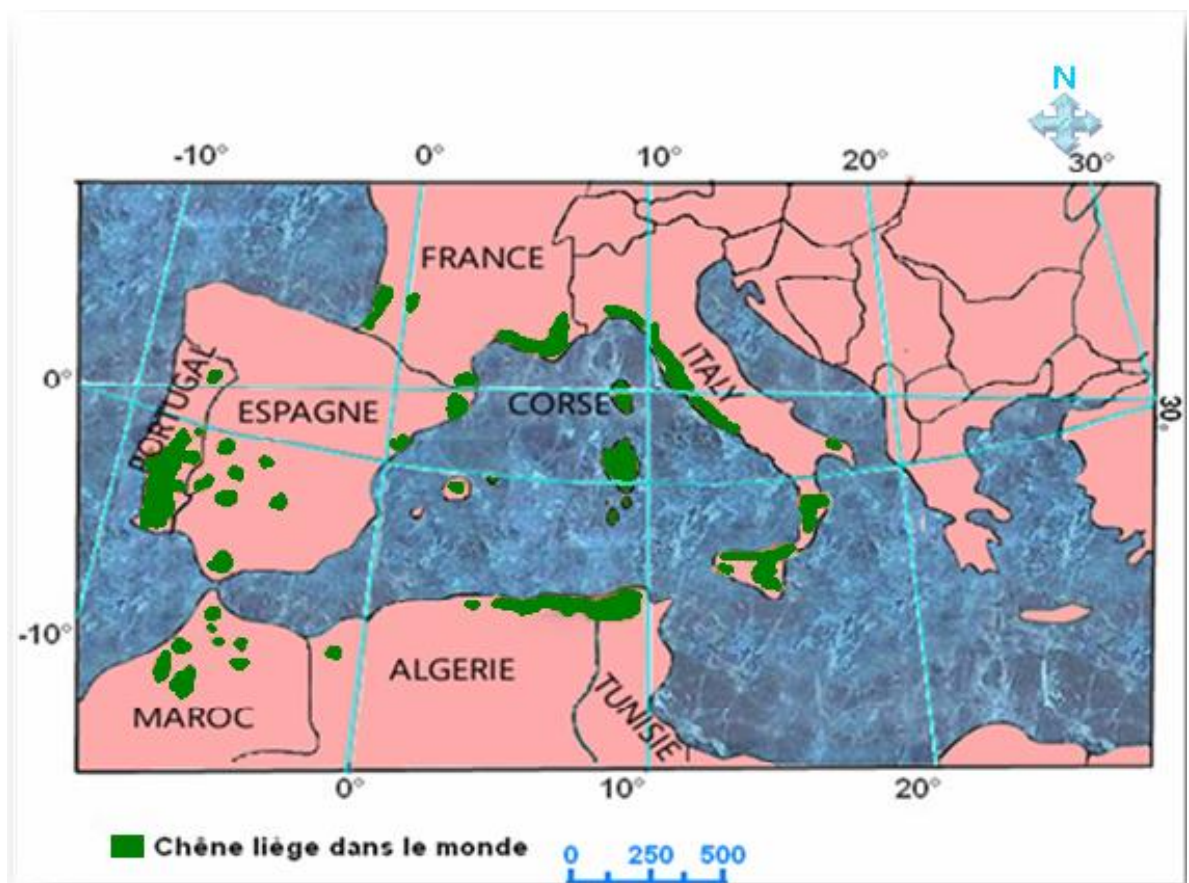
En Kabylie, le chêne-liège est nommé Igui et le liège est nommé différemment suivant les régions : aqecuc, iferki, axnac, iqci ...

I-3 Aire de répartition du chêne-liège :

I-3-1 La répartition dans le monde :

Le chêne-liège est reparti dans l'aire naturelle du Nord au Sud entre le 45° parallèle (embouchure de la Gironde) et le 31° (Maroc) ; de l'Ouest à l'Est, du Portugal à la Calabre en Italie en passant par l'Espagne, la France. Elle atteint aussi les trois pays de l'Afrique du Nord à savoir, l'Algérie, le Maroc et la Tunisie (BOUDY, 1950 in TAGHARSIFT 2011).

Les suberaies occupent actuellement près de 2 millions d'hectares, c'est une espèce endémique du bassin méditerranéen ouest et de la côte atlantique de l'Europe du sud (FERREIRA ET AL. 1999) éparpillés sur sept pays : Portugal, Espagne, France, Italie, Algérie, Tunisie et Maroc. (Figure 01)



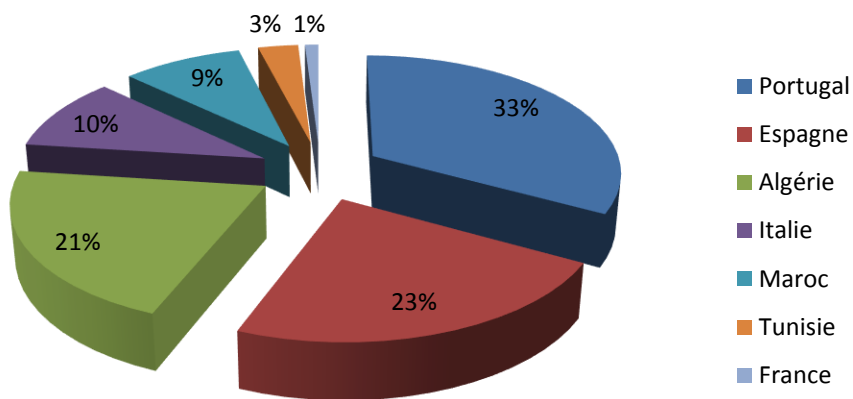
Source Zaidat et Arib 2019

Figure 01 : Aire de répartition du chêne-liège dans le monde

Tableau 1 : Approximation des superficies du chêne-liège en méditerranée

Pays	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
Portugal	725 000	33 %
Espagne	510 000	23 %
Algérie	460 000	21 %
Italie	225 000	10 %
Maroc	198 000	9 %
Tunisie	60 000	3 %
France	22 000	1 %

Source Amorim 2012

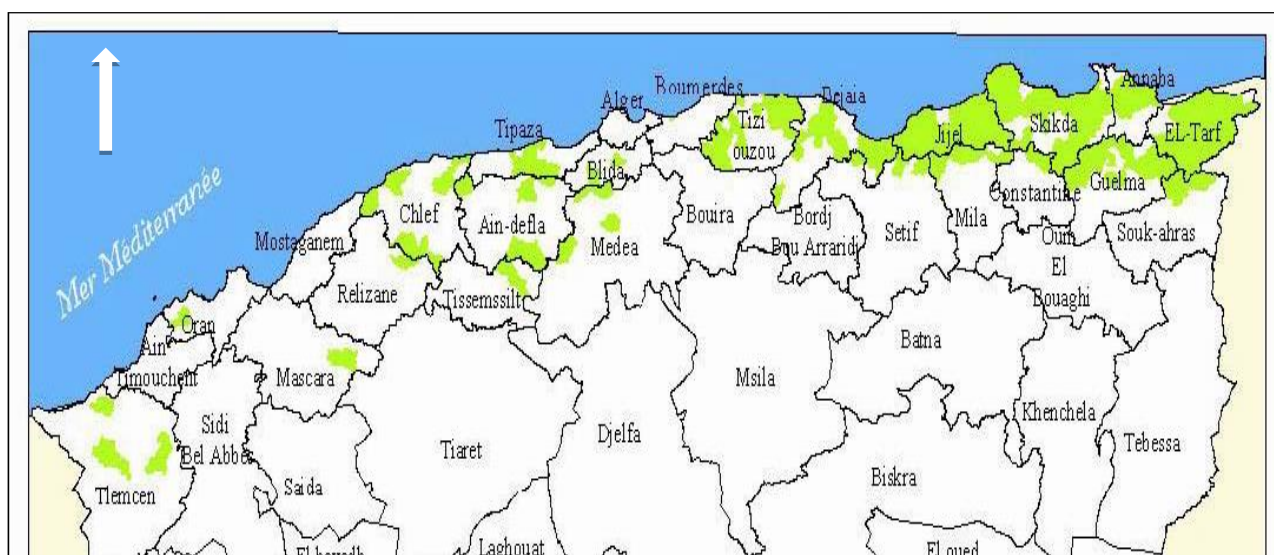
**Figure 02 : Approximation des superficies du chêne-liège en méditerranée en pourcentage****I-3-2 La répartition en Algérie :**

La suberaie algérienne se localise principalement dans le Nord-Est algérien avec un couvert de 440 000 ha dont 230 000 sont productives

Ces formations sont comprises entre les frontières marocaines à l'Ouest et tunisiennes à l'Est, s'étendant du littoral méditerranéen au Nord aux chaînes telliennes au Sud, sur une largeur qui ne dépasse pas les 100 km (BOUHRAOUA 2010).

Selon KADIK (1987) et BELLABAS (1989), le chêne-liège couvre 22 wilayas, l'équivalent de 20 % de la surface forestière Algérienne. (CHERIET, 2009).

Selon la figure 03 les peuplements les plus importants se trouvent dans les wilayas de Skikda, Jijel, El-Taref représentant approximativement 2/3 des forêts de chêne-liège algériens ainsi qu'à Bejaia, Tizi-Ouzou et Annaba avec des peuplements de fortes densités et au niveau de l'ouest notamment à Tlemcen, Oran, Mascara, Chlef, Ain Defla, Médéa, Blida et Tipaza avec des peuplements de petites superficies.



(D.G.F ; 2007)

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

La production des suberaies (forêt de chêne-liège) Algériennes par région est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 02 : La productivité des suberaies en Algérie

Suberaies	Productivité (kg/m ²)
Zarieffet	6,82(2,25)
M'Sila	6,71(1,26)
Hafir	7,55(1,22)
Tizi-Ouzou	8,91(1,24)
Bejaia	8,95(1,37)
Jijel	9,52(1,25)
Skikda	8,62(1,37)
Guelma	8,37(1,04)
Mila	9,49(1,40)
El Taref	10,35(1,03)

Source:Belkheir DEHANE et Mohamed GHEFAR (2017)

I-4 Les caractères botaniques du chêne-liège :

Tableau 03 : Les caractéristiques botaniques de chêne-liège

Désignation	Caractéristiques	Auteurs
Port de l'arbre	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ordinairement 10 à 14 m, peut atteindre 20 à 22 m. ➤ Court à l'état isolé. ➤ Droit et plus long en peuplement dense. ➤ la tige principale est tortueuse et la ramification peu serrée 	SACCARDY (1938)
Houppier	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cime largement étalée dans un peuplement clair. ➤ Cime élancée en peuplement serré 	(I.M.L 2006) et (NATIVIDADE ,1956).
Racines	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Robustes et pivotantes avec des ramifications latérales puissantes. 	SEIGUE, 1985) et (I.M.L et BAS RHÔNE-LANGUEDOC, 2006).
L'écorce	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Présence des crevasses laissant apparaître la couche épaisse de liège (mâle) qui s'épaissit avec l'âge et persiste durant toute la vie de l'arbre. ➤ Se couvre par de lichens rendant sa surface grise et pierreuse 	ALY ABBARA (2018)
Liège	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tissu végétal formé de cellules mortes. ➤ Liège mâle s'il n'est jamais récolté ➤ Liège femelle se régénère après le démasclage 	(IPROCOR , 1999) et (IML 1997).
Bois	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lourd, compact, excellent bois de chauffage 	(TRACHI et KHLOUFI, 2000).
Les Feuilles	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Forme : ovales, coriaces. 	(YESSAD, 1999).

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Longueur : 3Cm à 5Cm. ➤ Largeur : 1.5 Cm à 5Cm ➤ Couleur : verte foncée sur la face supérieure, blanchâtre, tomenteuse sur la face inférieure. 	
Bourgeons	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ovoïdes, protégés par des bractées tomenteuses 	(MESSAOUDENE et MEZANI, 2000).
Inflorescence	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La floraison s'effectue généralement au printemps. ➤ Fleurs mâles sont accrochées sous forme de chatons à l'extrémité des nouveaux rameaux. ➤ Fleurs femelles sont isolées ou alignées par groupes de trois. ➤ Espèce : Monoïque 	DEHIRI, (2017) (BOUDY, 1952)
Le Fruit (Gland)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Forme : Ovoïde, enchâssé dans une cupule à écailles ➤ Longueur : 2Cm à 5 Cm ➤ Largeur : 1Cm à 2 Cm 	(I.M.L, 2006).
Longévité	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 150 à 300 ans 	(BOUDY, 1950) et (PHILIPPE MARGOT, 2006).
Diamètre d'exploitabilité	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 20 cm 	(IPROCOR, 1999).
Âge d'exploitabilité	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 25 à 40 ans 	(IPROCOR, 1999).
Traitement sylvicole	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Employer le régime de la futaie 	(EVORA et MERIDA, 2005).
Densité des peuplements	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Densité minimale : 30 % de couvert. ➤ Densité maximale : 60 % de couvert. 	(EVORA et MERIDA, 2005).

I-4-1 Quelques illustrations des caractères forestiers et botaniques du chêne-liège :

Fleurs femelles



Fleurs mâles



Le tronc



Les feuilles



Les arbres



Le fruit

Source (originel 2021)

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

I-5 Écologie et exigences du chêne-liège :

Tableau 04 : Écologie et exigences du chêne-liège

Caractères	Exigences et caractérisations	Auteurs
Étage bioclimatique et humidité	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Essence endémique du bassin méditerranéen occupe les étages bioclimatiques humides et subhumides, a variantes douces et chaudes ; 50 à 60 % d'humidité exigée durant les saisons les plus sèches. 	EMBERGER (1971) QEZEL (1974) in ZERAIA (1982)
Altitude	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Du littoral jusqu'à 1 500 m d'altitude ; au Maroc peut atteindre 2000 m d'altitude. 	YESSAD (1991)
Température	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Espèce thermophile qui prolifère où, les températures moyennes annuelles supérieures à 13 °C et les minimas supérieurs à -6 °C ; donc, exige des températures douces. 	YESSAD (1991)
Lumière	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Espèce héliophile et une forte insolation exigée végète et finit par disparaître à l'ombre ; ➤ Maintenance à l'état assez claire exigée à tous les stades de l'évolution du peuplement. 	ZERAIA (1981)
Pluviométrie	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Une pluviométrie moyenne annuelle de 800 à 1200 mm lui confère une bonne croissance ; ➤ Une combinaison des facteurs climatiques peut influencer sur la prospérité des subéraies ; ➤ En Algérie, les subéraies reçoivent environ 960 mm/an 	YESSAD (1999) ; AOUKA M. (1980) et ALLILI N. (1983)
Conditions édaphiques	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Espèce essentiellement calcifuge, qui ne s'accommode pas aux sols argileux et exige des sols assez profonds ; ➤ Une préférence au sol siliceux tel que les grès numidiens, se trouve aussi sur des terrains anciens (schistes et micaschistes) qui ne contiennent pas de calcaire et sur des terrains anciens éruptifs. 	QEZEL (1976)

I-6 Traitements sylvicoles et aménagement :

En raison de son tempérament délicat, le chêne-liège est soumis à deux types de traitements complètement distincts. La subériculture qui le considère comme un arbre fruitier pour l'extraction du liège, et la sylviculture qui au contraire le traite comme un arbre forestier. La régénération du chêne-liège est assurée soit par :

I-6-1 Régénération naturelle par semis et par rejet de souches :

l'abondance de glands, absence de pâturage et d'incendies et surtout le ramassage des glands par les riverains constitue les principaux facteurs intervenant dans le taux de réussite de ce mode de régénération (Nsibi et al., 2006).

I-6-2 Régénération artificielle :

Dite aussi régénération assistée ou reforestation, elle exige l'utilisation des techniques adéquates et une intervention et maintien de l'homme. D'après des études effectuées par (BENABID, 2000), il a été démontré que cette technique ne peut réussir qu'après l'utilisation des espèces organisatrices des différents groupements de la série de végétation.

Par ailleurs, la gestion des suberaies repose sur deux principes :

I-6-3 La subériculture en suberaie régulière :

Elle se caractérise par des périodes de production nulle et des périodes de très forte production, parallèlement au vieillissement du peuplement. Les éclaircies ont pour objectif de diminuer la densité au profit des arbres les plus productifs, autour d'une à trois classes de diamètres, tout en conservant un couvert suffisant. Elles sont réalisées après chaque récolte. (VEILLON, 1997 ; RIFFARD & AL., 2008).

I-6-4 La subériculture en suberaie irrégulière :

Elle demande une attention particulière. Son principe repose sur une régénération continue. Les éclaircies se feront dans toutes les classes de diamètres afin de conserver un équilibre entre les jeunes sujets improductifs (diamètre < à 25 cm) et les arbres productifs. La production de liège est régulière tout au long de la vie du peuplement, car les classes de diamètres sont renouvelées constamment par la croissance des arbres. De plus, les jeunes arbres garantissent l'avenir du peuplement et donc de la production (RIFFARD & AL., 2008)

I-7 Phytosociologie du chêne-liège :

Les espèces végétales qui accompagnent le chêne-liège se résument dans le tableau suivant.

Tableau 05 : Cortège floristique et les essences principales concurrentes du chêne-liège

Cortège floristique du chêne-liège	Essences principales concurrentes
<i>Daphnegruidium</i> = Dapné garou	<i>Quercus canariensis</i> = Chêne zeen
<i>Cistus salviifolius</i> = Ciste à feuilles de sauge	<i>Quercus faginea</i> = Chêne faginé
<i>Cistus monspeliensis</i> = Ciste de Montpellier	<i>Quercus afares</i> = Chêne afares
<i>Calycotome spinosa</i> = Calicotome épineux Ou Cytise épineux	<i>Quercus ilex</i> = Chêne vert
<i>Myrtus communis</i> = Myrte commun	<i>Olea europea</i> = Olivier
<i>Rhamnus alaternus</i> = Nerprun alaterne	<i>Castanea sativa</i> = Châtaignier
<i>Pistacia lentiscus</i> = Lentisque	<i>Alnus glutinosa</i> = Alune glutineux
<i>Erica arboarea</i> = Bruyère arborescente	<i>Pinus pinaster</i> = Pin maritime
<i>Lavandula stoechas</i> = lavande stéchede = lavande papillon	<i>Pinus halepensis</i> = Pin d'Alep
<i>Viburnum tinus</i> = Viorne tin	<i>Quercus pubescens</i> = Chêne pubescent
<i>Arbutus unedo</i> = Arbousier	
<i>Cytisus triflorus</i> = Cytise à trois fleurs Cytise à langues grappes	
<i>Erica scoparia</i> = Bruyère à balais	

I-8 Facteurs de dégradation

I-8-1 Problématique de la suberaie algérienne :

Le chêne-liège est en évolution régressive à cause de la combinaison de plusieurs facteurs biotiques, abiotiques et anthropiques, dont les plus redoutables sont les incendies répétés.

La suberaie algérienne est soumise donc à de nombreux facteurs de dégradation, ayant pour conséquence une forte régression des superficies productives, liée en général à la forte dynamique des incendies, qui se combine à un fort enrésinement naturel. En plus, l'absence de traditions subériculture et/ou de sylviculture appropriée et la non-réussite de l'intensification des reboisements pour atteindre les objectifs escomptés préoccupent toujours le gestionnaire de la filière Liège en Algérie.

I-8-2 Principaux facteurs de dégradation de la suberaie :

Les facteurs de dégradation des peuplements du chêne-liège dans son aire naturelle sont comme suit :

I-8-2-1 Facteurs biotiques :

Affaibli par la sécheresse et d'autres facteurs notamment le vieillissement du peuplement, l'embroussaillage, l'enrésinement, etc., le chêne-liège perd toutes les capacités de défense à l'égard des attaques des parasites considérées « secondaires » comme les champignons pathogènes et les insectes défoliateurs et xylophages. Parmi ces derniers, nous citons :

Lymantriadispar (Lépidoptère, Lymantriidae) qui représente le défoliateur principal du chêne-liège en Algérie (CHADIGAN, 1990)

Platypuscyllindrus (Coléoptère, Plalypodidae), redoutable xylophage et principal agent causal de mortalité des arbres dans le bassin méditerranéen, dont l'Algérie (BOUHRAOUA, 2003).

L'affaiblissement physiologique des arbres dû à ces attaques entraîne souvent une diminution de la production du liège (NORMAND, 1997).

Parmi les maladies, nous pouvons signaler le charbon de la mère dû au champignon *Hypoxylon méditerranéum* (syn. *Biscogniauxia mediterranea*). Ceci apparaît dans les fissures du tronc et des branches. La couche charbonneuse peut recouvrir l'arbre, se traduisant ainsi, par un dessèchement des parties atteintes et enfin la mort de l'arbre (DU MERLE ET ATTIE, 1992).

I-8-2-2 Facteurs abiotiques :

✓ Incendie :

Devant le facteur "Feu de forêt", le chêne-liège a un comportement particulièrement exceptionnel. Excellent isolant thermique naturel, le liège protège les parties vitales de l'arbre lors du passage du feu bien qu'il soit carbonisé. En revanche, les arbres non démasclés souffriront moins que ceux mis en valeur. Cependant, les sujets de faibles dimensions dont les cimes auront été particulièrement exposées aux flammes ou les fûts trop minces ne pouvant pas résisté à la dessiccation meurent (VEUILLON, 1998).

✓ Sécheresse :

La sécheresse affecte l'état de santé du chêne-liège, soit directement en causant par exemple le dessèchement de la cime souvent après un stress important (sécheresse, attaque parasitaire) les feuillus peuvent subir d'importantes défoliations et mortalité de branches du houppier et l'arbre y survit souvent (CHADIGAN, 1990), soit indirectement à cause des incendies de forêt, les pertes de croissance et les attaques des ravageurs ou des pathogènes (BOUDY, 1951).

I-8-2-3 Facteurs édaphiques :

Selon (BOUDY, 1952), la mauvaise qualité pédologique du substrat des peuplements et la présence de calcaire dans le sol constituent des facteurs limitants pour l'installation des jeunes semis de chêne-liège. Cependant les propriétés physico-chimiques de la litière et de l'humus, présentent un rôle très important dans la levée des semis de chêne-liège en évitant, d'une part le développement et d'autre part le dessèchement précoce des glands.

I-8-2-4 Autres facteurs :

I-8-2-4-1 Facteurs anthropiques :

L'augmentation de la population usagère des suberaies entraîne une augmentation des besoins en combustibles ligneux et en terrains de parcours. Par conséquent, ces suberaies se trouvent menacées de :

I-8-2-4-2 Surpâturage : Le pâturage est une activité normale en suberaie, parfois souhaitée, car le bétail participe à la prolifération arbustive et herbacée, hautement inflammable. Cependant, le surpâturage empêche toute régénération, épuise les ressources disponibles, dégrade les parcours et les soumet à l'érosion. Le surpâturage est généralement considéré comme une cause essentielle de la dégradation des écosystèmes naturels (Houeron, 1980).

I-8-2-4-3 Démasclage et blessures sur le tronc : C'est une opération qui consiste à enlever le liège mâle sans endommager l'assise génératrice (ANONYME, 1927 ; BOUDY, 1950). Cette opération peut être appliquée quand l'arbre atteint l'âge de 25 à 50 ans et atteint une circonférence d'au moins 0.60 à 0.70 m, à 1 m du sol (BOUCHAFRA ET FRAYAL, 1991). La hauteur de démasclage est déterminée à partir de la circonférence multipliée par un coefficient appelé « Coefficient de démasclage », ce dernier est variable et dépend de la fertilité des stations, de la végétation et de l'étage bioclimatique (G.G.A, 1927 ; SACCARDY, 1937 ; BOUDY, 1950 ; A.N.F, 1992).

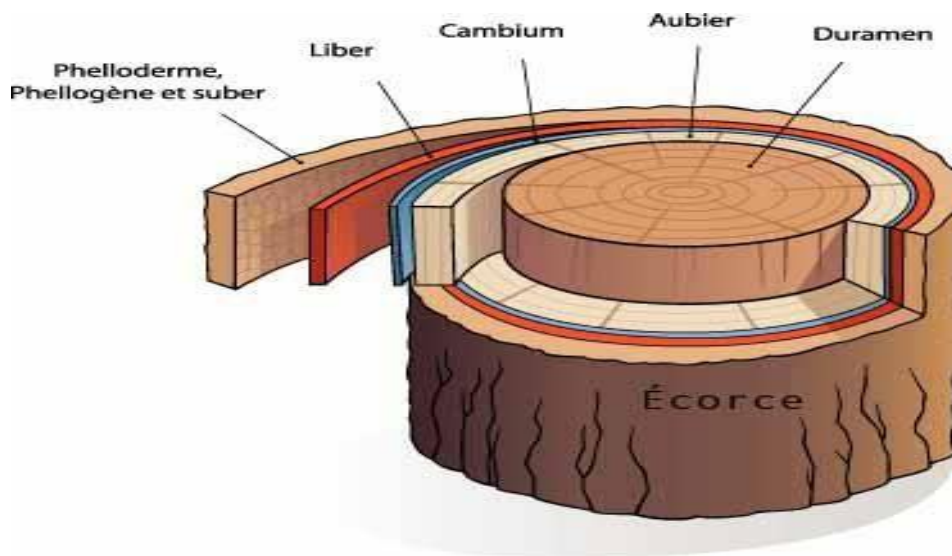
I-8-2-2-5 Facteurs physiologiques :

I-8-2-2-5-1 Germination : Selon (MEROUANI,1996) la germination, des semences sont d'une manière générale très influencées par leur qualité et par la quantité d'éléments (eau, inhibiteurs, stimulateurs...) qu'elles contiennent d'une part et par les conditions biotiques et abiotiques qui les accueillent d'autre part. Elle n'est possible que si un certain nombre de conditions favorables sont réunies : Température, oxygène pour l'embryon, levée des inhibitions tégumentaires et les dormances embryonnaires. Sur le même arbre, les glands peuvent être dans un état physiologique différent. En milieu naturel, les glands ne germent pas tous avec la même vitesse, même s'il se trouve dans des conditions apparemment identiques. Ceci est dû aux inhibitions tégumentaires que subit le gland, en raison de la présence de composés phénoliques dans les enveloppes séminales (COME, 1975).

I-8-2-2-5-2 Fructification : Selon (BOUDY, 1952), la fructification est plus abondante et les glands sont de meilleure qualité quand l'arbre est jeune (15-100ans). Ces derniers subissent des transformations physiologiques et morphologiques leur permettant de germer dans des conditions favorables.

II- GÉNÉRALITÉS SUR LE LIÈGE :

Le liège est un produit forestier tiré du tissu phellogène ou de l'assise subéreuse (ROBBINS, et AL, 1958). Il est formé de cellules mortes aux parois subérifiées. Il protège les parties vivantes du tronc et des branches de l'arbre. Le liège est le résultat de la croissance en diamètre de l'arbre. Il se développe à partir de l'assise subéro-phellogénique ; assise génératrice plus couramment appelée la mère (CANTAT et PIAZZETTA, 2005) et jouit de la propriété de se reconstituer après chaque enlèvement. Chaque année l'arbre produit une épaisseur de liège variant de 1 à 11 mm suivant l'âge déjà acquis par l'écorce elle-même, l'âge du chêne-liège qui la supporte et qui l'engendre, la santé de cet arbre et les conditions mêmes de son existence (DELPONT, 1985 in AMARA, 2015).



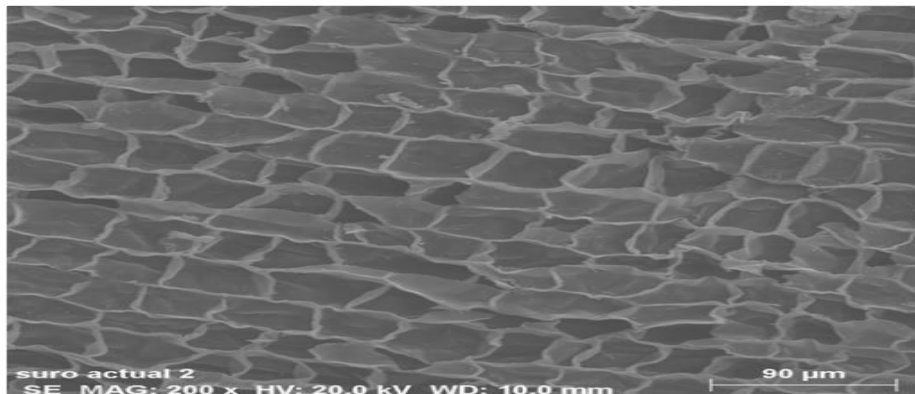
Source cour anatomie du liège Chenoune.K 2020

Figure 05 : Coupe transversale d'un tronc de chêne-liège

II-1 Structure cellulaire du liège :

Le liège est un matériau cellulaire comprenant de petites cellules fermées et vides avec une forme de prismes hexagonaux assemblés dans une structure compacte sans vides intercellulaires. Chaque cellule est formée par une cellule mère du phellogène et la direction de croissance (élongation cellulaire) est radiale, construisant des lignes arrangées parallèlement. Les parois cellulaires ont une paroi secondaire suberinisée et lamellée, qui est suffisamment flexible pour permettre une ondulation ou corrugation sous la pression compressive d'accroissement.

En comparaison avec d'autres matériaux cellulaires, le liège à des cellules plus petites et avec des parois plus fines, ainsi qu'une uniformité générale d'épaisseur de la paroi (PEREIRA H., 2008)



Source :Fortes et al., (2004) in DEHIRI (2017)

Figure 06 : Structure cellulaire du liège dans le plan transversal et tangential

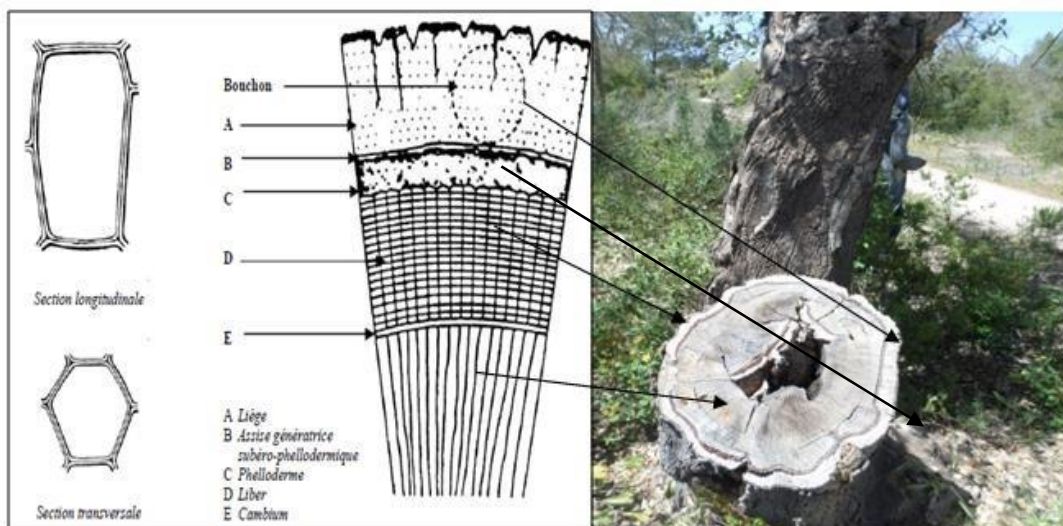


Figure 07 : Représentation schématique d'une coupe transversale d'un tronc de Chêne-Liège (CBL, 2006) (modifié par Arrache, 2018)

II-2 Accroissements de liège :

Durant chaque année et après chaque récolte, une nouvelle couche de liège (cerne annuel) se forme en repoussant les plus anciennes vers l'extérieur. L'âge du liège est apprécié donc par le comptage de ces cernes ou accroissement annuel (DEHANE, 2012).

L'accroissement annuel du liège s'évalue par une simple mesure entre deux cernes correspondants aux lièges d'automne et de printemps. En Algérie, après le démasclage, l'accroissement du liège de reproduction peut atteindre 3,8 mm/an lors de la 2^{ème} année et diminue progressivement pour atteindre 1,5 mm à la 10^{ème} année (SACCARDY, 1938 b).

Généralement si un liège offre N accroissement distinct, il est âgé de N+1 années. Donc l'âge de liège équivaut au nombre de couches annuelles compètes d'une planche plus une qui correspond à la somme de deux accroissements incomplets (DEHANE, 2006).

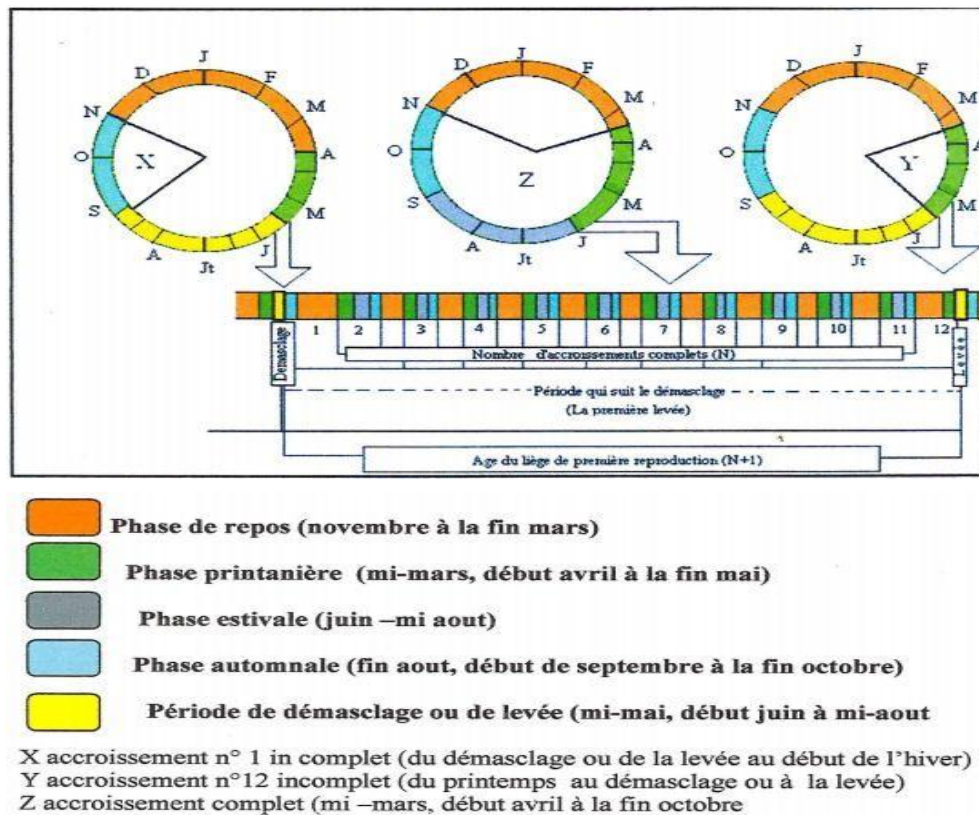


Figure 08 : cycle périodique de formation du liège (DEHANE, 2006)

Le liège qui se développe naturellement sur le tronc et les branches de l'arbre est appelé liège mâle. Il est susceptible d'atteindre une forte épaisseur allant jusqu'à 25 ou 30 cm sur de très vieux individus jamais exploités, mais il se crevasse fortement en vieillissant, devient compact, siliceux, dépourvu d'élasticité, ce qui ne permet pas de l'utiliser pour fabriquer des bouchons. Ce type de liège très riche en subérine est très recherché par l'industrie de l'isolation pour la fabrication de panneaux d'aggloméré noir. Son extraction a lieu vers l'âge de 30 à 40 ans, lorsque l'arbre a atteint une circonférence d'environ 70 cm à 1,30 m du sol. Cette opération est appelée démasclage. Par la suite, se développe une nouvelle écorce liégeuse, plus régulière, plus homogène, plus élastique et moins crevassée appelée liège de première reproduction ou liège femelle, qui sera de meilleure qualité que le liège mâle, mais ne pourra pas toujours être utilisée pour les usages les plus nobles à cause notamment de sa croûte souvent trop épaisse et crevassée.

La croûte se forme à la surface de la mère suite à l'écorçage et elle est mise à nue et se retrouve exposée au milieu externe. Elle n'est pas utilisable, par conséquent, plus elle est développée, moins l'épaisseur de bon liège disponible en dessous sera importante.

On considère qu'il n'est pas raisonnable de récolter le liège suivant un cycle trop court (moins de 9 ans), car cela mènerait à un épuisement de l'arbre, de même qu'il n'est pas intéressant de le

laisser se développer trop longtemps, car la vitesse d'accroissement du liège diminue avec le temps et ce dernier finirait de plus par se crevasser et ainsi perdre ses qualités.

Ce n'est qu'à l'écorçage suivant que l'on obtiendra du liège de deuxième reproduction, de meilleure qualité et donc de meilleure valeur marchande. La qualité des lièges est ensuite croissante puis elle finit par diminuer au fur et à mesure que l'arbre vieillit : un chêne-liège peut ainsi subir entre 12 et 15 écorçages au cours de sa vie.

II-3 Composition chimique du liège :

L'analyse des composés chimiques du liège donne six éléments avec des proportions suivantes :

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

(YOUNSI S, 2005)

II-4 Les propriétés physiques et mécaniques du liège :

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

Légèreté : Densité de 0,12 à 0,24; due au pourcentage qu'occupe l'air dans le liège (89,7 %) (MALCHENKO ; 1931 IN NATIVIDADE ; 1956).

Haute imperméabilité : due à la contre-pression exercée par le gaz des cellules, à la proportion importante des matières grasses existant dans le chêne-liège, et au taux de subérine (30 % à 50 %).

Isolation thermique : due à sa faible proportion en eau et le manque de conductivité de ses composantes, ainsi que sa structure alvéolaire limite la circulation de l'air (IPROCOR ; 1999).

Pouvoir d'absorption : élevé grâce à sa structure poreuse.

Élasticité et compressibilité : due à la grande flexibilité de ses membranes et à la quantité d'eau qu'il contient (IPROCOR ; 1999).

Absence toxicité : Produit non toxique.

Faible combustibilité : Le liège retarde la combustion (NATIVIDADE ; 1956).

Pouvoir calorifique : Le liège génère environ 7000 kcal/kg.

Durabilité : Du fait de sa faible perméabilité, il résiste aux agents extérieurs (ALIECOR ; 2007).

Coefficient de frottement élevé : Présence d'une adhérence naturelle grâce à la présence de substances résineuses.

Amortisseur d'impact : La déformation provoquée par impact direct sur une zone donnée s'étendra en zone contiguë (IPROCOR ; 1999).

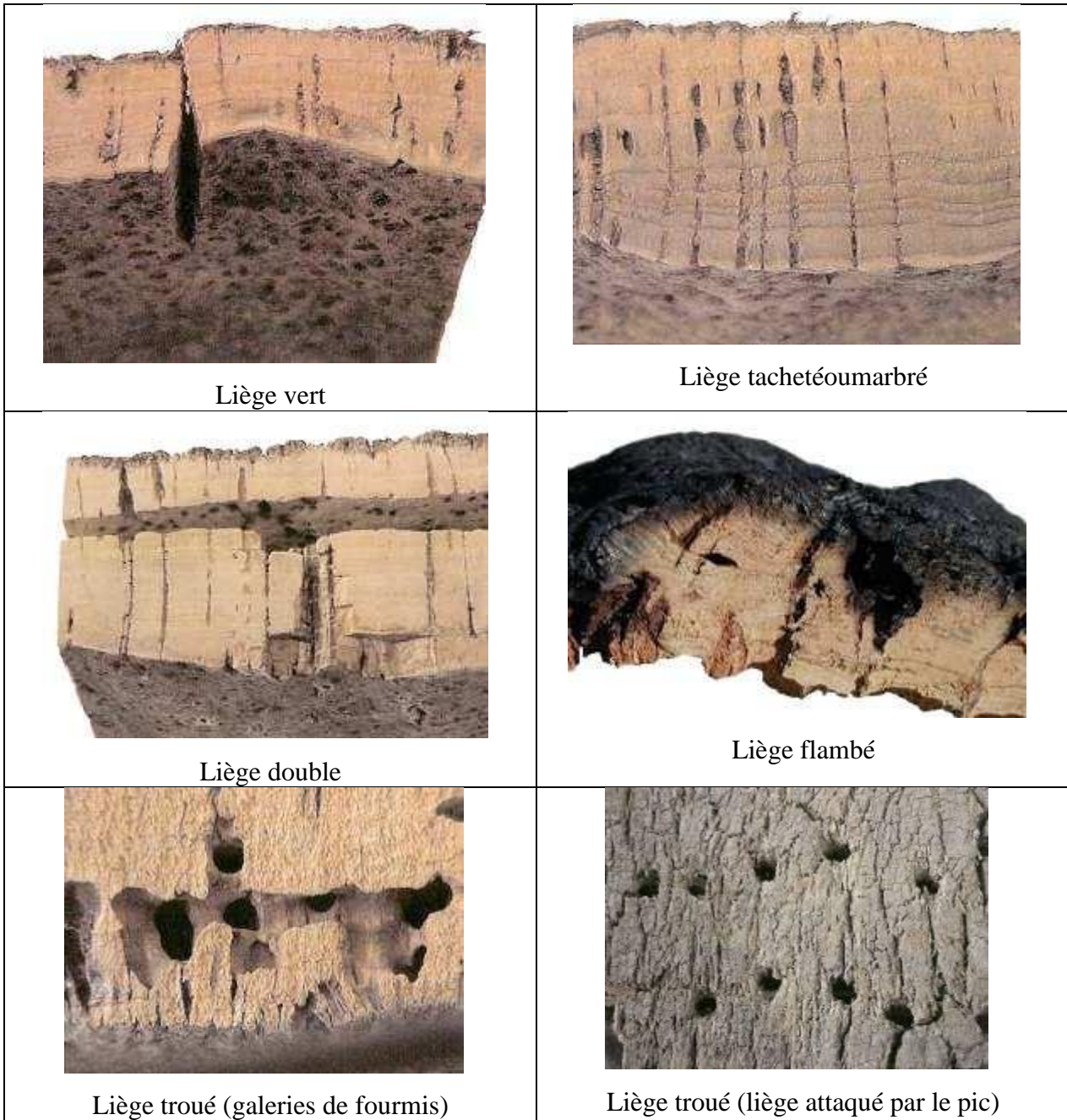
Faible humidité d'équilibre : inférieur à 9 % ce qui empêche le développement de microorganismes et confère au liège une durabilité illimitée.

Facilement transformable : La modification artificielle du contenu en eau du liège facilite le processus industriel de découpe en le rendant plus mou et plus élastique.

Coefficient de poisson nul : Pas de déformation perpendiculaire lors de la réduction du volume du liège vers une direction donnée.

II-5 Défauts du liège :

Défauts	Descriptions
Liège vert	Olivâtre, translucide, aqueux en séchant se rétracte énormément. Non mûr.
Liège soufflé	Crevassé et impropre à la fabrication des bouchons.
Liège terreux	Les canaux lenticulaires sont coniques.
Liège parasité	Présente des galeries causées par de divers insectes et parasites.
Liège brûlé	Il n'a aucune valeur commerciale.
Liège marbré	Présente des taches irrégulières de couleur foncée, noir ou noir brunâtre, plus denses à la périphérie (NATIVIDADE ; 1956).
Liège doublé	L'assise génératrice externe cesse de fonctionner et une autre se forme à l'extérieur ce qui donne deux plaques de liège.
Liège clouté	Causé par l'inclusion du liber dans la masse du liège.
Taches jaunes	Se manifeste par une décoloration du tissu subéreux et par une odeur de moisissure. Liège inutilisable en bouchonnerie.
Excès de crevasses	Crevasses larges et profondes.
Excès de croûte	La croûte épaisse impose un travail supplémentaire dans le raclage.
Excès de porosité	Les lenticelles grosses et nombreuses.



(Source : ROULA.2010)

Figure 09 : Représentation des différents défauts du liège.

II-6 Récolte et utilisation du liège

II-6-1 Démasclage et levée

Le liège qui se développe naturellement sur le tronc et les branches de l'arbre est appelé liège mâle. Il est susceptible d'atteindre une forte épaisseur (jusqu'à 25 ou 30 cm sur de vieux individus jamais exploités), mais il se crevasse fortement en vieillissant, devient compact, dépourvu d'élasticité, ce qui ne permet pas de l'utiliser pour fabriquer des bouchons. Ce liège qui n'a plus de valeur, peut être retiré de l'arbre lorsque ce dernier a atteint une circonférence d'environ 70 cm à 1.30 m, c'est - à - dire à un âge compris entre 30 et 40 ans. Cette opération est appelée démasclage.

Après le démasclage, le liège femelle se reconstitue en développant ainsi une nouvelle écorce, plus régulière, plus homogène, plus élastique et moins crevassée.

Selon (MARGOT, 2007), les quatre phases de l'opération de déliègeage sont résumées comme suit :

- La 1ère phase : consiste en la découpe d'une entaille horizontale sur le liège au niveau supérieur de la hauteur de déliègeage,
- La 2e phase : consiste à l'ouverture dans le sens vertical de l'arbre sur toute la hauteur de levée,
- La 3e phase : consiste en l'introduction du fer de la hache, puis du manche entre le liège et l'assise subero-phellodermique pour aider à la séparation (figure 11).
- La 4e phase : consiste à décoller de la planche pour la détacher du pied de l'arbre. Enfin, de nettoyer proprement le pied de l'arbre afin d'optimiser la forme des prochaines planches et ainsi de faciliter les futures levées (figure 11).
- Selon BOUDY (1950), la hauteur de démasclage augmente à chaque nouvelle récolte.



Figure 10 : récolte du liège (démasclage et levée).

II-6-2 Domaines d'utilisation du liège

Traditionnellement, le liège est utilisé dans le bouchonnage des bouteilles de vin. Plus de 80 % de la production mondiale de liège est utilisée pour fermer les bouteilles. Il faut noter aussi qu'il est utilisé en faibles quantités, mais parfois irremplaçable dans d'autres domaines, et ce, suite aux différentes propriétés réunies dans ce matériau naturel. Les domaines d'utilisation du liège sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 06 : les différents domaines d'utilisation de liège

Domaines	Description	Propriétés
Bouchonnage	Vin, champagne, pharmacie, bouteilles d'huile, tonneaux.	
Construction	Ponçage du marbre, isolation d'espaces restreints, isolation thermique phonique.	Produit abrasif, encombrement réduit, pouvoir retardant.
Cristallerie	Ponçage au liège	Abrasives du liège
Construction navale	Circuits de calorifugeage, gaines de ventilation, revêtement avec caoutchouc.	Isolation thermique, imputrescible, antidérapante.
Aérospatiale	Isolation épaisseur de 3 à 15mm	Écran thermique
Mécanique	Jauge de flottaison, joints mixtes avec caoutchouc, joints d'étanchéité, joints paliers transmission.	Flottabilité, résistances aux agents chimiques, élasticité, compressibilité.
Nucléique	Capsule à isotope radioactif	Doublage contre feu et choc.
Maroquinerie	Sacs nécessaires de bureaux, portefeuilles	
Loisirs	Balles, jouets, raquettes de tennis, jeu de fléchettes, flotteurs (pêche), bourres pour cartouches de chasse.	

Source : MESSALI (2003) in OUELMOUHOUB (2005)

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

I- Présentation du milieu d'étude :

Notre travail a été réalisé dans trois stations au niveau de la wilaya de Souk Ahras notamment, la forêt nationale FEDJ MACTA, la forêt domaniale FEDJ MACTA et la forêt REZGOUNE.

I-1 Situation géographique de la wilaya de Souk Ahras :

La wilaya de SOUK AHRAS est située au nord-est de l'Algérie, elle s'étend sur une superficie de 4600 km². Elle est délimitée par :

- La wilaya d'EL TAREF au Nord,
- La wilaya de GUELMA au Nord-Ouest,
- La wilaya d'OUM EL BOUAGHI au Sud-Ouest,
- La wilaya de TEBESSA au Sud
- La frontière tunisienne à l'Est et au Nord-Est

Les coordonnées de la région sont :

- Longitude 7° 57' 4" Est
- Latitude 36° 17' 11" Nord

I-2 Étude climatique

I-2-3 La température :

Les températures constituent l'autre élément majeur conditionnant le climat d'une région. Elles permettent de déterminer l'évapotranspiration et le déficit d'écoulement, et interviennent aussi dans le développement du rythme biologique des végétaux et facilitent l'établissement du bilan hydrique (DAVID, 1956 in SAIGHI L.2012)

Les données sur les températures permettent de dégager certaines caractéristiques climatologiques de la région, notamment :

- La division de l'année en saisons thermiques distinctes.
- Le seuil des températures minimales et maximales influençant directement les besoins en eau de la région surtout en périodes sèche et humide.

Le tableau 04 nous indique :

Une température mensuelle moyenne minimale qui est présente dans le mois de février avec une valeur de **7,63 °C**.

Les températures moyennes mensuelles maximales ont été enregistrées au niveau du mois de juillet et août avec des valeurs estimées à **26,5 °C** et **26,24 °C**.

La température moyenne mensuelle est de **16,56 °C**.

Tableau 07 : Températures moyennes mensuelles (°C), enregistrées à Souk-Ahras sur une période d'observation de dix ans allant de 2009 à 2018

Année	Janvier	Février.	Mars	avril.	mai	juin	juillet.	aout	sept	Oct.	Nov.	déc.	Moyenne annuelle
2009	7,7	6,7	10,1	11,2	18,1	22,5	27,8	26,5	21,1	17,6	13,5	10,7	16,2
2010	8,3	10	11,3	14,2	15,5	21	26,1	26,1	21,2	17,5	12,7	9,6	16,13
2011	9,1	7,3	9,6	14,7	16,4	20,5	25,8	26,1	22,9	16,5	12,8	8,7	15,87
2012	7	4,5	10,8	13,4	17,5	25,3	26,7	29,2	22,8	18,8	14,1	9,7	16,65
2013	7,5	6,3	11,6	14,6	15,8	20,1	25,6	24,8	22,5	21,9	12,1	8,8	15,97
2014	8,9	8,9	8,6	14,4	16,7	22,2	25,2	26,6	24,6	20,1	14,9	8,1	16,6
2015	7,5	5,8	10,4	14,5	18,8	21,7	26,7	26,5	22,3	18	21,1	10,4	16,98
2016	9,9	10,1	10,2	15,2	17,1	22,1	25,3	24,4	21	19,9	13,3	10	16,54
2017	5,5	9,8	11,9	13,3	18,9	24,5	27,4	28,2	21,9	16,5	11,3	7	18,48
2018	9,5	6,9	11,1	14,5	16,3	21,1	28,4	24	23,5	16,9	12,4	10	16,22
Moyenne mensuelle	8,09	7,63	10,56	14	17,11	22,1	26,5	26,24	22,38	18,37	13,82	9,3	16,56

Source : (Zaidat et Arib 2019)

Tableau08 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) enregistrées à Souk-Ahras sur une période d'observation allant de 2009 à 2018.

Année	Jan	fev	Mar	avr	mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	nov	Dec	Moyenne annuelle
2009	182	150	92	219	87	00	4	31	108	64	48,5	108	1093,5
2010	513	46	64	64	82	35	0,1	3	29	57	159	66	1190,1
2011	72	233	64	109	145	16	4	3	15	124	47	197	1329
2012	119	167	144	109	10	50	1	10	55	15	110	85	875
2013	125	130	150	95	60	50	10	39	11	35	263	52	1020
2014	129	120	203	26	54	20	15	5	39	6	37	305	959
2015	245	292	89	5	83	2	1	35	42	91	139	3	1027
2016	69	38	164	76	72	10	2	2	43	18	55	34	583
2017	146	81	23	52	6	42	1	35	18	44	184	96	728
2018	32	92	104	51	96	55	9	47	14,5	141	58	84	784,3
Moyenne mensuelle	163,2	134,9	109,7	80,6	69,5	28	4,71	21	37,45	59,5	110,05	103	958,89

Source (Zaidat et Arib2019)

I-2-4 Les Précipitations :

La pluie est un élément essentiel à l'équilibre de notre planète. En participant activement aux échanges de chaleur entre la surface de la terre et l'atmosphère, l'eau de pluie joue un rôle fondamental dans le fonctionnement du système climatique.

Des mesures pluviométriques mensuelles de la période (2009-2018) ont été récupérées de la station Météorologique de Souk-Ahras, et elles sont représentées dans le tableau N° 05. Nous remarquons que :

- Les précipitations sont réparties sur l'ensemble de l'année avec une moyenne annuelle estimée à **958,89 mm**.
- La précipitation maximale moyenne mensuelle est enregistrée durant le mois de janvier avec une valeur de **163,2 mm**
- La précipitation minimale moyenne mensuelle est enregistrée dans le mois de juillet dont la valeur est de **4,71 mm**

I-2-5 Synthèse bioclimatique :

La synthèse bioclimatique est une étape indispensable à tout projet relatif à l'environnement. Elle conditionne par le biais de ses composantes, le type de climat et du couvert végétal.

Cette synthèse sera établie à partir des travaux d'emberger, (1930-1955), Bagnouls et Gaussen (1955), de Martonne (1926), appliqué sur nos données météorologiques. **Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN** est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèches et humides de l'année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T) avec **$P = 2T$** .

Selon les données des précipitations mensuelles moyennes (P) et des températures (T), durant la période allant de 2009 à 2018 ; nous avons réalisé le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et qui nous ont permis de distinguer :

Une saison sèche qui débute de la fin du mois de mai jusqu'au début du mois de septembre et une saison humide qui débute du mois d'octobre jusqu'au mois d'avril.

Tableau09 : Températures moyennes mensuelles (°C) ; précipitations mensuelles (mm) de la région de Souk-Ahras. (Période de 2009 à 2018).

Année	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
T (°C)	8,09	7,63	10,56	14	17,11	22,1	26,5	26,24	22,38	18,37	13,8	9,3
P mm	163,2	134,9	109,7	80,6	69,5	28	4,71	21	37,45	59,5	110,05	103

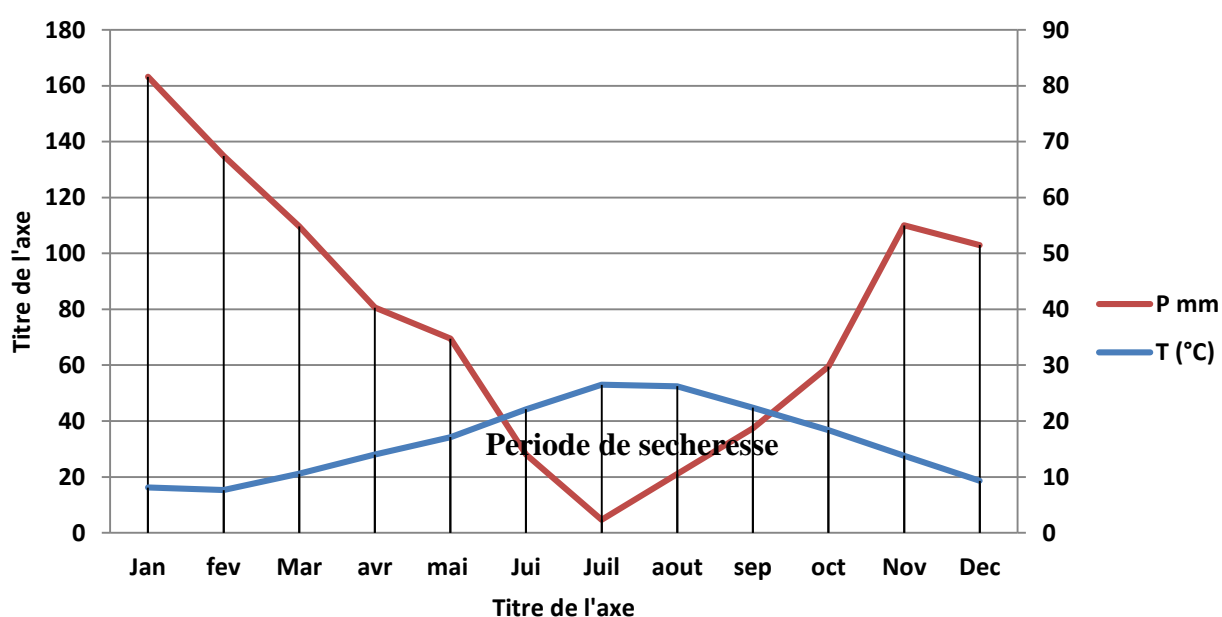


Figure 11 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Souk-Ahras. (2009-2018)

II- Calcul du quotient pluviothermique d'Emberger :

Le calcul du quotient pluviothermique « Q_2 » d'Emberger nous permet de déterminer l'étage bioclimatique de la région ; ce dernier est déterminé par la combinaison des 3 principaux facteurs du climat :

- **P** : Précipitation annuelle en mm.
- **M** : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré de Kelvin (°K) ;
- **m** : moyenne des minima du mois le plus froid en degré de Kelvin (°K).

La formule utilisée pour le calcul est la suivante :

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

Tableau 10 : Répartition des températures mensuelles moyennes (°C).

MOIS T °C	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
Tm	-0,95	-0,72	0,53	2,98	5,74	10,51	13,66	14	10,89	7,26	3,49	0,69	5,67
TM	19,02	21,25	23,57	27,41	32,48	37,4	40,67	39,58	36,63	31,38	25,08	20,75	29,60

$$Q_2 = \frac{2000 * 958,89}{(40,67 + 273)^2 - (-0,95 + 273)^2}$$

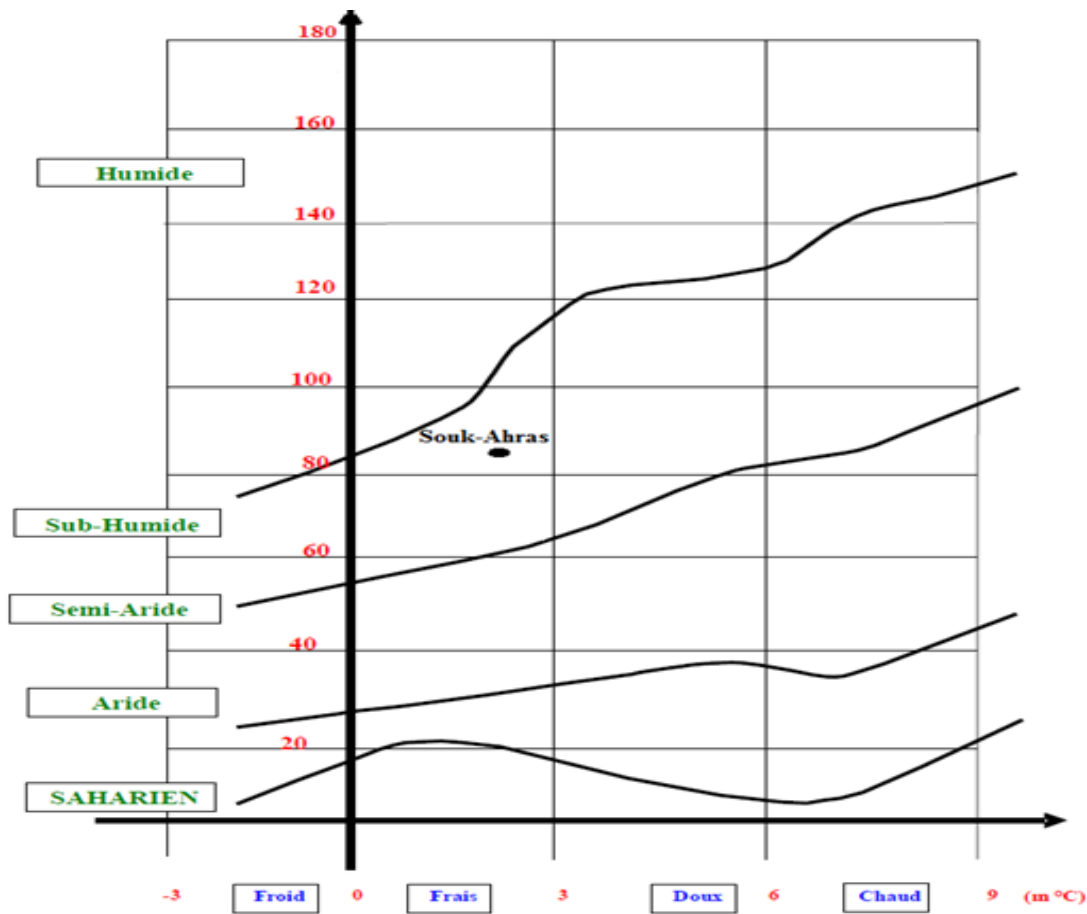
$$Q_2 = 78,67$$

Nous nous retrouvons donc avec le tableau suivant :

Tableau 11 : Données du quotient pluviométrique d'Emberger.

La région	M (°K)	m (°K)	P(mm)	Q ₂	M(°C)	m (°C)	Période
Souk-Ahras	313,67	272,05	958,89	78,67	40,67	-0,95	2009-2018

Climagramme d'Emberger :



Source (Zaidat et Arib2019)

Figure 12 : Situation de la région d'étude dans le Climagramme d'Emberger (1955).

III- Méthode d'échantillonnage :

L'échantillonnage est défini comme étant l'ensemble des opérations qui ont pour but de prélever dans une population les unités d'échantillonnage (PALM, 1976).

Les arbres ont été démasclés au niveau des trois stations étudiées. Le liège récupéré a été stocké dans des dépôts sous forme de lots.

L'échantillonnage a été fait selon la méthode stratifiée systématique. Dans cette méthode la population à échantillonner est divisée en sous-unités plus homogènes appelées strates avant de procéder au choix des unités qui constitueront l'échantillon. (METNA.B 2019)

Nous avons pris comme strate la station et dix planches ont été considérées pour chaque station en utilisant le même intervalle entre les prélèvements dans la même station.



Source (originel 2021)

Figure 13 : illustration de la préparation du liège avant transport



Source (originel 2021)

Figure 14 : Transport du liège vers le dépôt



Source (originel 2021)

Figure 15 : Illustration de liège stocké dans des dépôts sous forme de lots.



1^{ère} planche 2^{ème} planche 3^{ème} planche etc.

Source (originel 2021)

Figure 16 : Illustration de la méthode de choix des unités qui ont constitué l'échantillon

III-1 Mesures réalisées :

Après une heure de bouillage et séchage du liège suivant la méthode utilisée par (FERREIRA et AL, 1999) et ALOUI et Al (2006).

Trois mesures d'épaisseurs sous croûte ont été mesurées, 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 **x10** arbres **x 3** stations) ; au total **90** mesures ont été effectuées pour notre étude.



Source (originel 2021)

Figure 17 : Les éprouvettes utilisées pour les mesures de l'épaisseur sous croûte du liège.

III-2 Le General Image Manipulation Program (GIMP)

Le programme a été créé en 1995 par SPENCER KIMBALL et PETERMATTIS. C'est un outil de manipulation d'image et de photo, qui effectue ses opérations directement sur les pixels déterminant l'image.

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

- la retouche d'image,
- le dessin à main levée,
- réajuster, rogner, convertir entre différents formats d'image,
- un système en ligne de traitement par lot,

En sélectionnant outils de mesures et en crée un axe vertical (ALT+DOUBLE CLIQUE GAUCHE), et un axe horizontal (CTRL + DOUBLE CLIQUE GAUCHE).

Nous pourrions avoir donc plus de facilité et de précision lors du calcul de l'épaisseur et de la distance entre les cernes en gardant toujours automatiquement un angle de 90°.

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

- un bouton possédant une liste déroulante qui permet de choisir l'unité de mesure. Le pixel est l'unité par défaut.

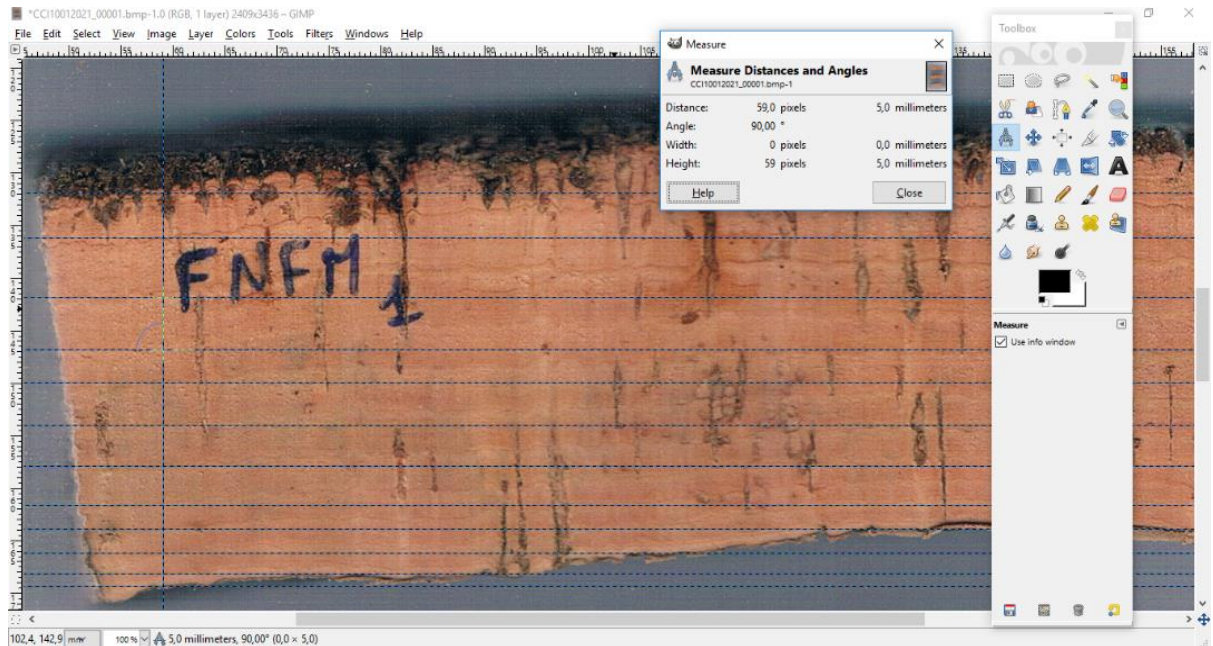
- affichage de la distance depuis l'origine, le coin en haut à gauche.

- un bouton de zoom, pour agrandir si l'on veut travailler avec plus de précision, ou (CTRL+ CURSSEUR DE SOURIS),

- l'affichage de la distance entre le point d'origine et le pointeur de la souris, suivi de l'angle, dans chaque quadrant, 0° à 90°.

III-3 Méthode de mesure :

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



Source (originel 2021)

Figure 18 : Méthode de mesure de l'épaisseur sous croûte du liège à l'aide du logiciel GIMP

III-4 Méthode de traitement des données :

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

L'Excel nous a permis de réaliser les statistiques descriptives telles que la moyenne (**M**), l'écart type (σ), le coefficient de variation (**CV%**) et l'erreur relative à la moyenne (**Dr %**).

$$\bar{X} = \sum X_i / n$$

$$CV\% = (\sigma / \mu) \times 100 \quad \text{avec } (\sigma) : \text{écart-type et } \mu : \text{moyenne.}$$

$$Dr \% = t_{1-\alpha/2} \times (CV / \sqrt{n}). \quad \alpha : \text{risque d'erreur à parcourir } \alpha \geq 0.05$$

III-4-1 Kurtosis :

Le kurtosis caractérise la forme de pic ou l'aplatissement relatif d'une distribution comparée à une distribution normale.

Un kurtosis positif indique une distribution relativement pointue, tandis qu'un kurtosis négatif signale une distribution relativement aplatie

Le comme suit :

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

III-4-2 Coefficient d'asymétrie :

Cette fonction caractérise le degré d'asymétrie d'une distribution par rapport à sa moyenne. Une asymétrie positive indique une distribution unilatérale décalée vers les valeurs les plus positives.

Une asymétrie négative indique une distribution unilatérale décalée vers les valeurs les plus négatives.

L'équation d'asymétrie se définit comme suit :

↓

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

III-4-3 Variation intrastationnelle :

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

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

Le coefficient de variation est obtenu en exprimant l'écart-type en valeur relative à la moyenne, lorsque celle-ci est positive (DAGNELIE, 1973).

III-4-4 Variation interstationnelle :

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

L'analyse de la variance a pour principe de diviser la variation totale en plusieurs composantes : une variance résiduelle, deux variances factorielles et une variance liée à l'interaction des deux facteurs (arbre et station).

Selon DAGNELIE (1975), l'analyse des résultats se fait par la comparaison de la fonction observée qui est estimée par le rapport du carré moyen factoriel et du carré moyen résiduel avec la fonction théorique. Cette dernière est obtenue en fonction du degré de liberté factoriel et résiduel, elle est donnée par la table des distributions de la fonction de FISHER ET SNEDECOOR au seuil $\alpha = 5\%$, 1% et $0,1\%$.

III-4-5 Sensibilité moyenne (Mean sensitivity) :

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

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

$$SM = 1/n - 1$$

N : nombre d'années de la série

X_t : l'épaisseur du cerne de l'année t.

CHAPITRE III : PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

I- Présentation des résultats

Les résultats moyens des accroissements annuels caractérisant chaque station sont représentés dans le tableau 12 :

Tableau 12 : Les résultats de l'analyse descriptive de l'épaisseur des cernes de liège

Année	FMFN	FM	R	moyenne	Écart type	cv %	Dr%
2005 2006	2,38	1,15	1,38	1,64	0,54	32,77	18,45
2006 2007	3,05	3,39	2,72	3,05	0,28	9,01	5,07
2007 2008	3,92	4,00	4,27	4,06	0,15	3,68	2,07
2008 2009	4,15	4,41	4,74	4,43	0,24	5,50	3,09
2009 2010	3,63	4,04	4,00	3,89	0,19	4,79	2,69
2010 2011	3,70	3,45	3,56	3,57	0,10	2,85	1,60
2011 2012	3,24	3,38	3,20	3,27	0,08	2,30	1,30
2012 2013	2,83	3,24	2,97	3,01	0,17	5,61	3,16
2013 2014	2,89	2,86	2,63	2,79	0,12	4,14	2,33
2014 2015	2,48	2,52	2,68	2,56	0,09	3,34	1,88
2015 2016	1,52	1,74	1,69	1,65	0,10	5,77	3,25
2016 2017	0,87	0,88	0,88	0,88	0,00	0,36	0,20
moyenne	2,89	2,92	2,89	2,90			
Écart Type	0,93	1,09	1,12				
cv %	32,18	37,40	38,69				
Dr %	9,06	10,53	10,89				

Avec :

CV : Coefficient de variation,

Dr : l'erreur relative à la moyenne

I-1 Résultat de l'épaisseur des cernes du liège :

Les résultats des moyennes des épaisseurs des cernes du liège de nos trois stations varient d'une valeur minimale de 0,87 mm enregistrée dans la Forêt nationale FedjMecta (FNFM), à une valeur maximale de 4,74 mm au niveau de la station de Rezgoune. Une valeur estimée à 2,89 mm a été enregistrée au niveau de la station FNFM et qui est proche de l'épaisseur moyenne de toutes les stations avec une valeur de 2,90 mm

Les coefficients de variation pour les stations Forêt domaniale FedjMecta (FM) et Rezgoune (R) sont très proches avec des valeurs de 37,40 % et 38,69 % ce qui indique une homogénéité en épaisseur des cernes des arbres des deux stations. Le coefficient de

variation de la station FNFM présente une valeur de 32,18 % ce qui s'explique avec une hétérogénéité dans l'épaisseur des cernes par rapport aux arbres des deux autres stations qui montrent une variation moins remarquable en épaisseur des cernes par rapport aux autres stations, car la valeur du coefficient de variation porte la valeur minimale dans cette station.

Les erreurs relatives de la variable épaisseur des cernes calculées pour chaque station sont inférieures à 12 % donc la variabilité est acceptable et la taille de l'échantillon est suffisante. Sauf l'erreur relative à la moyenne de l'année 2005-2006 qui est de 18,45 %, car au niveau des deux stations forêt domaniale de FedjMecta (FM) et Rezgoune (R) se sont les deux premières années qui représentent les premières épaisseurs de cernes après exploitation contrairement à la station forêt national Fedj Mecta(FNFM) l'année 2005-2006 représente l'épaisseur de cerne de la troisième année après demasclage qui a été comptabilisé.

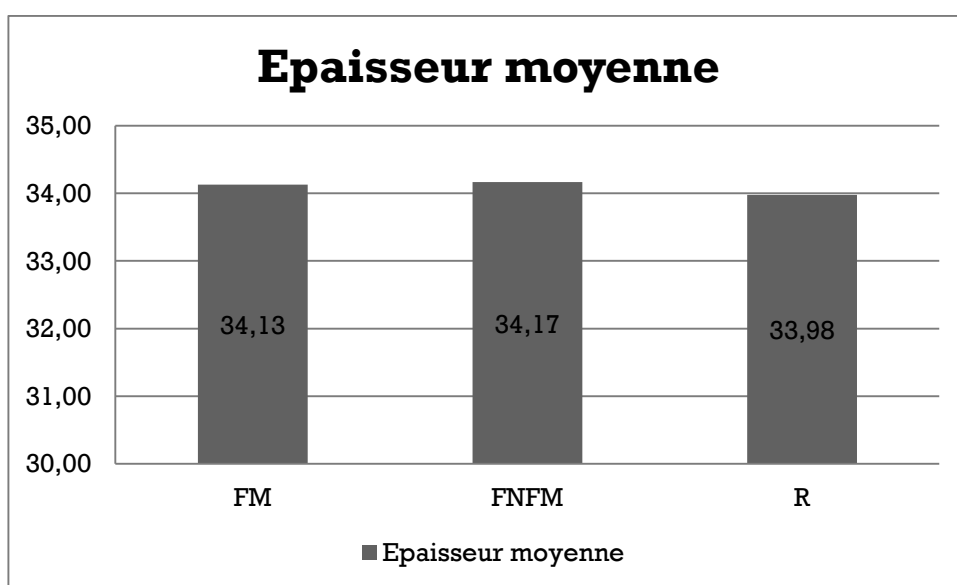


Figure 19 : Distribution des épaisseurs du liège des trois stations

Les moyennes des épaisseurs du liège enregistrées pour les trois stations varient d'une valeur minimale de 33,98 mm au niveau de la forêt de Rezgoune et une valeur de 34,13 mm au niveau de la forêt domaniale Fedj Mecta et une valeur de 34,17 mm au niveau de la station Forêt national Fedj Mecta.

Selon le (tableau 13) et (la figure 20) de distribution des échantillons de liège par classe commerciale d'épaisseur nous avons :

85 % des planches présentent des épaisseurs supérieures à 27 mm ce qui les situent comme étant aptes au bouchonnage.

15 % des planches présentent des épaisseurs inférieures à 27 mm et qui sont destinées pour la trituration et l'aggloméré.

Tableau 13 : Distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur

classe d'épaisseur	Forêt domaniale Fedj Mecta	Rezzgoune	Foret nationale Fedj Mecta	moyenne par classe	moyenne générale
<22	0 %	0 %	0 %	0 %	15 %
[22 -27]	25 %	20 %	0 %	15 %	
[27-32]	0 %	20 %	40 %	20 %	85 %
[32-40]	62,50 %	40 %	40 %	47,50 %	
>40	12,50 %	20 %	20 %	17,50 %	

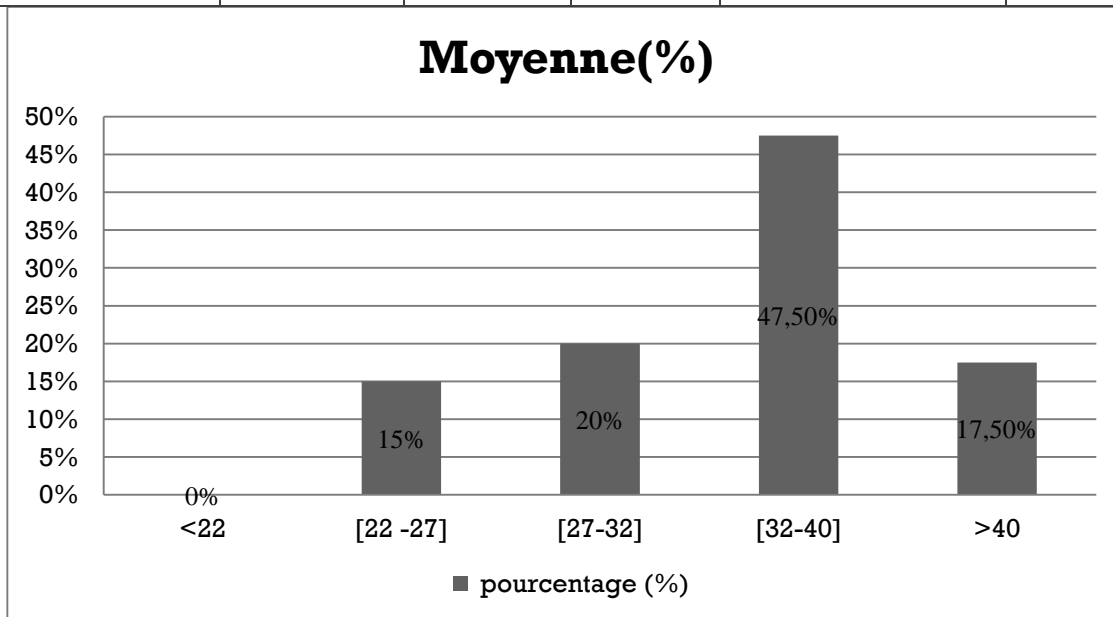


Figure 20 : Distribution des planches de liège par classes commerciales d'épaisseur

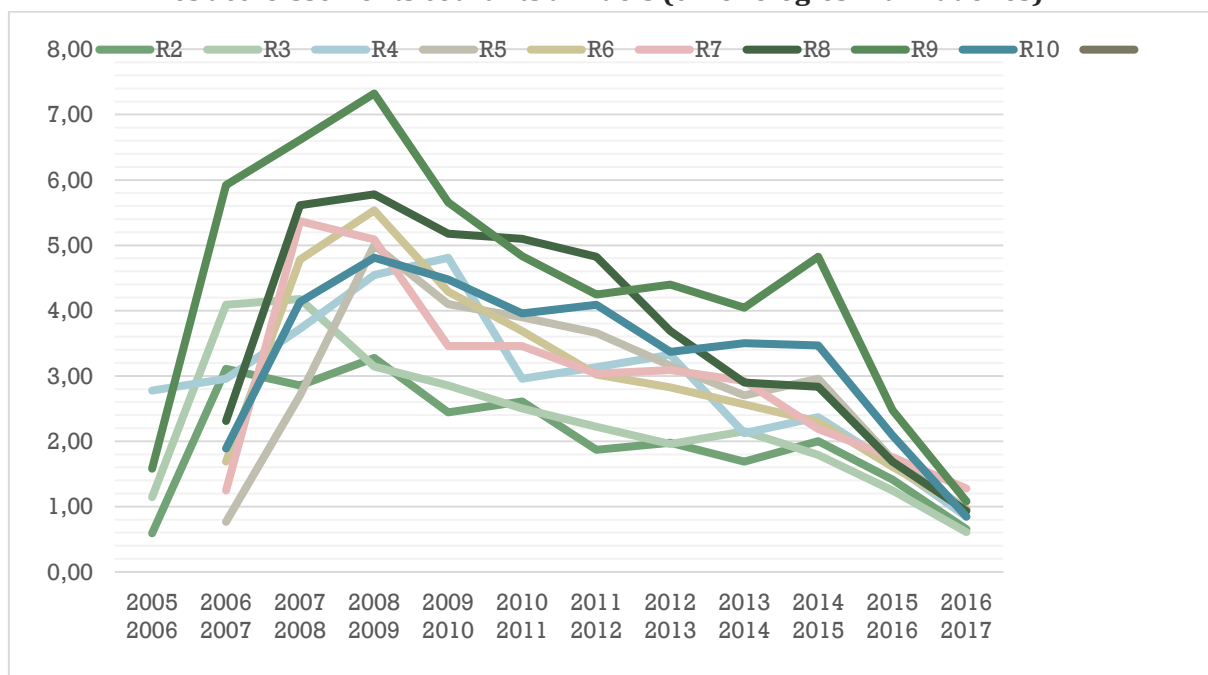
I-2 Accroissements du liège :**I-2-1 Les accroissements courants annuels (chronologies individuelles) :**

Figure 21 : Accroissements annuels enregistrés pour chaque arbre de la station de Rezzougne

I-2-1-1 Station Rezzougne :

L'analyse des courbes individuelles représentant les moyennes des accroissements de chaque arbre, démontre la présence de deux périodes, la première contenant des cernes épais, et l'autre des cernes minces. On constate aussi que nos arbres suivent la courbe théorique (Boudy ; 1950 et Natividade ; 1956) des accroissements du liège.

Les premières années du liège sont marquées par une formation importante du suber, mis à part le tout premier cerne qui, lui, ne correspond par contre, qu'à la moitié d'une période de formation.

L'analyse graphique de la croissance des cernes, formés depuis l'année de démasclage, nous montre la formation des années à cernes minces et des années à cernes épais.

Les années à cernes minces caractérisent les périodes 2005-2006 2006-2007 2013-2014 2014-2015 2015-2016 2016-2017. et sont illustrées respectivement comme suit : 1,38 mm ; 2,72 mm ; 2,63 mm ; 2,68 mm ; 1,69 mm ; 0,88 mm pour la station de Rezzougne.

Les années à cernes épais caractérisent les périodes : (2007-2008) (2008-2009) (2009-2010) (2010-2011) (2011-2012) (2012-2013) avec des valeurs respectives de 5,37 mm ; 5,09 mm ; 3,46 mm ; 3,46 mm ; 3,03 mm ; 3,09 mm ; 2,92 mm.

Il faut noter que les arbres R10 R9 R5 montrent des accroissements épais durant les dernières années de la formation du liège, en revanche l'arbre R2 se distingue par un léger affaiblissement de la croissance du cerne durant l'année (2007-2008).

I-2-1-2 Forêt domaniale FedjMecta :

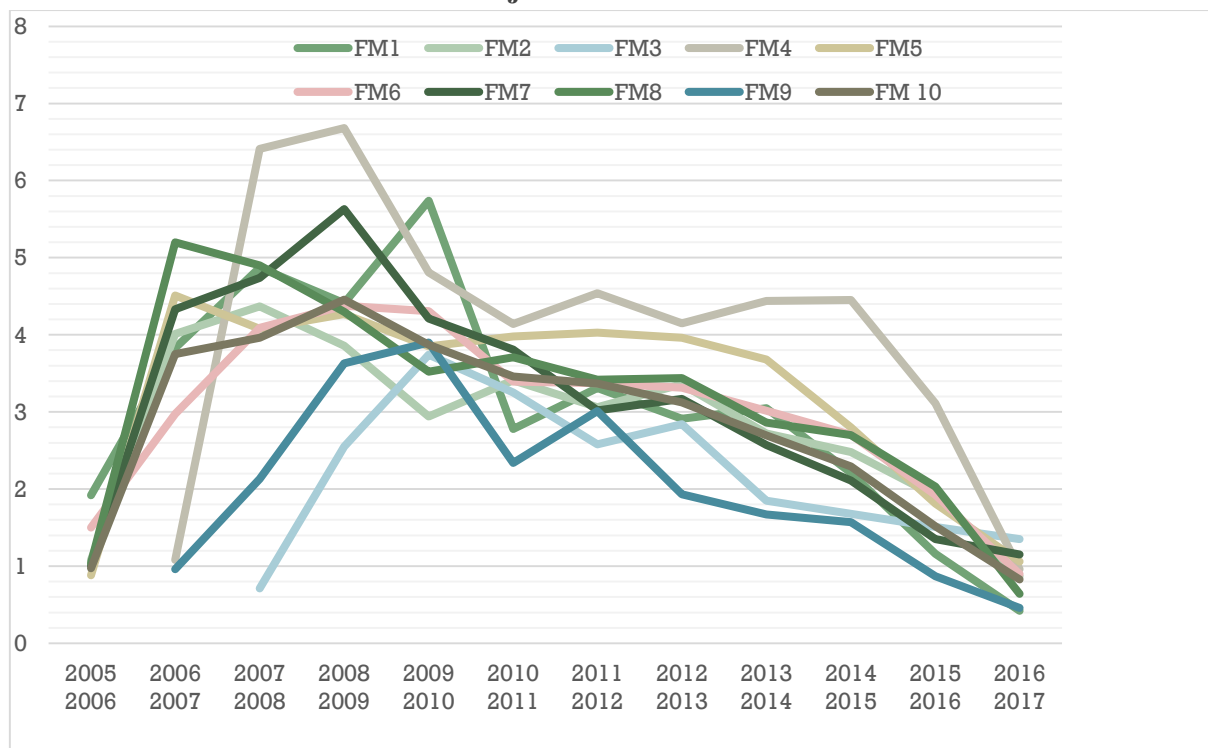


Figure 22 : Accroissements annuels enregistrés pour chaque arbre de la station de la forêt domaniale Fedj Mecta

Les années à cernes minces caractérisent les périodes (2005-2006) (2013-2014) (2014-2015) (2015-2016) (2016-2017). Sont illustrées respectivement comme suit : 1,13 mm ; 2,79 mm ; 2,44 mm ; 1,67 mm ; 0,85 mm.

Les années à cernes épais caractérisent les périodes : (2006-2007) (2007-2008) (2008-2009) (2009-2010) (2010-2011) (2011-2012) (2012-2013) avec des valeurs respectives de 3,46 mm ; 4,01 mm ; 4,43 mm ; 4,05 mm ; 3,42 mm ; 3,35 mm ; 3,17 mm.

Le graphe indique que les arbres FM4 FM7 ont montré des épaisseurs de cernes très importantes au court des années 2007-2008. On note aussi l'arbre FM1 montre des accroissements épais durant l'année 2009-2010 et l'arbre FM3 commence une croissance tardive en 2007, ce qui veut donc dire qu'il a été exploité en dernier.

I-2-1-3 Forêt nationale Fedj Mecta :

Le graphe ci-dessous, montre a première vue une croissance élevée des épaisseurs des cernes de l'arbre FNFN7 FNFN8 dans l'année 2007-2008, un déclin de croissance de cernes des arbres FNFN6 FNFN8 en 2009 puis une deuxième augmentation en 2010 qui se suit d'un autre déclin en 2012 ensuite une autre augmentation en 2013-14. L'arbre FNFN4 quant à lui a présenté des épaisseurs de cernes plus basses que les autres, mais tout en suivant la courbe théorique.

L'analyse graphique de la croissance des cernes, formés depuis l'année de démasclage, nous montre la formation des années à cernes minces et des années à cernes épais.

Les années à cernes minces caractérisent les périodes 2003-2004 2004-2005 2005-2006 2012-2013 2013-2014 2014-2015 2015-2016 2016-2017. et sont illustrées respectivement comme suit : 0,80 mm 2,09 mm 2,38 mm 2,83 mm 2,89 mm 2,48 mm 1,52 mm 0,87 mm

Les années à cernes épais caractérisent les périodes : 2006-2007 2007-2008 2008-2009 2009-2010 2010-2011 2011-2012 avec des valeurs respectives de 3,05 mm 3,92 mm 4,15 mm 3,63 mm 3,70 mm 3,24 mm.

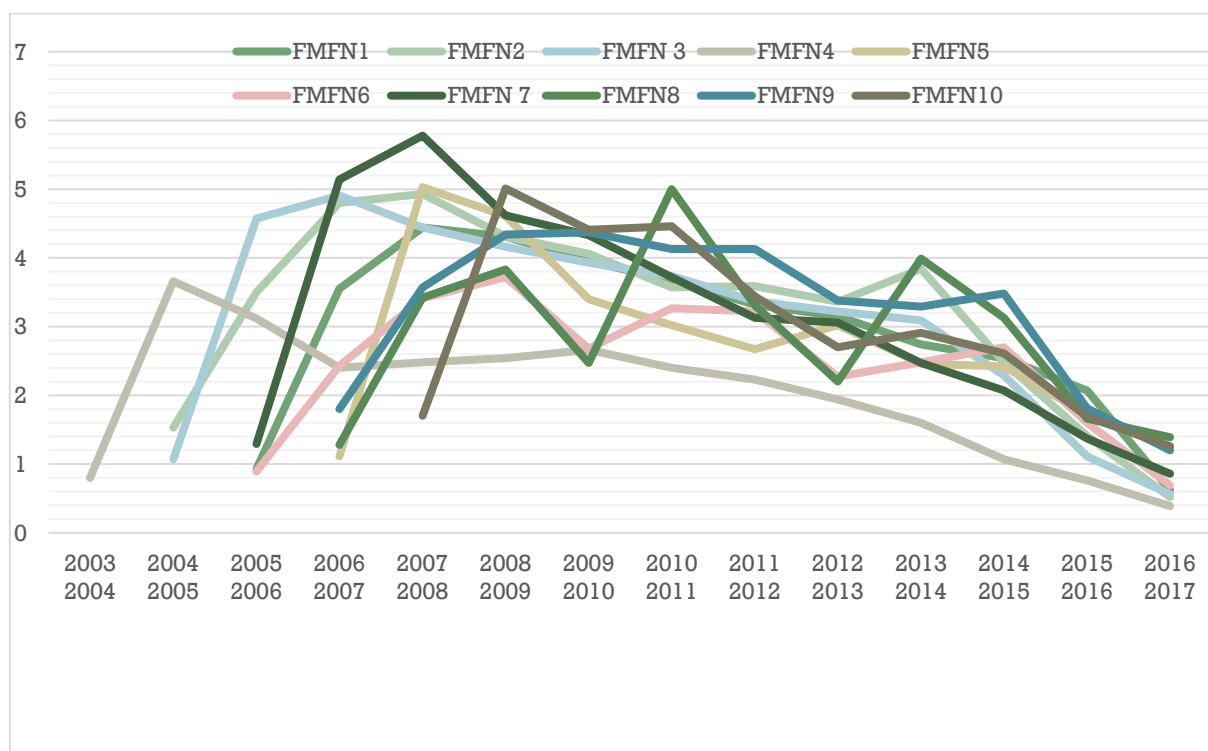


Figure 23 : Accroissements annuels enregistrés pour chaque arbre de la station de la forêt nationale Fedj Mecta

I-2-2 Accroissements courants moyens de série de synthèse (courbes maitresses) :

La figure schématise le développement des accroissements courants annuels pour les trois stations.

D’après cette figure, l’allure des courbes est similaire à la courbe théorique.

La croissance la plus importante est enregistrée lors de la quatrième année qui suit le déliègeage pour la station Rezgoune avec 4,74 mm puis vient la partie de déclin.

4,15 mm pour la station FNFN lors de sa cinquième année et 4,43 mm pour la station FM lors de sa quatrième année après exploitation.

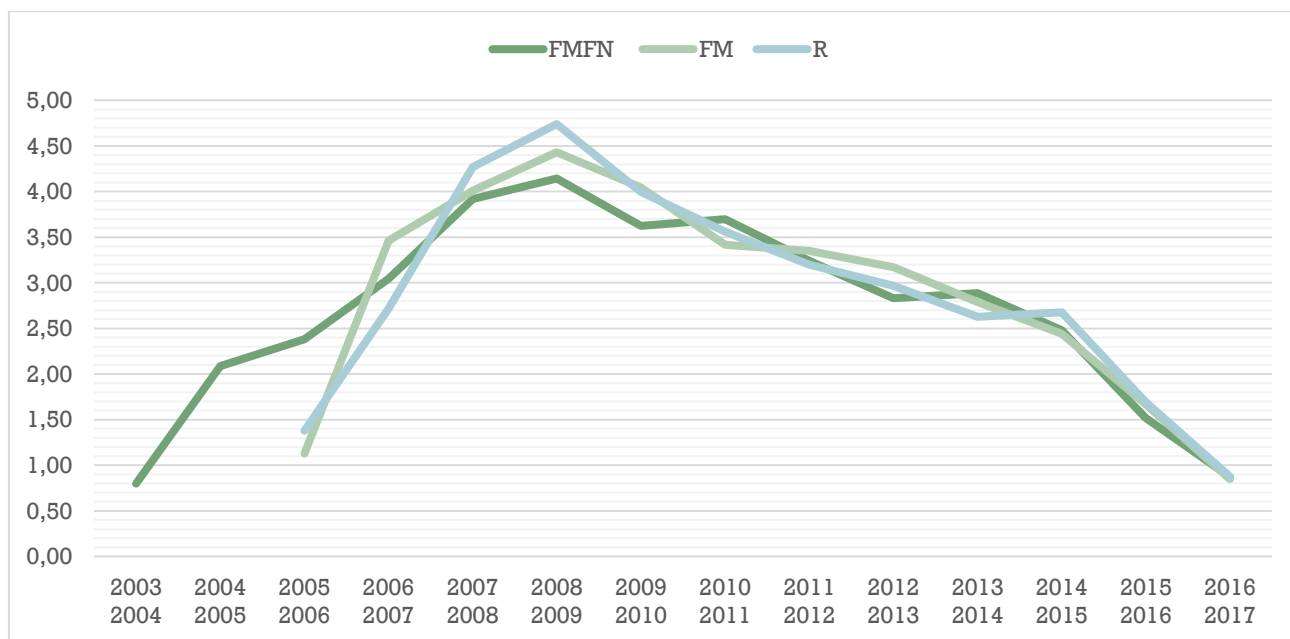


Figure 24 : Évolution des accroissements des séries de synthèse

I-2-2-1 Courbes cumulées :

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 attentent à partir de l’année (2013-2014).

Nous remarquerons que la courbe de la station Fedj Mecta et la courbe de la station Rezgoune sont superposées et atteignent respectivement 34,77 mm et 34,71 mm donc, le cycle de croissance des arbres des deux stations est probablement les mêmes, ce qui peut s’expliquer avec une évolution dans les mêmes conditions climatiques.

Quant à la courbe de la station forêt national Fedj Mecta, elle montre que l'épaisseur commerciale a été atteinte pendant l'année (2011-2012), c'est-à-dire en 9 ans, le liège a atteint l'épaisseur bouchonnable.

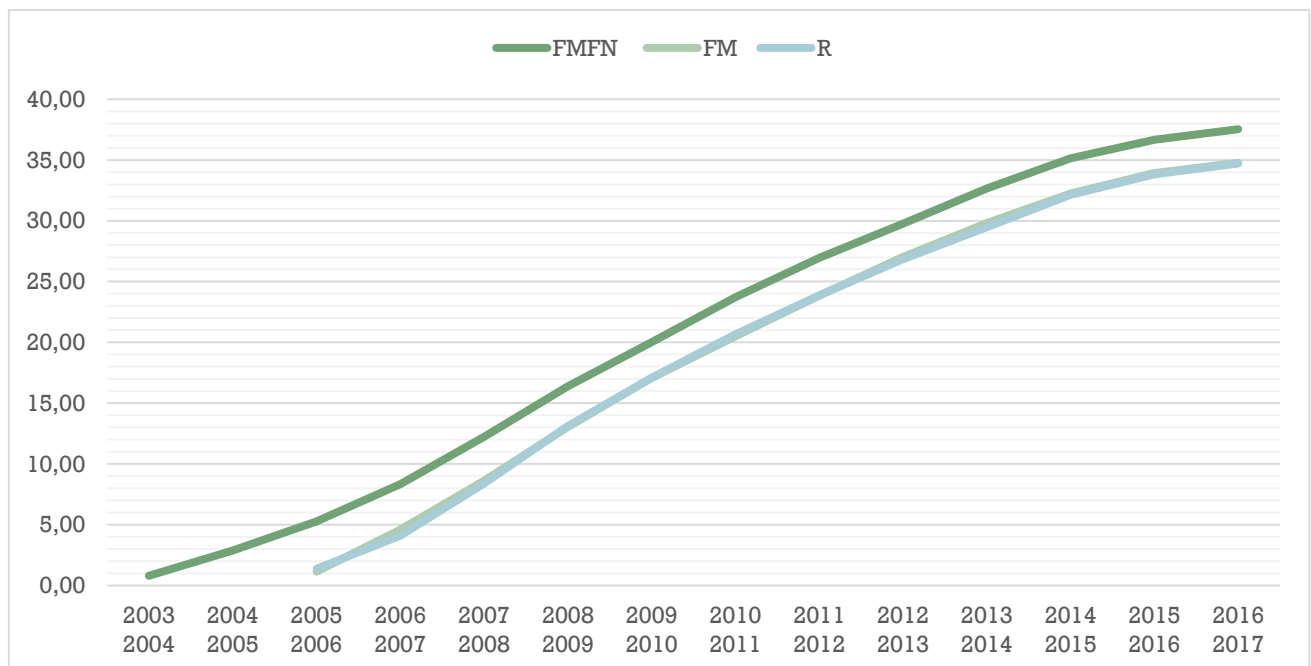


Figure 25 : Les accroissements courants moyens cumulés des trois stations

I-2-3 Résultats du coefficient d'aplatissement et du coefficient d'asymétrie :

Tableau 14 : Paramètres statistiques des épaisseurs des cernes.

variable	FNFM	FM	R
variance	1,14	1,30	1,37
kurtosis	-0,60	-0,57	-0,58
Asymétrie	-0,54	-0,69	-0,19
min	0,87	0,88	0,88
max	4,15	4,41	4,74

D'après les résultats des paramètres statistiques des épaisseurs des cernes nous remarquons que le Kurtosis (le coefficient d'aplatissement) pour l'épaisseur des cernes présente des valeurs négatives dans les trois stations, forêt nationale Fedj Mecta, forêt domaniale Fedj Mecta et Rezgoune ; cela signifie que la croissance des épaisseurs des cernes est aplatie.

Le coefficient d'asymétrie montre que les trois stations présentent des valeurs négatives, ce qui signifie que les épaisseurs des cernes suivent une distribution unilatérale décalée vers les plus faibles valeurs.(Tableau 14).

I-2-6 La sensibilité moyenne :

I-2-6-1 Sensibilité moyenne des séries individuelles :

Tableau 15 : Sensibilités moyennes des chronologies individuelles des trois stations

	SM FNFM	SM FM	SM R
À 1	0,29	0,38	0,30
À 2	0,30	0,30	0,34
À 3	0,29	0,30	0,29
À 4	0,28	0,36	0,25
À 5	0,29	0,27	0,35
À 6	0,34	0,24	0,28
À 7	0,29	0,29	0,27
À 8	0,46	0,31	0,27
À 9	0,22	0,39	0,33
À 10	0,28	0,27	0,27

Le (Tableau 15) ci-dessus nous indique les valeurs minimales et maximales de la sensibilité moyenne des séries individuelles des trois stations qui sont présentées par des valeurs comprises entre 0,22 et 0,46.

Cette variation montre que les arbres dépendent aux facteurs du milieu de la même façon.

À l'intérieur des deux autres stations on retrouve 0,24 propre à la station forêt domaniale FedjMecta et 0,25 dans la station Rezgoune comme étant des minimales, tandis que leurs valeurs maximales sont de 0,39 pour la forêt domaniale FedjMecta et 0,35 pour Rezgoune.

I-2-3-1 Sensibilité moyenne de séries de synthèse :

Tableau 16 : Sensibilité moyenne des chronologies maitresses

station	FNFM	FM	R
SMm	0,245	0,257	0,263

Selon le (Tableau 16) les sensibilités moyennes des chronologies maitresses varient entre 0,245 et 0,263.

I-2-4 Coefficient d'interdatation :

Le (Tableau 17) suivant représente les valeurs calculées des coefficients d'interdatation des séries de synthèses :

Tableau 17 : coefficient d'interdatation des séries de synthèse.

station	FNFM	FM	R
SR	0,806	0,823	0,890

Les résultats des coefficients d'interdatation des séries de synthèses des trois stations sont presque égaux et proches de 1, on constate donc une synchronisation optimale sans pour autant présumer l'intensité du signal climatique (TESSIER, 1984). Selon (MUNAUT, 1979) c'est le synchronisme entre plusieurs séries de cernes.

Tableau 18 : Comparaison entre les sensibilités moyennes des chronologies maitresses et les coefficients d'interdatation des séries de synthèse

station	FNFM	FM	R
SMm	0,245	0,257	0,263
SR	0,806	0,823	0,890

La confrontation entre les deux paramètres sensibilité moyenne et coefficient d'interdatation indique une forte différence ($SR > SM$). Cela nous révèle une réponse modérée, mais très homogène des individus vis-à-vis au climat.(Tableau 18)

I-3 Résultats de l'analyse de la variance :

I-3-1 Épaisseur du liège :

La comparaison des moyennes des épaisseurs du liège est faite à l'aide de l'analyse de la variance à deux facteurs de classification et le test de NEWMAN et KEULS.

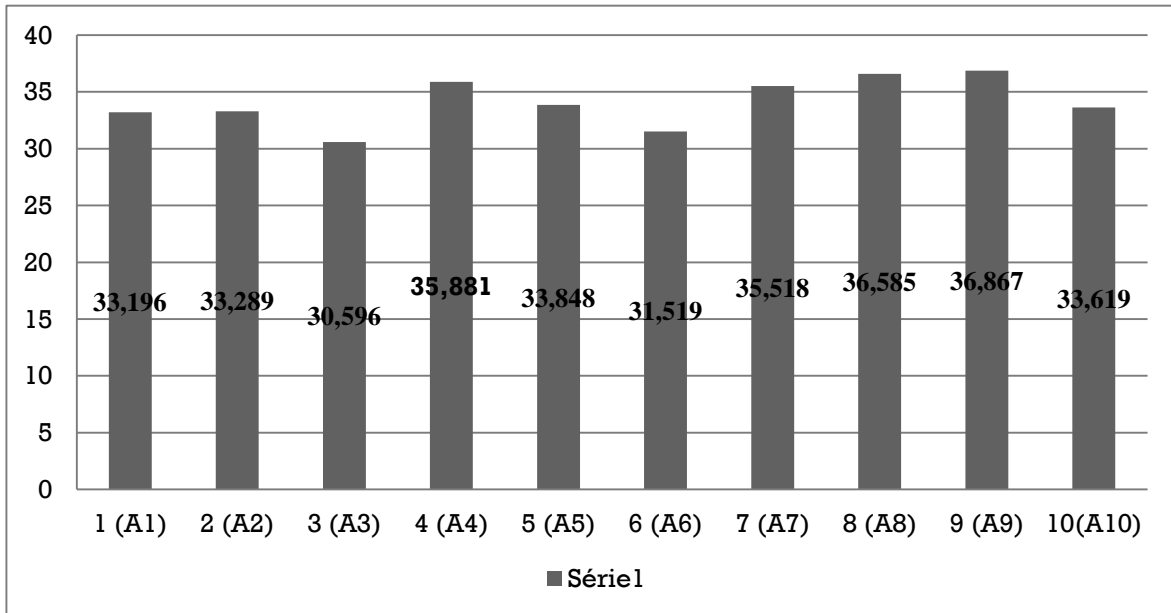


Figure 26 : distribution de l'épaisseur du liège des arbres des trois stations

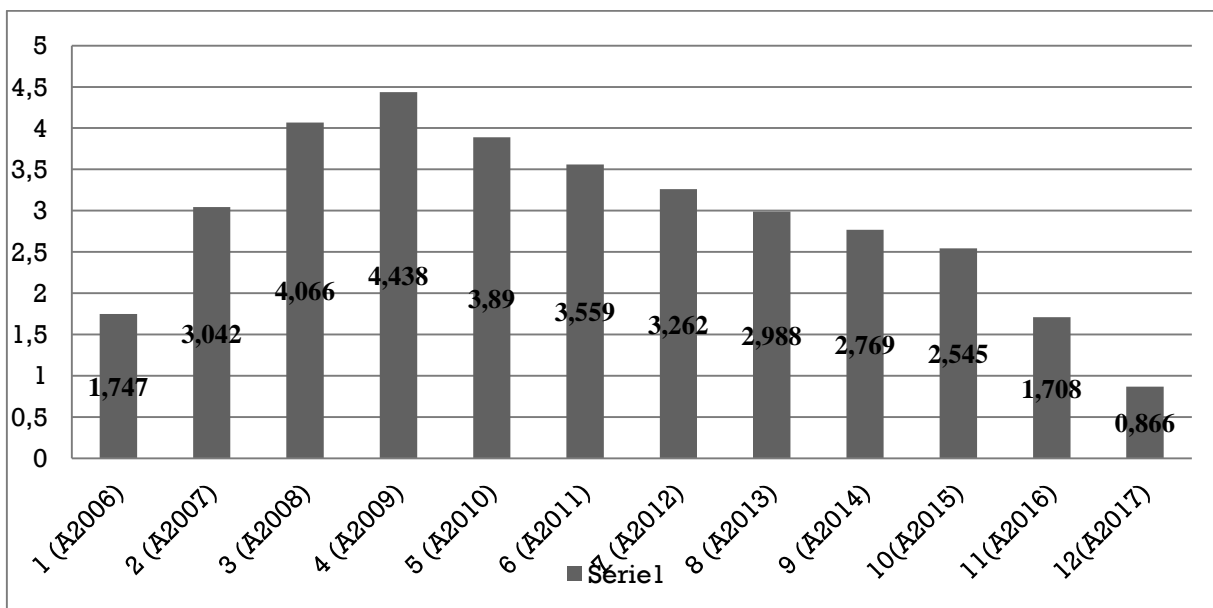


Figure 27 : distribution de l'épaisseur des cernes du liège des arbres des trois stations

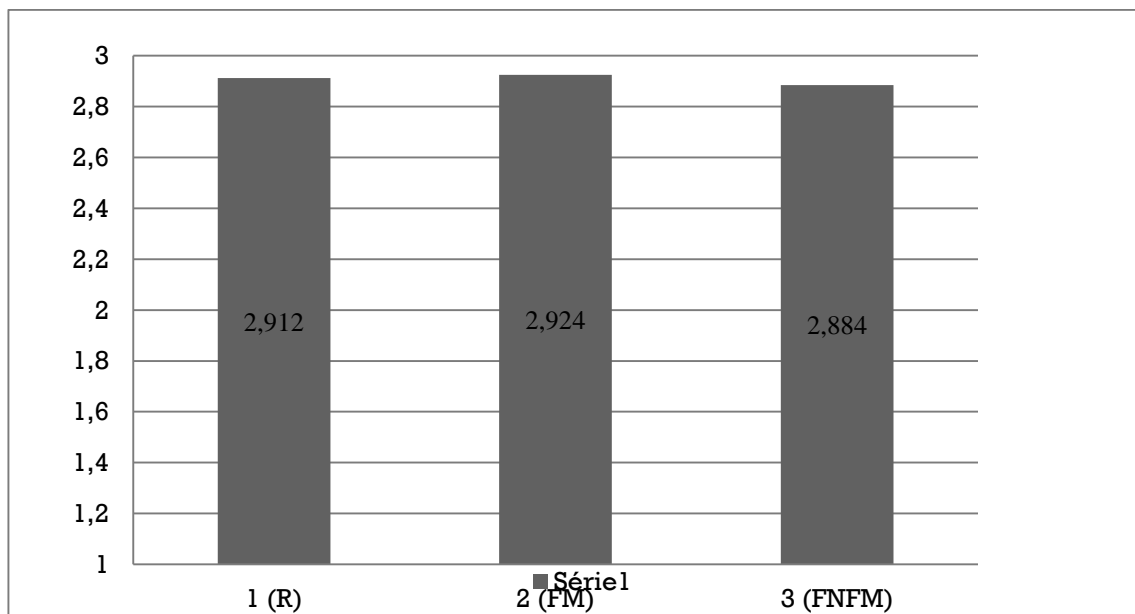


Figure 28 : distribution de l'épaisseur des cernes du liège des trois stations

Tableau 19 : Comparaison des résultats de l'analyse de la variance et du teste NEWMAN et KEULS pour la variable épaisseur du liège

	Variation totale	Variation du facteur 1 station	Variation du facteur 2 arbre	Variation inter factorielle	Variation résiduelle
S. C. E	4190,186	0,632	357,494	3521,197	310,864
D. D. L	89	2	9	18	60
C. M	47,081	0,316	39,722	195,622	5,181
F_{Théo} /p = 0,95		3,15	2,04	1,75	
F_{Théo} /p = 0,99		4,98	2,72	2,20	
F_{Théo} /p = 0,999		7,77	3,69	2,83	
F_{Obs}		0,061	7,667	37,757	
Probabilité		0,9405	0	0	
Interprétation		Pas de différences	D.THS	D.THS	

Avec :

S.C.E (Somme des carrés des écarts) ;

C.M (Carré moyen) ;

Fobs (Fonction observée) ;

D.D.L : Degrés de liberté,

Fthéo (Fonction théorique lue)

D.THS : Différences très hautement significatives ;

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différences significatives entre stations, le facteur arbre ainsi que l'interaction entre les deux facteurs, qui sont facteur station et facteur arbre présentent quant à eux des différences significatives au seuil de 5 %, 1 % et 1 ‰, et le F Obs est plus faible que le F Théo dans le cas du facteur station, par contre le facteur station et l'interaction entre les deux facteurs le F Théo est plus grand par rapport au F Obs. (Tableau 19).

Tableau 20 : Les groupes homogènes établis par le teste de NEWMAN et KEULS pour le facteur arbre.

Arbre	MOYENNE S	GROUPES HOMOGÈNES				
A9	36,867	A				
A8	36,585	A	B			
A4	35,881	A	B	C		
A7	35,518	A	B	C		
A5	33,848		B	C	D	
A10	33,619		B	C	D	
A2	33,289			C	D	E
A1	33,196			C	D	E
A6	31,519				D	E
A3	30,596					E

D'après le tableau 20 le teste de NEWMAN et KEULS nous révèle sept groupes homogènes (A, AB, ABC, BCD, CDE, DE, E).

- L'arbre A9 représente le groupe A avec 36,867 de moyenne.
- L'arbre A8 représente le groupe AB 36,585.
- Les arbres A4 et A7 représentent le groupe ABC avec des moyennes de 35,881 et 35,518 respectivement.
- Les arbres A5 et A10 représentent le groupe BCD avec les moyennes suivantes : 33,848 et 33,619.
- Les arbres A2 et A1 représentent le groupe CDE en ayant des moyennes de 33,289 et 33,196.
- L'arbre A6 représente le groupe DE avec 31,519.
- L'arbre A3 représente le groupe E avec 30,596.

I-3-2 Épaisseur de cerne du liège en fonction du temps :

Tableau 21 : Comparaison des résultats de l'analyse de la variance et du teste NEWMAN et KEULS pour la variable épaisseur des cernes du liège à travers le temps.

	Variation totale	Variation du facteur 1 : temps	Variation du facteur 2 : station	Variation inter factorielle	Variation résiduelle
S. C. E	661,306	369,928	0,1	17,615	273,664
D. D. L	359	11	2	22	324
C. M	1,842	33,63	0,05	0,801	0,845
F_{Théo} /p = 0,95		1,88	3,04	1,62	
F_{Théo} /p = 0,99		2,41	4,71	1,97	
F_{Théo} /p = 0,999		3,12	7,15	2,42	
F Obs		39,815	0,059	0,948	
Probabilité		0	0,94221	0,53165	
Interprétation		D.THS	Pas de différences	Pas de différences	

Les résultats montrent des différences très hautement significatives pour le facteur temps, le facteur station ainsi que l'interaction entre les deux ne présentent pas de différences au seuil de 5 % ,1 % et 1 ‰, et le F Obs est plus grand que le F Théo dans le cas du facteur temps, quant au facteur station et l'interaction entre les deux stations le F Théo est supérieur au F Obs. (Tableau 21).

Tableau 22 : Les groupes homogènes établis par le teste de NEWMAN et KEULS pour le facteur temps.

ANNÉE	MOYENNES	GROUPES HOMOGÈNE					
A2009	4,438	A					
A2008	4,066	A	B				
A2010	3,89	A	B				
A2011	3,559		B	C			
A2012	3,262			C	D		
A2007	3,042			C	D	E	
A2013	2,988			C	D	E	
A2014	2,769				D	E	
A2015	2,545					E	
A2006	1,747						F
A2016	1,708						F
A2017	0,866						G

Le tableau 22 nous décrit neuf groupes homogènes selon le teste de NEWMAN et KEULS, les groupes (A, AB, BC, CD, CDE, DE, E, F, G).

- L'année 2009 est caractérisée par le groupe A avec la moyenne la plus élevée qui est de 4,438.
- Les années 2008 et 2010 représentent le groupe AB avec des moyennes de 4,066 et 3,89.
- L'année 2011 est caractérisée par le groupe BC avec une moyenne de 3,559.
- L'année 2012 est caractérisée par le groupe CD avec une moyenne de 3,262.
- Les années 2007 et 2013 sont représentées par le groupe CDE avec des moyennes de 3,042 et 2,988.
- L'année 2014 est représentée par le groupe DE avec une moyenne de 2,769.
- L'année 2015 est caractérisée par le groupe E avec une moyenne de 2,545.
- Les années 2006 et 2016 sont caractérisées par le groupe F avec des moyennes qui sont de 1,747 et 1,708.
- L'année 2017 est caractérisée par le groupe G avec la plus faible moyenne qui est de 0,866, car est comptabilisé comme étant la moitié d'une année (année de démasclage).

CHAPITRE IV : DISCUSSION DES RÉSULTATS

I- Discussion des résultats :

Dans ce travail, nous avons essayé d'analyser les accroissements du liège de la région de Souk-Ahras. L'étude a ciblé particulièrement le liège provenant de FD Fedj Mactaa, FN Fedj Mecta et Rezgoune. Les échantillons de liège ont été prélevés à partir des piles entreposées au niveau du dépôt de liège de Souk-Ahras.

Le liège doit avoir une épaisseur optimale pour qu'il soit utilisable dans la fabrication de bouchons (IPROCOR, 1999). Les calibres les plus utilisés, destinés à la bouchonnerie, sont surtout les 27–32 mm et 32–40 mm (FERIERA *et al.* 1999). Le liège de nos trois stations se situe à une altitude de 950m et présente un âge moyen global de 12 ans, et une épaisseur moyenne générale de 34,09 mm. De ce fait notre liège est classé dans la catégorie du liège régulier.

La distribution de notre liège selon les classes commerciales montre que 85 % des planches présentent des épaisseurs supérieures à 27 mm ce qui les rends aptes au bouchonnage, et la classe de 32-40 mm possède le pourcentage d'épaisseur le plus élevé avec 47,50 %, d'ailleurs l'épaisseur moyenne globale du liège se trouve dans cette même classe commerciale, par conséquent nous avons 15 % des planches du liège qui sont inférieure à 27 mm qui seront destinés à la trituration, l'aggloméré et l'artisanale (Tableau 13).

Comparativement aux résultats obtenus par Metna (2003) dans la suberaie orientale de la wilaya de Tizi-Ouzou, Ferreira *et al.*(1999) au Portugal et Ghezali (2008) dans la wilaya de Jijel avec des taux respectifs de 55 %, 75 % et 63 % du liège présentant des épaisseurs supérieures à 27 mm, ces derniers sont inférieurs à ceux obtenus dans notre zone d'étude, où 85 % des planches présentent une épaisseur supérieure à 27 mm. Nos résultats coïncident avec ceux de SETOUTAH (2011) dans la wilaya de Jijel cas des cantons d'Elaouana, Texxena, Tahir et El-Milia.

Nous avons enregistré une moyenne d'épaisseur sur nos trois stations d'études de 34,09 mm en un âge moyen de 12ans. Cette dernière est élevée par rapport à celles obtenues par (METNA 2003) (GHEZALI 2008) (MELAHI *et* TAGHARSIFTH 2011) (SMAIL *et* MOHAMMEDI 2021), sur des âges moyens respectifs de 12ans, 20ans, 12ans et 11ans. Ceci pourrait être dû aux conditions écologiques favorables à la croissance du liège dans notre zone d'étude notamment les stations de Souk-Ahras.

La croissance annuelle des cernes de liège des trois stations étudiées sur les douze dernières années nous révèle une moyenne de 2,90 mm. Cette dernière est élevée par rapport a celle obtenue par BOUKANTAR (1997) en un âge moyen de 9ans dans la région de Yakouren Tizi-Ouzou (2,39 mm), celle obtenue par ABDEMZIEM *et* NEKMOUCHE (2002) dans la forêt expérimentale de Taourirt, avec une moyenne de 2,26 mm en un âge moyen de 13ans, ainsi que celle obtenue par STOUTAH (2011) dans la région de Jijel avec une valeur moyenne de 1,82 mm en un âge moyen de 8ans. Nous citons aussi SMAIL *et* MOHAMMEDI (2021) dans la région d'El-Taref avec un accroissement moyen de 2,79 mm en un âge moyen de 11ans. Par contre nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par FERIERA *et al.* (1999) au Portugal. Cette dernière a enregistré une moyenne de 4,1 mm sur les huit premières années

du cycle de production du liège. Ceci pourrait s'expliquer par la différence d'âge des lièges utilisés pour le calcul de ces moyennes annuelles. BOUDY (1950) et NATIVIDADE (1956) notent que la croissance du liège est plus importante durant les premières années de production puis elle diminue au fur et à mesure que le liège augmente dans l'âge.

L'analyse des courbes d'accroissement des cernes du liège de nos trois stations montre que la première année est caractérisée par une faible valeur de l'épaisseur des cernes, ceci pourrait s'expliquer par l'affaiblissement des arbres après le déliègeage qui ont été dénudés de leur tissu de protection. Par conséquent ils deviennent exposés aux aléas climatiques, ce qui pourrait provoquer l'évaporation de la sève et le dessèchement de la partie externe de la mère (phellogène) et qui sera rétablie au fur et mesure après le sixième mois selon les conditions du milieu et le tempérament de l'arbre. À partir de la seconde année, nous constatons des valeurs des épaisseurs des cernes qui augmentent progressivement jusqu'à environs la quatrième ou cinquième année selon les arbres puis commencent à diminuer jusqu'à la dernière année de production en suivant donc la courbe théorique énoncée par BOUDY (1952) et NATIVIDADE (1956). Des exceptions ont été remarquées au niveau des arbres R2 ; R5 ; R9 ; R10 de la station Rezgoune, FM1; FM3 de la station FD FedjMecta et FNF6 ; FNF8 de la station FN FedjMecta (Figure 21 ; 22 ; 23). Elles sont caractérisées par quelques variations de croissance qui pourraient être dûes aux variations génétiques de l'espèce chêne-liège étant donné que cette dernière présente plusieurs variétés. IPROCOR (1999) note que deux facteurs peuvent influencer l'épaisseur du liège notamment les facteurs écologiques qui influencent la croissance de l'arbre et les facteurs génétiques ; du fait que l'héritage d'un arbre peut limiter sa productivité en liège malgré les conditions stationnelles favorables.

L'observation des trois courbes de chronologie maitresse nous montre qu'elles ont suivi l'allure de la courbe théorique énoncée par BOUDY (1952) et NATIVIDADE (1956). Nous remarquons aussi l'absence de chevauchement entre les courbes des séries de synthèse (figure 24). Ce qui nous révèle la présence d'un synchronisme et l'homogénéité dans la réaction des arbres des trois stations vis-à-vis des facteurs climatiques, contrairement aux travaux de MELLAHI et TAGHARSIFT (2011) qui ont présenté un chevauchement entre les courbes maitresses, l'absence de synchronisme et une hétérogénéité dans la réaction des stations aux facteurs climatiques.

L'étude des accroissements courants moyens cumulés nous permet de déterminer l'âge correspondant à la dimension de l'exploitabilité et par conséquent le nombre de récoltes à escompter.

Pour (BOUDY 1950), la circonférence de démasclage est de 70 cm sur écorce qui est acquise dans les conditions de climat, de sol et de végétation normales. L'épaisseur de démasclage dépend de la vitesse de croissance de l'arbre. Plus les conditions du milieu physique et l'état physiologique du peuplement sont favorables, plus l'âge de démasclage est petit (25 ans environ). Selon l'observation de nos courbes cumulées, nous déduisons que l'épaisseur de démasclage a été atteinte durant l'année (2013/2014) pour les deux stations FD Fedj Mecta et Rezgoune où leurs courbes se superposent, ce qui indiquerait que l'évolution du

cycle de formation des cernes a été effectuée dans les mêmes conditions climatiques (Figure 26).

L'analyse des résultats des paramètres statistiques des épaisseurs des cernes de liège montre des valeurs négatives pour le coefficient d'aplatissement et le coefficient d'asymétrie dans les trois stations. Ce qui indique que le cycle de croissance des épaisseurs des cernes est aplati, les épaisseurs des cernes suivent une distribution unilatérale décalée vers les plus faibles valeurs (tableau 14).

La combinaison entre les deux paramètres sensibilité moyenne et coefficient d'interdatation indique un fort coefficient d'interdatation et une faible sensibilité moyenne ($SR > SM$). Cela nous démontre l'existence d'une réponse modérée, mais très homogène des arbres au climat de la région (tableau 18) et ces résultats sont les mêmes par rapport à ceux de MELLAHI et TAGHARSIFT (2011) et ceux STOUTAH (2011)

Selon (IPROCOR, 1999), suite aux précipitations annuelles denses, des températures optimales et des sols profonds, la production du liège augmente, par contre dans le cas des stations à faibles potentialités, la production de liège est faible.

Le même auteur note aussi que deux facteurs peuvent influencer l'épaisseur de liège notamment les facteurs écologiques (la croissance de l'arbre), et les facteurs génétiques ; du fait que, l'héritage d'un arbre peut limiter sa productivité en liège malgré les conditions situationnelles favorables. Comme il pourrait aussi être dû à la nature des stations qui sont représentées par des peuplements âgés et des structures irrégulières.

Dans l'étage humide, le chêne-liège est concurrencé par le chêne Zeen et la nature du sol (BOUDY, 1952). Il ajoute aussi que dans les régions les plus arrosées et à basse altitude, les écorces croissent rapidement. Ces variations peuvent être dues aussi aux facteurs altitudes et aux types de sols des stations étudiées.

D'après les résultats des différentes analyses de la variance effectuées, il apparaît que la variable épaisseur ne présentent pas de différences significatives entre les stations étudiées que ce soit pour la première étude où nous avons pris toutes les années de production que ce soit pour la deuxième étude où nous avons pris une période commune pour toutes les stations (2005 , 2017). Ceci implique que les conditions écologiques de ces dernières ainsi que les facteurs climatiques n'ont pas influencé la production du liège des arbres de nos stations. Ces résultats confirment ceux obtenus au niveau des paramètres sensibilité moyenne et coefficients d'interdatation qui relatent une réaction modérée et homogène des arbres étudiés aux facteurs climatiques. Par contre, nous enregistrons des différences très hautement significatives entre les arbres des stations (facteur arbre, tableau 19 et 21) et entre les arbres d'une même station, nous constatons une hétérogénéité considérable (des coefficients de variations qui varient d'une valeur minimale de 32,18 enregistrée au niveau de la station FMFN a une valeur maximale de 38.69 enregistrée au niveau de la station de Rezgoune). Ceci pourrait être dû à la variation génétique entre les arbres du chêne-liège, étant donné que

pour le chêne-liège le cycle de croissance des cernes ainsi que la qualité du liège dépendent de l'héritage de chaque arbre. Donc l'hypothèse de l'influence du facteur génétique pourrait être maintenue.

CONCLUSION

Conclusion :

A l'issue de notre travail qui a eu pour objectif la contribution à l'étude des accroissements du liège au niveau des stations Forêt Domaniale Fedj Mecta, Forêt Nationale Fedj Mecta et Rezgoune de la wilaya de Souk-Ahras.

Notre région d'étude est située dans le bassin méditerranéen, ce qui fait qu'elle réunit toutes les conditions favorables au développement du chêne-liège.

L'échantillonnage pour toutes les stations a été établi en 2017, des planches de liège ont été prélevées dans des dépôts selon la méthode d'échantillonnage stratifié systématique. Les résultats obtenus se résument comme suit :

La croissance moyenne annuelle du liège, des trois stations, est de 2,90 mm. L'épaisseur moyenne globale est de 34,09 mm acquis en un âge moyen de 12 ans, dépassant ainsi la classe des 27 mm. Ceci classe notre liège dans la catégorie du liège régulier donc apte au bouchonnage.

Les analyses statistiques ont révélé l'absence de variations significatives des variables épaisseur d'une planche de liège et accroissement moyen annuel entre les stations étudiées. Par contre nous enregistrons des variations très hautement significatives de la variable épaisseur entre les arbres des trois stations ainsi que d'un arbre à un autre d'une même station et de la variable accroissement moyen annuel du liège d'une année de production à une autre.

L'analyse des paramètres de la sensibilité moyenne et coefficient d'interdatation indiquent que les courbes de séries de synthèse des accroissements du liège ne présentent pas de chevauchement entre elles et prennent l'allure de la courbe théorique énoncée par BOUDY (1950) et NATIVIDADE (1952). Ceci nous révèle la présence d'un bon synchronisme et une réaction modérée, mais homogène des arbres des trois stations vis-à-vis des facteurs climatiques.

Pour une étude plus approfondie, de nombreuses perspectives sont à prendre en considération :

- Effectué un échantillonnage sur des arbres de même âge et augmenter le nombre d'échantillons
- Appliqué les règles de démasclage adéquates.
- Inclure une étude des caractéristiques 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 stationnaires.
- Faire une étude chimique et microbiologique sur les composantes qui influe sur le liège.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques :

- **A.N.F, 1992.**
- **ABBARA A., 2018.** Chêne-liège (*Quercus suber*) - Composition du tronc, Botanica, Paris/France
- **ALLILI N ; 1983.** **Contribution** à l'étude de la régénération du chêne-liège dans la forêt domaniale de Béni Ghobri (Tizi-Ouzou). Thèse Ing I.N.A. El-Harach. 53 P.
- **ALLOUI. A et al., 2006.** Étude de la qualité du liège de reproduction des suberaies d'AIN DRAHAM. Institut sylvopastoral Tunisie, 44-59Pp.
- **Amorim 2012.**
- **AOUKA.,1979.** Étude de la régénération naturelle du chêne- liège et de la production on de liège de reproduction en fonction des facteurs de la saison de la série V de la forêt domaniale d'El Milia, Thèse d'Ing., I.N.A.El Harrach, pp. 18-21.
- **BAGNOULS F .et GAUSSEN H., 1953.** saison sèche et indice xéothermique. Bull. Sci. Hist. Toulouse, 259p.
- **BELABBAS Dj. et GETTAS. A ; 1989 :** Contribution à l'étude de la structure et de la production subéricoles d'un Tallis de chêne-liège dans la forêt domaniale des Beni-Ghobri cas d'une tranche pare-feu Tala Rbiad. Mémoire d'Ingénieur d'état en Agronomie Tizi-Ouzou 69 P.
- **Belkheir DEHANE et Mohamed GHEFAR2017 :** Etude de la variabilité de croissance du liège dans le Nord Algérien Study of the variability of growth of the cork in Northern Algeria. Geo-Eco-Trop., 2017.41 P
- **BENABID ,2000**
- **BOUCHAFRA ET FRAYAL, 1991**
- **BOUDY P ; 1952 .**Guide du forestier en Afrique du Nord .La maison Rustique .Parie ,505P.
- **BOUDY P., 1950.** Economie forestière Nord Africaine. Monographie et traitement des essences forestières. Ed, Larousse, Paris, 575p.
- **BOUDY P., 1956.** Economie forestière nord-africaine. Tome 4.Ed. Larousse, 247 P.
- **BOUDY ; 1955.**Economie forestière Nord-Africaine .Tome4.Ed. Larousse, 246 P.
- **BOUHRAOUA R. DAHANE B. GHANEM A. et BELHOUCINE L., 2010.** Impacte des variations climatiques (pluviométrie) sur l'état sanitaire des arbres et les accroissements du liège dans quelques suberaies de l'Ouest algérien.», Vivexpo 2010, université de Tlemcen.

- **BOUHRAOUA R. DAHANE B. GHANEM A. et BELHOUCINE L., 2010.** Impacte des variations climatiques (pluviométrie) sur l'état sanitaire des arbres et les accroissements du liège dans quelques suberaies de l'ouest algérien.», Vivexpo 2010, université de Tlemcen
- **BOUHRAOUA, 2003**
- **CANTAT.R ; et PIAZZETTE.R. (I.M.L) ,2005 .**La levée du liège ce qu'il faut savoir sur l'exposition du chêne liège .Guide technique et de la vulgarisation ,24p.
- **CHADIGAN ,1990**
- **CHERIET, 2009**
- **COME, 1975**
- **DAGNELIE P. 1975.**Théories et méthodes statistiques .Vol2.Ed. Presses agronomiques de Gembloux, 463p.
- **DAGNELIE p ; 1973.**Théories et méthodes applications agronomiques. Vol1.Presses agronomique de Gembloux, 378p.
- **DAHANE B., 2006. Incidences des facteurs écologiques sur les accroissements du liège de quelques suberaies oranaises** (Enc. MrBouhraouaRT).
- **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).
- **DEHIRI T., 2017.** Contribution à l'étude de la qualité du liège de la forêt domaniale de Nesmoth (Wilaya de MASCARA), Université de Tlemcen, 69p.
- **DELPONT,1985 in AMARA, 2015**
- **DESSAIN G.et TONDELIER M ; 1991.**Le liège de méditerranée. Ed.Naratim, 80 P.
- **DGF. (2007, 2008, 2009) Direction générale des forêts** (site internet dgforg)
- **EMBEGER., 1971.** Travaux de botaniques et d'écologie. CNRS. Ed.MASSONet Cie, 301p.
- **EVORA et MERIDA., 2005.** Code international des pratiques subéricole.12p
- **FERREIRA et al., 1999.** Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. Centre d'étude forestière, institut supérieur d'agronomie Portugal, 6Pp187-193.
- **FERREIRA et al., 1999.** Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. Centre d'étude forestière, institut supérieur d'agronomie Portugal, 6Pp187-193.

- **G.G.A, 1927**
- **Houeron, 1980**
- **I.M.L ; 1997.**Utilisation du Guide de subériculture de Pyrénées-Orientales.38p.

- **IML ; 2006 .**Plan stratégique liège pour les Pyrénées-Orientales ,75p.

- **Institut Méditerranéen du Liège (I.M.L) et la Compagnie d'aménagement Bas-Rhône- Languedoc (B.R.L),, 1997.** Utilisation du Guide de subériculture de Pyrénées-Orientales.38p
- **IPROCOR/FUNDECYT, 1999.** Manuel didactique du leveur et de l'ouvrier spécialisé dans les travaux d'exploitation du chêne-liège .Junta de Extremadura /.Mérida.

- **KADIK B., 1987 :** Contribution à l'étude du Pin d'Alep en Algérie : écologie, Dendrométrie et morphologie. Edit. O.P.U., Alger .580 P.

- **LAMEY ; 1893 .**Le chêne-liège, sa culture et son exploitation .Ed. Berger Levrault et Cie, 289p. Louvain-La-Neuve : Foret Wallone. AmSBL, 190p.

- **LAMEY ; 1893.** Le chêne-liège, sa culture et son exploitation .Ed. Berger Levrault et Cie, 289p. Louvain La Neuve : Foret WalloneAmSBL, 190p.

- **LANGUEDOC, 2006**
- **LINNE en 1753**
- **MARGOT, 2007.** Du chêne-liège au bouchon. Partie 2 : la récolte du liège, Cepdivin .Org.

- **MARGOT., 2006.** Du chêne-liège au bouchon. Partie 2 : la récolte du liège, Cepdivin. Org.

- **MERLE ET ATTIE, 1992**
- **MEROUANI,1996**
- **MESSAOUDENE M. , MEZANI A., 2000 -** Étude de la régénération par rejet de souches du *Quercus suber* L (Chêne liège) dans la forêt domaniale d'Aït Ghobri, Azazga, Tizi-Ouzou. Mém.Ing.Agron.Fac.ScS Bio et Agron.,Univ.M.M.Tizi-Ouzou,41pages.

- **METNA B ; 2003.**Caractéristiques physiques et chimiques du liège de magister .Agro.Univ .T.O, 102p.

- **MUNAUT A., 1979** : La dendrochronologie et les problèmes de géographie. Ext de la géographie. Hist. Acte du colloque de Bruxelles ,pp401-485.
- **NATIVIDADE (1936)**
- **NATIVIDADE J.V. ; 1956.** Subériculture, édition Française de l'ouvrage Portugais Subériculture, Nancy.303p.

- **NORMAND, 1997**
- **Nsibi et al., 2006**
- **OUELMOUHOUB S ; 2005.**Gestion multi usage et conservation du patrimoine forestier. Cas des suberaies d'El-Kala (Algérie).Thèse Master, Insti Agronomique méditerranéen de Montpellier, 129
- **PALM. R ; 1976** .Cours de dendrométrie 4e année foret .INA HARRACH ,112p.

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

- **PLAISANCE (1977)**
- **QEZEL, (1974)**
- **QUEZEL,1976-**
Les chênessclérophyllesenrégionméditerranéenne.OptionsMediterraneennes,In.*Lesres sourcesbiologiques*.Paris:CIHEAM,1976.p.25-29:réf.
(OptionsMéditerranéennes ;n°.35)

- **RIFFARD & AL., 2008.**
- **ROBBINS, et AL, 1958.**
- **ROULA,2010.** ETUDE DE LA DU LIÈGE
DEREPRODUCTIONDESSUBERAIESDE LAREGIONDEJIJEL
- **SACCARDY (1936),**
- **SACCARDY L., 1937.** Note sur le chêne-liège et le liège en Algérie. Bulletin de la science de recherche forestière du Nord de l'Afrique271-374..
- **SACCARDY L., 1938.** Le Chêne Liège et le Liège en Algérie [article], pp 488-593.
- **SAIGHI L., 2012.** Étude de l'état sanitaire de la suberaie d'Ouled Bechih. Effet des facteurs biotiques. Université de Souk Ahras, p 91.
- **SEIGUE A ; 1985.** La foret circumméditerranéenne et ses problème .Ed. Maisonneuve et La rose, pp.67-96.

- **TAGHARSIFT 2011**
- **TESSIER L ,1984-**Dendroclimatologie et écologie de *Pinussilvestris* et *Q.pubescens* Will dans le Sud-Est de la France .Thèse de Docteur ès Science. Univ.d'Aix Marseille III, Fac.StJérôme, p275.

- **TRACHI et KHLOUFI, 2000**
- **VEILLON, 1997**
- **VEUILLON, 1998).**
- **YESSAD, (1991).**
- **YESSADE S.A., 1999.** Le chêne-liège dans les pays de la méditerranéenne occidental, 111P
- **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, p102.
- **Zaidat et Arib 2019**
- **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,367p.
- **ZERAIA L., 1982.** Le chêne-liège. Phytosociologie, édaphologie, régénération et productivité dans les forêts de chêne-liège de provenance cristalline (France méridionale et d'Algérie). Extrait de la thèse de doctorat d'État, 166p.

Autres références :

- **www.aliècor.com.**
- **www.amorimfrance.com.**
- **www.gimp.com.**
- **www.institutmediterraneedelièg.com.**