

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la
recherche scientifique Université Mouloud

MAMMERI de Tizi-Ouzou

Faculté des sciences Biologiques et des sciences
Agronomiques



Mémoire de fin

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

Thème

**Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège de
Quercus suber L. des subéraies de la wilaya de Tizi-Ouzou Cas
des stations : Draa El Mizane – Tirsine1 et Tirsine2**

Réalisé par :

Mr Arib Farid

Mr Sadaoui Arezki

Devant le jury :

Président : Mr ASMANI A.

Promoteur : Mr METNA B.

Examineurs : Mr CHENOUNE K.

Maître Assistant à l'U.M.M.T.O

Maître Assistant à l'U.M.M.T.O

Maître Assistant à l'U.M.M.T.O

Promotion 2021-2022

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier très profondément :

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

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

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

Nos reconnaissances s'adressent aussi aux gens de la conservation des forêts de la wilaya de Tizi-Ouzou.

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

Dédicaces

Je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chères et que j'aime énormément en particuliers :

Mes chers parents qui ont rependu toujours présent

pour m'apporter aide, soutien, et affection.

Mon frère, mes sœurs, et ma chère fiancée

et a toute ma famille en générale, et à tous

mes amis (es) sans exception.

Farid

Mon affectation la plus tendre va en particulier

Vers mes chers parents , mes frères, mes sœurs

Et a toute ma famille et à tous mes amis et

A tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce modeste travail.

Arezki

Sommaire

Introduction.....	1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
I. Généralité sur le chêne liège.....	3
I.1-L’histoire du chêne liège.....	3
I.2-Origine et systématique.....	3
I.3-Aire de répartition du chêne-liège.....	4
I.3-1/Aire de répartition mondiale.....	4
I.3-2/Aire de répartition Algérienne.....	5
I.4. Les caractéristiques botaniques et dendrométriques du chêne liège :.....	5
I.5. Ecologie du chêne liège :.....	8
I.6. Association du chêne liège.....	9
II. Généralités sur le liège.....	9
II.1-Définition.....	9
II.2-Description d’une coupe transversale d’un tronc de chêne liège :.....	9
II.3-Formation du liège.....	10
II.4-Accroissement du liège.....	10
II.5-Structure cellulaire du liège :.....	10
II.6-Composition chimique du liège.....	11
II.7-Propriétés physiques du liège.....	12
a) Élasticité, compressibilité :.....	12
b) Densité :.....	12
c) Souplesse :.....	12
d) Adhérence :.....	12
e) Conductibilité :.....	12
f) Mauvaise combustibilité :.....	13
II.8-Les défauts de liège :.....	13
II.9-Qualité du liège.....	14
II.10-La récolte du liège :.....	14
a) Démasclage et la levée du liège :.....	14
II.11- Classification du liège.....	16

II.12- La production de liège.....	17
a) La production mondiale.....	17
b) La production du liège en Algérie.....	17
III. Utilisation du liège.....	18

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

1- Présentation du milieu d'étude.....	19
1.1- Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	19
2. Etude climatique :.....	20
2.1. La température.....	20
2.2. Les précipitations.....	22
2.3.1. Diagramme ombrothermique.....	24
2.3.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER.....	25
3. Méthode d'échantillonnage.....	27
4. Mesure des variables :.....	28
4.1. Epaisseur du liège.....	28
4.1.1. Le General Image Manipulation Program (GIMP).....	28
4.2. La porosité.....	28
4.3. Densité du liège.....	28
5. Méthode de mesure.....	29
❖ Nombre de pores.....	29
❖ Superficie moyenne des pores.....	29
❖ Nombre de lenticelles.....	29
❖ Surface moyenne des lenticelles.....	29
❖ Coefficient de porosité (Cp) en (%).....	29
6. Méthode de traitement de données.....	33
6.1. Variation interstationnelle.....	33
6.2. L'analyse en composantes principales (ACP).....	33

CHAPITRE III: RESULTATS ET INTERPRETATIONS

1. Présentation des résultats.....	35
1.1. Epaisseur du liège (EPAIS):.....	35
1.2. Porosité du liège.....	36
1.2.1. Nombre de pores.....	36
1.2.2. La superficie moyenne des pores.....	37
1.2.3. Coefficient de porosité des faces horizontales.....	39

1.2.4. Nombre de lenticelles.....	39
1.2.5. Superficie moyenne des lenticelles.....	40
1.2.6. Coefficient de porosité des faces tangentielles.....	40
1.3. Densité du liège.....	41
2. Comparaison des résultats entre les stations.....	45
2.1. Analyse de la variance :.....	45
2.1.1. Epaisseur du liège :.....	46
2.1.2. Nombre de pores :.....	47
2.1.3. Superficie moyenne des pores.....	47
2.1.4. Coefficient de porosité des faces horizontales.....	47
2.1.5. Nombre de lenticelles.....	47
2.1.6. Superficie moyenne des lenticelles.....	48
2.1.7. Coefficient de porosité des faces tangentielles.....	48
2.1.8. Densité du liège.....	48
2.2. Analyse en composante principale (A.C.P.).....	49
2.2.1. Plan factoriel.....	50
2.2.2. Signification des axes.....	51
2.2.3. Matrice de corrélation.....	51
CHAPITRE IV : DISCUSSION.....	53
Conclusion.....	57

Liste des tableaux

Tableau 1 : Approximation des superficies du chêne liège en méditerranée

Tableau 2: Les caractéristiques botaniques et dendrométriques du chêne liège.

Tableau 3 : Les exigences écologiques du chêne liège.

Tableau 4 : Association du chêne liège.

Tableau 5 : Composition chimique du liège.

Tableau 6 : Les défauts du liège

Tableau 7 : Classification du liège de reproduction par classes d'épaisseur

Figure 8 : Tableau de qualité de liège de reproduction adoptée par IPROCOR

Tableau 9 : la production mondiale du liège :

Tableau 10 : Températures moyennes annuelles et mensuelles (°C) de la Wilaya de Tizi-Ouzou durant la période (2011-Juillet 2022) / altitude : 195m

Tableau 11 : Températures moyennes annuelles et mensuelles (°C) de Draa el mizane (Litama) durant la période (2011-Juillet 2022) / altitude 600m.

Tableau 12 : Températures moyennes annuelles et mensuelles (°C) de Tirsine1 durant la période (2011-Juillet 2022)/ altitude 250m

Tableau 13 : Températures moyennes annuelles et mensuelles (°C) de Tirsine2 durant la période (2011-Juillet 2022)/ altitude 390m.

Tableau 14 : Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigé par rapport à l'altitude moyenne des trois stations (413m).

Tableau 15: Précipitation mensuelles et annuelles (mm) de la wilaya de Tizi-Ouzou (195m) durant la période (2011/juillet2022).

Tableau 16 : Précipitations moyenne mensuelles et annuelles (mm) de la wilaya de Tizi-Ouzou, corrigé par rapport à l'altitude de la station de Draa el mizane (600m).

Tableau 17: Précipitations moyenne mensuelles et annuelles (mm) de la wilaya de Tizi-Ouzou, corrigé par rapport à l'altitude de la station de Tirsine1 (Azzefoune) (250m).

Tableau 18 : Précipitations moyenne mensuelles et annuelles (mm) de la wilaya de Tizi-Ouzou, corrigé par rapport à l'altitude de la station de Tirsine2 (Azzefoune) (390m).

Tableau 19 : Les précipitations moyennes mensuelles de l'altitude moyenne des trios stations (413m).

Tableau 20: Températures moyenne mensuelles (°C) et les Précipitations moyennes mensuelles des trois stations (Tirsine1, Tirsine2 et Draa el mizane) durant la période (2011/juillet2022).

Tableau 21: distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur.

Tableau 22 : Distribution des pores et de la porosité par classes de dimension.

Tableau 23 : résultats de l'analyse de la variance et de test de NEWMAN et KEULS des variables épaisseurs, la porosité et densité du liège.

Tableau 24 : valeurs propres des axes

Tableau 25 : cosinus carrés des variables

Tableau 26 : Résultats de la matrice de corrélation

Liste des figures

- Figure 1** : Aire de répartition du chêne liège dans le monde.
- Figure 2** : Aire de répartition du chêne liège en Algérie.
- Figure 3** : Quelques caractères botaniques et dendrométriques du chêne liège.
- Figure 4** : coupe transversale d'un bois de chêne liège.
- Figure 5** : cellules de liège en section transversale montrant ondulation (Gauche) et corrugation (droite)
- Figure 6** : composition chimique du liège
- Figure 7** : Quelques défauts du liège
- Figure 8** : Quelques étapes de la récolte du liège.
- Figure 9** : La production mondiale du liège
- Figure 10** : carte de couverture forestière de la wilaya de Tizi-Ouzou
- Figure 11** : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN des trois stations.
- Figure 12** : situation de la zone étudiée dans le climagramme d'EMBERGER.
- Figure 13** : Dépôt de liège Tizi-Ouzou (Yakouren)
- Figure 14** : prélèvement des planches du liège dans les dépôts
- Figure 15** : Les éprouvettes utilisées pour les mesures de l'épaisseur sous croute du liège
- Figure 16** : Mesure de l'épaisseur sous croute du liège à l'aide d'un logiciel GIMP 2
- Figure 17** : Les éprouvettes utilisées pour la mesure de la porosité.
- Figure 18** : Les mesures des diamètres (d1 et d2) des pores par le GIMP 2.
- Figure 19** : La mesure de la longueur des lenticelles par le GIMP 2
- Figure 20** : Les éprouvettes utilisées pour les mesures de la densité et la balance de mesure de la masse des éprouvettes.
- Figure 21** : distribution des épaisseurs du liège des trois stations
- Figure 22** : distribution des planches de liège par classes commerciales d'épaisseur.
- Figure 23**: distribution de nombre des pores.
- Figure 24** : distribution de la superficie moyenne des pores.
- Figure 25**: distribution du coefficient de porosité des faces horizontales des trois stations.
- Figure 26** : la distribution de nombre des lenticelles dans les trois stations.
- Figure 27** : distribution des superficies moyennes des lenticelles des trois stations.
- Figure 28** : distribution du coefficient de porosité des faces tangentielles des trois stations.
- Figure 29** : Distribution de la densité du liège des trois stations.

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

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

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

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

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

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

Figure 36: distribution de coefficient de porosité des lenticelles des arbres des trois stations

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

Figure 38 : Projection des individus sur le plan factoriel (1x1)

Liste des abréviations

ACP : analyse en composantes principales.

Age peup : Age du peuplement.

Agel : L'âge du liège.

Alt : Altitude.

C.M : Carré moyenne.

C° : Degré cils suce.

Cp : Coefficient de porosité.

CPh : Coefficient de porosité des faces horizontales.

CPt : Coefficient de porosité des faces tangentielles.

CV % : Coefficient de variation.

D.D.L : Degré de liberté.

DGF : Direction générale des forêts.

DI : Diamètre d'une lenticelle.

dr : Erreur relative.

Dstl : Densité du liège.

Ep : Epaisseur du liège.

F.obs : Fonction observé.

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

G : groupe.

GIMP : General Image Manipulation Program.

H : Humidité du milieu.

Ha : Hectare.

HS : hautement significatif.

IML : institut méditerranéen du liège.

L : La longueur d'une lenticelle.

M : La température maximale du mois le plus chaud.

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

m : Le mètre.

Mh : Masse du liège a une humidité h.

Mm : Le millimètre.

Mm² : Le millimètre carré.

Nbl : Nombre des lenticelles.

Nbp : Nombre des pores.

NS v : non significatif.

P : Précipitations.

Prob : Probabilité.

Q2 : quotient pluviothermique d'Emberger.

S : significatif.

S.C.E : Somme des carrés des écarts.

Sml : La surface moyenne des lenticelles.

Smp : La superficie moyenne des pores.

Stl : La surface totale occupée par les lenticelles.

THS : très hautement significatif.

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

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

Vh : volume du liège à la même humidité h.

A : Seuil de signification.

(σ) : écart-type.

Introduction générale

Le Chêne liège (*Quercus suber* L), est une essence forestière noble et remarquable ; Il se distingue des autres chênes par sa particularité de produire une écorce subéreuse renouvelable et précieuse (le liège) dotée d'importantes caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques, qui lui ont valu son utilisation dans divers débouchés industriels, comme le bouchonnage, l'isolation et la décoration. Son aire de répartition se limite au pourtour méditerranéen.

Cette essence couvre le bassin méditerranéen occidental et la côte atlantique de l'Europe du sud (près de 2 millions d'hectares). On la rencontre dans sept pays seulement : Portugal, Espagne, Italie, France, Algérie, Maroc et Tunisie. L'Algérie se classait au 3ème rang avec 21% de la superficie totale et 4% de la production mondiale de liège estimée à 15000 tonnes par an (AMORIM, 2012).

En Algérie, le chêne lige occupe l'atlas tellien de Tlemcen à Souk-Ahras. Les régions subéricoles par excellence se situent au centre et à l'est du pays (Tizi Ouzou, Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba, El-Taref, Guelma et Souk-Ahras). Viennent ensuite les subéraies de l'ouest qu'on retrouve principalement à Tlemcen, Chlef, Tipaza, Aïn –Defla, Mascara et à Oran. (DGF2008).

Le liège est un produit naturel qui, par sa nature et l'hétérogénéité des facteurs de sa production, présente une forte variabilité qualitative, d'où la difficulté à définir avec exactitude le concept de « qualité ». Dans le liège, les caractéristiques morphologiques sont souvent des indicateurs de cette qualité et ce, par la relation étroite qui existe entre les propriétés du matériau, les caractéristiques et la disposition des tissus subéreux.

Le liège est un matériau très apprécié dans le monde du vin pour sa fiabilité et ses propriétés mécaniques et chimiques. L'épaisseur est une des caractéristiques majeures pour l'appréciation de la qualité bouchonnable d'une planche de liège. Le cycle de production du liège comprend normalement 9 à 10 ans de croissance entre dépiégeages, ce qui assure une épaisseur de liège suffisante pour le bouchonnage (Ferreira et al, 1999). L'addition des différentes couches d'accroissement du liège produites annuellement entre deux écorçages forme l'épaisseur d'une planche de liège. Chaque année l'arbre produit une épaisseur de liège variant de 1 à 10 mm suivant l'âge de l'écorce. Le potentiel de la production des forêts de chêne liège en Algérie a considérablement diminué au cours de ces dernières années, ceci est dû au processus de dégradation causé le plus souvent, par des incendies, le vieillissement des forêts, les délits des défrichements et la gestion irrationnelle des subéraies (Abdemziem et Nekmouche, 2002).

En Algérie les travaux dans ce domaine ont été réalisés par plusieurs auteurs parmi eux : METNA (2003), AMIR et HIMED (2006) (BENGANA et ALI AHMED (2007) dans la subéraie de Tizi –Ouzou , DOUZANE (2008), AMIRAT (2008) et ROULA (2010) dans la subéraie de Jijel, LOUKMANE et EDJEKOUANE (2009), GABIS et BOUKERB (2009), MELAHI et TAGHARSIFT (2010), STOUTAH (2010) et HAOUACINE et MELIANI (2017), dans les subéraies d’EL Taref, DEHAN (2011) et GHANAM (2016) dans les subéraies de Tlemcen, ARIB et ZAIDET (2019) et OUDIAI et FARSI (2020) dans la subéraie de Souk-Ahras.

Dans ce travail, nous analysons la qualité du liège des subéraies de la willaya de Tizi-Ouzou cas des stations de Tirsine 1, Tirsine 2 et Draa el mizane ; pour déterminer les variations intra et inter-stationnelle on étudions les variables suivantes :

*L'épaisseur

*La porosité

*La densité

Notre mémoire est composé de quatre chapitres :

*Chapitre I : Généralités sur le chêne liège et le liège.

*Chapitre : Matériel et méthodes.

*Chapitre III : Résultats et interprétation.

*Chapitre IV : Discussion.

Chapitre I :

Synthèse Bibliographique

I Généralités sur le chêne liège**I.1-L'histoire du chêne liège**

Le chêne liège est un arbre que les Grecs appelaient "l'arbre écorce" c'est une essence forestière endémique très ancienne dont l'aire, naturellement inextensible est étroitement limitée au bassin méditerranéen occidental (Body., 1950). Cette espèce dont le nom scientifique est *Quercus suber* L. a été décrite pour la première fois par le botaniste Suédois Linné en 1753 (Natividade., 1956).

Le chêne liège est un arbre « semi-social », c'est-à-dire on le retrouve isolé et aussi en peuplements, Il est relativement polymorphe, de nombreuses variétés ont été décrites (Nativadade., 1956).

I.2-Origin et systématique

Le chêne liège (*Quercus suber* L), est une essence plutôt méditerranéenne atlantique, liée aux substrats non calcaires.

Originaire du sud-ouest de l'Europe et du nord-ouest de l'Afrique, le chêne liège a été naturalisé dans les régions de climat méditerranéen. On le retrouve du bord de la mer jusqu'à 500m d'altitude environ. C'est une espèce calcifuge, héliophile et thermophile.

La systématique du chêne liège est comme suit :

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

Selon METNA (2003) et CHENOUNE (2011), cette espèce possède plusieurs noms, qui sont désignés différemment dans plusieurs langues :

- Arabe : Fernan et Feline
- Berbère : Iggi, Iqecci, Iferki
- Portugais : Subreiro
- Espagnole : Alcornoque
- Italien : Sughera
- Français : Chêne liège
- Anglais : Cork OAK

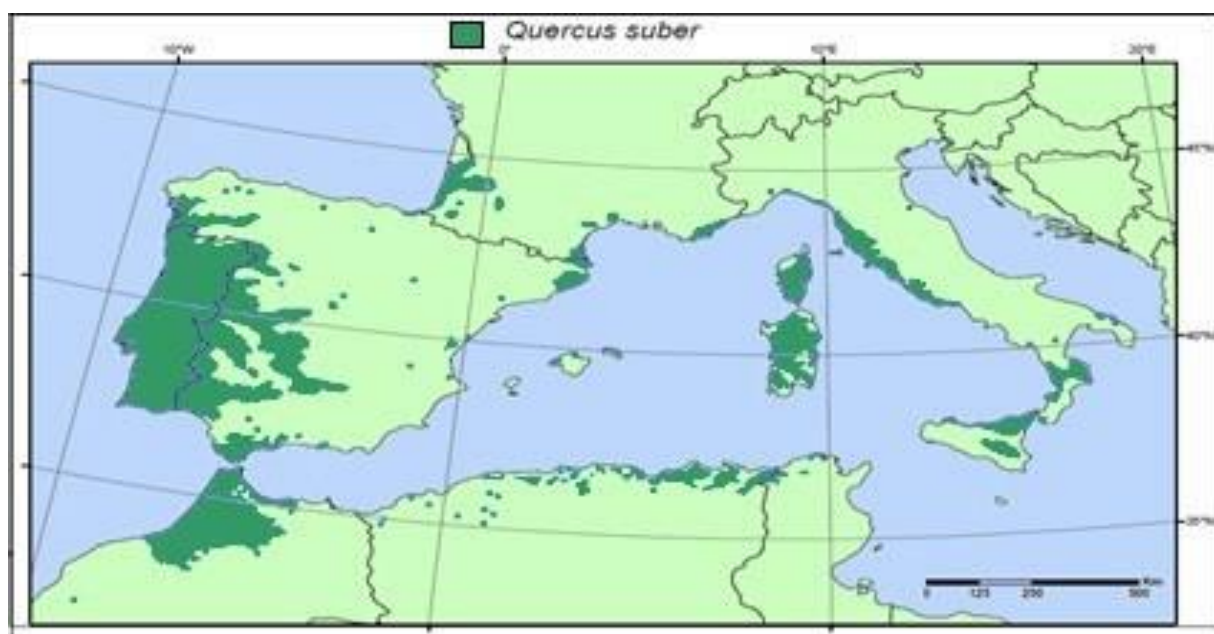
Le genre *Quercus* est le genre le plus important de la famille des Fagacées, un genre qui comprend de 200 à 500 espèces dont 6 existent en Afrique du Nord.

I.3-Aire de répartition du chêne liège :

3-1 /Aire de répartition mondiale

Le chêne liège est une essence de la méditerranée occidentale et des côtes atlantiques (depuis le Maroc jusqu’au golfe de Gascogne).

Les latitudes extrêmes sont 31° et le 45° degré de latitude Nord. On le trouve à l’état spontané dans sept pays, quatre pays européens (Portugal, Espagne, France, Italie) et trois pays nord-africains (Algérie, Maroc et Tunisie).



Source : Quezel et Médail, 2003)

Figure 1 : Aire de répartition du chêne liège dans le monde.

Tableau 1 : Approximation des superficies du chêne liège en méditerranée

Pays	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
Portugal	763.000	32.5%
Espagne	501.000	22.1%
Algérie	410.000	18.1%
Maroc	277.000	12.2%
Italie	151.000	6.7%
France	100.000	4.4%
Tunisie	90.000	4%

Source : institut méditerranéen du liège.

3-2/ Aire de répartition Algérienne :

Le chêne liège est la deuxième espèce forestière en Algérie après le pin d'Alep, tant en raison des superficies occupées, que de son importance économique.

Les forêts de chêne liège Algériennes couvrent environ 410.000ha, réparties sur trois faciès, l'occidental le montagnard, l'oriental latéral et l'oriental montagnard (Yessad 2000).

Les peuplements les plus importants sont ceux des wilayas de Jijel, Skikda, Annaba, El-Taref, Bejaïa, et Tizi-Ouzou, qui représentant 2/3 des forêts de chêne liège algériennes (Yessad 2000).



Figure 2 : Aire de répartition du chêne liège en Algérie.

I.4. Les caractéristiques botaniques et dendrométriques du chêne liège :

Tableau 2: Les caractéristiques botaniques et dendrométriques du chêne liège.

	Désignation	Caractéristiques	Auteurs
Caractères botaniques	feuilles	- Persistantes. -De 3 à 5 cm de long. -De taille variable mais plutôt petites, elles sont fermes, coriaces, glabres et un peu luisantes à la face supérieure, tomenteuses et blanchâtres à la face Inférieure.	L. Saccardy
	Inflorescences	-Le chêne liège est monoïque et allogame. -Les fleurs males poussent en chatons filiformes à l'extrémité des rameaux de l'année. -Les fleurs femelles se présentent en chatons courts qui apparaissent sur le rameau de l'année.	(Fraval, 1991 in Belaidi, 2010).

	Fruits	<ul style="list-style-type: none"> - Un gland de forme ovoïde enchâssé dans une forte cupule à écailles. -De taille variable, il mesure 2.5 à 3 cm, de couleur marron allongé. -Ce fruit est quelque fois doux, sa maturité a lieu en une année. 	(Hachemi, 2011)
	Bourgeons	<ul style="list-style-type: none"> - Ils sont ovoïdes ou arrondis. -Plus ou moins protégés par les bractées tomenteuses. - Plus développés dans les parties terminales et légèrement allongées sur les rameaux stériles. 	(Yessad, 2000)
	La longévité	<ul style="list-style-type: none"> - La longévité du chêne liège varie selon les conditions du milieu physique. - Elle est d'environ de 150 à 200 ans. 	(Vigne, 1990)
Caractères dendrométriques	L'écorce	<ul style="list-style-type: none"> -Elle est de couleur grisâtre, très épaisse. -Elle est peu dense et fortement crevassée. -C'est un tissu parenchymateux formé l'assise subero-phellodermique. -IL couvre le tronc et les branches. 	(Boudy, 1955)
	Le houppier	<ul style="list-style-type: none"> - de forme élancée et serrée en peuplement jeune. - de forme étalée en peuplement claire. 	(Natividade,1956)
	Les rameaux	<ul style="list-style-type: none"> - Sont sinueux pubescents. -Elles peuvent s'élargir de 2 à 3 mm par ans. -L'écorce est grise claire et porte des taches de lichens. 	(Seigue, 1985)
	Système racinaire	<ul style="list-style-type: none"> - Un système racinaire pivotant. - Des ramifications latérales puissantes. 	(Khalla, 2006)
	Bois	<ul style="list-style-type: none"> - Bois dense (densité égale à 1). -Bois irrégulier. - Présence de cicatrices dues aux récoltes successives 	Yessad, 1999
	Port de l'arbre	<ul style="list-style-type: none"> -Hauteur : 10 à 12 m ; peut atteindre 20 à 22m dans les conditions favorables. - tronc assez court, la tige principale est tortueuse et la ramification peu serrée. 	Saccardy, 1938

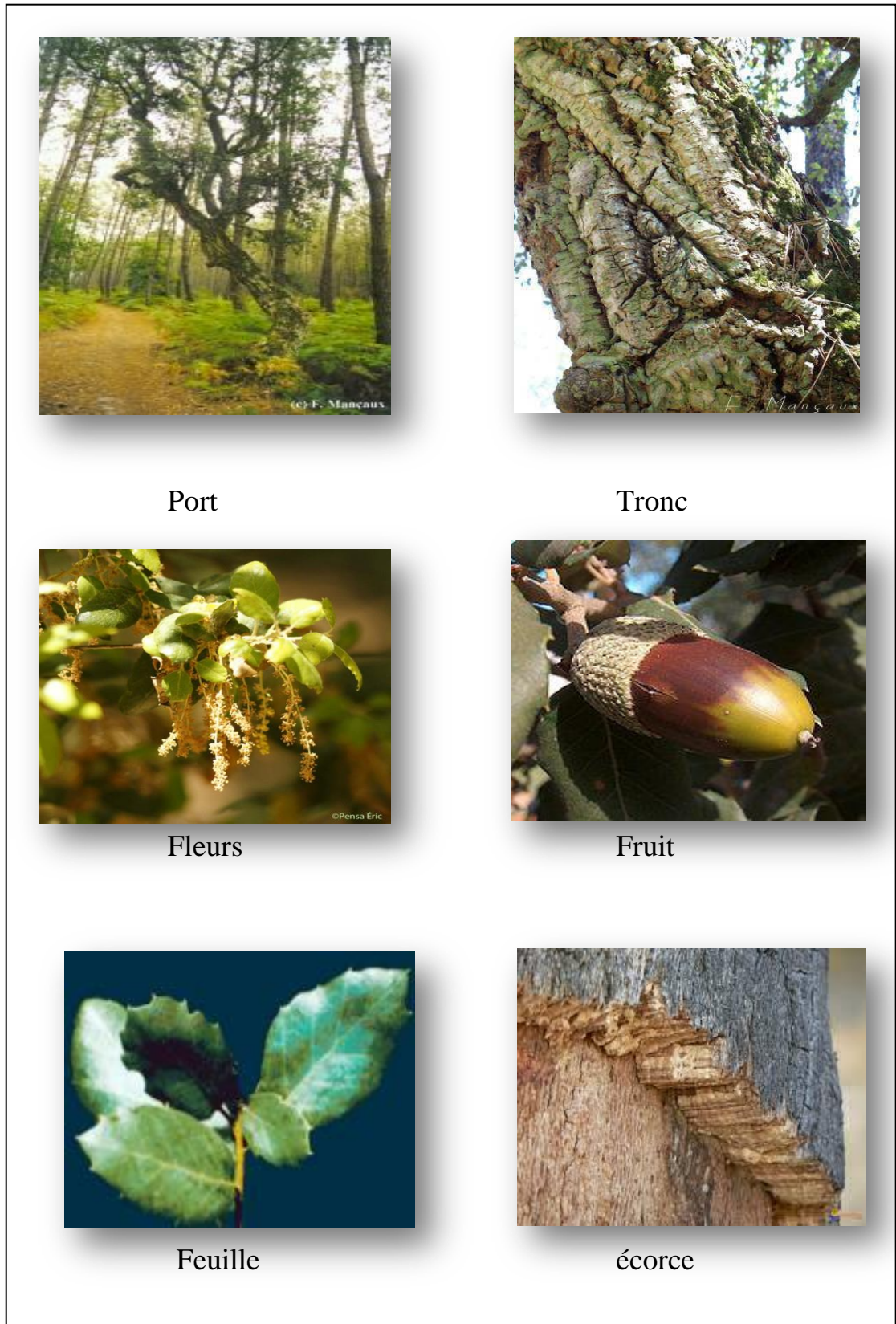


Figure 3 : Quelques caractères botaniques et dendrométriques du chêne liège.

I.5. Ecologie du chêne liège :

Tableau 3 : Les exigences écologiques du chêne liège.

Désignation	Les exigences et caractéristiques	Auteurs
Exigences climatiques	<p>Température :</p> <ul style="list-style-type: none"> -C'est une essence relativement thermophile. - Elle exige des températures douces, dont l'optimum se situe entre (13°C et 19°C). -Les amplitudes thermiques du chêne liège sont comprises entre -9°C et 40°C. -La tolérance du chêne liège au froid semble se situer à la limite de - 4°C. 	(Boudy, 1952) (Alatou et al. 2005)
	<p>L'humidité :</p> <ul style="list-style-type: none"> -le chêne liège est une essence xérophile. - nécessite une humidité atmosphérique d'eau moins de 60% même en saison sèche. 	(Saccardy, 1938)
	<p>Lumière :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le chêne liège est une espèce héliophile. - Il exige une forte insolation. - Il supporte mal l'ombre où il végète et fini par mourir. 	(Saccardy, 1938)
	<p>Pluviométrie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des précipitations annuelles comprises entre 400mm et 700mm. 	(Boudy, 1952)
	<p>Bioclimat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humide et sub-humide voire semi-aride en cas de compensation hydrique (nappe phréatique ou forte humidité de l'air). 	CANTA et PIAZZETTA (2005)
Exigences édaphiques	<ul style="list-style-type: none"> - Le chêne liège est une espèce nettement calcifuge. - Il préfère les sols siliceux légers et biens drainés. - Il fuit les calcaires actifs et les sols hydromorphes. 	CANTA et PIAZZETTA (2005)
L'altitude	<ul style="list-style-type: none"> - Le chêne liège est une essence de plaines et de moyennes montagnes. - On le rencontre en bonne croissance jusqu'à 1300m d'altitude. 	LAMEY (1893)
L'exposition	<ul style="list-style-type: none"> - A partie de 600m, le chêne liège préfère les stations exposées au sud. 	

I.6. Association du chêne liège

Tableau 4 : Association du chêne liège.

Nom commun	Nom scientifique	Essences concurrentes
Bruyère arborescente	<i>Erica arborea</i>	Chêne afares (<i>Quercus afares</i>)
Bruyère à balais	<i>Erica scoparia</i>	Chêne vert (<i>Quercus ilex</i>)
Arbousier	<i>Arbutus unedo</i>	Olivier (<i>Olea europea</i>)
Calycotome épineux	<i>Calycotum spinosa</i>	Pin d'Alep (<i>Pinus halepensis</i>)
Cistes à trois feuilles de sauge	<i>Cistus salvifolius</i>	Pin maritime (<i>Pinus pinaster</i>)
Ciste de Montpellier	<i>Cistus monspeliensis</i>	Aulne glutineux (<i>Alnus glutinosa</i>)
Lavande à toupet	<i>Lavandula stoechas</i>	
Cytise à trois fleurs	<i>Cystus triflorus</i>	

Source : DESSAIN & TONDELIER (1991), & SACCARDY (1938)

II. Généralités sur le liège

II.1-Définition :

Le liège est un produit naturel provenant de l'écorce du chêne liège, c'est une masse homogène de cellules mortes liées par une substance grasse le rendant imperméable à l'eau et aux gaz, d'où son utilisation par les fabricants de boissons (Ouelmouhoub ; 2005)

II.2-Description d'une coupe transversale d'un tronc de chêne liège :

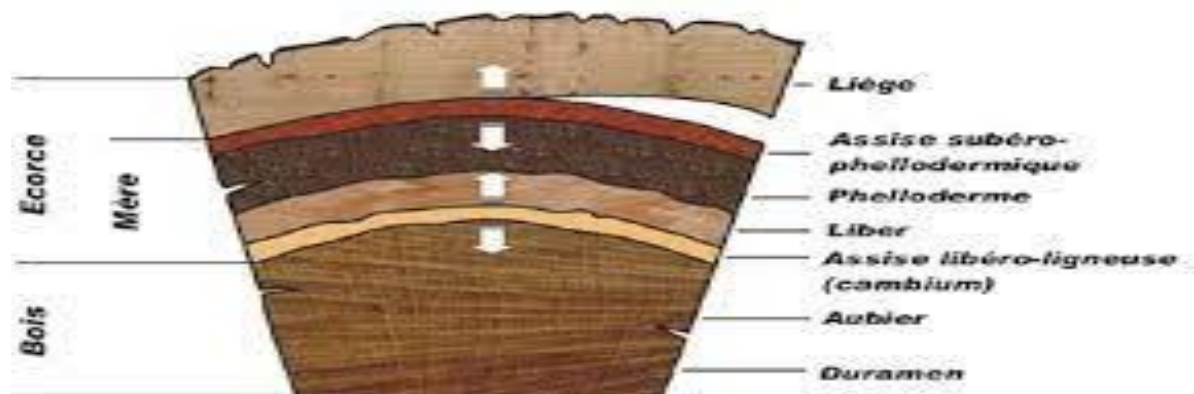


Figure 4 : coupe transversale d'un bois de chêne liège.

La coupe transversale d'un tronc de chêne liège, tel que représentée sur la figure 04, fait apparaître successivement, de l'extérieur vers l'intérieur, des couches. Ces dernières sont comme suit (I.M.L., 2005) :

- **Le liège** : Matériau naturel imperméable et léger, composé de deux éléments essentiels, le suber et les lenticelles (BOUDY, 1952) (figure 6).
- **Phellogène** : mère de liège ou assise subero-phellodermique qui produit vers l'intérieur le phelloderme vers l'extérieur le suber ou le liège proprement dit (DESSAIN et TONDOELIER, 1991).

- **Phelloderme** : composé de cellules surédifiées et morphologiquement semblable au parenchyme corticale (MAGNOLER 1987)
- **Le liber** : mère nourricière, assurant la circulation de la sève élaborée.
- **Le cambium** : (Assise génératrice libéro-ligneuse) : produisant du liber vers l'extérieur et du bois vers l'intérieur.
- **Le bois ou xylème II** : chargé du transport de la sève brute

II.3-Formation du liège :

La croissance en diamètre de la tige de chêne liège résulte de deux assises génératrices de cellules, dont une que l'on nomme "phylogène", "mère du liège" ou plus scientifiquement "assise subero-phellodermique" située entre le liège et le liber. L'assise subero phylodermique produit vers l'extérieur le liège vers l'intérieur le phelloderme ; l'assise libéro-ligneuse (aussi appelée cambium) produit quant à elle vers l'extérieur le liber (charge et transporte la sève élaboré) et vers l'intérieur le xylème ou bois (charge des transporte de la sève brute).

II.4-Accroissements du liège :

SEIGUE (1985) signale que l'épaisseur des couches formées annuellement dépend de l'âge de la vigueur de l'arbre, ainsi que des conditions de végétation dans lesquelles il se trouve.

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 accroissements annuels (DEHANE, 2012).

Les anneaux de croissance de liège poussent chaque année d'une certaine épaisseur variant de 1,5 à 7mm. Ces accroissements ne sont jamais rectilignes, parfois large parfois très serrés (DEHIRI, 2017).

Les épaisseurs des accroissements du liège algérien sont maximales en 2ème, 3ème et 4ème voire la 5ème année pouvant atteindre 3 à 5mm d'épaisseur par an. Sur les derniers anneaux, elles progressent avec le vieillissement du liège et les conditions stationnelles (LAMEY, 1893).

II.5-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 avec des parois plus fines, ainsi qu'une uniformité générale d'épaisseur de la paroi.

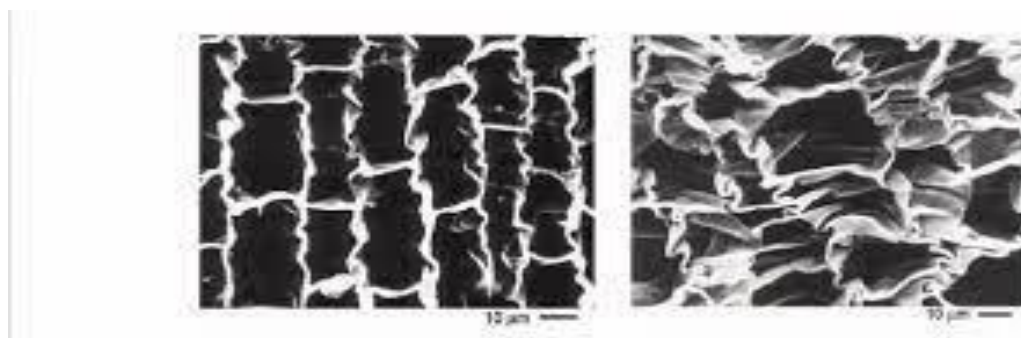


Figure 5 : cellules de liège en section transversale montrant ondulation (Gauche) et corrugation (droite)

II.6-Composition chimique du liège :

La composition chimique moyenne du liège regroupe divers composants :

Tableau 5 : Composition chimique du liège.

Constituants	Propriétés	Pourcentage
La subérine	Composant principal des parois de la cellule, Responsable de la résilience du liège.	45%
La lignine	Composé « structurant » des parois cellulaires.	27%
Les polysaccharides	Composants des parois des cellules et Participant à la texture du liège.	12%
Les tanins	Composants qui déterminent la couleur.	6%
Les céroïdes	Composants hydrophobes donnant au liège son imperméabilité.	5%
Divers	Minéraux, eau, glycérine et autres ...	5%

Source : (cours Mr CHENOUNE)

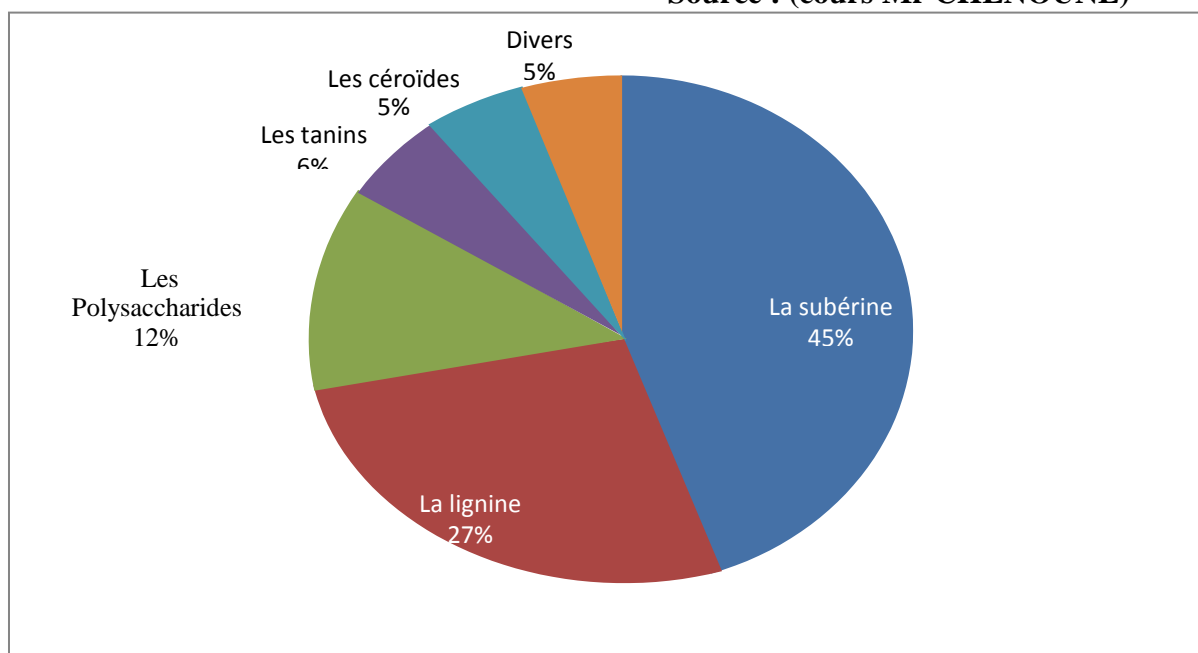


Figure 6 : composition chimique du liège

II.7-Propriétés physiques du liège :**a) Élasticité, compressibilité :**

Les déformations correspondant aux pressions ne sont pas permanentes pour le liège, elles sont suivies d'un retour élastique vers la forme initiale. Ce retour s'effectue généralement en deux temps : récupération instantanée à 85 %, puis récupération complémentaire en quelques heures, ou même plusieurs jours, jusqu'à 1% près des dimensions initiales. Il faut aussi noter que le liège est le seul corps solide pour lequel une compression ne s'accompagne pas de dilatation latérale.

b) Densité :

L'énorme disproportion entre le volume et le poids du liège lui fait avoir un poids volumique très faible. La densité des lièges de qualité marchande varie de 0,13 à 0,25. Elle varie suivant les qualités de sols, le régime hydraulique, la forme et la qualité des lenticelles qui irriguent le suber le degré d'humidité du liège.

c) Souplesse :

Ce sont les lièges des secteurs côtiers atlantiques qui sont les plus souples car ils atteignent une épaisseur industrielle très rapidement. La souplesse du liège croît assez nettement en fonction de l'humidité qu'il a absorbée.

d) Adhérence :

L'adhérence du liège sur des surfaces même parfaitement lisses ou humides tient à plusieurs facteurs. D'une part ça provient de la force d'expansion de sa matière élastique contre une paroi rigide. D'autre part, le liège étant taillé, un grand nombre de cellules ont été coupées et forment de véritables ventouses microscopiques qui se vident de leur air par la pression. Enfin interviennent des traces de substances résineuses.

e) Conductibilité :

Le liège est un remarquable isolant thermique son coefficient de conductibilité thermique oscille entre 0,035 et 0,042. Il est le plus léger des isolants. Le liège est aussi un bon isolant phonique. Son pouvoir d'affaiblissement des sons est assez élevé, en particulier pour les basses fréquences et moyennes fréquences. Les qualités d'isolant du liège sont essentiellement dues au fort pourcentage de gaz qu'il renferme dans ses cellules étanches.

f) Mauvaise combustibilité :

Le liège est un très mauvais combustible, qui a besoin d'énormément d'oxygène pour brûler. Il carbonise en surface, et la couche de suie grasse, mauvaise conductrice, empêche la propagation du feu.

II.8-Les défauts de liège :

Selon Boudy (1950) Les défauts du liège à éviter sont :

Tableau 6 : Les défauts du liège

Les défauts	Caractéristiques
Excès de porosité	Quand les lenticelles sont grosses et très nombreuses, elles déprécient le liège qui est dit poreux.
Excès de croûte	Une croûte épaisse impose un travail supplémentaire dans le raclage ; le liège est alors dit croûteux.
Excès de crevasses	Les crevasses sont d'autant plus développées que l'arbre est Plus petit et que les accroissements du liège et du bois plus forts (Natividade 1956).
Liège soufflé	Les lenticelles se remplissent par une matière pulvérulente, ce qui rend le liège imperméable.
Lige terreux	Causé par un trouble dans le fonctionnement du phellogène qui aboutit au remplacement d'une partie du suber par le tissu pulvérulent des lenticelles qui forment alors des plaques continues.
Liège clouté	Provient de l'inclusion d'éléments libériens dans la masse du liège.
Liège doublé	L'assise génératrice externe cesse de fonctionner et une autre se forme plus à l'extérieur, il y a alors deux plaques concentriques mal soudées.
Liège vert	Liège olivâtre, translucide, aqueux, qui en séchant se rétracte anormalement, c'est souvent un liège non mûr.
Liège parasité par des insectes	En creusant de nombreuses et profondes galeries les insectes déprécient la qualité du liège.

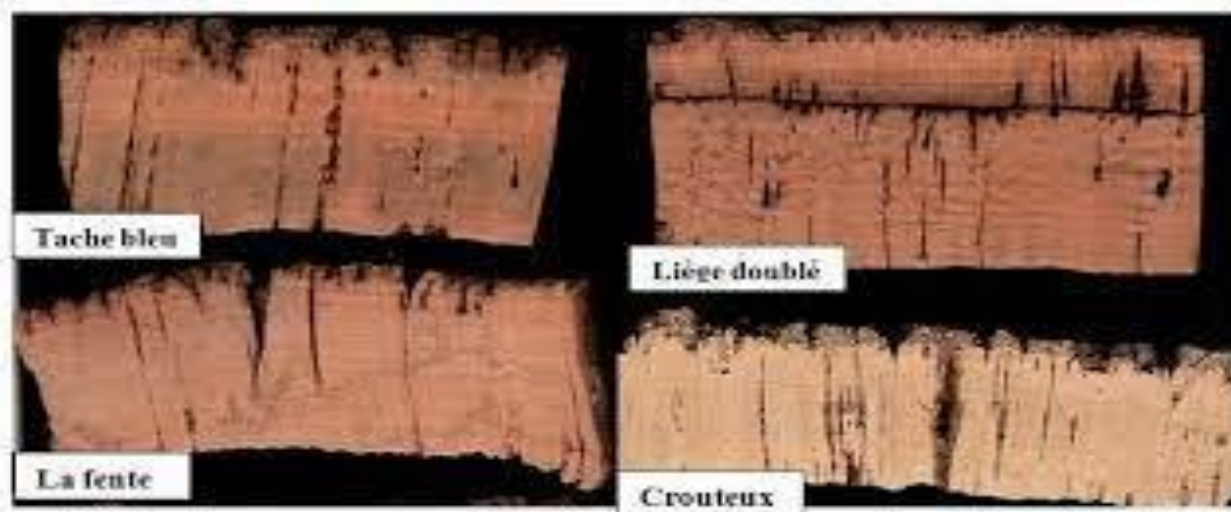


Figure 7 : Quelques défauts du liège

II.9-Qualité du liège

Selon Debierre (1922) in Belaidi (2005) le liège croît en qualité jusqu'à la troisième ou la quatrième récolte. Au-delà, le liège gagne à nouveau en croûte et devient moins élastique.

Un bon liège doit avoir des lenticelles fines et peu nombreuses; il est léger, imperméable, souple et élastique. La densité est l'une des caractéristiques les plus importantes, elle est en moyenne de 0.19 cependant, un excès de densité est une cause de dépréciation (Boudy, 1950). L'imperméabilité du liège est conférée par sa structure chimique (subérine et cire) et sa structure physique (cellules fermées et absence à capillarité).

La qualité varie avec la station et l'âge du peuplement elle est meilleure chez les jeunes peuplements.

La différence d'altitude des boisements se traduit par des variations sensibles dans les qualités du liège.

Le liège de montagne à accroissement lent et régulier est nettement meilleur que le liège des bas-fonds et plaines à accroissement rapide.

II.10-La récolte du liège :**a) Démasclage et la levée du liège :**

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.



Figure 8 : Quelques étapes de la récolte du liège.

II.11- Classification du liège

La classification traditionnelle du liège notamment liège male, liège de première reproduction et liège de reproduction est beaucoup trop simple pour répondre aux différentes demandes et exigences des industries de transformation (bouchons, trituration, etc.). En effet, dans la catégorie de liège dit "de reproduction", on peut trouver des qualités très différentes a des prix et pour des utilisations tout aussi différentes. Pour cela, l'industrie de première transformation classe le liège à partir de son épaisseur et de son aspect.

Le nombre de classes varie d'un pays producteur à l'autre :

-Portugal, 6 classes Espagne, 5 classes

Tableau 7 : Classification du liège de reproduction par classes d'épaisseur

Espagne			Portugal		
Classes	Epaisseur en lignes	Epaisseur en mm	Classes	Epaisseur en lignes	Epaisseur en mm
1	>19	42.75	1	>24	>54
2	15 - 19	33.75 - 42.75	2	18 - 24	40 - 54
3	13 - 15	29.75 - 33.75	3	14 - 18	32 - 40
4	11 - 13	24.75 - 29.75	4	12 - 14	27 - 32
5	<11	24.75	5	10 - 12	22 - 27
			6	4 - 10	9 - 22

Du point de vue aspect, les planches de liège sont classées en 7 catégories et Rebut en Espagne et 6 catégories et Rebut au Portugal. Sont établies en fonction des caractéristiques suivantes :

- Densité et taille des lenticelles
- Nature et épaisseur de la croute et de la mie
- Nombre et épaisseur des veines (croissance)
- Poids et souplesse
- Défauts divers : présence de terre, bois, soufflures, trous de vers ou fourmis, champignons, colorations, liège vert (trop frais), dimensions et profondeurs des crevasses, veines creuses ou sèches.

Tableau 8 : Tableau de qualité de liège de reproduction adoptée par IPROCOR

CLASSE	ESPAGNE	PORTUGAL
1	Première	Première
2	Deuxième	Deuxième
3	Troisième	Troisième
4	Quatrième	Quatrième
5	Cinquième	Cinquième
6	Sixième	Sixième
7	Septième	Rebut
8	Rebut	

II.1.2- La production du liège:

II.12.1- La production mondiale

La production mondiale du liège est estimée à environ 340.000 tonnes/an et est répartie sur sept pays : Le Portugal, L'Espagne, L'Italie, l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et la France. Notant que le Portugal est le premier producteur dans le monde, avec une production moyenne annuelle de 170.000 tonnes par an (54%).

Tableau 9 : la production mondiale du liège :

Pays	Tonnes	Pourcentage
Portugal	185 000	54%
Espagne	88 000	26%
Algérie	15 000	4%
Maroc	20 000	6%
Italie	18 000	5%
Tunisie	9 000	3%
France	5000	2%

Source : (AMORIME, 2012)

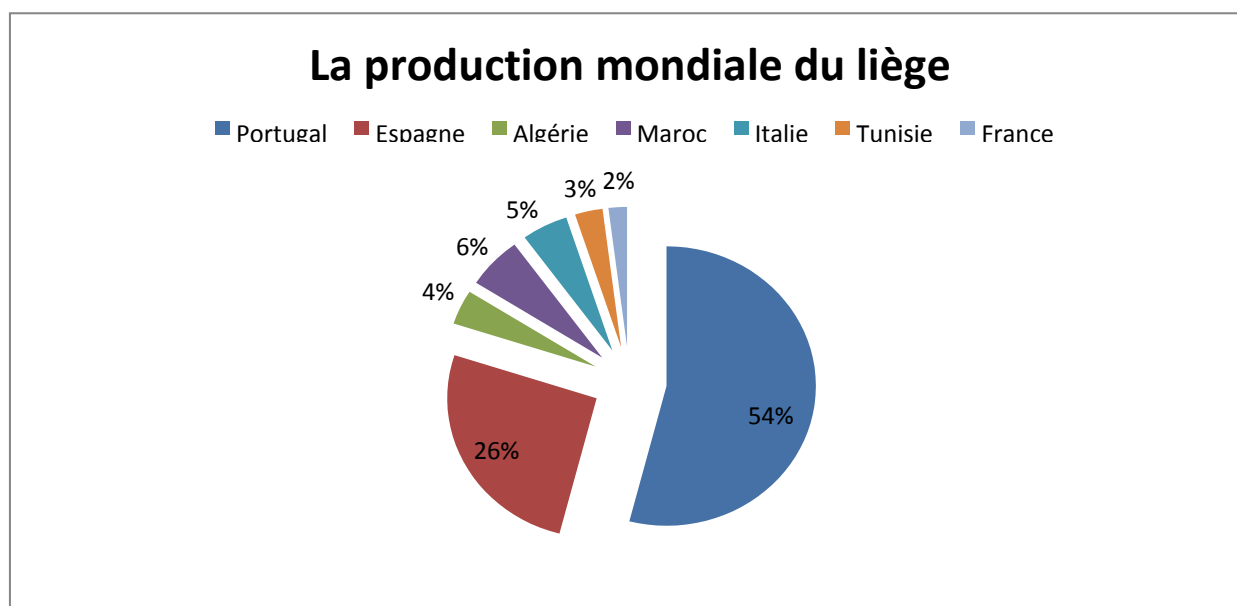


Figure 9 : La production mondiale du liège

II.1.2.2 : La production Algérienne du liège.

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

III. Utilisation du liège

-Dans la mise en bouteille : Bouchons en liège naturel, aggloméré ou mixte, rondelles de liège naturel ou aggloméré

-Dans la réfrigération : agglomérés d'isolement thermique ou vibratoire

-Dans la construction civile : agglomérés d'isolement thermique, acoustique ou vibratoire, panneaux de liège vierge ou agglomérés de revêtement pour la décoration et le confort des intérieurs, granulés pour linoléums

-Dans l'industrie automobile ou aéronautique : butoirs pour moteurs ou cadrans, flotteurs et indicateurs de niveau, disques d'embrayage, tapis, liège élastomère pour joints de culasse ou carburateur.

-Dans la construction navale : aggloméré d'isolement thermique, acoustique ou vibratoire, panneaux de revêtement et décoration, ceintures et bouées de sauvetage, amortisseurs d'accostage, flotteurs divers-Dans l'industrie des transports : aggloméré d'isolement thermique, acoustique ou vibratoire, revêtements intégrés, aggloméré anti-vibrations dans les assises des rails

-Dans l'industrie lourde : aggloméré pour montages anti-vibrations, liège élastomère pour joints (gaz, hydrocarbures) et cales.

-Dans l'industrie de la verrerie et céramique : disques pour polissage, obturateurs pour pots, fioles et éprouvettes

-Dans l'industrie de la pêche : bouées et flotteurs pour filets, lignes et balises, manches de canne à pêche

-Dans l'industrie de la chaussure : semelles extérieures/intérieures en liège naturel ou aggloméré, talons

-Dans l'industrie des tabacs : papier pour bout de cigarettes

-Dans l'industrie pharmaceutique : bouchons et emballages pour équipement de laboratoire

-Dans l'industrie de l'emballage : granulés et laines de liège pour conditionnement de fruits et articles fragiles, coffrets, étuis.

-Divers : tableaux affichage, sous-verres et sets de table, tapis, boîtes, pots à crayons, calendriers, cendriers, tableaux, pense-bêtes, porte-plumes, poignées de raquettes, balles, cibles, doublures pour casques, bourres de chasse, papier, laine pour matelas et coussins, bijouterie et maroquinerie, valves pour instruments de musique...

Chapitre II :

Matériels & Méthodes

1- Présentation du milieu d'étude :

Notre travail a été réalisé sur les trois stations forestières suivantes : Tirsine 1, Tirsine 2 et Draa el mizane dans les suberaies de la wilaya de Tizi-Ouzou.

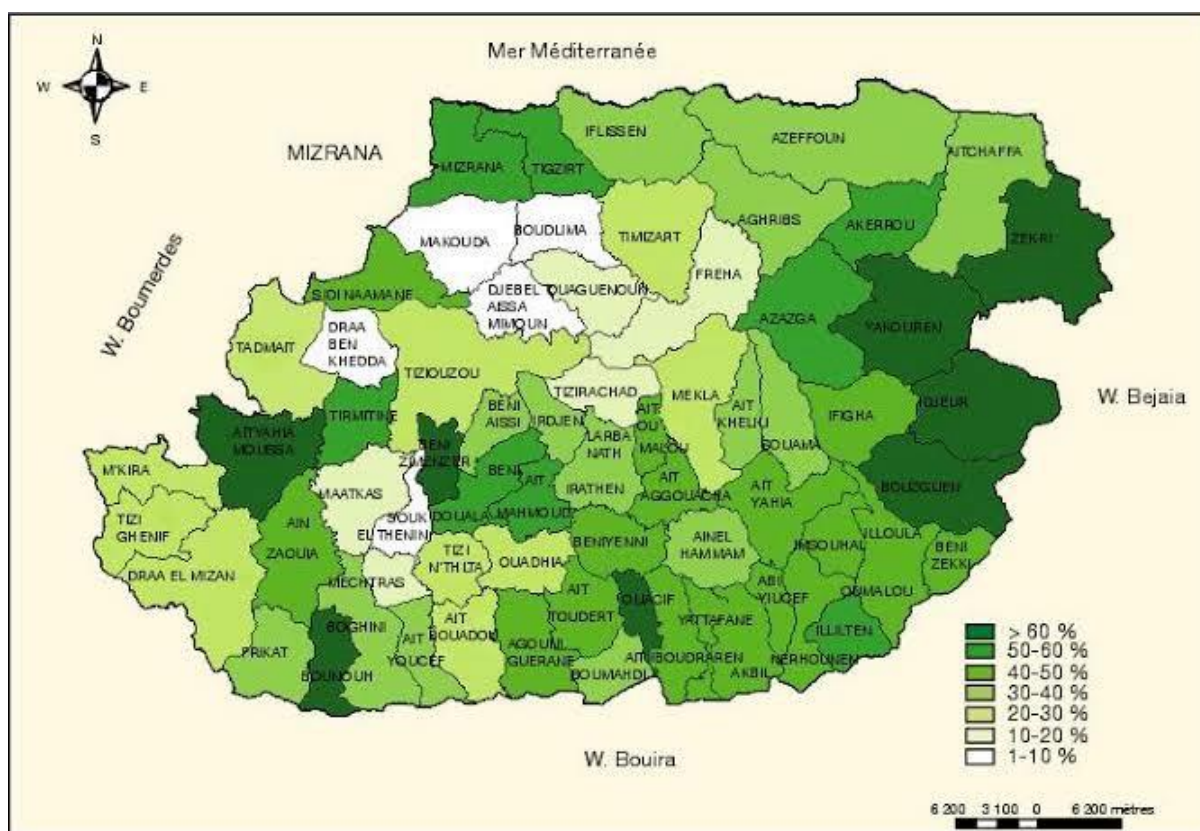
1.1-Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou :

La wilaya de Tizi Ouzou est située au Nord de l'Algérie, dans la région de la Kabylie, s'étend sur 2 992,96 km² ; elle est délimitée :

- à l'ouest par la wilaya de Boumerdès.
- au sud par la wilaya de Bouira.
- à l'est par la wilaya de Bejaïa.
- au nord par la mer Méditerranée.

Les coordonnées de la région sont :

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



Source : JLE (John Libbey Eurotext).

Figure 10 : carte de couverture forestière de la wilaya de Tizi-Ouzou

2. Etude climatique :

Le climat est un facteur déterminant de premier ordre pour une approche du milieu.

C'est un ensemble de phénomènes météorologiques qui sont principalement les températures, les précipitations et les vents. Ce climat se place en amont de toutes études relatives au fonctionnement des écosystèmes écologiques.

2.1. La température :

La température est le second facteur constitutif du climat ; elle joue un rôle majeur dans la détermination du climat régional à partir des valeurs des moyennes annuelles et mensuelles «T° C» et les valeurs moyennes des minima du mois le plus froid« Tm° C » et des maxima du mois le plus chaud « TM° C».

Les températures influent sur le développement de la végétation et ce sont surtout les températures extrêmes qui ont une influence directe sur la végétation par rapport aux moyennes, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée (Fritts, 1976 ; Berriah, 2014).

Tableau 10 : Températures moyennes annuelles et mensuelles (°C) de la Wilaya de Tiz-Ouzou durant la période (2011-Juillet 2022) / altitude : 195m

	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne Annuelle
Temp Max	15.98	16.82	19.12	22.43	26.45	31.82	36.36	36.35	31.88	27.45	20.31	17.04	25.17
Temp Min	7.22	7.45	9.40	11.62	14.22	17.39	21.59	22.30	19.43	15.59	11.85	8.51	14.54
Temp moy	11.63	12.13	14.28	17.06	20.33	25	28.98	29.33	25.65	21.56	16.08	12.85	19.57

Source : Infoclimat

-Temp Max : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

-Temp min : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

-Temp moy : Température moyenne (Températures minimales + Température maximales) /2.

Tableau 11 : Températures moyennes annuelles et mensuelles (°C) de Draa el mizane (Litama) durant la période (2011-Juillet 2022) / altitude 600m.

	Jan	Févr	Mars	Avl	Mai	Juin	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne Annuelle
Temp Max	13.14	13.98	16.28	19.59	23.61	28.98	33.52	33.51	29.04	24.61	17.47	14.20	22.33
Temp Min	5.6	5.83	7.78	10	12.6	15.77	19.97	20.68	17.81	13.97	10.23	6.89	12.26
Temp moy	9.37	9.9	12.03	14.79	18.1	22.37	26.74	27.09	23.42	19.29	13.85	10.54	17.29

A travers ce tableau on déduit que :

- les mois les plus chauds sont le mois de **Juillet** et **Aout** avec des températures de **33.52°C** et **33.51°C**.

- Les mois les plus froids sont le mois de Janvier et Février avec des températures de **5.6°C** et **5.83°C**.

Tableau 12 : Températures moyennes annuelles et mensuelles (°C) de Tirsine1 durant la période (2011-Juillet 2022)/ altitude 250m

	Jan	Févr	Mars	Avl	Mai	Juin	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyene Annuelle
Temp Max	15.59	16.43	18.73	22.04	26.06	31.43	35.38	35.97	31.49	27.06	19.92	16.65	24.66
Temp Min	7	7.23	9.18	11.4	14	17.17	21.37	22.08	19.21	15.37	11.63	8.12	8.12
Temp moy	11.29	11.83	13.95	16.72	20.03	24.3	28.37	29.02	25.35	21.21	15.77	12.38	16.39

A travers ce tableau on déduit que :

- les mois les plus chauds sont le mois **Juillet** et **Aout** avec des températures de **35.38°C** et **35.97°C**.

- Les mois les plus froids sont le mois de Janvier et Février avec des températures de **7°C** et **7.23°C**.

Tableau 13 : Températures moyennes annuelles et mensuelles (°C) de Tirsine2 durant la période (2011-Juillet 2022)/ altitude 390m.

	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne Annuelle
Temp Max	14.61	15.45	17.75	21.06	25.08	30.45	34.99	34.98	30.51	26.08	18.94	15.67	23.8
Temp Min	6.44	6.67	8.62	10.84	13.44	16.61	20.81	21.52	18.65	14.81	11.07	7.73	13.1
Temp moy	10.52	11.06	13.18	15.95	19.26	23.53	27.9	28.25	24.58	20.44	15.01	11.7	18.45

A travers ce tableau on déduit que :

- les mois les plus chauds sont le mois **Juillet** et **Aout** avec des températures de **34.99°C** et **34.98°C**.

- Les mois les plus froids sont le mois de **Janvier** et **Février** avec des températures de **6.44°C** et **6.67°C**.

Tableau 14 : Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigé par rapport à l'altitude moyenne des trois stations (413m).

	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne Annuelle
Temp Max	14.45	15.28	17.58	20.23	24.91	30.28	34.63	34.82	30.34	25.91	18.77	15.5	23.55
Temp min	6.41	6.57	8.52	10.74	13.34	16.51	20.71	21.42	18.55	14.71	10.97	7.58	13
Temp moy	10.43	10.92	13.05	15.48	19.12	23.39	27.67	28.12	24.44	20.31	14.87	11.54	18.27

A travers ce tableau on déduit que :

- les mois les plus chauds sont le mois **Juillet** et **Aout** avec des températures de **34.63°C** et **34.82°C**.

- Les mois les plus froids sont le mois de **Janvier** et **Février** avec des températures de **6.41°C** et **6.57°C**.

2.2. Les précipitations :

La pluie est un élément essentiel à l'équilibre écologique de notre planète.

La formation des précipitations provient de la condensation de l'eau présente dans l'atmosphère sous forme de gouttelettes ou des cristaux qui, devenant trop lourds, chutent vers le sol. Les pluies constituent une grande partie des précipitations, mais d'autres formes existent.

Tableau 15: Précipitation mensuelles et annuelles (mm) de la wilaya de Tizi-Ouzou (195m) durant la période (2011/juillet2022).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuelle
P(mm)	92.26	75.45	90.95	65.85	35.74	15.82	1.46	5.03	26.97	52.75	147.68	107.23	717.17

Source : Infoclimat

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

$$\begin{array}{l} 1204 \text{ mm} \longrightarrow 50 \text{ mm} \\ 717.17 \text{ mm} \longrightarrow X \end{array} \quad X = 29.78$$

$$\begin{array}{l} 100 \text{ mm} \longrightarrow 29.78 \text{ m} \\ 600 \text{ m} \longrightarrow Y \end{array} \quad Y = 178.68$$

$Z = 717.17 + 178.68 = 895.85$ (la quantité annuelle des pluies à l'altitude 600m).

Tableau 16 : Précipitations moyenne mensuelles et annuelles (mm) de la wilaya de Tizi-Ouzou, corrigé par rapport à l'altitude de la station de Draa el mizane (600m).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuelle
P (mm)	115.25	94.24	113.6	82.25	44.64	19.76	1.82	6.28	33.68	65.89	184.47	133.94	895.85

A travers ce tableau, on déduit que :

- La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée dans la station de Draa el mizane durant la période (2011/juillet2022) s'augmente à **895.85mm**.
- Le mois le plus pluvieux est le mois de **Novembre** avec une quantité de **184.47mm**.
- Le mois le plus sec est le mois de **Juillet** avec une quantité de **1.82 mm**.

Tableau 17: Précipitations moyenne mensuelles et annuelles (mm) de la wilaya de Tizi-Ouzou, corrigé par rapport à l'altitude de la station de Tirsine1 (Azzefoune) (250m).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuelle
P (mm)	101.84	83.28	100.39	72.68	39.45	17.82	1.61	5.55	29.97	58.22	163.01	118.36	791.62

A travers ce tableau, on déduit que :

- La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée dans la station de Tala Gassi durant la période (2011/juillet2022) s'augmente à **791.62mm**.
- Le mois le plus pluvieux est le mois de **Novembre** avec une quantité de **163.01mm**.
- Le mois le plus sec est le mois de **Juillet** avec une quantité de **1.61 mm**.

Tableau 18 : Précipitations moyenne mensuelles et annuelles (mm) de la wilaya de Tizi-Ouzou, corrigé par rapport à l'altitude de la station de Tirsine2 (Azzefoune) (390m).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuelle
P (mm)	107.2	87.66	105.67	76.51	41.52	18.38	1.69	5.84	31.33	61.29	171.68	124.59	833.31

A travers ce tableau, on déduit que :

- La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée dans la station de Tirsine2 durant la période (2011/juillet2022) s'augmente à **833.31 mm**.
- Le mois le plus pluvieux est le mois de **Novembre** avec une quantité de **171.68 mm**.
- Le mois le plus sec est le mois de **Juillet** avec une quantité de **1.69 mm**.

Tableau 19 : Les précipitations moyennes mensuelles de l'altitude moyenne des trois stations (413m).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuelle
P (mm)	108.09	88.39	106.55	77.14	41.87	18.65	1.7	5.89	31.66	61.8	173.05	125.63	840.26

A travers ce tableau, on déduit que :

- La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée au niveau les trois stations de la wilaya de Tizi-Ouzou durant la période (2011/juillet2022) s'augmente à **840.26mm**.
- Le mois le plus pluvieux durant cette période est le mois de **Novembre** avec une quantité de **173.05 mm**.
- Le mois le plus sec durant cette période est le mois de **Juillet** avec une quantité de **1.7mm**.

2.3.1. Diagramme ombrothermique :

BAGNOULS et GAUSSEN (1953), définissent la saison sèche comme étant l'ensemble des mois ou totale mensuelle des précipitations est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuelle ($P=2T$).

Tableau 20: Températures moyenne mensuelles (°C) et les Précipitations moyennes mensuelles des trois stations (Tirsine1, Tirsine2 et Draa el mizane) durant la période (2011/juillet2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
P (mm)	108.09	88.39	106.55	77.14	41.87	18.65	1.7	5.89	31.66	61.8	173.05	125.63
Temp (°C)	10.43	10.92	13.05	15.48	19.12	23.39	27.67	28.12	24.44	20.31	14.87	11.54

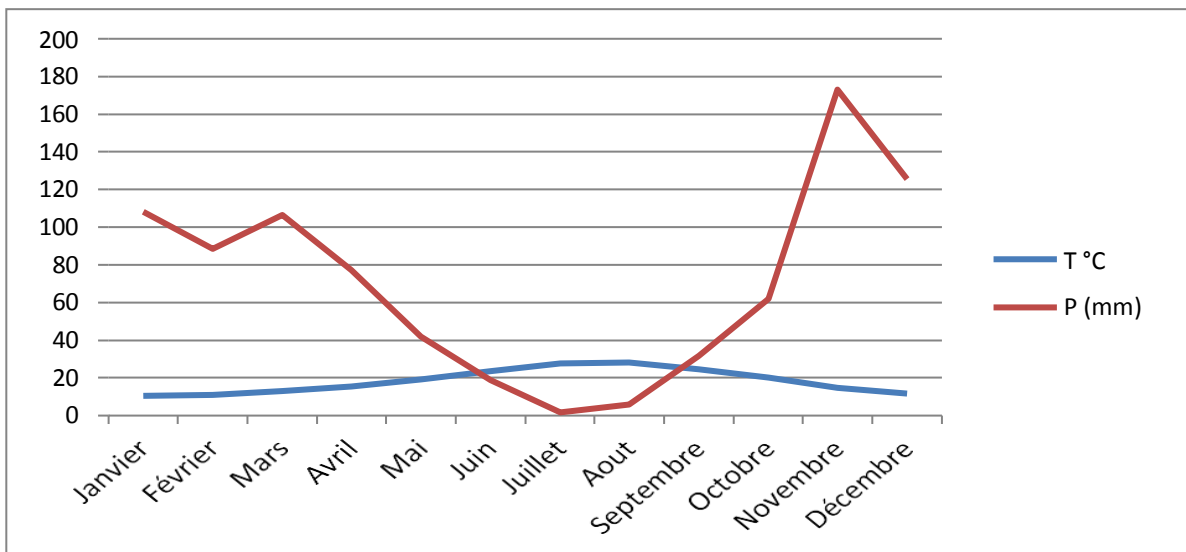


Figure 11 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN des trois stations.

2.3.2. Quotient pluviothermique d’EMBERGER :

$$Q2 = 2000 P / (M^2 - m^2)$$

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

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

Dans le cas de notre zone d’étude: on à:

P= 840.26 mm M = 34.82 °C m = 6.41°C

M (°K): 307.82 °K

m (°K): 279.41 °K

$$Q2 = 2000 * 840.26 / (307.82)^2 - (279.41)^2$$

$$Q2 = 100.7$$

La zone étudiée occupe l'étage Sub humide à hiver doux.

E

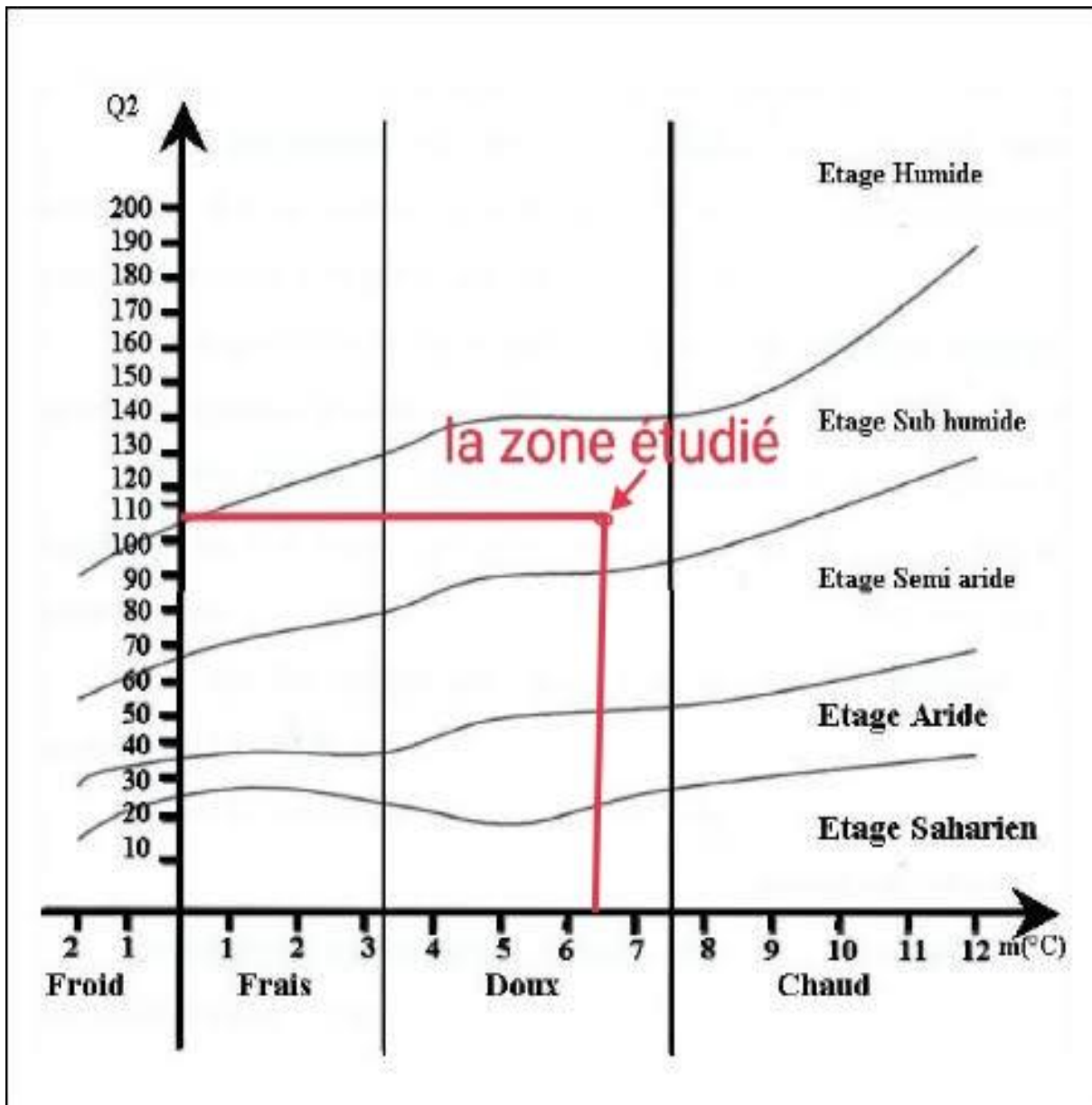


Figure 12 : situation de la zone étudiée dans le climagramme d'EMBERGER.

3. Méthode d'échantillonnage :

Après le déliègeage des arbres au niveau des trois stations (Tirsine 1, Tirsine 2 et Draa El Mizane), le liège de reproduction récupéré a été stocké dans des dépôts (Yakouren) sous forme de lots.

Pour notre échantillonnage on a appliqué la méthode d'échantillonnage stratifié systématique, et nous avons pris dix planches de chaque forêt considérée comme strate, en gardant le même intervalle de prélèvement d'une strate à une autre.

Au total 30 planches ont été considérées : 10 planches x 3 stations.



Figure 13 : Dépôt de liège Tizi-Ouzou (Yakouren)

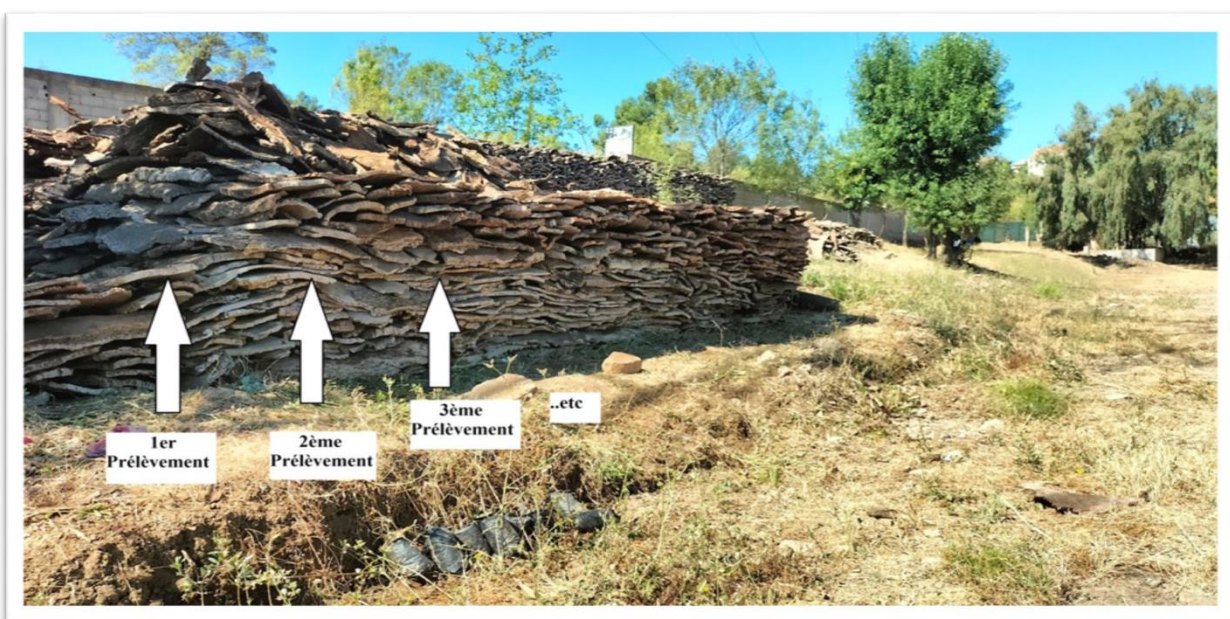


Figure 14 : prélèvement des planches du liège dans les dépôts

4. Mesure des variables :**4.1. Epaisseur du liège :**

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

Trois mesures d'épaisseurs sous croûte ont été mesurées, deux aux extrémités gauche et droite une au centre de la planche échantillonnée à l'aide du logiciel de mesure GIMP 2.10 (General Image Manipulation Program), qu'on va expliquer dans les étapes suivantes.

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

4.1.1. Le General Image Manipulation Program (GIMP)

Programme de manipulation d'image créée par SPENCER KIMBALL et PETER MATTIS, est un outil portable (c.-à-d. utilisable sur de nombreuses plateformes) de manipulation d'images et de photos, est un éditeur de trame raster (point à point), il effectue ses opérations directement sur les pixels déterminant l'image.

Il offre de nombreuses fonctionnalités. Il peut être utilisé comme un simple programme de dessin, comme un programme de retouche photo, comme un système en ligne de traitement par lot, comme un générateur d'image pour la production en masse, pour convertir un format d'image en un autre (RAYMON OSTERTAG, 2008 in Gabis et Boukerb, 2009).

4.2. La porosité :

La porosité du liège est exprimée par trois éprouvettes de forme rectangulaire de 10 cm de longueur x 1.5 cm d'épaisseur. Celles-ci sont prélevées de chaque planche de liège, la porosité a été étudiée sur les deux sections transversales et les deux sections tangentielles.

Suivant la méthode développée par FERREIRA et al. (1999) la porosité a été étudiée par analyse d'image scannée sur les quatre sections, puis on a mesuré à l'aide d'un logiciel GIMP2.10, le nombre de pores et leurs diamètres horizontal et vertical sur les trois éprouvettes.

4.3. Densité du liège (Dstl) :

Au laboratoire nous avons effectué un prélèvement d'une lamelle de (1.5 cm x 1.5 cm x 1.5 cm), sur l'extrémité de chaque éprouvette de (10 cm x 1.5 cm).

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

Ainsi, la densité est estimée comme suit:

$$D_{stl} = M_h \text{ (g)} / V_h \text{ (cm}^3\text{)}$$

Avec :

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

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

H : Humidité du milieu.

5. Méthode de mesure :

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

➤ **Nombre de pores (N_{bp}) :**

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

➤ **Superficie moyenne des pores (S_{mp}) en (mm²)**

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

$$S = \pi D^2 / 4$$

Avec :

$$D = (d_1 + d_2) / 2$$

d₁ et **d₂** étant les deux diamètres perpendiculaires de chaque pore mesuré à l'aide d'un logiciel GIMP 2.

➤ **Nombre de lenticelles (N_l)**

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

➤ **Surface moyenne des lenticelles (S_{ml})**

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

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

Avec :

- **S_{ml}** : Surface moyenne d'une lenticelle (mm²).

- **D_l** : Diamètre d'une lenticelle (mm).

- **L** : La longueur d'une lenticelle (mm).

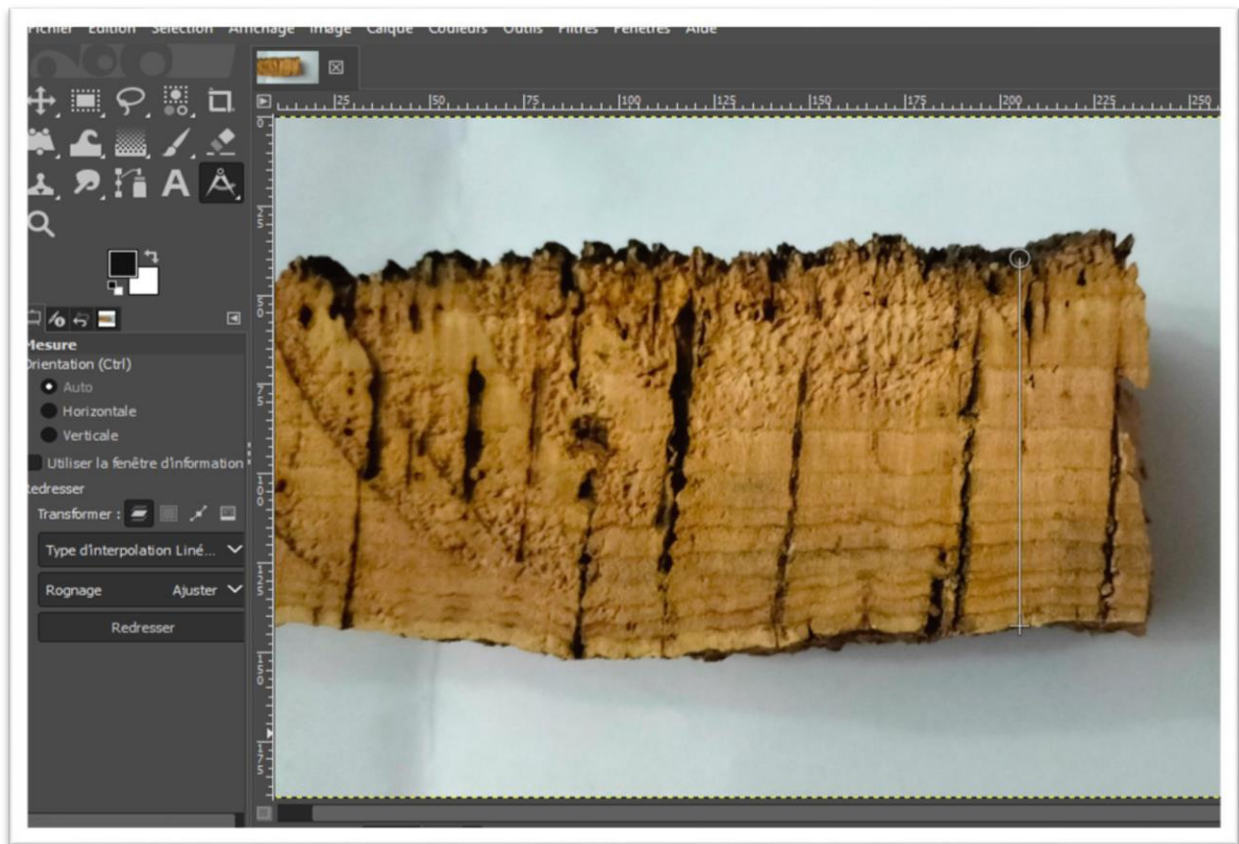
➤ **Coefficient de porosité (C_p) en (%)**

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



Source : originelle

Figure 15 : Les éprouvettes utilisées pour les mesures de l'épaisseur sous croute du liège



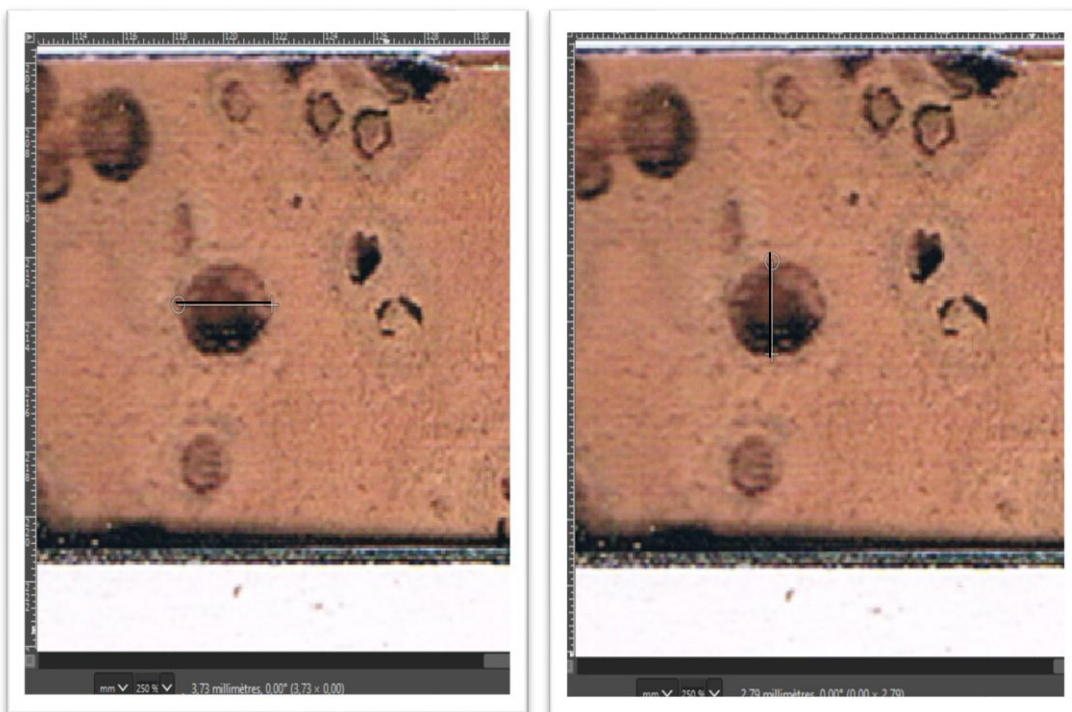
Source : originelle

Figure 16 : Mesure de l'épaisseur sous croute du liège à l'aide d'un logiciel GIMP



Source : originelle

Figure 17 : Les éprouvettes utilisées pour la mesure de la porosité.



Source : originelle

Figure 18 : Les mesures des diamètres (d_1 et d_2) des pores par le GIMP 2.



Source : originelle

Figure 19 : La mesure de la longueur des lenticelles par le GIMP 2



Figure 20 : Les éprouvettes utilisées pour les mesures de la densité et la balance de mesure de la masse des éprouvettes.

6. 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%) ainsi que les distributions graphiques (courbes et histogramme).

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

6.1. 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 (DAGNELIE, 1973).

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

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

6.2. L'analyse en composantes principales (ACP) :

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

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

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

Ep.	Epaisseur du liège.
Nbp.	Nombre de pores.
Smp.	Superficie moyenne des pores.
Cph.	Coefficient de porosité des faces horizontales.
Nbl.	Nombre de lenticelles.
Sml.	Superficie moyenne des lenticelles.
Cpt.	Coefficient de porosité des faces tangentielles.
Alt.	Altitude.
Agel.	Age di liège.
Dstl.	Densité du liège.

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

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

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

$$r = \text{Cov} (x, y) / S_x S_y \text{ (DAGNELIE, 1973).}$$

Avec :

S_x et **S_y** différents de **0** et r compris entre **-1** et **+1**.

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

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

Avec :

- **r** : coefficient de corrélation.
- **n** : nombre d'observations.
- **tobs** : doit être comparé à **t.théo** lu sur la table de distribution de Student.

Il y a corrélation lorsque le C.obs est supérieure à **C.théo** pour un niveau de signification α et un degré de liberté **n-2**. Ce qui est équivalent à dire qu'il y a corrélation lorsque le coefficient de corrélation observé est supérieur au coefficient de corrélation théorique (METNA, 2003).

Chapitre III :

Résultats & Interprétations

1. Présentation des résultats

Les tableaux 21, 22, 23, 24, 25, 26,27 et les figures 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 synthétisent les résultats de l’analyse descriptive de l’épaisseur, la porosité (le nombre et la superficie moyenne des pores, coefficient de porosité des faces horizontales, le nombre et la superficie moyenne des lenticelles et le coefficient de porosité des faces tangentielles) et la densité du liège pour les trois stations (Tirsine 1, Tirsine2 et Draa el mizane).

1.1.Epaisseur du liège (EPAIS):

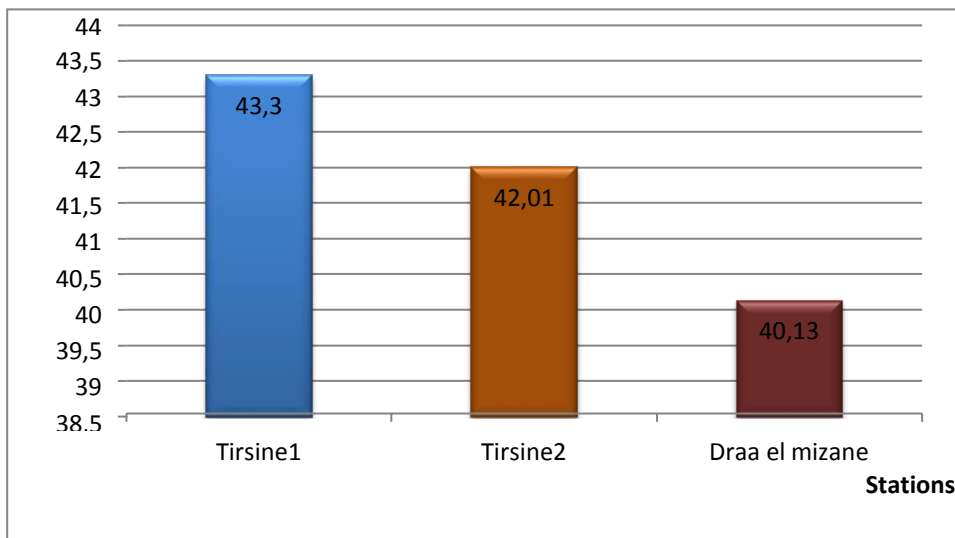


Figure 21 : distribution des épaisseurs du liège des trois stations

Nous remarquons que la variable épaisseur obtenue varie entre 40.13mm, (valeur minimale enregistrée au niveau de la station Draa el mizane) et 43.3 mm (valeur maximale enregistrée au niveau de la station Tirsine 1) (figure 22).

La moyenne générale de l’épaisseur du liège pour les trois stations est de 41.81 mm.

Tableau 21: distribution des échantillons du liège par classe commerciale d’épaisseur.

Classes/Stations	Tirsine 1	Tirsine 2	Draa el mizane	Moyenne par classe	Moyenne générale
<22	0%	0%	0%	0%	2%
[22-27]	0%	0%	7%	2%	
] 27-32]	3%	0%	13%	5%	98%
] 32-40]	40%	40%	37%	39%	
>40	57%	60%	43%	53%	

D’après le tableau 22 et la figure 22 la distribution par classe d’épaisseur du liège

récolté dans les trois stations Tirsine 1, Tirsine 2 et Draa El Mizane montre que 98 % des planches présentent des épaisseurs supérieures à 27 mm donc elles seront destinées à la fabrication des bouchons, et les 2 % des planches restantes présentent des épaisseurs inférieures à 27 mm donc elles seront orientées vers la production de disques pour bouchons et autres utilisations.

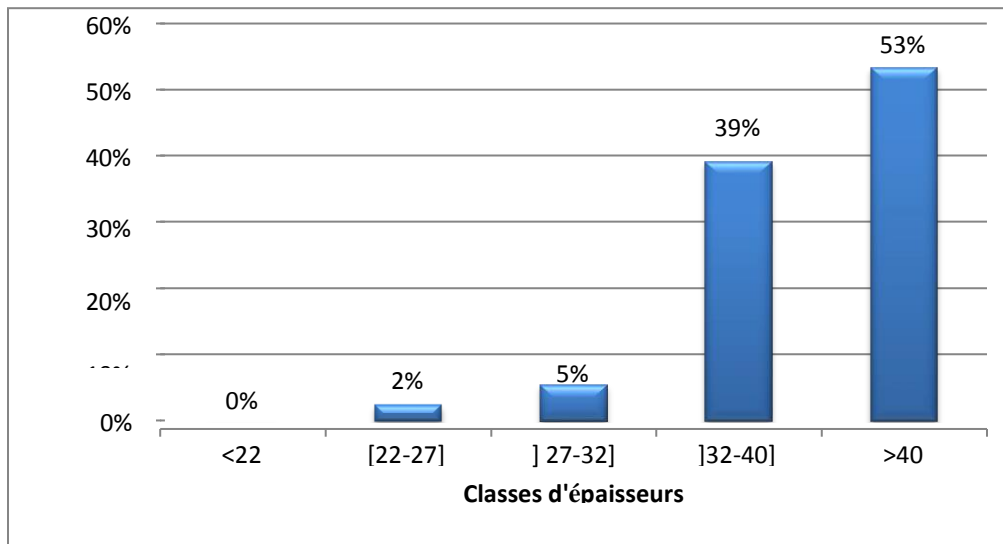


Figure 22 : distribution des planches de liège par classes commerciales d'épaisseur.

1.2. Porosité du liège :

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

1.2.1. Nombre de pores :

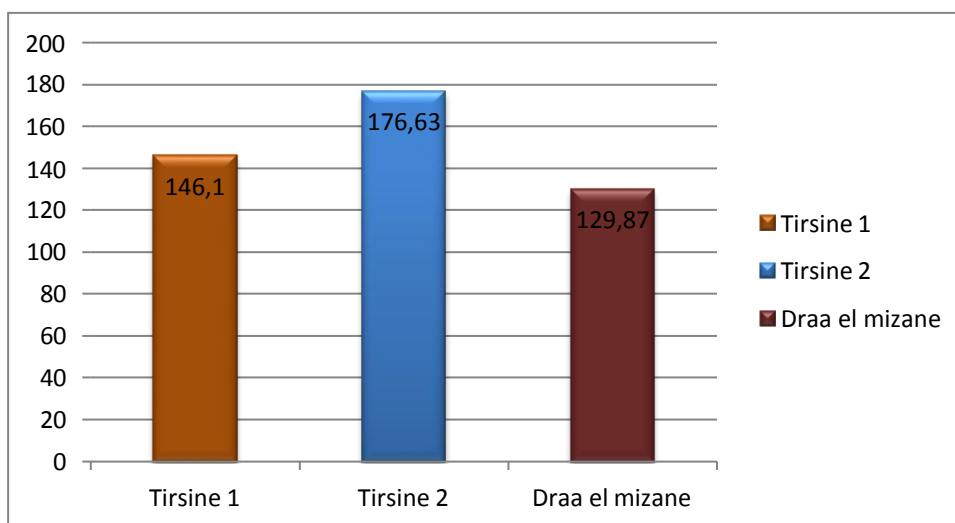


Figure 23: distribution de nombre des pores.

Le nombre de pores moyen du liège obtenu varie de 129,87 (valeur minimale enregistrée au niveau de la station Draa El Mizane) à 176,63 pores (Valeur maximale enregistrée au niveau de la station Tirsine2) (figure 24).

La moyenne globale de nombre des pores est de 150.86 pores.

1.2.2. La superficie moyenne des pores :

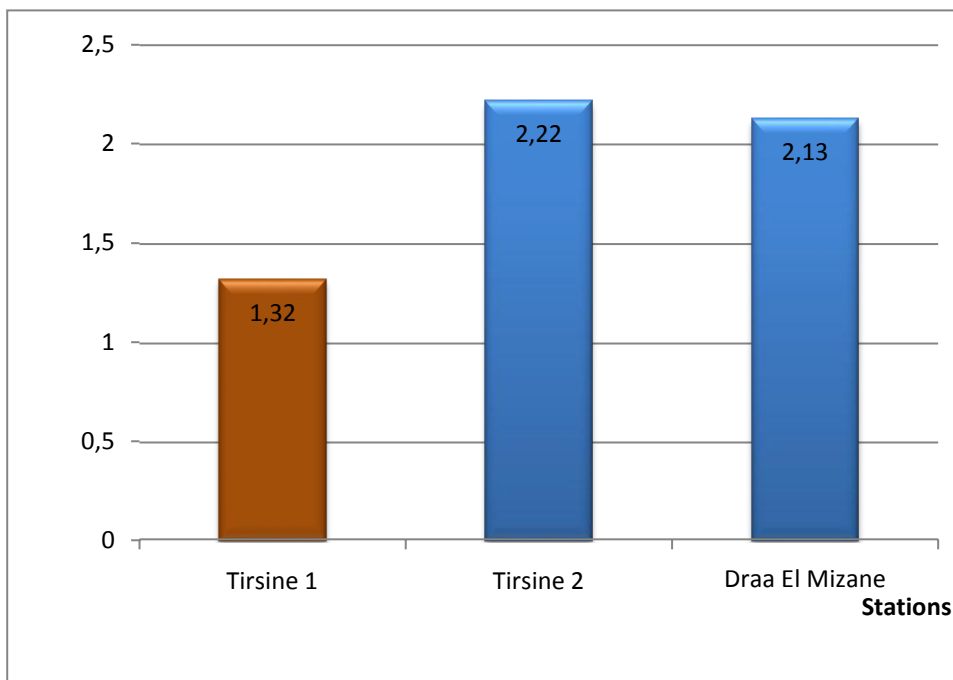


Figure 24 : distribution de la superficie moyenne des pores.

La superficie moyenne des pores varie de 1.32 mm² (valeur minimale enregistrée au niveau de la station Tirsine 1) à 2.22 mm² (valeur maximale enregistrée au niveau de la station Tirsine 2) (figure 25).

La moyenne globale de la superficie des pores est de 1.96 mm².

La distribution de la superficie des pores du liège étudié par classes de dimension selon FERREIRA et al.(1999), donne trois classes de dimensions. <1mm² ; [1-2] mm² et >1mm² représentant respectivement les pores de petites, moyennes et grandes superficies.

La distribution des pores par classe de dimension des trois stations étudiée selon la classification de FERREIRA et al.(1999) est représentée dans le tableau suivant.

Tableau 22 : Distribution des pores et de la porosité par classes de dimension.

Stations	Classes de superficie des pores	Moyenne des pores par classes de superficies (mm ²).	Pourcentage des pores par classes de superficies (%)	Pourcentage de la porosité représentée pour chaque classe de superficies (%).
Station Tirsine 1	<1mm ²	0.735	11.12	17.90
	[1-2]	1.25	56.81	30.45
	>2mm ²	2.12	32.07	51.64
Station Tirsine 2	<1mm ²	0	0	0
	[1-2]	1.626	36.59	36.59
	>2mm ²	2.818	63.41	63.41
Station Draa el mizane	<1mm ²	0	0	0
	[1-2]	1.686	39.59	39.58
	>2mm ²	2.574	60.45	60.42
Région	<1mm ²	0.245	3.70	5.97
	[1-2]	1.521	44.33	35.54
	>2mm ²	2.504	51.98	58.49

A travers ce tableau, on déduit :

- La station de Tirsien 1 présente 11.12% des pores de petite superficie, avec une dimension moyenne de 0.735mm² et représentant de 17.90% de la porosité totale. Et présente 56.81% des pores de moyenne superficie, avec une dimension moyenne de 1.25mm² qui représentent 30.45% de la porosité totale et 32.07% des pores sont de grandes superficies, avec une superficie moyenne de 2.12mm² qui représentent 51.64% de la porosité totale.

- La station de Tirsine 2 ne contient pas des pores de petite superficie, et pour les pores de moyenne superficie possède 36.59%, avec une superficie moyenne de 1.626mm² qui représente 36.59% de la porosité totale. 63.41% des pores sont de grandes dimensions avec une superficie moyenne de 2.818mm² ce qui représentent 63.41% de la porosité totale.

- La station de Draa el mizane ne contient pas des pores de petite superficie, par contre les pores de moyenne superficie présentent 39.59% avec une superficie moyenne de 1.686mm², ce qui représentent 39.58% de la porosité totale. Et possède 60.42% des pores de grandes dimensions avec une moyenne de superficie de 2.574mm², qui couvre 60.42% de la porosité totale.

Dans l'ensemble, la région étudiée présente 3.70% des pores de petites dimensions avec une

superficie de 0.245mm^2 qui couvre 5.97% de la porosité total, et présente 44.33% des pores de moyennes dimensions, avec une superficie moyenne de 1.521mm^2 , ce qui représentent 35.54% de la porosité totale. 51.98% sont des pores de grandes dimensions, avec une superficie moyenne de 2.504mm^2 , ce qui représentent 58.49% de la porosité totale.

1.2.3. Coefficient de porosité des faces horizontales :

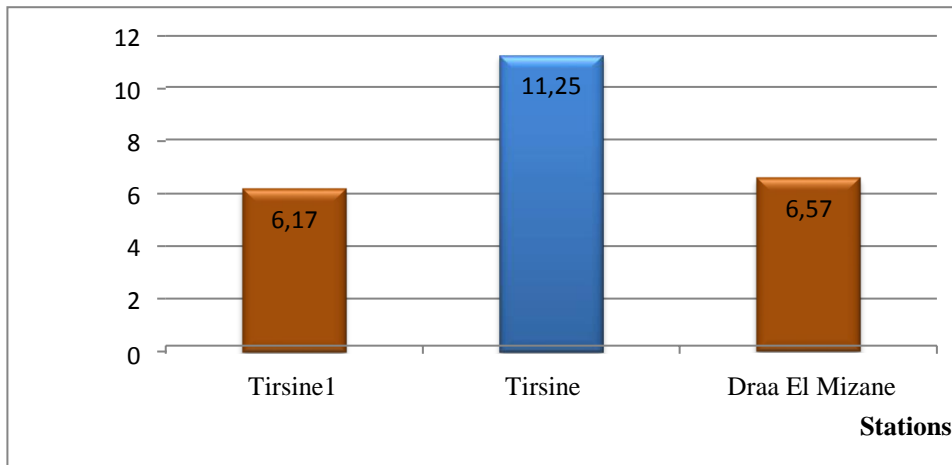


Figure 25: distribution du coefficient de porosité des faces horizontales des trois stations.

Le coefficient de porosité calculé pour les faces horizontales des éprouvettes varie de 6.17% (valeur minimale, enregistrée au niveau de la station Tirsine 1) à 11.09% (valeur maximale, enregistrée au niveau de la station Tirsine 2), alors que la station Draa El Mizane présente une moyenne de 6.57%.

La moyenne générale de coefficient de porosité des faces horizontales est de 7,94.

1.2.4. Nombre de lenticelles :

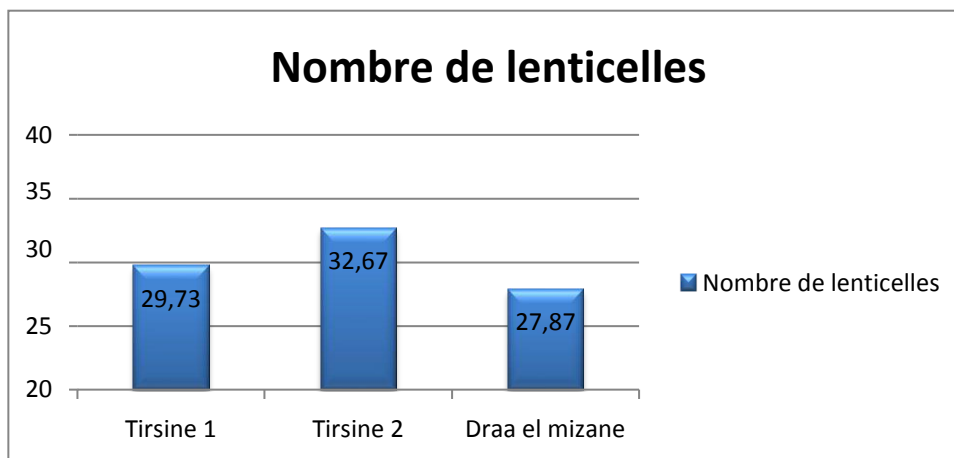


Figure 26 : la distribution de nombre des lenticelles dans les trois stations.

Les résultats obtenus pour le nombre de lenticelles varient de 27.87 (valeur minimale enregistrée au niveau de la station Draa El Mizane) à 32.67 (valeur maximale enregistrée au niveau de la station Tirsine 2) (figure 27).

La moyenne globale pour les trois stations est de 30,09.

1.2.5. Superficie moyenne des lenticelles :

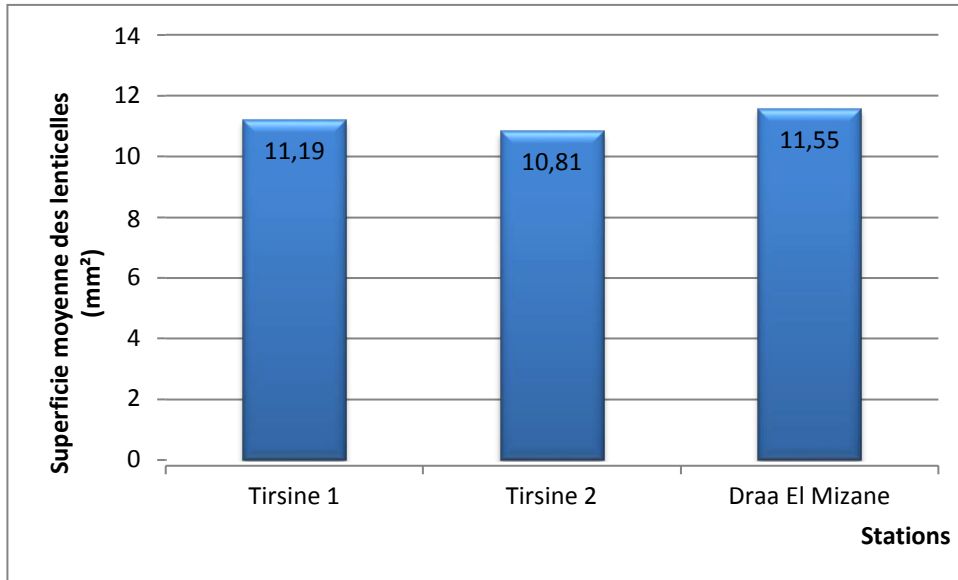


Figure 27 : distribution des superficies moyennes des lenticelles des trois stations.

Les superficies moyennes des lenticelles varient de 10.81 mm² (valeur minimale, enregistrée au niveau de la station Tirsine 2) à 11.55mm² (valeur maximale, enregistrée au niveau de la station Draa El Mizane) (figure 28).

La moyenne générale de la variable est de 11,29mm².

1.2.6. Coefficient de porosité des faces tangentielles :

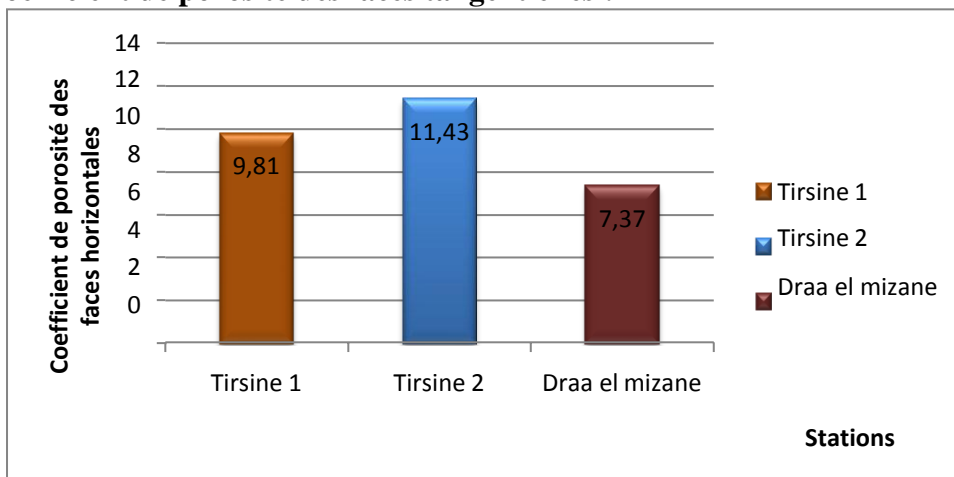


Figure 28 : distribution du coefficient de porosité des faces tangentielles des trois stations.

Le coefficient de porosité calculé pour les faces tangentielles des éprouvettes varie de 7.37% (valeur minimale, enregistrée au niveau de la station Draa El Mizane) à 11.43% (valeur maximale, enregistrée au niveau de la station Tirsine 2), alors que la station Tirsine 1 présente une moyenne de 9.81%.

La moyenne générale de la variable est de 9,54.

1.3. Densité du liège :

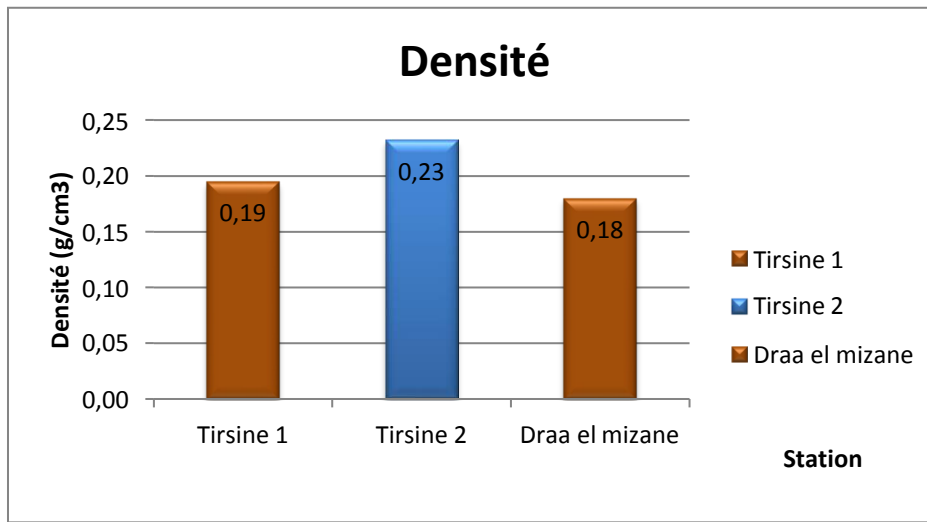


Figure 29 : Distribution de la densité du liège des trois stations.

On remarque que les moyennes de la densité du liège obtenue varient entre 0.18 g/cm³ à 0.23g/cm³.

La densité moyenne des trois stations est de 0.2g/cm³.

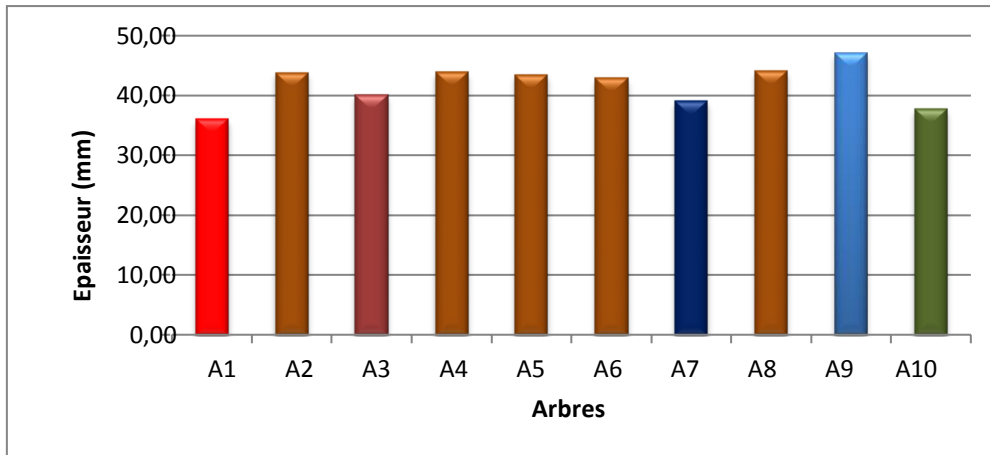


Figure 30 : distribution de l'épaisseur du liège des arbres des trois stations.

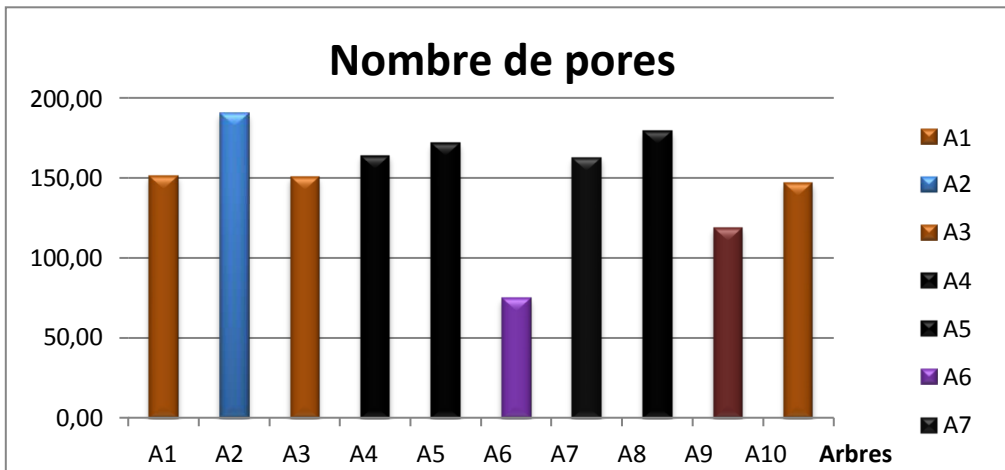


Figure 31 : distribution de nombre de pores des arbres des trois stations.

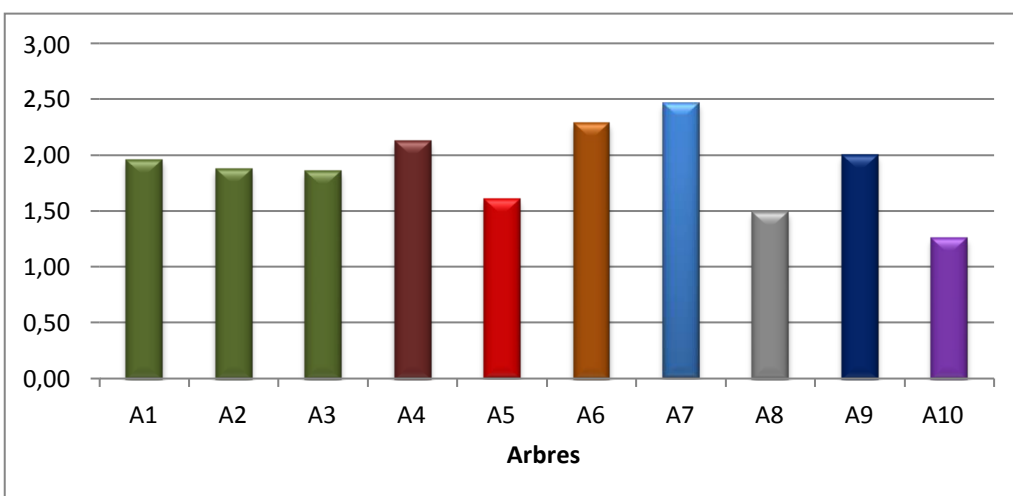


Figure 32 : distribution de la superficie moyenne des pores des arbres de trois stations.

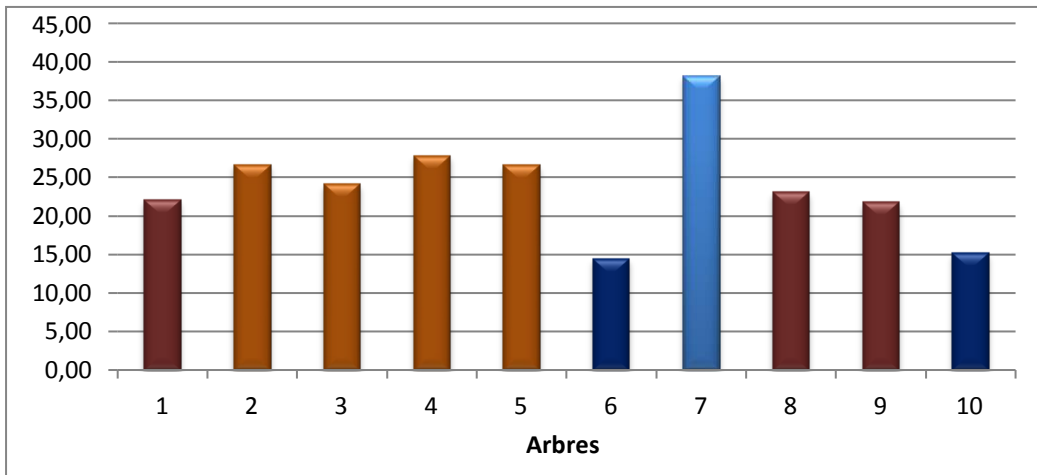


Figure 33 : distribution de coefficient de porosité des faces horizontales des trois stations.

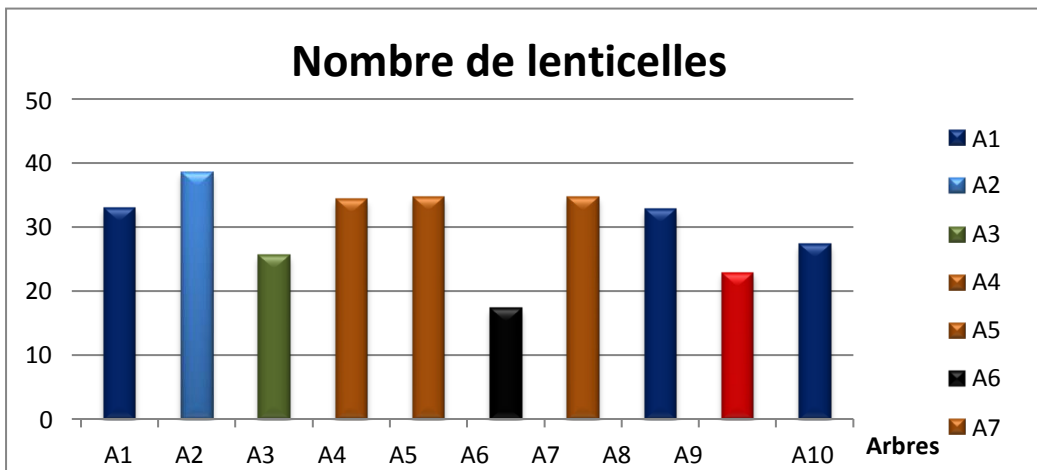


Figure 34 : distribution de nombre de lenticelles des arbres des trois stations.

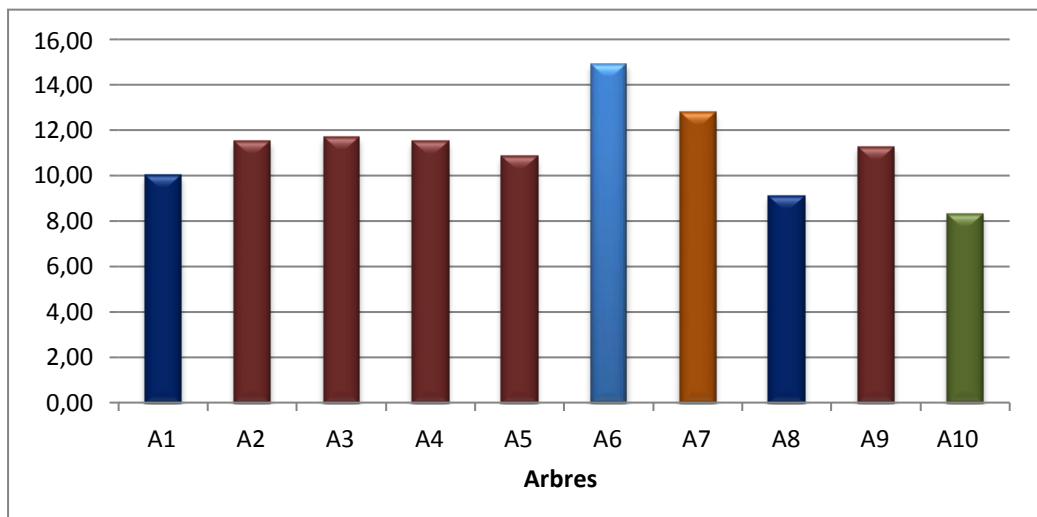


Figure 35: distribution de la superficie moyenne des lenticelles des arbres des trois stations.

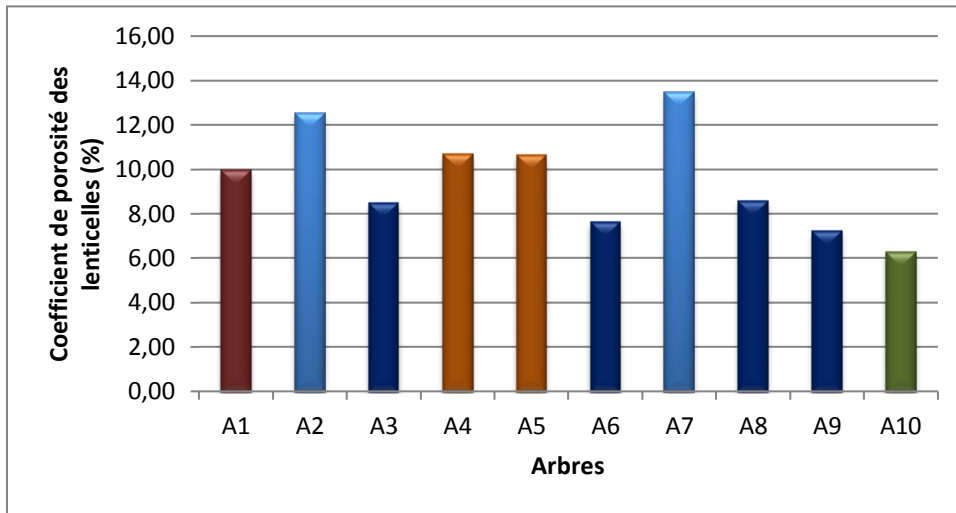


Figure 36: distribution de coefficient de porosité des lenticelles des arbres des trois stations

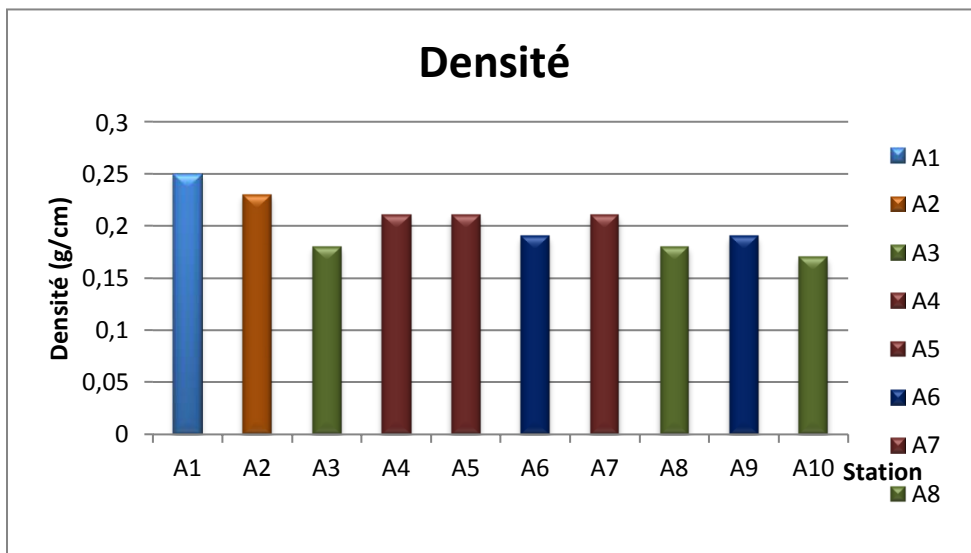


Figure 37 : distribution de la densité du liège des arbres des trois stations.

2. Comparaison des résultats entre les stations

2.1. Analyse de la variance :

La comparaison des moyennes de l'épaisseur du liège, de la porosité et de la densité du liège est faite à l'aide de l'analyse de la variance à deux critères de classification et le test de NEWMAN et KEULS.

Tableau 23 : résultats de l'analyse de la variance et de test de NEWMAN et KEULS des variables épaisseurs, la porosité et densité du liège.

variable	Source de variation	S.C.E	D.D.L	C.M	F.obs	Prob	S	Test de newman et Keuls facteur station
Epaisseur du liège	V. factorielle1	152,149	2	76.074	18.844	0	THS	GA: Tirsine 1
	V. factorielle2	961.231	9	106.804	26.456	0	THS	GB: Tirsine 2
	V. inter.F1 *F2	3980.416	18	221.134	54.776	0	THS	GC: Draa el mizane
	V. résiduelle	242.223	60	4.037				
Nombre de pores	V. factorielle1	33829.27	2	16914.63	29.86	0	THS	GA: Tirsine 2
	V. factorielle2	89833.53	9	9981.504	17.621	0	THS	GB: Tirsine 1
	V. inter.F1 *F2	87629.61	18	4868.312	8.594	0	THS	GC: Draa el mizane
	V. résiduelle	33988	60	566.467				
Superficie moyenne des pores	V. factorielle1	14.924	2	7.462	27.358	0	THS	GA: Tirsine 2;
	V. factorielle2	11.121	9	1.236	4.53	0.00015	THS	Draa el mizane
	V. inter.F1 *F2	24.007	18	1.334	4.89	0	THS	GB: Tirsine 1
	V. résiduelle	16.366	60	0.273				
Coefficient de porosité des faces horizontales	V. factorielle1	478.656	2	239.328	50.264	0	THS	GA: Tirsine 2
	V. factorielle2	408.794	9	45.422	9.54	0	THS	GB: Draa el mizane ;
	V. inter.F1 *F2	197.143	18	10.952	2.3	0.00846	HS	Tirsine 1
	V. résiduelle	285.684	60	4.761				
Nombre des lenticelles	V. factorielle1	351.29	2	175.645	2.809	0.06659	NS	Homogénéité
	V. factorielle2	3541.29	9	393.477	6.293	0	THS	entre les
	V. inter.F1 *F2	5165.376	18	286.965	4.59	0	THS	stations
	V. résiduelle	3751.334	60	62.522				
Superficie moyennes des lenticelles	V. factorielle1	8.061	2	4.03	0.504	0.61233	NS	Homogénéité
	V. factorielle2	279.717	9	31.08	3.885	0.00066	THS	entre les
	V. inter.F1 *F2	555.2	18	30.844	3.856	0.00004	THS	stations
	V. résiduelle	479.966	60	7.999				

Coefficient de porosité des faces tangentiels	V. factorielle1	251.513	2	125.756	15.577	0.00001	THS	GA: Tirsine 2
	V. factorielle2	444.064	9	49.34	6.112	0.00001	THS	GB: Tirsine 1
	V. inter.F1*F2	462.063	18	25.67	3.18	0.00041	THS	GC: Draa el mizane
	V. résiduelle	484.379	60	8.073				
Densité du liège	V. factorielle1	0.043	2	0.022	21.709	0	THS	GA: Tirsine 2
	V. factorielle2	0.048	9	0.005	5.379	0.00002	THS	GB: Tirsine 1;
	V. inter.F1*F2	0.065	18	0.004	3.655	0.00008	THS	Draa el mizane
	V. résiduelle	0.06	60	0.001				

Avec :

S.C.E : somme des carrés moyennes. **D.D.L** : degré de liberté. **C.M** : carré moyen.

Prob : Probabilité. **F.obs** : Fonction observée. **C.V%** : Coefficient de Variation.

F1 : Facteur station. **F2** : Facteur arbres. **F1*F3** : Facteur station-arbres. **S** : différences significatives au seuil de 5%. **HS** : différences hautement significatives. **THS** : différences très hautement significatives. **G** : groupe.

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

Pour :

Facteur station ($\alpha=5\%$) : F.théo1=3.15 ; ($\alpha=1\%$) : F.théo1=4.98 ; ($\alpha=1\%$) : F.théo1=7.76

Facteur arbres ($\alpha=5\%$) : F.théo2=2.04 ; ($\alpha=1\%$) : F.théo2=2.72 ; ($\alpha=1\%$) : F.théo2=3.69

Facteur station-arbres ($\alpha=5\%$) : F.théo3=1.79; ($\alpha=1\%$): F.théo3=2.27 ; ($\alpha=1\%$): F.théo3=2.95

2.1.1. Epaisseur du liège :

Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification pour la variable épaisseur du liège révèlent des différences très hautement significatives entre les stations ($F_{obs1} = 18.844 > F_{théo1} = 7.76$), entre les arbres ($F_{obs2} = 26.456 > F_{théo2} = 3.69$) et entre l'interaction arbre-station ($F_{obs3} = 54.776 > F_{théo3} = 2.95$).

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

- ❖ La station Tirsine 1 représente le groupe (A) avec une moyenne de 43.3 mm.
- ❖ La station Tirsine 2 représente le groupe (B) avec une moyenne de 42.011mm.
- ❖ La station Draa el mizane représente le groupe (C) avec une moyenne de 40.133mm.

2.1.2. Nombre de pores :

L'analyse de la variance des nombres de pores fait apparaître des différences très hautement significatives entre les stations, les arbres et l'interaction stations-arbres avec $p=0$.

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

- ❖ La station Tirsine 2 représente le groupe (A) avec la moyenne la plus élevée 176,63.
- ❖ La station Tirsine 1 représente le groupe (B) avec une moyenne de 146,1.
- ❖ La station Draa el mizane représente le groupe (C) avec la moyenne la plus faible 129,87.

2.1.3. Superficie moyenne des pores :

L'analyse de la variance de la variable superficie moyenne des pores montre qu'il existe des différences très hautement significatives entre les superficies des pores des stations étudiées ($F_{obs1} = 27.358 > F_{théo1}=3.15$), entre les arbres ($F_{obs2} = 4.53 > F_{théo2}=2.04$) et entre l'interaction station-arbre ($F_{obs3} = 4.89 > F_{théo3}=1.79$).

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

- ❖ Le groupe (A) est représenté par la station Tirsine 2 et Draa el mizane avec des moyennes respectives de 2.22mm^2 et 2.13mm^2 .
- ❖ Le groupe (B) est représenté par la station Tirsine 1 et avec la moyenne la plus faible $1,32\text{ mm}^2$.

2.1.4. Coefficient de porosité des faces horizontales :

L'analyse de la variance de la variable Coefficient de porosité des faces horizontales fait apparaître des différences très hautement significatives entre les stations et les arbres avec $p=0$, et des différences hautement significatives entre l'interaction station-arbre avec $p=0,00846$.

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

- ❖ La station Tirsine 2 représente le groupe (A) avec la moyenne la plus élevée (11,25%).
- ❖ Le groupe (B) est représenté par la station Draa el mizane et Tala Gaci avec des moyennes respectives de 6,57% et 6,17%.

2.1.5. Nombre de lenticelles :

L'analyse de la variance de la variable de nombre de lenticelles révèle l'absence de différences significatives entre les stations étudiées ($F_{obs1} = 2.809 < F_{théo1}=3.15$) et

montrent des différences très hautement significatives entre les arbres ($F_{obs2} = 6.293 > F_{théo2} = 2.04$) et entre l'interaction station-arbre ($F_{obs3} = 4.59 > F_{théo3} = 1.79$).

2.1.6. Superficie moyenne des lenticelles :

Les résultats obtenus pour cette variable montrent qu'ils n'existent pas des différences significatives entre les stations et qu'ils existent des différences très hautement significatives entre les arbres ($p=0.00066$) et l'interaction stations-arbres ($p=0.00004$).

2.1.7. Coefficient de porosité des faces tangentielles :

L'analyse de la variance pour cette variable fait apparaître des différences très hautement significatives entre les stations, les arbres et l'interaction stations-arbres ($F_{obs1} = 15.577 > F_{théo1} = 7.76$; $F_{obs2} = 6.112 > F_{théo2} = 3.69$; $F_{obs3} = 3.18 > F_{théo3} = 2.95$).

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

- ❖ La station Tirsine 2 représente le groupe (A) avec une moyenne la plus élevée de 11.43%.
- ❖ La station Tirsine 1 représente le groupe (B) avec une moyenne de 9.81%.
- ❖ La station de Draa el mizane représente le groupe (C) avec une moyenne la plus faible de 7,37%

2.1.8. Densité du liège :

Les résultats obtenus pour la variable de densité du liège montrent des différences très hautement significatives entre les stations, les arbres et l'interaction stations-arbres avec des p values respectives de 0 et 0.00002 et 0.00008.

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

- ❖ La station Tirsine 2 représente le groupe (A) avec la moyenne la plus élevée ($0,23 \text{ g/cm}^3$).
- ❖ Les stations Tirsine 1 et Draa el mizane représentent le groupe (B) avec des moyennes respectives de $0,19 \text{ g/cm}^3$ et $0,18 \text{ g/cm}^3$.

2.2. Analyse en composante principale (A.C.P.)

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

Tableau 24 : valeurs propres des axes

	F1	F2	F3
Valeur propre	3,78	2,31	1,79
% variance	34,40	21,04	16,26
% cumulé	34,40	55,44	71,70

Le tableau des valeurs propres (tableau 24) obtenu par l'ACP, montre que les valeurs propres des 3 axes sont supérieures à 1 et donnent 71.70% de la variance totale.

L'axe 3 représente le nombre de pores, nombre de lenticelles et surface moyenne des lenticelles, et ne représente aucune des variables explicatives, donc on peut l'abandonner.

On peut aussi abandonner l'axe 2 car les variables expliqués dans cet axe sont aussi expliqués dans l'axe 1.

Tableau 25 : cosinus carres des variables

	F1
Ep L	0,05
Nbre P	0,43
S P P	0,02
CP	0,29
Nbre de Lent	0,38
S M LENT	0,02
CP LENT	0,52
D liège	0,28
Age de peup	0,66
Age de liège	0,67
Laltitude	0,47

Le plan factoriel (1 x 1) intègre les variables les plus importantes pour notre étude (Nbre p, CP, Nbre de lent, CP lent, D liège, Age de peup, Age de liège, altitude).

2.2.1. Plan factoriel :

A partir de la représentation des plans factoriels et des coordonnées des variables, le regroupement des individus par rapport aux variables permet de distinguer deux groupes : A et B.

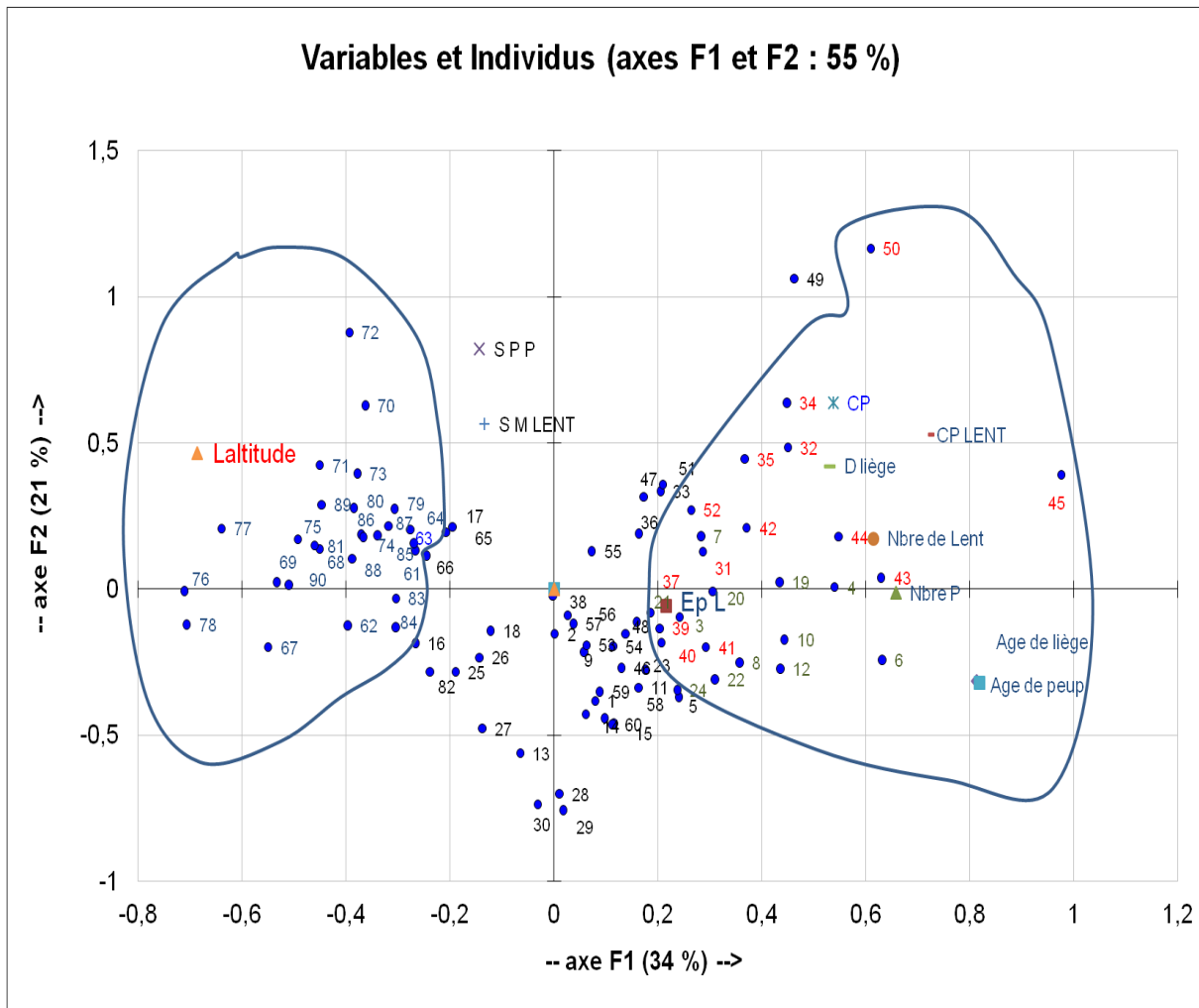


Figure 38 : Projection des individus sur le plan factoriel (1x1)

- Station Tirsine1
- Station Tirsine2
- Station DEM

Groupe 1 : présente un grand coefficient de porosité, une densité du liège importante, un nombre de pores et de lenticelles élevés, une altitude basse et un âge élevé.

Groupe 2 : présente une haute altitude, un coefficient de porosité faible, une densité du liège faible, un nombre de pores et de lenticelles n'est pas important et un petit âge.

2.2.2. Signification des axes :

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

L'axe (1) explique la variation de la porosité en fonction de l'âge du peuplement et l'âge du liège. Il montre aussi que le coefficient de porosité des faces tangentielles (lenticelles) présente une corrélation négative avec l'Altitude.

2.2.3. Matrice de corrélation :

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

Les résultats de la matrice (Tableau) montrent :

Des corrélations positives et très hautement significatives entre:

- Le nombre de pores et le nombre de lenticelles, avec $r = 0.68^{***}$
- Le coefficient de porosité des faces horizontales et le coefficient de porosité des faces tangentielles avec $r = 0.58^{***}$
- Le nombre de lenticelles et le coefficient de porosité des faces tangentielles avec $r = 0.70^{***}$
- Age du peuplement et l'âge du liège avec $r = 0.89^{***}$

Des corrélations positives et hautement significatives entre :

- Le nombre de pores et le coefficient de porosité des faces horizontales avec $r = 0.52^{**}$
- La superficie moyenne des pores et le coefficient de porosité des faces horizontales avec $r = 0.50^{**}$
- Le coefficient de porosité des faces tangentielles et la densité du liège avec $r = 0.54^{**}$

Des corrélations positives significatives entre :

- Le nombre de pores et la variable de coefficient de porosité des faces tangentielles, âge du peuplement et l'âge du liège, avec des valeurs respectives de $r = 0.41^*$, $r = 0.28^*$ et $r = 0.39^*$
- La superficie moyenne de pores et la surface moyenne des lenticelles, densité du liège et l'altitude, avec des valeurs respectives de $r = 0.48^*$, $r = 0.27^*$ et $r = 0.35^*$
- Le coefficient de porosité et le nombre de lenticelles, densité du liège, l'âge du peuplement et l'âge du liège, avec des valeurs respectives de $r = 0.34^*$, $r = 0.37^*$, $r = 0.26^*$ et $r = 0.23^*$
- Le nombre de lenticelle et la densité du liège et l'âge du liège, avec des valeurs respectives de $r = 0.31^*$ et $r = 0.23^*$
- La surface moyenne des lenticelles et le coefficient de porosité des faces tangentielles avec $r = 0.30^*$
- Le coefficient de porosité des faces tangentielles et l'âge du peuplement et l'âge du liège,

avec des valeurs respectives de $r = 0.36^*$ et $r = 0.35^*$

- La densité du liège et l'âge du liège avec $r = 0.32^*$

Des corrélations négatives et très hautement significatives entre :

- Age du peuplement et l'altitude avec $r = -0.92^{***}$

- Age du liège et l'altitude avec $r = -0.75^{***}$

Des corrélations négatives et significatives :

- Le nombre de pores et la superficie moyenne des pores et la surface moyennes des lenticelles, avec des valeurs respectives de $r = -0.29^*$ et $r = -0.38^*$

- La superficie moyennes des pores et l'âge du liège avec $r = -0.22^*$

- Le nombre de lenticelle et la surface moyennes des lenticelles avec $r = -0.30^*$

- Le coefficient de porosité des faces tangentielles et l'altitude avec $r = -0.27^*$

Tableau 26 : Résultats de la matrice de corrélation

	Ep L	Nbre P	S P P	CP	Nbre de Lent	S M LENT	CP LENT	D liège	Age du peup	Age du liège	altitude
Ep L	1										
Nbre P	0,03	1									
S P P	-0,04	-0,29	1								
CP	0,07	0,52	0,50	1							
Nbre de Lent	0,02	0,68	-0,18	0,34	1						
S M LENT	0,01	-0,38	0,48	0,16	-0,30	1					
CP LENT	0,10	0,41	0,20	0,58	0,70	0,30	1				
D liège	0,09	0,14	0,27	0,37	0,31	0,09	0,54	1			
Age du peup	0,15	0,28	-0,20	0,26	0,13	-0,07	0,36	0,32	1		
Age du liège	0,20	0,39	-0,22	0,23	0,23	-0,18	0,35	0,32	0,89	1	
Altitude	-0,17	-0,17	0,35	-0,03	-0,08	0,05	-0,27	-0,17	-0,92	-0,75	1

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

*: significatif ; pour $\alpha =5\%$ ($K= 88$), $r_{th1}=0,204$.

**: hautement significatif ; pour $\alpha =1\%$ ($K= 88$), $r_{th2}=0,263$.

***: très hautement significatif ; pour $\alpha =1\%$ ($K= 88$), $r_{th3}=0,3376$

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

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

α : seuil de signification.

Chapitre IV

Discussion

Afin de contribuer à l'étude de la variabilité de la qualité du liège des subéraies de la wilaya de Tizi-Ouzou nous avons effectué un travail au niveau de trois stations notamment Tirsine1, Tirsine2 et Draa el mizane. Des mesures d'épaisseurs, de la porosité et de la densité sur des planches de liège prélevées au niveau du dépôt de Yakouren ont été réalisées. Au total 90 éprouvettes ont été utilisées soit trois éprouvettes par planche et dix planches par station.

Selon IPROCOR (1999), Le liège doit avoir une épaisseur optimale pour pouvoir l'utiliser dans la fabrication des bouchons. Les calibres les plus utilisés en bouchonnerie sont surtout le 27-32 mm et le 32-40 mm (FERREIRA et al, 1999). Pour notre région d'étude, la moyenne globale de l'épaisseur du liège, obtenue pour les trois stations étudiées, est de l'ordre de 41.81mm et ce pour un âge moyen du liège de 17 ans, ce qui classe notre liège dans la catégorie des lièges "régulier" (apte au bouchonnage).

La station de tirsine 1 est caractérisée par l'épaisseur moyenne la plus élevée, elle est de l'ordre de 43.3 mm pour un âge de 17 ans suivie par la station de tirsine 2 avec une moyenne de 42.01 mm pour un âge de 21 ans et la station de draa el mizane avec une épaisseur moyenne de 40.13 mm pour un âge de 11 ans. Entre tirsine1 et tirsine2 la différence des épaisseurs pourrait être d'ordre génétique ; étant donné qu'elles ont les mêmes conditions écologiques. Par contre la station de Draa El Mizane qui présente presque la même épaisseur que les deux autres malgré un âge plus faible (11 ans) ; Ceci pourrait être dû à la présence des conditions écologiques favorables au développement du chêne liège niveau de cette dernière.

Comparativement aux résultats des autres régions, notamment, dans les suberaies de jijel, GHEZALI (2008), au canton de laouana a obtenu une épaisseur moyenne de 32,54 mm acquise pour presque un même un âge (20 ans) que tirsine 1 et tirsine 2. DOUZENE (2008) au canton de tahir a obtenu une épaisseur moyenne de 25.47mm, acquise pour presque un même âge (12 ans) que la station de draa el mizane le liège de notre zone d'étude présente une épaisseur moyenne plus élevée.

La répartition des planches de liège par classes de qualité commerciale d'épaisseur montre que 98% des planches de liège des stations étudiées ont des épaisseurs supérieures à 27mm et seront donc orienter à la fabrication des bouchons, et seulement 2% qui présentes des épaisseurs inférieures à 27mm et seront diriger vers d'autres utilisations notamment

l'aggloméré, les panneaux d'isolation les rondelles des bouchons etc. En comparant avec les résultats obtenus par GHEZALI (2008), METNA (2003) et FERREIRA et al. (1999) qui présentent des valeurs respectives de 63% ; 75% et 55% des planches ayant des épaisseurs supérieures à 27mm, nous dirons que notre liège présente des épaisseurs plus élevées ce qui pourrait engendrait un taux de liège bouchonnable plus important. La moyenne globale de l'épaisseur du liège de nos stations étudiées est de 41.81mm acquise en un âge moyen de 17 ans. Cette dernière est élevée par rapport à celles obtenues par METNA (2003), GHEZALI (2008) et ZAIDAT et ARIB (2018) pour des âges moyens respectifs de 12 ans, 20 ans et 10 ans. Ceci pourrait être dû à la différence de l'âge du liège qui est plus important au niveau des stations de tirsine1 et tirsine2 et aux conditions écologiques favorables au développement du liège au niveau de la station de Draa el mizane.

Selon IPROCOR (1999), il existe deux facteurs responsables des variations de l'épaisseur du liège ; les facteurs écologiques qui influencent sur la croissance de l'arbre, et les facteurs génétiques ; du fait que l'héritage d'un arbre peut limiter sa productivité en liège malgré des conditions stationnelles favorables. Comme il pourrait être dû à la nature des stations qui sont représentées par des peuplements âgés.

Le nombre de pores au niveau de la station de Tirsine2 (176.63) est plus important par rapport aux stations deTirsine1 (146.1) et de Draa el mizane (129.87). Cette variabilité stationnelle pourrait être expliquée par l'âge du liège de nos stations.

Les résultats de l'analyse de la variance montrent l'existence de différences très hautement significatives de la variable nombre de pores entre trois groupes homogènes. Le groupe A composé de la station tirsine2 avec la moyenne la plus élevée qui est de 176.63, le groupe B composé de la station de tirsine 1 avec la moyenne de 146.2 et le groupe C composé de la station de draa el mizane avec une moyenne de 129.87. Cette variabilité pourrait être liée à l'âge du liège et à l'âge du peuplement différent entre les trois stations. Ces résultats sont confirmés par la matrice de corrélation qui nous donne des corrélations positives et très hautement significatives (c.c.=0.39***) entre le nombre de pores et l'âge du liège et une corrélation positive et hautement significatives (c.c.=0.28) entre le nombre de pores et l'âge du peuplement.

Le nombre de pores moyen de nos stations étudiées est de 150. Il est plus élevé que ceux obtenus par FERREIRA et al. (1999), METNA (2003), GABIS et BOUKERB (2009) et

ZAIDAT et ARIB (2018) qui sont respectivement de l'ordre de 79 ; 76,26 ; 73,26 et 142,02.

. LAMEY (1893), met en évidence une relation positive entre la porosité et l'humidité. Il affirme que les lièges soufflés et poreux croissent le plus souvent dans les bas-fonds humides et sur les lisières.

La superficie moyenne des pores du liège des stations étudiées est de 2.22 mm². Cette dernière est supérieure à celle obtenues par ARIB et ZAIDAT (2018) au niveau de la suberaie de souk ahras avec une moyenne de 0.76 mm² et DOUZENE (2008) dans la suberaie de jijel avec une moyenne de (1.44 mm²).

Selon le classement établi par FERREIRA et al. (1999), le liège de nos stations présente en majorité des pores de grandes dimensions (> 2mm²), 51.98% des pores dénombrés mesurent en moyenne 2.50mm² et représentent 58.49% de la porosité totale du liège des stations étudiées. Les pores de petites dimensions (<1mm²), présentent un taux de 3.70% avec une moyenne de 0.24mm² et couvre 5.97% de la porosité totale. 44.33% sont des pores de moyennes dimensions ; appartient à la classe [1-2] mm² avec une moyenne de 1.52mm² et occupent 35.54% de la porosité totale. Ces résultats sont différents de ceux obtenus par d'autres auteurs dans d'autres suberaies notamment Arib et Zaidet (2019) dans la suberaie de souk ahras ont obtenu 80.78% des pores de petites dimensions 11.06% de moyennes dimensions et seulement 8.16% de pores de grandes dimensions. Metna (2003) dans la suberaie orientale de la wilaya de tizi-ouzou a trouvé que la proportion des pores supérieurs à 2 mm² est très peu représenté ; seulement 3.44% du total.

La porosité proprement dite est représentée par la variable coefficient de porosité. C'est la superficie totale des pores par rapport à la superficie totale de l'éprouvette. Elle présente une grande variabilité de la qualité du liège entre les subéraies étudiées et entre les arbres de la même subéraie.

Le coefficient de porosité moyen de nos trois stations étudiées est de 7.99%. Selon la classification de NATIVIDADE (1956), le liège de nos stations est classé comme un liège très poreux. Ceci pourrait être dû à l'âge du liège et du peuplement de chêne liège de nos stations étant donné que les résultats de l'analyse en composante principale ont révélé des corrélations positives et significatives avec l'âge du liège et l'âge du chêne liège en notant des coefficients

de corrélation respectives de 0.23* et 0.26*. SEIGUE (1985) note que la qualité du liège dépend de la station où l'arbre a poussé et surtout du caractère individuel de l'arbre qui le porte. Quant à GIRALT (1900), il considère que la qualité du liège dépend surtout de la nature de l'arbre qui le produit. En comparant nos résultats aux résultats des autres auteurs notamment METNA (2003) sur le liège des subéraies orientales de TIZI OUZOU a obtenu un coefficient de porosité de 3,94% (liège moyennement poreux), BENGANA et ALI AHMED (2006) sur le liège de la région de JIJEL ont obtenu un coefficient de 5,73% (liège très poreux), nous remarquons que le liège étudié par ces auteurs sus cités et moins poreux que celui de nos stations.

Les densités du liège notées pour les stations Tirsine1, Tirsine2 et Draa el mizane sont respectivement de 0.19 g/cm³, 0.23 g/cm³ et 0.18 g/cm³. Ceci pourrait considérer la densité du liège de notre zone d'étude comme normale étant donné que NATIVIDADE (1956) et IPROCOR (1999), notent que la densité normale des tissus subéreux varie de 0.12 à 0.20 g/cm³. Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par FERREIRA et al. (1999) et par GHEZALI (2008) avec des densités moyennes respectives de 0.26 g/cm³ et 0.29 g/cm³.

Les résultats de l'analyse en composante principale révèlent des corrélations positives et hautement significatives entre la densité et l'âge du liège et du peuplement de chêne liège avec un coefficient de corrélation de (c.c.=0.32**).

Conclusion générale

Dans cette présente étude sur la variabilité de la qualité du liège de la wilaya de Tizi-Ouzou nous nous sommes intéressés au liège de reproduction des stations de Tirsine 1, Tirsine 2 et Draa el mizane. Les échantillons de liège ont été prélevés du dépôt de Yakouren au total 30 planches pour les trois stations soit 10 planches par station selon une méthode d'échantillonnage aléatoire notamment la méthode d'échantillonnage stratifiée systématique.

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

- Concernant les paramètres mesurés, la moyenne globale de l'épaisseur du liège obtenue pour les trois stations est de l'ordre de 41,81 mm acquise en un âge moyen de 17 ans. Cette moyenne classe le liège de la région d'étude dans la catégorie des lièges réguliers et il est considéré comme étant apte au bouchonnage.
- Le liège de cette région est considéré comme très poreux avec un coefficient de porosité élevé dont les valeurs sont de 6.17%, 11.25% et 6.57 suivant la classification de la porosité adoptée par NATIVIDADE (1956), étant donné que les coefficients de porosité moyens des stations étudiées sont supérieurs à 4%.
- La superficie moyenne des pores des stations étudiées Tirsine 1, Tirsine 2 et Draa el mizane sont respectivement 1.32 mm², 2.22 mm² et 2.13 mm².
- Les coefficients de porosité des faces tangentielles des stations Tirsine 1, Tirsine 2 et Draa el mizane présentent des valeurs respectives de 9.81%, 11.43% et 7.37%.
- L'étude statistique des variables nombre de pores et coefficient de porosité des faces horizontales et tangentielles a montré des différences très hautement significatives entre les trois stations étudiées et aussi entre les arbres de la même station.
- Les résultats de l'analyse en composantes ont confirmé que le coefficient de porosité est positivement corrélé avec l'âge du liège et l'âge du chêne liège.

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

L'idéal serait de :

- ❖ Faire un échantillonnage sur le terrain et prélever du liège sur les arbres pour toutes les stations
- ❖ Augmenter les effectifs des arbres à échantillonner ;

- ❖ Tenir compte de l'état sanitaire des arbres ;
- ❖ Apprécier et quantifier le bilan nutritionnel du peuplement à étudier ;
- ❖ Tenir compte des caractéristiques des stations telles que :
 - Pente dominante
 - Luminosité
 - Nature des peuplements
 - Sol
 - Essences secondaires.

Références

Bibliographiques

- BOUDY P ; 1952 .Guide du forestier en Afrique du Nord .La maison Rustique .Parie ,505P
- BOUDY ; 1955.Economie forestière Nord Africaine .Tome4.Ed. Larousse, 246P. -
- BOUDY P., 1950. Economie forestière Nord Africaine. Monographie et traitement des essences forestières. Ed, Larousse, Paris, 575p.
- 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'oues algérien.» , Vivexpo 2010, université de Tlemcen.
- BOUHRAOUA, T., 2003- Situation sanitaire de quelques forêts de chêne- liège de l'ouest Algérien. Etude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse de Doctorat. Faculté des sciences, Université de Tlemcen. 267p.
- BAGHOULS et GAUSSEN H ; 1953 .
- 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
- FERREIRA et al., 1999. Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. Centre d'étude forestière, institut supérieure d'agronomie Portugal, 6Pp187-193.
- FRITTS H.C, 1976-Tree-Ring and climate. Academic Press, London, 567p.
- GABIS et BOUKERB, 2009.Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège des subéraies de la willaya d'El-Taref
- IML.,2005 : institut méditerranéen du liège, et le centre régional de la propriété forestière de languedoc-Roussillon ,2005 - Les premières années du chêne-liège.108p
- MARGOT, 2007.Du chêne liège au bouchon. Partie 2 : la récolte du liège, Cepdidivin .Org
- NATIVIDADE J.V., 1956. Subériculture. Édition française de l'ouvrage Portugais Subériculture, Nancy.303P
- SEIGUE A ; 1985.La foret circumméditerranéenne et ses problème .Ed. Maisonneuve et La rose, pp.67-96.
- SEIGUE A., 1987: La Forêt méditerranéenne française. Aménagement et protection contre lesincendies. Aix-en-Provence, Edi sud.
- YESSAD S.A., 2000- Le chêne-liège et le chêne dans les pays du méditerrané occidental. Edition ASBL foret Wallonne. 190 P
- CHENOUNE K., 2011. Etude de la relation entre la circonférence et la hauteur ; et entre la circonférence, la hauteur et l'espacement des arbres. Cas des suberaies de Souk Ahras et de Tizi Ouzou.

- METNA B., 2003. Caractéristiques physiques et chimiques du liège de reproduction de la suberaie orientale de la wilaya de Tizi Ouzou .THESE DE MAGISTER. Agro.Univ.T.O, 102p.
- 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 Zarieffet (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
- DESSAIN G.et TONDELIER M ; 1991.Le liège de méditerranée .Ed.Naratim, 80p.
- LAMEY A., 1893. Le chêne-liège sa culture et son exploitation. Ed. Berger Levrault et Cie, 289p. Louvain La Neuve : Forêt Wallone AmSBL, 190 p
- MAGNOLER A; 1987.La croissance du liège : nouvelles et expériences. Station expérimentale du liège. Compte rendu de la table ronde internationale sur le chêne liège et son utilisation. Problèmes économiques et qualificatifs de l'emploi du liège .Sassari, pp.105-111
- NATIVIDADE J.V., 1956. Subériculture. Édition française de l'ouvrage Portugais Subériculture, Nancy.303P.
- OUELMOUHOUB S ; 2005.Gestion multi usage et conservation du patrimoine forestier. Cas des subéraies d'El-Kala (Algérie) .Thèse Master, Insti Agronomique méditerranéen de Montpellier, 129 p
- RAYMON OSTERTAG., 2008. Manuel aide de GIMP 2.4.5, Généralités Faq1.
- SACCARDY L., 1938. Le Chêne Liège et le Liège en Algérie [article], pp 488-593
- SACCARDY L., 1938. Le Chêne Liège et le Liège en Algérie [article], pp 488-593
- SEIGUE, 1985. La forêt circum-Méditerranéenne et ses problèmes. Edit. Maison neuve et Larousse, pp 67-97
- YESSAD S.A., 2000- Le chêne-liège et le chêne dans les pays du méditerrané occidental. Edition ASBL foret Wallonne. 190 P.

Annexes

The word "Annexes" is written in a bold, black, serif font. Each letter has a thin blue outline. Below the text is a reflection of the word, rendered in a lighter, semi-transparent blue color. The reflection is slightly offset to the right and downwards, creating a 3D effect.

Annexe 01 : Epaisseur du liège (mm).

Arbres	Tirsine 1	TRS	DEM
A1	32,56	36,89	38,67
A2	36,00	42,89	52,44
A3	46,11	40,56	33,67
A4	61,11	39,67	30,78
A5	46,44	46,67	37,22
A6	40,44	42	46,44
A7	35,33	54,56	27,11
A8	43,33	39,78	49,22
A9	51,11	38,44	51,89
A10	40,56	38,67	33,89

Annexe 02 : Nombre des pores.

Colonne1	Tirsine 1	Tirsine 2	Draa El Mizane
A1	135,33	149	169
A2	230,67	150,33	189,33
A3	163,33	169,67	118,00
A4	157,00	230,67	104,00
A5	117,33	261,00	137,00
A6	60,00	120,00	44,00
A7	180,33	157,67	149,33
A8	205,67	169,67	163,00
A9	77,67	145,00	132,33
A10	133,67	213,33	92,67

Annexe 03 : Superficie moyennes des pores(mm²)

Arbres	TG	TRS	DEM
A1	1,24	2,99	1,65
A2	1,06	2,80	1,77
A3	2,07	1,75	1,76
A4	1,09	1,70	3,59
A5	1,15	1,60	2,06
A6	2,17	1,91	2,78
A7	1,37	3,81	2,21
A8	0,84	2,34	1,28
A9	1,60	2,15	2,23
A10	0,63	1,17	1,97

Annexe 04 : Coefficient de porosité des faces horizontales (%).

Arbres	TG	TRS	DEM
A1	5,37	9,34	7,34
A2	7,77	10,65	8,26
A3	8,47	9,72	5,98
A4	5,74	13,19	8,86
A5	5,01	13,77	7,79
A6	4,56	6,64	3,22
A7	10,19	19,99	7,99
A8	6,82	11,30	4,97
A9	4,16	10,62	7,01
A10	3,64	7,28	4,22

Annexe 05 : Nombre de lenticelles.

Arbres	TG	TRS	DEM
A1	28	34,67	36,33
A2	50	34,33	31,33
A3	30,33	25,33	21,00
A4	36,33	39,67	27,00
A5	18,33	59,67	26,00
A6	15	27	9,67
A7	41	32	31
A8	39	24	35,33
A9	13,67	25,00	30,00
A10	25,67	25,00	31,00

Annexe 06 : Superficie moyenne des lenticelles (mm²).

arbres	TG	TRS	DEM
A1	10,21	10,77	9,04
A2	8,66	13,93	11,90
A3	12,52	12,76	9,71
A4	10,73	6,98	16,80
A5	10,05	8,50	14,00
A6	20,79	13,62	10,27
A7	10,51	16,14	11,75
A8	9,62	8,80	8,87
A9	12,95	9,41	11,36
A10	5,87	7,21	11,77

Annexe 07 : Coefficient de porosité des faces tangentielles.

Arbres	TG	TRS	DEM
A1	9,52	12,62	7,66
A2	13,62	15,55	8,47
A3	11,07	9,50	4,84
A4	12,27	9,41	10,33
A5	6,81	16,61	8,51
A6	8,16	12,25	2,40
A7	14,20	17,66	8,60
A8	12,01	7,08	6,57
A9	5,82	7,81	8,02
A10	4,67	5,83	8,25

Annexe 08 : Densité du liège (g/cm³).

Arbre	TG	TRS	DEM
A1	0,26	0,32	0,16
A2	0,22	0,29	0,19
A3	0,18	0,18	0,17
A4	0,23	0,19	0,21
A5	0,18	0,27	0,17
A6	0,16	0,21	0,20
A7	0,2	0,27	0,16
A8	0,17	0,22	0,15
A9	0,19	0,20	0,19
A10	0,15	0,17	0,20

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

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES				
9.0	A9	47,148	A				
8.0	A8	44,111		B			
4.0	A4	43,852		B			
2.0	A2	43,778		B			
5.0	A5	43,444		B			
6.0	A6	42,963		B			
3.0	A3	40,111			C		
7.0	A7	39			C	D	
10.0	A10	37,704				D	E
1.0	A1	36,037					E

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

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES				
2.0	A2	190,111	A				
8.0	A8	179,444	A	B			
5.0	A5	171,778	A	B			
4.0	A4	163,889	A	B			
7.0	A7	162,444	A	B			
1.0	A1	151,111		B			
3.0	A3	150,333		B			
10.0	A10	146,556		B			
9.0	A9	118,333			C		
6.0	A6	74,667					D

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

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
2.0	A2	38,556	A			
5.0	A5	34,667	A	B		
7.0	A7	34,667	A	B		
4.0	A4	34,333	A	B		
1.0	A1	33	A	B	C	
8.0	A8	32,778	A	B	C	
10.0	A10	27,222	A	B	C	
3.0	A3	25,556		B	C	D
9.0	A9	22,889			C	D
6.0	A6	17,222				D

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

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0	A1	0,248	A			
2.0	A2	0,232	A	B		
7.0	A7	0,211	A	B	C	
4.0	A4	0,209	A	B	C	
5.0	A5	0,207	A	B	C	
9.0	A9	0,192		B	C	
6.0	A6	0,19		B	C	
8.0	A8	0,179			C	
3.0	A3	0,178			C	
10.0	A10	0,173			C	

Résumé:

La variation stationnelle de la qualité du liège a été caractérisée pour trois subéraies de la région de Tizi-Ouzou, cas des stations Tirsine 1, Tirsine 2 et draa el mizane par un prélèvement d'échantillons sur 10 arbres par peuplement .La moyenne de l'épaisseur du liège était de 41.81mm dont 98 % du total appartenant aux classes commerciales supérieurs à 27 mm ; aptes au bouchonnage, la porosité mesurée par analyse d'image est de l'ordre de 7.94%,donc ce liège est considéré comme étant très poreux selon les classifications de NATIVIDADE (1956) et IPROCOR (1999) .

Le liège de nos stations étudiées présente une densité normale avec une valeur moyenne de 0.2g/cm³.

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

Mots clés : liège / qualité / variabilité / porosité / épaisseur / densité.

Abstract :

The stationary variation in cork quality was characterized for three cork oak stands in the Tizi-Ouzou region, the case of the tersine 1,tirsine 2 and draa el mizane stations by taking samples from 10 trees per stand. The average of the cork thickness was 41,81 mm with 98% of the total belonging to commercial grades above 27mm ; suitable for corking , the porosity measured by image analysis is around 7.94% , so this cork is considered to be very porous according to the classifications of NATIVIDADE(1956) and PROCOR (1999) .

The cork of our studied stations presents a normal density with an average value of 0.2g/cm³.

The acquired results show that the quality of the cork of our region of study presents great variability between the stations and also between the trees of the same station.. This is due to age and altitude factors to varying ecological conditions including humidity..

Keywords : cork / quality / variability / porosity / thichness / density.