

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou**  
**Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques**



# Mémoire de fin d'étude



En vue d'obtention du  
**Diplôme Master en Sciences Agronomiques**  
**Spécialité : Sciences Forestières**

**Thème :**

Contribution à l'étude de la variabilité stationnelle de la qualité du liège  
de *Quercus suber* L. de la subéraie d'El Taref cas des stations :

Tati Dum, Ain Megfel et El Ghourrah

Présenté par :

- Mr. CHERFIOUI Hamid
- Mr. TESBIA Ferhat

Devant le jury:

Présidente : Mme Si-Mohammed Ch

Promoteur : Mr METNA B

Examineur : Mr CHENOUNE K

Maitre-Assistant à l'U.M.M.T.O

Maitre-Assistant à l'U.M.M.T.O

Maitre-Assistant à l'U.M.M.T.O

Promotion 2022-2023

# Remercîment

**"NOTRE VIE VAUT CE QU'ELLE NOUS A COÛTÉ D'EFFORTS "**

*Nous tenons à remercier très profondément*

*En premier lieu, DIEU tout puissant de nous avoir aidé pour arriver à Terme de ce travail qui représente le fruit de plusieurs années d'études.*

*Nous tenons à exprimer nos grande reconnaissance et profonde gratitude à :*

*Monsieur B. METNA, maître assistant chargé de cours à l'UMMTO pour nous avoir, Accepté de diriger notre travail, pour la documentation qu'il nous a mis à notre disposition.*

*Madame CH. SI-MOHAMMED, maître assistante chargée de cours à l'UMMTO pour avoir fait l'honneur de présider le jury.*

*Monsieur K. CHENOUNE, maître assistant de cours à l'UMMTO pour avoir accepté de Juger ce travail.*

*Monsieur A. ASMANI responsable de master « sciences forestières » pour tous ces efforts*

*Le personnel de la conservation des forêts de la wilaya d'EL TAREF et le personnel du parc nationale d'ELKALA en l'occurrence Mr Abdeslam pour nous avoir fourni les informations nécessaires concernant nos zones d'étude.*

*Nos remerciements s'adressent également à : Mme KADI, Mme METNA, Mme ADJAOUI, Mme LOUNI, Mr TOUAT ainsi que tous les enseignants qui ont contribués à notre formation.*

*Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont participés de près ou de loin, dans la réalisation de ce modeste travail.*

*A tous merci*

*Cherfioui hamid et Tesbia ferhat*

*terme*

# *Dedicace*

*Je Dédie ce travail à:*

*Mon chère regreté ; mon père mohand  
ma mère Yamina  
mes soeurs karima , dyhia , kenza , lamia  
mon frère walid  
mon binome hamid*

*mes amis ferhat , sid ali , fariz , toufik ,  
mouhand , zahir , farid , aghilas abdi , djamel ,  
malek*

*mes camarades de la promotion foresterie*

TESBIA FERHAT

# Dedicace

*Je Dédie ce travail à:*

Mes chers parents ahmed et  
hakima

ma soeur salsabil

mon binome Tesbia ferhat

mes amis samy smail , youcef  
cheurfa , amine , liza nekkar ,

mhenni , aghilas abdi

les amis du parcous syndicale

mes amis de la résidence

universitaire tamda 05

mes camarades de la promotion

sciences forestière 2023

CHERFIOUI HAMID

# Sommaire :

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Introduction.....                                                   | 2  |
| CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE                               |    |
| I-Généralités sur le chêne liège .....                              | 5  |
| I.1-La systématique du chêne liège .....                            | 5  |
| I.2- Aires de répartition mondiale du <i>Quercus suber</i> .....    | 6  |
| I.3 Aires de répartition du chêne liège en Algérie .....            | 7  |
| I.4 Association du chêne liège .....                                | 9  |
| I.5 Les caractères botaniques et dendrologiques du chêne liège..... | 9  |
| I.6 Exigences écologiques du chêne liège .....                      | 12 |
| II-Généralités sur le liège.....                                    | 13 |
| II.1- Le liège.....                                                 | 13 |
| II.2 La production du liège .....                                   | 13 |
| II.3-L'accroissement du liège .....                                 | 15 |
| II.4-Structure anatomique du liège.....                             | 16 |
| II.5-Composition chimique du liège .....                            | 17 |
| II.6-Propriétés mécaniques et physiques du liège .....              | 18 |
| II.7-Les défauts du liège .....                                     | 19 |
| II.8-La qualité du liège.....                                       | 20 |
| II.9-Classification du liège.....                                   | 22 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| II.10-Production du liège.....                               | 23 |
| II.10-1-Production mondiale.....                             | 23 |
| II.10.2-La production en Algérie.....                        | 24 |
| •                                                            |    |
| II.11-Les domaines et différentes utilisations du liège..... | 25 |

## CHAPITRE II : MATEIELS ET METHODES

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1- Présentation de la zone d'étude.....                                 | 28 |
| 1. 1-Présentation de la wilaya d'El Taref.....                          | 28 |
| 1. 2- Présentation et Situation géographique des stations d'études..... | 30 |
| 2- Etude climatique .....                                               | 31 |
| 2. 1-Définition .....                                                   | 31 |
| 2. 2- Climat .....                                                      | 31 |
| 2. 3- La température .....                                              | 33 |
| ..                                                                      |    |
| 2. 4- Précipitations .....                                              | 34 |
| 2. 5- Le vent .....                                                     | 35 |
| 3. Synthèse climatique .....                                            | 37 |
| 3. 1- L'indice xérothermique de Bagnols et Gausсен .....                | 37 |
| •                                                                       |    |
| 3. 2- Les domaines bioclimatiques :(Quotient pluviothermique).....      | 38 |
| 4. Méthode d'échantillonnage .....                                      | 41 |
| 5- Mesures des variables .....                                          | 41 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1-Epaisseur du liège .....                                               | 41 |
| 5.2-Porosité .....                                                         | 41 |
| 5.3-Densité du liège .....                                                 | 42 |
| 6. Méthode de mesure .....                                                 | 42 |
| 7. Méthode de traitement des données .....                                 | 48 |
| 7. 1-Variation intra et inter stationnelle .....                           | 48 |
| 7. 2- L'analyse en composante principale (ACP).....                        | 48 |
| <b>Chapitre III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS</b>                         |    |
| 1-Présentations des résultats .....                                        | 52 |
| 1-1 Epaisseur du liège (EPAIS) .....                                       | 53 |
| 1-2 Porosité du liège .....                                                | 55 |
| 1.2.1- nombre de pores .....                                               | 55 |
| 1.2.2- La superficie moyenne des pores .....                               | 56 |
| 1.2.3- Coefficient de porosité des faces tangentielles .....               | 58 |
| 1.2.4- Nombre de lenticelles .....                                         | 59 |
| 1.2.5- Superficie moyenne des lenticelles :.....                           | 59 |
| 1.2.6- Coefficient de porosité des faces transversales (lenticelles) ..... | 60 |
| 1.3- Densité du liège .....                                                | 61 |
| 2. Comparaison des résultats entre les stations.....                       | 66 |
| 2.1- Analyses de la variance .....                                         | 66 |
| 2.1.1- Epaisseur du liège .....                                            | 67 |
| 2.1.2- Nombre de pores .....                                               | 67 |
| 2.1.3- Superficie moyenne des pores .....                                  | 68 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.4- Coefficient de porosité des faces tangentielles .....               | 68 |
| 2.1.5- Nombre de lenticelles .....                                         | 68 |
| 2.1.6- Superficie moyenne des lenticelles .....                            | 69 |
| 2.1.7- Coefficient de porosité des faces transversales (lenticelles) ..... | 69 |
| 2.1.8- Densité du liège .....                                              | 69 |
| 2.1.9- coefficient de porosité totale.....                                 | 69 |
| 2.2- Résultats de l'analyse en composante principales .....                | 70 |
| 2.2.1- Plan factoriel .....                                                | 72 |
| 2.2.2- Signification des axes .....                                        | 73 |
| 2.2.3- Matrice de corrélation .....                                        | 73 |
| CHAPITRE IV : DISCUSSION .....                                             | 76 |
| CHAPITRE V : CONCLUSION.....                                               | 81 |

# Introduction générale

Le chêne liège (*Quercus suber. L*) est une essence forestière par excellence. Elle occupe une superficie très restreinte à l'échelle mondiale, c'est une espèce exclusive à la région méditerranéenne qui lui fournit les conditions favorables qui lui conviennent. Le chêne liège existe seulement dans sept pays : le Portugal, l'Espagne, l'Algérie, le Maroc, la Tunisie, l'Italie, et la France pour une superficie totale de 2.2 millions d'hectares. MARGOT,(2006) in DOUZANE,(2008). Exploitée essentiellement pour son écorce appelée « liège », cette espèce représente un capital économique remarquable malgré la régression de la superficie qu'elle occupe de nos jours.

Cette régression progressive est le résultat d'un ensemble de facteurs : biologique naturel (insectes, climat, pluviométrie...etc.), d'origine humaine (surpâturage, exploitation irrationnelles, incendies...etc.) de plus cette espèce subie une très forte concurrence causée par d'autres essences qui colonisent son territoire.

En Algérie, le chêne liège occupe une superficie totale de 440.000 hectares, dont 150.000 classés zone productive d'une capacité de production annuelle moyenne de 60.000 quintaux. (FAO). Les grands massifs se retrouvent au niveau des régions Centre et Est du pays. Il se retrouve sur un ensemble de 21 wilayas du pays. La subéraie algérienne a connu une régression de 46% de la superficie totale suite aux différentes formes de dégradation qu'elle a subie à travers le temps.

Le chêne liège en Algérie est connu essentiellement pour son utilisation dans l'industrie du bouchonnage, cependant son intérêt économique dépasse cette industrie, étant donné que les forêts algériennes ne sont pas des forêts de production, le liège est considéré un parmi les rares cas d'exploitations des forêts du pays. De nos jours l'exploitation du liège est de plus en plus variée, on remarque l'ouverture d'un grand nombre d'ateliers de transformation du liège notamment en panneau d'isolation, en panneau de décorations, semelle orthopédique...etc.

Malgré l'introduction des capsules ou des bouchons en plastique dans l'industrie de production des vins ces dernières années, le liège demeure le meilleur bouchon à utiliser

ce qui a augmenté sa demande sur le marché. Cette ressource naturelle, renouvelable mérite des études poussées sur les modalités d'amélioration de sa production et sa qualité.

Néanmoins ; la détermination de cette dernière reste une estimation subjective et seule les professionnels et les chercheurs arrivent à mieux cerner les variables permettant de la préciser.

L'étude de la qualité du liège nécessite l'intégration des deux facteurs déterminants à savoir l'épaisseur et l'aspect (apprécié par la porosité et la densité du liège).

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'une contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège dans la région d'El taraf cas des stations (Tati Dum, Ain Megfel et El Ghourrah) en se basant sur quelques paramètres mesurables à savoir : la porosité, l'épaisseur et la densité du liège, ainsi que l'appréciation des variations intra et interstationnelles. Notre travail est une suite logique des travaux précédant notamment ceux de FERREIRA *et al* (1999), METNA (2003), DOUZANE (2008), HOUACINE & MELIANI (2017), ZAIDAT & ARIB (2019)...etc.

La présente étude s'étend sur cinq grands chapitres qui sont les suivant :

- **Chapitre I** : Synthèse bibliographique
- **Chapitre II** : Matériel et méthodes
- **Chapitre III** : Résultats et Interprétations
- **Chapitre IV** : Discussion des résultats.
- **Chapitre V** : conclusion générale.

*Chapitre I:*  
*SYNTHESE*  
*BIBLIOGRAPHIQUE*

## I. Généralités sur le chêne liège :

### I.1 La systématique du chêne liège :

Le chêne liège (*Quercus suber. L*) ou « l'arbre écorce » ; appellation des grecs est une espèce forestière de production du suber selon NATIVIDADE (1956. La première description du (*Quercus suber. L*) a été faite par le botaniste suédois LINNE en 1753. Sa systématique est comme suit :

Tableau 01 : la systématique du chêne liège

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| <b>Embranchement</b>      | <b>Spermaphytes</b>    |
| <b>Sous embranchement</b> | Angiospermes           |
| <b>Classe</b>             | Dicotylédones          |
| <b>Ordre</b>              | Fagales                |
| <b>Famille</b>            | Fagaceae               |
| <b>Genre</b>              | <i>Quercus</i>         |
| <b>Espèce</b>             | <i>Quercus suber L</i> |

Selon METNA (2003) et CHENOUNE (2011), L'appellation du chêne liège est très variée, ce qui lui donne plusieurs noms, désignés différemment selon la langue utilisée.

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

## I.2 Aires de répartition mondiale du *Quercus suber* L :

De nos jours la superficie occupée par le chêne liège a subi une nette régression en la comparant à celle des années précédentes. Les subéraies productives ne couvrent que 2,2 millions d'hectares repartis principalement sur sept pays (le Portugal, l'Espagne, le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, l'Italie et la France.) MARGOT, (2006) in DOUZANE, (2008).



Source : institut méditerranéen du liège 2022, copyright 2022 IML/ Institut National du liège

Figure 01 : la distribution géographique du chêne liège dans son aire de répartition naturelle

Le tableau (02) démontre les superficies du chêne liège au niveau mondial :

Tableau 02 : approximation des surfaces du *Quercus suber* L mondialement

| Pays                   | Portugal | Espagne | Algérie | Maroc   | Italie | France  | Tunisie | mondial   |
|------------------------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|-----------|
| <b>Superficie (ha)</b> | 736.000  | 501.000 | 410.000 | 277.000 | 151000 | 100.000 | 90.000  | 2.265.000 |
| <b>Pourcentage (%)</b> | 32.5     | 22.1    | 18.1    | 12.2    | 6.7    | 4.4     | 4.0     | 1.        |

Source : institut méditerranéen du liège 2022, copyright 2022 IML/ Institut National du liège

**I.3 Aire de répartition du chêne liège en Algérie :**

Les forêts en Algérie couvrent une superficie de près de 4,2 millions d'hectares. Le chêne liège occupe 11% de la superficie totale avec 440.000 hectares, dont 150.000 sont considérés comme productifs avec une capacité de production annuelle moyenne de 60.000 quintaux (FAO et DGF, 2021). Les grands massifs du chêne liège se situent au niveau des régions CENTRE et EST du pays plus précisément dans les wilayas d'El-Taraf, Souk Ahras, Skikda et Jijel. Au total on le retrouve dans 21 wilayas du pays.

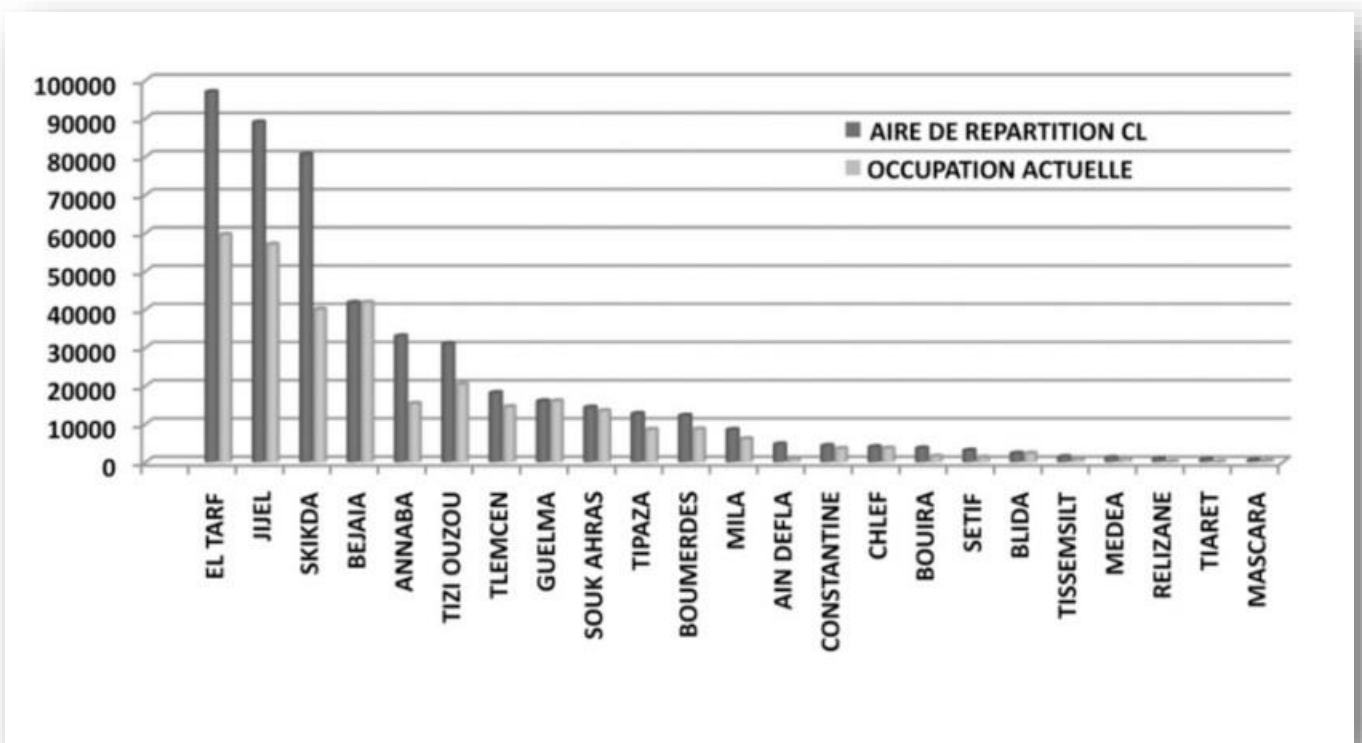


Figure 02 : Superficies forestières actuellement occupées par le chêne-liège par wilaya par rapport aux superficies originelles Données anciennes (1860- 1900) extraites des fascicules de propriété. ABBAS (2013) in BOUHRAOUA (2014).

Tableau 03 : approximation des superficies du *Quercus suber L* en Algérie

| Conservation | Superficie (ha) | Conservation | superficie (ha) |
|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
| SKIKDA       | 85 000          | CHLEF        | 6 500           |
| EL TAREF     | 59 563          | MEDEA        | 4 600           |
| JIJEL        | 43 700          | TLEMCEN      | 4 000           |
| BEJAIA       | 41 700          | TIPAZA       | 2 800           |
| TIZI OUZOU   | 29 458          | TISSEMSSILT  | 2 500           |
| GUELMA       | 21 800          | ORAN         | 2 000           |
| ANNABA       | 14 900          | SETIF        | 1 800           |
| AIN DEFLA    | 13 700          | BOUIRA       | 1 800           |
| SOUK AHRAS   | 12 000          | BOUMERDES    | 1 300           |
| MILA         | 11 400          | BLIDA        | 690             |
| MASCARA      | 7 040           | CONSTANTINE  | 650             |

Source : BOUDY (1955).

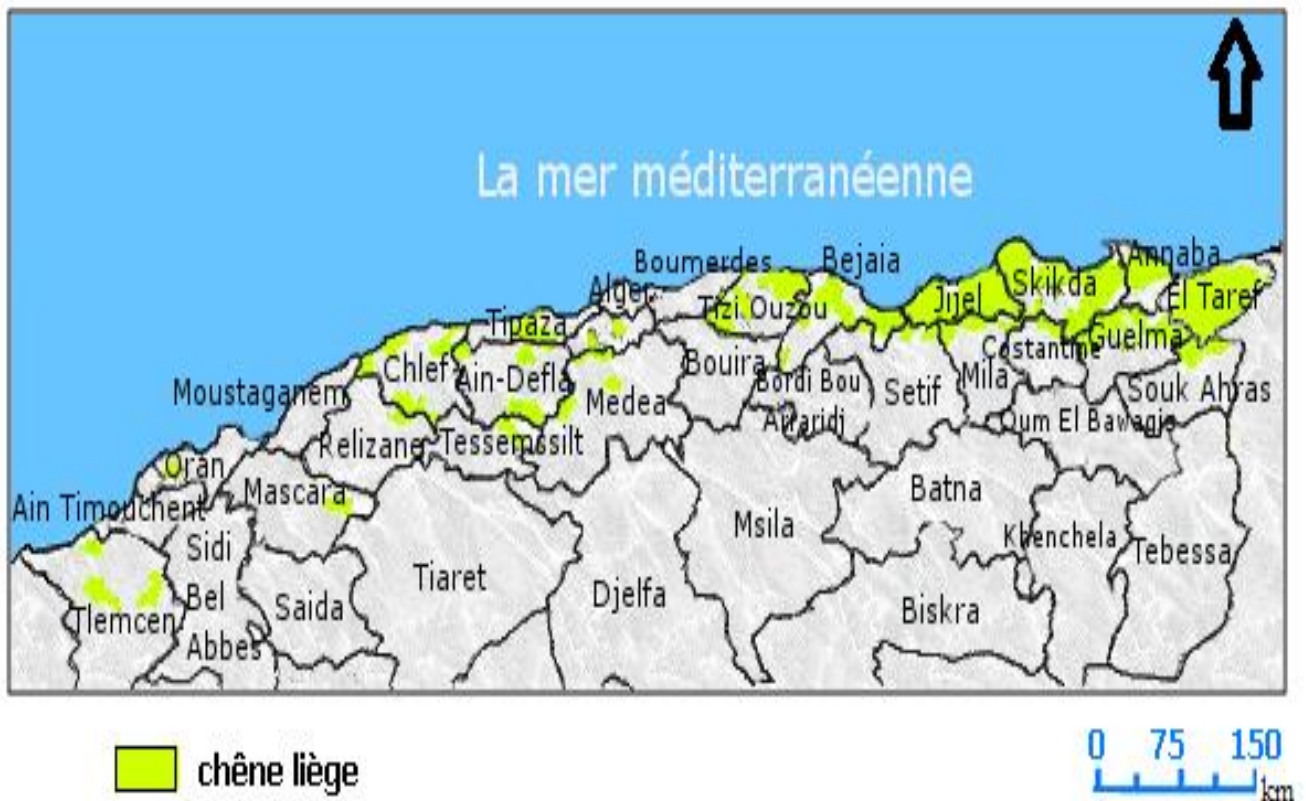


Figure 03 : aire de répartition naturelle algérienne de *Quercus suber L*

#### I.4 Association du chêne liège :

Le chêne liège s'associe dans la nature avec plusieurs essences forestières afin de créer un écosystème naturel complémentaire, cependant il se retrouve en concurrence naturelle avec d'autres essences qui partagent avec lui les mêmes ressources notamment l'eau et la lumière. Le tableau 04 regroupe quelques états de concurrence avec d'autres essences forestières ainsi son cortège floristique.

Tableau 04 : Association du *Quercus suber L* avec les essences forestières

| Cortège floristique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Espèces concurrentes                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bruyère arborescente (<i>Erica arborea</i>)</li> <li>- Arbousier (<i>Arbutus unedo</i>)</li> <li>- Phillyrea latifolia (<i>Phyllirea media</i>)</li> <li>- Lentisque (<i>Pistacia lentiscus</i>)</li> <li>- Nerprun alaterne (<i>Rhamnus alaternus</i>)</li> <li>- Viorne tin (<i>Viburnum tinus</i>)</li> <li>- Myrte (<i>Myrtus communis</i>)</li> <li>- Cystise à trois fleurs<br/>(<i>Cytisus triflorus</i>)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chêne afares (<i>Quercus afares</i>)</li> <li>- Chêne vert (<i>Quercus ilex</i>)</li> <li>- Olivier (<i>Olea europea</i>)</li> <li>- Pin d'alep (<i>Pinus halepensis</i>)</li> <li>- Pin maritime (<i>Pinus pinaster</i>)</li> <li>- Aulne glutineux (<i>Alnus glutinosa</i>)</li> </ul> |

#### I.5 Les caractères botaniques et dendrologiques du chêne liège :

En foresterie, la dendrologie est une science qui décrit en utilisant des clés de déterminations les espèces forestières, le tableau suivant qui présente les caractères botaniques et forestiers du chêne liège.

Tableau 05 : les caractéristiques botaniques et forestières du chêne liège.

|                       | Désignation              | Caractéristiques                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Auteurs                                            |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Caractères forestiers | <b>Port de l'arbre</b>   | - Ordinairement 10 à 14 m. mais peut atteindre 22 m.<br>- un tronc assez court, une tige principale tortueuse et des ramifications légèrement serré                                                                                                                                                         | SACCARDY (1938)                                    |
|                       | <b>Le houppier</b>       | - forme élancée en peuplement jeune ou serré.<br>- forme étalée en peuplement claire.                                                                                                                                                                                                                       | NATIVIDADE (1956)                                  |
|                       | <b>Les rameaux</b>       | - gris clair.<br>- tâches de lichen ou de mousse.                                                                                                                                                                                                                                                           | SEIGUE (1985)                                      |
|                       | <b>Le bois</b>           | - rigide, lourd, de couleur brun clair.<br>- difficile à sécher et facile à fendre.<br>- constitue un très bon bois de chauffage.                                                                                                                                                                           | CANTAT et PIAZZETA (2005)                          |
|                       | <b>L'écorce</b>          | - des crevasses qui font apparaître le liège mal qui s'épaissit avec l'âge et persiste durant toute la vie de l'arbre.<br>- couvert de lichens donnant une surface grise et pierreuse.                                                                                                                      | ABBARA (2018)                                      |
|                       | <b>La longévité</b>      | - sa durée de vie varie de 150 à 200 ans                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                    |
|                       | <b>Système racinaire</b> | - système pivotant, qui s'enfonce en profondeur dans le sol.<br>- des racines latérales mycorhizées par des espèces fongiques                                                                                                                                                                               | CANTA et PIAZZETTA (2005)                          |
| Caractères botaniques | <b>Les bourgeons</b>     | - coniques, ovoïdes, pubescents et tomenteux<br>- longueur de 2 à 3 mm<br>- protégés par des bractées tomenteuses<br>- couleur pourpre                                                                                                                                                                      | NATIVIDADE (1956)<br>MESSAOUDENE et MEZIANI (2000) |
|                       | <b>Les feuilles</b>      | - sub entières ou dentées à dents peu ou non épineuses.<br>- verte sur la face supérieure et pubescente sur la face postérieure.<br>- longueur varie de 3 à 5 cm<br>- renouvelle tous les 2 à 3 ans en printemps                                                                                            | QUEZEL & SANTA (1962)<br>SEIGUE (1985)             |
|                       | <b>Inflorescences</b>    | - fleurs mâles : (chatons) se forme en bouquets à l'extrémité des pousses de l'année précédente.<br>- fleurs femelles : formé en boutons écailleux qui se forment à la base des tiges de l'année.<br>- fécondation : elle s'effectue 6 semaines suivant l'apparition des fleurs.                            | SEIGUE (1985)                                      |
|                       | <b>Les fruits</b>        | - la fructification débute à l'âge de 15 à 20 ans.<br>- la taille des glands est variable avec une moyenne de 4 cm de long.<br>- une forme ovoïde enchâssée dans une cupule.<br>- la chute des glandes commence du mois d'octobre jusqu'au mois de janvier.<br>- c'est un fruit non comestible pour l'homme | SACCARDY (1938)<br>SEIGUE (1985)                   |



Le tronc



L'arbre



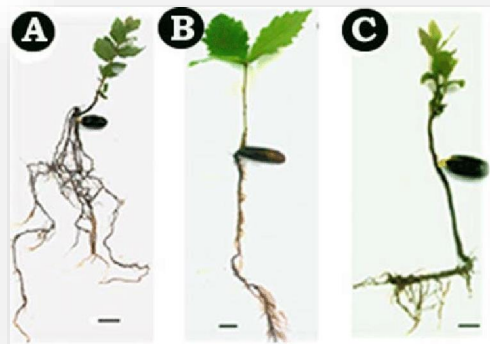
Feuilles



Fleurs mâle



Le fruit



Système racinaire

Source : Institut méditerranéen du liège 2022

Figure 04 : caractères botaniques du *Quercus suber* L

**I.6 Exigences écologiques du chêne liège :**

Comme tous les végétaux, le chêne liège a des conditions écologiques qui lui offrent de milieu favorable pour son développement et sa croissance tableau (06). Ils permettent d'accomplir ces fonctions biologiques.

**Tableau 06 : les besoins écologiques du chêne liège**

| <b>Exigences écologiques</b>                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                    |                                   |                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Altitude</b>                                                                                                                                            | <b>Climat</b>                                                                                                                                                                                      | <b>Sol</b>                        | <b>Substrat</b>                                           |
| - De 0 m jusqu'à 800 m sur les rives nord de la méditerranée.<br>- De 0 m à 400 m et de 1000 m jusqu'à 2000 m, selon la latitude du Maghreb. QUEZEL (1976) | - <b>Température</b> : une moyenne de 13°C à 18°C<br>- <b>Pluviométrie</b> : 500 - 1200 mm/an (I.M.L 2006)<br>- <b>Lumière</b> : héliophile BOUDY (1952)<br>- <b>Humidité</b> : 60 % ZERAIA (1981) | - Essence calcifuge SEIGUE (1985) | - Siliceux et Acide (Schistes, grés, gneiss) BOUDY (1952) |

## II-Généralités sur le liège

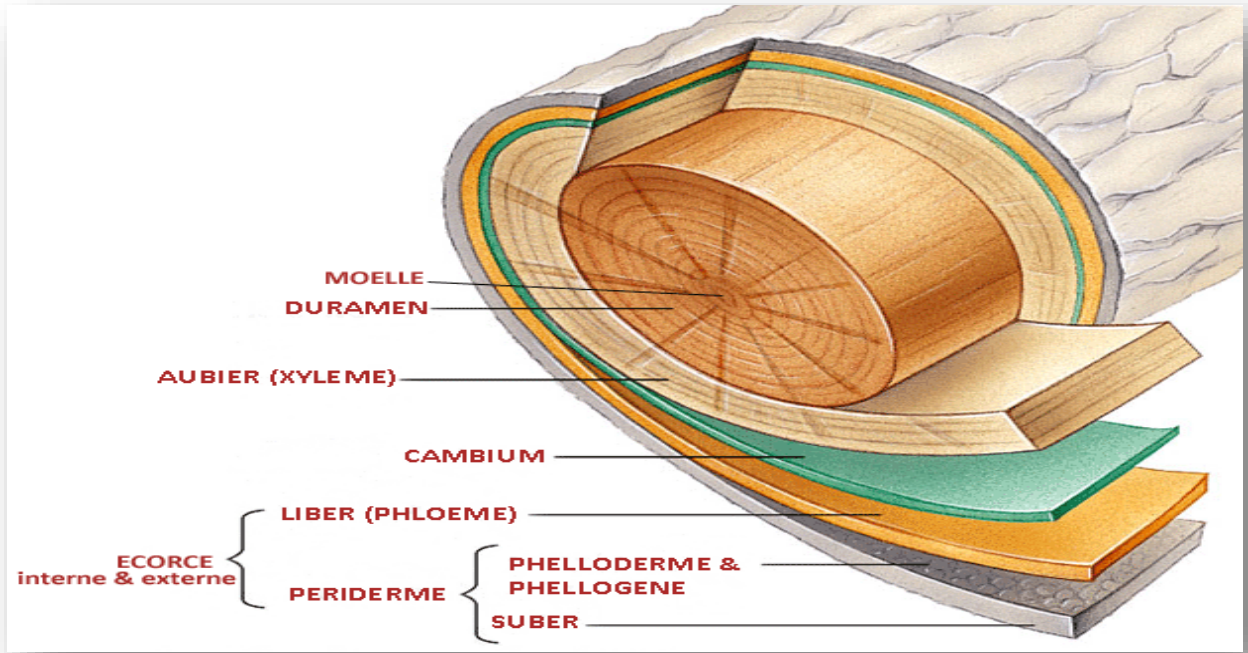
### II.1 Le liège :

C'est un tissu composé de cellules aux parois subérifiées, c'est-à-dire contient de subérine, substance composée d'un mélange de corps gras, insoluble et imperméable. Le liège est considéré comme le meilleur isolant naturel biodégradable par sa double fonction unique à lui ; isolant phonique et thermique à la fois, ainsi par ces caractéristiques physico-chimiques. Ces domaines d'utilisation sont variés tel que : l'aéronautique, plaques d'isolation, la fabrication des chaussures orthopédiques ...etc. mais l'utilisation principale du liège est la fabrication des bouchons de bouteilles de vins.

### II.2 La production du liège :

Le liège résulte d'une croissance en diamètre de la couche extérieur du tronc de chêne liège grâce à l'assise génératrice subéro-phellodermique (phellogène) qui produit du phelloderme sur sa face interne et du suber sur sa face externe. Ce dernier sert de première barrière de protection de l'arbre contre les menaces du milieu externe.

Il existe aussi une autre assise génératrice dans le tronc de *Quercus suber L*, dite assise génératrice libéro-ligneuse (cambium) qui produit du bois en couches larges vers l'intérieur et du liber en couches minces riche en tanin vers l'extérieure.



Source : IML 2022

Figure 05 : coupe transversale du bois d'un chêne liège



Source : IML 2022

Figure 06 : la formation du liège

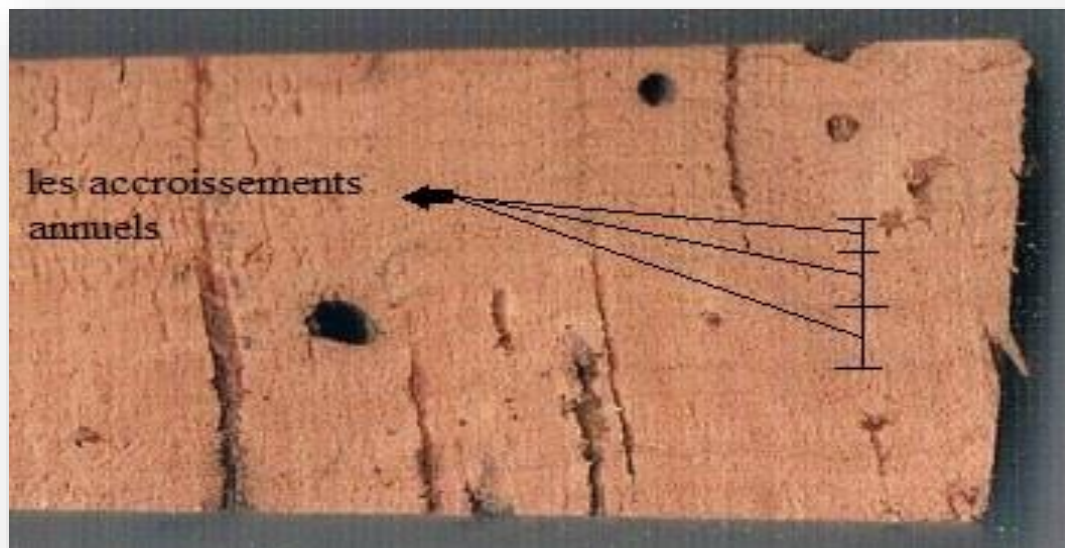
### II.3-L'accroissement du liège :

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

Cet accroissement du liège s'évalue par une simple mesure entre deux cernes correspondants aux lièges d'automne et de printemps. En Algérie, après le démasclage, l'accroissement du liège de reproduction peut atteindre 3,8 mm /an lors de la 2e année et diminue progressivement pour atteindre 1,5mm la 10e année (SACCARDY, 1937).

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

Castola et al. (2000) notent que les épaisseurs des accroissements du liège algérien sont maximales en 2ème, 3ème et 4ème voire même 5ème année pouvant atteindre 3 à 5 mm d'épaisseur et diminuent progressivement pendant les dernières années avec le vieillissement du liège et les conditions stationnelles (Lamey, 1893) in ARIB et ZAIDAT (2019).

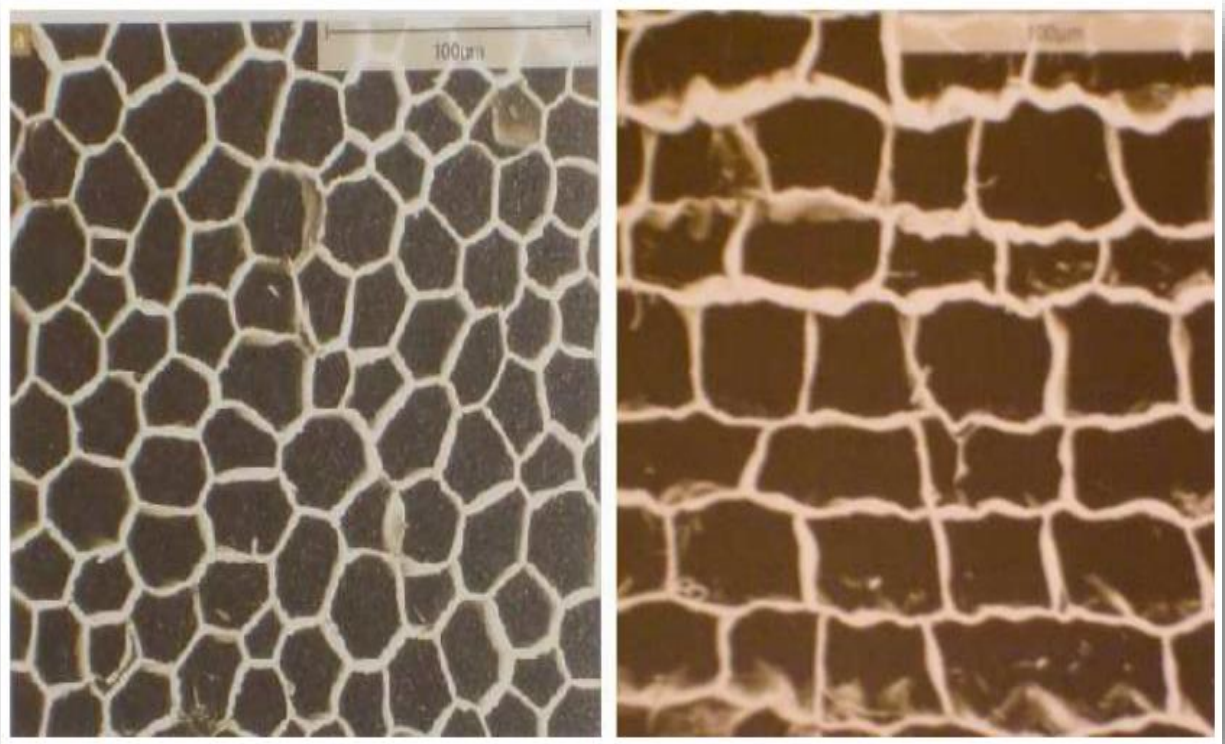


Source : originelle

Figure 07 : Mesure des accroissements annuels du liège

#### II.4-Structure anatomique du liège :

Le liège contient du suber et des lenticelles. La première formation est un nombre de cellules mortes de forme rectangulaire dans la section transversale et hexagonale dans la section tangentielle. Ces cellules sont imperméables, subérifiées, remplies de gaz et unis les unes aux autres. La seconde formation (lenticelles) sont des canaux qui traversent radialement le suber dans toute son épaisseur et plus ou moins remplis d'un tissu de cellules pulvérisées, présentant entre elles de nombreux méats qui permettent le passage des gaz, vapeurs et liquides, donc son rôle consiste à régulariser les échanges gazeux entre les tissus vivants de l'arbre et le milieu extérieur. (PEREIRA ET PRATA, 1981) in DHIRI (2017).



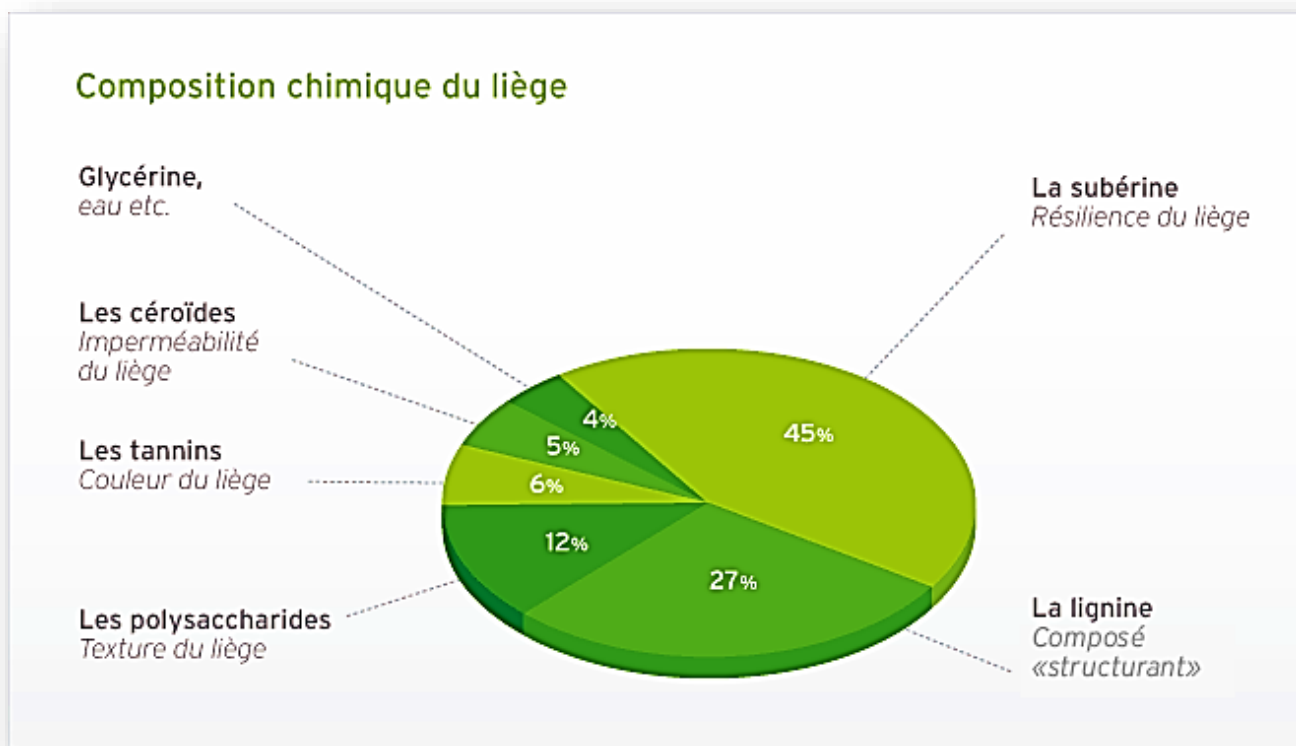
Source : Fortes et al. (2004) in DEHIRI (2017)

Figure 08 : Structure cellulaire du liège sur le plan transversal et tangentiel

## II.5-Composition chimique du liège :

Le liège est composé principalement de six éléments chimiques, cependant les pourcentages de chaque élément diffèrent d'une analyse à une autre selon l'analyse elle-même et le liège utilisé. La figure 09 présente les proportions indiquées par la fédération française du liège :

- **La subérine** (45 %), composant principal des parois de la cellule, responsable de la résilience du liège,
  - **La lignine** (27 %), composé « structurant » des parois cellulaires,
  - **Les polysaccharides** (cellulose et hémicellulose) (12 %), composants des parois des cellules et participent à la texture du liège,
  - **Les tanins** (6 %), composants poly phénoliques à l'origine de la couleur du liège,
- Les céroïdes** (6 %), composants hydrophobes donnant au liège son imperméabilité. On retrouve également de l'eau, de la glycérine ainsi que divers ingrédients à hauteur de 4 %.



Source : la fédération française du liège 2022

Figure 09 : La composition chimique du liège

## II.6-Propriétés mécaniques et physiques et chimique du liège :

Les cellules du liège par leurs caractéristiques uniques, possèdent un ensemble de propriétés physiques et mécaniques qu'on ne retrouve pas chez les autres végétaux, ces dernières sont énumérées comme suit :

- **Facilité d'usinage** : il est manipulable facilement sur le plan industriel ce qui ne nécessite pas de grands moyens pour le couper et le gratter.
- **La résistance au feu** : le liège une fois incendié, ne libère pas de fumée ou de produit toxique, ainsi sa capacité d'être difficilement inflammable. ANONYME, (2017) in ARIB et ZAIDAT (2019).
- **Coefficient de frottement élevé** : la surface de liège est tapissée de « micro ventouses » lui donnant une forte adhérence. ROULA (2010)
- **Absence de toxicité** : il est utilisé depuis sa découverte par l'homme sans montrer aucune incidence de toxicité sur lui. ROULA(2010)
- **Pouvoir calorifique** : la capacité de générer de la chaleur est équivalent au charbon ROULA (2010).
- **Antivibratoire** : c'est un matériau qui isole les vibrations mécaniques ce qui constitue des panneaux anti vibration. ANONYME (2006)
- **Étanche** : il bloque le passage des liquides.
- **Elasticité** : c'est la capacité qu'il possède de reprendre sa forme initiale après avoir subi une quelconque déformation METNA (2003)
- **Imperméabilité** : le liège absorbe moins de 20% d'eau IPROCOR (2005)
- **Le liège possède d'autres vertus très intéressantes** : il a une grande résistance à l'usure, il est recyclable, inaltérable, sans odeur, hygiénique n'attire et ne retient pas la poussière, conserve son efficacité indéfiniment et inhibe la combustion. DEHIRI (2017).
- **Chimiquement stable** : stable puisqu'il est chimiquement neutre et ne réagit pas au contact d'acide par exemple BOURRASSE (2023)
- **Isolant phonique et thermique** BOURRASSE (2023)

## II.7-Les défauts du liège :

Le liège et comme tous les matériaux naturels, subit les différents changements climatiques ainsi que les attaques parasitaires, de plus il est exposé aux différents facteurs influençant sa qualité. D'après les différentes études les défauts du liège sont résumés dans le tableau (07) :

Tableau 07 : les différents types de défauts du liège

| Les défauts       | Description                                                                                                                                                                              | Auteurs                              |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Liège vert        | C'est le résultat de la pénétration d'eau dans la cellule subéreuse, ce qui crée un milieu favorable pour les attaques fongiques.                                                        | IPROCOR/FUNDECYT.<br>MERIDA, (1999)  |
| Liège doublé      | Il est dû à un stress hydrique d'un incendie ou causé aussi par une blessure. Ce défaut se manifeste après l'écorçage ou le bouillage.                                                   | IPROCOR, (1999)<br>et MERIDA, (1999) |
| Dureté            | Il fait perdre au liège deux de ces qualités les plus recherchées qui sont la souplesse et l'élasticité.                                                                                 | SACCARDY (1938)                      |
| Porosité          | Elle est due à la présence d'un nombre important de lenticelles larges et déformés                                                                                                       | DJEMAI & LAHEB (2017)                |
| Liège clouté      | C'est un liège dur et dense et ceci est dû à la présence de tissus lignifiés dans l'épaisseur du liège                                                                                   | CANTAT & PIAZZETTA<br>(2005)         |
| Liège terreux     | C'est un défaut qu'on retrouve souvent dans le liège du pied. C'est la résultante d'un grand nombre de lenticelles présentant de grandes dimensions ce qui engendre une porosité élevée. | CANTAT & PIAZZETTA<br>(2005)         |
| Les taches jaunes | C'est une perte de couleur des tissus subéreux et qui se manifeste par une odeur de moisissure                                                                                           | DJEMAI & LAHEB (2017)                |

|                  |                                                                                                                                                  |                                 |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| La fourmi        | Elles créent des galeries dans le liège                                                                                                          | IPROCOR (1999)                  |
| Le liège soufflé | Les crevasses de ce liège, le rende de mauvaise qualité pour l'industrie de bouchonnage.                                                         | CANTAT & PIAZZETTA (2005)       |
| Le pic           | C'est un oiseau insectivore qui cherche de la nourriture, et pour cela il pratique des perforations transversales sur la partie externe du liège | IPROCOR (1999) et MERIDA (1999) |
| Le ver du liège  | Il s'agit de la larve du <i>Corebus undatus</i> qui creuse ces galeries entre le tissu mort et le tissu vivant.                                  | IPROCOR/FUNDECYT. Mérida, 1999  |

## II.8-La qualité du liège :

Le liège étant un produit naturel qui ne répond pas aux règles générales de détermination de la qualité. Pour dire qu'un liège est de meilleure qualité on doit réunir une multitude de facteurs sur des aspects bien déterminés. Selon CARRASQUINHO (1987) le liège présente une forte variabilité qualitative qui est dû à la nature du liège ainsi que l'hétérogénéité des facteurs de production. On retrouve une difficulté d'établir le concept de qualité dans ces différents aspects. Et pour attribuer le label « qualité » on se réfère généralement aux indications morphologiques recensé à travers l'expérience, ces indications expriment le rapport existant entre les propriétés du matériau, les caractéristiques et la disposition des tissus subéreux HOUACINE & MELIANI (2017).

Un liège de bonne qualité doit réunir durant sa formation les critères suivants :

- Avoir des lenticelles fines et peu nombreuses, légers, imperméables et souples. BOUDY (1952)
- Avoir la qualité de l'élasticité qui lui donne la possibilité de reprendre son volume et sa forme initiale après avoir subi une compression quelconque BOUDY (1952)
- Les couches de liège doivent être plus au moins régulières et de taille moyenne pour que le liège ne soit ni mou et poreux et élastique. LAMEY (1893)

La détermination de la qualité du liège selon IPROCOR (2009) est faite par le biais des caractères suivants :

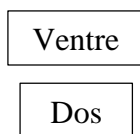
A. L'épaisseur :

- Facteurs écologiques
- Facteurs génétiques
- Sylviculture
- Hauteur de l'arbre

B. L'aspect :

a. Facteurs intrinsèques :

- Porosité
- Densité
- Etat du
- Couleur
- Accroissements



b. Facteurs extrinsèques :

- Taches
- Ver du liège
- Exfoliation
- Liège vert
- Oiseaux et autres

La porosité du liège est un aspect qui change de valeur d'une station à une autre d'un arbre à un autre et même sur un même pied ; plus on monte en hauteur la porosité et l'épaisseur des planches diminuent ; le liège des branches est de meilleure qualité que celui du tronc et de même le liège des montagnes est de meilleure qualité.

NATIVIDADE (1956) note qu'au début du 20<sup>e</sup> siècle, un autre facteur contrôlant la qualité du liège notamment le dépérissement du chêne liège est apparu et son impact a commencé à prendre de l'ampleur à partir des années 1980-1990 dans l'ensemble des 07 pays producteurs du liège tel que l'Algérie BOUHRAOUA (2002), Portugal SOUSA et al (1995) et l'Espagne GAROLERA (1988) ...etc. Selon AMANDIER (2006), ce phénomène exprime l'impact de diverses variables sur

les peuplements du chêne liège de la région méditerranéenne tel que : le climat, les mauvaises pratiques sylvicoles, les incendies, le non-respect des règles d'exploitation...etc.

### II.9-La classification du liège :

La classification classique du liège (liège male, liège de première reproduction et liège de reproduction) ne répond pas aux exigences de l'industrie du bouchon, et pour cela une deuxième classification basée sur l'épaisseur et l'aspect du liège est apparu afin de créer des lots de liège plus homogènes facilitant donc la commercialisation de ce dernier. A partir de cette classification on obtient un nombre de classes de liège qui varie d'un pays producteur à un autre ; 06 classe en Algérie et Portugal et 05 en Espagne. Les tableaux 08 et 09 représentent deux classifications différentes du liège :

Tableau 08 : classes de liège en Espagne selon IPROCORE (1994)

| Classe    | Epaisseur en ligne | Epaisseur en mm  | Dénomination |
|-----------|--------------------|------------------|--------------|
| <b>01</b> | Plus de 19 lignes  | 42.75 mm         | Grueso       |
| <b>02</b> | 15 à 19 lignes     | 33.75 à 42.75 mm | Media marca  |
| <b>03</b> | 13 à 15 lignes     | 29.75 à 33.75 mm | Imperial     |
| <b>04</b> | 11 à 13 lignes     | 24.75 à 29.75 mm |              |
| <b>05</b> | Moins de 11 lignes | 24.75 mm         | Delgado      |

**01 ligne = 2.25 mm**

Tableau 09 : catégories de liège en Algérie selon ROULA (2011)

| Catégories        | Epaisseur en mm |
|-------------------|-----------------|
| <b>Sur –épais</b> | >54 mm          |
| <b>Épais</b>      | 40-54 mm        |
| <b>Régulier</b>   | 32-40 mm        |
| <b>Juste</b>      | 27-32 mm        |
| <b>Mince</b>      | 22-27 mm        |
| <b>Flotte</b>     | <22 mm          |

## II.10- La production du liège :

### a. Production mondiale :

340 000 tonnes par année représentent la quantité de liège produite dans le monde, cette dernière est répartie sur 07 pays. La production la plus élevée est enregistrée par le Portugal avec 185 000 tonnes/an ce qui représente plus de la moitié de la production mondiale (54%). La France produit 5000 tonnes/an ce qui représente la production la plus faible avec 1% de la production mondiale.

Tableau 10 : Production et pourcentages de production du liège dans le monde selon AMORIM, (2012)

| PAYS            | TONNES  | PORCENTAGE |
|-----------------|---------|------------|
| <b>Portugal</b> | 185 000 | 54%        |
| <b>Espagne</b>  | 88 000  | 26%        |
| <b>Italie</b>   | 20 000  | 6%         |
| <b>Maroc</b>    | 18 000  | 5%         |
| <b>Algérie</b>  | 15 000  | 4%         |
| <b>Tunisie</b>  | 9 000   | 3%         |
| <b>France</b>   | 5 000   | 1%         |

### b. La production en Algérie :

La première trace de la production de liège revient à la période coloniale française plus exactement à l'année 1885 avec une superficie de 459 000 ha soit le plus grand peuplement de chêne liège au monde. La production de liège n'était que de 11 000 tonnes ce qui classait l'Algérie comme 3<sup>e</sup> producteur mondial. (P. Artigas).

Depuis, la production de liège en Algérie n'a pas cessé de varier au fil des temps ; pendant la période (1931-1941) la production moyenne était de 313 000 qtx de liège de reproduction et 70 000 à 100 000 qtx de liège mal (NATIVIDADE, 1956).

Après avoir eu son Indépendance, l'Algérie continue à exploiter le liège mais avec un rythme plus faible ceci pourrait être dû à l'absence du savoir-faire d'ailleurs pendant la période de (1962 à 1970) la moyenne de production était de 148 000 qtx (TAHAR, (2012) in ZAIDAT&ARIB (2019)).

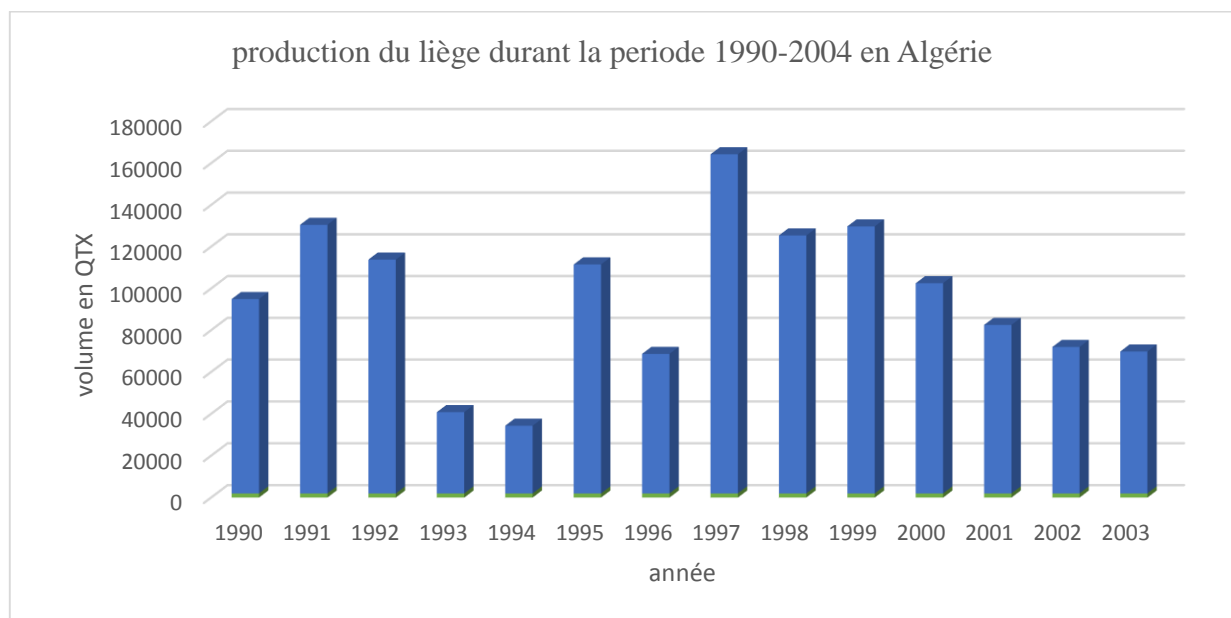
Durant la période (1970 à 1990) la production du liège n'a pas cessé de chuter pour une multitude de cause ; incendie, exploitation irrationnelle, manque de régénération...etc. ceci a fait que la production est passée de 148 000 qtx à 129 350 qtx en 1983 et à 78 150 qtx en 1990 (TAHAR, (2012) in ZAIDAT&ARIB (2019)).

Passé cette période la production du liège en Algérie a eu une légère amélioration d'où une production de 127 724 qtx a été enregistrée durant l'année 2000 et 100 545 qtx durant l'année 2001 puis elle a chuté à nouveau jusqu'à atteindre une production de 67 808 qtx seulement en 2004 et même 56.000 qtx durant la campagne 2019-2020 cette baisse de production persiste à nos jours avec quelques exceptions tel que l'année 2018 où une production de 89.309 qtx a été enregistrée.

Plusieurs études et rapport ont été réalisés sur cette chute de production du liège, d'ailleurs le rapport de synthèse du B.N.E.D.E.R (1984) l'avait déjà signalé auparavant. Les résultats montrent que les raisons ne relèvent que de la dégradation de la subéraie algérienne due :

- A la Déficience ou à l'absence de régénération naturelle.
- Au Manque d'une main- d'œuvre qualifiée pour la récolte du liège
- Au Vieillissement des peuplements ; presque 65 % des subéraies inventoriées sont formées de vieux sujets de plus de 100 ans ayant subi plusieurs démasclages, 37% de jeunes futaies et 1 à 1.5 % de taillis.
- Aux incendies de forêts qui ravagent chaque année des centaines voir des milliers d'hectares du chêne liège.

La figure (10) montre l'évolution de la production du liège en Algérie au fil des années durant la période (1990 – 2004) :



Source : DGF 2022

Figure 10 : l'évolution de la production du liège durant la période (1990 à 2004) en Algérie

### II.11-Les domaines et différentes utilisations du liège :

Le liège étant connu comme isolant naturel par excellence, et par ces propriétés physico-chimiques uniques, il est considéré comme un matériau naturel à multiples utilisations. Le bouchon des bouteilles reste toujours la première vocation du liège et ce en raison de sa synchronisation avec les vins malgré les tentatives de le remplacer par le bouchon en plastique, Le bouchon en liège reste le seul bouchon qui permet au vin d'atteindre sa maturation et sa qualité optimale recherchée par le consommateur. Cependant le bouchon n'est pas la seule et unique utilisation du liège mais il est aussi utilisé dans d'autres domaines notamment :

- Le domaine de la construction ; le liège est le seul isolant thermique et phonique à la fois, la décoration des revêtements muraux...etc.
- L'industrie automobile ; il sert de joints pour la carrosserie.
- L'industrie spatiale ; utilisé par la NASA dans la construction de ces navires

spatiale par rapport à sa qualité d'isolation, classé par l'USA dans la catégorie des matériaux stratégiques lors de la 2<sup>e</sup> guerre mondiale WW2 (IML, 2018), utilisé aussi pour fabriquer des boucliers thermiques ablatifs, à l'instar de la sonde de la mission Exo mars.

- L'industrie textile et fabrication des chapeaux.
- L'industrie des chaussures ; semelle et talons.
- L'industrie pharmaceutique et production de parfum et industrie chimique ; bouchage et conditionnement des produits.
- Fabrication artistique ; tableau d'art à base de liège.
- La fabrication d'articles ménagères ; nappes, boîtes de rangement, cadres...etc.
- L'industrie du froid ; transport frigorifique et chambres froides.
- La production musicale ; construction des studios d'enregistrement qui nécessite un haut niveau d'isolation phonique à basses, moyennes et hautes fréquences.
- L'industrie de la pêche ; bouées, flotteurs et fabrication des chalutés...etc.
- L'industrie des articles sportifs ; panneaux, balles, articles de pêche ...etc.
- La chasse ; bourres de cartouches.
- La pyrotechnique ; feux d'artifices.
- L'industrie mécanique ; joints d'étanchéité.
- L'industrie des emballages ; granulés et laine de liège.
- La construction navale ; isolation, revêtement, décoration...etc.
- L'industrie des transports ; isolant thermique, phonique et vibratoire.
- La cristallerie ; grâce à ses propriétés abrasives.
- L'industrie aéronautique ; le PVC utilisé dans les fuselages des avions a pu être ainsi remplacé par du liège qui dispose des mêmes propriétés de légèreté et d'inflammabilité
- La fabrication d'instruments musicaux ; flute à bec, clarinette...etc.

*Chapitre II :*  
*Matériels et méthodes*

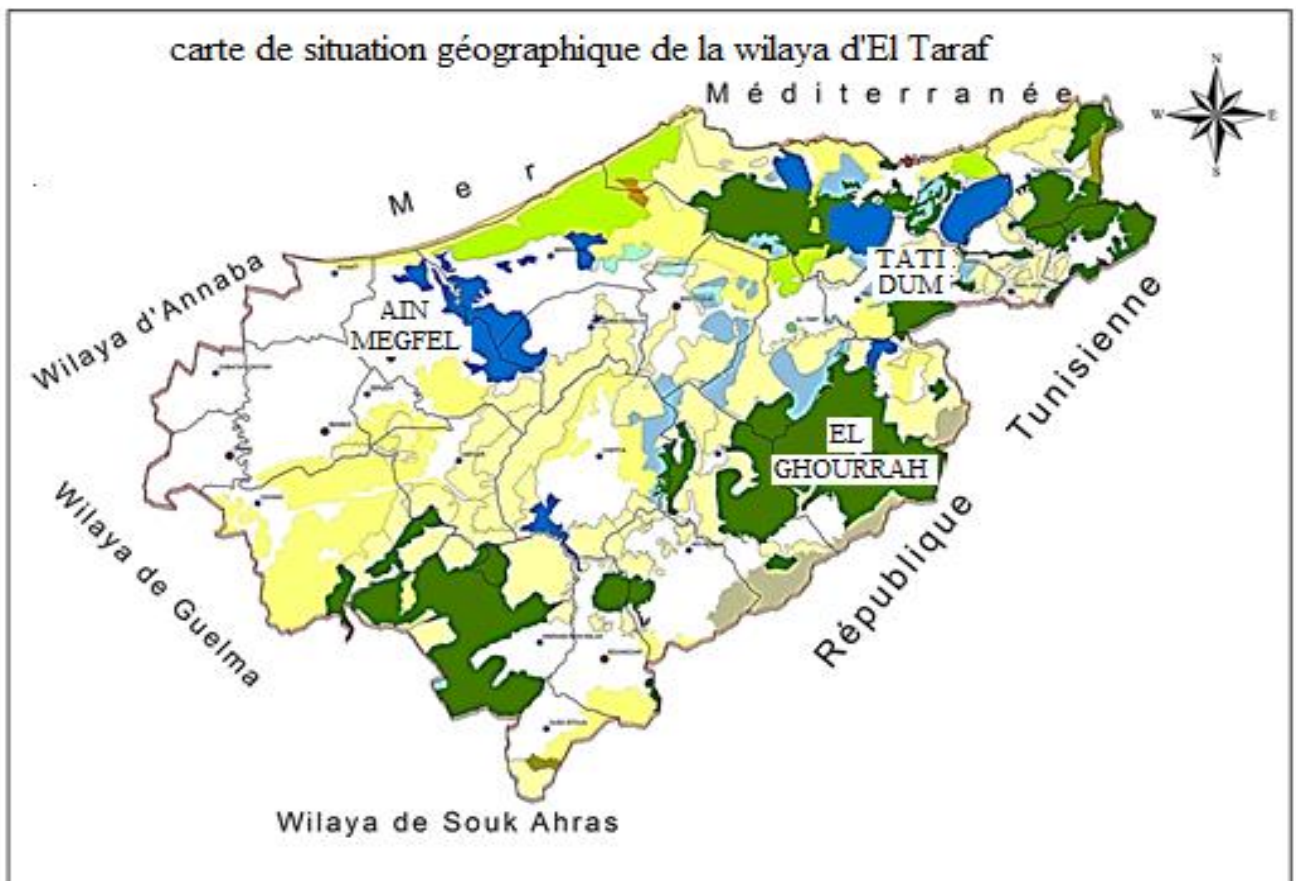
## 1- Présentation de la zone d'étude :

Notre zone d'étude est située dans la wilaya d'El-Tarf, trois stations ont été sélectionnées pour être des échantillons représentatifs de la forêt de liège de la wilaya d'El-Tarf, ces stations sont les suivantes : (Tati Dum, Ain Megfel et El-Ghourrah).

### 1. 1-Présentation de la wilaya d'El Taref :

El Tarf est une wilaya côtière située à l'extrémité Nord-Est de l'Algérie, au bord des frontières Algero-tunisienne, délimité au nord par la mer Méditerranée, la wilaya de Souk Ahras au Sud et au sud-ouest, par la wilaya de Guelma de l'Ouest par la wilaya d'Annaba et de l'Est par la Tunisie. La wilaya d'El Tarf est d'une superficie totale de 333900 ha avec un massif forestier de 179031 ha ; qui abrite une des plus grandes subéraie Algérienne avec une superficie de 59563 ha. Les coordonnées géographiques de cette wilaya sont les suivants :

(Longitude : 8°27'3 Est) et (Latitude : 36°53'47'Nord).



Source : la conservation des forêts d'El Tarf 2023

Figure n°11 : La carte de situation géographique de la Wilaya d'El Tarf

Il faut signaler que la wilaya d'El Tarf a été touché par les incendies durant l'été 2022, cette wilaya a perdu 8971.88 ha de son couvert forestier, la subéraie aussi été victime de ces incendies dont 785.66 ha ont été touché ce qui affaiblie de plus l'état sanitaire du chêne liège de la wilaya qui est en voie de disparition.

Malgré cette perte et les dégâts signalés dans la subéraie d'El Tarf la conservation des forêts à fait un bilan de production du liège durant la même période qui indique ; sur les 10 286 qtx de prévision seulement 3 014.22 St = 3488.2 qtx été récoltés exprimant une baisse de la production par rapport aux années précédente le tableau.... présente l'état de l'exploitation du liège durant la période 2013 – 2022 au niveau de la wilaya.

Tableau 11 : Production de Liège au cours des 10 dernières années

| Année | Prévisions | Récolte par catégorie |                    |                          |                         |
|-------|------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|
|       |            | Liège male            | Débris             | Liège de reproduction    | Total                   |
| 2013  | 22.044 Qx  | 3.903st = 1.096 Qx    | 546 st = 603Qx     | 7.500st = 10.301 Qx      | 11.979 st =15.000 Qx    |
| 2014  | 12.388 Qx  | 3.684st =4.139 Qx     | 500 st = 600 Qx    | 3.327 st = 5.087Qx       | 8.629 st = 11.477 Qx    |
| 2015  | 13.679 Qx  | 3.286 st= 3.765 Qx    | 451 st= 59 Qx      | 4.682 st =6.661 Qx       | 8.419 st =11.016 Qx     |
| 2016  | 17.654 Qx  | 2.159 st= 2.384 Qx    | 304 st = 397 Qx    | 4.697 st = 6.294 Qx      | 7.160 st =9.075 QX      |
| 2017  | 15.882 Qx  | 747 st = 746 Qx       | 200 st = 255 Qx    | 4.463 st = 6.107 Qx      | 5.410 st = 7.108 Qx     |
| 2018  | 15.521 Qx  | 1876st = 2.042 Qx     | 300st= 408 Qx      | 8.941 st= 12.250 Qx      | 11.117 st= 14.700 Qx    |
| 2019  | 10.232 Qx  | 871st = 806 Qx        | 210st= 228 Qx      | 5.879 st= 7.056 Qx       | 6.960 st= 8.087 Qx      |
| 2020  | 11.956 Qx  | 122 st = 129,97 QX    | 117 st = 137 Qx    | 1999 st = 2.427,22 Qx    | 2.238 st = 2694,19 Qx   |
| 2021  | 11 829 Qx  | 205.96 st = 174.14 Qx | 280 st = 357,25 Qx | 3800.7 st = 5306.55 Qx   | 4286,66 st = 4580.66 Qx |
| 2022  | 10 286 Qx  | 418.57 St = 402.8 QX  | 171                | 2424.64 St = 3 085.40 Qx | 3014.22 St = 3488.2 Qx  |

Source : conservation des forêts d'El Tarf 2023

## **1. 2- Présentation et Situation géographique des stations d'études :**

Après avoir effectué notre échantillonnage au dépôt de liège d'Ain Assel, l'échantillon a fait ressortir 03 stations il s'agit de : Tatidum, Ain Megfel et El Ghourrah.

### **a. Tatidum :**

Tati Dum est un canton forestier appartenant à la forêt domaniale Khanguet Aouan qu'on retrouve dans la commune Ain El Assel situé à l'est de la wilaya d'El Taref, avec une superficie de 6566 ha dont 2726 ha est une subéraie cette dernière relève de la gestion de la circonscription d'El Taref.

La subéraie de Tatidum est une subéraie d'un âge moyen de 100 ans, elle s'étale sur une superficie de 81 ha qui a pu produire 237.8 qtx de liège durant l'année 2022, lors de la même année cette forêt été touchée par des incendies qui ont engendré une perte de 411.81 ha selon le bilan de la conservation des forêts de la wilaya d'El Taraf. Parmi ces 411.81 ha le chêne liège a perdu 60 ha de sa superficie.

### **b. El Ghourrah :**

EL Ghourrah est un canton de la forêt domaniale Oued Bougous de la commune Bougous qui se situe au Sud-Est d'El Taref, d'une superficie de 19369 ha avec une subéraie de 10255 ha. El Ghourrah appartient administrativement à la circonscription d'El Taref.

La subéraie d'El Ghourrah est considérée comme étant une vieille subéraie avec un âge qui varie de 100 à 150 ans. Durant l'exercice d'exploitation du liège de l'année 2022 cette dernière avait une production de 586.6 qtx de liège. Malgré cette quantité remarquable de liège récolté cette station a enregistré des incendies dévastateurs la saison estivale dernière ce qui a engendré une perte de 136.05 ha de chêne liège et ce sur une superficie forestière incendiée de 519.81 ha au niveau de la forêt d'El Ghourrah.

**c. Ain Megfel :**

Ain Megfel avec une superficie de 300 ha, la subéraie d'Ain Megfel est une partie de de la forêt domaniale Bouabed de la daïra de Ben M'hidi située au Nord-Ouest d'El Taref, avec une superficie totale de 16145 ha dont 598 ha représentent la superficie de sa subéraie.

Notre subéraie a un âge qui avoisine les 100 ans donc exploitée pendant plusieurs rotations et la dernière a été effectuée durant l'année 2022, au total 164.44 qtx de liège ont été récolté. Ces informations ont été communiquée par les services de la conservation des forêts de la wilaya d'El Taref, ces derniers avaient enregistré durant les incendies de l'été 2022 quelques foyers de feux seulement au niveau de la commune de Beni M'hidi ; néanmoins les dégâts étaient minimales ; la superficie forestière incendiée est de 1.28 ha seulement et la subéraie de cette forêt n'a pas été touchée.

**2. Etude climatique :****2.1 -Définition :**

L'étude climatique est l'ensemble de tous les états ou l'état moyen que l'atmosphère peut avoir en un lieu donné au cours des années.

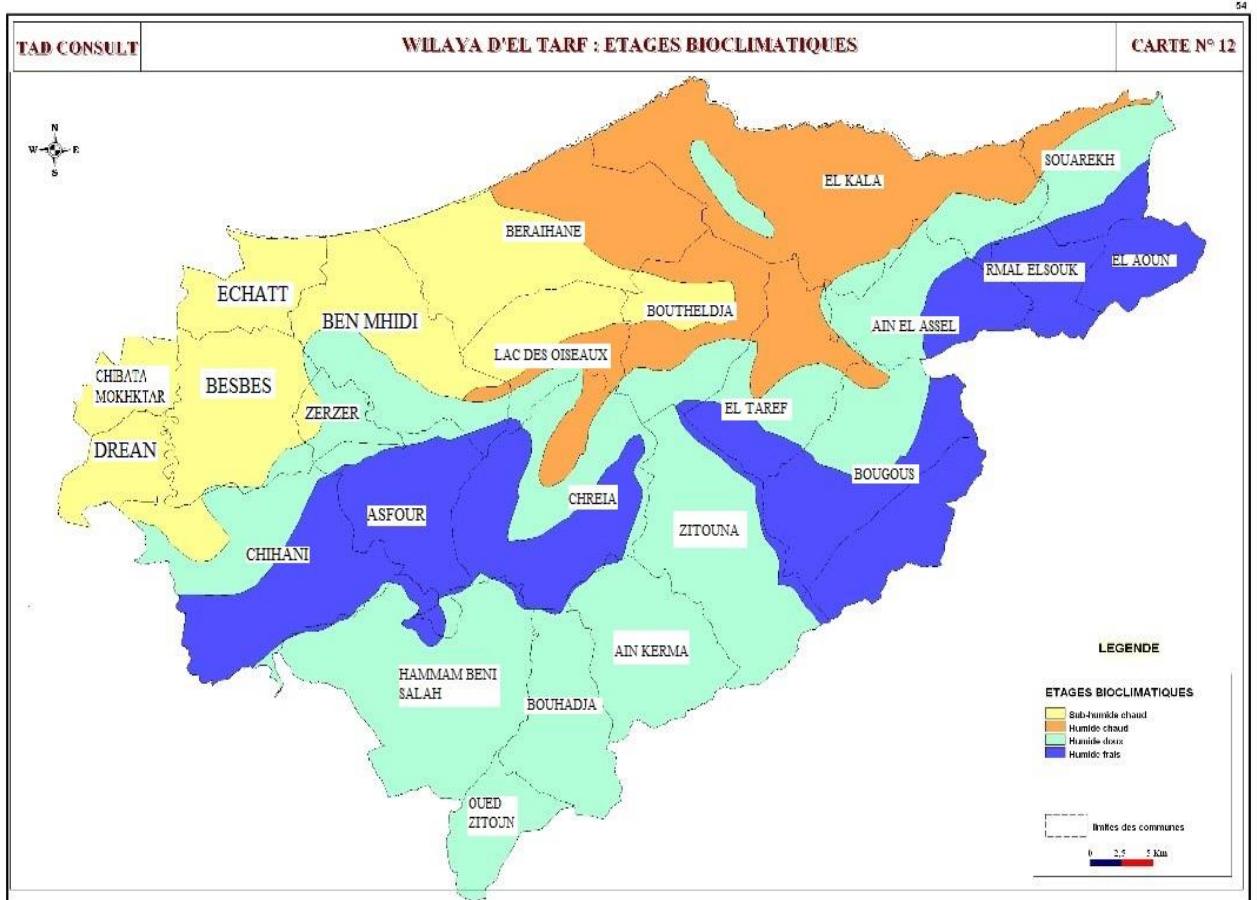
L'étude climatique est basée sur des observations météorologiques archivées (évaluation momentanée et quotidienne), cette évaluation de l'atmosphère sur un endroit donné peut être décrite avec de nombreux paramètres, en général elle se fait selon deux critères : la température et les précipitations. HOUACINE & MELIANI (2017).

**2. 2- Climat :**

Par faute de non disponibilité des données climatique des stations étudiés, nous avons pris en considération les données donné par la seul station météorologique existante dans le territoire de la wilaya d'el Tarf celle d'el-kala, cette étude climatique consiste a donné une idée générale du climat existant dans nos stations d'étude

Les subéraies étudiées présentent des climats qui varient d’une station à une autre et qui relèvent des étages bioclimatiques différents. La figure (12) représente une carte des étages bioclimatiques de la wilaya d’El Taref. La lecture de cette dernière nous donne les résultats suivants :

- Tatidum : un climat humide doux
- Ain megfel : un climat subhumide chaud
- El ghourrah : un climat humide doux



Source : conservation des forêts El Tarf 2023

Figure 12 : Carte des étages bioclimatiques de la wilaya d’El Tarf

### 2. 3- La température :

La température est un élément essentiel qui définit le climat d'une région donnée, elle influence sur toute la région que ce soit sur la faune ou la flore mais beaucoup plus sur la végétation. Les données des températures permettent de diviser l'année en saisons thermiques distinctes, aussi de délimiter la saison sèche et les limites des températures que ce soit maximale et minimale.

Tableau 12 : synthèse des températures moyennes (max et min et moy en c°) de la station météorologique d'El kala durant la période (1970-2015).

| Mois      | t max (c°)  | t min (c°) | t moy (c°)  |
|-----------|-------------|------------|-------------|
| Janvier   | 15,8        | <b>8,6</b> | 12,2        |
| Février   | 15,7        | <b>7,6</b> | <b>11,7</b> |
| Mars      | 18,3        | 9,5        | 13,9        |
| Avril     | 21,7        | 11,9       | 16,8        |
| Mai       | 24,5        | 14,4       | 19,5        |
| Juin      | 28,5        | 17,4       | 22,9        |
| Juillet   | <b>30,8</b> | 20,8       | 25,8        |
| Août      | <b>30,2</b> | 21,9       | <b>26,1</b> |
| Septembre | 27,9        | 19,4       | 23,7        |
| Octobre   | 25,5        | 16,6       | 21          |
| Novembre  | 20,8        | 12,3       | 16,5        |
| Décembre  | 16,9        | 9,3        | 13,1        |

Ce tableau exprime les résultats suivants sachant que :

- T max : la température maximale du mois.
- T min : la température minimale du mois.
- T moy : la température moyenne du mois.

On constate que les mois de Juillet et Août sont les mois les plus chauds et Janvier et Février sont les mois les plus frais de l'année. Ces résultats sont une suite logique des étages bioclimatiques cités précédemment dans ce travail.

## 2. 4- Précipitations :

La variable précipitations est un élément très important qui conditionne le climat d'une région donnée, elle influence directement les réseaux des cours d'eau, les nappes phréatiques, les lacs...etc. De plus son impact direct sur la végétation.

Les précipitations dans la région d'El kala se caractérisent par deux phénomènes : les pluies et la nébulosité. Selon les données des services météorologiques d'El Kala, la moyenne annuelle des précipitations pendant 45 ans est de 1114 mm/ans

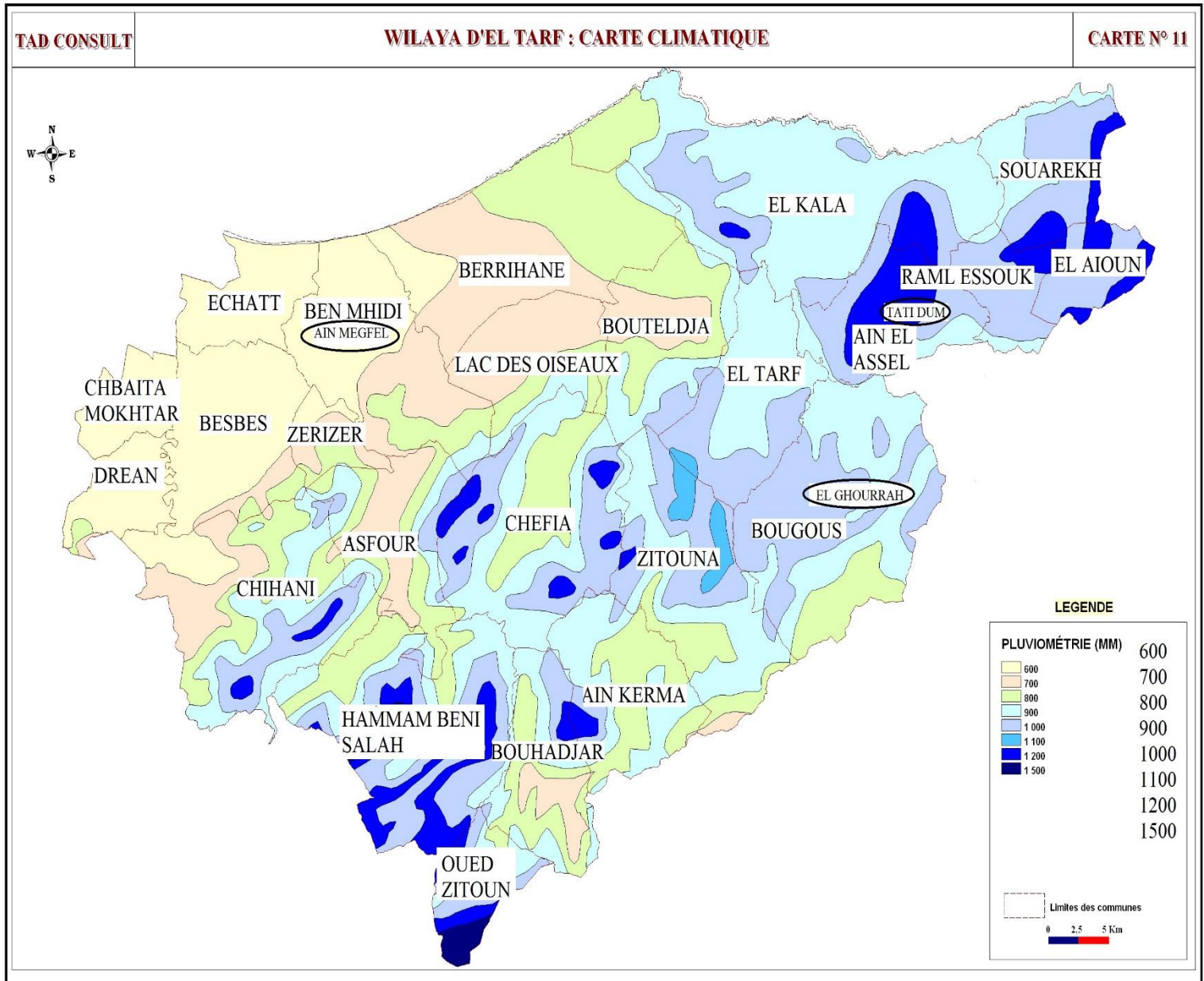
Tableau 13 : précipitations moyennes mensuelles (p) mm de la Station météorologique  
D'El kala (1970-2015)

| Mois           | Précipitation | Mois             | Précipitation |
|----------------|---------------|------------------|---------------|
| <b>Janvier</b> | 135.4         | <b>Juillet</b>   | <b>02.2</b>   |
| <b>Février</b> | <b>154.8</b>  | <b>Aout</b>      | 10.4          |
| <b>Mars</b>    | 136.7         | <b>Septembre</b> | 79.01         |
| <b>Avril</b>   | 65.2          | <b>Octobre</b>   | 125.6         |
| <b>Mai</b>     | 28.5          | <b>Novembre</b>  | 155.7         |
| <b>Juin</b>    | 10.7          | <b>Décembre</b>  | 209.4         |

Source : BENTRAD SAMIHA (2019)

L'analyse de la carte climatique figure (13), confirme les résultats de la synthèse des précipitations de la région d'El kala. Ces résultats impliquent que nos stations d'études se caractérisent par une pluviométrie forte et généreuse. Les précipitations enregistrées sont comme suit :

- Tatidum : 1200 mm /ans
- Ain meghel : 600 mm/ an
- El ghourrah : 900 à 1000 mm/an



Source : conservation des forêts d'El Tarf 2023

Figure 13 : Carte climatique de la wilaya d'El Tarf

## 2. 5- Le vent :

Le vent est un facteur important qui peut changer le climat d'une région à une autre par son pouvoir de transport des pluies. Il peut prendre plusieurs directions Nord-Est, Nord-Ouest, Sud-Ouest et Sud-Est. Le vent se déplace d'une zone de hautes pressions vers des zones de basses pressions.

La wilaya d'El Taref est une région du bassin méditerranéen donc par sa nature elle est côtière ce qui engendre l'influence directement de la mer sur la direction du vent. Les vents Nord-Ouest sont les plus permanents durant toute l'année et les vents Nord-Est sont les plus fréquents en été.

La vitesse moyenne des vents dans cette région varie de 2.2 à 4.2 (m/s) BOUMEZBEUR (1993) in BENTRAD SAMIHA (2019).

Tableau N°14 : Moyenne mensuelle de la vitesse du vent V (m/s) dans la station météorologique d'El Kala (1970-2005)

| Mois      | Moyenne de vitesse (m/s) |
|-----------|--------------------------|
| Janvier   | 4.2                      |
| Février   | 3.7                      |
| Mars      | 4.1                      |
| Avril     | 3.6                      |
| Mai       | 2.8                      |
| Juin      | 2.2                      |
| Juillet   | 2.2                      |
| Aout      | 2.3                      |
| Septembre | 2.7                      |
| Octobre   | 3                        |
| Novembre  | 3.6                      |
| Décembre  | 3.2                      |
| Moyenne   | 3.2                      |

Source : BENTRAD SAMIHA (2019)

3. Synthèse climatique :

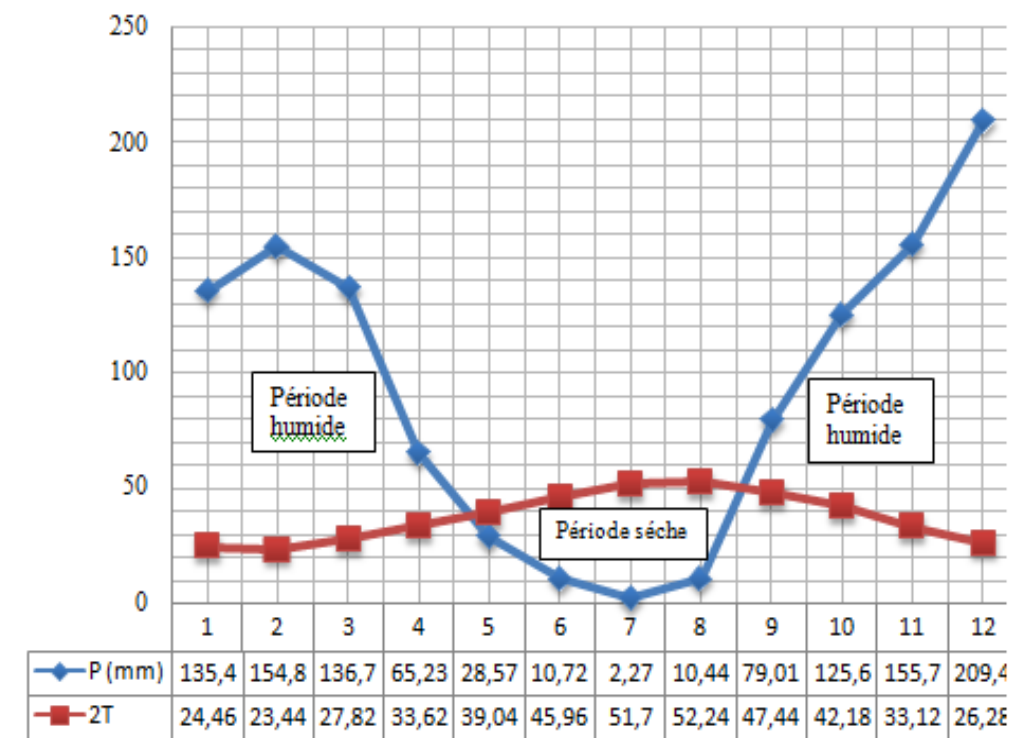
3. 1- L'indice xérothermique de Bagnols et Gausсен :

La détermination de la période de sécheresse dans la région d'EL KALA se fait par l'utilisation du diagramme de pluviométrie de Gausсен :

L'indice xérothermique de Bagnols et Gausсен permet de trouver la sécheresse estivale en prenant en considération les moyennes mensuelles des précipitations (P en mm) et les températures (T en c°) avec le rapport : P/2T.

- Quand  $P > 2T$  les mois sont considérés humide.
- Quand  $p < 2T$  le mois et considéré sec.

Dans le diagramme suivant on remarque que la période sèche commence le début mai et se termine au mi-aout, et les périodes humides sont ce qui reste de l'année ou les températures sont faibles et les précipitations sont élevées.



Source :

BENTRAD SAMIHA (2019)

Figure 14 : diagramme ombrothermique de Bagnols et Gausсен de la région d'El Kala (1970-2015)

### 3. 2- Les domaines bioclimatiques :(Quotient pluviothermique) :

La comparaison des étages bioclimatiques se fait par l'utilisation du climagramme d'Emberger. Ce dernier est basé sur les précipitations (P), la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M), la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m).

Afin de calculer le quotient pluviothermique d'une station donnée on utilise :

#### a. La formule proposée par Emberger :

$$Q_2 = KP / (M-m)$$

- K : constante qui est égale à 3,43.
- P : Précipitation annuelles (en mm).
- M : Moyenne mensuelle des températures maximales du mois le plus chaud (en °C).
- m : Moyenne mensuelle des températures minimales du mois le plus froid (en °C).
- Q<sub>2</sub> : Quotient pluviothermique.

$$\text{Le } Q_2 = (1114 * 3.34) / (30.8 - 7.6) = \mathbf{164.69}$$

#### b. le quotient modifié par Stewart :

$$Q = \frac{2000p}{M^2 - m^2}$$

Avec :

- Q : quotient pluviométrique d'Emberger.
- M : la moyenne des températures du mois le plus chaud en kelvin.
- m : la moyenne des températures du mois le plus frais en kelvin.
- P : pluviométrie annuelle en mm.

Important :  $K^\circ = C^\circ + 273,15$

Le résultat trouvé va déterminer l'étage bioclimatique de notre station. Le quotient pluviothermique de la station d'El kala met la région dans l'étage bioclimatique humide à la limite de l'étage bioclimatique subhumide avec un  $Q = \mathbf{164.69}$

Sachant que :

- Précipitations (P) = 1114 mm
- Les moyennes des températures maximales du mois le plus chaud : 30.89 c°
- La moyenne des températures minimales du mois le plus froid : 7.69 c°

Source : BENTRAD (2019)

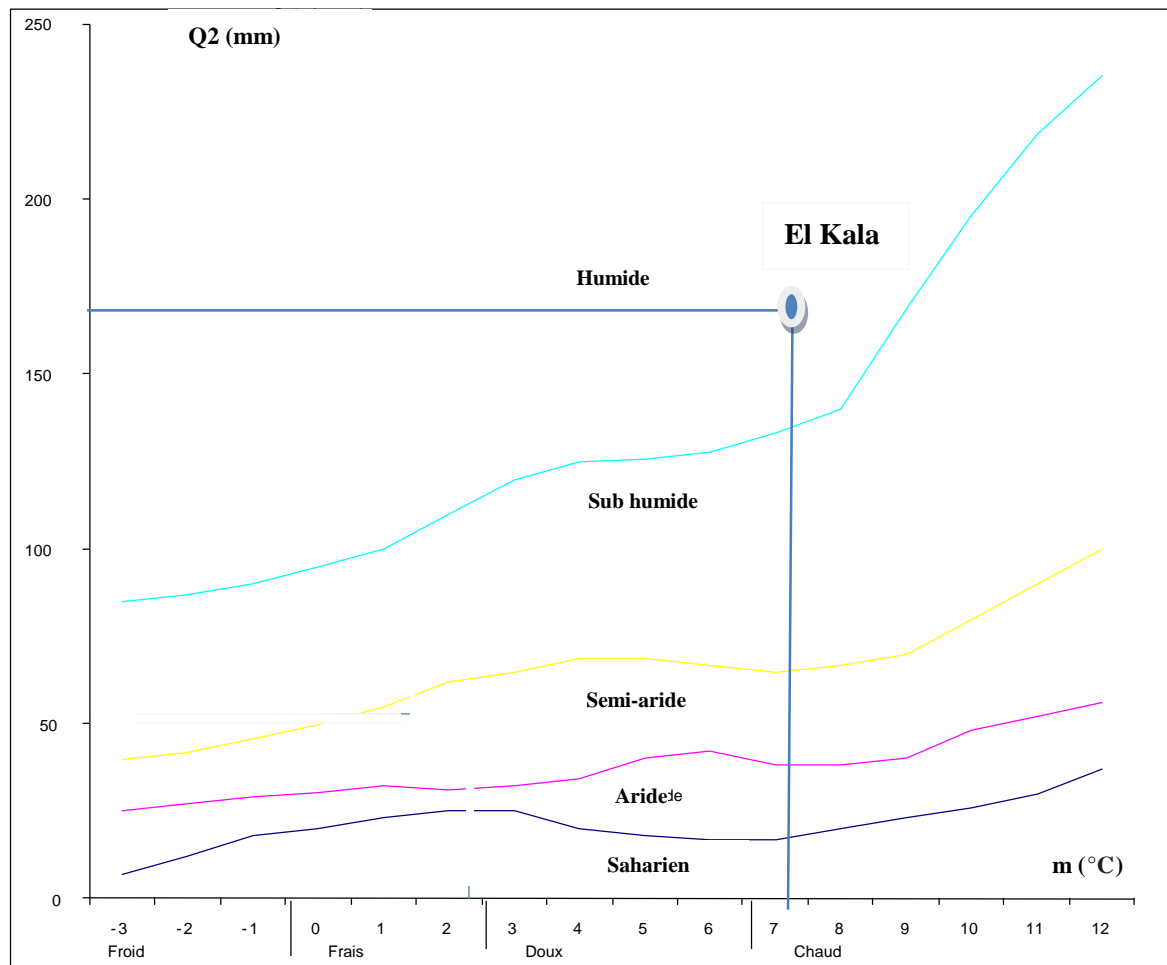


Figure14 : L'étage bioclimatique de la région d'El Kala

(Période 1977-2015).

Les résultats de la synthèse climatiques sont comme suite :

Tableau 15 : les données du quotient pluviométrique d'EMBERGER

| La région | M (°K°)       | m (°K°)       | P (mm)      | Q2            | M (°C)      | m (°C)     | Période            |
|-----------|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------------|
| El kala   | <b>303.15</b> | <b>280.15</b> | <b>1114</b> | <b>164.69</b> | <b>30.8</b> | <b>7.6</b> | <b>1970 - 2015</b> |

Tableau 16 : les Caractérisation écologiques et climatiques des stations étudiées

| Station                 | Ain Megfel                         | Tati Dum                           | El Ghourahh                        |
|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Foret                   | <b>BOUABED</b>                     | <b>KHANGUET<br/>AOUAN</b>          | <b>OUED BOUGOUS</b>                |
| Année d'exploitation    | <b>2022</b>                        | <b>2022</b>                        | <b>2022</b>                        |
| Altitude                | <b>400 m</b>                       | <b>280 m</b>                       | <b>920 m</b>                       |
| Exposition              | <b>Nord</b>                        | <b>Nord Est</b>                    | <b>Nord</b>                        |
| Age du peuplement       | <b>100 ans</b>                     | <b>50 à 150 ans</b>                | <b>100 à 150 ans</b>               |
| Nombre d'exploitation   | <b>6</b>                           | <b>8</b>                           | <b>8</b>                           |
| Pente                   | <b>&lt;3%</b>                      | <b>&gt;25 %</b>                    | <b>&gt;25 %</b>                    |
| Lithologie              | <b>Marne</b>                       | <b>Flysch</b>                      | <b>Flysch et grés</b>              |
| Sensibilité à l'érosion | <b>Stable</b>                      | <b>Instable</b>                    | <b>Instable</b>                    |
| Pluviométrie annuelle   | <b>600 mm</b>                      | <b>1200 mm</b>                     | <b>900 à 1000 mm</b>               |
| Température moyenne     | <b>Été 30.8°C<br/>Hiver 7.6 °C</b> | <b>Été 30.8°C<br/>Hiver 7.6 °C</b> | <b>Été 30.8°C<br/>Hiver 7.6 °C</b> |

#### 4. Méthode d'échantillonnage :

Afin d'obtenir les meilleurs résultats et parce que notre échantillonnage a été réalisé en dehors de la saison de récolte du liège, nous avons effectué un échantillonnage au dépôt de liège d'Ain Assel selon des règles d'échantillonnage stratifiées systématiques.

Le liège stocké dans les dépôts est reparti selon une classification internationale sur plusieurs lots. Le liège choisi pour notre étude est le liège de reproduction sain, nos échantillons sont composés de 30 planches au totale avec 10 planches par stations (lots) ; 30 planches = 10 planches x 3 stations.

L'échantillonnage stratifié systématique ; au niveau du dépôt du liège nous avons considéré que chaque forêt est une strate, et pour assurer le caractère d'aléatoire nous avons utilisé un même intervalle entre les prélèvements de deux planches pour tout l'échantillon.

#### 5- obtention des éprouvettes :

Pour obtenir les éprouvettes d'essai sur lesquels seront effectués nos travaux, nous effectuons une série d'étapes de travail selon la méthode proposée par FERREIRA et al. (1999), les étapes que nous avons suivies se résument comme suit :

- Découpage des planches du liège en 03 morceaux homogènes chez un menuisier figure (17).
- Découper les morceaux en éprouvettes de liège d'une dimension de 10\*1.5 cm figure (18)
- Bouillir les éprouvettes pendant 1 h de temps puis les laisser sécher à l'air libre figure (19)
- Ponçage des éprouvettes à l'aide d'une ponceuse électrique figure (20)
- Scanner les éprouvettes du liège sur scanner numérique
- Analyse des images scannées des éprouvettes sur logiciel **GIMP PRO** figure (21)
- Découper le liège en dimension de 1.5\*1.5\*1.5 cm
- Pesage du liège figure (22)
- Mesure des paramètres pour calcul du volume du liège figure (22)

## 6- Mesures des variables :

### 6.1-Epaisseur du liège :

Une fois que le liège est bouilli pendant une heure de temps et séché par la suite suivant la méthode utilisée par FERREIRA et al (1999) et ALOUI et al (2006) ; afin que le liège reprenne le plus possible son épaisseur initiale, Nous somme passer aux mesures des épaisseurs sous croute et pour cela trois mesures ont été effectuée à l'aide d'un pied à coulisse, deux mesures sur les extrémités gauche et droite et une au milieu.

L'épaisseur de chaque planche est représentée par la moyenne des trois mesures (3 x répétitions x 10 arbres x 3 stations) ; ce qui nous fait 90 mesures au total.

### 6.2-Porosité :

Afin d'étudié la porosité de notre liège, on a procédé au découpage des éprouvettes (03) de forme rectangulaire avec des dimensions de 10 cm de longueur x 1.5 cm d'épaisseur. Les éprouvettes sont prélevées de chaque planche de liège. Pour déterminer la porosité nous avons étudié les quatre faces d'une éprouvette ; deux faces opposées tangentielles et deux faces opposées transversales.

Une fois qu'on a obtenus nos éprouvettes, l'analyse des images scannées des éprouvettes sur les deux sections va nous permettre de déterminer sa porosité suivant la méthode développée et recommandée par FERREIRA et al. (1999). A l'aide d'un logiciel **GIMP PRO**. Le nombre et les diamètres horizontale et verticale des pores ont été déterminés pour les trois éprouvettes de chaque planche.

### 6.3-Densité du liège :

Pour déterminer la densité du liège, nous avons découpé trois lamelles avec des dimensions de (1 cm x 1.5 cm x 1.5 cm) de chaque éprouvette.

Nous avons effectué les mesures sur les dimensions et le poids de chaque éprouvette, la moyenne des mesures des trois (03) éprouvettes représente la densité d'un arbre de chêne liège, pour notre travail 90 mesures au total ont été effectuées pour représenter les trois stations considérées.

Par la suite les lamelles de liège ont été pesées à l'aide d'une balance de précision. Une fois que le volume et la masse sont obtenus nous avons procédé au calcul de la densité :

$$\text{Densité du liège} = M_h (\text{gr}) / V_h (\text{cm}^3)$$

**M<sub>h</sub>** : masse du liège à une humidité h

**V<sub>h</sub>** : volume du liège à une humidité h

**h** : humidité du milieu

### 7. Méthode de mesure :

À l'aide du logiciel **GIMP PRO**, nous avons déterminé pour chaque échantillon de liège les variables suivantes :

- **Nombre de pores (N<sub>bp</sub>) :**  
C'est le nombre total des pores observés sur les faces radiales des éprouvettes de liège pour tous les arbres de chaque station.
- **Nombre de lenticelles (N<sub>l</sub>) :**  
C'est le nombre des lenticelles observés sur les faces tangentielles des éprouvettes de liège de tous les arbres pour chaque station.
- **Surface moyenne des pores (S<sub>mp</sub>) en mm<sup>2</sup> :**  
Elle est calculée avec la formule suivante :

$$S = \pi D^2 / 4, \quad \text{pour les pores des faces tangentielles}$$

Avec:

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

- **Surface moyenne des lenticelles (S<sub>ml</sub>)**

C'est la surface des lenticelles déterminée par la formule suivante :

$$S_{ml} = D_l \times L, \quad \text{pour les faces radiales}$$

Avec :

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

**DI** : Diamètre d'une lenticelle (mm).

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

- **Coefficient de porosité (Cp) en (%) :**

C'est le pourcentage de la superficie totale des pores par rapport à la superficie totale d'une éprouvette FERREIRA et *al.* (1999).



Figure 16 : liège empilé au niveau du dépôt de liège



Figure 17 : découpage des planches de liège



Figure 18 : découpage des éprouvettes de liège sur dimension de 10\*1.5cm



Figure 19 ; bouillage du liège



Figure 20 : ponceuse électrique

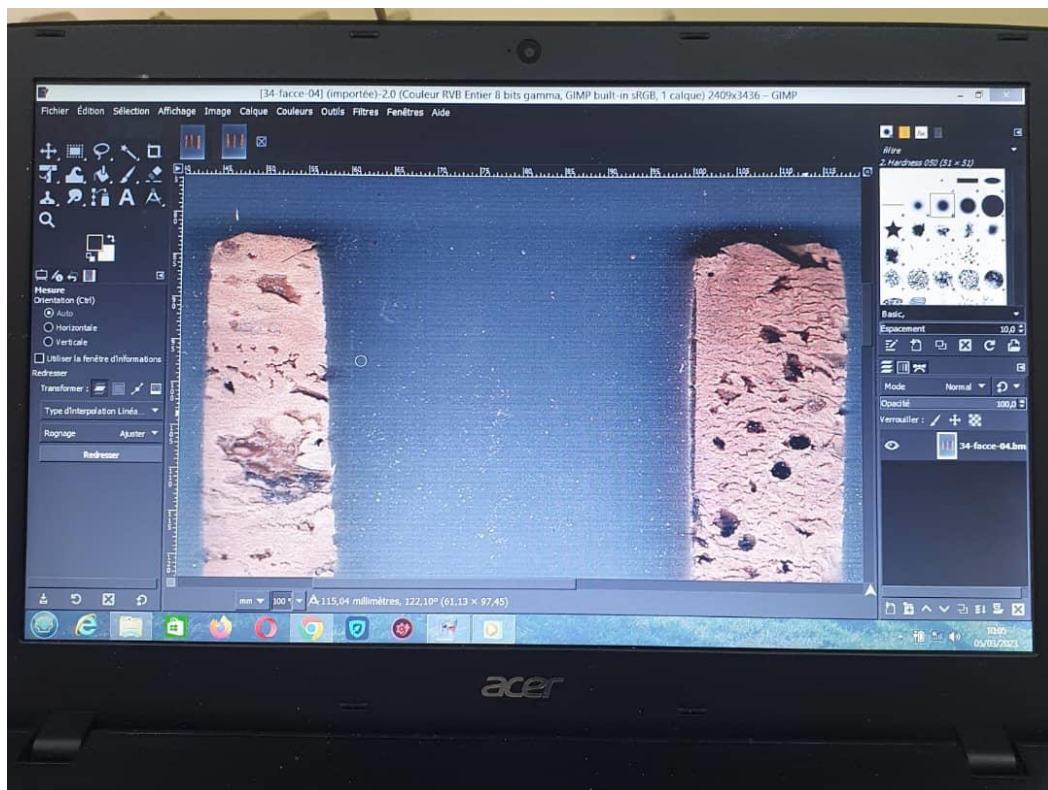


Figure 21 : Analyse des images scannées des éprouvettes sur logiciel **GIMP PRO**



Figure 22 : pesage du liège et calcul du volume de liège

## 8. Méthode de traitement des données :

Les logiciels **EXCEL** et **STATBOX** sont les logiciels qu'on a utilisés pour l'analyse de nos résultats.

La réalisation des statistiques descriptives comme la moyenne ( $m$ ), le coefficient de variation (CV%) et l'écart type ...etc. ont été réalisé avec le logiciel « Excel ».

L'analyse de la variance et l'analyse en composante principales (ACP) ont été réalisées avec le logiciel « stat-box ».

Les traitements statistiques ont pour but d'apprécier la variation intra et inter stationnelle de la qualité du liège.

### 8. 1-Variation intra et inter stationnelle :

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

L'analyse de la variance a pour principe de diviser la variation totale en plusieurs Composantes : une variance résiduelle, deux variances factorielles et une variance liée à l'interaction des deux facteurs (arbre et station). L'analyse des résultats se fait par la comparaison de la fonction observée qui est estimée par le rapport du carré moyen factoriel (CMF) et du carré moyen résiduel (CMR) 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 SNEDECOOR au seuil  $\alpha = 5\%$ ,  $1\%$  et  $1\%$  (DAGNELIE, 1975).

### 8. 2- L'analyse en composante principale (ACP) :

C'est une méthode de la famille de l'analyse des données et plus généralement de la statistique multi variée, qui consiste à transformer des variables liées entre elles (dites « corrélées » en statistique) en nouvelles variables non corrélées les unes des autres. Ces nouvelles variables sont nommées « composantes principales » ou axes principaux. Elle permet au statisticien de résumer l'information en réduisant le nombre de variables.

Dans le cadre de notre étude l'ACP nous permet d'apprécier la relation entre les variables mesurées et de mettre en évidence de façon synthétique, la relation et l'impact des différents facteurs écologiques sur la qualité du liège.

A l'aide du logiciel **STAT-BOX**, on a réalisé un ACP basé sur les moyennes des variables suivantes :

|             |                                         |
|-------------|-----------------------------------------|
| <b>Nbp.</b> | Nombre de pores.                        |
| <b>Smp.</b> | Superficie moyenne des pores.           |
| <b>CPp</b>  | Coefficient de porosité des pores       |
| <b>CPI</b>  | Coefficient de porosité des lenticelles |
| <b>CP</b>   | Coefficient de porosité total           |
| <b>Sml.</b> | Surface moyenne des lenticelles.        |
| <b>NbL</b>  | Nombre des lenticelles.                 |
| <b>AGP</b>  | Age du chêne liège                      |
| <b>AGL.</b> | Age du liège.                           |
| <b>Alt</b>  | Altitude                                |

Des coefficients de corrélation ont été calculés pour dégager les liaisons entre les variables expliquées (Nbp, Smp, CPp, Sml, CPI, Nbl et CP) et les variables explicatives (Alt, AGL et AGP).

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 :

$$r = \text{Cov}(x, y) / S_x S_y \text{ (DAGNELIE, 1973 in METNA, 2003)}$$

Avec :

**S<sub>x</sub>** et **S<sub>y</sub>** différents de 0 et **r** compris entre -1 et +1.

En outre pour chercher la valeur de **r** à partir de laquelle le coefficient de corrélation est significatif, on fait appel aux distributions de Student (DAGNELIE, 1975).

Le principe consiste à calculer une valeur **T obs** estimée comme suit :

Formule :

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

Avec :

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

Il y a corrélation lorsque **T obs** est supérieur à **T 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 Et*  
*Interprétation*

### 1. Présentations des résultats :

Les tableaux (17,18 et 19) et les figures (24, 25,26...,40) synthétisent les résultats obtenus par 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) ainsi que la densité du liège pour les trois stations (Tati Dum, Ain Megfel et El-ghourrah).

Tableau 17 : Les résultats de l'analyse descriptive de l'épaisseur et de la porosité.

| variables                               | paramètres | Tati Dum | Ain megfel | El ghourrah | Moyenne Générale |
|-----------------------------------------|------------|----------|------------|-------------|------------------|
| Épaisseur (mm)                          | Moyenne    | 38 mm    | 41.9 mm    | 45.4 mm     | 41.7 mm          |
|                                         | Ecart type | 0.88     | 0.76       | 1.18        | 0.94             |
|                                         | CV         | 2.3%     | 1.8%       | 2.6%        | 2.23%            |
|                                         | Dr         | 0.85%    | 0.61%      | 0.96%       | 0.83%            |
| Nombres de pores                        | Moyenne    | 134.8    | 133.53     | 127.8       | 132.04           |
|                                         | Ecart type | 7.03     | 7.31       | 9.69        | 8.01             |
|                                         | CV         | 5.21%    | 5.47%      | 7.58%       | 6.08%            |
|                                         | Dr         | 1.94%    | 2.04%      | 2.82%       | 2.27%            |
| Superficie des Pores (mm <sup>2</sup> ) | Moyenne    | 2.53     | 1.58       | 1.27        | 1.79             |
|                                         | Ecart type | 0.14     | 0.07       | 0.08        | 0.96             |
|                                         | CV         | 5.55%    | 4.53%      | 6.74%       | 5.6%             |
|                                         | Dr         | 2.06%    | 1.68%      | 2.51%       | 2.09%            |
| Coefficient de Porosité %               | Moyenne    | 15.93    | 13.23      | 12.34       | 13.83            |
|                                         | Ecart type | 0.96     | 0.8        | 0.65        | 0.8              |
|                                         | CV         | 6.06%    | 6.08%      | 5.30%       | 5.81%            |
|                                         | Dr         | 2.26%    | 2.27%      | 1.97%       | 2.16%            |
| Densité du liège (g/cm <sup>-3</sup> )  | Moyenne    | 0.21     | 0.2        | 0.18        | 0.19             |
|                                         | Ecart type | 0.005    | 0.005      | 0.004       | 0.004            |
|                                         | CV         | 2.56%    | 2.84%      | 2.69%       | 2.69%            |
|                                         | Dr         | 0.95%    | 1.05%      | 1%          | 1%               |

Avec :

- (CV) : Coefficient de variation.
- (Dr) : L'erreur relative à la moyenne.

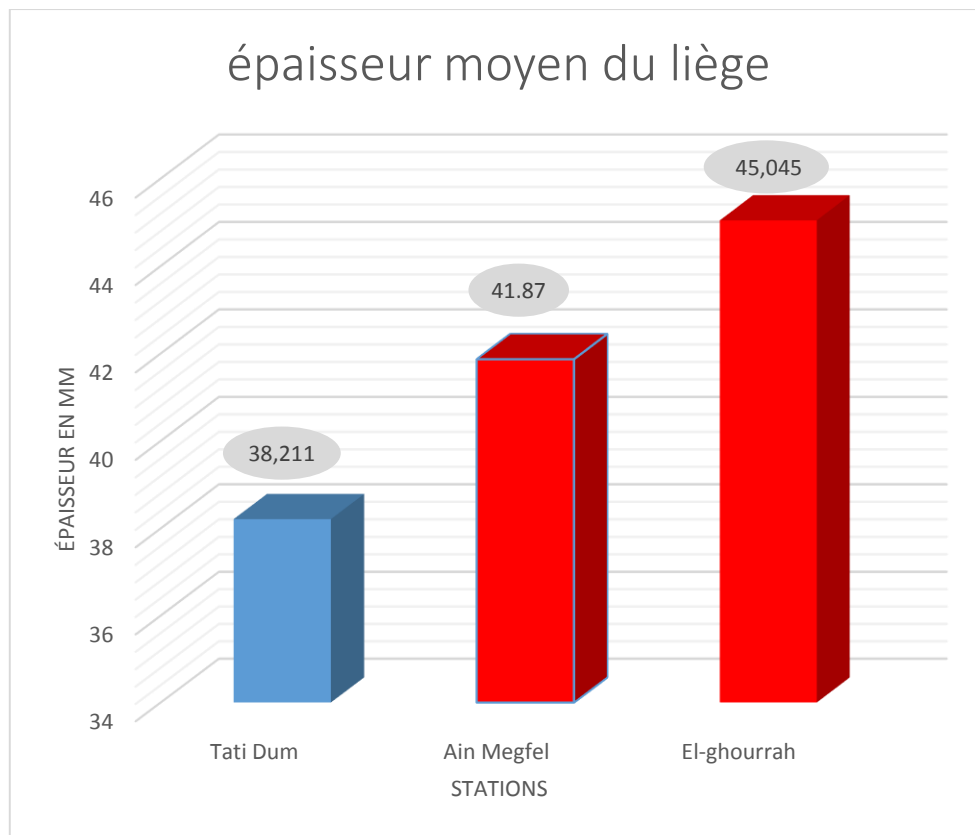
**1.1. Epaisseur du liège (EPAIS) :**

Figure 24 : distribution des épaisseurs du liège des trois stations

Les résultats de la variable épaisseur moyenne obtenus varient entre 38.21mm, valeur minimale enregistrée au niveau de la station Tati Dum et 45.04 mm valeur maximale enregistrée au niveau de la station El-ghourrah (figure 24). La moyenne générale pour les trois stations est de 41.7mm

Le tableau (19) et la figure (25) Présentent la distribution par classe d'épaisseur du liège récolté dans les trois stations étudiées :

Tableau 18 : distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur

|          | Tati Dum | Ain megfel | El ghourrah | Moyenne par classe | Moyenne générale |
|----------|----------|------------|-------------|--------------------|------------------|
| <22      | 0%       | 0%         | 0%          | 0%                 | 0%               |
| [22-27]  | 0%       | 0%         | 0%          | 0%                 |                  |
| ] 27-32] | 6.67%    | 0%         | 0%          | 2.22%              | 100%             |
| ] 32-40] | 60 %     | 43.33%     | 23.33%      | 42.22%             |                  |
| >40      | 33.33%   | 56.67%     | 76.67%      | 55.56%             |                  |

L'analyse du tableau (18) et la figure (25) montre que la distribution par classe d'épaisseur du liège récolté dans les trois stations Tati Dum, Ain megfel et El ghourrah, situe notre liège dans la classe du liège destinées à la fabrication du bouchon car toutes les planches présentent une épaisseur supérieure à 27 mm.

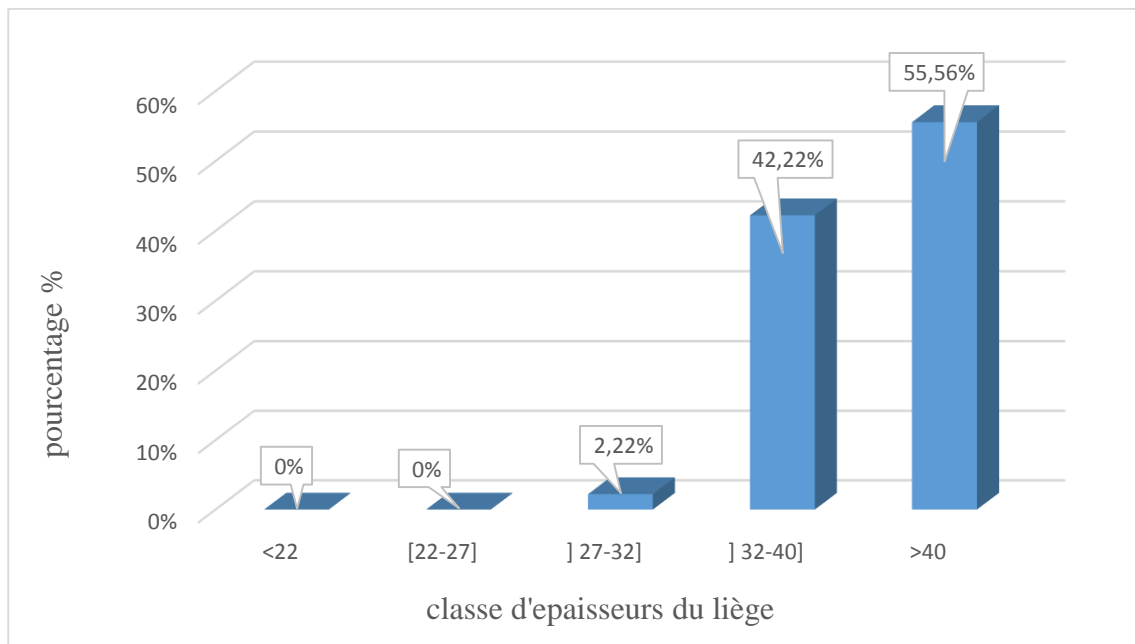


Figure 25 : Distribution des planches de liège par classes commerciales d'épaisseur

## 1.2-Porosité du liège :

La porosité est un caractère essentiel dans la détermination de la qualité du liège, elle se définit par le nombre et la superficie des pores.

### 1.2.1- nombre de pores :

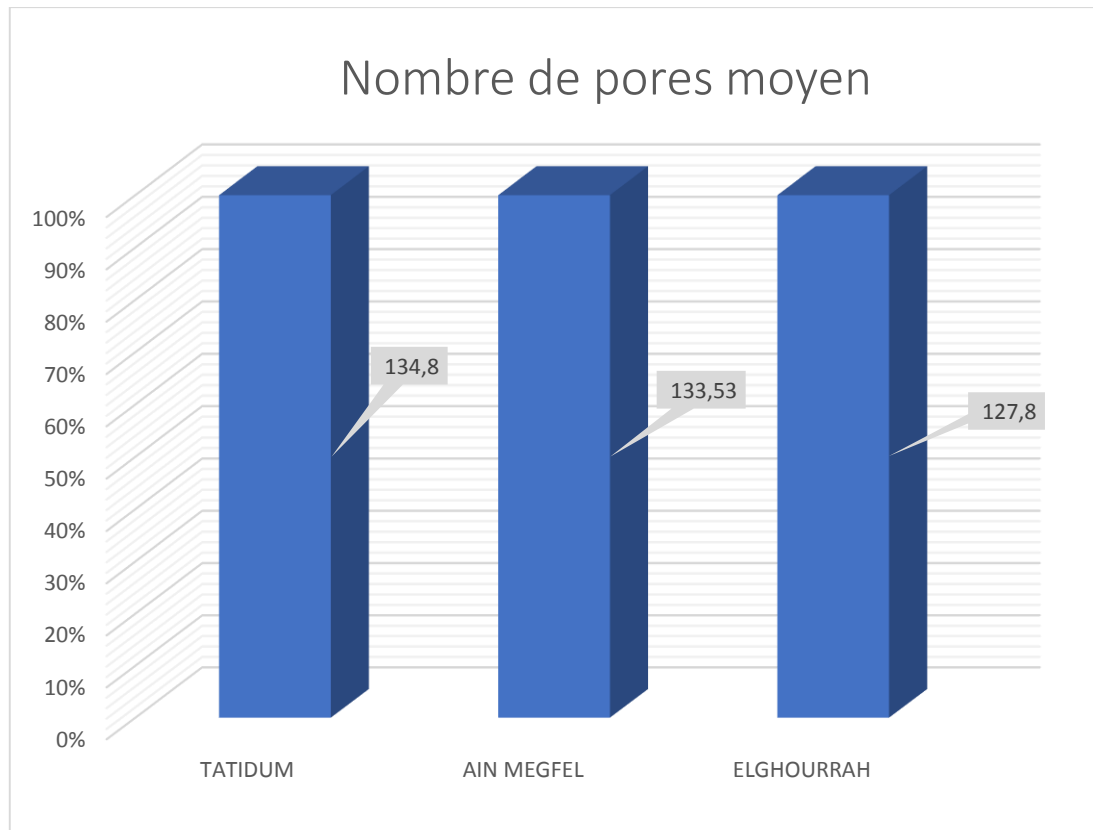


Figure 26 : Distribution de nombre de pores

Le nombre de pores moyen du liège obtenu varie de **127.8** pores (valeur minimale enregistrée au niveau de la station El ghourrah) à **134.8** (Valeur maximale enregistrée au niveau de la station Tati Dum) (figure 26). La moyenne globale des trois stations est de **132.04** pores.

### 1.2.2- La superficie moyenne des pores :

La superficie moyenne des pores varie d'une valeur minimale de **1.27** mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station d'El ghourrah et une valeur maximale de **2.53** mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station de Tati Dum (figure 27). La moyenne globale de la superficie des pores est de **1.79** mm<sup>2</sup>.

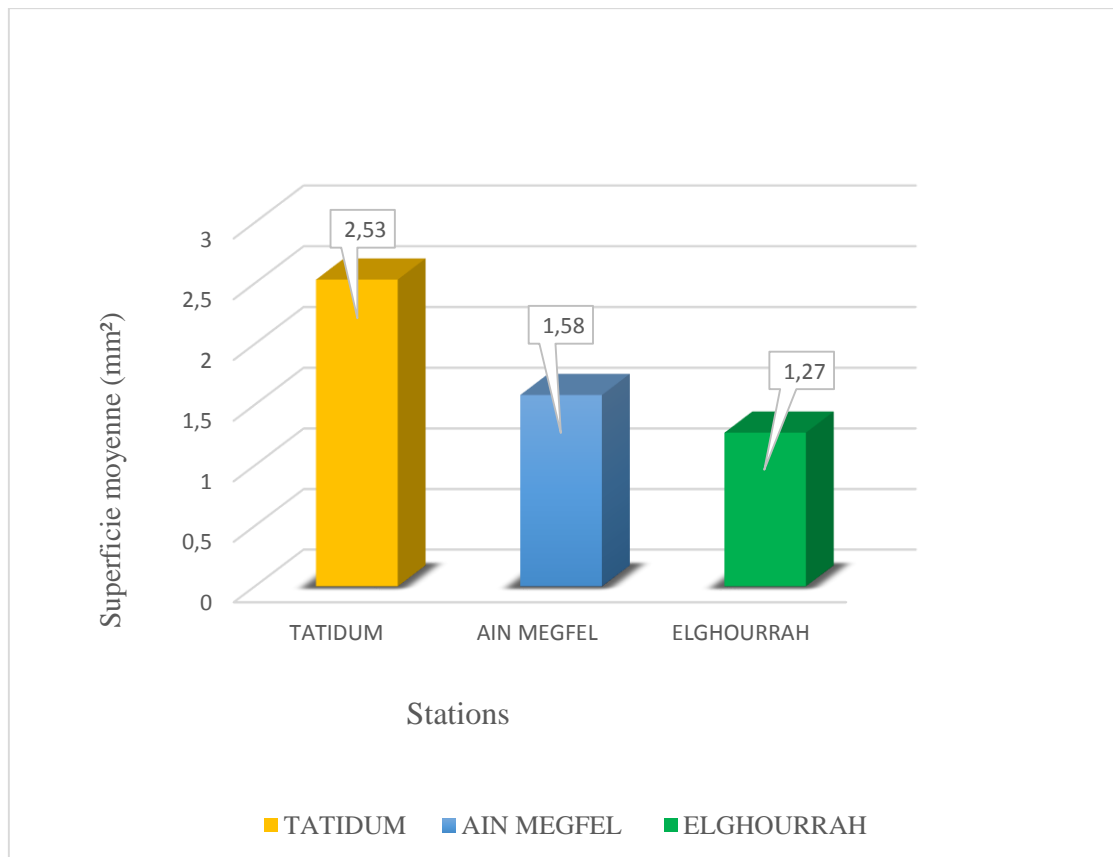


Figure 27 : Distribution de la superficie moyenne des pores

La distribution de la superficie des pores du liège étudié par classes de dimension selon FERREIRA et *al.* (1999), donne trois classes de dimension (Tableau 19), inférieure à 1 mm<sup>2</sup>, [1 - 2] mm<sup>2</sup> et supérieure à 2 mm<sup>2</sup> représentant respectivement les pores de petites, moyennes et grandes superficies.

Le tableau ci- dessous représente la distribution des pores par classe de dimension des trois stations étudiées selon la classification de FERREIRA et *al.* (1999).

Tableau 19 : 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 <sup>2</sup> ). | Pourcentage des pores par classes de superficies (%) |
|-------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Tati Dum    | <1mm <sup>2</sup>               | 0.99                                                             | 3.33 %                                               |
|             | [1-2]                           | 1.59                                                             | 30 %                                                 |
|             | >2mm <sup>2</sup>               | 3.04                                                             | 66.67 %                                              |
| Ain megfel  | <1mm <sup>2</sup>               | 0.07                                                             | 13.33 %                                              |
|             | [1-2]                           | 1.57                                                             | 73.34 %                                              |
|             | >2mm <sup>2</sup>               | 2.45                                                             | 13.33 %                                              |
| El ghourrah | <1mm <sup>2</sup>               | 0.72                                                             | 36.67 %                                              |
|             | [1-2]                           | 1.48                                                             | 56.66 %                                              |
|             | >2mm <sup>2</sup>               | 2.48                                                             | 6.67 %                                               |
| Région      | <1mm <sup>2</sup>               | 0.59                                                             | 17.77 %                                              |
|             | [1-2]                           | 1.55                                                             | 53.33 %                                              |
|             | >2mm <sup>2</sup>               | 2.65                                                             | 28.89 %                                              |

Après l'analyse du tableau (20), nous remarquons que :

- La station de Tati Dum présente 66.67% des pores de grandes superficies, avec une dimension moyenne de 3.04 mm<sup>2</sup> et 30 % des pores de moyennes superficies, avec une dimension moyenne de 1.59 mm<sup>2</sup> ainsi 3.33% des pores de petites superficies, avec une dimension de 0.99 mm<sup>2</sup>.
- La majorité des pores de la station de Ain Megfel sont de moyenne dimension soit 73.34%, avec une superficie moyenne de 1.57 mm<sup>2</sup>, 13.33% des pores sont de petites dimension, avec une superficie moyenne de 0.07 mm<sup>2</sup> et 13.33% des pores sont de grande dimension, avec une superficie moyenne de 2.45 mm<sup>2</sup>.
- 56.66 % des pores de la station d'El ghourrah sont de moyenne dimension avec une superficie moyenne de 1.48 mm<sup>2</sup>, 36.67% des pores sont de petite dimension, avec une superficie moyenne de 0.72 mm<sup>2</sup> et 6.67 % des pores sont de grande dimension, avec une superficie moyenne de 2.48 mm<sup>2</sup>.

De façon générale, 53.33 % des pores du liège de la région étudiée présentent de moyennes dimensions avec une superficie moyenne de 1.55 mm<sup>2</sup>, avec 28.89 % des pores qui sont de grandes dimensions à une superficie moyenne de 2.65 mm<sup>2</sup> et seulement 17.77 % des pores présentent de petites dimensions avec une superficie moyenne de 0.59 mm<sup>2</sup>.

### 1.2.3- Coefficient de porosité des faces tangentielles :

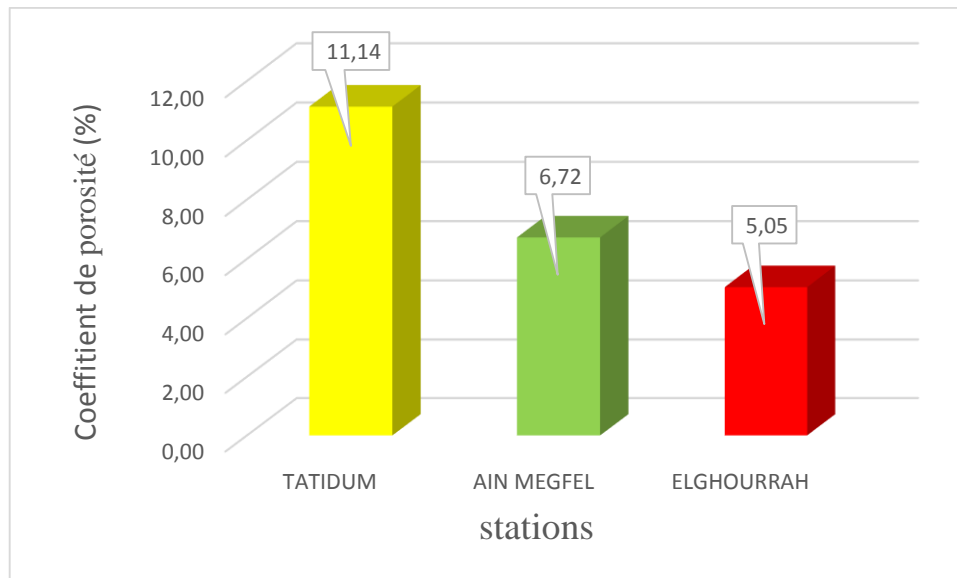


Figure 28 : Distribution du Coefficient de porosité des faces horizontales des trois stations

Le Coefficient de porosité des pores calculé des éprouvettes varie entre une valeur minimale de 5.05 % enregistrée au niveau de la station El ghourrah, et une valeur maximale de 11.14 % enregistrée au niveau de la station Tati Dum, cependant la station Ain megfel présente une moyenne de 6.72 % (figure). La moyenne générale de la variable est de 7.63 %.

**1.2.4- Nombre de lenticelles :**

Les résultats obtenus varient de 34.07 ; pour une valeur minimale enregistrée au niveau de la station de Ain megfel, à 41.20 ; pour une valeur maximale enregistrée au niveau de la station de Tati Dum (figure 28). La moyenne des stations est de 38.54

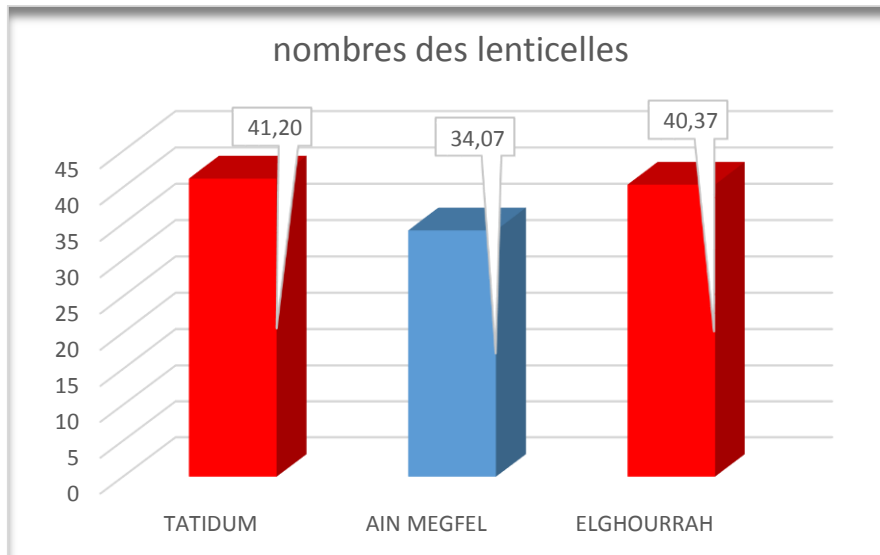


Figure 29 : la distribution des lenticelles dans les trois stations

**1.2.5- Superficie moyenne des lenticelles :**

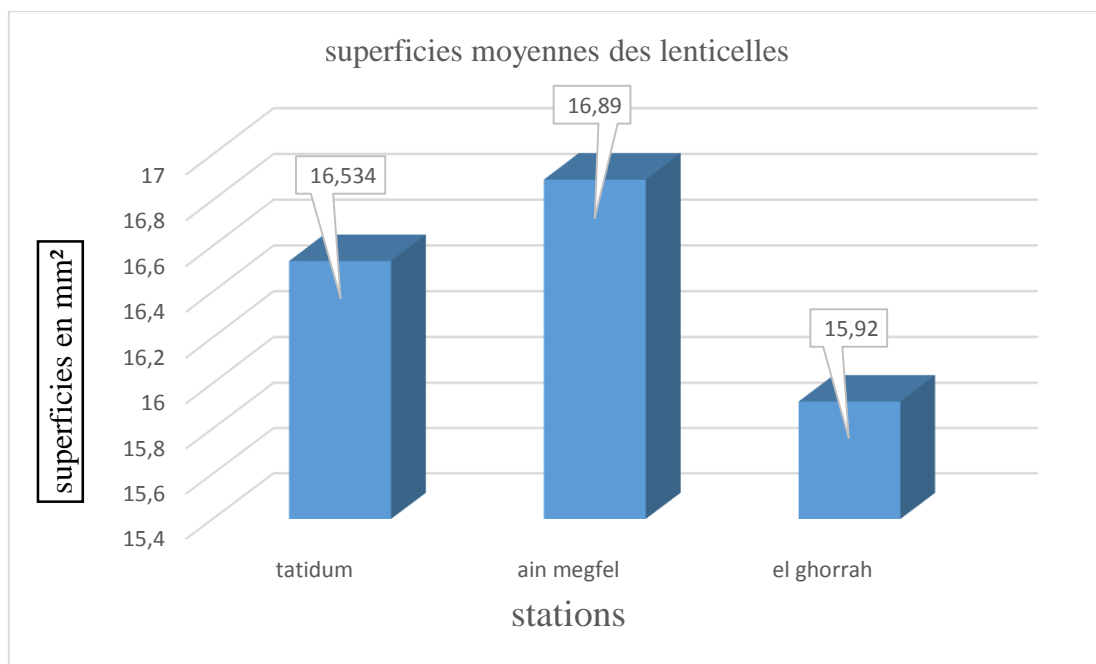


Figure 30 : Distribution des superficies moyennes des lenticelles des trois stations

Les superficies moyennes des lenticelles varient entre une valeur minimale de 15.92 mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station El ghourrah et une valeur maximale de 16.89 mm<sup>2</sup> enregistrée au niveau de la station Ain megfel (figure 29). La moyenne générale de la variable est de 16.44 mm<sup>2</sup>.

#### 1.2.6- Coefficient de porosité des faces radiales (lenticelles) :

Le Coefficient de porosité calculé pour les faces radiales (lenticelles) des éprouvettes varie d'une valeur minimale de 19.63 % enregistrée au niveau de la station El Ghourrah à une valeur maximale de 20.73 % enregistrée au niveau de la station Tati Dum, tandis que la station Ain-Megfel présente une moyenne de 19.73 % (figure 31). La moyenne générale de la variable est de 20.03 %.

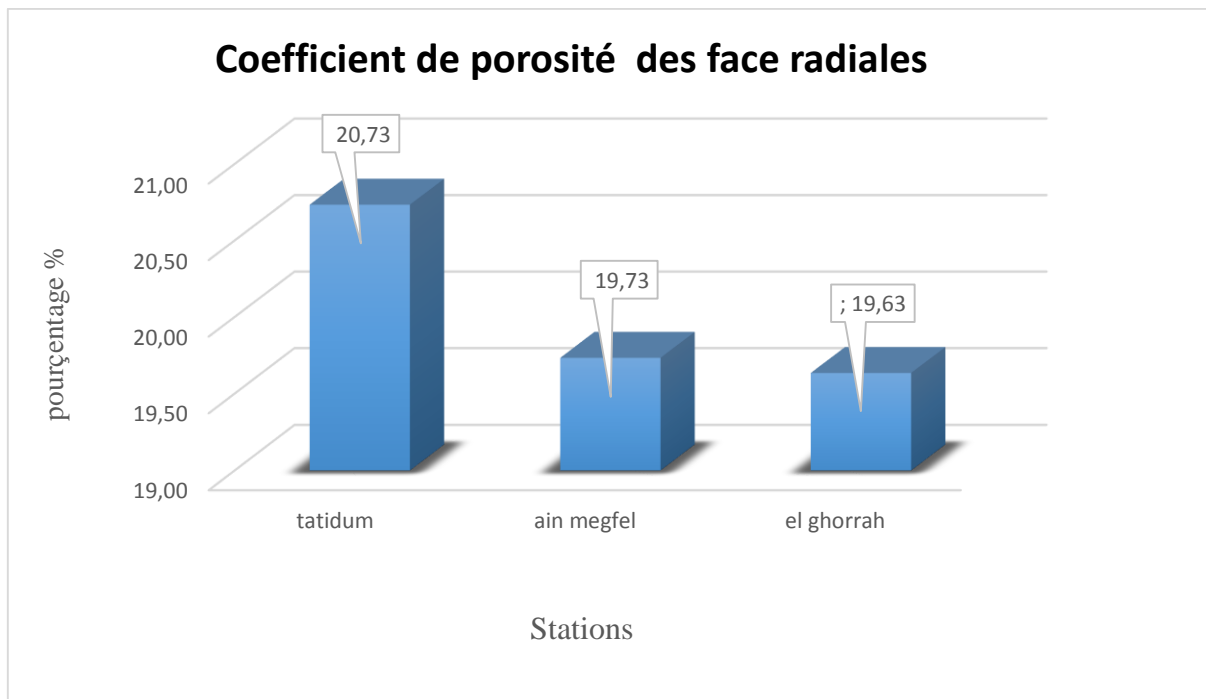


Figure 31 : Distribution du Coefficient de porosité des faces tangentielles des trois stations

1.3- Densité du liège :

L'analyse de la figure (32) montre que les moyennes de densité du liège obtenues varient de 0.18 g/cm<sup>3</sup> (El ghourrah en tant que valeur minimale) à 0.21 g/cm<sup>3</sup> (Tati Dum pour une valeur maximale). La densité moyenne du liège des trois stations étudiées oscille autour d'une valeur de 0.196 g/cm<sup>3</sup>.

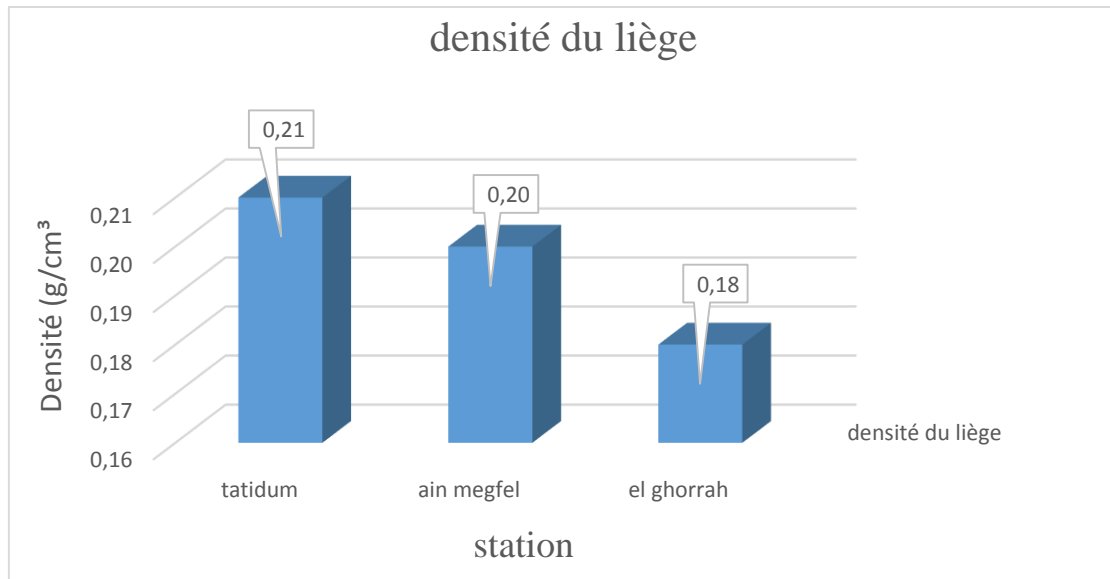


Figure 32 : Distribution de la densité du liège des trois stations

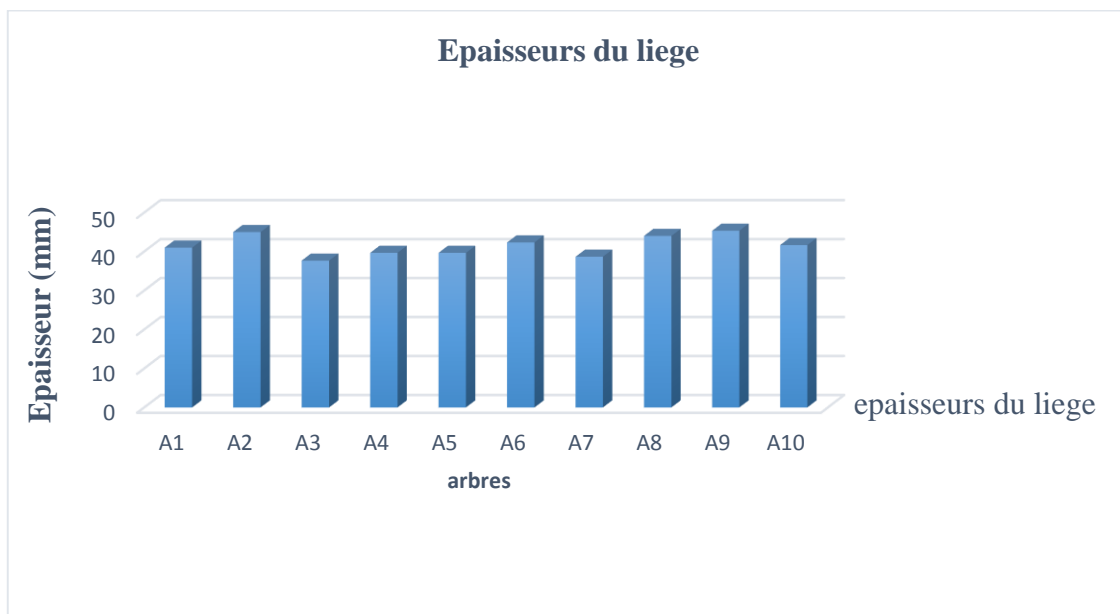


Figure 33 : distribution de l'épaisseur du liège des arbres des trois stations

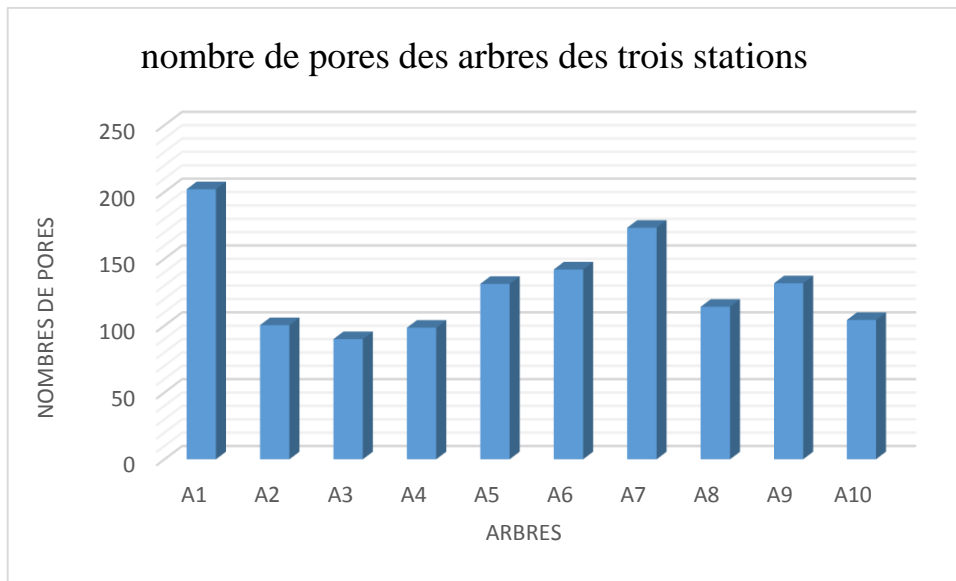


Figure 34 : distribution du nombre de pores des arbres des trois stations

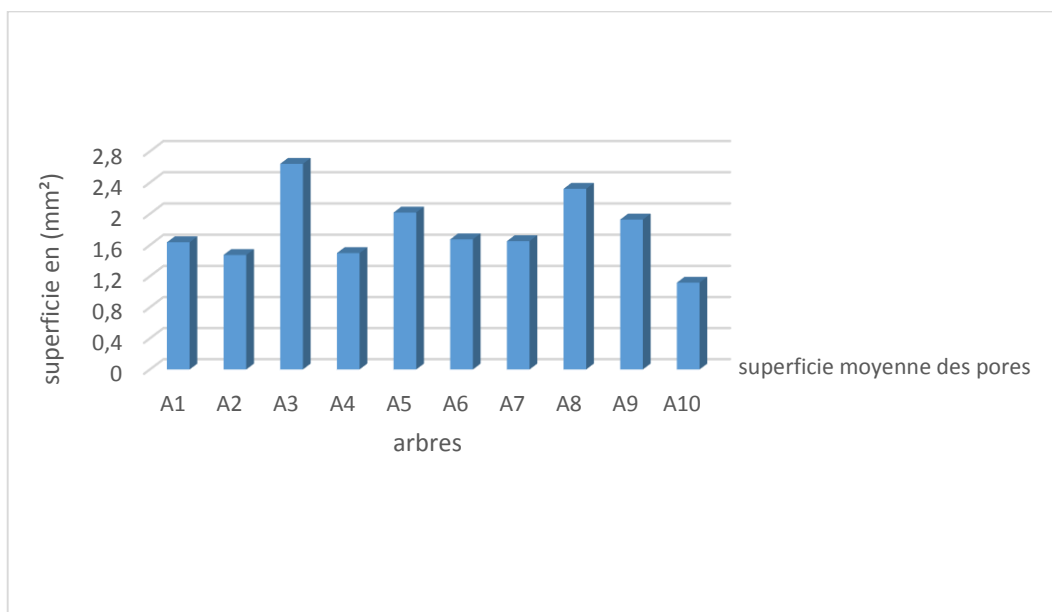


Figure 35 : distribution de la superficie moyenne des pores des arbres des trois stations

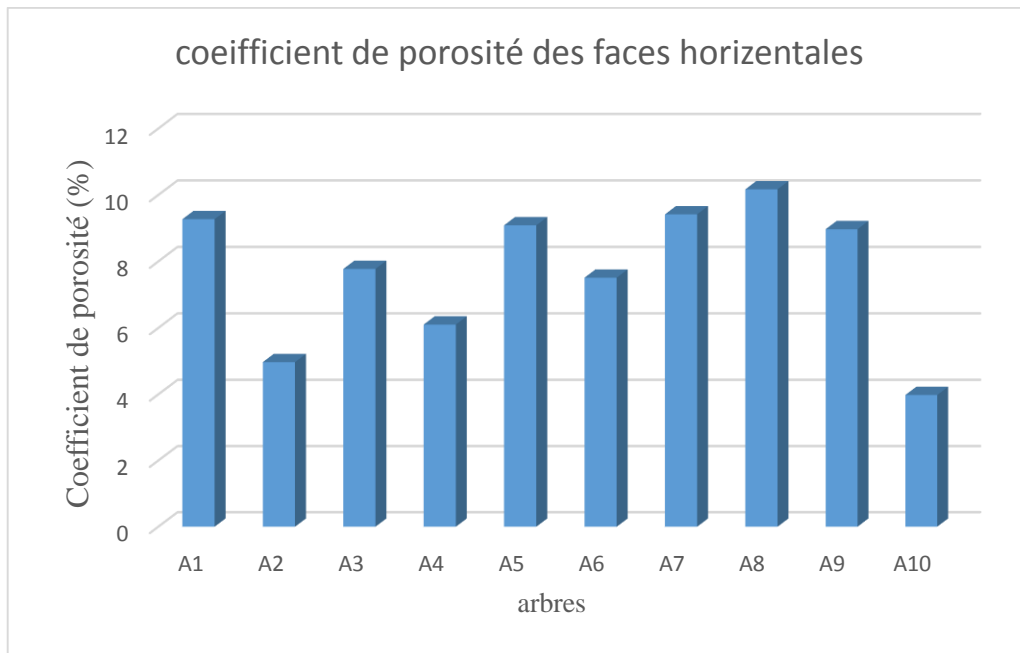


Figure 36 : distribution de coefficient de porosité des faces horizontales des arbres des trois stations

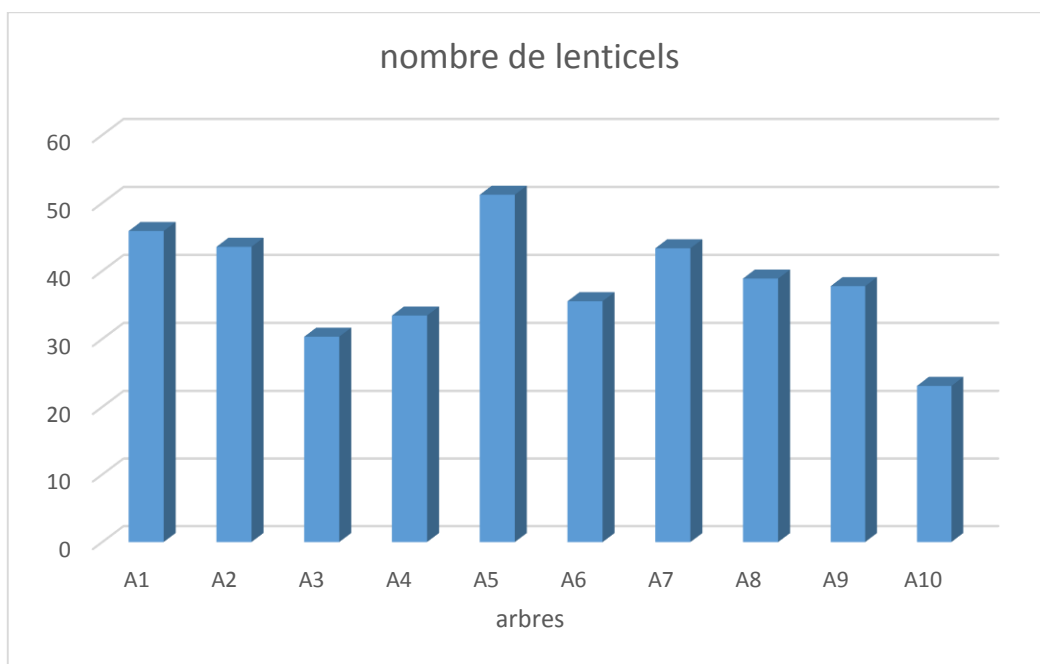


Figure 37 : distribution du nombre de lenticelles des arbres des trois stations

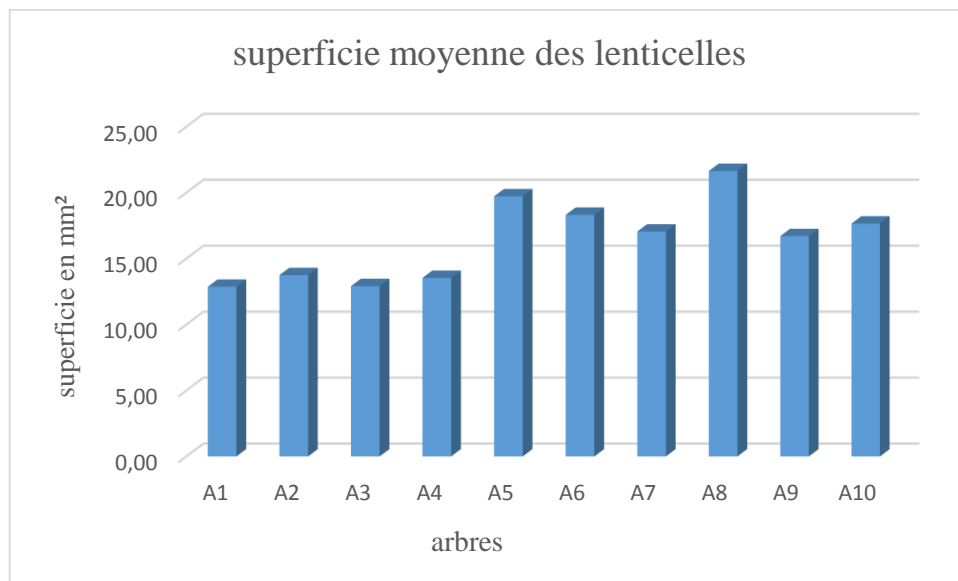


Figure 38 : distribution de la superficie moyenne des lenticelles des arbres des trois stations

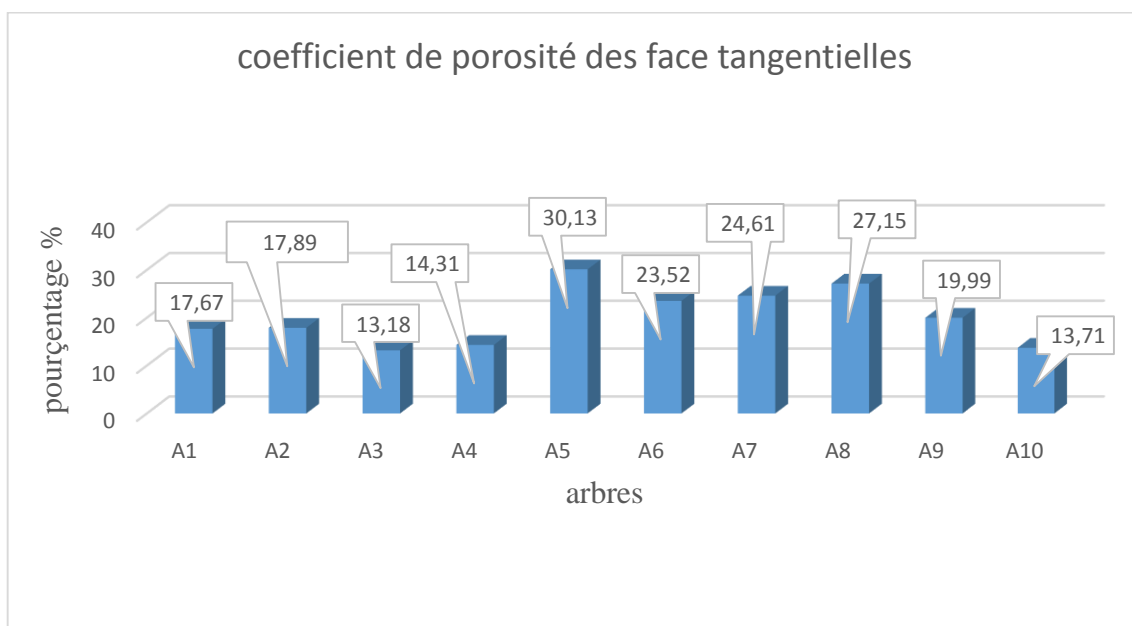


Figure 39 : distribution du coefficient de porosité des faces tangentiellles des arbres des trois stations

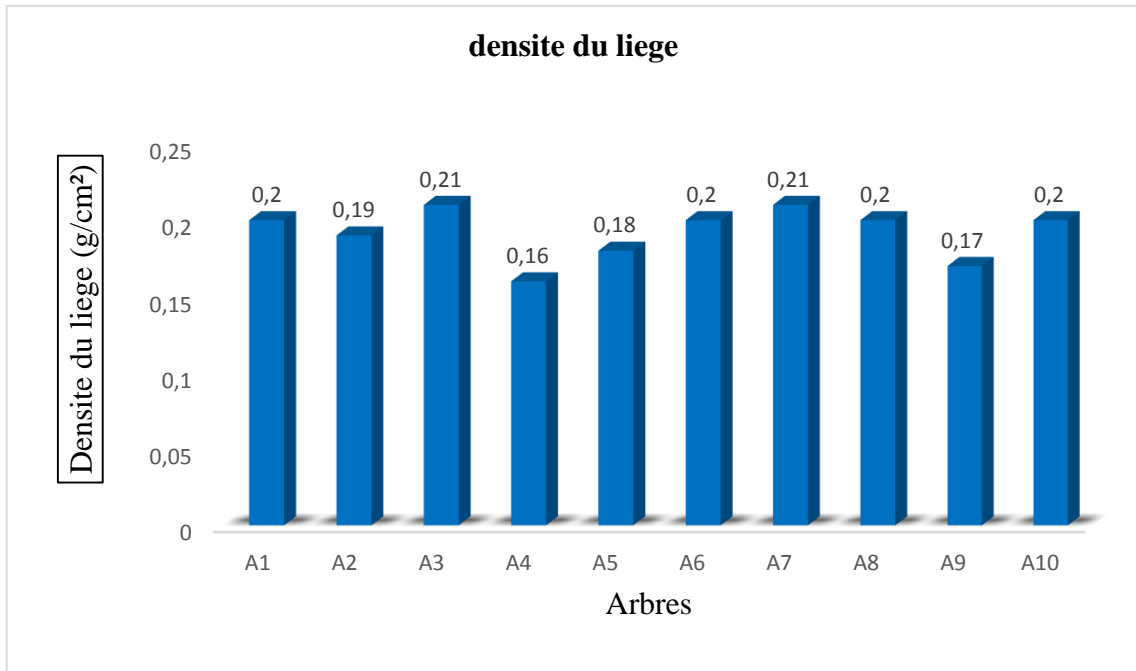


Figure 40 : Distribution de la densité du liège des arbres des trois stations

## 2. Comparaison des résultats entre les stations

### 2.1- Analyses de la variance :

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

Tableau 20 : résultats de l'analyse de la variance et de test de NEWMAN et KEULS des variables Epaisseur, 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.             |
|--------------------------------------------------------|---------------------|----------|-------|----------|-------|---------|-----|------------------------------------------------------|
| <b>Epaisseur du liège</b>                              | V. factorielle1     | 701.7    | 2     | 350.85   | 60.46 | 0       | THS | GA : El ghourrah<br>GB : Ain Megfel<br>GC : Tati Dum |
|                                                        | V. factorielle2     | 541.9    | 9     | 60.21    | 10.37 | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. inter. F1*F2     | 2411.83  | 18    | 133.99   | 23.09 | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. résiduelle       | 348.15   | 60    | 5.8      |       |         |     |                                                      |
| <b>Nombre de pores</b>                                 | V. factorielle1     | 164.09   | 2     | 82.04    | 0.16  | 0.84    | NS  | Homogénéité entre les stations                       |
|                                                        | V. factorielle2     | 148508.1 | 9     | 16500.9  | 33.41 | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. inter. F1*F2     | 212995.5 | 18    | 11833.08 | 23.96 | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. résiduelle       | 29632    | 60    | 493.86   |       |         |     |                                                      |
| <b>Superficie moyenne des pores</b>                    | V. factorielle1     | 28.85    | 2     | 14.42    | 88.26 | 0       | THS | GA : Tati Dum<br>GB : Ain Megfel<br>GC : El ghourrah |
|                                                        | V. factorielle2     | 15.71    | 9     | 1.74     | 10.68 | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. inter. F1*F2     | 14.42    | 18    | 0.8      | 4.9   | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. résiduelle       | 9.8      | 60    | 0.16     |       |         |     |                                                      |
| <b>Coefficient de Porosité des faces horizontales</b>  | V. factorielle1     | 593.66   | 2     | 296.83   | 75.17 | 0       | THS | GA : Tati Dum<br>GB : Ain Megfel<br>GC : El ghourrah |
|                                                        | V. factorielle2     | 385.95   | 9     | 42.88    | 10.86 | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. inter. F1*F2     | 417.67   | 18    | 23.2     | 5.87  | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. résiduelle       | 236.91   | 60    | 3.94     |       |         |     |                                                      |
| <b>Nombre de lenticelles</b>                           | V. factorielle1     | 912.68   | 2     | 456.34   | 7.89  | 0.001   | THS | GA : Tati Dum /<br>El ghourrah<br>GB : Ain Megfel    |
|                                                        | V. factorielle2     | 5393.85  | 9     | 599.32   | 10.36 | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. inter. F1*F2     | 8881.09  | 18    | 493.39   | 8.53  | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. résiduelle       | 3468.66  | 60    | 57.81    |       |         |     |                                                      |
| <b>Superficie moyenne des lenticelles</b>              | V. factorielle1     | 16.49    | 2     | 8.24     | 1.1   | 0.33    | NS  | Homogénéité entre les stations                       |
|                                                        | V. factorielle2     | 858.46   | 9     | 95.38    | 12.76 | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. inter. F1*F2     | 936.59   | 18    | 52.03    | 6.96  | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. résiduelle       | 448.35   | 60    | 7.47     |       |         |     |                                                      |
| <b>Coefficient de Porosité des faces tangentielles</b> | V. factorielle1     | 2.25     | 2     | 1.12     | 0.005 | 0.95    | NS  | Homogénéité entre les stations                       |
|                                                        | V. factorielle2     | 3081.3   | 9     | 342.26   | 15.09 | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. inter. F1*F2     | 1831.33  | 18    | 101.74   | 4.48  | 0.0001  | THS |                                                      |
|                                                        | V. résiduelle       | 1361.38  | 60    | 22.68    |       |         |     |                                                      |
| <b>Coefficient de Porosité totale</b>                  | V. factorielle1     | 207.94   | 2     | 103.97   | 11.1  | 0.00011 | THS | GA : Tati Dum<br>GB : El ghourrah /<br>Ain-Megfel    |
|                                                        | V. factorielle2     | 1154.1   | 9     | 128.23   | 13.69 | 0       | THS |                                                      |
|                                                        | V. inter. F1*F2     | 680.17   | 18    | 37.78    | 4.03  | 0.00002 | THS |                                                      |
|                                                        | V. résiduelle       | 561.66   | 60    | 9.36     |       |         |     |                                                      |
| <b>Densité du liège</b>                                | V. factorielle1     | 0.012    | 2     | 0.006    | 7     | 0.0019  | HS  | GA : Tati Dum /<br>Ain-Megfel<br>GB : El ghourrah    |
|                                                        | V. factorielle2     | 0.023    | 9     | 0.003    | 2.91  | 0.006   | HS  |                                                      |
|                                                        | V. inter. F1*F2     | 0.044    | 18    | 0.002    | 2.77  | 0.0016  | HS  |                                                      |
|                                                        | V. résiduelle       | 0.052    | 60    | 0.001    |       |         |     |                                                      |

Avec : **S.C.E** : somme des carrés des écarts ; **DDL** : degré de liberté ; **CM** : carré moyen ; **Prob** : Probabilité ; **Fobs** : Fonction observée ; **CV%** : Coefficient de Variation ; **F1** : Facteur station **F2** : Facteur arbres ; **F1\*F2** : Facteur station-arbre ; **S** : différences significatives au seuil de 5% ; **HS** : différences hautement significatives ; **THS** : différences significatives au seuil de 1% ; **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 arbre ( $\alpha=5\%$ )  $F_{théo2}=2.04$  ; ( $\alpha=1\%$ )  $F_{théo2}=2.72$  ; ( $\alpha=1\%$ )  $F_{théo2}=3.69$  ;
- Facteur stations-arbres ( $\alpha=5\%$ )  $F_{théo3}=1.75$  ; ( $\alpha=1\%$ )  $F_{théo3}=2.20$  ; ( $\alpha=1\%$ )  $F_{théo3}=2.83$ .

### 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 montrent des différences très hautement significatives entre les épaisseurs des 3 stations étudiées avec une valeur de ( $p=0$ ) pour les 3 facteurs ; stations, arbres et interaction stations-arbres.

Le test de NEWMAN et KEULS a fait ressortir trois groupes homogènes (A, B et C).

- La station El Ghourrah représente le groupe (A) avec une moyenne de 45.04 mm.
- La station Ain Megfel représente le groupe (B) d'une moyenne de 41.86 mm.
- La station Tati Dum appartient au groupe (C) avec une moyenne de 38.21 mm.

### 2.1.2- Nombre de pores :

L'analyse de la variance pour cette variable n'enregistre aucune différences significative entre les pores des stations étudiées et cela pour les trois facteurs étudiés ( $F_{obs1}=0.16 < F_{théo1}=3.15$ ). Cependant il existe des différences significatives au seuil de 1% de la variable nombre de pore entre les arbres ainsi que l'interaction stations-arbres avec respectives de  $F_{obs2}=33.41 > F_{théo2}=3.69$  et  $F_{obs3}=23.96 > F_{théo3}=2.83$ ).

La moyenne des pores pour chacune des 03 stations sont ainsi :

- Tati Dum = 134.8
- Ain Megfel = 136.26
- El Ghourrah = 132.96

### 2.1.3- Superficie moyenne des pores :

Les résultats obtenus montrent que les superficies moyennes des pores présentent une différence très hautement significative entre les stations, arbre ainsi l'interaction stations-arbres d'où l'analyse de la variance nous à démontrer une probabilité de 0 pour qu'il est une égalité des moyennes de la variable étudiée.

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

- Groupe A : Tati Dum avec une moyenne de 2.59
- Groupe B : Ain Megfel avec une moyenne de 1.58

- Groupe C : El Ghourrah avec une moyenne de 1.26

#### 2.1.4- Coefficient de porosité des faces tangentielles :

L'analyse de la variance de la variable coefficient de porosité des faces tangentielles démontre qu'il existe des différences significatives au seuil de 1 % entre les stations et au niveau de l'interaction stations-arbres ainsi qu'au niveau des arbres pour l'ensemble des stations étudiés ( $F_{obs1}=75.15 > F_{théo1}=7.76$  /  $F_{obs2} =10.86 > F_{théo2}= 3.69$  /  $F_{obs3}=5.87 > F_{théo3}=2.83$ )

Le test de NEWMAN et KEULS scinde les stations étudiées en trois groupes homogènes :

- La station Tati Dum représente le groupe (A) avec la moyenne la plus élevée 11.36%.
- La station Ain Megfel représente le groupe (B) avec une moyenne de 6.72%.
- La station El Ghourrah représente le groupe (C) avec la moyenne la plus faible 5.131%.

#### 2.1.5- Nombre de lenticelles :

L'analyse de la variance révèle la présence des variations du nombre des lenticelles entre les niveaux des facteurs étudiés, pour situer ces différences on a analysé les valeurs de la Probabilité de vérifier que  $H_0$  est vraie ce qui nous a démontré que ces différences sont très hautement significatives avec une  $P = 0$ .

Les stations étudiées se regroupent en 02 groupes homogènes, comme le démontre le test de NEWMAN et KEULS :

- Les stations Tati Dum et El Ghourrah constitue le groupe (A) avec leurs moyennes respectives 41.2 et 40.36.
- La station Ain Megfel représente le groupe (B) avec une moyenne de 34.06.

#### 2.1.6- Superficie moyenne des lenticelles :

L'analyse de la variance de la superficie moyenne des lenticelles ne montre aucune différences significatives entre les superficies moyennes des stations étudiées .Par contre elle nous montre des différences très hautement significatives entre arbres et l'interaction stations-arbres ( $F_{obs1}=1.1 < F_{théo1} = 3.15$ ,  $F_{obs2} =12.76 > F_{théo2} = 3.69$  et  $F_{obs3}=6.96 > F_{théo3} = 2.83$ ).

Le test de NEWMAN et KEULS nous montre qu'il y'a une homogénéité entre les stations

#### 2.1.7- Coefficient de porosité des faces radiales (lenticelles) :

Les résultats obtenus pour cette variable montrent des différences très hautement significatives entre les arbres et l'interaction stations-arbres avec des p-valeurs respectives de 0 et 0.0001. Mais entre les stations on n'enregistre aucune différence significative.

### 2.1.8- Densité du liège :

L'analyse de la variance de la variable densité du liège révèle des différences significatives au seuil de 1% entre les stations ( $F_{\text{obs1}}=7 > F_{\text{théo1}}=4.98$ ) et entre les arbres ( $F_{\text{obs2}}=2.91 > F_{\text{théo2}}=2.72$ ) ainsi qu'au niveau de l'interaction stations-arbres ( $F_{\text{obs3}}=2.77 > F_{\text{théo3}}=2.2$ ).

Le test de NEWMAN et KEULS a classé les stations en deux groupes homogènes (A, et B)

- le groupe (A) est composé des stations suivantes :(Tati Dum et Ain Megfel) avec leurs moyennes respectives (0.21 et 0.19 g/cm<sup>3</sup>).
- La station El Ghourrah constitue le groupe (B) avec la moyenne la plus faible (0.18g/cm<sup>3</sup>).

### 2.1.9- coefficient de porosité totale :

Les résultats de l'analyse de la variance témoignent la présence de différences hautement significatives du coefficient de porosité totale entre les facteurs arbres, station et l'interaction stations-arbres, ces différences ressort des valeurs de la probabilité de vérifier que H0 est vraie enregistrés (0, 00011, 0 et 0.00002).

Le test de NEWMAN et KEULS scinde les stations étudiées en deux groupes homogènes :

- Le groupe (A) : Tati Dum avec une moyenne de 15.93 étant la plus élevée.
- Le groupe (B) : Ain Megfel et El ghourrah avec leurs moyennes respectives de 13.29 et 12.34 étant la moyenne la plus faible.

## 2.2- Résultats de l'analyse en composante principales :

La caractérisation des composantes principales est réalisée essentiellement sur la part de l'information exprimée par la variance maximale sur les principaux axes, c'est-à-dire le pourcentage de la variance expliquée par les axes en valeurs propres, (KHANFOUCI M, 2005).

Tableau 21 : valeurs propres des axes (pourcentages expliqués par les 4 premiers axes).

|               | F1    | F2    | F3    | F4    | F5    | F6    | F7    | F8    | F9     |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Valeur propre | 3,62  | 2,43  | 1,42  | 1,06  | 0,81  | 0,46  | 0,13  | 0,06  | 0,01   |
| % Variance    | 36,17 | 24,27 | 14,21 | 10,63 | 8,06  | 4,64  | 1,32  | 0,61  | 0,10   |
| % Cumulé      | 36,17 | 60,44 | 74,65 | 85,27 | 93,33 | 97,98 | 99,29 | 99,90 | 100,00 |

D'après le tableau (21), les résultats obtenus nous permettent de prendre en considération les quatre premiers axes suite à leurs valeurs propres supérieures 1. PHILLIPEAU (1986) note qu'un axe est pris en considération lorsque sa valeur propre est supérieure 1. 85.27 % de l'inertie totale est expliquée par ces quatre axes. Les plus fortes contributions à cette inertie sont représentées par les axes 1 et 2 avec respectivement (36.17% et 24.27%), la combinaison de ces deux axes traduit 60.44% de la variance totale.

Le plan factoriel (1 x 2) intègre les variables les plus importantes pour notre étude (Smp, Nbl, CPp., CPI, Cpt, Alt., Age peup), d'où le choix de ce plan.

Les axes 3 et 4 intègrent les variables (Sml, Np) qui ne présentent pas de corrélations significatives entre elles ainsi qu'avec les variables explicatives donc il est jugé utile d'éliminer dans l'interprétation les rôles respectifs de ces derniers.

Tableau 22 : cosinus carres des variables

|     | F1   | F2   | F3   | F4   |
|-----|------|------|------|------|
| NP  | 0,13 | 0,06 | 0,48 | 0,03 |
| SMP | 0,40 | 0,15 | 0,04 | 0,30 |
| NL  | 0,29 | 0,25 | 0,23 | 0,00 |
| SML | 0,15 | 0,13 | 0,47 | 0,12 |
| CPp | 0,68 | 0,03 | 0,05 | 0,15 |
| CPI | 0,52 | 0,33 | 0,05 | 0,04 |
| CP  | 0,81 | 0,16 | 0,01 | 0,00 |
| AGL | 0,01 | 0,23 | 0,09 | 0,32 |
| ALT | 0,35 | 0,54 | 0,00 | 0,03 |
| AGP | 0,30 | 0,55 | 0,01 | 0,07 |

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 quatre groupes : **A**, **B**, **C** et **D**. (Figure).

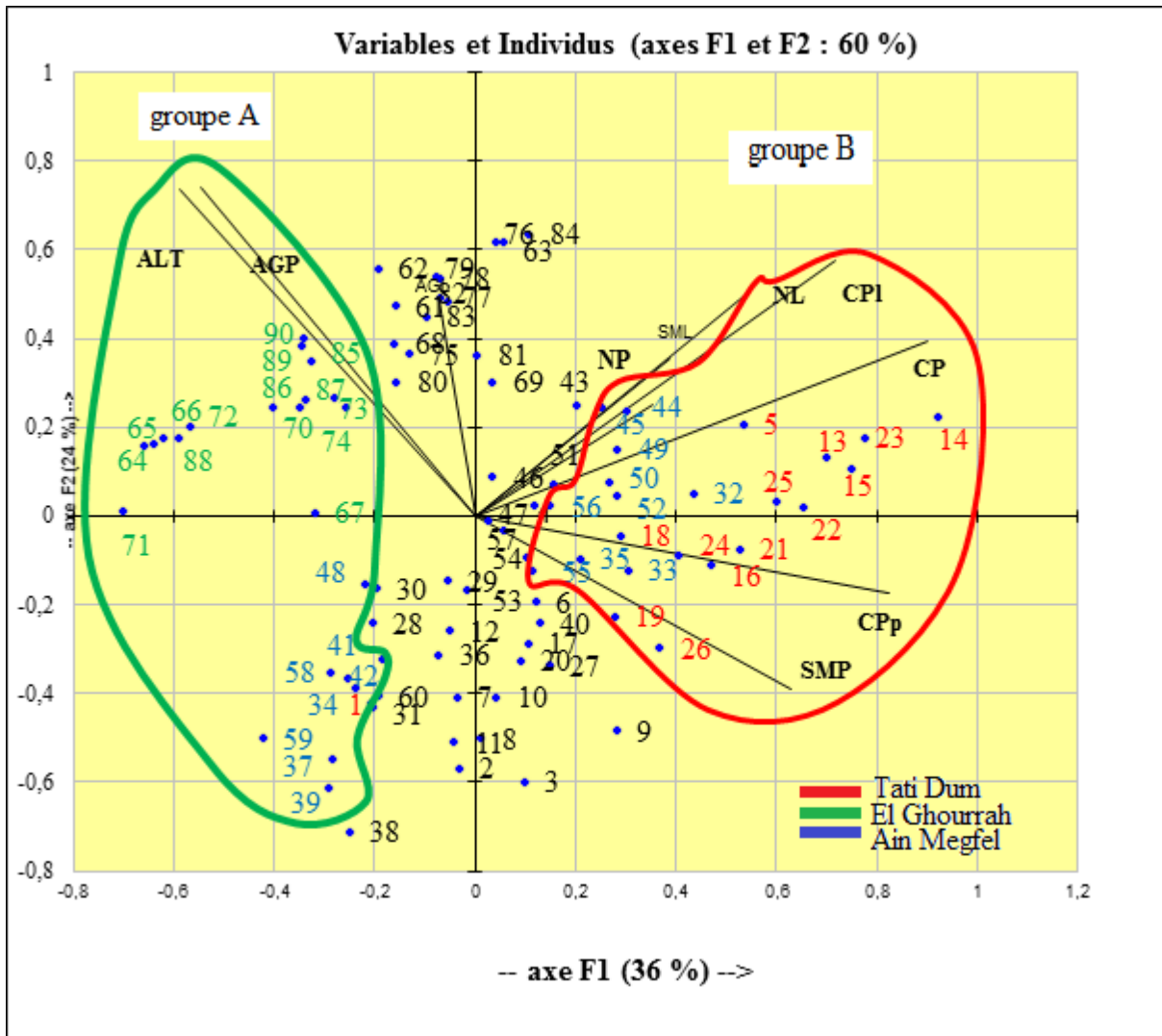


Figure 41 : Projection des individus et des variables sur le plan factoriel (1x2)

Groupe A :

Il regroupe les individus âgés, situés sur les hautes altitudes, caractérisés par les nombres de pores (NP), les superficies moyennes des pores (SMP), les coefficients de porosité des faces tangentielle (CPP) et les coefficients de porosité des faces radiales (CPL) les plus faibles ce qui induit un liège de meilleure qualité.

**Groupe B :**

Dans ce groupe, on retrouve des individus les moins âgés situés dans les stations de basses altitudes avec des coefficients de porosité des faces tangentielles (CPP), des coefficients de porosité des faces radiales (CPL), les nombres de pores (NP) et les superficies moyennes des pores (SMP) les plus élevés ce qui induit un liège de moindre qualité.

**2.2.2- Signification des axes :**

Le plan 1 x 2 montre une opposition entre les groupes A et B selon l'axe (1),

- L'axe (1) explique la variation de la qualité du liège en fonction de l'altitude des stations et l'âge du peuplement.

**2.2.3- Matrice de corrélation :**

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

Les résultats de la matrice Tableau (24) montrent :

1. Des corrélations positives et très hautement significatives entre le nombre de pores (NP) et les variables coefficient de porosité des faces tangentielles (CPP) et le nombre de lenticelles (NL). Des corrélations hautement significatives avec le coefficient de porosité totale (CP) avec des valeurs respectives des coefficients de corrélation  $r = 0.42^{***}$ ,  $0.44^{**}$  et  $0.31^{**}$ .
2. Des corrélations positives et très hautement significatives entre Le nombre de lenticelles (NL) et la variable coefficient de porosité des faces radiales (NPL), le coefficient de porosité des faces tangentielles (CPP) et le coefficient de porosité totale (CP) avec des valeurs de  $r$  respectives de  $0.61^{***}$ ,  $0.34^{***}$  et  $0.62^{***}$ .
3. Des corrélations positives et très hautement significatives entre le coefficient de porosité des faces tangentielles (CPP) et le coefficient de porosité total CP). Des corrélations hautement significatives avec le coefficient de porosité des faces radiales (CPL), avec des valeurs respectives de :  $r=0.65^{**}$ et  $0.32^{***}$ .
4. Des corrélations positives et très hautement significatives entre le coefficient de porosité des faces transversales (CPP), et la variable coefficient de porosité totale (CP) avec  $r= 0.93^{***}$ .

5. Des corrélations positives et très hautement significatives entre la superficie moyenne des pores (SMP) avec le coefficient de porosité totale (CP) et Le coefficient de porosité des faces tangentielles (CPP) avec des valeurs respectives de  $r = 0.43^{***}$  et  $r = 0.74^{**}$ .
6. Des corrélations positives et très hautement significatives entre la superficie moyenne des lenticelles (SML) et le coefficient de porosité des faces radiales (CPL) ainsi qu'avec le coefficient de porosité totale (CP) ( $r = 0.63^{***}$  et  $0.52^{***}$ ).

Les résultats de la matrice de corrélation montrent que :

- La superficie moyenne de pores et le coefficient de porosité des faces tangentielles (CPP) présentent des corrélations négatives avec l'altitude et l'âge du peuplement.
- Le coefficient de porosité totale (CP) est en corrélations négatives avec l'altitude. Nos stations situées en altitude présentent un coefficient de porosité totale plus faible que celles de basses altitudes.
- Les résultats de la matrice de corrélation confirment aussi que les peuplements des stations des hautes altitudes sont plus âgés que ceux des stations de basses altitudes

Tableau 24 : Résultats de la matrice de corrélation

|     | NP          | SMP          | NL          | SML         | CPp          | CPI         | CP           | AGL         | ALT         | AGP |
|-----|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-----|
| NP  | 1           |              |             |             |              |             |              |             |             |     |
| SMP | -0,18       | 1            |             |             |              |             |              |             |             |     |
| NL  | <b>0,44</b> | 0,08         | 1           |             |              |             |              |             |             |     |
| SML | -0,04       | 0,03         | -0,03       | 1           |              |             |              |             |             |     |
| CPp | <b>0,42</b> | <b>0,74</b>  | <b>0,34</b> | 0,05        | 1            |             |              |             |             |     |
| CPI | 0,19        | 0,17         | <b>0,61</b> | <b>0,63</b> | <b>0,32</b>  | 1           |              |             |             |     |
| CP  | <b>0,31</b> | <b>0,43</b>  | <b>0,62</b> | <b>0,52</b> | <b>0,65</b>  | <b>0,93</b> | 1            |             |             |     |
| AGL | -0,01       | -0,03        | -0,01       | 0,18        | -0,02        | 0,13        | 0,09         | 1           |             |     |
| ALT | -0,05       | <b>-0,51</b> | 0,05        | -0,07       | <b>-0,50</b> | -0,04       | <b>-0,23</b> | <b>0,33</b> | 1           |     |
| AGP | -0,05       | <b>-0,43</b> | 0,09        | -0,07       | <b>-0,43</b> | -0,03       | -0,20        | <b>0,36</b> | <b>0,98</b> | 1   |

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

- \* : significatif ; pour  $\alpha = 5\%$  ( $K = 88$ ),  $r_{th1} = 0,21$ .
- \*\* : hautement significatif ; pour  $\alpha = 1\%$  ( $K = 88$ ),  $r_{th2} = 0,28$ .
- \*\*\* : très hautement significatif ; pour  $\alpha = 1\%$  ( $K = 88$ ),  $r_{th3} = 0,35$
- $K$  : degré de liberté ( $ddl = n - 2$ ).
- ( $r_{th1}$ ,  $r_{th2}$ ,  $r_{th3}$ ) : coefficients de corrélations minimums théoriques.
- $\alpha$  : seuil de signification.
- Couleur bleu corrélations significatives évidentes
- Couleur rouge corrélations significatives variables à expliquer et variables explicatives

# Chapitre IV :

# Discussion des résultats

L'ensemble des résultats retrouvés a permis d'apprécier et d'étudier la qualité du liège de la subéraie de la wilaya d'el taraf cas des stations ; Tati Dum, Ain meghel, El Ghourrah. Les variables présent en considération sont : le nombre des pores, le nombre des lenticelles, la surface moyenne des pores, la surface moyenne des lenticelles, la densité du liège, les coefficients de porosité des faces horizontales et tangentielles.

La moyenne des épaisseurs du liège des stations étudiées nous donne une moyenne générale de 41.70 mm acquise en 12 ans. Cette dernière classe le liège de notre région dans la catégorie des lièges réguliers donc aptes au bouchonnage. FERREIRA (1999) a déterminé les classes commerciales de la fabrication des bouchons qui se situent entre 27 à 32 mm et entre 32 et 42 mm, permettent la production des bouchons de 24 mm de diamètre destinés pour les bouteilles de vin. Selon IPROCOR (1999) le liège doit avoir une épaisseur optimale pour pouvoir être utiliser dans l'industrie des bouchons. Comparativement aux résultats obtenus par METNA (2003) dans la subéraie orientale de Tizi-Ouzou, FERREIRA et al. (1999) au Portugal, et ZAIDAT & ARIB (2019) avec des taux respectifs de 55 % ; 75 % et 88% des planches présentant des épaisseurs supérieures à 27 mm, notre zone d'étude présente un taux de liège bouchonnable de 100%. Ceci pourrait être expliqué par la présence des conditions favorables au développement du liège dans les subérais de la wilaya d'El taraf.

L'analyse des résultats de l'ensemble des stations montre qu'il existe une faible variation individuelle de l'épaisseur du liège au niveau des stations (Tati Dum, Ain meghel, El Ghourrah) avec un coefficient de variation globale de 2.23% qui est considéré comme une variation faible. Ceci pourrait être due à l'homogénéité des peuplements du point de vue de leurs âges et de leur structure régulière ce qui pourrait engendrer un fonctionnement physiologique similaire des arbres.

Le nombre de pores sont plus au moins homogène entre les stations Tati Dum (134.8), Ain Megfel (133.53), avec une légère baisse pour la station d'El Ghourrah (127.8) pour une moyenne globale de (132 .04) (Annexe 15). Par comparaison avec les résultats obtenus par METNA (2003) dans la subéraie orientale de Tizi-Ouzou, FERREIRA et al. (1999) au Portugal, et HOUACINE & MILIANI (2017) qui sont respectivement de l'ordre de ; 76,26 / 79 et 82, 53 notre liège semble être plus poreux, cette porosité pourrait être d'origine génétique car les conditions environnementales n'influencent pas beaucoup cette variable. IPROCOR (1999), note que

l'héritage d'un arbre peut limiter sa productivité en liège de bonne qualité malgré des conditions stationnelles favorables.

La superficie moyenne des pores du liège, des stations de Tati Dum, Ain Megfel et El Ghourrah de la wilaya d'El Tarf se présente avec des moyennes respectives de 2.53 mm<sup>2</sup>, 1.58 mm<sup>2</sup> et 1.27 mm<sup>2</sup>. Ces dernières confirment les résultats obtenus par HOUACINE & MILIANI (2017) au sein de la même wilaya avec des valeurs respectives de 1.32 mm<sup>2</sup> et 2.59 mm<sup>2</sup>. Cependant nos résultats semblent être supérieurs aux résultats obtenus par GABIS (2009) et LOKMANE & EDJEKOUANE (2009) avec des valeurs respectives de 0,68 mm<sup>2</sup> et 0.90 mm<sup>2</sup> au niveau des subéraies de la wilaya d'El Tarf. Ceci pourrait être dû aux altitudes différentes des stations étudiées. LAMEY, (1893) souligne que la variation de la superficie moyenne des pores pourrait être liée à la variation du taux d'humidité et de l'altitude.

En tenant compte du classement établi par FERREIRA et al. (1999), le liège des trois stations est composé en grande partie des pores appartenant à la classe moyenne [1mm-2mm], puisque 53.33% des pores dénombrés mesurent en moyenne 1.55 mm<sup>2</sup>. Puis en retrouve des pores appartenant à la classe supérieure à 2 mm<sup>2</sup> pour un pourcentage de 28.89% de pores, or que seulement 17.77% des pores sont de section inférieure à 1 mm<sup>2</sup>. Ces résultats sont différents de ceux obtenus par FERREIRA et al (1999) au Portugal, où 75% des pores présentent une superficie inférieure à 1 mm, 10% appartiennent à la classe (1mm<sup>2</sup> - 2 mm<sup>2</sup>) et 15% des pores sont au-dessus de 2 mm<sup>2</sup>, chose pareil avec les résultats obtenus par METNA (2003), qui donne une valeur pour les pores supérieurs à 2 mm<sup>2</sup> de seulement 3.44% du total pour le liège de la subéraie orientale de Tizi-Ouzou.

Le calcul du coefficient de porosité du liège, se fait sur la base des deux faces tangentielles de ce matériau (CPP) ; méthode suivie au Portugal cas de FERREIRA (1999) ainsi que d'autres travaux. Cependant dans la présente étude le calcul de ce coefficient a pris en considération les quatre faces du liège (tangentielle (CPP) et radiales (CPL)). Ce choix est justifié par la présence d'un nombre important de galerie d'insecte étant donné que notre échantillonnage a été effectué dans un dépôt de stockage du liège ainsi que notre volonté de mieux valoriser ce paramètre qui exprime un caractère très important dans la détermination de la qualité du liège.

Le coefficient de porosité des faces tangentielles (CPP) retrouvé, donne les valeurs de 11.136%, 6.721% et 5.047% respectivement pour les stations Tati Dum, Ain Megfel et El Ghourrah.

Ces différences constatées sont confirmées par les résultats de l'analyse de la variance et du test de NEWMAN et KEULS qui classent ces stations en trois groupes homogènes. La moyenne générale des trois stations est de 7.63% la comparaison de nos résultats avec ceux de METNA (2003), HOUACINE & MILIANI (2017) et ZAIDAT & ARIB (2019) avec des valeurs respectives de 3.94%, 4,98% et 7% démontre que notre liège est beaucoup plus poreux. Selon la classification de la porosité adoptée par NATIVIDADE (1956) en classant le liège en plusieurs catégories selon leurs coefficients de porosités (faiblement poreux < 2%, moyennement poreux de 2% à 4% et très poreux > 4%) notre liège se situe dans la classe du liège très poreux 7.63% > 4%.

Cette porosité élevée pourrait être expliquée par le fait que 53.33% des pores dénombrés appartiennent à la classe des pores de moyennes dimensions ainsi que 28.89% des pores appartiennent à la classe des grandes dimensions ; pores dépassant 2 mm<sup>2</sup> qui pourrait être dû au nombre important de galeries d'insectes retrouvé sur notre liège étant donné que nos échantillons n'ont pas été prélevé directement sur l'arbre. Seulement 17.77% des pores enregistrés appartiennent à la classe des petites dimensions.

Le coefficient de porosité des faces radiales (CPL) obtenues nous conduit à une moyenne globale de 19.79%. Dans la présente étude cette valeur s'ajoute dans le calcul du coefficient de porosité totale ce qui la fait passer de 7.63% à 13.85%. La valeur du coefficient de porosité totale exprime les mêmes résultats de la comparaison faite si dessus où notre liège est considéré très poreux. La combinaison des quatre faces dévoile la porosité réelle du liège par la mise en valeur de l'apport que font les galeries d'insectes ce qui permet de mieux juger la porosité, ainsi de choisir la meilleure utilisation de ce matériau, de plus elle nous renseigne sur l'état réel des peuplements ainsi que les interactions avec le milieu.

Pour nos échantillons, L'humidité pourrait être à l'origine de cette porosité élevée, tout comme le liège des subéraies de SOUK AHRAS et DJIDJEL résultat obtenus respectivement par ZAIDAT & ARIB (2019) et DOUZEN (2008).

Les résultats de l'analyse en composantes principales viennent appuyer la thèse sus citée étant donné que la matrice de corrélation (tableau 24) a donnée des corrélations hautement significatives et négatives entre les variables caractérisant la porosité notamment CP, CPP, SML et la variable explicative altitude. L'axe 1 interprète la variation de la qualité du liège en fonction

de l'altitude ; plus on monte en altitude plus on s'éloigne du littoral, l'humidité diminue, la porosité diminue et le liège est de meilleure qualité.

NATIVIDADE (1956) et IPROCOR (1999), notent que la densité normale des tissus subéreux est entre  $0.12 \text{ g/cm}^3$  –  $0.20 \text{ g/cm}^3$ . L'analyse de nos résultats a donné une densité qui varie d'une valeur maximale de  $0.21 \text{ g/cm}^3$  enregistrée au niveau de la station de Tati Dum à une valeur minimale de  $0.19 \text{ g/cm}^3$  enregistrée au niveau de la station d'El Ghourrah. La densité moyenne de nos stations est de  $0.20 \text{ g/cm}^3$  donc le liège de notre région rentre dans la catégorie des lièges présentant une densité normale.

Comparativement aux travaux des autres auteurs, les densités du liège de nos stations sont supérieures à ceux obtenus par HOUACINE et MELIANI (2017) et ZAIDAT et ARIB (2019) avec des densités respectives de  $0.184 \text{ g/cm}^3$ ,  $0.177 \text{ g/cm}^3$ ,  $0.18 \text{ g/cm}^3$  et  $0.162 \text{ g/cm}^3$ ,  $0.155 \text{ g/cm}^3$  et  $0.15 \text{ g/cm}^3$ . Cependant elles sont inférieures à celles retrouvées par FERREIRA et al. (1999), avec une densité moyenne de  $0.26 \text{ g/cm}^3$ .

Selon LAMEY (1893), NATIVIDADE (1956) et PIAZZETTA (2004), la densité du liège varie selon l'âge dans le cas du liège de même type, variant également selon l'épaisseur des couches annuelles, ainsi qu'en fonction des caractéristiques du liège (quantité et taille des lentilles, impuretés du bois, taux d'humidité...etc.

*Chapitre V :*  
*Conclusion*

Le présent travail s'inscrit dans le cadre d'une contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège. Nous avons choisi les forêts de liège de la wilaya d'El Taraf cas des stations : Tati Dum, Ain Megfel et El Ghourrah. Nos échantillons provenaient du liège stockés à l'entrepôt de liège d'Ain Assel.

Afin de mieux comprendre les qualités de ce matériau, nous avons examiné et étudié les paramètres de qualité du liège en l'occurrence l'épaisseur, la densité et la porosité qui est représentée par les variables nombre de pores, nombre de lenticelles superficie moyenne des pores superficie moyenne des lenticelles coefficient de porosité des faces tangentielles et coefficient de porosité des faces radiales.

Selon les différentes mesures et analyses statistiques réalisées, Les résultats obtenus se présentent comme de suite :

- Les conditions écologiques et climatiques de la région sont favorable pour la croissance du chêne liège et la production du suber.
- les trois stations étudiées présentent un liège « régulier».
- le liège des trois stations est classé comme apte au bouchonnage avec 100% des planches qui présente une épaisseur supérieure à 27 mm et une épaisseur moyenne de 41.7mm.
- Selon la classification de porosité adoptée par NATIVIDADE (1956), le liège de cette région est considéré comme très poreux, considérant que le coefficient de porosité moyen des stations étudiées est supérieur à 4% .
- L'altitude est la variable explicative principale de la variation de la qualité du liège de notre zone d'étude. Les stations aux altitudes les plus élevées notamment EL GHOURRAH (920) suivie de AIN MEGFEL (400m) produisent du liège de meilleure qualité que les sites des basses altitudes en l'occurrence TATI DUM (280m).
- La superficie moyenne des pores des stations Tati Dum, Ain Megfel et El Ghourrah sont respectivement de 2,59 mm<sup>2</sup>, 1,58 mm<sup>2</sup> et 1,26 mm<sup>2</sup>.
- Les coefficients de porosité des faces tangentielles (CPP) des stations de Tati Dum, Ain Megfel et El Ghourrah sont respectivement de 11,13%, 6,72% et 5,04%.
- Les densités du liège des trois stations sont très proches les unes des autres et se résumant par une valeur moyenne de 0.20 g/cm<sup>3</sup> ce qui situe notre liège sur la limite

supérieure de la densité normale énoncée par l'IPROCOR. (1999) ; comprise entre 0,12 g/cm<sup>3</sup> et 0,20 g/cm<sup>3</sup>.

- L'analyse en composantes principales a confirmé une tendance des corrélations entre le nombre de lenticelles, la surface moyenne des pores, les coefficients de porosité des faces tangentielles et radiales, le coefficient de porosité totale, l'altitude et l'âge du liège

Par ce modeste travail on a essayé de mieux comprendre la variation de la qualité du liège, néanmoins par faute du temps rétréci et manque de moyens nécessaire ce travail peut faire l'objet d'une suite que nous suggérons tout en tenant compte des points suivants :

- Elargir l'échantillon, pour mieux ressortir l'effet des facteurs influents et éliminés l'impact de l'effet des résidus.
- Etablir un échantillonnage sur les arbres et au moment de la campagne de récolte du liège
- Tenir compte de toutes les variables écologiques des stations notamment l'exposition, l'altitude, climat, sol, la pente...etc.
- Maitre en valeur l'âge du liège et l'âge du peuplement.
- Tenir compte du nombre de rotation qui ne doit pas dépassé les 12 ans.
- Prendre en considération l'impact des attaques parasitaires qui s'exprime par des galeries d'insectes.
- Tenir compte de l'état sanitaire des peuplements.

Malgré le fait que le marché algérien souffre d'un manque de production et d'un manque de sources de revenus autres que le pétrole, le développement du liège est de plus en plus affecté, ce qui est plus visible en raison de la baisse de la production. Nous tenons à souligner aujourd'hui qu'il est temps de ne plus faire partie de la politique de protection des forêts classique. Protéger ne signifie pas ne pas produire. Au contraire, l'expérience d'autres pays producteurs de liège montre que la production est la plus haute protection de ce patrimoine.

Aujourd'hui plus que jamais, les chênes lièges algériens nécessitent la mise en place d'opérations sylvicoles forestières en urgence, ainsi qu'un suivi attentif des conditions de

travail dans la pratique du déliègeage, de l'entretien des arbres et du houppier. L'un des résultats les plus pertinents de notre étude, à savoir les conditions très favorables à la croissance du liège, confirme l'obligation de reconsidérer l'application du coefficient de fertilité fixé à 2 en Algérie, vu qu'il ne correspond pas à la réalité, puisque ces valeurs atteignent 4 et 5 en ESPAGNE et au PORTUGAL. Nous vérifions également la rotation opérationnelle, qui peut donc être une rotation de 9 ou 10 ans.

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

**ANONYME, (2006).** Caractéristiques et Avantages de l'Utilisation du Liège, EASY LIEGE.

**ANONYME, (2017).** Caractéristiques et propriétés du liège, liege24.fr, experts du liège.

**ABBARA A., (2018).** Chêne-liège (*Quercus suber*) - Composition du tronc, Botanica, Paris/France.

**AMORIM, (2012).** Amorim isolamentos, S.A., Natureza e tecnologia a solução ideal. Vivexpo 2012

**BENTRAD SAMIHA (2019).** Contribution à l'étude de la niche écologique d'une espèce de Ciconiiforme : la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) dans le complexe de zones humides d'El Kala.

**B.N.E.D.E.R. (1984).** État actuel de la suberaie et ses perspectives de valorisation. Rapport.

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

**BOUDY P., (1955).** Économise forestière nord-africaine. Tome 4.Ed. Larousse, 247p.

**CANTAT R. et PIAZZETTA R. (I.M.L.), (2005).** La levée du liège ce qu'il faut savoir sur l'exploitation du chêne-liège. Guide technique et de la vulgarisation, 24p.

**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 subéraies de Souk Ahras et de Tizi Ouzou.

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

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

**DEHANE ; (2012).** Incidence de l'état sanitaire des arbres du chêne liège sur les accroissements annuels et la qualité du liège de deux subéraies oranaises : Msila (w.Oran) et Zariéffet (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.

**DJEMAI O. & LAHEB Y., (2017).** Contribution à l'étude de la variabilité de la production du liège de reproduction en relation avec la structure et les facteurs dendrométriques dans la forêt de Beni-Ghobri (wilaya Tizi Ouzou), Université de Tizi-Ouzou.

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

**FERREIRA, (1999).** Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. Centre d'étude forestière, institut supérieur d'agronomie Portugal, 6 Pp 187 – 193.

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

**HOUACINE C. & MELIANI D., (2017).** Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège de production des subéraies des wilayas d'El Tarf et Tlemcen, wilaya de Tizi Ouzou, p 61.

**INSTITUT MÉDITERRANÉEN DU LIÈGE (I.M.L.), (1996).** Ravageurs et maladies du Chêne-liège. Guide de Vulgarisation attaché aux ravageurs et maladies du chêne-liège en France, 23p.

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

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

**IPROCOR, (2009).** Qualité du liège. Indice et carte de qualité, Tlemcen le 19 Octobre 2009.

**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.

**LOKMANE K. & EDJEKOUANE Z., (2009).** Contribution à l'étude de la variabilité du liège des subéraies dans les régions de Bouira, Skikda et El Kala. Wilaya de Tizi Ouzou, p 76.

**MESSAOUDENE. K., MEZANIE., (2000).** Etude de la régénération par rejet de souche de chêne liège dans la forêt domaniale de Tamgout et de Beni- Ghobri de la wilaya de TIZI-OUZOU. Mémoire Ing, Faculté des sciences agronomique et biologique, Université de Tizi-Ouzou, 41p

**METNA B., (2003).** Caractéristiques physiques et chimiques du liège de reproduction de la suberaie orientale de la wilaya de TIZI OUZOU .TH2SE DE MAGISTER. Agro.Univ.T. O, 102p.

**NATIVIDADE J.V., (1956).** Subériculture. Édition française de l'ouvrage Portugais Subériculture, Nancy.303P.

**PEREIRA. (2008).** Chemical composition and variability of cork from Quercus suber L. Wood sci. Techn.

**PIAZZETTA R., (2004).** Réhabilitation des subéraies incendiés : Quelles perspectives pour l'utilisation du liège brûlé en bouchonnerie ? Institut Méditerranéen du liège Vivecxpo.

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

**PHILIPPE MARGOT., (2006).** Du liège au bouchon. Ed. Ketty & Alexandre, 1063 Chapelle-sur-Moudon (Suisse). Partie 1- 2.

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

**ROULA B., (2010).** Etude de la qualité du liège de reproduction des subéraies de la région de Jijel, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, p75.

**ROULA B., (2011).** Techniques de récolte du liège. Institut National de la Recherche Forestière, Arboretum de Bainem BP 37 Cheraga. Alger.

**SACCARDY L., (1937).** Note sur le chêne-liège et le liège en Algérie. Bulletin de la science de recherche forestière du nord de l'Afrique 372P.

**SEIGUE A., (1985).** La forêt circum-Méditerranéenne et ses problèmes. Edit. Maison neuve et Larousse, pp 67-97.

**SEIGUE, (1985).** La forêt circum-Méditerranéenne et ses problèmes. Edit. Maison neuve et Larousse, pp 67-97.

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

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

# ANNEXES

Annexe 1 : Nombre des pores.

| Station<br>Arbres | Tati Dum | Ain Megfel | El Ghourrah |
|-------------------|----------|------------|-------------|
| A1                | 109.33   | 100.66     | 375         |
| A2                | 79.66    | 144        | 77.33       |
| A3                | 88.66    | 87         | 95          |
| A4                | 107.33   | 100.33     | 87.66       |
| A5                | 152.33   | 150        | 91.33       |
| A6                | 101.66   | 253.33     | 142         |
| A7                | 211.66   | 121        | 178.66      |
| A8                | 146.66   | 115.66     | 116         |
| A9                | 211.33   | 108.66     | 75.33       |
| A10               | 139.33   | 82         | 91.33       |

Annexe 2 : Superficies moyennes des pores

| Station<br>Arbres | Tati Dum | Ain Megfel | El Ghourrah |
|-------------------|----------|------------|-------------|
| A1                | 3.31     | 1.61       | 0.58        |
| A2                | 2.06     | 1.51       | 0.82        |
| A3                | 3.47     | 2.38       | 2.07        |
| A4                | 1.71     | 1.83       | 0.95        |
| A5                | 3.23     | 1.18       | 1.64        |
| A6                | 2.99     | 0.74       | 1.29        |
| A7                | 1.79     | 1.68       | 1.48        |
| A8                | 3.61     | 1.74       | 1.61        |
| A9                | 2.44     | 1.83       | 1.51        |
| A10               | 1.32     | 1.32       | 0.71        |

Annexe 3 : coefficient de porosité des faces transversales

| Station \ Arbres | Tati Dum | Ain Megfel | El Ghourrah |
|------------------|----------|------------|-------------|
| A1               | 8.80     | 20.64      | 18.15       |
| A2               | 21.47    | 16.42      | 8.71        |
| A3               | 12.85    | 5.58       | 21.10       |
| A4               | 17.23    | 14.53      | 11.16       |
| A5               | 35.54    | 33.62      | 21.22       |
| A6               | 24.67    | 16.97      | 28.90       |
| A7               | 21.25    | 30.52      | 22.06       |
| A8               | 27.74    | 24.52      | 29.16       |
| A9               | 18.26    | 23.78      | 17.71       |
| A10              | 12.24    | 10.72      | 18.15       |

Annexe 4 : coefficient de porosité des faces tangentielles

| Station \ Arbres | Tati Dum | Ain Megfel | El Ghourrah |
|------------------|----------|------------|-------------|
| A1               | 3.71     | 2.74       | 2.88        |
| A2               | 1.36     | 1.85       | 0.32        |
| A3               | 2.88     | 0.72       | 1.88        |
| A4               | 2.34     | 3.37       | 2.01        |
| A5               | 2.28     | 0.85       | 0.31        |
| A6               | 2.33     | 1.85       | 0.98        |
| A7               | 3.42     | 0.98       | 2.82        |
| A8               | 1.24     | 0.82       | 0.21        |
| A9               | 2.58     | 1.11       | 0.47        |
| A10              | 1.24     | 1.15       | 0.5         |

Annexe 5 : coefficient de porosité globale

| Station \ Arbres | Tati Dum | Ain Megfel | El Ghourrah |
|------------------|----------|------------|-------------|
| A1               | 9.28     | 16.01      | 12.41       |
| A2               | 16.99    | 11.87      | 5.42        |
| A3               | 11.54    | 6.13       | 13.77       |
| A4               | 11.67    | 10.44      | 7.06        |
| A5               | 26       | 19.73      | 1309        |
| A6               | 17.4     | 11.62      | 17.51       |
| A7               | 16.98    | 18.57      | 15.49       |
| A8               | 22.67    | 15.61      | 17.69       |
| A9               | 17.59    | 15.1       | 10.74       |
| A10              | 9.18     | 7.83       | 10.18       |

Annexe 6 : épaisseur du liège

| Station \ Arbres | Tati Dum | Ain Megfel | El Ghourrah |
|------------------|----------|------------|-------------|
| A1               | 47.22    | 42.66      | 34.33       |
| A2               | 33       | 48         | 54.33       |
| A3               | 35.77    | 36.11      | 42.55       |
| A4               | 32.33    | 44.66      | 39.22       |
| A5               | 34.77    | 47.78      | 38.67       |
| A6               | 32.66    | 39.55      | 56.44       |
| A7               | 37.11    | 35.55      | 44.66       |
| A8               | 42.11    | 41.44      | 49.22       |
| A9               | 38.77    | 45.78      | 50.33       |
| A10              | 48.33    | 37.11      | 40.66       |

Annexe 7 : épaisseur du liège

| Station \ Arbres | Tati Dum | Ain Megfel | El Ghourrah |
|------------------|----------|------------|-------------|
| A1               | 0.24     | 0.16       | 0.2         |
| A2               | 0.17     | 0.2        | 0.2         |
| A3               | 0.24     | 0.18       | 0.2         |
| A4               | 0.16     | 0.19       | 0.15        |
| A5               | 0.23     | 0.16       | 0.16        |
| A6               | 0.24     | 0.21       | 0.14        |
| A7               | 0.21     | 0.24       | 0.2         |
| A8               | 0.19     | 0.22       | 0.21        |
| A9               | 0.16     | 0.18       | 0.17        |
| A10              | 0.22     | 0.23       | 0.17        |

Annexe 8 : le nombre de lenticelles

| Station \ Arbres | Tati Dum | Ain Megfel | El Ghourrah |
|------------------|----------|------------|-------------|
| A1               | 30       | 34.33      | 73.33       |
| A2               | 62.33    | 35         | 33.33       |
| A3               | 22       | 23         | 46          |
| A4               | 30.33    | 33.66      | 36.33       |
| A5               | 76.66    | 40.66      | 36.33       |
| A6               | 39.66    | 37.33      | 35.66       |
| A7               | 47       | 44.33      | 39.66       |
| A8               | 40.66    | 33.33      | 42.66       |
| A9               | 47       | 38.33      | 31          |
| A10              | 19.33    | 20.67      | 29.33       |

Annexe 9 : superficie moyenne de lenticelles

| Station \ Arbres | Tati Dum | Ain Megfel | El Ghourrah |
|------------------|----------|------------|-------------|
| A1               | 10.48    | 17.46      | 10.66       |
| A2               | 14.75    | 13.89      | 8.02        |
| A3               | 17.58    | 7.31       | 13.84       |
| A4               | 17.66    | 13.24      | 9.69        |
| A5               | 16.85    | 24.30      | 18          |
| A6               | 16.68    | 13.55      | 24.72       |
| A7               | 13.45    | 21.04      | 16.66       |
| A8               | 20.88    | 22.26      | 21.78       |
| A9               | 12.42    | 20.53      | 17.16       |
| A10              | 19.98    | 15.33      | 18.60       |

Annexe 10 : résultats du test Newman et Keuls pour l'épaisseur du liège (comparaison des moyennes entre les stations)

| Stations    | Moyennes | Groupe homogènes |
|-------------|----------|------------------|
| El Ghourrah | 45.04    | A                |
| Ain Megfel  | 41.86    | B                |
| Tati Dum    | 38.21    | C                |

Annexe 11 : résultats du test Newman et Keuls pour la densité du liège (comparaison des moyennes entre les stations)

| Stations    | Moyennes | Groupe homogènes |
|-------------|----------|------------------|
| Tati Dum    | 0.21     | A                |
| Ain Megfel  | 0.19     | A                |
| El Ghourrah | 0.18     | B                |

Annexe 12 : résultats du test Newman et Keuls pour le coefficient de porosité globale du liège (comparaison des moyennes entre les stations)

| Stations    | Moyennes | Groupe homogènes |
|-------------|----------|------------------|
| Tati Dum    | 15.93    | A                |
| Ain Megfel  | 13.29    | B                |
| El Ghourrah | 12.34    | B                |

Annexe 13 : résultats du test Newman et Keuls pour le coefficient de porosité des faces transversales du liège (comparaison des moyennes entre les stations)

| Stations    | Moyennes | Groupe homogènes |
|-------------|----------|------------------|
| Tati Dum    | 20       |                  |
| Ain Megfel  | 19.73    |                  |
| El Ghourrah | 19.63    |                  |

Annexe 14 : résultats du test Newman et Keuls pour le coefficient de porosité des faces tangentiels du liège (comparaison des moyennes entre les stations)

| Stations    | Moyennes | Groupe homogènes |
|-------------|----------|------------------|
| Tati Dum    | 11.13    | A                |
| Ain Megfel  | 6.72     | B                |
| El Ghourrah | 5.04     | C                |

Annexe 15 : résultats du test Newman et Keuls pour le nombre de pores du liège (comparaison des moyennes entre les stations)

| Stations    | Moyennes | Groupe homogènes |
|-------------|----------|------------------|
| Tati Dum    | 134.8    |                  |
| Ain Megfel  | 136.26   |                  |
| El Ghourrah | 132.96   |                  |

Annexe 16 : résultats du test Newman et Keuls pour le nombre de lenticelles du liège  
(comparaison des moyennes entre les stations)

| Stations    | Moyennes | Groupe homogènes |
|-------------|----------|------------------|
| Tati Dum    | 41.2     | A                |
| El Ghourrah | 40.36    | A                |
| Ain Megfel  | 34.06    | B                |

Annexe 17 : résultats du test Newman et Keuls pour la superficie moyenne des pores du liège  
(comparaison des moyennes entre les stations)

| Stations    | Moyennes | Groupe homogènes |
|-------------|----------|------------------|
| Tati Dum    | 2.59     | A                |
| Ain Megfel  | 1.58     | B                |
| El Ghourrah | 1.26     | C                |

Annexe 18 : résultats du test de Newman et Keuls pour la superficie moyenne des lenticelles du liège (comparaison des moyennes entre les stations)

| Stations    | Moyennes | Groupe homogènes |
|-------------|----------|------------------|
| Tati Dum    | 16.07    |                  |
| Ain Megfel  | 16.89    |                  |
| El Ghourrah | 15.91    |                  |

Annexe19 : Logiciel GIMP PRO

Photo Editor, développé par SPENCER KIMBALL et PETTER MATTIS, est un éditeur grille à grille (point à point), un outil portable (c'est-à-dire disponible sur de nombreuses plates-formes) pour éditer des images et des photos. Effectuez des opérations directement sur les pixels qui composent l'image. Vous pouvez l'utiliser comme ceci :

- Programme de dessin - Programme de retouche photo
- Système de traitement par lots en ligne
- Équipement de génération d'images pour la production de masse
- Convertir un format d'image en un autre RAYMON OSTERTAG (2008).

GIMP est utilisé pour mesurer les distances et les angles entre les points sur les images. Si vous maintenez le bouton gauche de la souris enfoncé et déplacez le curseur, vous verrez l'angle et le nombre de pixels entre le point sur lequel vous avez cliqué en premier et le point situé à l'emplacement actuel du pointeur. Les informations sont affichées dans la barre d'état en bas de la fenêtre d'image. De gauche à droite :

- Afficher la distance depuis l'origine, coin supérieur gauche
- Bouton avec liste déroulante pour sélectionner les unités de mesure
- Bouton Zoom pour zoomer plus précisément
- Affiche la distance entre l'origine et le curseur de la souris, suivie de l'angle de chaque quadrant de 0° à 90°.

# Liste des tableaux

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau 1</b> : la systématique du chêne liège .....                                                                                                        | 05 |
| <b>Tableau 2</b> : approximation des surfaces du <i>Quercus suber L</i> mondialement                                                                           |    |
| Surfaces mondiales approximatives de <i>quercus suber L</i> .....                                                                                              | 06 |
| <b>Tableau 3</b> : approximation des surfaces du <i>Quercus suber L</i> en Algérie.....                                                                        | 08 |
| <b>Tableau 4</b> : Association du <i>Quercus suber L</i> avec les essences forestières.....                                                                    | 09 |
| <b>Tableau 5</b> : les caractéristiques botaniques et forestières du chêne liège.....                                                                          | 10 |
| <b>Tableau 6</b> : les besoins écologiques du chêne liège.....                                                                                                 | 12 |
| <b>Tableau 7</b> : les différents types de défauts du liège.....                                                                                               | 19 |
| <b>Tableau 8</b> : classes de liège en Espagne selon IPROCORE 1994) .....                                                                                      | 22 |
| <b>Tableau 9</b> : catégories de liège en Algérie selon ROULA (2011) .....                                                                                     | 22 |
| <b>Tableau 10</b> : volumes et pourcentages de production du liège dans le monde selon<br>AMORIM, (2012) .....                                                 | 23 |
| <b>Tableau 11</b> : Production de Liège au cours des 10 dernières années.....                                                                                  | 29 |
| <b>Tableau 12</b> : synthèse des températures moyennes (max et min et moy en c°) de la station<br>météorologique d'El Kala durant la période (1970-2015) ..... | 33 |
| <b>Tableau 13</b> : précipitations moyennes mensuelles (p) mm de la Station météorologique<br>D'El kala (1970-2015) .....                                      | 34 |
| <b>Tableau 14</b> : Moyenne mensuelle de la vitesse du vent V (m/s) dans la station<br>météorologique d'El Kala (1970-2005) .....                              | 36 |
| <b>Tableau 15</b> : les données du quotient pluviométrique d'EMBERGER.....                                                                                     | 40 |
| <b>Tableau 16</b> : les Caractéristiques des stations étudiées.....                                                                                            | 40 |
| <b>Tableau 17</b> : Les résultats de l'analyse descriptive de l'épaisseur et de la porosité. ....                                                              | 52 |
| <b>Tableau 18</b> : distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur .....                                                            | 54 |
| <b>Tableau 19</b> : Distribution des pores et de la porosité par classes de dimension.....                                                                     | 57 |

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau 20</b> : résultats de l'analyse de la variance et de test de NEWMAN et KEULS des variables Epaisseur, porosité et densité du liège..... | 66 |
| <b>Tableau 21</b> : valeurs propres des axes (pourcentages expliqués par les 4 premiers axes).....                                                 | 69 |
| <b>Tableau 22</b> : cosinus carres des variables.....                                                                                              | 70 |
| <b>Tableau 23</b> : Résultats de la matrice de corrélation.....                                                                                    | 73 |

# Liste des figures

|                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 1</b> : la distribution géographique du chêne liège dans son aire de répartition naturel...                                                                                                           | 06 |
| <b>Figure 2</b> : Superficies forestières actuellement occupées par le chêne-liège par wilaya par rapport aux superficies originelles Données anciennes (1860- 1900) extraites des fascicules de propriété..... | 07 |
| <b>Figure 3</b> : aires de répartition naturelle algérienne de <i>Quercus suber L</i> .....                                                                                                                     | 08 |
| <b>Figure 4</b> : caractères botaniques du <i>Quercus suber L</i> .....                                                                                                                                         | 11 |
| <b>Figure 5</b> : coupe transversale du bois d'un chêne liège .....                                                                                                                                             | 14 |
| <b>Figure 6</b> : la formation du liège.....                                                                                                                                                                    | 14 |
| <b>Figure 07</b> : calcul des accroissements annuels du liège.....                                                                                                                                              | 15 |
| <b>Figure 8</b> : Structure cellulaire du liège sur le plan transversal et tangentiel.....                                                                                                                      | 16 |
| <b>Figure 9</b> : La composition chimique du liège .....                                                                                                                                                        | 17 |
| <b>Figure 10</b> : l'évolution de la production du liège durant la période (1990 à 2004) en Algérie.....                                                                                                        | 25 |
| <b>Figure 11</b> : La carte de situation géographique de la Wilaya d'El Tarf.....                                                                                                                               | 28 |
| <b>Figure 12</b> : Carte des étages bioclimatiques de la wilaya d'El Tarf.....                                                                                                                                  | 32 |
| <b>Figure 13</b> : Carte climatique de la wilaya d'El Tarf.....                                                                                                                                                 | 35 |
| <b>Figure 14</b> : diagramme ombrothermique de Bagnols et Gaussen de la région d'El Kala (1970-2015) .....                                                                                                      | 37 |
| <b>Figure 15</b> : L'étage bioclimatique de la région d'El Kala (Période 1977-2015) .....                                                                                                                       | 39 |
| <b>Figure 16</b> : liège empilé au niveau du dépôt de liège. ....                                                                                                                                               | 44 |
| <b>Figure 17</b> : Découpage des planches de liège. ....                                                                                                                                                        | 45 |
| <b>Figure 18</b> : découpage des éprouvettes de liège sur dimension de 10*1.5cm.....                                                                                                                            | 45 |
| <b>Figure 19</b> : Bouillage de liège .....                                                                                                                                                                     | 46 |
| <b>Figure 22</b> : penseuse électrique.....                                                                                                                                                                     | 46 |
| <b>Figure 21</b> : Analyse des images scannées des éprouvettes sur logiciel <b>GIMP Pro</b> .....                                                                                                               | 47 |
| <b>Figure 22</b> : Pesage du liège et calcul du volume de liège. ....                                                                                                                                           | 47 |

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 23</b> : Distribution des épaisseurs du liège des trois stations. ....                                      | 53 |
| <b>Figure 24</b> : Distribution des planches de liège par classes commerciales d'épaisseur.....                       | 54 |
| <b>Figure 25</b> : Distribution de nombre de pores.....                                                               | 55 |
| <b>Figure 26</b> : Distribution de la superficie moyenne des pores.....                                               | 56 |
| <b>Figure 27</b> : Distribution du Coefficient de porosité des faces horizontales des trois stations.                 | 58 |
| <b>Figure 28</b> : la distribution des lenticelles dans les trois stations.....                                       | 59 |
| <b>Figure 29</b> : Distribution des superficies moyennes des lenticelles des trois stations.....                      | 59 |
| <b>Figure 30</b> : Distribution du Coefficient de porosité des faces tangentielles des trois stations.                | 60 |
| <b>Figure 31</b> : Distribution de la densité du liège des trois stations.....                                        | 61 |
| <b>Figure 32</b> : distribution de l'épaisseur du liège des arbres des trois stations.....                            | 61 |
| <b>Figure 33</b> : distribution du nombre de pores des arbres des trois stations.....                                 | 62 |
| <b>Figure 34</b> : distribution de la superficie moyenne des pores des arbres des trois stations.....                 | 62 |
| <b>Figure 35</b> : distribution de coefficient de porosité des faces horizontales des arbres des trois stations.....  | 63 |
| <b>Figure 36</b> : distribution du nombre de lenticelles des arbres des trois stations.....                           | 63 |
| <b>Figure 37</b> : distribution de la superficie moyenne des lenticelles des arbres des trois stations.....           | 64 |
| <b>Figure 38</b> : distribution du coefficient de porosité des faces tangentielles des arbres des trois stations..... | 64 |
| <b>Figure 39</b> : Distribution de la densité du liège des arbres des trois stations.....                             | 65 |
| <b>Figure 40</b> : Projection des individus et des variables sur le plan factoriel (1x2) .....                        | 71 |

## Liste des abréviations :

**IML** : Institut national du liège.

**Ha** : Hectare.

**DGF** : Direction générale des forêts

**FAO** : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**C°** : Degré Celsius.

**m** : Mètre.

**mm** : Millimètre.

**Qtx** : Quintaux.

**PVC** : Polychlorure de Vinyle.

**T max** : la température maximale du mois.

**T min** : la température minimale du mois.

**T moy** : la température moyenne du mois.

**V** : La vitesse.

**s** : Seconde.

**P** : Précipitation.

**T** : Température.

**K** : constante qui est égale à 3,43.

**M** : Moyenne mensuelle des températures maximales du mois le plus chaud (en °C).

**m** : Moyenne mensuelle des températures minimales du mois le plus froid (en °C).

**Q2** : Quotient pluviothermique.

**Q** : quotient pluviométrique d'Emberger.

**GIMP** : General Image Manipulation Program.

**Cm** : Centimètre.

**Mh** : Masse du liège à une humidité h.

**Vh** : Volume du liège à une humidité h.

**h** : Humidité du milieu.

**Nbp** : Nombres des pores.

**NbL** : Nombres des lenticelles.

**Smp** : Surface moyenne des pores.

**Sml** : Surface moyenne des lenticelles.

**S** : La surface.

**D** : Le diamètre des pores.

**DI** : le diamètre de lenticelle

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

**Cp** : Coefficient de porosité.

**Cv** : Coefficient de variation.

**ACP** : L'analyse en composantes principales.

**CMF** : Carré moyen factoriel.

**CMR** : Carré moyen résiduel.

**$\alpha$**  : Seuil de signification.

**CPp** : Coefficient de porosité des pores.

**CPI** : Coefficient de porosité des lenticelles.

**AGP** : Age du chêne liège.

**AGL** : Age du liège.

**Alt** : Altitude.

**r** : coefficient de corrélation

**n** : nombre d'observations.

**T obs** : doit être comparé à T théo lu sur la table de distribution de Student.

**Dr** : L'erreur relative à la moyenne.

**mm<sup>2</sup>** : millimètre carré

**DDL** : Degré de liberté

**Fobs** : Fonction observée

**Ep** : Epaisseur du liège.

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

**Prob** : Probabilité

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

**G** : groupe.

**S** : différences significatives au seuil de 5%.

**V. factorielle 1** : variation entre station.

**V. factorielle 2** : variation entre arbre.

**V. inter. F1\*F2** : variation interaction station – arbre.

**F1** : Facteur station

**F2** : Facteur arbres

**F1\*F2** : Facteur station-arbre

**HS** : différences hautement significatives.

**THS** : différences significatives au seuil de 1%.

**NS** : non significatifs.

**(rth1, rh2, rth3)** : Coefficients de corrélations minimums théoriques

La variation stationnelle de la qualité du liège a été caractérisée pour trois stations de forêts de liège de la région d'El Taref. Pour les stations, il s'agissait de Tati Dum, Ain Megfel et El Ghourrah, en échantillonnant 10 arbres par peuplement. L'épaisseur moyenne du liège est de 41.7 mm, avec 100% du liège appartenant à une qualité commerciale supérieure à 27 mm. Adapté aux bouchons de bouteilles de vin, la porosité mesurée par analyse d'image est d'environ 13.85% ce liège est donc considéré comme très poreux selon les classifications de NATIVIDADE (1956) et IPROCOR (1999). La densité du liège dans nos stations est à la limite de la classe de densité normale, avec une valeur moyenne de 0,2 g/cm<sup>3</sup>.

Les résultats obtenus montrent que la qualité du liège dans la zone d'étude présente des différences importantes entre les stations. Cela est dû aux conditions écologiques telles que la différence d'altitude et d'humidité.

Mots clés : El Taref / liège / qualité / variabilité / porosité / épaisseur / densité

Stationary variation in cork quality was characterized for three cork forest stations in the El Taref region. The stations were Tati Dum, Ain Megfel and El Ghourrah, with 10 trees sampled per stand. The average cork thickness was 41.7 mm, with 100% of the cork belonging to a commercial grade greater than 27 mm. Suitable for wine bottle stoppers, the porosity measured by image analysis is around 13.85%, and so this cork is considered very porous according to the classifications of NATIVIDADE (1956) and IPROCOR (1999). The density of the cork at our stations is at the limit of the normal density class, with an average value of 0.2 g/cm<sup>3</sup>.

The results obtained show that cork quality in the study area shows significant differences between stations. This is due to ecological conditions such as differences in altitude and humidity.

Keywords: El Taref / cork / quality / variability / porosity / thickness / density