

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



**Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de  
l'Univers  
Département d'Ecologie et Environnement**

**Mémoire Présenté par : YAHIAOUI El-Batoul**

**Pour l'obtention du diplôme de Master en Ecologie Végétale et  
Environnement**

**THEME :**

**L'adaptation de jeunes plants de chêne liège (*Quercus Suber*)  
soumis à des températures extrêmes de l'environnement,  
étude comparative entre provenance.**

**Devant le jury composé de :**

Président : Mr AINED TABET Mustapha,

MCB

Promotrice : Mme. SOUIDI Zahira

MCA

Examineurs : Mme BENSID Tsouria

MAA

**2014 - 2015**

## **REMERCIEMENTS**

Au terme de ce travail, la première personne que je tien a remercié est mon encadreur *Mme. Souidi Z* de m'avoir offert l'opportunité de travailler avec lui, pour ces précieux conseils, son esprit critique et sa rigueur scientifique. Je la remercie d'avantage pour sa patience, sa gentillesse et sa confiance en moi, qui m'ont donné la force d'être à la hauteur de ses espérances. Tous mes remerciements à Madame Momo Maître de conférence à l'Université d' Mascara, pour l'aide qu'ellem'a apportée tout le long de ce travail, et les conseils utiles qu'elle m'a prodigué pour la réalisation de ce travail.

Tous mes remerciements à Madame Remil Maître de conférence à l'Université d' Mascara, pour son 'aide.

Mes remerciements vont également à Monsieur Mr AinedTabet .M et Mme Bensid. Td'avoir d'accepter de d'examiner ce travail.

J'adresse également non sincère remerciements pour le responsable de laboratoire de la faculté SNV de l'université de Mascara : MonsieurKadouri et tous les techniciens de ce laboratoire.

### *Dédicace*

Je profite de cette honorable occasion pour dédier ce mémoire à mes parents; ma mère qui a fortement participé à ma réussite, dont j'essaierai de lui faire toujours honneur et mon père qui m'a toujours encouragé. A ma soeur unique Ibaa.

A mes frères Younes, Yasser et Zaied .A mes oncles et mes tantes qu'ils n'ont pas cessé de m'encouragé. A tous les membres de ma famille grands et petits "YahiaouietMogran" Je la dédie à mes amis et mes collègues: chahinez, Sara, Habiba, Saliha, MarwaFadila Ainsi à qu'a toute ma promotion de Master d'Ecologie Végétale et Environnement.

## Table des matières

I.1.Introduction.....	01
<b>Partie 01 : Recherche bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : Monographie du chêne liège</b>	
I.2. Origine de chêne liège .....	03
I.3. Taxonomie .....	03
I.4. Aire de répartition du chêne-liège .....	03
I.4.1. Dans le monde.....	03
I.4.2. En Algérie .....	04
I.5. Principales caractéristiques botaniques .....	05
I.5.1. Arbre.....	06
I.5.2. Le tronc .....	06
I.5.3. La cime .....	06
I.5.4. Les rameaux .....	06
I.5.5. Les feuille.....	06
I.5.6. Fleur.....	06
I.5.7. Le fruit .....	08
I.5.8. Ecorce .....	08
I.5.9. L'enracinement.....	08
I.5.10. Longévité .....	08
I.6. La reproduction biologique.....	09
I.6.1. Les fleurs.....	09
I.6.2. La floraison .....	09
I.6.3. La fructification .....	09
I.7. Régénération .....	09
I.7.1. Régénération naturelle .....	09
I.7.2. Régénération assistée (semis directes et plantation) .....	10
I.7.3. Régénération par rejet de souche .....	10
I.8. Ecologie de l'espèce .....	10
I.8. 1. Sol .....	10
I.8.2. Conditions climatiques .....	11
I.9. Associations végétales.....	11

I.10. Les ennemies.....	12
I.10.1. Les insectes .....	12
I.10.2. Les champignons .....	12
I.11. Les incendie .....	12
I.12. Importance économique.....	12

## **Chapitre II: Culture hors-sol et Stress Thermique**

II.1. Définition.....	15
II.2. Le choix du substrat .....	15
II.3. Les caractéristiques du substrat .....	15
II.3.1. La structure physique .....	15
II.3.2. Porosité.....	15
II.3.3. L'aspects chimiques .....	15
II.3.4. L'incidences thermiques .....	16
II.4. Les substrats utilisés en hors sol .....	16
II.4.1. Les substrats minéraux .....	16
II.4.1.1. Argile expansée .....	16
II.4.1.2. Écorces .....	16
II.4.1.3. Fibre de coco .....	16
II.4.1.4. Laine de roche .....	16
II.4.2. Les substrats organiques.....	17
II.4.2.1. Polystyrène.....	17
II.4.2.2. Pouzzolane .....	17
II.4.2.3. Terreau.....	17
II.4.2.4. La tourbe.....	17
II.4.3. Éléments aérateurs .....	17
II.5. Approche conceptuelle du stress.....	18
II.6. La réaction du phénomène végétale ver le stress .....	19
II.6.1. La transpiration .....	19
II.6.2. La respiration .....	19
II.6.3. Variation de la photosynthèse .....	19
II.6.4. Les protéines de choc thermique.....	20

## **Partie expérimentale**

### **Chapitre I : Présentation de la zone d'études**

I.1. Choix des Subéraies .....	22
1.2. Caractéristiques des stations d'études .....	22
1.2.1. Situation géographique .....	22
I.2.2. Situation juridique et administrative .....	24
1.2.3. Délimitation forestière .....	24
1.2.4. I.2.4. Equipement forestier .....	24
1.2.5. Caractéristiques physiques .....	24
1.2.6. La pente .....	25
1.2.6. Etude de la végétation .....	26
I.3. Etude climatique .....	27
1.3.2.1. Les facteurs climatiques .....	27
1.4. Synthèse climatique .....	30
1.4.4. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger .....	31

### **Chapitre II : Matériel végétal**

II.1. Matériel végétal .....	34
II.2. La mise en culture .....	34
II.2.1. Préparation des substrats .....	34
II.2.2. Semi et germination .....	34
II.3. Croissance et développement .....	35
II.4. Travail au laboratoire .....	35
II.4.1. Etude biométrique .....	35
II.4.1.1. Hauteur de la tige .....	35
II.4.1.2. Nombre de feuilles .....	35
II.4.2. Traitements thermique appliqués .....	35
II.4.3. Etude de la conduction stomatique .....	36
II.5. La séparation électro phorétique .....	37
II.5.1 L'extraction des protéines .....	37
II.5.1.1 Protocole expérimental .....	38
II.5.2. L'électrophorèse .....	38
II.5.2.1. Protocole expériment .....	39
II.5.2.2. L'électrophorèse verticale .....	39
I.5.2.3 La migration .....	40

II.5.2.4 La révélation .....	40
------------------------------	----

### **Chapitre III : Résultats et Discussions**

III.1 Etude de la germination .....	42
III.2 Etude stomatique .....	43
III.3 Biométrie des glands .....	45
III.4 Croissance des tiges .....	46
III.5 Croissance des feuilles .....	48
III.6 Electrophorèse .....	48
Conclusion générale .....	51
Références bibliographiques .....	52

### **Liste Des Figures :**

**Figure n° 01:** Distribution du chêne-liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique (Institut méditerranéen du liège, 2015).

**Figure n° 02:** Aire de répartition du chêne-liège en Algérie (INRF, 2010).

**Figure n° 03:** pourcentage de chêneliège par apport de stade de croissance Boraoua, (2013).

**Figure n° 04:** Superficies forestière actuellement occupées par le chêne liège par rapport aux superficies originelles (Bouhraoua, 2013).

**Figure n° 05:** Carte représente de localisation des zones d'étude.

**Figure n° 06 :** Moyennes mensuelles annuelles des précipitations des forêts de Nesmoth(1989-2011), et Hafir (1975-2008).

**Figure 07:** Température moyenne mensuelle de la station de Nesmoth (1989-2011) et celle de Hafir (1975-2008).

**Figure n° 08 :** Humidité moyenne mensuelle de la station de Nesmoth (1996-2011).

**Figure n° 09:** Evaporation moyenne mensuelle de la station de Nesmoth (1996-2011).

**Figure n° 10:** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la forêt de Nesmoth (1989-2012).

**Figure n° 11:** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la forêt de Hafir (1975-2008).

**Figure n°12 :** Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger des deux zones d'étude.

**Figure13 :** Taux de germination des deux provenances.

**Figure14:** Densité stomatique des deux forêts.

**Figure15 :** Biométrie des gland des deux provenances.

**Figure 16:** Evolution de la hauteur moyenne en fonction du temps pour les deux provenances de chêne liège.

**Figure17 :** Evolution du nombre des feuilles en fonction du temps pour les deux provenances



### Liste des photos :

**Photo n°01:** *Quercus suber* (a) Feuilles, (b) glands (c) arbre et (d) tronc. Clichée par Yahiaoui B. 2015

**Photo n° 02:** Représente respectivement les deux forêts Nosmoth et Hafir.

**Photo n° 3:** Représente la végétation accompagnatrice de *Quercus suber* dans les deux forêts Clichées par Yahiaoui., 2015.

**Photo n° 03 :** application de stress thermique pour les deux températures 44°C (a) et -2°C (b). (cliché, Yahiaoui, 2015).

**Photo n° 04 :** Enlèvement des empreintes de la face inférieure des feuilles (cliché, Yahiaoui, 2015).

**Photo n° 05:** Extraction sur mortier refroidi (a), ajout de solution de précipitation (b). (clichéYahiaoui, 2015).

**Photo n° 06:** Préparation des tampons (cliché Yahiaoui, 2015).

**Photo n° 07:** Appareil d'électrophorèse, dépôt des échantillons pour la séparation (cliché Yahiaoui, 2015).

**Photo n° 08:** Migration des protéines. Clichées par Yahiaoui., 2015.

**Photo n° 09:**Observation des stomates au microscope à gauche forêt de Nesmoth et à droite celles de Hafir stations (40X). (Clichées Yahiaoui, 2015).

**Photo n°10:**Observation des stomates à 44 °C au microscope(40X) à gauche forêt de Nesmoth et à droite celle de Hafir(Clichées Yahiaoui, 2015).

**Photo n°11:**Observation des stomates à -2 °C au microscope (40X) à gauche forêt de Nesmoth et à droite celle de Hafir . (Clichées Yahiaoui, 2015).

**Photo n° 09:**Observation des stomates au microscope à gauche forêt de Nesmoth et à droite celles de Hafir stations (40X). (Clichées Yahiaoui, 2015).

**Photo n°10:**Observation des stomates à 44 °C au microscope(40X) à gauche forêt de Nesmoth et à droite celle de Hafir(Clichées Yahiaoui, 2015).

**Photo n°11:**Observation des stomates à -2 °C au microscope (40X) à gauche forêt de Nesmoth et à droite celle de Hafir . (Clichées Yahiaoui, 2015).

**Photo n° 12 :**les jeunes plants des deux forets à gauche forêt de Nesmoth et à droite celle de Hafir . (Clichées Yahiaoui, 2015).

**Photo n° 13 :** le suivi de la croissance des plantes. (Clichées Yahiaoui, 2015).

### **Liste des Tableaux :**

- Tableau n° 01:** Situation géographique, et topographique des deux stations d'études.
- Tableau02:** Situation juridiques et administrative des deux zones d'études.
- Tableau n° 03:** Délimitation forestière des deux zones d'études.
- Tableau n° 04:** Equipements forestiers des deux stations d'études.
- Tableau n° 05 :** Présentation des caractéristiques physiques des deux forêts (Nesmoth, Hafir).
- Tableau n° 06:** Répartition des classes de pente de la forêt domaniale de Nesmoth, Hafir (O.N.T.F., 1982). (Houari, 1992).
- Tableau n°07 :** Composition floristiques des deux zones d'étude.
- Tableau n° 08:** Le régime saisonnier des précipitations au niveau des deux zones d'études.
- Tableau n° 9 :** Indice de continentalité des deux zones d'études
- Tableau 10:** Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger
- Tableau n°11 :** Caractéristiques physico-chimique du terreau.
- Tableau n° 12 :** Caractères biométriques à mesurer.
- Tableau n°13:** Composition de gel continu de 10% pour 10 ml.
- Tableau n° 14 :** Composition de Bleu de Bromophénol.

## **Tableaux en Annexe**

**Tableau n°15 :** Taux de germination des deux provenances.

**Tableau n° 16 :** Densité stomatique des deux forêts.

**Tableau n° 17 :** Evolution du nombre des feuilles en fonction du temps pour les deux provenances

**Tableau n° 18 :** Evolution de la hauteur moyenne en fonction du temps pour les deux provenances de chêne liège.

**Tableau n° 19:** les caractéristique physoco-chimiques des sol s des deux forêts

**Tableau n° 20 :** Biométrie des gland des deux provenances.

**Tableau n° 21 :** Moyennes mensuelles annuelles des précipitations des forêts de Nesmoth(1989-2011).

**Tableau n° 22 :** Humidité moyenne mensuelle de la station de Nesmoth (1996-2011).

**Tableau n° 23:** Température moyenne mensuelle de la station de Nesmoth (1989-2011).

**Tableau n° 24:** Evaporation moyenne mensuelle de la station de Nesmoth (1996-2011).

**Tableau 25:** Température moyenne mensuelle de la station de Hafir (1975-2008).

**Tableau n° 26 :** Moyennes mensuelles annuelles des précipitations de Hafir (1975-2008).

# Liste des abréviations

<b>ABA :</b>	Acide Abscissique
<b>CEC :</b>	La capacité d'échange cationique
<b>C.F.M :</b>	Conservation des forêts de Tlemcen.
<b>C.F.T :</b>	Conservation des forêts de Tlemcen.
<b>C.F.T :</b>	Circonscription des forêts de Tighennif
<b>Cl :</b>	Chlore
<b>cm<sup>3</sup>:</b>	Centimètre cube
<b>CO<sub>2</sub>:</b>	Dioxyde de carbone
<b>C :</b>	Degré celcius
<b>E :</b>	Est
<b>ha :</b>	Hectare
<b>H<sup>+</sup> :</b>	Hydrogène
<b>HPAE :</b>	Hiver, Printemps, Automne, Eté
<b>GAs :</b>	Les gibbérellines
<b>K<sup>+</sup> :</b>	Potassium
<b>LEA :</b>	Late embryogenesis abundant
<b>Log:</b>	Logarithme
<b>Mm :</b>	Millimètre
<b>m :</b>	Mètre
<b>mA :</b>	Milliampère
<b>meq/L :</b>	Milieu équivalents par litre
<b>N :</b>	Nord
<b>Na<sup>+</sup> :</b>	Sodium
<b>O<sub>2</sub>:</b>	Oxygen
<b>O.N.T.F :</b>	Office national des travaux forestiers

<b>P :</b>	Porosité
<b>PHAE :</b>	Printemps, Hiver, Automne, Eté
<b>pH :</b>	potentiel hydrique
<b>SOD :</b>	Chlore
<b>SDS-PAGE :</b>	Sodium Dodécylsulfate Polyacrylamide Gel Electrophoresis.
<b>T° :</b>	Température
<b>T0 :</b>	Témoin
<b>T1 :</b>	Traitement des plantules à 44°C.
<b>T2 :</b>	Traitement des plantules à -02°C.
<b>TCA:</b>	Acide trichloracétique.
<b>TEMED :</b>	Tétraméthyl-éthylène-diamine.
<b>T.F.N :</b>	Triage de la forêts de Nesmoth
<b>T.F.N :</b>	Triage de la forêt de Nesmoth.
<b>TRE :</b>	Teneur relative en eau
<b>Tris :</b>	Tris-hydroxyméthyl-aminométhane.
<b>t/min :</b>	Tour par minute.
<b>µl :</b>	Micro litre
<b>V :</b>	Vecteur vitesse
<b>cm<sup>3</sup>:</b>	Centimètre cube

# Introduction

## **Introduction :**

Le chêne-liège est considéré comme l'une des essences forestières dont l'aire, naturellement inextensible est étroitement limitée au bassin méditerranéen occidental (Boudy, 1950).

En Algérie toutes les subéraies correspondent à des peuplements spontanés (Valette, 1992 ; Zine, 1992). plus de la moitié a été plantée à l'état pur par semis sur des bandes débroussaillées et dessouchées (DGF, année).

L'importance écologique et socio-économique du chêne-liège (*Quercus suber.L*) incite à augmenter les efforts en vue de la réhabilitation des subéraies. Les problèmes dont souffrent les subéraies sont nombreux.

Le premier est l'aspect lié à l'insuccès de la reforestation, il peut être surmonté par un recours à la régénération assistée. semi directe ou naturelle demeure problématique (Messaoudene, 1984 ; Hasnaoui, 1998). La lenteur de la germination des glands augmenterait le risque de mortalité ou/et de prélèvement par les rongeurs (Marouani *et al.*, 2001a; Marouani *et al.*,2001b). Il y a aussi les problèmes liés à la physiologie et l'écologie de l'arbre dormance embryonnaire et l'irrégularité des glandées (Sork et Bramble, 1993). D'où la nécessité absolue de mener des actions de rénovation et de rajeunissement des forêts, dans ce cadre le recours à la plantation s'est avéré nécessaire.

La reprise des plants après plantation, qui est le facteur primordial à l'évaluation du succès de la régénération artificielle, est conditionnée aussi par les méthodes de plantation et d'élevage des plants de cultures en pépinière hors-sol.

En effet, en Algérie le problème de la préparation des substrats se pose toujours dans la plupart de nos pépinières forestières, du fait que nous continuons à utiliser des mélanges traditionnels de qualité physico-chimiques médiocres, caractérisés par la compacité et la densité élevée du substrat, une mauvaise aération et une faible porosité, faible capacité d'échange cationique, faible capacité de rétention en eau, une mauvaise cohésion de la motte et une faible qualité nutritive (Zitouni *et al.*, 2002) pour éviter ces contraintes plusieurs matériaux ont fait l'objet d'une série d'expérimentations en culture hors-sol pour le chêne liège , en vue de leur valorisation pour la confection de nouveaux supports de culture.

Aujourd'hui, un vaste programme de réhabilitation est proposé par notre pays, pour l'amélioration et la conservation de ces ressources génétiques.

Parmi ces principaux axes, les plantations comparatives pour rechercher les meilleures provenances et l'approfondissement des techniques de régénération des chênes tel que les tests d'efficacité de différents substrats afin d'obtenir un taux élevé de germination et un maximum de plants de qualité.

D'autre part dans un cadre de changement global irréversible, les subéraies sont en face d'un avenir incertain. Selon le rapport intergouvernemental sur le changement climatique (IPCC, 2007), dans la région méditerranéenne, nous attendons à ce que la température de l'air moyenne s'élève par 2°C à 4,5°C au-dessus de la moyenne actuelle. Les précipitations totales peuvent diminuer pas moins de 20% en été et jusqu'à 10% en hiver vers la fin du 21<sup>ème</sup> siècle.

Au niveau cellulaire, le stress thermique affecte la formation des membranes et les processus de division cellulaire (Bradford *al.*, 1982). Au niveau de l'arbre, il réduit la croissance en diamètre et en hauteur, affaiblit la capacité des arbres à résister aux autres stress (Kozlowski, 1992) et influence les autres processus de développement, à savoir la floraison, la fructification et la reproduction (Kramer, 1983), augmente le dépérissement et la mortalité ou le remplacement des espèces par d'autres plus résistantes (Teskey, 1986).

Dans ce contexte, il nous a paru intéressant d'entreprendre une étude préliminaire sur cette espèce, en vue d'une meilleure exploitation et conservation des glands. Ce mémoire a été consacré à une étude du comportement du chêne liège aux températures extrêmes pour deux zones de production du liège dans le nord-ouest algérien. Il s'agit des subéraies de Nesmoth (Mascara) et de Hafir (Tlemcen). Deux entités écologiques sont situées donc dans deux grandes divisions phytogéographiques différentes.

Notre travail a consisté à l'étude de la biométrie des glands, le suivi de la germination, la culture hors sol, le suivi de la croissance des jeunes plants, l'étude des stomates et enfin l'évaluation de l'adaptation des glands au stress thermique par la séparation électrophorétique.

Pour ce faire, nous avons structuré notre mémoire en cinq chapitres: partie bibliographique en monographie de chêne liège (chapitre I), - Aperçus sur l'hors sol et le stress thermique (chapitre II), - présentation de la zone d'étude (chapitre III), matériel et méthodes (IV) Résultat et discussion (chapitre V),



---

# **Chapitre I : Monographie de chêne liège**

---



### I.1. Introduction

Le chêne liège (*Quercus suber* L.) est considéré comme une espèce forestière d'importance économique et écologique (Nedjahi, 2010), c'est une essence très répandue dans les régions tempérées et méditerranéennes notamment l'Algérie.

Il forme des véritables subéraies qui jouent un rôle indéniable sur le plan écologique et social du pays (Salaheddine, 2006). Qui le distingue des autres ligneux, à reproduire une nouvelle écorce subéreuse appelée communément : liège et ayant des qualités spécifiques de légèreté, de souplesse, et d'élasticité qui la protège du feu (Belaidi, 2010).

### I.2. Origine de chêne liège

Le chêne liège, est une essence endémique du bassin méditerranéen, cette espèce, dont l'origine remonte au Tertiaire (Natividade, 1956), est un descendant de la flore de la pliocène supérieure (Boudy, 1950).

Des études palynologiques ont montré l'apparition de ce végétal au Sud de l'Espagne et au niveau de la frontière franco-espagnole entre 10 000 et 6 500 ans av. J.C (Dessain, 1992).

### I.3. Taxonomie

Le chêne liège (*Quercus Suber* L.) est un arbre circonscrit en Méditerranée Occidentale depuis l'ère tertiaire, ce qui lui donne une soixantaine de millions d'années d'existence. Il est décrit pour la première fois par **Linnée** en 1753 (Natividade, 1956).

Il appartient à :

- **Règne** Plantae
- **Sous-règne** Tracheobionta
- **Division** Magnoliophyta
- **Classe** Magnoliopsida
- **Ordre** Fagales
- **Embranchement** Angiospermes
- **Sous/Embranchement** Dicotylédones
- **Famille** Fagaceae
- **Genre** Quercus
- **Espèce** *Quercus suber* L.
- **Nom vernaculaire:** Ballout El feline

### I.4. Aire de répartition du chêne-liège

#### I.4.1. Dans le monde



L'aire naturelle du chêne-liège est relativement restreinte, puisque elle concerne exclusivement le pourtour occidental de la Méditerranée et le littoral atlantique (**Figure n° 01**) dont La surface vraisemblable de l'air mondiale occupée par cette essence représente environ 2150.000 ha. Et répartis comme suit :

Le Portugal est de loin celui où il occupe le plus vaste surface (600.000 ha) l'Espagne (330.000ha), l'Algérie (440.000 ha) et le Maroc (300.000ha) viennent ensuite, alors que les surfaces sont beaucoup plus faibles en France (54.000 ha), en Italie (70.000 ha) et en Tunisie (100.000 ha) (Maire, 1961;Quezel et Santa, 1962).



**Figure n° 01:** Distribution du chêne-liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique (Institut méditerranéen du liège, 2015).

### I.4.2. En Algérie

En ce qui concerne l'Algérie, les forêts de chêne liège sont inégalement réparties au nord du territoire, elles sont plus présentes au centre et à l'est principalement dans des bioclimats sub humide à humide. En termes de superficies de forêts de chêne liège, l'Algérie est classé au 3ème rang mondial, (INRF ,2010).

Selon Bouhraoua, (2013) en Algérie les suberaies couvrent initialement une superficie variant entre 440 000 et 480 000 ha selon les auteurs et s'étendent sur le territoire de 23 départements, du littoral méditerranéen au nord aux chaînes telliennes au sud. Les plus vastes massifs sont localisés à l'est du pays, région qui détient à elle seule plus de 4/5 de la subéraie algérienne.

Selon le même auteur le dernier inventaire de 2008, donne un patrimoine subéricole d'une superficie de 357 000 ha. Les forêts de chêne liège sont réparties sur 22 wilayas (**Figure n°02**). Les peuplements les plus importants se localisent dans la wilaya d'EL-Taref,



Skikda, Jijel, Annaba, Bejaia et Tizi-Ouzou, dont seulement 229 000 Ha sont considérés comme productives (C.F.W.T ,2015).



Figure n° 02: Aire de répartition du chêne-liège en Algérie (INRF, 2010).

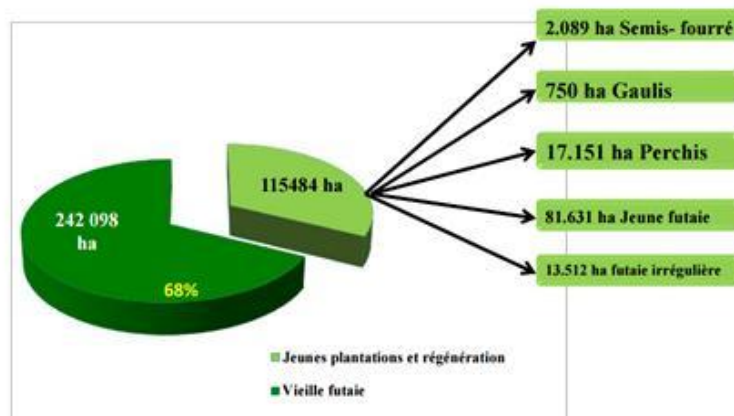


Figure n° 03: pourcentage de chêneliège par apport de stade de croissance Bouhraoua, (2013).

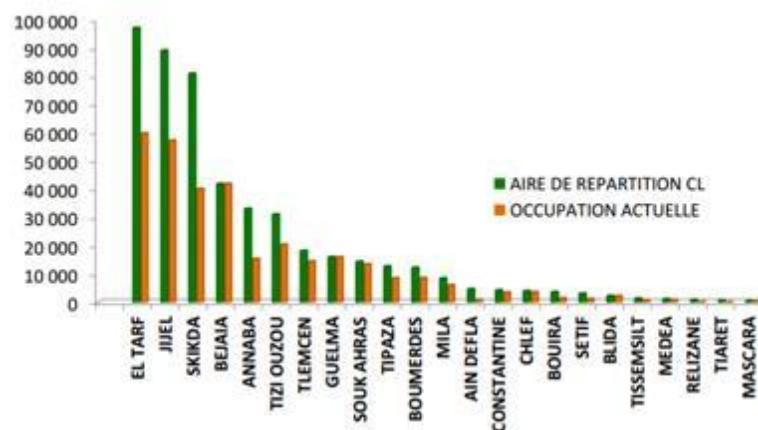


Figure n° 04: Superficies forestière actuellement occupées par le chêne liège par rapport aux superficies originelles (Bouhraoua, 2013).

### I.5. Principales caractéristiques botaniques

C'est une espèce très polymorphe dont on a différencié de nombreuses formes botaniques, qui ont été décrites par plusieurs auteurs (Belabbes, 1996).



### I.5.1. Arbre

Le chêne-liège à une taille variable de 10 à 20 m (**photo n°01**). A l'état isolé par contre, il peut atteindre jusqu'à 20 à 25 m de hauteur (Gil etVarela, 2003).

### I.5.2. Le tronc

Le tronc est assez court et se ramifie à une faible hauteur (4 m environ), et recouvert d'une écorce subérifiée et fortement crevassée longitudinalement, la circonférence du tronc (d'un arbre démasclé) atteint en générale 70 cm entre 30 et 40 ans (**photo n°01**) selon les conditions de végétation. Dans les vieux peuplements d'Algérie, certains arbres peuvent atteindre jusqu'à 3,5 m voire 5 m de circonférence (Renou, 1942).

### I.5.3. La cime

La cime est irrégulière, tortueuse, arrondie et large quand l'arbre pousse isolément en peuplements clairs, est fusiforme lorsqu'il est en peuplements serrés, les branches principales étalées cassent facilement sous la neige (Renou, 1942).

### I.5.4. Les rameaux

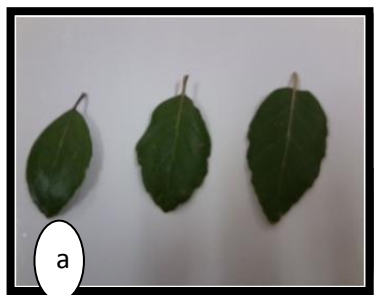
Les rameaux sont sinueux pubescents les premières années, puis bruns clairs et enfin entièrement subéreux (Piazzetta, 2005) (photo n°01).

### I.5.5. Les feuille

Selon Piazzetta, (2005) le chêne liège est un arbre à feuilles persistantes (2 à 3 ans) bombées, de forme ovale, au limbe quelque peu denté (photo n°01). Par contre selon (Natividade, 1956) sont alternes, simples, coriaces dentées ou pas, très polymorphes vertes et lisses en dessus, gris blanchâtres au-dessous et duveteuses, elles sont pseudo sempervirentes, c'est-à-dire restant sur l'arbre entre un et deux ans. Cette durée dépend des races locales et de l'état de végétation des peuplements, les bourgeons sont protégés par des écailles.

### I.5.6. Fleur

Les fleurs mâles en chatons filiformes (40 à 80 mm de long) pendants en grappes à l'aisselle des feuilles et des ramules de l'année ou à l'extrémité des pousses de l'année précédente ; les fleurs femelles, en chatons court (5 à 40 mm de long), poussent à l'aisselle des feuilles de l'année. Chaque chaton porte 2 à 5 fleurs en forme de petites cupules écailleuses dont la corolle et le calice, sont peu développés (Gil et Varela2008).



**Photo n01:** *Quercus suber* (a) Feuilles, (b) glands (c) arbre et (d) tronc. Clichée par Yahiaoui B. 2015



### I.5.7. Le fruit

Le fruit ou gland est de taille très variable, de 2 à 4,5 cm de long sur 1,5 à 1,8 cm de diamètre (**photo n°01**). (Camus, 1938), de forme généralement trapu et arrondi, lisse, brillant de couleur brune. La partie inférieure, tronquée, portant une cicatrice rugueuse et saillante, est enfermée dans une cupule sur 1 à 2,5 cm. La cupule est de taille et de forme très variable; munie d'écailles grise croissant en longueur de la base au sommet, elle est portée par un pédoncule assez court, de forme allongée et conique à sa partie inférieure. L'extrémité distale du gland se termine par une pointe courte, velue, où peuvent s'observer les restes desséchés des stigmates.

On distingue couramment 3 sortes de glands, en fonction de leur période de maturation les glands hâtifs primeurs en septembre, les seconds en octobre et les tardifs en janvier (Natividade, 1956). Menu d'une cupule à écailles allongées, saillantes à l'apex (Quezel et Santa, 1962).

### I.5.8. Ecorce

Cette nouvelle écorce est beaucoup plus régulière que la précédente, présentant des crevasses moins profondes et des caractéristiques dans l'ensemble plus homogènes

### I.5.9. L'enracinement

L'enracinement du chêne-liège est naturellement pivotant, le système racinaire comprend de puissantes racines qui en s'enfonçant profondément fixent l'arbre sur des sols légers et même rocheux. Un ensemble de racines latérales peuvent ainsi se former pour occuper les couches superficielles des sols forestiers (Mettro, 1958).

### I.5.10. Longévité

La longévité du Chêne-liège varie beaucoup selon les conditions du milieu physiques, elle peut être fixée à 150 ans en moyenne . L'âge limite naturel d'un Chêne-liège est compris entre 300 et 500 ans. Cependant, pour un arbre régulièrement écorcé, cette limite n'est plus que de 150 à 200 ans (Quezel et Santa, 1962).



### **I.6. La reproduction biologique**

L'arbre est monoïque, les fleurs des deux sexes sont réunies sur les mêmes rameaux

#### **I.6.1. Les fleurs**

Les fleurs mâles en chatons filiformes (40 à 80 mm de long) pendants en grappes à l'aisselle des feuilles et des ramules de l'année ou à l'extrémité des pousses de l'année précédente ; les fleurs femelles, en chatons court (5 à 40 mm de long), poussent à l'aisselle des feuilles de l'année. Chaque chaton porte 2 à 5 fleurs en forme de petites cupules écailleuses dont la corolle et le calice, sont peu développés (Piazzetta, 2005).

#### **I.6.2. La floraison**

Le climat et l'exposition conditionnent la floraison qui commence dès l'âge de 12 - 15 ans et se déroule entre la fin Avril et la fin Mai. (Piazzetta, 2005) par contre selon Maire, (1961) la floraison se déroule de janvier-juin.

#### **I.6.3. La fructification**

La fructification débute vers l'âge de 15 ans et devient abondante à partir de 30 ans. La dissémination des glands se fait souvent par les oiseaux et les animaux (Camus, 1938).

Cependant même les auteurs ne sont pas d'accord sur la durée de maturation des glands : 2 ans pour le premier et 1 an pour le second. La production des glands par arbre est très variable, de 1 à quelques dizaines de kilogrammes, selon l'âge, l'état sanitaire de l'arbre et les conditions climatiques (Natividade, 1956).

### **I.7. Régénération**

#### **I.7.1. Régénération naturelle**

Presque tous les peuplements de Chêne-liège sont d'origine spontanée, ou bien régénérés par voie de semence à partir d'anciens peuplements, ou par dissémination naturelle des glands dans des terrains déboisés, cultivés ou incultes.

Néanmoins depuis les années cinquante, il a été admis que la régénération naturelle est très aléatoire (Marion, 1955) parce que le stock de glands de chêne liège, source principale de repeuplement, subit de grandes pertes au sol et sur l'arbre, dues aux multiples prédateurs : sangliers, cerfs, rongeurs, oiseaux, insectes ainsi que l'homme et ses animaux qui sont très actifs et agissent tant au niveau des graines que des jeunes semis. A cela, il faut ajouter les faibles glandées et leur irrégularité (Nsibi, 2005).

#### **I.7.2. Régénération assistée (semis directes et plantation)**





A l'égard de nombreux essais de semis directs qui ont abouti à des échecs considérables dans toute la région méditerranéenne (Messaoudene, 1984), d'autres techniques ont été proposées pour la reconstitution artificielle des chênes, mais la technique la plus utilisée est celle par rejet de souche.

Belaidi (2010) rapportent que la mise en place au printemps des glands pré-germés ramassés au sol à la fin de l'hiver peut apparaître comme une solution. De nos jours, la production de plants en pépinière semble la méthode la plus employée pour la réhabilitation de ces subéraies.

Marion (1955) a entrevu, lui aussi, cette insuffisance des méthodes de régénération artificielle et il écrit : jusqu'à 1953 devant l'inefficacité apparente des entretiens on a cherché désespérément quelles pouvaient être les causes de la dessiccation estivale des semis.

### **I.7.3. Régénération par rejet de souche**

Selon Cemagref (1983), les souches peuvent rejeter et donner des rejets vigoureux jusqu'à un âge très avancé (75 à 80 ans), selon les conditions écologiques cette grande faculté de rejeter est vigoureusement après recépage mais la méthode est peu utilisée en Algérie en raison du manque d'information sur ses possibilités de production.

Le chêne-liège drageonnerait sur des racines superficielles ayant subi un traumatisme. (Belaidi, 2010).

## **I.8. Ecologie de l'espèce**

### **I.8. 1. Sol**

Le chêne-liège est une essence nettement calcifuge, appréciant les sols dépourvus de carbonate de calcium, acides, présentant peu de contraintes pour la pénétration des racines suffisamment drainés et avec un horizon organique bien préservé. Il ne supporte pas la présence de calcaire actif dans le sol et ne tolère le substratum calcaire qu'à condition que la chaux soit sous une forme facilement soluble (El Antrytazi et al, 2008).

Il préfère des sols siliceux (grès Numidiens, sable, pliocène) ou à la rigueur argilo-siliceux, il s'accommode à d'autres sols, qui ne sont pas pourvus de calcaire assimilable, il craint les terrains calcaires et argileux (Veillon, 1998).



### I.8.2. Conditions climatiques

- **Exigence thermique**

Pour la température, *Quercus suber* est une espèce relativement thermophile, liée aux variantes non froides des bioclimats humides et subhumides, voire semi-aride en cas de compensation hydrique (nappe phréatique ou forte humidité de l'air), (El Antrytaziet al, 2008). Il demande une température douce, dont l'optimum se situe entre 13°C et 18°C, elle ne supporte pas les gelées de -9°C, longtemps (1 à 2 jours) (Boudy, 1952).

- **Lumière**

Le chêne-liège est une essence héliophile, de ce fait il exige une forte insolation, Frochot et Levy (1986) estiment que l'augmentation de l'éclairement provoque la levée de dormance d'une partie du stock de graines au sol et permet une photosynthèse plus intense. Des observations quantifiées confirment que la survie des semis et leurs croissances augmentent sensiblement avec l'éclairement relatif.

L'humidité est également un facteur limitant, car bien qu'étant xérophile, le chêne-liège nécessite une humidité atmosphérique d'au moins 60% même en saison sèche.

- **Exigence en eau**

L'arbre est remarquablement plastique vis-à-vis des précipitations. Sa moyenne annuelle varie de 441 à 1700 mm, il est exigeant en humidité atmosphérique, surtout en saison sèche, condition qu'il rencontre seulement au voisinage de la mer en zone méditerranéenne mais jusqu'à 200 à 300 kilomètres des côtes atlantiques (El Antryet al, 2008).

Maire (1926), souligne que le *Quercus suber* ne se développe que dans les régions où les précipitations sont fortes (600 mm). Selon Zeraia (1981), la fréquence des pluies pendant la période estivale constitue l'élément le plus important pour la régénération du chêne-liège.

- **Altitude**

Son aire de développement dépend du relief ; il monte en Algérie, de 0 à 1500m, cependant, au Maroc, il peut atteindre 2200 m dans le grand Atlas (dans les Pyrénées-Orientales, il s'élève jusqu'à 650 m). C'est donc une essence de plaine et de moyenne montagne (Younsi ,2006).

### I.9. Associations végétales

Selon Younsi (2006) le chêne-liège est un élément du maquis méditerranéen qui se partage l'espace avec d'autres essences arboricoles telles que *Quercus ilex*, *Q. faginea*, *Q. pyrenaica*, *Castanea sativa*, etc., et une multitude d'arbustes, comme *Juniperussp.*, *Ulex sp.*, *Cistus sp.*, et d'essences aromatiques, etc. son cortège floristique est le suivant :

- Strate arborescente: chêne vert, chêne zeen, chêne afares, pin maritime.



- Strate arbustive: bruyère arborescente (*Erica arborea*) et à ballet (*Erica scoparia*), arbousier (*Arbutus unedo*), filaires (*phylariasp.*), Lentisque (*Pistascia lentiscus*), (*Rhamus alaternus*), viorne (*Viburnum tinus*), myrte (*Myrtus communis*), Calycotome (*Calycotome spinosa*), la lavande (*Lavandula stoechas*), cistes (*Cistus sp.*) lierre, Clématite. En altitude le myrte, la viorne, le lentisque, la filaire sont remplacés par le cytise (*Cytisus triflorus*).

### I.10. Les ennemies

#### I.10.1. Les insectes

Les principaux insectes qui attaquent le chêne-liège sont : le grand capricorne (*Cerambyx cerdo* L), qui attaque le bois du tronc et des branches, le bombyx disparate (*Lymantria dispar* L) et la tordeuse verte (*Tortrix viridana*), qui attaquent les feuilles et les bourgeons, le carpocapse des glands (*Cydia fagiglandana*), la fourmi du liège (*Crematogaster cutellaris*), (Belaidi, 2010).

#### I.10.2. Les champignons

Ils provoquent des dégâts touchent généralement, les feuilles et le bois tels que : la truffe, *Armillaria* et *Polyporus* (Belaidi, 2010).

### I.11. Les incendie

Le chêne-liège est une espèce la plus résistante au feu. Les arbres exploités résistent encore plus au feu (sauf si le feu vient juste après le démasclage), parce que le liège, un des tissus végétaux le plus isolant, renforce la résistance du chêne-liège vis-à-vis du feu (Belaidi, 2010).

### I.12. Importance économique

L'évolution des subéraies et de leur exploitation tout au long du XXème siècle a connu un développement très profond, essentiellement au niveau de l'industrie. Celle-ci a connu un grand essor à partir des années 50 (Cobra, 2000). Le chêne liège doit sa noblesse à son écorce appelée communément liège qui offre un potentiel économique non négligeable dans diverses utilisations (agglomérés d'isolation, revêtement, décoration, bouchons et articles divers).

Il est utilisé aussi pour son bois (charbon de bois, bois de chauffage..), pour son écorce à tan (tannin) et pour ses fruits (glands) et feuilles qui servent au bétail.

Les caractéristiques physico-chimiques uniques du liège sont à la base d'un secteur industriel remarquable dans le secteur Méditerranéen occidental. Il engendre une synergie de valeurs économiques et sociales d'un profil rare dans cette région (Varela, 2000).



La production mondiale de liège est estimée à 340.000 tonnes/an, dont l'Algérie a été le cinquième producteur mondial de liège brut avec 40.000 tonnes/an (Younsi ,2006).

---

# **Chapitre II: Culture hors-sol et Stress Thermique**

---



### II.1. Définition

Au sens strict, la culture hors-sol est la culture dans un milieu racinaire qui n'est pas le sol naturel, mais un milieu reconstitué et isolé du sol. On parle souvent de cultures sur substrat, car ce milieu reconstitué repose souvent sur l'adoption d'un matériau physique stable: le substrat, parfois d'origine manufacturé et industriel, parfois d'origine naturelle. Il existe cependant des cas de cultures hors-sol n'utilisant pas de substrats: cultures sur film d'eau ou hydroponiques (Vitre ,2003).

### II.2. Le choix du substrat

Il doit constituer un milieu favorable aux exigences de l'espèce mais défavorable au développement des agents pathogènes qui lui sont spécifiques.

### II.3. Les caractéristiques du substrat

#### II.3.1. La structure physique

Le substrat hors-sol n'est qu'un support physique dont la structure est telle qu'il retient suffisamment l'eau (et les éléments fertilisants dissous dans cette eau) tout en ménageant suffisamment d'air (aération: les racines ont aussi besoin d'oxygène). Il faut reconstituer une structure permettant d'ancrer les racines mais la stabilité verticale de la plante est surtout obtenue par le palissage (Vitre ,2003).

#### II.3.2. Porosité

Le substrat doit présenter une porosité (micro et macro) telle qu'elle ménage des vides où l'air et l'eau sont présents en proportions satisfaisantes, avec une capillarité satisfaisante. Par exemple, un substrat d'origine minérale, suivant la nature de celui-ci, il faudra bien définir la granulométrie des grains ou l'épaisseur des fibres, leurs agencements, considérer leurs qualités d'adsorption ... Un substrat d'origine organique, il faudra tenir compte du rôle des composants argileux ou colloïdaux (humus)( Vitre ,2003).

#### II.3.3. L'aspects chimiques

La fertilisation est le processus qui consiste à apporter à un milieu de culture les éléments nécessaires au bon développement de la plante. Elle est pratiquée aussi bien en agriculture et en jardinage qu'en sylviculture. C'est dans ce cadre qu'on se propose de contribuer à la réhabilitation des forêts par la production de plants de qualité par l'élevage de ces dernières en pépinière. Vu le volume limité des conteneurs, un apport d'engrais ajusté aux besoins des plants doit être régulièrement fourni durant la période de croissance (Benmahioul, 2010).



### II.3.4. L'incidences thermiques

Compte-tenu de leurs faibles volumes, les substrats ont des inerties thermiques plus faibles que le sol, qui s'échauffe et se refroidit lentement. L'inertie thermique des modules de substrat dépendra surtout de la quantité d'eau qu'ils retiennent: plus ils seront aérés et moins chargés en eau, moins ils seront inertes sur le plan thermique et plus vite varieront leurs températures (Vitre ,2003).

### II.4. Les substrats utilisés en hors sol

#### II.4.1. Les substrats minéraux

De nombreux matériaux inorganiques entrent dans la composition des supports de culture. L'usage le plus habituel est l'ajout de ces matériaux à des substrats afin de modifier certaines de leurs caractéristiques physico-chimiques.

##### II.4.1.1. Argile expansée

**Origine :** minérale

**Utilisation :** L'argile est utilisée pour drainer le fond des pots, comme substrat en hydro culture. En culture hors-sol, on l'utilise également pour limiter l'évaporation de l'eau. Souvent présenté en forte granulométrie habituelle (un centimètre) limite son utilisation aux bacs profonds. Ce substrat se désagrège très peu, et son pH est neutre (Bridel, 2008).

##### II.4.1.2. Écorces

**Origine :** végétale

**Utilisations :** Utilisées en culture hors-sol, les écorces nécessitent une préparation préalable :

- Neutralisation à la chaux,
- Compostage de longue durée (plusieurs mois) (Boufares, 2012).

##### II.4.1.3. Fibre de coco

**Origine :** 100% organique

**Utilisation:** La fibre de coco est très utilisée pour les cultures hors sol : tomate, concombre... elle possède une très bonne rétention d'eau et d'air (Bridel, 2008).

##### II.4.1.4. Laine de roche

**Origine :** substrat inorganique artificiel.

**Utilisation:** La laine de roche sert de substrat dans certaines formes de cultures hydroponiques. Ce substrat peut à la longue libérer du calcium et augmenter le pH, des mesures correctives sont généralement à prévoir, comme une préparation initiale ou l'emploi de substances acidifiantes (Bridel, 2008).



### II.4.2. Les substrats organiques

#### II.4.2.1. Polystyrène

**Origine :** Matériau organique synthétique

**Utilisation :** Ce matériau neutre présente une capacité de rétention nulle. Le polystyrène s'emploie donc le plus souvent en combinaison avec d'autres matériaux. Utilisé seul sous forme de billes expansées, il est également très efficace pour le paillage dans les serres froides. Lavable donc réutilisable, neutre donc adapté aux espèces non acidophiles, étant exempts de tout parasite. (Boufares, 2012).

#### II.4.2.2. Pouzzolane

**Origine :** volcanique (silice, alumine, Sesquioxyde de fer),

**Utilisation:** Elle sert à limiter l'emploi de désherbants. En agriculture (amendement en oligo-éléments), drainage, végétalisation, paillage. (Boufares, 2012).

#### II.4.2.3. Terreau

**Origine :** Organique

**Utilisation:**Le terreau doit avoir une porosité en air et en eau permettant à la fois l'ancrage des organes absorbants des plantes et leur contact avec les solutions nécessaires à leur croissance. Il est souvent associé à la pouzzolane afin d'augmenter la capacité de rétention d'eau. Le terreau est utilisé en culture hors-sol notamment pour les semis. (Bridel, 2008 ;Boufares, 2012).

#### II.4.2.4. La tourbe

**Origine :** fossilisation débris végétaux

Regroupe un grand nombre de matériaux qui renferment au minimum 75% de matière organique (sur base poids sec). Les tourbes se forment dans des milieux anaérobie et saturé d'eau. La tourbe est couramment utilisée en agriculture et horticulture à cause de sa forte rétention d'eau. Elle dispose de très peu de minéraux, et possède un pH assez acide. Elle convient donc bien aux azalées, rhododendrons, etc. Bien sèche et compressée, peut aussi servir de combustible (Bridel, 2008 ;Boufares, 2012)

### II.4.3. Eléments aérateurs

Regroupe un grand nombre de matériaux :

-Granulé de liège, Grignon d'olive, Écorce de pin, Noix d'abricots broyés.

Espèces résineuses testées : Pin maritime, pin pignon, pin des canaries et cyprès.





Espèces feuillues testées: Chêne-liège, chêne zeen, chêne afarès, châtaigner, caroubier et autres espèces d'ornement (Chouial, 2005).

### II.5. Approche conceptuelle du stress

Les stress environnementaux tels que le déficit hydrique, les hautes températures et d'autres, affectent la croissance et le rendement des plantes. Cependant, les plantes ont développé des stratégies d'adaptation pour répondre à ces changements en ajustant leurs systèmes métaboliques. La définition du stress chez les plantes apparaît avec des significations différentes en biologie, qui convergent principalement en attribuant le stress à n'importe quel facteur environnemental défavorable pour une plante (Levitt, 1980).

On note une réduction du nombre de plantes levées par unité de surface, suite aux effets des hautes températures lors de la période du semis. L'effet des hautes températures au semis se matérialise par une réduction de la longueur de la coléoptile. La plante ne peut, alors, s'ancrer en profondeur et devient sensible aux effets du stress thermique (Kadi ,2012).

Rawson et al. (1993) montre que l'effet pénalisant de l'élévation de la température est surtout dû au fait que la plante n'arrive pas à absorber les éléments nutritifs et l'eau, et les utiliser, au rythme imposé par le stress thermique.

L'abaissement brutal de la température, en dessous de 0°C, provoque de nombreuses perturbations au sein du végétal. Lorsque la température chute fortement, des cristaux de glace se forment dans les espaces intercellulaires déshydratant les cellules dont l'eau migre vers ces espaces. La membrane plasmique perd sa spécificité et il y a arrêt du fonctionnement cellulaire. La réversibilité du phénomène n'a lieu que si la structure cellulaire n'est pas fortement endommagée. Lors du dégel, les cellules intactes se réhydratent et redeviennent fonctionnelles (Kadi ,2012).

La gamme des températures compatibles avec une vie est assez étroite : en général de - 5°C à - 10°C pour les minima et jusqu'à 45°C. On observe seulement quelques exceptions : conifères de Sibérie, pouvant vivre normalement jusqu'à 65°C, lichens des régions froides assimilant encore à - 20°C, le cactus peut résister à des chaleurs de 60°C (Ferhati, 2007).



### II.6. La réaction du phénomène végétale ver le stress

#### II.6.1. La transpiration

Chez les plantes qui transpirent abondamment la température des feuilles peut être de 1 à 2°C inférieure à celle de l'air. Par contre, chez celles dont les stomates sont fermés à la suite d'une contrainte hydrique elle peut être de plusieurs degrés au-dessus de la température ambiante lorsque l'air est calme et que l'élimination de la chaleur absorbée ne se fait pas, ou peu, par convection (Rawson et al, 1993).

L'un des rôles de la transpiration est bien de refroidir les surfaces photosynthétisantes dont l'activité ne peut se faire qu'à la lumière, c'est à dire dans des conditions où un apport d'énergie peut potentiellement augmenter leur température (Gabriel ,2007).

La baisse de transpiration de la feuille par l'acide abscissique (ABA) déclenche la fermeture rapide des stomates. La température de la feuille, lorsque la transpiration a atteint son minimum, est supérieure à celle de l'air de 14°C (Gabriel ,2007).

L'action de la température rappelle celle de la sécheresse de l'air : entre 25 à 30°C, une élévation des températures augmente la transpiration (Oukarroum, 2007).

#### II.6.2. La respiration

La respiration et la photosynthèse sont inhibées par une augmentation de la température foliaire, mais avec des cinétiques très différentes. La photosynthèse est beaucoup plus sensible à ce stress que la respiration, d'autant plus que la respiration est tout d'abord stimulée avant d'être inhibée. Dans les deux cas, la réponse de la respiration à la température est similaire : la respiration augmente avec la température de l'air mais la réponse n'est que modérément sensible (Oukarroum, 2007).

#### II.6.3. Variation de la photosynthèse

Les plantes réagissent aux variations de température en ajustant immédiatement leur activité aux nouvelles conditions. Lorsque les changements du climat thermique sont persistants, les ajustements en jeu impliquent des modifications plus ou moins rapides et durables du métabolisme.

La photosynthèse met en jeu des processus de diffusion, des réactions biochimiques complexes et la capture de l'énergie de la lumière avec sa transformation en énergie utilisable. La diffusion et le côté biochimique du processus (incluant le transfert d'électrons et de protons dans la membrane thylacoïdienne) sont sensibles à la température. La capture et le



transfert de l'excitation dans les antennes jusqu'aux centres réactionnels PSI et PSII, incluant la séparation de charge qui en résulte, n'est pas sensible à la température dans la gamme physiologique, c'est à dire environ entre 0 et 50°C (Gabriel ,2007).

### II.6.4. Les protéines de choc thermique

Le terme protéine de choc thermique désigne un groupe de protéines dont l'expression est augmentée suite à un stress, le premier de ces stress décrit est le choc thermique. Elles sont généralement appelées selon l'abréviation anglaise HSP pour "HeatShockProtein". La synthèse de ces protéines (HSP) est une réponse cellulaire très rapide, transitoire, stimulée lorsque la température excède de 8 à 10 °C la température optimale de croissance. Elle implique la production de polypeptides généralement classés en deux catégories de poids moléculaire et localisés dans divers compartiments subcellulaires : cytoplasme, noyau, mitochondries et plastides (Robert ,2004).

---

# **Chapitre I : Présentation de la zone d'études**

---



### I.1. Choix des Suberaies

Les suberaies étudiées se situent dans la région ouest algérienne, localisées dans des étages bioclimatiques intermédiaire entre le semi-aride et le subhumide dont la pluviométrie moyenne annuelle oscille entre 400 et 600 mm.

Le choix des stations s'est basé sur les caractéristiques physiques (nature du sol, topographie, géologie ...), climatiques (bioclimat, précipitation, humidité ...) et sur l'aspect de la subéraie (peuplement pure ou mélangé, naturel ou artificiel...).

### 1.2. Caractéristiques des stations d'études

#### ➤ Forêt domaniale de Hafir

La forêt domaniale de Hafir couvre une superficie totale de 10157ha, elle est localisée dans la zone centrale de la wilaya de Tlemcen(Figure5) (15 km au sud-ouest de la ville) sur un grand massif étiré de l'Est en Ouest.

#### ➤ Forêt domaniale de Nesmoth

La forêt domaniale de Nosmoth est située à une vingtaine de kilomètre au sud Est du chef-lieu de la wilaya de Mascara (Figure5) et à proximité de Nosmoth.



**Photo n° 02: Forêts Nesmoth à gauche et Hafir à droite.**

#### 1.2.1. Situation géographique

Les situations géographiques des zones d'études sont illustrées dans le tableau ci-dessous :



Tableau n° 01: Situation géographique, et topographique des deux stations d'études.

Forêt	Nesmoth	Hafir
<b>Coordonnées (km)</b>	Nesmoth $X_i = 210.6$ $Y_i = 278.7$ $X_2 = 219.5$ $Y_2 = 293$	Hafir $X_i = 123$ $Y_i = 173$ $X_2 = 123$ $Y_2 = 165$
<b>Distance à la mère (Km)</b>	75	45
<b>Délimitation</b>	-au Nord commune de Nesmoth. -au Sud commune d'Aouf. – à l'Est commune de Zelamta. -à l'Ouest commune de Sidi Boussaid et Makda.	-au Nord commune de Sabra -au Sud commune d'Ain Ghraba -à l'Ouest, Beni Bahdel -à l'Est commune de Beni Mester.
<b>Topographie</b>	Montagne (Mts de Saïda)	Montagne (Mts de Tlemcen)

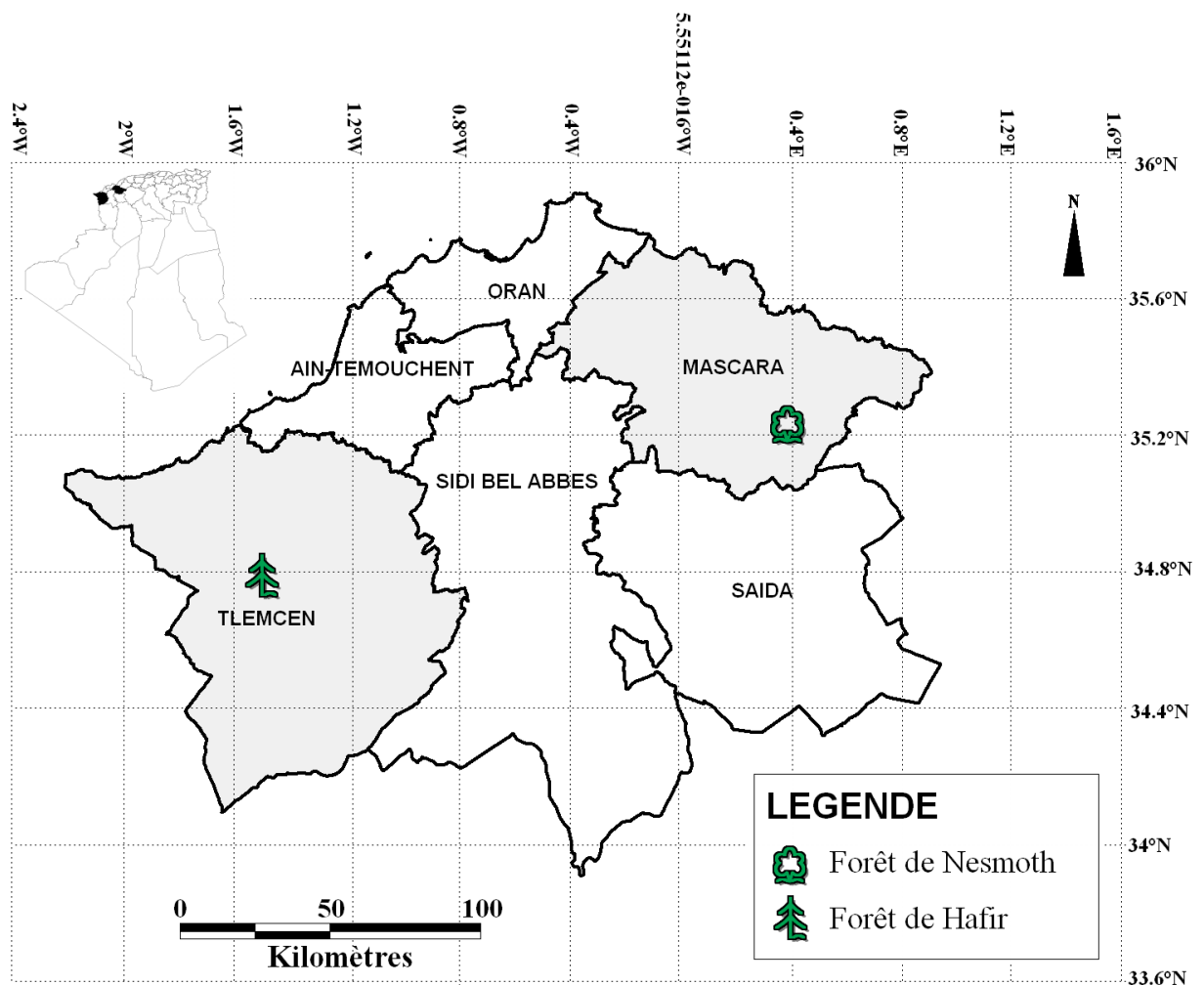


Figure n° 05: Carte représente de localisation des zones d'étude.



### I.2.2. Situation juridique et administrative

Le tableau suivant résume les situations juridiques et administratives des forêts étudiées.

**Tableau02:** Situation juridiques et administrative des deux zones d'études.

Forêts	Nesmoth	Hafir
<b>Statut juridique</b>	Forêt domaniale	Forêt domaniale
<b>Conservation</b>	Mascara	Tlemcen
<b>Circonscription</b>	Tignennif	Tlemcen
<b>District</b>	Aouf- Ghriss	Tlemcen
<b>Triage</b>	Nesmoth	Ain Ghraba
<b>Référence</b>	<b>C.F.W.M (2015)</b>	<b>C.F.W.T (2015)</b>

### 1.2.3. Délimitation forestière

Nos zones d'études sont découpées en plusieurs cantons (tableau03), en vue de leur aménagement et afin de faciliter leur gestion ainsi que pour assurer leurs pérennités.

**Tableau n° 03:** Délimitation forestière des deux zones d'études.

Forêt	Nombre de Cantons	Superficie totale (ha)
Nesmoth	19	6495
Hafir	24	6495

La forêt de Hafir présente une superficie importante et un nombre de cantons plus élevé, il est de l'ordre de 24, la forêt de Nesmoth est découpée en 19 cantons.

### I.2.4. Equipement forestier

**Tableau n° 04:** Equipements forestiers des deux stations d'études.

Forêt	Nesmoth	Hafir
Bornage	Aucun	Aucun
Maison Forestière	3	2
Poste de vigie	2	1
Tranchée pare-feu	68ha	40ha
Pistes	52,2km	54Km
<b>Référence</b>	<b>C.F.W.T (2015)</b>	<b>C.F.W.M (2015)</b>

### 1.2.5. Caractéristiques physiques

Les monts de Saida, et les monts de Tlemcen, sont caractérisées par la nature géologique, pédologique, orographique, et hydrographique différente. Le tableau suivant expose les principales caractéristiques physiques des zones étudiées.



**Tableau n° 05 :** Présentation des caractéristiques physiques des deux forêts (Nesmoth, Hafir).

Forêt		Nesmoth	Hafir
Superficie forêt		7416	10156
Subéraies		342	4000
Région	Montagne ou littoral	Montagne	Montagne
Orographie		Relief mouvementé et accentué	Relief très accusé
Distance à la mer (km)		93	45
Latitude		35°14'N	34°48' N
Longitude		0°22'52"E	1°25' E
Altitude (m)		923	1000 à 1418
Exposition		Toutes	Toutes
Hydrographie		7 Oueds	2 oueds pour Hafir
Pédologie	Texture du sol	Sablo-limoneux	Brun forestier
	Profondeur du sol (cm)	profond	profond
Géologie		Formation de calcaire et dolomie dur	Formation de schistes marneux de Crétacé supérieur

### 1.2.6. La pente

La pente joue un rôle important dans la répartition des réseaux hydrographique et favorise l'action de l'érosion hydrique.

**Tableau n° 06:** Répartition des classes de pente de la forêt domaniale de Nesmoth et Hafir (O.N.T.F., 1982). (Houari, 1992).

Classes de pente	0 à 30%	4 à 15%	16 à 30%	Plus de 30%
Nesmoth	4	65	28	3
Hafir	2,38	18,33	72	6,66



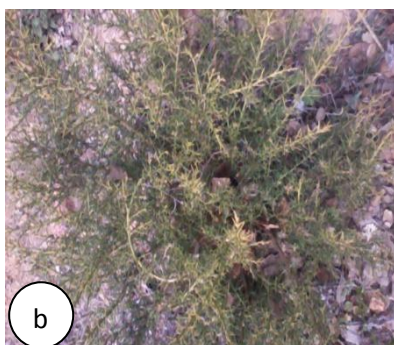


### 1.2.6. Etude de la végétation

Les peuplements de chêne liège sont différents d'une zone à une autre, et sont conditionnées par les paramètres physiques et climatiques. Le cortège floristique des subéraies étudiées est regroupé dans le tableau suivant.

**Tableau n°07 : Composition floristiques des deux zones d'étude.**

<b>Forêt</b>	<b>Nesmoth</b>	<b>Hafir</b>
<b>Strate arborescent</b>	Pin d' Alep ( <i>Pinus Halpensis</i> ) Eucalyptus ( <i>Eucalyptus sp</i> ) Chêne vert ( <i>Quercus ilex</i> ) Chêne-liège ( <i>Quercus suber</i> ) Thuya ( <i>Tetraclinis articulata</i> )	Chêne vert Quercus faginea ssp. Tlemcenensis) Frênes oxyphylles ( <i>Fraxinus oxyphylla</i> ) Pin d'Alep ( <i>Pinus halepensis</i> ) Le pin pignon ( <i>PinusL</i> ) Cyprés commun ( <i>Cupressus sempervirens</i> ) Eucalyptus
<b>Strate arbustive</b>	Chêne vert ( <i>Quercus ilex</i> ) Genévrier oxycédre ( <i>Juniperus oxycedrus</i> ) Calycotome ( <i>Calycotome spinosa</i> ) Lentisque ( <i>Pistacia lentiscus</i> ) La phyllaire ( <i>Phyllyrea angustifolia</i> ) L'olivier ( <i>Olea eur opea</i> )	l'oliviersauvage ( <i>Olea europea ssp Oleaster</i> ) thuya de berberie ( <i>Tetraclinis articulata</i> ) Genévrier oxycédre ( <i>Juniperusoxycedrus</i> ) Arbousier ( <i>Arbutusunedo</i> )
<b>Strate herbacée</b>	Romarin ( <i>Rosmarinus officinlis.L</i> ) Dice ( <i>Ampelodesma mauritanica. L</i> ) <i>Tenacissima</i> <i>Asparagusa cutifolius.</i>	<i>Rosmarinus officinlis.l.</i> <i>Ampelodesma mauritanica.l.</i> Lavande aligné ( <i>Lavandula stoechas</i> ). Palmier nain ( <i>Chamaerops himulis</i> ).
<b>Référence</b>	<b>(C.F.T, 2003)</b>	<b>(Letreuch-belarouci et al.. 2009)</b>



**Photo n° 3:** Représente la végétation accompagnatrice de *Quercus suber* dans les deux forêts, *Erica arborea*, *Calycotome intermedia*, *Cistus ladaniferus* et *Juniperus oxycedrus* (Clichées Yahiaoui, 2015).

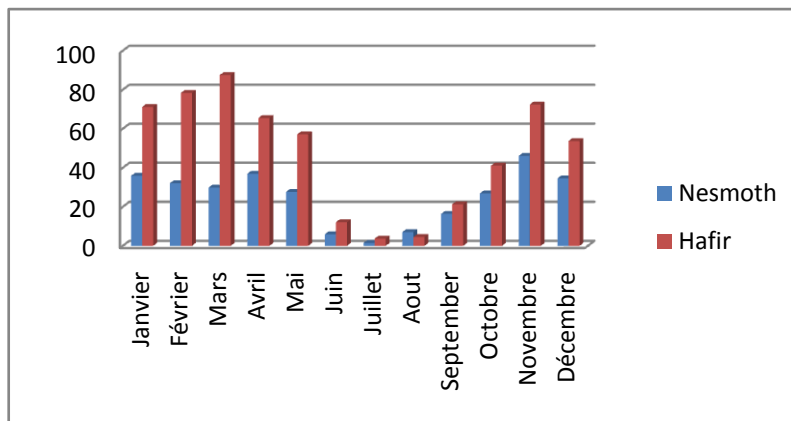
### 1.3. Etude climatique

Les composantes majeures du climat sont les facteurs hydriques et facteurs thermiques. Ces deux facteurs ont une influence déterminante sur la distribution géographique du chêne-liège dans le monde.

#### 1.3.1. Les facteurs climatiques

- **Précipitations**

Le climat du tell oranais se caractérise par une répartition irrégulière des précipitations dans le temps et dans l'espace. Le tableau suivant montre la répartition moyenne annuelle et mensuelle des pluies des deux forêts.



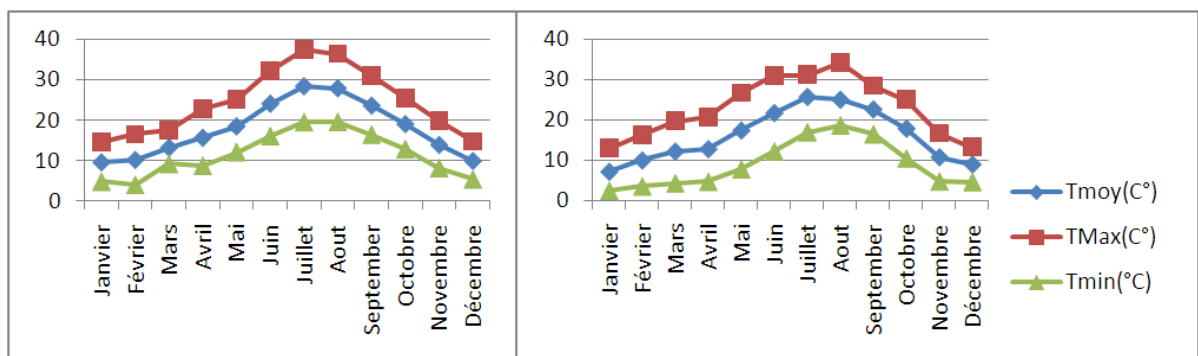
**Figure n° 06 :** Moyennes mensuelles annuelles des précipitations des forêts de Nesmoth (1989-2011), et Hafir (1975-2008).

Les moyennes mensuelles des pluies varient d'un mois à un autre et d'une zone à l'autre (Figure06) ; ces variations nous ont permis de distinguer que la période pluvieuse de la forêt de Nesmoth, s'étend d'octobre à mai, et le mois le plus pluvieux est celui de décembre avec un maximum de 46,07 mm, le mois le plus sec est juillet avec un minimum de 4,02mm.

La forêt de Hafir, est caractérisée par une période pluvieuse qui s'étale du mois d'octobre à mai, avec un optimum de 87,5 mm au mois de mars pour la forêt de Hafir, la période sèche est comprise entre le mois de juin et août pour cette forêt, avec un minimum de de 3,7 mm au mois de Juin pour la forêt de Hafir.

- **La Température**

La température est le second facteur limitant du climat qui influe sur le développement de la végétation, et qui détermine surtout la répartition des essences.



**Figure 07:** Température moyenne mensuelle de la station de Nesmoth (1989-2011) et celle de Hafir (1975-2008).

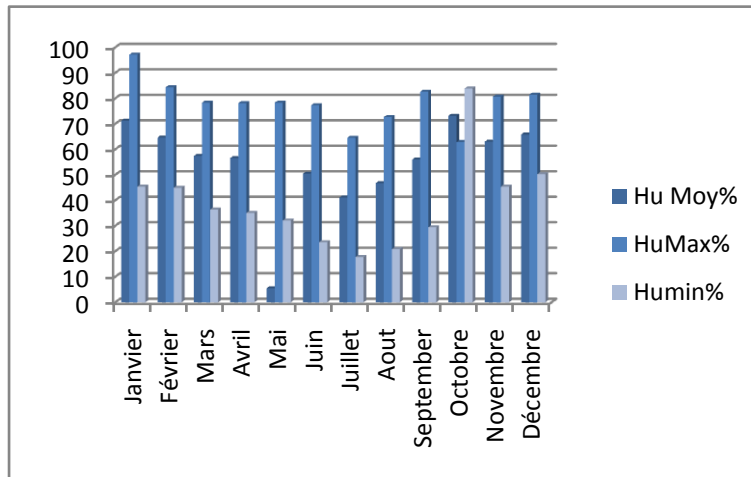
D'après les données climatiques résultats il apparaît que la température moyenne maximale est la plus élevée pour la station de Mascara durant la période (1989-2011) de



37,52 C° durant le mois de Juillet étant le mois le plus chaud, la température moyenne minimale la plus faible est de 4,02°C au mois de Février qui est le mois le plus froid.

En zone de haute montagne, ce qui est le cas pour la forêt de Hafir, les températures sont un peu plus clémentes par rapport aux autres stations, elles sont représentées par les moyennes des maxima de l'ordre de 25,6°C enregistrées au mois de juillet, et des minima de 7,1°C au mois de janvier.

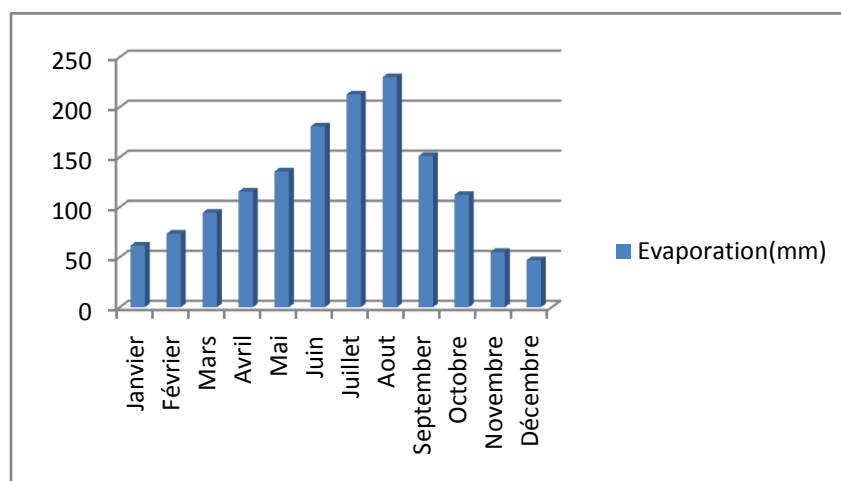
- **Humidité**



**Figure n° 08 :** Humidité moyenne mensuelle de la station de Nesmoth (1996-2011).

Les moyennes mensuelles d'humidité relative varient, à la station durant la période (1996-2011), de 17, 75 % en été (juillet) à cause des fortes évaporations et des vents chauds durant ce mois. À 97,18°C en hiver (janvier). La moyenne annuelle relative est évaluée à 54,32% durant cette période. L'humidité atteint son maximum durant les premières heures du jour, diminue avec l'augmentation de la radiation puis augmente de nouveau le soir.

- **Evaporation**



**Figure n° 09:** Evaporation moyenne mensuelle de la station de Nesmoth (1996-2011).



A la lumière de ces données on constate que le pouvoir évaporant varie de 212,7 mm à 46,98 mm dont les plus élevés est de 212,7 mm durant le mois de Juillet le mois le plus chaud.

- **Régime saisonnier**

Daget (1977), définit l'été sous un climat méditerranéen comme la saison la plus chaude et la moins arrosée.

**Tableau n° 08:** Le régime saisonnier des précipitations au niveau des deux zones d'études.

Période	forêt	Répartition saisonnière des précipitations				Total annuel	Régime saisonnier
		Hiver	Printemps	Eté	Automne		
(1975-2011)	Nesmoth	201,8	158,4	25	146,7	531,5	HAPE
(1975-2008).	Hafir	203,3	210,1	20,3	134 ,8	568,5	HAPE

La saison estivale est déterminée à partir des trois mois consécutifs juin, juillet et août qui ont un minimum pluviométrique qui permet de caractériser les régimes saisonniers selon le tableau ci-dessus.

A travers ce tableau, nous remarquons qu'en zone intérieure le régime saisonnier est de type HPAE pour les forêts de Nesmoth, par contre, la forêt de Hafir située en zone de montagne a un régime saisonnier de type PHAE, ceci explique que le maximum des précipitations est concentré au printemps et en hiver.

Dans la zone de haute montagne, bien qu'il y ait souvent un obstacle à ces influences maritimes, la forêt de Hafir est caractérisée par une hygrométrie un peu plus faible. Elle varie au cours de l'année de 75 % en hiver à 65 % en été. La saison estivale y est donc plus sèche que sur le littoral mais les précipitations occultes (brouillards notamment) qui sont assez fréquentes fournissent par leur condensation un apport d'humidité supplémentaire au sol (Sauvagnac, 1956 ; Bouhraoua, 2003).

#### 1.4. Synthèse climatique

L'étude synthétique du climat permet d'avoir un aperçu général sur le type de climat ce qui règne dans la zone d'étude.

- **Amplitude thermique extrême moyendeux ne ou indice de continentalité**

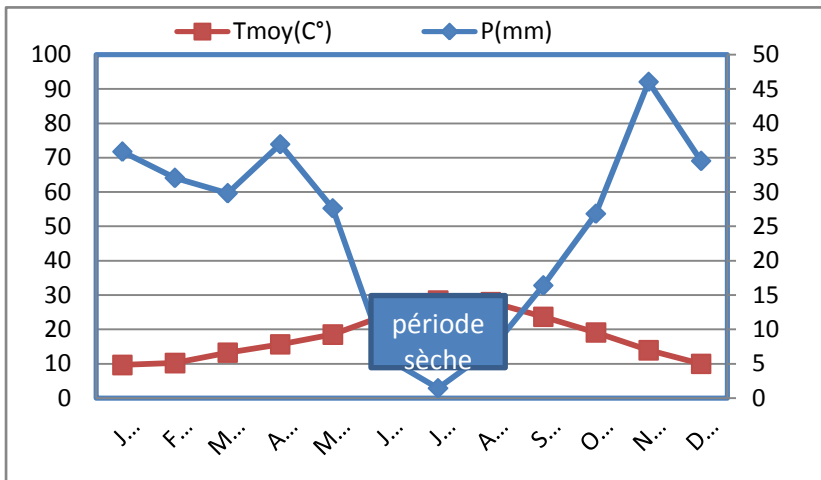
**Tableau n° 9 :** Indice de continentalité des deux zones d'études.

Forêt	Période	M (°C)	m (°C)	M-m (°C)	Type de climat
Nesmoth	1975-2011	37,52	4,02	33,5	Semi-continental
Hafir	1975-2008	34,3	2,5	31,8	Semi-continental

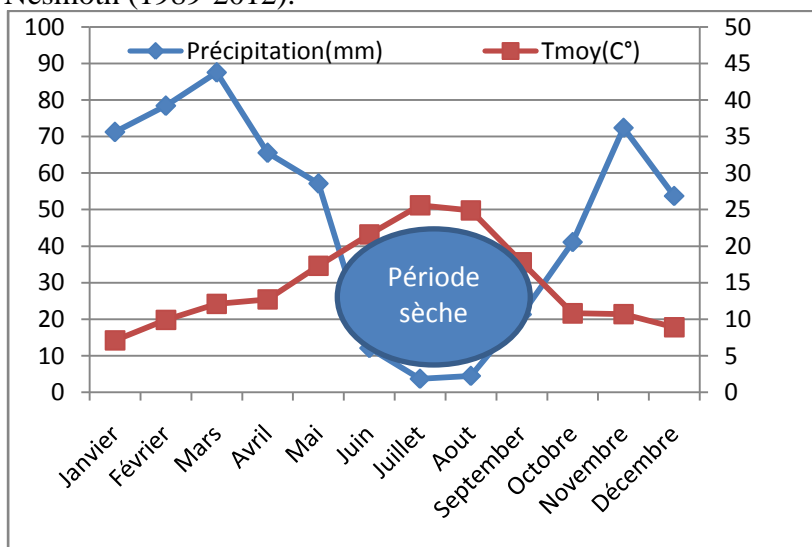
En se référant à la classification de Debrach (1953), il apparaît clairement que les forêts de Nesmoth et Hafir jouit d'un types de climat semi-continental ( $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$ ) caractérisant la brutalité des contrastes thermiques.



**Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен**



**Figure n° 10:** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la forêt de Nesmoth (1989-2012).



**Figure n° 11:** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la forêt de Hfir (1975-2008).

L'analyse de diagramme montre que la période sèche pour la forêt de Nesmoth est d'environ 04 mois. Elle s'étend du mois de mi-juin jusqu'au le mois sept-octobre dont le minimum est de 1,47 mm durant le mois de juillet.

La forêt de Hafir représente une saison sèche plutôt courte, elle est comprise entre la fin mai et mi-septembre d'une durée de 4 mois.

**1.4.4. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger**

**Tableau 10:** Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger



Forêt	Période	P	M	m	Q2	Etage	Variante
		(mm)	(°C)	(°C)		bioclimatique	thermique
Nesmoth	2003-2012	531,5	32,9	4,02	30,55	Semi-aride	Hiver frais
Hafir	1975-2008	568	34,3	2,5	61,25	Subhumide inférieure	Hiver frais

Il ressort de cette analyse climatique limitée aux régions d'étude que le peuplement de chêne-liège de la région oranaise peut s'installer dans deux étages bioclimatiques différents.

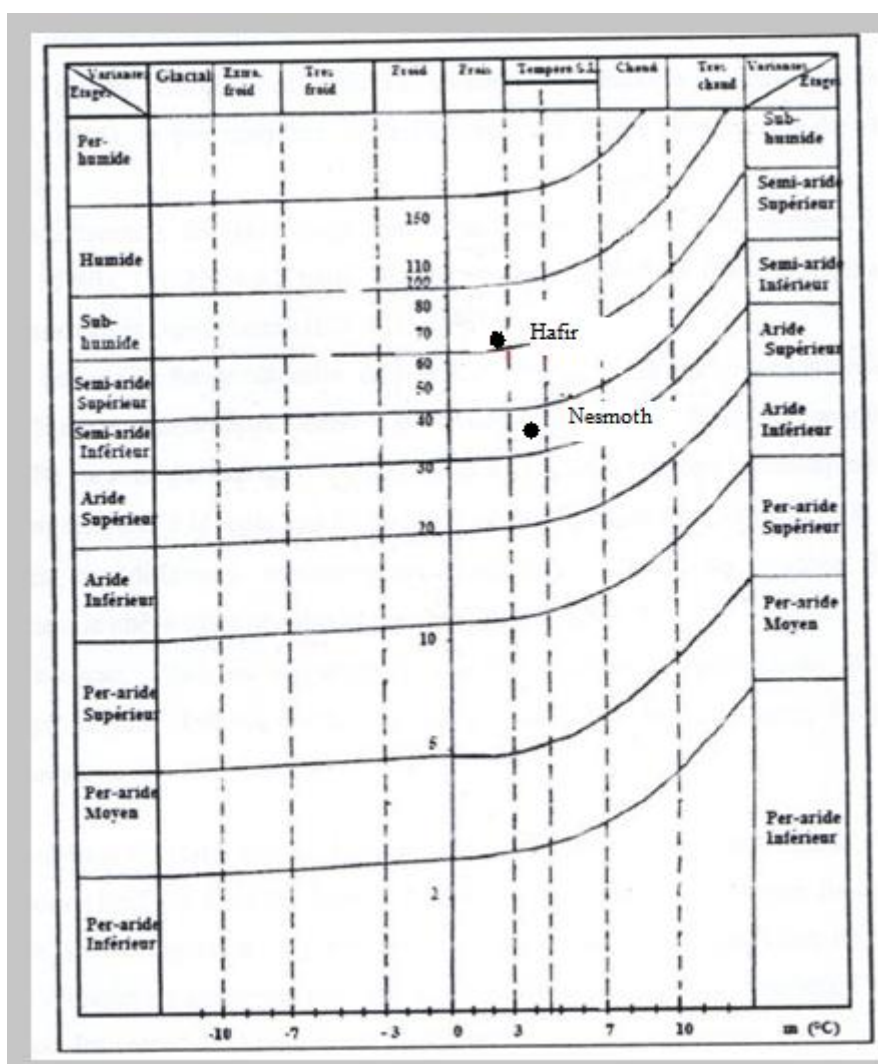


Figure n°12 : Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger des deux zones d'étude.

Pour la forêt de Nesmoth le  $Q_2$ ,  $Q_3$  calculés est respectivement de 30,55-31,73 avec un minimum moyen de température de 4,02°C sur le clima gramme d'emberger. Nous trouvons que la forêt de Nesmoth est sous l'influence d'un climat Semi-Aride à hiver frais. Le second, c'est le subhumide : pour la forêt de Hafir ( $Q_2$  est de 61,25). Elle se caractérise par des



précipitations printanières (régime saisonnier de type HP AE et une saison estivale relativement courte.



---

## **Chapitre II : Matériel et Méthodes**

---



### II.1. Matériel végétal

Notre expérimentation consiste à faire germer 150 glands de chêne liège dont la récolte a été effectuée sur des sujets adultes dans deux stations (Nesmoth, Hafir) choisies selon leur différenciation environnementale (étage bioclimatique, édaphique, géologique) et selon la présence des populations polymorphes de chêne liège.

L'échantillonnage réalisé est aléatoire selon la productivité des pieds portes graines, La récolte des glands qui sont murs de couleur brune uniforme, sains à l'intérieur est menée au mois de Novembre 2014.

### II.2. La mise en culture

#### II.2.1. Préparation des substrats

- **Élément rétenteur d'eau**

##### **Le terreau**

Dans notre expérimentation, nous avons utilisé le terreau comme rétenteur, c'est une matière organique naturelle provenant de la décomposition de la matière accumulée.

**Tableau n° 01** : Caractéristiques physico-chimique du terreau.

Matière organique	Matière sèche % de produit brut	pH(H <sub>2</sub> O)	CEC en pS/cm	Rétention en air %	capacité d'eau g	Volume en litre	Humidité en %
95%	35	5,8	500	15	800	70	57

- **Élément aérateur**

##### **Le sable**

Selon les exigences de chêne liège nous avons utilisé le sable

#### II.2.2. Semi et germination

Un lot de glands prétraités par un fongicide (le thirame), est mis à germer. Les glands d'abord trempés dans de l'eau chaude pendant quelques heures après une conservation d'un mois dans une température basse, puis mis à germer dans un mélange (sable et terreau 1/1), dans des pots de jardinage perforés mesurant 14×16.5×11.4 cm<sup>3</sup> soulevés sur des tables dans une serre où la T° de l'air est de 18/25°C (nuit/jour). L'irrigation se fait régulièrement avec de l'eau distillée deux fois par semaine. Nous considérons qu'un gland germe dès que la radicule perce le péricarpe et montre un géotropisme positif. Puis on détermine le taux de germination. Le semis des glands a été réalisé le 21/12/2014.



### II.3. Croissance et développement

Afin d'évaluer le développement de la plante, on a mesuré la hauteur des plants depuis le ras du sol jusqu'à l'apex et les nombre de feuilles.

### II.4. Travail au laboratoire

#### II.4.1. Etude biométrique

Au laboratoire, les glands prélevés ont fait l'objet de mesures (longueur, diamètre et poids) réalisés respectivement à l'aide d'un pied à coulisse manuel et une balance électronique. Le tableau n° 02 représente plusieurs critères physiques des glands de chaque provenance.

**Tableau n° 02 :** Caractères biométriques à mesurer.

	<b>Paramètres mesurés</b>	<b>Abréviations</b>	<b>Unités</b>
<b>Glands sans cupules</b>	Longueur	LOG	cm
	Largeur	LAG	cm
	Poids	PG	g
<b>Cupules</b>	Longueur	LOC	cm
	Largeur	LAC	cm
	Poids	PC	g

#### II.4.1.1. Hauteur de la tige

On a mesuré la hauteur de la tige depuis le ras du sol avec une règle graduée. La mesure est faite une fois par semaine.

#### II.4.1.2. Nombre de feuilles

Le nombre de feuilles est un bon indicateur des capacités assimilatrices de la plante et de sa production en biomasse (Fiscchesser et Dupuis Tate, 1996).

#### II.4.2. Traitements thermique appliqués

L'étude porte sur des plants ayant atteints le seuil de la 2eme vague de croissance qui se justifie par Payan (1982) qui montre que la premier vague n'est pas représentatif car elle se développe encore sous l'influence des réserves cotylédonaire qui varient d'un gland à l'autre (Alouie-Sossé et al., 1994). Cette influence devient négligeable lors de l'installation de la 2ème vague de croissance, choisie ici pour l'étude.



Les plants de chêne liège sont transférés à deux températures extrêmes (T0(-2) et T1 (44°C)) durant une période de 3 heures, puis remis en conditions initiales de culture. Les semis subissent trois répétitions successives à ces mêmes températures après 24 heures d'intervalle.



**Photo n° 03 :** application de stress thermique pour les deux températures 44°C (a) et -2°C (b).  
(Cliché, Yahiaoui, 2015).

### II.4.3. Etude de la conduction stomatique

Pour le comptage des stomates, on a réalisé des observations microscopiques en utilisant la méthode d'enlèvement des empreintes de la face inférieure des feuilles (Mazliak, 1974). L'observation des stomates a été faite avant et après le stress.



**Photo n° 04 :** Enlèvement des empreintes de la face inférieure des feuilles (cliché, Yahiaoui, 2015).



### II.5. La séparation électrophorétique

#### II.5.1 L'extraction des protéines

##### II.5.1.1 Protocole expérimental

- La méthode d'extraction des protéines et la conservation du culot à  $-20^{\circ}\text{C}$  :
- 1- Des tubes eppendorfs de 1.5 ml vides sont pesés.
  - 2- Les feuilles sont finement broyer à l'aide d'un mortier dans la glace.
  - 3- on ajoute 10 ml (8+2ml) de solution de précipitation par 0.5 g de feuilles dans les tubes eppendorfs, on place l'extrait dans un congélateur à  $-20^{\circ}\text{C}$
  - 4- les extraits sont centrifugés à 14 000 t/min pendant 15 min, pour séparer le culot protéine du surnageant.
  - 5- le surnageant est éliminé, le culot est couvert par 200  $\mu\text{l}$  de solution de rinçage éliminant les résidus de TCA, contenue dans la solution de précipitation. Les tubes sont placés 01 heure à  $-20^{\circ}\text{C}$ .
  - 6- Le rinçage est refait jusqu'à obtention d'un culot blanc.
  - 7- les culots sont séchés sous cloche à vide (01 heure)
  - 8- les tubes sont pesés pour déterminer le poids de chacun des culots secs.
  - 9- et enfin conserver le culot à  $T^{\circ} -20^{\circ}\text{C}$ .



**Photo n° 05:** Extraction des protéines sur mortier refroidi (Cliché Yahiaoui, 2015).

#### II.5.2. L'électrophorèse

##### II.5.2.1. Protocole expérimental

- **Le gel continu 10%**

Le gel continu de polyacrylamide 10%, a une épaisseur de 1 mm et il est confectionné à l'aide de 2 plaques de verres de dimension 10x10cm en utilisant des espaceurs, un peigne sert à la réalisation de 12 puis de 5mm de largeur. La composition de gel est résumée dans le tableau suivant :



**Tableau n°12 :** Composition de gel continu de 10% pour 10 ml.

Composé	Quantité
Eau distillée	4 ml
Solution de polyacrylamide	3.3 ml
Tris Hcl	2.5ml
Persulfate d'ammonium	0.1 $\mu$ l
Temed	50 $\mu$ l
SDS	0.1ml

La solution de polyacrylamide utilisée est composée de 30g d'acrylamide et 0,8 g de bisacrylamide. La polymérisation du gel est initiée par le persulfate d'Ammonium et est catalysée par le Temed.

➤ **Le tampon de cuve**

Pour 1 litre de tampon de cuve on utilise 3 g de Tris-Hcl et 14,4 g de glycine, le pH est ensuite ajusté à 8,7 (Vallejos, 1983).

➤ **Le tampon Tris-Hcl**

Pour 100  $\mu$ l de tampon de Tris on utilise 6.05 g de Tris-Hcl et 100 $\mu$ l d'eau distillé le pH est ensuite ajusté à 8,7.



**Photo n° 06:** Préparation des tampons (cliché Yahiaoui, 2015).

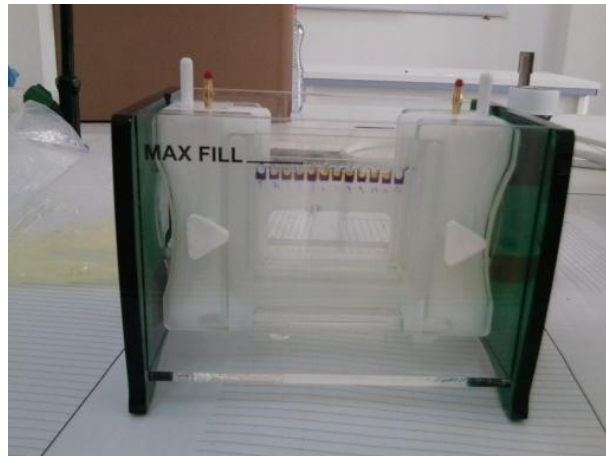
**II.5.2.2. L'électrophorèse verticale**

Ce genre de montage est surtout utilisé pour les matrices comme les gels de polyacrylamide. Les échantillons se déplacent généralement à l'intérieur de la matrice. La matrice est sous forme de matériel gélifié, entre deux plaques de verre. Elle est préparée peu avant usage en formant un "sandwich" plaque de verre/gel/plaque de verre. Durant la gélification on aura pris soin de faire des puits où on déposera des échantillons. Chaque extrémité du gel sera mise en contact avec un tampon contenant des électrolytes qui, soumis à un potentiel électrique,



permettra la propagation d'un courant dans le gel. Ce courant entrainera les molécules constituant l'échantillon. Cette migration permettra la séparation des diverses espèces moléculaires qui migreront à des vitesses différentes (Kamoun, 1977).

On utilise une «cuve à électrophorèse» essentiellement constituée de deux bacs contenant le tampon et une électrode. Anode et cathode sont reliées à un générateur de courant continu. Les extrémités du support solide trempent dans le tampon (Guastalla, 2003).



**Photo n° 07:** Appareil d'électrophorèse, dépôt des échantillons pour la séparation (cliché Yahiaoui, 2015).

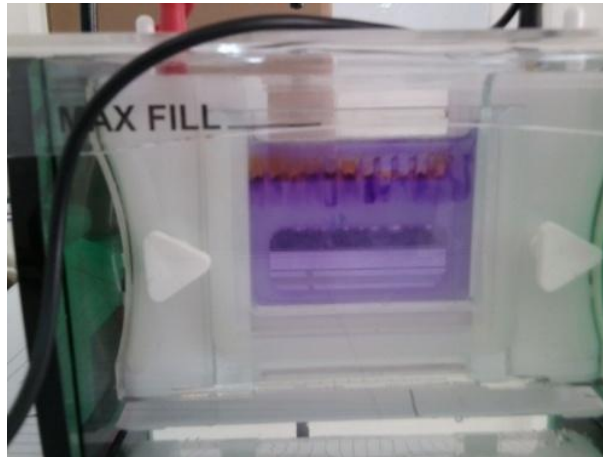
### II.5.2.3 La migration

15  $\mu$ l d'extrait protéique, sont introduits dans les puits (un écotype par puit) à l'aide d'une seringue Hamilton. Le bleu de bromophénol 0,02 mg/ml est utilisée pour indiquer le front de migration (Vallejos, 1983). Les cuves de l'appareil sont remplies de tampon jusqu'à ce que les deux extrémités du gel soient immergées. Les électrodes sont reliées au générateur qui fournit un courant continu de 50 mA d'intensité (Rouiller, 1981) et 150V de tension. Lors des manipulations, l'opération continue jusqu'à ce que le front de migration atteigne l'extrémité inférieure du gel.



**Tableau n° 13 :** Composition de Bleu de Bromophénol.

Composé	Quantité
Bleu de bromophénol	80g
Eau distillée	180 ml
Ethanol	20 ml



**Photo n° 08:** Migration des protéines. Clichées par Yahiaoui., 2015.

### II.5.2.4 La révélation

Le gel contenant les investiguées est soigneusement récupéré, rincé, puis mis dans une boîte où aura lieu la coloration spécifique des protéines par le Bleu de coomassie , il est ensuite immergé dans une solution de fixation composée de 7% d'acide acétique, puis conservé dans un film cellophane et numérisé (par scanner).



---

## **Chapitre III : Résultats et Discussions**

---

## Chapitre :III Résultats et Discussion

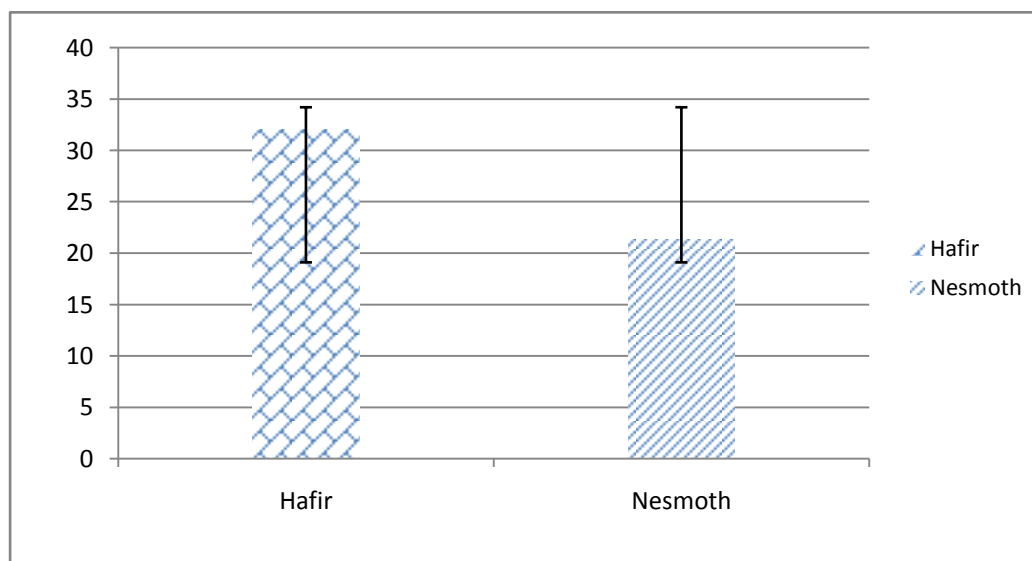
### III.1 Etude de la germination



La germination des semences de chêne liège est d'une manière générale très influencée par leur qualité et par la quantité d'éléments (eau, inhibiteurs, stimulateurs...) qu'elles contiennent d'une part et par les conditions biotiques et abiotiques qui les accueillent d'autre part (Merouani, 1993).

Nous constatons après quatre-vingt-dix jours de semis que le taux de germination des glands de forêt de Hafir atteint 20 %, ce taux augmente progressivement avec le temps, pour atteindre une valeur maximale de 32 % (Figure13) après cent-quinze jours.

Par ailleurs, le taux de germination des glands de la forêt de Nesmoth est de 21%.



**Figure13** : Taux de germination des deux provenances.

Selon Come (1975) la germination n'est possible que si un certain nombre de conditions favorables sont réunies : température, oxygène pour l'embryon, levée des inhibitions tégumentaires et les dormances embryonnaire. Pour cela nous avons choisi de trempées les glands dans l'eau chaude après une conservation de plus d'un mois dans une température basse afin de provoquer un choc thermique aux glands.

La mise en culture semi-conditionnés dans la serre permet de conserver la faculté germinative des glands tout en les protégeant du gel et en évitant leur dessèchement ou leur rancissement.

Du point de vue substrat, le mélange terreau-sable présente un taux très appréciable d'eau et d'air. Le début de la germination a commencé après trois mois qui donne l'occasion à une scarification hivernale qui permet de ramollir les téguments des glands qui



### Chapitre :III Résultats et Discussion

bloquent la germination (par leur étanchéité à l'air et à l'eau), et à maintenir un froid humide qui va permettre à la graine de sortir de sa dormance.

Ce taux de germination peut satisfaisant est peut-être dû à l'irrigation, un problème difficile à résoudre est celui du maintien de la teneur en eau à un niveau relativement élevé. Selon Bonnet-Massimbert et al. (1977), cette teneur est de 42% à 45% pour conserver le pouvoir germinatif des semences. Le seuil critique de déshydratation compatible avec le maintien du pouvoir germinatif se situe à 40% pour le chêne liège (Alatou, 1984 et Nibouche, 1998).

D'après cette expérience, nous constatons aussi que la germination des glands diffère selon la provenance, cela est dû aux caractéristiques qualitatives et quantitatives des glands qui varient en fonction de l'origine des semences et voir même entre les glands d'une même provenance. Les glands ne germent pas à la même vitesse, ce qui a été prouvé par les travaux de Come (1975). Il a démontré que sur le même arbre, les glands peuvent être dans un état physiologique différent. En milieu naturel, les glands ne germent pas tous avec la même vitesse, même s'il se trouve dans des conditions apparemment identiques. Ceci est dû aux inhibitions tégumentaires que subit le gland, en raison de la présence de composés phénoliques dans les enveloppes séminales.

#### III.2 Etude stomatique

Les stomates mesurent de 5 à 30  $\mu\text{m}$  et leur densité varie de 0 à 300 par  $\text{mm}^2$  selon l'espèce, la densité stomatique moyenne chez les plantes cultivées est de 131stm/ $\text{mm}^2$  (Mazliak, 1974). Comparativement aux arbres sahariens, chez *Pistascia terebinthus*, elle est de 510.8/ $\text{mm}^2$  alors que chez *Pistascia atlantica*, elle est de 439.81 / $\text{mm}^2$  (Özeker et Misirli, 2001).

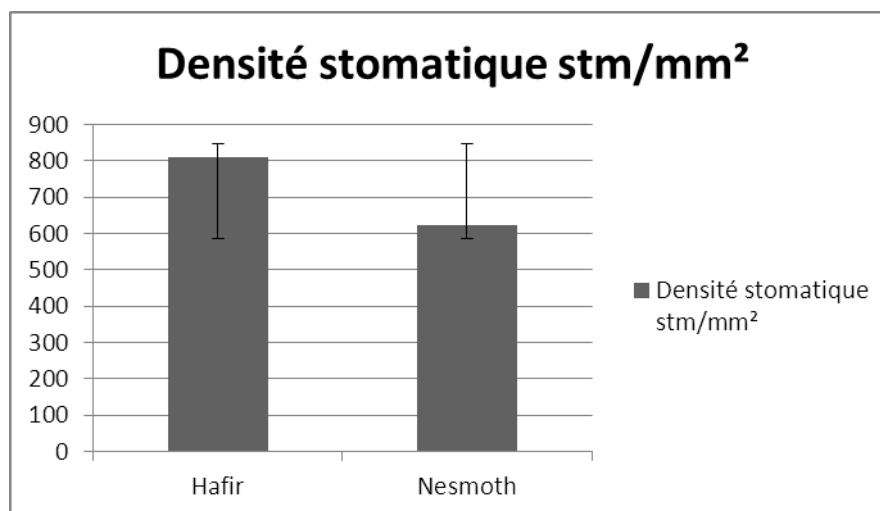
D'après les résultats que nous avons obtenus (Figure14) nous constatons que la forêt de Hafir représente le taux de densité stomatiques le plus élevé avoisinant les 810 stomates/ $\text{mm}^2$ . Par contre cette densité apparaît plus faible dans la forêt de Nesmoth avec une moyenne de 624 stomates/ $\text{mm}^2$ (Figure14).

Aussenac (1973) affirme que l'augmentation de la densité stomatique et la réduction de la dimension des stomates correspondent à une meilleure adaptation vis à vis de l'économie de l'eau, ce qui a été démontré par nos résultats. La forêt qui présente le taux le plus élevé, est celle de Hafir, elle appartient à un étage bioclimatique le plus frais sub humide comparativement à celles de Nsmoth (semi-aride) ou la température maximale peut atteindre 37.52°C(Figure07)et une évaporation mensuelle de 230.01mm (Figure09) en été. Ceci pourrait être à l'origine de la diminution de la densité stomatique de cette forêt.



### Chapitre :III Résultats et Discussion

Il existe d'autres facteurs qui interviennent dans les caractéristiques stomatiques du chêne liège et leur densité telle que le facteur génétique, comme Brunei et Binet (1967) notent que la densité stomatique est en fonction des facteurs génétiques. Donc une analyse génétique complémentaire pourrait confirmer cette adaptation aux facteurs climatiques.



**Figure14:** Densité stomatique des deux forêts.

Le degré de fermeture et d'ouverture des stomates varie avec les espèces (Gharti Chhrti et Lales, 1990). Le principe de fonctionnement des stomates repose essentiellement sur les variations du potentiel de turgescence dans les cellules de garde. Celles-ci sont déterminées par de nombreux facteurs dont certaines sont liés à l'environnement et les autres à la plante elle-même (Bennaceur 1997) in ( Bezzela, 2005).

La température de la feuille reste inférieure de 1°C à celle de l'air, même lorsque la transpiration est très faible.

La température influe sur le degré d'ouverture des stomates (Photo n°09), une ouverture maximale est généralement observée pour 25°C, ce que nous remarquons pour les deux forêt à une température ambiante (témoin). Aux plus hautes températures les stomates ont tendance à se refermer, (Mazliak, 1974).

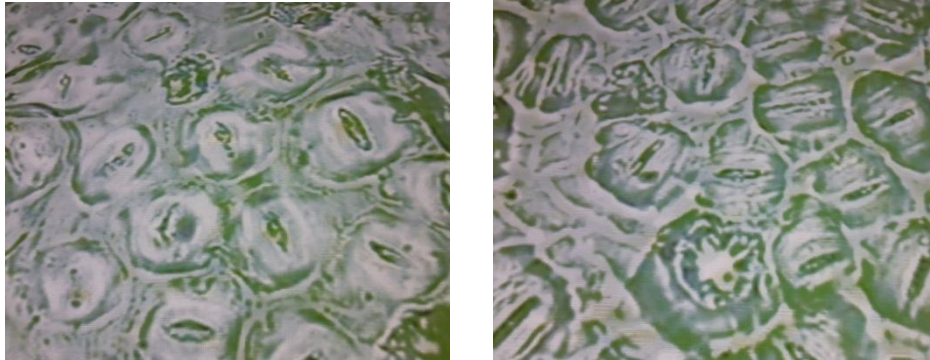
La baisse de transpiration de la feuille est obtenue par l'acide abscissique (ABA) qui déclenche la fermeture rapide des stomates (Cornic, 2007).

L'observation de mouvement de la surface d'ouverture stomatique varie selon la température pour les feuilles des deux forêts. Nous constatons la fermeture de l'ostiole par la diminution de sa largeur jusqu'à la fermeture totale des stomates à 44°C (Photo n°10) et qui a été prouvée par les travaux de Mazliak, (1974) que au-delà de 25 à 30°C, elle provoque la fermeture des stomates et donc une diminution de la transpiration.

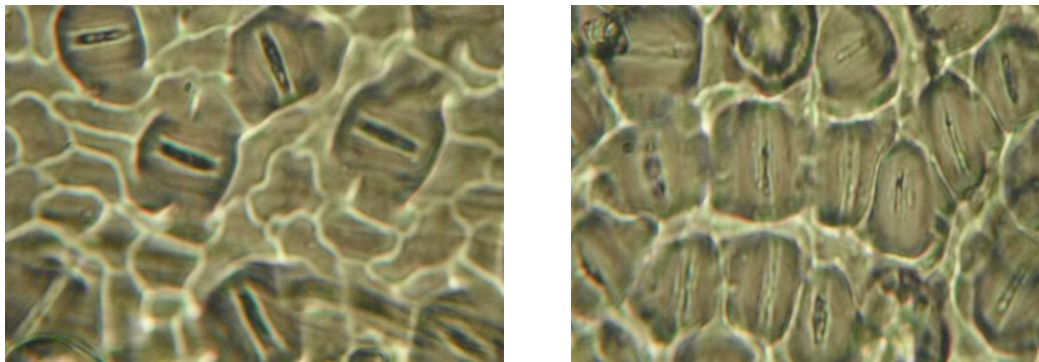
### Chapitre :III Résultats et Discussion



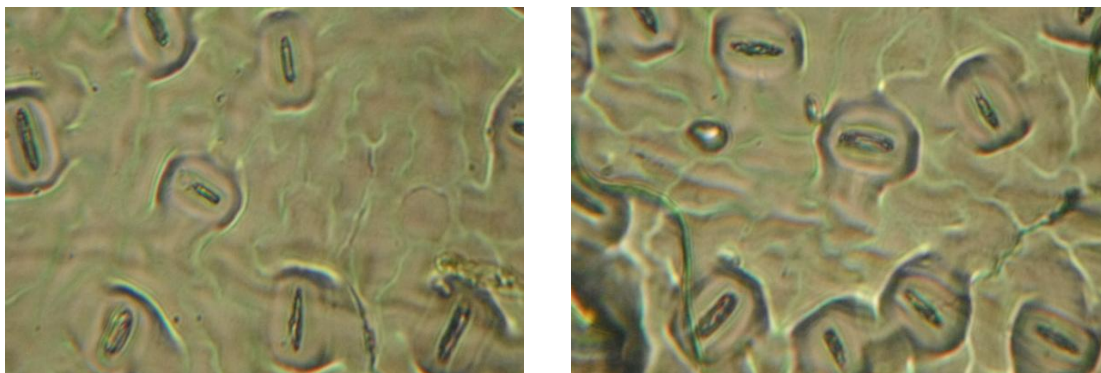
Par contre pour les températures de  $-2^{\circ}\text{C}$  nous observons la fermeture progressive de l'ostiole des stomates des deux forêts (Photo n°11).



**Photo n° 09:** Observation des stomates au microscope à gauche forêt de Nesmoth et à droite celles de Hafir stations (40X). (Clichées Yahiaoui, 2015).



**Photo n°10:** Observation des stomates à  $44^{\circ}\text{C}$  au microscope(40X) à gauche forêt de Nesmoth et à droite celle de Hafir (Clichées Yahiaoui, 2015).



**Photo n°11:** Observation des stomates à  $-2^{\circ}\text{C}$  au microscope (40X) à gauche forêt de Nesmoth et à droite celle de Hafir. (Clichées Yahiaoui, 2015).



### Chapitre :III Résultats et Discussion

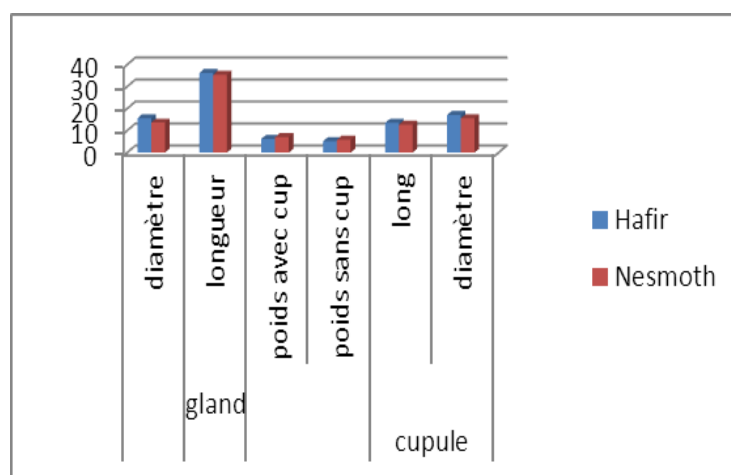
Ce qui a été prouvé par Cornic (2007), chez les végétaux dont les feuilles ne sont pas caduques, les basses températures diminuent la transpiration et l'absorption racinaire: le déficit hydrique étant faible, les stomates se ferment.

#### III.3 Biométrie des glands

Nous avons mesuré la longueur, le diamètre et le poids des glands, on remarque que la longueur moyenne des glands du site Hafir (36,19 mm) est plus longue que ceux de Nesmoth (35,31mm) (Figure15).

Quant au diamètre des glands, le site de Hafir présente une moyenne de (15,58 mm), ils sont plus larges que ceux de Nesmoth (13,61mm). Le poids s'avère aussi différents entre les deux provenances, les glands de la forêt de Nesmoth sont semblables (7,03g) que ceux de Hafir (6,24g) (Figure15).

En ce qui concerne les cupules, nous constatons que le diamètre de ces derniers varie aussi d'une forêt à l'autre, la forêt de Hafir présente des cupules plus larges (17,05 mm) que celles de Nesmoth (15,55mm). Toutefois la longueur des cupules de Hafir (13,50mm) sont plus longues que ceux de Nesmoth (12,71mm).



**Figure15** :Biométrie des gland des deux provenances.

La taille et le poids des glands du chêne-liège sont très variables, ils jouent un rôle important dans la germination. Dans l'ouest algérien la moyenne de la longueur varie entre 1,35 à 1,69 cm proche de nos résultats, à l'Est ils sont deux fois plus grands (Bouhraoua, 2003). Selon le même auteur l'absence d'une corrélation nette entre la longueur et le diamètre souligne l'existence de plusieurs formes allant de la forme arrondie à la forme subcylindrique (Bouhraoua, 2003).

#### III.4 Croissance des tiges :

Pour la croissance en hauteur, les résultats montrent que les plantules des deux forêts suivent la même allure avec des différences importantes entre eux (Hafie et Nesmoth)



### Chapitre :III Résultats et Discussion

(Figure16). Pour la forêt de Hafir, l'apparition des tiges commence dès la deuxième semaine, à la 8ème semaine 95% des glands donnent des plantules, la mortalité des plantules commence dès la 8ème semaine. Après 64 jours, sur l'ensemble des plantules, la taille maximale des tiges observées est de 14 cm (Photo n° 12). A la fin de la phase de la croissance (64 jours) nous enregistrons trois plantes mortes.

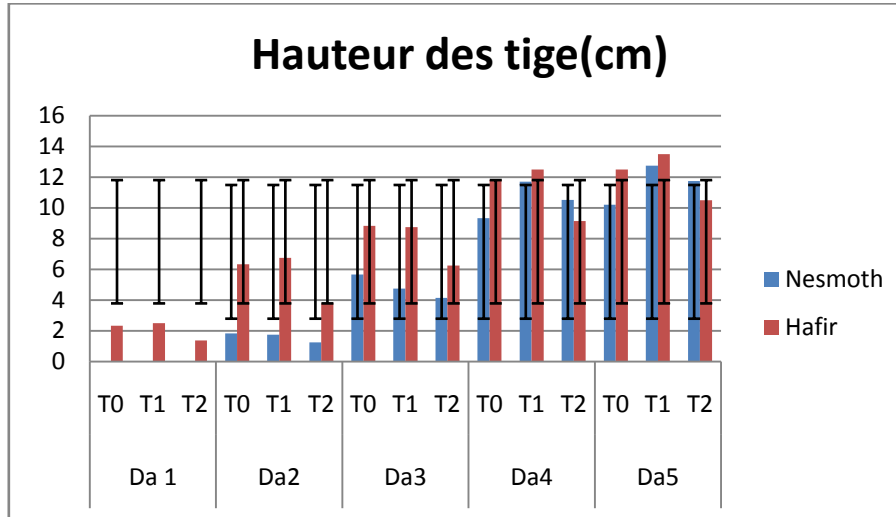
Par contre la forêt de Nesmoth, après 46 jours la taille maximale de la tige a été enregistrée est de 13cm (Figure16), la moyenne maximale est de 12.75 cm (T1)

L'apparition des tiges commence dès la deuxième semaine, à la 5ème semaine 100% des glands germés donnent des plantules, la mortalité des plantules commence dès la 5<sup>ème</sup> semaine.



**Photo n° 12** : le suivi de la croissance des plantes. (Clichées Yahiaoui, 2015).

Nous constatons que la croissance augmente progressivement durant les premiers 15 jours, après cette date il y avait une progression remarquable pour les deux forêts durant les deux dates Da3 et Da4. Après l'obtention des mesures de la quatrième date les plans ont subi un stress thermique à deux température (-2°C et 44°C) pour les plantules de deuxième vague de croissance.



**Figure 16:** Evolution de la hauteur moyenne en fonction du temps pour les deux provenances de chêne liège.

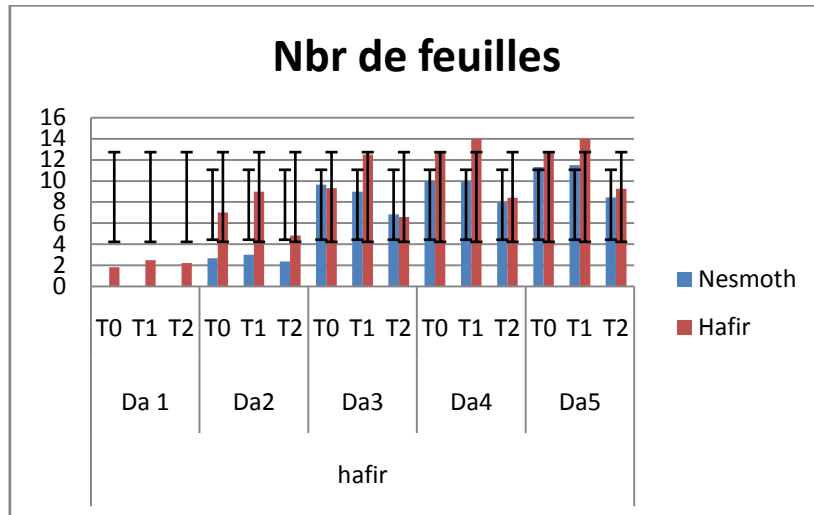
Cependant l'analyse de la courbe de croissance (figure n°16) montre que les plantules des deux forêts subissent un ralentissement durant la 5<sup>ème</sup> Da. Ceci est pour les plantules T1 et T0 à l'effet de la température extrême. Nous avons observé le dessèchement des feuille après chaque répétition de stress. Mais cette influence n'empêche pas la croissance de la plantule, ce qui prouve que les températures comprises entre -2°C et 42°C demeurent acceptable pour la croissance des semis de chêne liège.

Par contre nous observons que la longueur des semis stressés est relativement identique au témoin cela est due à la croissance rythmique du chêne liège qui a été confirmé par le même auteur, la croissance végétative débute en mi-mars et s'achève en juillet (Alatou, 1989). Ce phénomène s'expliquerait d'après Belabbes (1994), Pizet et Simohamed (1988) par les fortes températures qui provoquent le développement des ramifications latérales, qui occasionnent le ralentissement de la croissance apicale.

### III.5 Croissance des feuilles :

Sur les tiges de la forêt de Hafir commence à apparaître les feuilles dès la 2<sup>ème</sup> semaine et leur nombre augmente durant la phase de croissance. Pendant la 4<sup>ème</sup> semaine on enregistre 90% des plantules qui présentent des feuilles, après 64 jours le nombre de feuilles le plus important est de 16 feuilles a été enregistré (Figure17).





**Figure17 :** Evolution du nombre des feuilles en fonction du temps pour les deux provenances de chêne liège. Les glands de la forêt de Nesmoth commence à apparaître des feuilles dès la 2<sup>ème</sup> semaine aussi, lors de la 5<sup>ème</sup> semaine nous avons enregistré 90% des plantules qui présentent des feuilles, après 46 jours le nombre de feuilles le plus important est de 13 feuilles (Figure17), la moyenne est de 11.5 (Photo n° 13 ).



**Photo n° 13 :** les jeunes plants des deux forets à gauche forêt de Nesmoth et à droite celle de Hafir . (Clichées Yahiaoui, 2015).

Nous constatons la même allure d'augmentation des nombres de feuilles comparativement avec celle de la croissance en hauteur. De même pour l'effet de stress appliqué, sauf que nous remarquons le dessèchement et l'enroulement des feuilles après chaque répétition de stress pour 44°C de température et le changement de couleur des feuilles au noir pour les feuilles qui ont subi un stress à -2°C de température. Selon La varenne-Allary (1964) le ralentissement de la croissance n'est pas dû à l'effet de la température. Il confirme que les arrêts et reprises de croissance des bourgeons de chêne ne sont pas liés à des variations du milieu, donc ils présentent un caractère endogène.

Pour un chêne cultivé en conditions uniformes à 25° C en jours longs ou continus, l'entrée en repos est causée par une inhibition corrélative, exercée par des jeunes limbes. Le



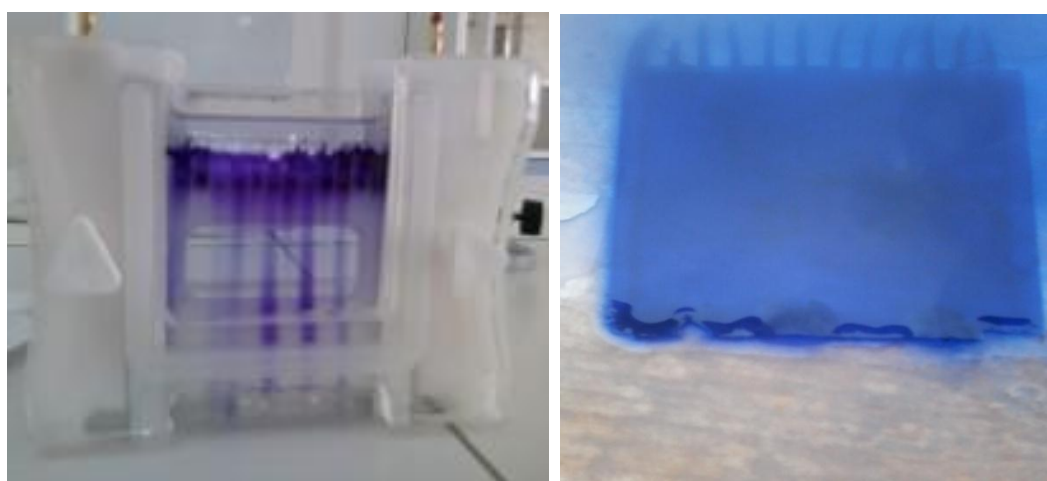
### Chapitre :III Résultats et Discussion

nombre de pousses observées est de deux à trois entre le mois d'avril et novembre. Au-delà s'installe une dormance automno- hivernal (Alatou, 1992), le nombre de pousses est fonction de la répartition géographique (zone littorale ou continentale). La première pousse a lieu au mois d'Avril, le débourrement est observé au mois de Mars, le second "flush" se réalise au mois de Juin-Juillet, la troisième pousse a lieu au mois d'Octobre- Novembre, la croissance de cette troisième pousse est variable d'une station a une autre (Aissani et Bousbaa, 1991).

#### III.6 L'électrophorèse :

L'application de la séparation électrophorétique a pour but d'évaluer l'adaptation et le comportement des plantules de chêne liège vis-à-vis du stress thermique. Cette expérience après plusieurs répétition et à différentes concentration de gel et plusieurs techniques de révélation n'a pas donné de résultats (Figurn°14). Malgré notre bonne volonté et l'assistance des responsables du laboratoire (université de Mascara) nos résultats sont négatifs pour ce test.

Nous avons obtenus un gel bien polymérisé mais le problème se trouve au niveau de la migration des protéines totaux ou de la révélation. Cet obstacle est peut être lié à plusieurs paramètres, selon Shaw et al.,(2003) les lipides se lie au protéines par des interactions hydrophobes affectant leur charge et leur masse moléculaire, ce complexe protéine-lipide est insoluble dans les solutions aqueuses, conduisant généralement à l'échec de la pénétration des protéines dans le gel.



**Figure n° 14** : la migration des protéines et la décoloration de gel (Clichées Yahiaoui, 2015).

Tout comme les lipides mais à moindre titre, les polysaccharides (amidon, glycogène, etc .) augmente la viscosité de la solution et obstruent les pores du gel vu leur charge et leur masse moléculaire(Hurkman,1986).



### **Chapitre :III Résultats et Discussion**

Les acides nucléiques aussi peuvent avoir un effet négatif sur cet étapes car ceux sont de grosses molécules, qui augmentent considérablement la viscosité de la solution et obstruent les pores du gel ( Shaw et al.,2003) qui se comportent comme poly-anions , et se lient aux protéines par des interactions électrostatiques ( Galante,1976) .

---



# Conclusion



### Conclusion

Au terme de notre travail, nous avons procédé à l'étude du comportement du chêne liège dans deux localités (Nesmoth et Hafir), lesquelles nous ont permis d'évaluer les caractéristiques écologiques de chacune des stations.

En premier lieu nous avons étudié la biométrie des glands (diamètre, longueur et poids), il existe une légère différence entre les deux provenances. La forêt de Hafir représente les valeurs les plus élevées ce qui est peut-être à l'origine du taux de germination pour cette station, ceci a été confirmé par Bouhraoua (2003). La taille et le poids des glands du chêne-liège sont très variables, ils jouent un rôle important dans la germination. La provenance de Hafir permet de donner le taux moyen le plus élevé soit 32%.

La croissance des plants de chêne liège dans les deux forêts est rythmique, et suivent la même allure avec des différences importantes entre eux. Après 64 jours, sur l'ensemble des plantules, la taille maximale des tiges observées est de 14 cm pour la forêt de Hafir.

En deuxième lieu, nous avons étudié la résistance stomatique nous observons que les plants ayant subi différents stress thermiques ont donné de meilleurs résultats, sans doute exprimé par l'adaptation et la résistance de l'espèce au stress et aux contraintes climatiques diverses quelque soit la densité stomatique ou la conductance stomatique pour les deux températures extrêmes et les deux provenances.

Pour la dernière étape nous avons effectués plusieurs répétitions de la séparation électrophorétique mais nos résultats sont négatifs pour ce test pour les raisons cités précédemment

Cependant d'après les résultats des études cités précédemment nous constatons que la forêt de Hafir est plus favorable pour le *Quercus suber* que celle de Nesmoth. Nous observons aussi la stérilité des deux forêts qui peut être due au surpâturage et l'irrégularité des glandées.

Au vu de l'utilisation massive de liège à l'échelle mondiale à usage utile et pratique, nous interrogeons sur le retard accusé par l'Algérie pour multiplier les efforts à investir dans la plantation de cette catégorie d'espèce. Particulièrement que l'Algérie s'étale sur une superficie vaste avoisinant les 2.300,000Km<sup>2</sup>, soit le plus grand pays dans le continent Africain.

## **Références Bibliographiques**

**Aafi, A .,(2006).** La Mamora. *Encyclopédie du Maroc*, N°21 : 7199-7200.

**Aissanir,Bousbaad.,(1991)**Croissancerythmiquededeuxchênesméditerranéens:lechêneliège(*QuercusSuberL.*)etlechênezeen(*QuercusmirbeckiiDurien*),memoired'ing.EcologieUniv.DeConstantine,80p.

**Alatou.D .,(1984).** Facteurs physiologiques de croissance interspécifique du chêne liège et du chêne zeen . P 123. Université de Constantine.

**Alatou. D., (1990).** Recherche sur le déterminisme de la croissance rythmique du Chêne (*Quercus pedunculata*, *Quercus mirbikii durieu*, *Quercus suber. L*) Etude Morphologique, biochimique et écophysologie. Thèse doc. État science, Université De Constantine, P 109.

**Alatou D., (1992).** Croissance rythmique de deux espèces de chêne : chêne zeen et chêne liège. 2ème séminaire national de la biologie végétale et environnement. Annaba Oct. 1992.

**Alatou., (1993).** Approche du déterminisme du rythme de croissance endogène des jeunes chênes pédonculés par modulation de l'intensité lumineuse. *Ann. Sci. For.* 50 : 257-272.

**Alatou D., (1994).** Croissance rythmique du chêne liège et du chêne zeen – première journée sur les végétaux ligneux- (Constantine 14 et 15 Novembre 1994).

**Aussenac,G.(1973):**Effetsdeconditionsmicroclimatiquesdifférentessurlamorphologieetlastructureanatomiquedes aiguillesdequelquesrésineux. *Annales Sciences Forestières I.N.R.A.* 30(4)

**Belabbes, D., (1996):** le chêne-liège. *La forêt Algérienne* n°1, février, mars, pp. 26-30

**Belaidi., (2008)** Etude comparative de trois provenances de chêne liège (*Quercus suber L*) élevées sur différents substrats en pépinière hors-sol de Guerbes

(Wilaya de SKIKDA), Université El Hadj LakhdarBatna ,Mémoire de Magistère en Sciences Agronomiques

**Boudy P.,(1950):**Economie forestière nord africaine.Tome 2(1): Monographie et traitements des essences forestières.Larousse, Paris, 525 p

**BoudyP., (1952)** – Guide du forestier en Afrique du Nord Paris, Maison rustique, 509 p.

**Bridel., (2008)** Quelques substrats utilisés en botanique , Version du 7 août 2008 , Le forum des bonsaï.

**Bouhraoua R.T, (2003):** Situation sanitaire de quelques forêts de chêne –liège de l’ouest algérien. Etude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse. Doct. Dept. Forest. Fac. Sci., Univ. Tlemcen , 267 p.

**Boufares ., (2012)** Comportement de trois variétés de pommes de terre (*Spunta, Désirée* et *Chubaek*) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique , Université Aboubekr Belkaïd – Tlemcen , Mémoire de Magistère en Sciences Agronomiques

Binet, J., Brunei, J.-P., 1967. Physiologie végétale. Tome I. Éd. Doin, Paris. 439 p

**Bezzela A. (2005)** Essai d'introduction de l'arganier ( *argania Spinosa L Skeels*) dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres des résistances à la sécheresse; thèse de magister. Uni Batna. 115p.

**C.F.W.T, (1996).** Répartition des forêts domaniales de la circonscription par district et par commune. Circonscription de Tlemcen, 4 p.

**Camusa., (1938):** Les chênes. Monographie du genre *Quercus* L. sous genre *Cyclobalanopsis*, sous genre en *Quercus* Euc. Ec. Sylv. 6. Ed Le Chevalier

**Chouial, A., (2004)** : La culture du chêne liège (*Quercus suber* L.) en pépinière hors-sol. Bull. Rech. For. Algérie, 7p.

**Chouial Ali., (2010)** . ALGER production de plants forestiers en hors- sol cas du chene-liège, Institut National de la Recherche Forestière Arboretum de Bainem BP 37 Cheraga .

**Cambridge:** Cambridge University Press. ISBN 978 0521 88009-1

**Cobraj., (2000)** Le future de chêne liège, la réalité présente et les incertitude de demain. Colloque de chêne liège, 15 et 16 Juin 2000- France

**Daget, P. 1977.** Le bioclimat méditerranéen : analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. Végétario, vol. 34, n. 2, p. 87-103.

**Dessain, G., (1992).** Histoire de l'utilisation du liège. In actes du colloque : Les subéraies méditerranéennes. Direction départementale de l'Agriculture et de la forêt des Pyrénées orientales et l'association Vivexpo (France), pp. 11-21.

**El aantry tazi S., Abourouh M et Aafia., (2008):** Etat des connaissances scientifiques sur les subéraies : bilan et perspectives. Ann. Rech. For. Maroc. Tome spécial 39 : 9-18.

**Frochot H et Levy G., (1986)** – Facteurs du milieu et optimisation de la croissance Initiale en plantations de feuillus Rev For. Fr. XXXVIII- 3, 301-306.

**Gabriel Cornic, (2007),** Effet de la température sur la photosynthèse, Généralités : Température de feuille et transpiration. P 03.

**Galent .,(1976)** .Binding of ampholine to transfer RNA .Biochim Biophys Acta 442 :P 309-315.

**Ghrti-Chherti G.B et Lales J.S. (1990).** Biochemical and physiological responses of nine spring wheat (*Triticum aestivum*) cultivars to drought stress at reproductive stage in the tropic. Belg. J.Bot. **123**, 2 7- 35.

**Guastalla J., (2003)** – Electrophorese.2003 Encyclopedia Universalis France S A.

**Gil, L. & Varela, M.C. (2008).** EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for cork oak (*Quercus suber*).Bioversity International, Rome, Italy. 6 pages.

**Hurkman ,W .J et Tanaka, C .k.(1986).**Solubilization of Plant Membrane Proteins for Analysis by Two –Dimensional Gel electrophoresis .Plant Physiol 81 :p 802-806 .

**Houari, H., (1992).** Contribution à l'étude de production subéreuse de la forêt domaniale de Hafir (Tlemcen), Thèse. Ing. D'état. Inst. Forest. Univ. Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, pp 1-33.

**IPCC.Intergovernmental Panel on Climate Change, (2007):** Climate Change 2007 –The Physical Science Basis:Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC.

**Khémis ,(1950)** : dans cette forêt de 20 000 ha qui est une des plus belles yeuseraies de la région oranaise s'étend par place un petit peuplement de chêne liège mélangé de frêne, chêne kermès et pin d'Alep (Thintoin, 1948).

**Kamoun P., (1977)** – Appareils et methodes en biochimie, Flammmation Medecine Sciences.

**Kramer P.J., (1983):** Waterrelations of plants. New York:Academic Press. 489p

**KADI Zahia.,(2012 ),** SELECTION DE L'ORGE (*Hordeum vulgare*L.) pour la tolerance aux stress abiotiques, Thèse de Doctorat en Sciences .P 8-9 .

**Marion, J. (1951).** La régénération naturelle du chêne-liège en Mamora. Ann. Rech. For. Maroc. Rapport annuel pp 25-57

**MARION, J., (1955).** Observation sur la sylviculture du chêne liège dans le massif forestier Zaian Zemmour ou plateau d'Oulmes (Maroc). Ann. Rech. For., Rabat, Rapports annuels 1953-1954



**Mazliak. (1998)** Physiologie végétale II, croissance et développement. Herman, Paris, 575p.

**Merouani H., Branco M., Almeida M.H. ET Pereira J.S., (2001):** Effects of acorn storage duration and parental tree on emergence and physiological status of cork oak (*Quercus suber* L.) seedlings. –Ann. For. Sci. 58: 542-554

**Messaoudenem., (1984):** Résultats des essais de semi directs du chêne-liège à Melata. Rapport interne. Institut National de Recherche Forestière (INRF-Algérie):10

**Metro A., (1958):** Les forêts. Atlas du Maroc. Institut Scientifique Chérifien, Rabat, 157p.

**Morel Ph., Poncet L., Rivière L.M., (2000).** *Les supports de culture horticoles*. INRA Editions. 87p

**Natividade J.V., (1956):** Subericulture. Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, 302p

**Dessain, G., (1992).** Histoire de l'utilisation du liège. In actes du colloque : Les subéraies méditerranéennes. Direction départementale de l'Agriculture et de la forêt des Pyrénées orientales et l'association Vivexpo (France), pp. 11-21.

**Nsibi, R., (2005).** Sénescence et rajeunissement des subéraies de Tabarka-Ain Drahem avec approches écologiques et biotechnologiques. Thèse Doc. En Sci. Biol., Fac. Sci. Tunis, Univ. Tunis II, 156p. 2 : 25-57.

**Nibouche F ; (1998)** Stress lumineux et rythme de croissance chez le chêne liège (*Quercus suber* L) Mémoire d'ingénieur d'état. Université de Constantine. 49p.

**Özeker E., Misirli A., (2001)-** Research on leaf properties and stomata distribution of some *Pistacia* spp. Zaragoza. Ed. CIHEAM-IAMZ : 237-241.

**Oukarroum. (2007).** Probing the responses of barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) by chlorophyll *a* fluorescence OLCJIP under drought stress and re-watering. *Env. Exp. Bot.* **60**: 438-446.

**Piazzetta R., (2005)** .Etat des lieux de la filière liège française. Institut Méditerranéen du Liège - Vivès.

**Quezel P. & Santa S., (1962):** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1. CNRS, Paris, 565 p

**Rawson., (1993).** Whole-cell Biosensors for environmental monitoring. *Biosensors*, 4: 299-311.

**Renou V., 1(1942) :** Forêts de l'Algérie. Première partie : Description. *Ann. Fores.*, 1(30, Août 1842).

**Rouiller M, (1981)** - Techniques d'analyses et de contrôles dans les industries Agroalimentaires. Tome 2. Principes des techniques d'analyses. Coordonnateur G. Linden. pp 96-110. Eds Tanksley, S. D. and Orton, T. S.), Elsevier, Amsterdam, 1983, pp. 469–516.

**Shaw M., et al (2003)** . Sample préparation for two-dimensional gel electrophoresis . Protéomics,3 :1408-1417 .

**Sauvagnac, G., (1956)**. Les forêts domaniales de Zariéffet et de Hafir. Bulletin de la Société des Amis du vieux Tlemcen, 4(1955-1956) : 47-53.

**Saouli A, (2009)**- Caractérisation des composés chimiques des glands de chêne liège étude de la germination, interaction glands insectes.

**Teskey R.O.** Physiology and genetics of tree growth response to moisture and temperature stress: An examination of the characteristics of loblolly pine (*Pinus taeda* L.). *Tree physiol.* 3:41-61

**Vallejos C., (1983)** - Enzyme activity staining. In *Isozymes in Plant Genetics and Breeding*

**Varelam. C., (2004)**- Le liège et le système de chêne-liège. Station de recherche forestière nationale d'Oeiras, Portugal. H.D. Écrit "

**Vallette A., (1992)**: la subéraie maghrébine. «Actes du colloque le subéraie méditerranéenne», Vive: 90-97

**Zahaf et Benslim., (2014)**, Contribution à l'étude de la variabilité stomatique des subéraies de la région Ouest Algérienne, mémoire de Ingénieure d'Etat en EVE, université de Mascara, p53-54.

**Zine M., (1992)**: Situation et perspectives d'avenir du liège en Algérie. Actes du colloque « Les Subéraies méditerranéennes », Vives: 98-107.

**Zeraia, L., (1982)**- le chêne-liège, phytosociologie, édaphologie, régénération et productivité. Institut national de la recherche forestière, 159p.

**Zitouni A, Kahia F, Djellabi A (2002)** – Recherche de substrats de culture à base de matériaux locaux pour la production de plants forestiers en hors-sol.

## Annexe

---

**Tableau n°15** : Taux de germination des deux provenances.

	<b>Hafir</b>	<b>Nesmoth</b>
<b>Taux de Germination%</b>	32	21,33

**Tableau n° 16** : Densité stomatique des deux forêts.

	<b>Hafir</b>	<b>Nesmoth</b>
<b>Densité stomatique stm/mm<sup>2</sup></b>	810	624

**Tableau n° 17** : Evolution du nombre des feuilles en fonction du temps pour les deux provenances

<b>semaines</b>	<b>traitement</b>	<b>Nesmoth</b>	<b>Hafir</b>
Da 1	T0		1,83
	T1		2,5
	T2		2,21
Da2	T0	2,67	7,00
	T1	3	9
	T2	2,36	4,8
Da3	T0	9,67	9,33
	T1	9	12,5
	T2	6,82	6,58
Da4	T0	10,00	12,83
	T1	10	14,00
	T2	7,95	8,42
Da5	T0	11,33	12,67
	T1	11,5	14,00
	T2	8,45	9,25

**Tableau n° 18** : Evolution de la hauteur moyenne en fonction du temps pour les deux provenances de chêne liège.

## Annexe

semaines	traitement	Nesmoth	Hafir
Da 1	T0		2,33
	T1		2,5
	T2		1,37
Da2	T0	1,83	6,33
	T1	1,75	6,75
	T2	1,25	3,8
Da3	T0	5,67	8,83
	T1	4,75	8,75
	T2	4,14	6,25
Da4	T0	9,33	11,83
	T1	11,7	12,50
	T2	10,52	9,15
Da5	T0	10,20	12,50
	T1	12,75	13,50
	T2	11,75	10,50

**Tableau n° 19:** les caractéristique physoco-chimiques des sol s des deux forêts

Forêt	texture sol	pH	CE	Calcaire	Matière organique
Nesmoth	sable/limon/argile 73,71/19,7/6,35	8,09	0,09	22,15	3,45
Hafir	texture sol sable/limon/argile 92,2/7,79/0	8,16	0,11	15,9	0,03

**Tableau n° 20 :** Biométrie des gland des deux provenances.

gland				cupule		
	diamètre	longueur	poids avec cup	poids sans cup	long	diamètre
Hafir	15,5831333	36,1903333	6,24213333	5,17013333	13,5022667	17,0524667

## Annexe

---

Nesmoth	13,6184	35,3180667	7,03386667	5,77806667	12,7161333	15,5531333
---------	---------	------------	------------	------------	------------	------------

**Tableau n° 21** : Moyennes mensuelles annuelles des précipitations des forêts de Nesmoth(1989-2011).

mois	P(mm)
Janvier	35,88
Février	32,05
Mars	29,82
Avril	36,97
Mai	27,64
Juin	5,92
Juillet	1,47
Aout	7,06
September	16,39
Octobre	26,86
Novembre	46,07
Décembre	34,53

**Tableau n° 22** : Humidité moyenne mensuelle de la station de Nesmoth (1996-2011).

mois	HUMoy%	HuMax%	Humin%
Janvier	71,27	97,18	45,37
Février	64,63	84,34	44,93
Mars	57,46	78,31	36,37
Avril	56,59	78,13	35,06
Mai	5,52	78,31	32,1
Juin	50,45	77,31	23,59
Juillet	41,15	64,56	17,75
Aout	46,77	72,68	20,87
September	56,02	82,62	29,43
Octobre	73,15	62,87	83,91
Novembre	63,02	80,68	45,37
Décembre	65,83	81,42	50,25

**Tableau 23**: Température moyenne mensuelle de la station de Nesmoth (1989-2011).

mois	Tmoyenne(mm)	TMax(mm)	Tmin(mm)
Janvier	9,67	14,54	4,8
Février	10,25	16,48	4,02
Mars	13,3	17,44	9,16
Avril	15,72	22,72	8,72

## Annexe

---

Mai	18,55	25,05	12,05
Juin	24,15	32,3	16
Juillet	28,47	37,52	19,42
Aout	27,97	36,44	19,5
September	23,7	31,05	16,35
Octobre	19,12	25,42	12,82
Novembre	13,97	19,82	8,12
Décembre	10,02	14,69	5,35

**Tableau° 24:** Evaporation moyenne mensuelle de la station de Nesmoth (1996-2011).

mois	Evaporation(mm)
Janvier	61,54
Février	73,5
Mars	94,48
Avril	115,59
Mai	135,7
Juin	180,75
Juillet	212,76
Aout	230,01
September	151,2
Octobre	112,36
Novembre	55,25
Décembre	46,98

**Tableau 25:** Température moyenne mensuelle de la station de Hafir (1975-2008).

mois	Tmoy(C°)	TMax(C°)	Tmin(°C)
Janvier	7,1	12,9	2,5
Février	9,9	16,3	3,6
Mars	12,1	19,7	4,37
Avril	12,7	20,7	4,75
Mai	17,3	26,7	7,8
Juin	21,6	31	12,2
Juillet	25,6	31,2	17
Aout	24,9	34,3	18,7
September	22,5	28,5	16,5
Octobre	17,75	25	10,5
Novembre	10,7	16,6	4,8
Décembre	8,9	13,2	4,7

## Annexe

---

**Tableau° 26** : Moyennes mensuelles annuelles des précipitations de Hafir (1975-2008).

<b>mois</b>	<b>Précipitation(mm)</b>
Janvier	71,2
Février	78,4
Mars	87,5
Avril	65,5
Mai	57,1
Juin	12,1
Juillet	3,7
Aout	4,5
September	21,3
Octobre	14,1
Novembre	72,4
Décembre	53,7

## Résumé :

La présente étude, vise à évaluer l'état adaptatif de deux subéraies de l'Ouest Algérien (Hafir et Nesmoth). Pour cela, nous avons effectué la culture hors sol des glands de chêne liège en pépinière pour les deux provenances. Les résultats obtenus ont permis de montrer que la germination des glands de la forêt de Hafir représente le taux le plus élevé (32%) comparativement aux glands de la forêt de Nesmoth (20%).

L'étude biométrique montre que le diamètre et la longueur moyenne des glands du site Hafir est plus longue que ceux de Nesmoth, le suivi de la croissance des jeunes plants permet de noter une hauteur maximale des tiges de plantules de 14 cm après 64 jours.

la densité stomatique et la conductance stomatique exprime d'une façon directe la résistance stomatique et permettent de confirmer l'adaptation de cette espèce au stress thermique.

**Mots clés :** *Quercus suber*, stress thermique, culture hors sol, germination, croissance, étude stomatique, adaptation, Algérie.

## summary

This study aims to evaluate the adaptive state of two cork forests of West Algerian (Hafir and Nesmoth). For this, we performed the soilless culture of cork oak acorns nursery for two sources. The results obtained allowed to notice that the germination of the acorns Hafir forest represents the highest rate (32%) compared to the forest of acorns Nesmoth (20%). Biometric Study Shows that the diameter and the average length of website acorns Hafir is longer than Nesmoth, monitoring of seedling growth rate allows a maximum height of seedling stems of 14 cm after 64 days. stomatal density and stomatal conductance expressed directly affect stomatal resistance and can confirm the adaptation of this species to thermal stress.

Keywords: *Quercus suber*, heat stress, soil-less culture, germination, growth, stomatal study, adaptation, Algeria.

## ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تكيف نبات البلوط الفلين في غابتين في الغرب الجزائري، ولهذا تم غرس بدور البلوط لكلا الغابتين في المشتلة (حفيرة ونسمة)، والذي سمح بدراسة انتشار البذور حيث حصلنا على أعلى معدل هو 32% في حفيرة مقارنة بغابة نسمة والتي تمثل 20%.

تم إجراء دراسة أبعاد البذور ومراقبة نمو النباتات الصغيرة. وكانت هذه الملاحظات تتعلق أساساً حول الجزء العلوي من خلال دراسة عدد من الأوراق وطول النبتة حيث القيمة الأكثر أهمية من النباتات هي 14 سم خلال و 64 يوماً. إلى جانب هذه المؤشرات تم تقييم كثافة الثغور و تغير انفتاحها و الذي يعبر بطريقة مباشرة عن مقاومة الثغور والتكيف مع هذا النوع من الإجهاد الحراري.

**كلمات البحث:** البلوط الفليني، الإجهاد الحراري، الانتاش، التكيف، النمو، الثغور والجزائر