

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Ref :

Centre Universitaire

Abdel Hafid Boussouf Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département de Science de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé En Vue de l'obtention du Diplôme de Master

En :- Filière: Sciences Biologiques

-Spécialité: Biologie Appliquée et Environnement: Biotechnologie Végétale et Amélioration des Plantes

Thème
**Etude de L'effet des substrats de
cultures sur la croissance du
chêne-liège (*Quercus suber .L*)**

Préparé par : - Kerbach Meriem

-Lekcir Djamilia

Soutenu devant le jury :

- Président: M^F .Bounamous A.

Grade : M-C A

- Examineur : M^{elle} .Bouaassaba K.

Grade : M-A A

- Promoteur : M^{me} .Benmakhlouf Z.

Grade : M-A A

Année Universitaire : 2014/2015

Remerciements

Avant tout, nous remercions le bon Dieu tout puissant qui m'a donné la force et la foi et de nous avoir permis d'arriver à ce stade-là. Comme je tiens à remercier toute personne ayant participé à l'élaboration de ce présent mémoire.

*Notre première pensée va tout naturellement à notre encadreuse **M^{me}. Benmakhlouf Z.** qui suit fidèlement notre travail.*

Je tiens à le remercier pour son encadrement et son soutien. Nous le remercions pour la confiance qui elle m'a témoignée en me confiant ce travail et pour m'avoir donné les moyens d'arriver au bout de ce projet. J'ai apprécié sa grande chaleur humaine et sa disponibilité quotidienne.

*Nous adressons sincères remerciements à la madame **Bouarouje. S** pour son aide, ses conseils et ses encouragements.*

*Nous adressons également mes sincères remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail à savoir : **Bouaassaba K.** et **Bounamous A.***

*Nos remerciements vont à tous le personnel de la pépinière De Sidi Marouane surtout monsieur **Boukaka N.** et **Aloui Abd R.** et aussi à tous les personnels de la Conservation des forêts de Mila Et la direction des forêts de Grarem Gouga en particulier M.*

Lounis.A

*Nous exprimons toute notre gratitude aux membres de laboratoire de département de Science De la Nature et de la Vie **Samir, Warda** et **Nassima.***

Nous adressons aussi nos sincères remerciements à tous les enseignants du département de biologie et mes collègues de promotion 2014/2015.

Très nombreux les gens qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail.

Tout en s'excusant auprès de ceux de ne pas les citer, nous leur exprimons notre vive reconnaissance

NOUS VOUS MERCION !

Dédicaces Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

À la bougie qui a éclairé mon chemin depuis ma naissance, à celle dont j'ai prononcé le premier mot, source de ma vie ma mère.

À mon père, que je n'oublierai jamais

*À mon cher frère Mokhtar et mes sœurs Fatima et Khadidja.
À mon deuxième père khali. À et sa famille*

À mon Très cher mari Mouade pour leur soutien moral, sa gentillesse sans égal, son profond attachement m'ont permis de réussir mon travail. Que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein et que ce travail soit témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle

Et sa gentille famille

À mes amis Amel, Sabah, Abela, Fatima, Meriem Zineb et Khadidja.

À mes très cher cousines Chahrazed, Wahiba, Zina, Aida, Houriya.K, Houriya.B, Naima, Noura, Mouna.

À mes collègues de l'option biotechnologie végétal promotion 2015, surtout Djamilia, Saïda, Ubtissam, Besma, Atika, Sabrina.

À tous ceux que j'aime

Meriem

Dédicaces

Dédicaces

Je dédie ce travail

À mon très cher père rdjam ; À ma très chère mère houria.

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation. Vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse. Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

À mes chères sœurs: hadda, rachida, fatiha et à mes chers frères: mohammed, abdelkarim, slimane, ibrahim, farid, youcef et leurs enfants.

En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

À tous les membres de ma famille ; le petit et le grand.

Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.

À mon cher mari fahim.

Ton soutien moral, ta gentillesse sans égal, ton profond attachement m'ont permis de réussir mon travail.

Que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein et que ce travail soit témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle

À mon chère amie intime bensl ammar sara.

Je te souhaite une bonne continuation, une vie pleine de succès et de bonheur.

À mes chères amies : sadja, hassiba, saida et meriem.

En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

Dj&A&L&A

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Pages

Introduction

Première partie: Etude bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le chêne-liège

I-1 Classification des chênes.....	3
I-2 Le chêne-liège.....	3
I-2-1 Taxonomiques et systématiques de chêne-liège.....	3
I-2-2 Description botanique.....	4
I-2-2-1 Physionomie.....	4
I-2-2-2 Appareil végétatif.....	4
I-2-2-3 Appareil reproducteur.....	5
I-3 Ecologie de chêne-liège.....	8
I-3-1 Exigences climatiques.....	8
I-3-2 Exigences Edaphiques.....	8
I-4 Croissance du chêne-liège.....	9
I-5 Germination de chêne-liège.....	9
I-5-1 Facteurs de germination.....	10
I-6 Ennemis du chêne liège.....	10
I-6-1 Incendies.....	10
I-6-2 Insectes.....	10
I-6-3 Champignons.....	11
I-6 Aire de répartition.....	11
I-6-1 Aire de répartition mondiale.....	11

I-6-2 Aire de répartition en Algérie.....	12
I-7 Importance économique.....	14

Chapitre II : Les méthodes de culture

II-1 Définition de la technique de culture hors sol.....	15
II-2 Conteneurs de la culture hors sol.....	15
II-3 Intérêt de culture hors sol.....	16
II-4 Définition de substrat de culture.....	17
II-5 Classification des substrats.....	17
II-6 Propriétés d'un substrat de culture.....	18
II-7 Définition d'un système de culture.....	19
II-8 Supports de culture.....	19
II-9 Principaux composants des supports de culture.....	20
II-10 Propriétés physiques chimiques du substrat de culture.....	21
II-10-1 Propriétés physiques.....	21
II-10-2 Propriétés chimique.....	24
II-11 Eléments nutritifs.....	29

Deuxième partie: Etude expérimental

Chapitre I: Matériels et méthode

I-1 Présentation de la zone d'étude.....	31
I-1 Climatologie de la zone d'étude.....	32
I-2-1 Précipitations.....	32
I-2-2 Température.....	32
I-3 Travaux à la pépinière.....	33
I-3-1 La technique d'élevage en hors sol.....	33
I-4 Le matériel utilisé dans cette étude.....	34
I-4-1 Le matériel de la pépinière.....	34
I-4-1-2 Les conteneurs.....	34
I-4-1-2 Les bâches de culture.....	35
I-4-1-3 Les caissettes.....	35
I-4-2 Le matériel végétal.....	35
I-4-2-1 Les glands.....	35
I-5 Description des deux provenances.....	36
I-5-1 Les milieux (mélanges) de culture.....	37
I-5-1-1 Eléments rétenteur d'eau.....	37
I-5-1-2 Elément aérateur.....	37
I-6 Préparation des substrats et composition des modalités.....	38
I-7 Dispositif expérimental.....	39
I-7-1 Le semi des glands.....	40
I-7-2 L'irrigation.....	40
I-7-2 Protection des semis.....	41
I-8 Mesures et observations sur les plants.....	41
I-8-1 Le taux de levée des semis.....	41
I-8-2 La hauteur de la tige.....	41
I-8-3 Le nombre total des feuilles et la surface foliaire.....	42
I-8-4 Poids frais des parties aériennes et souterraines.....	42

I-8-5 Poids sec des parties aériennes et souterraines.....	43
I-9 Analyses physico-chimiques des différents substrats.....	44
I-9-1 Analyses physiques.....	44
I-9-2 Analyses chimiques.....	46

Chapitre II : Résultats et discussion

II-1 Résultats des analyses au laboratoire.....	52
II-1-1 Analyse chimique des substrats.....	52
II-1-2- Analyse physique des substrats.....	55
II-2 Résultats des mesures et observations effectués sur les plants.....	57
II-2-2 Résultat des paramètres morphologique.....	58
II-3 Discussions des résultats.....	67

Conclusion

Références bibliographies

Annexe

Résumé

Liste des signes abrégés

Signe ou abréviation	signification
BM	Banque Mondiale
C°	Degré Celsius
Ca⁺	Ion de calcium
CaCO₃	Calcaire total
CE	Conductivité électrique
CEC	Capacité d'échange cationique
Cemagref	Centre national du machinisme agricole
CFM	Conservation des forêts de Mila
Cm	centimètre
Cm³	Centimètre cube
Cm²	Centimètre carré
C/N	Rapport Carbone /Azote
DBH	Diametre at breast height
DGF	Direction général des forêts
E	Est.
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FeSO₄	Sulfate de fer
g	gramme
h	heure
h	hectare
H⁺	Ion Hydrogène
H%	Pourcentage d'Humidité

HCL	Acide chlorhydrique
H₂SO₄	Acide sulfurique
HP	Hauteur des plantes.
H₃PO₄	Acide phosphorique
K⁺	Ion de potacuum
Km	Kilomètre
K₂Cr₂O₇	Bichromate
LANO	Laboratoire agronomique NOrmand
m	mètre
M	Milieu ou modalité
ml	millilitre
méq	Milliéquivalent.
mm	millimètre
Mmhos/cm	Millimhos/centimètre ou millisiemens/centimètre.
Mg⁺	Ion de Magnésium
MO	Matière organique
MS	Matière seche
N	Azote
1N	Un normal
Na⁺	Ion de sodium
NF	Nombre des feuilles.
pH	Potentiel Hydrogène
PR	provenance
p	Phosphore ou poids

PFA	Poids frais aérien.
PFR	Poids frais racinaire.
PSA	Poids sac aérien.
PSR	Poids sec racinaire.
SF	Surface foliaire.
TL	Taux de levée
V	Volume
WM	Conteneur de Riedacker
%	Pourcentage 100 pour 100

Liste des tableaux

N°	Titres	Page
1	Répartition du chêne-liège en Algérie.	13
2	Interprétation de la valeur de la CEC en méq/100 g.	26
3	Le rapport C/N de différentes matières organiques.	28
4	Les éléments essentiels des plantes supérieures; estimations des concentrations optimales permettant une croissance normale	30
5	Caractéristiques de provenances Tassadane et Bounaadja.	36
6	Caractéristiques physicochimiques du grignon d'olive.	38
7	Composition et dénomination des modalités testées.	39
8	Echelle de la texture.	45
9	Résultats des analyses chimiques des substrats.	52
10	Normes d'interprétation du pH de la solution du sol.	52
11	Classification des sols en fonction de la CE.	53
12	Qualification du sol d'après le taux de CaCO ₃ total.	53
13	Normes d'interprétation de la matière organique.	54
14	Résultats des analyses physiques des substrats.	55

15	Echelle de la texture et normes de pourcentage de l'humidité.	56
16	Groupes, moyennes et niveau de signification selon l'influence des modalités sur les paramètres morphologiques(HP), (SF), (NF).	58
17	Influence des deux provenances (T et B) sur les paramètres morphologiques des plantes de chêne liège (<i>Quercus suber.L.</i>).	62
18	Groupes, moyennes et niveau de signification selon les interactions entre les provenances et les modalités sur les paramètres morphologiques (HP), (NF) et (SF).	64
19	Groupes, moyennes et niveau de signification selon les interactions entre les provenances et les modalités sur les paramètres morphologiques (PSA), (PFR), (PFA), (PSR), (PFA/PRF) et (PSA/PSR).	65

Liste des Figures

N°	Titre	Page
1	Chêne-liège (<i>Quercus suber L.</i>).	06
2	Les racines de chêne-liège.	06
3	L'écorce de chêne-liège.	07
4	Les feuilles de chêne-liège.	07
5	Les fruits de chêne-liège.	07
6	Les fleurs de chêne-liège.	07
7	Distribution du chêne-liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique.	11
8	Répartition du chêne-liège dans le bassin méditerranéen.	12
9	Aire de répartition du chêne-liège en Algérie	13
10	Pépinière de sidi Marouane de culture hors sol de chêne liège.	15
11	Les types des conteneurs.	16
12	Le substrat de culture.	18
13	Triangle des textures.	22
14	Vue par satellite de la zone de localisation de la pépinière de sidi Marouane.	31
15	L'organisation de L'élevage en hors sol dans des WM, caissettes en plastique, des châssis métallique sur élevés au sol dans la pépinière.	33
16	Les conteneurs WM de Riedacker.	34
17	Les deux provenances de chêne-liège étudiées.	36
18	Plan du dispositif expérimental.	39

19	Programmeur du système d'irrigation dans la pépinière.	40
20	La partie aérienne est séparée du système racinaire à l'état frais.	43
21	La partie aérienne est séparée du système racinaire à l'état sec.	44
22	Les étapes pour mesurer le pH des substrats.	47
23	Le conductimètre.	48
24	La puissance de l'effervescence pour détecter la présence ou l'absence de calcaire.	49
25	Le dosage de la matière organique.	51
26	Le taux de levée de chêne liège (<i>Quercus suber</i> L.) chez les deux provenances (T et B) cultivées dans les différents substrats (M1, M2, M3).	57
27	Influence des modalités sur les paramètres morphologiques.	59
28	Influence des deux provenances (T et B) sur les paramètres morphologiques des plantes de chêne liège (<i>Quercus suber</i> .L).	63
29	Groupes, moyennes et niveau de signification selon les interactions entre les provenances et les modalités sur les paramètres morphologiques.	66

Introduction

Introduction

Introduction

Le Chêne-liège (*Quercus suber L*) est une espèce du bassin méditerranéen occidental ainsi que de la côte atlantique. Il occupe environ 2 millions d'hectares dont 1,1 millions en Europe (Portugal, Espagne, Italie, France) et le reste en Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie). Cet arbre qui craint le froid se plaît en ces régions jusqu'à 500 m d'altitude. Il aime l'humidité de l'air et craint les sols calcaires.

En Algérie, cette essence naturelle est l'une des plus notables parmi les formations forestières mais aussi l'une des plus précieuses compte tenu de l'indéniable rôle que joue la subéraie sur le plan environnemental (antiérosive, résistance aux incendies, séquestration du carbone et la lutte contre l'effet de serre) et socio-économique (qualité de son bois et de son écorce); c'est pour cela il y a dans ce pays plusieurs pépinières spécialisés en production des plants de chêne liège (*Quercus suber L*) hors sol dont Chaque'une a son environnement propre (sites de plantation et climat) Qui exige un équipement spécial pour produire des plants sains pour but d'augmenter les superficies reboisées par espèce chaque année.

En effet, la qualité et la composition du substrat de culture jouent un rôle important dans l'obtention des plants de qualité. Actuellement, on recherche à utiliser un milieu de culture possédant une capacité de retenir et rendre disponible au plant les éléments nécessaires pour sa bonne croissance. Les propriétés physico-chimiques du substrat de culture comptent parmi les facteurs déterminants de la qualité biologique des plants.

L'objectif principal de ce travail est d'étudier l'effet des trois substrats à base de mélange sur quelques paramètres morphologique de deux provenances de chêne liège (*Quercus suber L.*):

- ✓ Le taux de levé(TL)
- ✓ La surface foliaire(SF)
- ✓ Le poids frais aérien et racinaire (PFA et PFR)
- ✓ Le poids sec aérien et racinaire (PSA et PSR)
- ✓ La hauteur de plant (HP)
- ✓ Nombre de feuille (NF)
- ✓ Le rapport Le poids frais aérien / Le poids frais racinaire (PFA / PFR)

Introduction

✓ Le rapport Le poids sec aérien / Le poids sec racinaire (PSA / PSR)

Nous avons organisé notre mémoire en deux parties :

La première partie est bibliographique contenant :

- Généralités sur le chêne liège.
- la culture hors sol.

La deuxième partie est expérimentale contenant :

- Matériel et méthodes.
- Résultats et discussions qui nous permettent de choisir le meilleur mélange pour chaque provenance.

Et la conclusion.

Première partie
Etude bibliographique

Généralité sur le chêne liège

Généralité sur le Chêne liège

I-1 Classification des chênes

Les chênes appartiennent, à l'ordre des fagales et à la famille des fagacées. L'ordre des fagales, comprend des végétaux de grandes tailles, à feuilles simples et à floraison monoïque. Les autres familles de cet ordre, sont les bétulacées (bouleau et aulne) et les corylacées (noisetier et charme) (Berrichi, 2011). La famille des fagacées comprend quelque 1000 espèces regroupées dans 9 genres dont les plus communs des forêts tempérées sont représentés par *Fagus*, *Castanea* et *Quercus* (Belhoucine, 2013). Les chênes habitent, Presque tout hémisphère Nord, depuis les régions tempérées froides jusqu'à l'Equateur. En Afrique, ils sont limités à sa partie Nord. Les caractères les plus apparents, qui permettent habituellement de comparer et de distinguer les chênes sont tirés de la cupule. On peut, ainsi séparer, la section des chênes chevelus (section *cerris*) qui comprend le chêne kermès, le chêne afares et le chêne liège et la section des chênes à cupule lisse (section *lepidobalanus*) qui comprend le chêne rouvre, le chêne pédonculé, le chêne zeen et le chêne vert (Berrichi, 2011).

I-2 Le chêne-liège

I 2-1 Taxonomiques et systématiques de chêne-liège

Le chêne-liège (*Quercus suber* L.) est une espèce végétale qui appartient à la famille des Fagacées (sous famille des Quercoidées), ordre des Fagales, classe des Dicotylédones, sous embranchement des Angiospermes, embranchement des spermaphytes et genre *Quercus*, un genre qui comprend 200 à 500 espèces dont 6 existent en Afrique du Nord. L'arbre a été décrit pour la première fois par Linné en 1753. Le chêne-liège est relativement polymorphe, de nombreuses variétés ont été décrites. Aime (1976), signale que le genre *Quercus* pose un problème polygénétique qui n'est toujours pas résolu, il met l'accent sur le problème posé par *Quercus suber* et les espèces voisines : *Quercus pseudo suber* et *Quercus cerris* (Figure: 01) (Belaidi, 2010).

Généralité sur le Chêne liège

I-2-2 Description botanique

I-2-2-1 Physionomie: Le Chêne-liège est une espèce extrêmement polymorphe comme la plupart des chênes ; elle est caractérisée par la formation subéreuse de son écorce donnant le liège. Le chêne liège est un arbre généralement de taille moyenne pouvant atteindre 7 à 10 m de hauteur lorsqu'il est en peuplement. A l'état isolé par contre, il peut atteindre jusqu'à 20 à 25 m de hauteur. Le tronc de l'arbre ainsi que les rameaux sont recouverts d'une écorce crevassée, épaisse et spongieuse appelée liège. Les feuilles de forme assez ovale sont dentées sur les bords, elles sont vertes, luisantes sur la face supérieure, alors que la face inférieure est blanchâtre et tomenteuse (Karem, 2005).

I-2-2-2 Appareil végétatif

Les rameaux: Les rameaux sont sineux pubescents les premières années, puis bruns Clairs et enfin entièrement subéreux. Le houppier est constitué d'un couvert léger en raison de son feuillage grêle et de sa ramification peu serrée. L'arbre développe un port large et étalé, en situation isolée, une forme arrondie, étroite et haute (Karoune, 2008).

Les racines: Le système racinaire est pivotant avec des racines secondaires superficielles, permettant un bon ancrage au sol, et une absorption de l'eau à faible profondeur et sur une large surface. Le chêne-liège peut développer des symbioses avec certains champignons du sol et entretenir des relations de mutualisme avec les végétaux environnant (Figure: 02) (Bertrand, 2007).

Le bois: Le bois du chêne-liège est dur, lourd, d'un brun clair et légèrement rose. Il sèche difficilement et se fend facilement, il fournit un excellent bois de chauffage (Cantat et Piazzetta, 2005).

Le tronc: Le tronc, généralement court, se ramifie à une faible hauteur. Il est recouvert d'un liège épais fortement crevassé longitudinalement. La circonférence à 1,30 m (DBH) du sol est de 70cm entre 27et 35 ans, elle peut atteindre des dimensions importantes. Signale l'abattage, en 1876 au Portugal, d'un spécimen de 12 m de circonférence à la base. Sa longévité est de 80 à 100 ans dans l'étage bioclimatique semi-aride et de 200 ans dans l'humide (Chaabna Bouzitoune, 2012).

Généralité sur le Chêne liège

L'écorce (le liège): Le liège est une écorce particulière du tronc des chênes lièges. Elle est produite par une enveloppe de cellules régénératrices appelée la mère. Comme le bois, le liège est un tissu de cellules mortes, les couches se superposent annuellement en cernes de quelques millimètres d'épaisseur. Le liège est récolté tous les 12 à 15 ans et à chaque levée, un nouveau liège repousse pour être récolté à nouveau comme la laine des moutons (Figure: 03) (Piazzetta, 1993).

Feuilles: Les feuilles sont persistantes, coriaces et de couleur verte foncée. Glabres sur leurs parties supérieures et quelque peu pubescentes dessous, de formes ovales, légèrement dentées, elles ressemblent fortement à celles du chêne vert. Leur taille varie de 3 à 6 cm en longueur et de 2 à 4 cm en largeur. Le pétiole peut atteindre 2cm. L' "automne" du chêne-liège correspond à peu près à notre printemps. En effet, à cette période, les feuilles prennent une coloration jaunâtre, phénomène dû à l'apparition des nouvelles ébauches foliaires (Figure: 04) (Younsi, 2006).

I-2-2-3 Appareil reproducteur

Fleure: Espèce monoïque ; les fleurs mâles en chatons pendent à l'extrémité des rameaux de l'année, les fleurs femelles souvent solitaires ou groupées par trois, s'insèrent à l'aisselle du rameau de l'année. Floraison principale au printemps (Figure: 05) (Veillon, 1997).

Fruits: Le fruit de chêne liège présente une forme et des dimensions très variables 2 à 5 cm en longueur et 1 à 2 cm en largeur. La maturation des glands a lieu dans l'année de floraison, les glands tombent en Octobre et Novembre, parfois jusqu'à Janvier (Karoune, 2008). La fructification débute à l'âge de quinze ans, elle devient abondante et soutenue vers la trentième année (Figure: 06) (saccardy, 1938).



Figure 01: Chêne-liège (*Quercus suber L.*).



Figure 02: Les racines de chêne-liège.



Figure 03: L'écorce de chêne-liège.



Figure 04: Les feuilles de chêne-liège.



Figure05: Les fruits de chêne-liège.



Figure06: Les fleurs de chêne-liège.

Généralité sur le Chêne liège

I-3 Ecologie de chêne-liège

Le chêne-liège a un tempérament délicat, il réclame à la fois de l'humidité, la chaleur et de la lumière.

I-3-1 Exigences climatiques

-L'humidité: En Algérie, le minimum de la tranche pluviométrique oscille entre 400 à 600mm/an. Dans la saison sèche l'humidité atmosphérique doit être de l'ordre 60% (Saccardy, 1937).

-Température: Le chêne liège est thermophile. Il pousse donc sous des climats tempérés dont les températures moyennes annuelles sont comprises entre 13°C et 18°C, à hiver doux. Il peut supporter des chaleurs occasionnelles (35 à 40°C). Cependant, il craint les fortes gelées persistantes et a besoin d'une période de sécheresse en été pour prospérer. Des lésions irréversibles peuvent apparaître sur les feuilles à partir de -12°C. En France, cette situation limite sa distribution à une altitude de 700 mètres. Mais il peut monter jusqu'à 100 m dans les régions chaudes comme l'Andalousie et le Maghreb, voire 2000 m dans l'Atlas Marocain. De plus, quand la température descend en dessous de 3°C en hivers, l'arbre entre en repos physiologique (Ziani Cherif Sidi, 2012).

-Lumière: Le chêne liège est une espèce héliophile, il exige une forte insolation. Des observations quantifiées, confirment que la survie des semis et leur croissance augmente sensiblement avec l'éclairement relatif (Chollet, 1997).

I-3-2 Exigences édaphiques

Le chêne-liège est une espèce calcifuge stricte se plaisant sur tous les substrats siliceux et acides (schistes et grès) et craignant davantage l'hydromorphie permanente, les terrains salés et les argiles compactes. Il s'accommode à des sols peu fertiles, superficiels ou lourds, mais recherche plutôt des textures légères (sables), bien aérées et drainés riches en matière organique. Il réclame les terrains meubles, profond, pas trop chargés en cailloux, au pH compris entre 4,8 et 7,0 (Dehane, 2012).

Généralité sur le Chêne liège

I-4 Croissance du chêne-liège

Ce processus est définie comme le grandissement des organismes vivants, au travers de transformations morphologiques et fonctionnelles, jusqu'à atteindre leur maturité physiologique. La croissance du chêne-liège est rythmique, elle est caractérisée par des vagues appelées également «flush» (Richard, 1988). L'expression temporelle correspond à une alternance de période d'allongement de la tige et de repos du bourgeon apicale. L'expression spatiale correspond à une variation de la longueur des entre-nœuds et au nombre d'ensemble foliaires formés par unité de temps au rythme de dégagement des feuilles et morphogenèse de ces ensembles qui sont:

- ❖ Les ensembles foliaires à stipules écailleuses: qui correspond aux premières pièces foliaires développés sur l'axe caulinaire.
- ❖ Les ensembles foliaires à limbe assimilateur stipulé : ce sont les feuilles lobées du chêne.
- ❖ Les ensembles foliaires à limbe avorté stipulé : ces ensembles entourent le bourgeon terminal écailleux à la fin d'une vague de croissance. (Alatou, 1994).

I-5 Germination de chêne-liège

La germination est une reprise de la vie active d'un végétal après une période de repos, de durée variable, passée sous forme de graine. Elle débute par une imbibition, c'est-à-dire l'absorption de l'eau par la graine. Cette hydratation induit des changements métaboliques au sein de la graine. Les réserves contenues dans la graine (endosperme ou cotylédons) sont lentement dégradées par des enzymes.

Les nutriments sont ensuite utilisés par les organes en croissance de l'embryon. C'est la radicule (racine embryonnaire) qui émerge la première de la graine, permettant à la jeune plantule de s'implanter dans le sol. Ensuite, la jeune tige (hypocotyle chez les dicotylédones et coléoptile chez les monocotylédones) perce le sol, atteint l'air libre et, stimulée par la lumière, déploie ses premières feuilles. Celles-ci commencent à fabriquer des sucres par photosynthèse. L'embryon a alors utilisé toutes les réserves contenues dans la graine et commence sa vie autonome en tant que jeune plante.

Généralité sur le Chêne liège

I-5-1 Facteurs de germination

Ce sont les conditions environnementales (humidité, température), couplées aux caractéristiques de la graine (épaisseur du tégument, mécanismes physiologiques), qui entraînent la germination. La germination d'une graine représente une phase de développement critique pour le végétal : ce dernier s'implante dans un milieu où il devra rester à la même place, y survivre et s'y reproduire.

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, 1996). Elle n'est possible que si un certain nombre de conditions favorables soient réunies : Température, oxygène pour l'embryon, levée des inhibitions tégumentaires et les dormances embryonnaires. Sur le même arbre, les glands peuvent être dans un état physiologique différent. En milieu naturel, les glands ne germent pas tous avec la même vitesse, même s'il se trouve dans des conditions apparemment identiques. Ceci est dû aux inhibitions tégumentaires que subit le gland, en raison de la présence de composés phénoliques dans les enveloppes séminales (Come, 1975).

I-6 Ennemis du chêne liège

I-6-1 Incendies

Le chêne liège est une plante pyrophyte, grâce à l'épaisseur de son écorce, il résiste assez bien à l'incendie, elle ne brûle que superficiellement et protège les tissus conducteurs de la sève en même temps que l'assise génératrice du liège (Fichesser, 1970).

I-6-2 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 scutellaris*), (Djalos, 1980).

Généralité sur le Chêne liège

I-6-3 Champignons

Ils provoquent des dégâts qui touchent généralement, les feuilles et le bois tels que: la truffe, *Armillaria* et *Polyporus* (Heim, 1965).

I-6 Aire de répartition

I-6-1 Aire de répartition mondiale

Le chêne-liège est circonscrit à la région de la méditerranée occidentale et déborde le long du sud de la façade atlantique, où les influences de la mer et de l’océan permettent de tempérer la grande amplitude des oscillations thermiques et l’aridité de la saison d’été du climat méditerranéen au sens strict (Cantat et al, 2005). Le chêne-liège est une essence endémique de la méditerranée occidentale (Zeraia, 1981; Piazzetta, 2005). Débordant sur les côtes atlantiques depuis le Maroc jusqu’au golfe de Gascogne entre les latitudes Nord 31 et 45(Figure: 07).



Figure07: ■ Distribution du chêne-liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique (Brun, 2014).

Généralité sur le Chêne liège

Cette espèce couvre une superficie totale d'environ 1 704 000 ha, éparpillés sur sept pays : Portugal, Espagne, France, Italie, Algérie, Tunisie et Maroc (Figure: 08) (Belaidi, 2010).

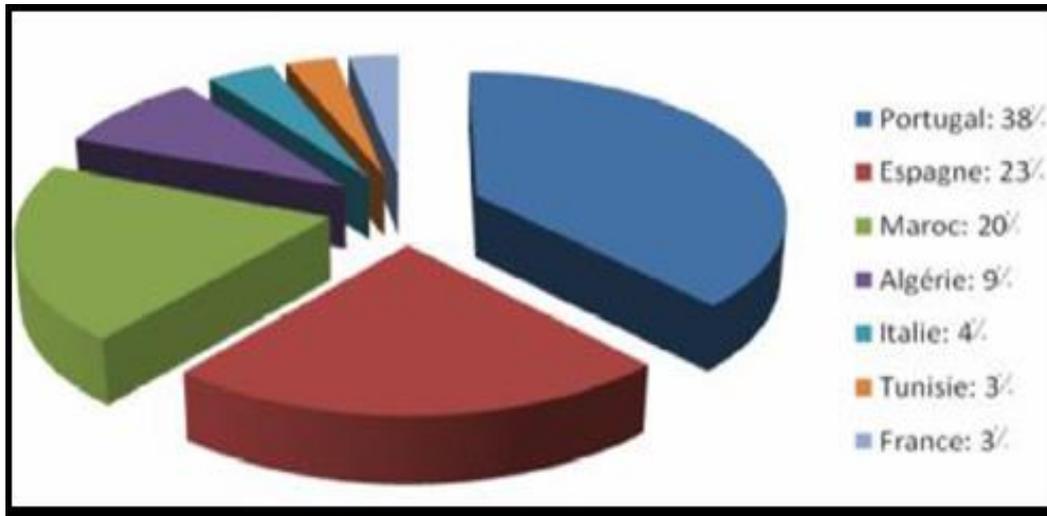


Figure08: Répartition du chêne-liège dans le bassin méditerranéen (Belaidi, 2010).

I-6-2 Aire de répartition en Algérie

Le chêne-liège est une espèce forestière principale en Algérie, tant en raison des superficies occupées, que de son importance économique. Il est présent sur 450 000 ha, mais ne constitue de véritables subéraies que sur 150 000 ha. Ces dernières se situent entre les frontières Marocaines et Tunisienne et s'étendent du littoral méditerranéen au Nord aux chaînes telliennes au sud, sur une largeur ne dépassant pas les 100 km. Selon YESSAD (2000), les subéraies Algériennes couvrent trois faciès: l'occidental montagnard, l'oriental littoral et l'oriental montagnard (tableau1) (Belaidi, 2010).

Généralité sur le Chêne liège

Tableau01: Répartition du chêne-liège en Algérie (Belaidi, 2010)

Subérais orientales		Subérais occidentales	
Skikda	40 000 ha	Tlemcen	2 000 ha
JiJel-El-Milia	40 000 ha	Chleff	3 000 ha
Guelma	20 000 ha	Médéa	2 00 ha
Annaba- El-Tarf	30 000 ha	Blida	1 000 ha
Tizi-Ouzou	10 000 ha		
Bouira	1 500ha		
Total	141 500 ha		6 200 ha

Les principales subérais Algériennes sont localisées dans le tell Oriental, situées essentiellement en zone subhumides et humides au Nord-est de l'Algérie jusqu'à la frontière Tunisienne, région qui renferme à elle seule près des 4/5 de la subéraie Algérienne. Le chêne-liège s'étend d'une manière assez continue le long de la zone littorale et reste disséminé sous formes d'îlot de moindre importance dans la partie Ouest. Elles se répartissent à Travers 22 wilayas (Figure: 09) (Belaidi, 2010).



Figure 09: Aire de répartition du chêne-liège en Algérie (DGF, 2003).

Généralité sur le Chêne liège

I-7 Importance économique

Partout dans le monde, les subéraies ont toujours occupé une importance sur le plan socio-économique. Elles offrent des services très divers: écologique, sylvicole, cynégétique, apicole, pastoral et touristique. Les produits principaux sont le liège, le bois et les autres produits (tanin, feuilles et glands) à moindre proportion sont utilisés très localement et/ ou d'une manière saisonnière.

Le bois de chêne-liège est lourd, peu homogène, s'altère facilement. Il est inutilisable pour les constructions, mais peut être employé à la menuiserie. C'est un bon bois de chauffage.

Mais le produit principal des subéraies est le liège qui, grâce à ses propriétés physiques et mécaniques, joue un rôle économique important.

La production mondiale annuelle du liège est de l'ordre de 299300tonnes. Le Portugal détient 52% du marché du liège avec 157000tonnes/an. Longtemps classée au deuxième rang mondial, l'Algérie ne produit actuellement qu'aux alentours de 10000 à 6000 tonne/an (Zenagui, 2014).

Les substrats de culture

Les substrats de culture.

II-1 Définition de la technique de culture hors sol

Les premières expériences de culture hors sol ont été réalisées en France dans les années trente (Chouard, 1938), 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 des cultures sur substrat, car ce milieu reconstitué repose sur l'adoption d'un matériau physique stable. Le substrat parfois d'origine manufacturé et industriel, parfois d'origine naturelle (Figure:10) (Belaidi, 2010).



Figure10: pépinière de sidi Marouane de culture hors sol de chêne liège.

II-2 Les conteneurs de la culture hors sol

La production des plants de chêne liège, se fait en pépinière dans des conteneurs de différents types (pots, les conteneurs à alvéoles, le WM de Riedacker, sachets de polyéthylène). Les caractéristiques dimensionnelles des conteneurs exercent un effet sur la croissance des parties aériennes et sur la qualité du système racinaire, pour le fait que le plant de chêne liège possède un puissant système racinaire à forte capacité de régénération (Figure : 11) (Younsi, 2006).

Les substrats de culture.

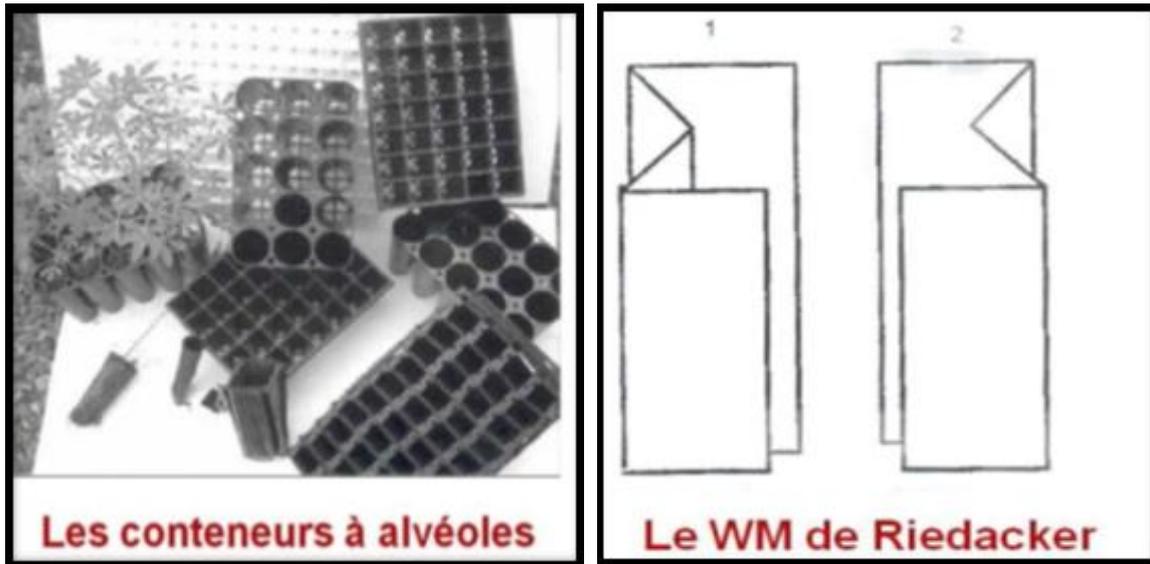


Figure11: les types des conteneurs. (Chouial, 2011)

II-3 L'intérêt de culture hors sol

- Nécessité pour la culture de la plante en pot, en jardinière, ...etc.
- Élimination des contraintes liées au sol:
 - Sol inadapté ou de mauvaise qualité agronomique.
 - Présence d'agents pathogènes, polluants,...etc.
- ✓ Simplification des techniques culturales:
 - Pas de préparation du sol.
 - Rotations culturales rapides et mise en œuvre facile.
- ✓ Meilleure qualité du produit :
 - Aspect esthétique.
 - Réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires.
- ✓ Meilleure productivité de la plante :
 - Optimisation du potentiel de la plante.
 - Réduction des pertes en culture (Philippe, 2002).

Les substrats de culture.

II-4 Définition de substrat de culture

Le terme substrat de culture désigne tout matériau naturel ou artificiel qui est placé en conteneur pur ou en mélange, permet l'ancrage du système racinaire et joue vis-à-vis de la plante le rôle de support. Il doit présenter des caractéristiques compatibles avec l'activité métabolique des racines. Il intervient à des degrés divers dans l'alimentation hydrique ou minérale de la plante (Blanc, 1987).

Pour Le substrat de culture hors sol la recherche d'un substrat adapté aux exigences d'une culture oblige à opérer par mélange d'au moins deux matériaux de base, l'un pour retenir l'eau et l'autre pour jouer le rôle d'aérateur, car un seul matériau ne permet pas de satisfaire à la fois ces besoins (Argillier, 1991). La production d'un bon plant forestier dépend en grande partie de la qualité du support de culture utilisé et pour assurer l'ensemble de ces fonctions un bon substrat doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Une porosité de plus de 80% en volume.
- Pour une bonne alimentation en eau, le substrat doit avoir une disponibilité en eau facilement utilisable élevée > 20%.
- Pour une bonne aération le taux d'air doit être égal ou supérieur à 20 %.
- Pour une bonne nutrition minérale des plants, le pH du substrat doit être compris entre 5 et 8 (Chouial, 2011).

II-5 Classification des substrats

Selon Anstett, 1976 ; On classe les substrats en deux groupes :

-Le premier groupe : englobe les substrats physicochimiques inactifs, qui sont caractérisés par le fait, qu'ils n'interviennent pas dans l'alimentation minérale de la plante, ce qui implique le recours à des solutions nutritives, ces mélanges peuvent être constitués par du sable, gravier, argile expansé, ...etc.

-Le deuxième groupe : comprend les substrats physico-chimique actifs comme les tourbes, les terreaux végétaux, les boues, écorces compostées....etc. Dans cette catégorie, le mélange peut stocker et céder les éléments nutritifs au végétale et la fertilisation n'est pas obligatoire (Karoune, 2008).

Les substrats de culture.

II-6 Propriétés d'un substrat de culture

- être léger pour faciliter le transport au site de plantation.
 - tenir fermement en place les boutures et les plantules.
 - retenir une humidité suffisante pour éviter des arrosages fréquents.
 - être suffisamment poreux pour permettre un drainage facile de l'eau.
 - permettre l'aération suffisante des racines.
 - ne pas contenir d'autres semences, de nématodes et de maladies.
 - être capable d'être fertilisé sans changer de propriétés.
 - contenir assez d'éléments nutritifs pour un développement initial sain des plants.
 - ne pas avoir un niveau de salinité élevé.
 - avoir un pH convenable.
 - être stable et ne pas gonfler ou rétrécir excessivement, ou former une croûte au soleil
- (Figure: 12) (Hannah, 2006).

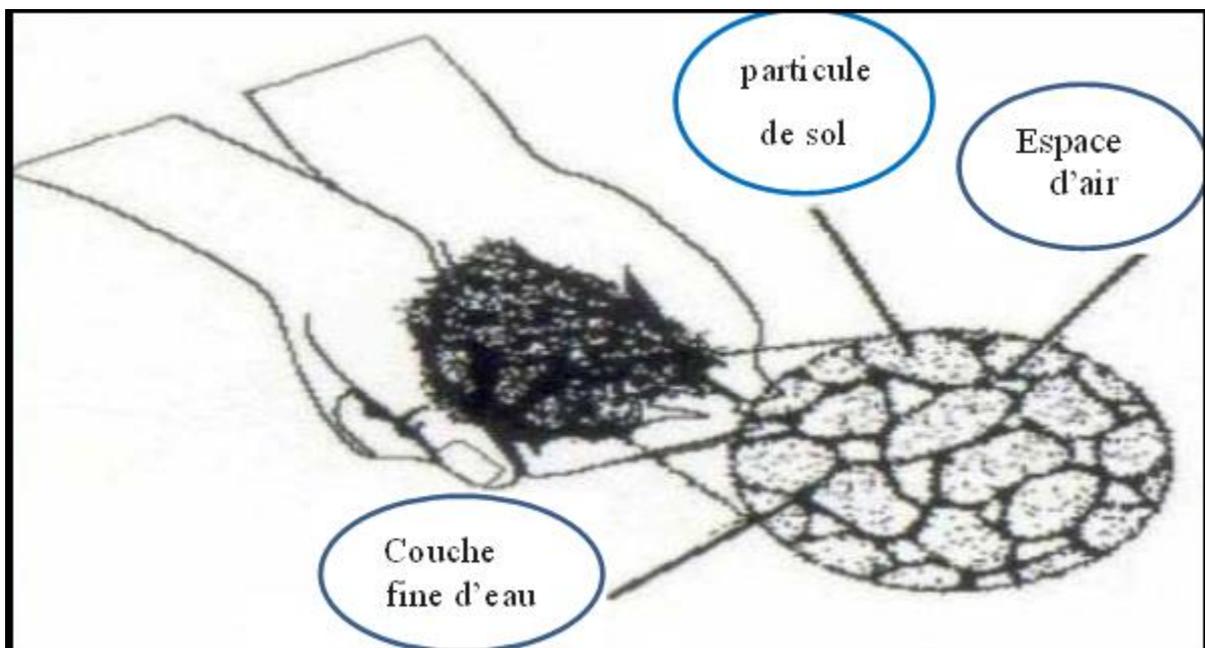


Figure12: Le substrat de culture (Hannah, 2006).

Les substrats de culture.

II-7 Définition d'un système de culture

Un système de culture est l'ensemble des techniques culturales et des moyens matériels mis en œuvre pour la production d'une espèce végétale. Dans le cas des cultures en pots et conteneurs, les moyens matériels sont essentiellement représentés par le substrat et son contenant, les techniques de culture par la conduite de l'irrigation et de la fertilisation. Les quantités réellement utilisées pour le plant en fertilisation limitant sont dépendantes du fonctionnement physiologique du végétal, du développement de son système racinaire, du volume dans lequel ce dernier se développe et du substrat de culture (Benseghir, 1995).

II-8 Les supports de culture

Produits destinés à servir de milieu de culture à certains végétaux. Leur mise en œuvre aboutit à la formation de milieux possédant une porosité en air et en eau. Il y a quatre types de supports de culture :

- 1) aéré (> 20%) à forte disponibilité en eau (> 25%) et à pouvoir tampon de potentiel hydrique élevé: Idéal exemple : quelques tourbes blondes de sphaignes, mélanges de Matériaux.
- 2) peu aéré à disponibilité en eau moyenne à forte : risques d'asphyxie exemple : tourbes noires.
- 3) très aéré à faible disponibilité en eau : utilisé principalement en mélange, car imposerait une grande fréquence d'irrigation à faible dose. Exemple : Écorces, fibres de bois, perlite.
- 4) aéré à forte disponibilité en eau, mais dont la réserve hydrique est rapidement très faible (faible pouvoir tampon de potentiel hydrique): surveillance permanente de l'irrigation exemple : Laines minérales (Michel, 2009).

Les substrats de culture.

II-9 Principaux composants des supports de culture :

Les deux principaux groupes et composants de milieux de culture hors-sol sont :

- Non organiques : par exemple, gravier, sable, vermiculite, perlite, tuf et ponce, polystyrène.
- Organiques : par exemple, tourbe, charbon, écorces de bois tendre, écorces de bois lourd, compost, balles de riz, sciure et autres déchets organiques.

Le choix des composants du substrat va dépendre de la localisation de la pépinière, des ressources disponibles et des exigences du plant. (FAO, 1999) Par exemple:

- ✓ **La tourbe** : est couramment la matière la plus utilisée pour la production des plants puisqu'elle contribue à la réduction de certains types de stress (M'sadak et al, 2013). Il existe différents types de tourbes caractérisées par leurs diverses origines et compositions botaniques.
- ✓ **Ecorce de pin compostée** : l'écorce est récupérée après écorçage des grumes de pin maritime (*Pinus pinaster Ait*) dans une scierie. Pour pouvoir assurer sa fonction d'aérateur, l'écorce est broyée et compostée, ce matériau se présente sous forme de particules hétérogènes avec un diamètre variant entre 4 et 15 mm, un taux de matière organique très important (68%) et un teneur en azote très faible (0.35 %).
- ✓ **Terre végétale** : matériau très abondant et d'origine organique (humus forestier), la terre végétale utilisée provient d'une subéraie limitrophe (Bilel et Ali, 2005)

Les substrats de culture.

II-10 Les propriétés physico-chimiques du substrat de culture

II-10-1 Les propriétés physiques

Les qualités physiques sont très importantes, un substrat doit avoir une bonne rétention en eau et conserver sa structure dans le temps (Roula, 2005).

II-10-1-1 La structure

La structure d'un sol est le mode d'assemblage, à un moment donné, de ses constituants solide. La stabilité structurale dépend de la teneur en argile et de la matière organique des sols. Le complexe argilo humique joue un rôle structural et plus ou moins important, selon les teneurs en eau du sol et varie en fonction du type d'argile. La matière organique augmente la stabilité des agrégats. Une mauvaise structure peut donc empêcher l'écoulement des eaux dans le sol, les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère. Une bonne structure va assurer une grande facilité de circulation d'eau, donc laisse s'écouler l'excès, assure une bonne aération des racines, une bonne germination, une pénétration profonde des racines et une bonne exploration par les racines des ressources nutritives du sol (Soltner, 2000).

II-10-1-1-1 La texture

La texture du sol est à base de (presque) toutes les autres propriétés, c'est la propriété du sol qui traduit de manière globale à la composition granulométrique de la terre fine (Gobat *et al*, 2010), et la texture sablo-limoneuse ce qui permet de bénéficier d'une forte réserve en eau et par conséquent une bonne alimentation hydrique des arbres. (Ziani, 2013). La texture du sol étant un des premiers facteurs responsable de la variation des communautés microbiennes (François, 2009). Elle est la répartition des éléments de la terre fine (de dimensions < 2 mm) en trois catégories de grosseur : sable, limon et argile selon le triangle des textures de Jamagne.

1 – S: sable

2 – SL: sable limoneux

3 – SA: sable argileux

4 – LIS: limon léger sableux

Les substrats de culture.

5 – LS: limon sableux

6 – LmS: limon moyen sableux

7 – LSA: limon sablo-argileux

8 – LAS: limon argilo-sableux

9 – Ll: limon léger

10 – Lm: limon moyen

11 – LA: limon argileux

12 – AS: argile sableuse

13 – A: argile

14 – AL: argile limoneuse

15 – Alo: argile lourde

✓ Principe de l'abaque granulométrique triangulaire :

À tout point situé à l'intérieur du triangle correspond une proportion définie des 3 éléments : sables, limons, argiles, dont la somme, constante, est égale à 100 (Figure: 13) (Jérôme, 2011).

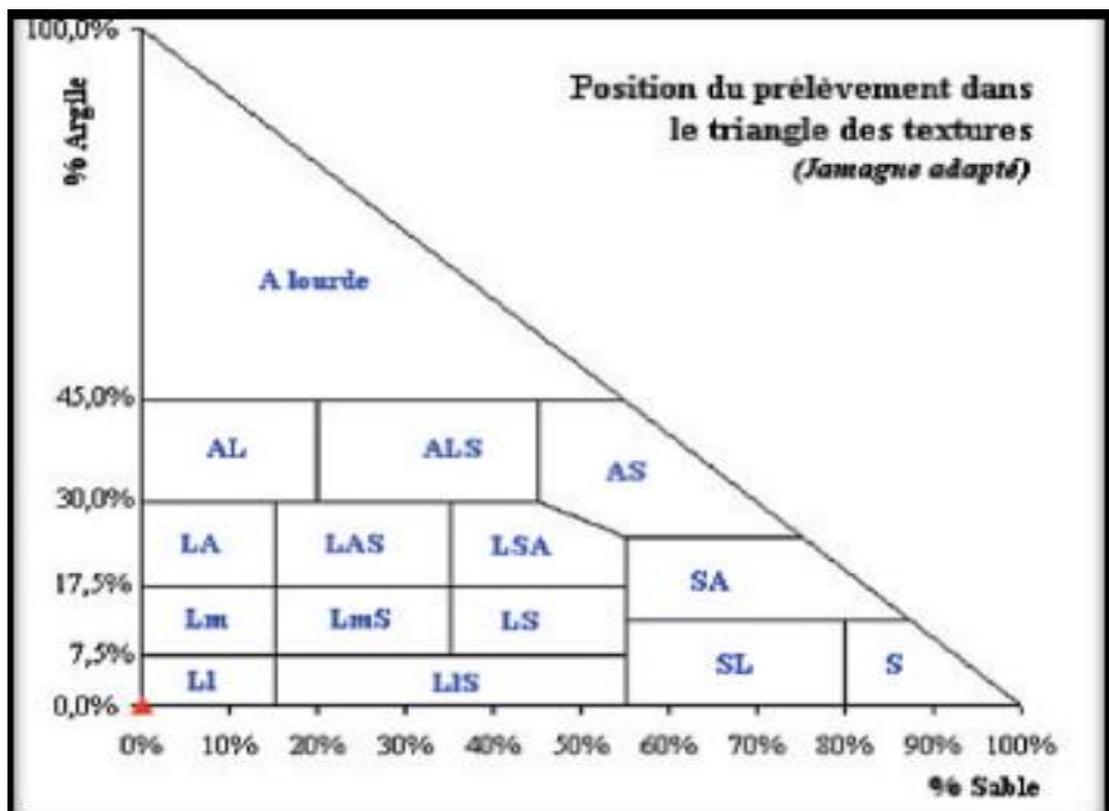


Figure13: Triangle des textures (Jamagne).

Les substrats de culture.

II-10-1-2 La porosité

La porosité ou l'espace poral correspond à l'évaluation des espaces vides par rapport à l'encombrement total d'un substrat (Morard, 1995). Les porosités totales (Pt) (l'espace total n'étant pas occupé par la matière), d'aération (Pa) (les espaces majeurs qu'occupe l'air, dénommée macroporosité) et de rétention (Pr) (les espaces mineurs qu'occupe l'eau retenue par le compost ou le substrat, appelée microporosité), sont déterminées par l'application du Test standard de porosité. (Clauzel, 1997).

II-10-1-3 La rétention d'eau

Sous forme de vapeur ou de liquide, l'eau occupe environ un quart du volume d'un sol, quand ce dernier est saturé, l'eau percole à travers une couche du sol sous l'influence de la gravité (Koller, 2004). la teneur en air est complémentaires de la teneur en eau, puisque ces deux fluides se partagent l'espace poral (Blanc, 1985)

D'après Aubert G (1978), La teneur en eau hygroscopique est :

$$\text{H}_2\text{O} (\%) = (\text{P}_2 - \text{P}_3 / \text{P}_3 - \text{P}_1) * 100$$

II-10-1-4 La perméabilité

La perméabilité est indépendante du taux de la matière organique. Le critère retenu pour mesurer la perméabilité est la vitesse de percolation de l'eau en cm³/heure. Le taux élevé de la matière organique n'implique pas forcément une bonne perméabilité (Redlich et Verdure, 1975). La perméabilité permet l'évacuation rapide de l'eau en excès et la bonne aération de la masse du substrat, condition nécessaire pour que les racines puissent absorber l'eau et les éléments nutritifs; ainsi que l'activité biologique est indispensable à la répartition des racines. En revanche la morphologie racinaire peut être fortement gênée par des excès d'eau occasionnés par un substrat peu perméable; ce sont surtout les jeunes racines qui sont les plus gênées dans leur croissance (Boukerker, 2006).

Selon (Azzi, 1997). Il est pratiquement impossible de créer un milieu où la plante trouve à la fois l'air et l'eau nécessaire.

Les substrats de culture.

II-10-1-5 L'humidité hygroscopique (H%)

L'humidité hygroscopique représente la quantité d'eau que peut retenir un sol soumis aux conditions d'assèchement naturelles. C'est la quantité d'eau retenue à la surface externe des particules du sol et en équilibre avec la pression et l'humidité atmosphérique (Boukerker, 2006).

II-10-2 Propriétés chimique

II-10-2-1 Le potentiel hydrique (pH)

La connaissance des niveaux des concentrations des ions H_3O^+ d'un sol se réfère à la notion de pH. Les bactéries responsables de la décomposition de la matière organique fraîche et transformée restent en perpétuelle activité, en pH neutre (Dommergues, 1970). La valeur du pH détermine la stabilité de la structure du sol, le fonctionnement de la capacité d'échange cationique (C.E.C.) (Jean, 2012). Un sol ayant un pH inférieur à 7 est acide, un sol ayant un pH supérieur à 7 est basique. Le degré d'acidité ou de basicité du sol joue un rôle très important sur l'assimilation des éléments nutritifs par la plante. Donc dans un milieu acide, le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium, le soufre et le molybdène sont moins facilement assimilables par la plante tandis que le fer, le manganèse, le bore, le cuivre et le zinc sont les moins assimilables par les plantes dans un milieu basique. Lorsque le pH du sol est inférieur à 6, certains nutriments ne sont plus assimilés par la plante et en est de même pour un pH supérieur à 7. La plupart des plantes ont donc une croissance optimale lorsque le pH du sol est compris entre 6 et 7 car la majorité des éléments nutritifs sont assimilables dans cette zone de pH. (Schneider, 2012).

II-10-2-2 La conductivité électrique

La salinité globale d'un échantillon peut être exprimée sous la forme de la conductivité électrique, ou bien sous la forme de la somme des ions de son extrait aqueux (Bachir et Lakehal, 2007). L'estimation de la teneur globale en sels dissous a été faite à l'aide de l'échelle de salure des sols.

Les substrats de culture.

II-10-2-3 La capacité d'échange cationique (C.E .C)

La capacité d'échange cationique d'un sol représente la quantité de cations (calcium, potassium, magnésium, sodium et ammonium) qu'il peut retenir sur son complexe argilo-humique à un pH donné. La valeur de la C.E.C. d'un sol est donc surtout fonction de sa richesse en argile et en matière organique. Le calcul de la valeur de la CEC donne une bonne idée des teneurs en éléments cationiques échangeables (K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+) et donc potentiellement disponibles pour les cultures. Le niveau de la CEC permet de préciser les doses et fréquences d'apports pour une fertilisation potassique et magnésienne. (Jean, 2012). La mesure de la CEC des sols doit se faire au pH de la solution du sol pour éviter la modification des charges variables. Dans les méthodes habituelles, la CEC est mesurée soit à pH 7 (méthode Metson) pour les sols faiblement acides à neutres, soit à pH 8,2 (méthode Bower) pour les sols alcalins. Par ailleurs, en présence de sels diversement solubles, ces méthodes ne semblent pas précises dans la mesure où il est difficile de rendre le complexe adsorbant monoionique. La CEC et la surface spécifique sont souvent utilisées comme des outils de prédiction et d'évaluation des propriétés des constituants des sols. Il a ainsi été montré que la rétention de l'eau dans les argiles est étroitement liée à la capacité d'échange et à la surface spécifique (Saidi, 2008).

Tableau 02 : Interprétation de la valeur de la CEC en méq/100 g (LANO, 2015).

Valeur de la CEC en méq/100 g	Interprétation
CEC < 9	Petite CEC
$9 \leq CEC \leq 12$	CEC moyenne
$12 < CEC \leq 15$	CEC assez élevée
$15 < CEC \leq 25$	CEC élevée
CEC > 25	CEC très élevée

Les substrats de culture.

II-10-2-4 Le calcaire

Le calcaire est la source la plus fréquente de calcium, celui-ci étant fixé sous forme d'ions sur le complexe absorbant (Mathieu, 2003). Le calcaire total est une des composantes héritées de la dégradation de la roche-mère. Son absence totale a pour conséquence une acidification progressive qu'il est parfois nécessaire de compenser par des apports réguliers d'amendements basiques (chaulage). Le calcaire total est une caractéristique stable du sol (Jean, 2012).

II-10-2-5 La matière organique

La matière organique du sol est constituée par l'ensemble des composés carbonés d'origine animale ou végétale. Elle comprend une fraction inerte (résidus végétaux et animaux) et une fraction vivante constituée par les organismes vivants du sol. Sa décomposition fournit au sol les éléments nutritifs nécessaires à l'activité microbienne et à la croissance des plantes (Arfang, 2011). Certains sols, issus de dépôts géologiquement récents, peuvent contenir de la matière organique. On les identifie in situ à leur couleur grise à noire, à la présence de débris végétaux et à leur odeur. Au laboratoire, la teneur globale en matière organique se mesure sur le résidu passant à 0,4 mm, préalablement séché à 65°, que l'on fait réagir à l'eau oxygénée. Un deuxième étuvage permet par différence de connaître le poids et donc la teneur en matière organique. Au-delà de 2 à 3 % de matière organique, l'utilisation des sols en remblais peut engendrer des problèmes de tassements à long terme. Les sols contenant plus de 5 % de matière organique sont à proscrire (Gerard et Paul, 2009).

II-10-2-6 Rapport carbone/azote (C/N)

Le rapport C/N traduit la capacité minéralisatrice: plus cet indice est élevé, moins cette capacité est bonne (Serag, 1985). Un rapport C/N bas inférieur à 25 accélère la décomposition et limite par conséquent les possibilités d'humification (Dommergue et Mongenot, 1970). Dans le cas des substrats organiques préparés à partir de substances naturelles, ce rapport peut servir à caractériser la résistance à la dégradation microbienne des différents types de matières organiques. (Lemaire et *al*, 1989). La matière organique bien décomposée (l'humus stable) à un rapport C/N voisin de 10 (Musy et *al*, 1996). cette valeur indique une vie microbienne active se déroulant dans le sol. Si ce rapport est faible, cela est due à l'importante activité

Les substrats de culture.

microbienne qui s'y déroule (Brauman et Fall, 1998).l'azote résiduel libéré sous forme d'ammonium sera ensuite nitrifié (Bensid, 1996).

Tableau 03 : Le rapport C/N de différentes matières organiques (Lemaire et *al*, 1989).

Types de matières organiques	C/N
Fumier de bovin	28
Fumier d'ovin	23
Fumier de champignonnières	19
Boues tout venantes	30
Composts urbains	14
Ordures ménagères fraîches	11
Tourbe blonde française 1	20-25
Tourbe blonde française 2	26
Tourbe blonde Russe	54
Tourbe allemande	49
Ecorce de pin maritime non compostées	300
Ecorce de pin sylvestre composté	92

Les substrats de culture.

II-10-2-7 Le phosphore (P)

Le phosphore (P) est un élément nutritif majeur très peu mobile dans les sols. Sa biodisponibilité est définie comme étant le flux de celui-ci (P) susceptible d'être absorbé par une plante, est gouvernée par l'absorption racinaire et par la disponibilité chimique de(P) dans le sol, qui dépend de sa spéciation (Meziane et Benhadja, 2014). La détermination de phosphore assimilable se fait par la méthode Duchaufour sur sol non calcaire et Joret-Hébert sur sol calcaire, exprimé en %. (Jerome et al, 2011). Le phosphore représente souvent un facteur limitant, par suite de sa faible concentration dans les sols (Ramade, 1984).

II-11 Les éléments nutritifs

Ce sont des éléments qui sont essentiels pour la croissance de la plante et sont puisés du sol ou de l'eau d'irrigation, inondation ou eau souterraine ou sont fournis par moyen hydroponique. Les éléments nutritifs primaires sont l'azote, le phosphore et le potassium, qui sont consommés en assez grandes quantités. Trois éléments nutritifs secondaires sont puisés en quantités inférieures, mais sont essentiels pour la croissance de la plante: le calcium, le magnésium et le soufre. Des oligoéléments sont nécessaires en très petites quantités sont: fer, zinc, manganèse, bore, cuivre, molybdène et chlore. De plus, quelques plantes bénéficient de la présence de sodium, cobalt et silicium qui, toutefois, ne sont pas considérés comme éléments nutritifs essentiels (FAO, 1999). Dans les cultures sur substrats pauvres en éléments minéraux, la nutrition dans ce cas peut être assuré à l'aide d'une solution nutritive; la solution nutritive est une solution de sels minéraux contenant à l'état dissous tous les éléments minéraux dont la plante a besoin (Coicy et Lesaint, 1975). Donc chez la plupart des plantes, un nombre relativement faible de nutriments suffit à l'accomplissement du cycle de développement. Les éléments requis pour assurer la croissance et le développement des plantes sont considérés comme essentiels (Hopkins, 2003).

Les substrats de culture.

Tableau 04 : Les éléments essentiels des plantes supérieures; estimations des concentrations optimales permettant une croissance normale (Hopkins, 2003).

Eléments	Symbole chimique	Forme disponible	Concentration dans la MS (mmol/Kg)
Macroéléments	H	H₂O	60 000
Hydrogène	C	CO₂	40 000
Carbone	O	O₂, CO₂	30 000
Oxygène	N	NO⁻³, NH⁺⁴	1 000
Azote	K	K⁺	250
Potassium	Ca	Ca²⁺	125
Calcium	Mg	Mg²⁺	80
Magnésium	P	HPO⁻⁴, HPO₂⁻⁴	60
Phosphore	S	SO₂⁻⁴	30
Soufre			
Microéléments			
Chlore	Cl	Cl⁻	3.0
Bore	B	Bo₃⁻³	2.0
Fer	Fe	Fe²⁺, Fe⁺³	2.0
Manganèse	Mn	Mn²⁺	1.0
Zinc	Zn	Zn²⁺	0.3
Cuivre	Cu	Cu²⁺	0.1
Nickel	Ni	Ni²⁺	0.05
Molybdène	Mo	MO₂⁻⁴	0.001

Deuxième partie
Etude expérimentale

Matériel et méthodes

Le matériel et méthodes.

I-1 Présentation de la zone d'étude

Cette étude est réalisée dans La pépinière de Sidi Marouane qu'est la première en production de chêne-liège; projet-pilote financé par la Banque mondiale (BM) vers 1992/1993. Elle est située dans la wilaya de Mila à la région de Sidi Marouane exactement au nord-est au côté sud de oued Rhumel donc c'est une zone climatique de barrage de Bni Haroun (Figure: 14) qui s'étend sur une superficie totale de 04h et une superficie utile de 02h. La pépinière est composée de deux parcelles spéciales pour la production hors sol de chêne-liège. « Lancée en 2004, c'est la deuxième plus importante pépinière au plan national, offre une capacité de production de 600 000 plants pour une rotation de 6 mois » (Anonyme, 2008).



Figure14: vue par satellite de la zone de localisation de la pépinière de sidi Marouane.

Le matériel et méthodes.

I-1 Climatologie de la zone d'étude

Notre zone d'étude est caractérisée par un climat de type méditerranéen, son régime climatique dépend de deux paramètres principaux : la précipitation météorologiques et la température.

I-2-1 Les précipitations

La pluie est un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères. La région d'étude est considérée parmi les régions arrosées avec une moyenne de l'ordre de 641.5 mm/an. Les précipitations sont également variables et irrégulières d'une année à l'autre mais la saison hivernale reste la plus pluvieuse avec une moyenne de 104.86 mm/mois et un pic au mois de décembre par contre, l'été est sec avec une faible augmentation du niveau de 5.2 mm/mois

I-2-2 Température

La zone d'étude est caractérisée par un climat doux et humide en hiver et chaud et sec en été. Ces caractéristiques indiquant un climat méditerranéen. Les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées essentiellement pendant la période d'été (Juin – Septembre) avec des températures variant de 25 à 28 °C par contre les plus basses, de 9.7 à 13 °C, sont observées pendant la période d'hiver (décembre à mars) avec un minimum pendant le mois de janvier 9.7 °C. Les autres mois présentent des températures intermédiaires (14 n à 22 °C) (Habila, 2008). Ces caractéristiques de la température, d'un point de vue hydro chimique, nous indiquent que pendant la période d'été, les valeurs élevées de la température vont provoquer une évaporation accrue de l'eau ce qui conduit à une augmentation de la concentration des éléments chimiques dans l'eau de barrage qu'est la source pour l'irrigation des plantules dans la pépinière.

Le matériel et méthodes.

I-3 Travaux à la pépinière

Le mode d'élevage de plants forestiers utilisé actuellement en Algérie : élevage en sachets polyéthylène de forme cylindrique , perforés, remplis d'un substrat argilo limoneux compacte, installés en planches de pépinière reposant directement sur le terrain naturel, présente des inconvénients rédhibitoires (irréversible)et pour éliminer ces derniers , la technique (hors-sol /conteneur WM) employée à la pépinière de Sidi Marouane a donné des résultats très satisfaisant.

I-3-1 La technique d'élevage en hors sol

L'élevage en hors sol se pratique dans des conteneurs (WM) conditionnés dans des caissettes en plastique à fond percé, installées sur des châssis métallique surélevés au sol (Figure:15).



Figure15: L'organisation de L'élevage en hors sol dans des WM, caissettes en plastique, des châssis métallique sur élevés au sol dans la pépinière (CFM, 2015).

Le matériel et méthodes.

I-4 Le matériel utilisé dans cette étude

I-4-1 Le matériel de la pépinière

I-4-1-2 Les conteneurs

Le choix du conteneur est un facteur déterminant pour produire un plant de qualité, dans cette technique, le conteneur WM de Riedacker (Figure: 16) constitué de deux pièces rigides en polyéthylène emboîtable pliées sous la forme de la lettre alphabétique W ou M, et son volume est de 400 cm³.



Figure16: Les conteneurs WM de Riedacker.

Le matériel et méthodes.

I-4-1-2 Les bâches de culture

Les bâches de culture sont constituées de châssis métalliques ; disposés transversalement sur des murettes en briques ou en parpaings de 20 cm de hauteur, ils sont équipés d'un système d'irrigation par brumisation (aspersion très fine). Les bâches de production sont protégées par un filet surmonté sur une ossature métallique, qui assure au même temps le rôle de combrière et de brise vent latéraux. Le conteneur sans fond, la caissette de manutention à base ajourée et la surélévation des châssis provoquent l'auto-cernage des racines, ce dernier est le résultat du coussin d'air et de la lumière ménagée à la base du conteneur.

I-4-1-3 Les caissettes

Il s'agit des caissettes en plastique de dimension 51, 35, 15 cm, elles présentent des ouvertures dans leurs fonds (bases) qui vont permettre l'auto-cernage des racines, une caissette peut contenir 40 conteneurs « W M ».

I-4-2 Le matériel végétal

I-4-2-1 Les glands

Les glands étudiés sont des glands primaires récoltés en moi d'Octobre 2014 de deux forêts domaniales de chêne liège de la même wilaya mais de deux provenances différentes ; la première est (PR1) de la commune de (Tassadan) situer au Nord-West de chef-lieu de la wilaya et la deuxième (PR2) c'est de la forêt de la commune de Grarem (Bounaadja) situer au Nord-Est de chef-lieu de la wilaya (Figure: 17).



Figure17 : les deux provenances de chêne-liège choisi pour l'étude.

I-5 Description des deux provenances

Parmi les différentes provenances disponibles, nous avons choisi ces deux provenances puisqu'elles représentent la principale source des semences acquittées pour la production de chêne liège dans la pépinière. Ces deux provenances ont différentes caractéristiques (tableau 09).

Tableau 05: Caractéristiques des deux provenances (Tassadane et Bounaaja).

Provenances	Tassadane Haddada	bounaaja
caractéristiques		
Secteur géographique	nord-ouest	nord-est
Latitude	36°-4089N	36°-5167N
Longitude	5°-9461E	6°- 33E
Étage bioclimatique	subhumide	subhumide
Le nombre des glands/Kg	375	370
La longueur (cm)	3-4.5	2.5-3
Le diamètre (cm)	1.5-2	1.5-2.5

Le matériel et méthodes.

I-5-1 Les milieux (mélanges) de culture

Pour la production de chêne-liège hors sol on a besoin d'un substrat à base d'un mélange des éléments aérateurs et des éléments rétenteurs d'eau dans lequel se développe le système racinaire des plantules, il doit assurer les fonctions de support physique des cultures, de la nutrition hydrique et minérale et de l'espace pour la croissance et la respiration des racines. Pour notre étude on a choisis trois mélanges (M_1 , M_2 et M_3) qui sont composés d'éléments suivants :

I-5-1-1 Eléments rétenteur d'eau

I-5-1-1-1 Humus forestier

Ce sont des macromolécules de poids moléculaire élevé, composées d'un assemblage de différentes chaînes hydrocarbonées. L'ensemble de ces composés forme la matière organique. L'humus joue un rôle très important tant au niveau de la structure du sol que de sa fertilité. Tout d'abord, il améliore la structure du sol en rendant plus légère les terres argileuses et en permettant une meilleure tenue des terres sableuses. D'autre part, il augmente la capacité du sol à retenir l'eau et les éléments fertilisants sous forme minérale. Enfin, c'est au niveau de l'humus que les microorganismes du sol transforment la matière organique en éléments minéraux assimilables par les plantes.

I-5-1-1-2 Terre végétale

Matériau très riche en nutriments et d'origine organique (humus forestier) ; elle a une bonne capacité de rétention d'eau.

I-5-1-2 Elément aérateur

I-5-1-2-1 Grignon d'olive

Ce sont les déchets récupérés des huileries, ils ont subi un compostage pendant trois ans afin de réduire le taux d'acides et des composés toxiques qui peuvent exister, et de réduire le taux d'Azote élevés par minéralisation, leur diamètre varie de 1 à 4 mm. Les

Le matériel et méthodes.

grignons d'olives compostés ne contiennent aucun métal lourd ou de polluants toxiques ou d'organismes pathogènes. Il a des caractéristiques physicochimiques spécifiques (Tableau:06).

Tableau 06: Caractéristiques physicochimiques du grignon d'olive (Roula, 2006).

Paramètre	pH	Porosité %	CE mm hos/cm	MO %	N %
Grignon d'olive	5.60	88	0.07	80	0.50

I-5-1-2-2 Sable

Le sable est une matière de la désagrégation des roches siliceuses ou calcaires pour donner un ensemble de particules pulvérulente, provenant comme il y a aussi le sable non calcaires qui se caractérise par une grande inertie chimique et une faible solubilité inférieurs à 5meq/100g de produit sec, cela permet leur utilisation en culture hydroponique (Khidour et *al*, 2014). Il est pauvre en matières carbonées avec peu d'eau disponible (Barij, 2006).

I-6 Préparation des substrats et composition des modalités

Dans notre expérimentation, l'élément rétenteur utilisée est l'humus forestier et terre végétale associée à deux aérateurs: le grignon d'olive et sable. Par la combinaison de trois substrats avec deux provenances de différentes régions, on cherche de voir le comportement des plants de différentes provenances élevées sur ces substrats et par conséquent classer les modalités testées. Enfin, la meilleure combinaison testée (provenance × substrat) nous permet de fixer la meilleure provenance pour la région et ainsi de choisir le meilleur substrat d'élevage du chêne-liège (Tableau: 07).

Le matériel et méthodes.

Tableau 07: Composition et dénomination des modalités testées.

Modalités	Composition	
	Provenances	Substrats
M ₁	Tassadane	25% grignon d'olive + 25% humus forestière +50 % terre végétal
	bounaaja	25% grignon d'olive + 25% humus forestière +50 % terre végétal
M ₂	Tassadane	60% grignon d'olive +40% humus forestière
	bounaaja	60% grignon d'olive +40% humus forestière
M ₃	Tassadane	50% grignon d'olive +25sable + 25 humus forestière
	bounaaja	50% grignon d'olive +25sable + 25 humus forestière

I-7 Dispositif expérimental

Le dispositif choisi est un essai en randomisation totale avec trois répétitions, chaque répétition est composé de 2 caissettes en plastiques à fond perforé, contenant chacune 40 conteneurs (40 plants) et correspond chacune à une modalité (Figure:18), ce qui donne $2 \times 40 = 80$ plants par répétition et 240 plants pour tout le dispositif. Les caissettes sont surélevées de 60 cm par rapport au sol pour permettre l'auto-cernage des racines.



Figure18: Plan du dispositif expérimental.

Le matériel et méthodes.

I-7-1 Le semi des glands

Avant de semer, les glands sont mis dans un sac en plastique troué, à l'air et à la lumière de soleil pendant (08 à 13) jours ; pour but de déterminer le pouvoir germinatif des glands puis elles sont triées par flottaison, trempées dans l'eau tiède et traitées en même temps par un fongicide. Les glands sont semés à raison d'un gland par contenant, à une profondeur de 1 à 2 cm, suivi d'un arrosage abondant, nécessaire pour favoriser le succès de la germination. Le semis est protégé par un filet contre l'attaque des oiseaux et des petits rongeurs ; ainsi que par l'application de traitements fongiques préventifs.

I-7-2 L'irrigation

L'irrigation consiste à apporter de l'eau à la culture, selon les besoins des plants, les caractéristiques hydriques du substrat et la demande climatique. La conduite de l'irrigation sera fonction de la dose déterminée par les porosités du substrat de culture et la fréquence des apports liés à la consommation réelle des plantules. Donc il faut la contrôler soit par un contrôle visuel ou contrôle par pesée. L'irrigation peut se faire automatiquement à l'aide d'un programmeur (Figure: 19).



Figure19: programmeur du système d'irrigation dans la pépinière (CFM, 2015).

Le matériel et méthodes.

Pour notre essai les plants ont été irrigués par brumisation au moyen d'un système d'arrosage automatique à raison de trois fois par semaines, cette fréquence augmente pendant l'été à et devient chaque jour, puis elle diminue pendant les mois plus ou moins humides.

I-7-2 Protection des semis

Le désherbage des adventices s'est effectué manuellement dès que cela s'avère nécessaire, car celles-ci exercent sur les plants des actions nuisibles du point de vue mécanique en étouffant les semis, et physiologique en provoquant une baisse de fertilité.

I-8 Mesures et observations sur les plants

I-8-1 Le taux de levée des semis

Après la période de (81 jours) de l'enracinement des glands sous substrat ; on a observé l'apparition de la première plantule de chêne-liège, et à chaque fois qu'une plantule apparaît on la compte, jusqu'à la dernière levée (du 23/12/2014 au 15/03/2015).

Le pourcentage de la germination pour chaque méthode est déterminé comme suit :

$$\text{Nombre des glands semi} \longrightarrow 100$$

$$\text{Nombre des glands germés} \longrightarrow X$$

$$X = \text{Nombre des glands germés} * 100 / \text{Nombre des glands semi}$$

I-8-2 La hauteur de la tige

On a mesuré la hauteur de la tige de trois plantules en choix aléatoire dans chaque mélange pour les deux provenances pour comparer la croissance de ses plantules et tester les effets de ces différents substrats sur l'allongement de la tige des deux provenances que nous avons choisi.

Le matériel et méthodes.

I-8-3 Le nombre total des feuilles et la surface foliaire

Le calcul du nombre de feuilles a été effectué après quatre mois de semis, à la fin de l'essai sur les mêmes plants utilisés pour la mesure des hauteurs. La surface foliaire (SF) est mesurée selon la méthode traditionnelle, qui consiste à dessiner la périphérie de la feuille sur un papier calque, qui est ensuite pesé, d'autre part on prend une surface donnée du papier calque (9cm²) et la pesée ensuite, ou en déduit la surface assimilatrice par la formule suivante : (Khidour et al, 2014).

$$S/P = S1/F \longrightarrow S1 = S * F / P$$

S : poids de la feuille de chêne liège.

S1 : la surface foliaire.

P : poids de papier calque.

F : la surface de papier calque (9cm²).

I-8-4 Poids frais des parties aériennes et souterraines

A la fin de l'expérimentation nous avons mesuré les biomasses fraîches, aériennes et racinaires des mêmes plants utilisés pour la mesure des hauteurs de la manière suivante: le conteneur est d'abord séparé, le plant est ensuite démonté soigneusement pour garder le maximum de la masse racinaire. La partie aérienne est séparée du système racinaire à l'aide d'une lame au niveau du collet. Avant le passage des parties aériennes et racinaires dans le four, on pèse leurs poids frais à l'aide d'une balance de précision (Figure:20).



Figure20: La partie aérienne est séparée du système racinaire à l'état frais.

Le matériel et méthodes.

I-8-5 Poids sec des parties aériennes et souterraines

Cette opération nécessite le passage des parties aériennes et souterraines à l'étuve 105 C° pendant 24 heures puis pesée. Les données obtenues pour chaque paramètre ont été interprétées statistiquement au moyen de l'analyse de la variance (Figure:21).



Figure21: La partie aérienne est séparée du système racinaire à l'état sec.

I-9 Analyses physicochimiques des différents substrats

I-9-1 Analyses physiques

I-9-1-1 La texture

Pour déterminer la texture du sol, nous avons utilisés la méthode par saturation qui consiste à mesurer le pourcentage d'humidité du sol (y) et à le comparer à une échelle qui détermine la texture lui correspondant. Nous avons, tout d'abord, pris une petite quantité de sol (=50g) et nous l'avons imbibée d'eau au goutte à goutte tout en mélangeant jusqu' au point où : -La pâte devienne luisante et glisse doucement l'ors qu'on incline le récipient. Ensuite, nous avons suivi les étapes suivantes :

Le matériel et méthodes.

-Peser une capsule vide (P1).

-Prendre une petite quantité de pâte (sol mouillé), la mettre dans la capsule puis repeser (P2).

-Mettre à l'étuve à 105°C pendant 24h.

-Peser une troisième fois la capsule à la sortie de l'étuve (P3). Le poids correspond donc au poids de la capsule vide + le poids du sol sec.

- Puis calculer :

$X1 = P2 - P3$ (poids de l'humidité)

$X2 = P3 - P1$ (poids du sol sec).

-Ensuite appliquer la règle de trois pour calculer le pourcentage d'humidité :

$X1g \longrightarrow X2g$ de sol sec.

$Y(g) \longrightarrow 100$ g de sol sec.

-Enfin comparer Y au (tableau: 08) pour déterminer la texture.

Tableau 08: Echelle de la texture (Chaabna Bousitoune, 2012).

Pourcentage d'Humidité (%)	Texture
<12	Sableuse
12-24	Sablo- limoneuse
24-37,5	Limono –sableuse
37,5-45	Limono- argileuse
45-75	Argilo- limoneuse
>75	Argileuse

Le matériel et méthodes.

I-9-1-2 La teneur en eau hygroscopique :

D'après Aubert G (1978), il faut :

- Peser une capsule en silice, soit P_1 le poids de la capsule vide ;
- Peser précisément dans cette capsule 10 g de terre fine séchée à l'air libre ; soit P_2 le poids de la capsule vide + les 10 g de terre fine ;
- Mettre la capsule et son contenu dans l'étuve à 105 °C durant 48 heures ;
- Retirer la capsule de l'étuve, et la laisser refroidir dans un dessiccateur ;
- Peser la capsule après refroidissement, soit P_3 le poids obtenu (capsule vide + terre séchée à l'étuve) ;
- $P_2 - P_3$ correspond à la perte d'eau qu'ont subi les 10 g de terre séchée à l'air libre ;

- La teneur en eau hygroscopique est :

$$H_2O (\%) = (P_2 - P_3 / P_3 - P_1) * 100$$

I-9-1-3 La porosité :

La porosité a été déterminée selon la formule suivante :

$$Pt(\%) = 95,83 - 32,43 \text{ mva (g / cm}^3\text{)}$$

La masse volumique apparente (mva) est exprimée par la formule suivante :

$$Pa = (Ms - Mc) / V \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Ms = Masse de l'échantillon sec (g)

Mc = Masse de la capsule vide (g).

V = Volume de la capsule : 100 cc.

I-9-2 Analyses chimiques

I-9-2-1 Détermination du pH

La mesure du pH d'une suspension de sol dans l'eau rend compte de la concentration en ions H^+ à l'état dissocié dans le liquide surnageant (Bachir et Lakehal, 2007). Et pour déterminer le pH des substrats on a utilisé les étapes suivantes:

Le matériel et méthodes.

-Sécher les substrats à l'étuve à 105°C pendant 48 h et laisser refroidir puis les briser doucement et rigoureusement.

-Peser 20 g de substrat et ajouter 50 ml d'eau distiller.

-Agiter pendant deux minute puis lisser les solutions précipiter 30 min puis utiliser le pH mètre pour obtenir les mesures (Figure:22).

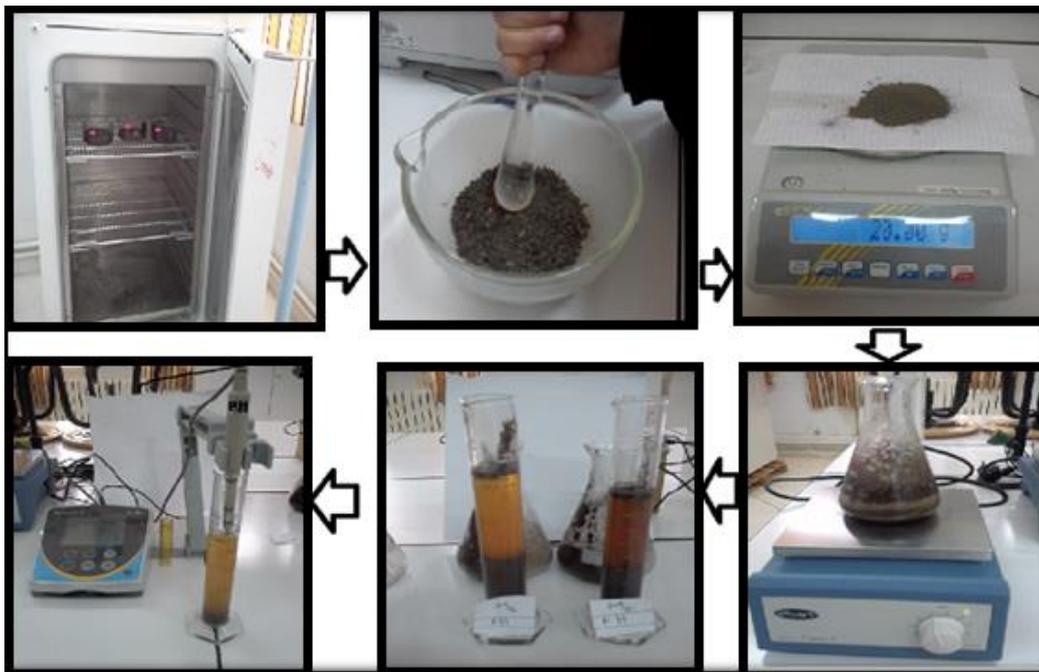


Figure 22: les étapes pour mesurer le pH des substrats.

I-9-2-2 Mesure de la conductivité électrique

La conductivité électrique est une mesure qui donne une approximation de la teneur en sels solubles présent dans l'échantillon. Et pour la déterminer on a utilisé la même méthode de détermine PH sauf que :

-Utiliser 10g du substrat.

-L'agitation 30 min par agitateur (aller-retour).

-L'appareil de mesure est le conductimètre (Figure:23).



Figure23: Le conductimètre.

I-9-2-3 Le calcaire

La présence de calcaire dans un sol, dès la surface, provoque une augmentation de la teneur en matière organique totale, ainsi qu'une incorporation de matière organique sur une grande épaisseur. Les modifications quantitatives et qualitatives de la matière organique, en présence de calcaire, ont des conséquences importantes sur la minéralisation de l'azote. (Le tacon, 1978). Donc pour détecter la présence ou l'absence du calcaire dans les substrats tester on a ajouté quelques gouttes de l'HCL sur une quantité de sol de chaque substrat et en fonction de la puissance de l'effervescence on détecte la présence ou l'absence de calcaire (Figure: 24).



Figure24: la puissance de l'effervescence pour détecter la présence ou l'absence de calcaire.

Le matériel et méthodes.

I-9-2-4 Détermination du calcaire total (Méthode volumétrique)

La teneur en calcaire total permet de préciser le type de sol et de connaître l'importance des réserves en CaCO_3 du sol, on détermine la quantité de calcaire par la méthode volumétrique suivante :

- Peser 1 g de terre tamisée à 2 mm dans un bêcher de 250 ml.
- Ajouter exactement 20 ml d'acide chlorhydrique (1N).
- Ajouter également 100 ml d'eau distillée.
- Porter le bêcher sur le bain de sable, à 60 °C, et agiter de temps à autre pendant 45 mn.
- Laisser bouillir pendant quelques minutes.
- Après refroidissement, filtrer dans une fiole de 250 ml.
- Bien laver la terre.
- Ajuster à 250 ml.
- Prélever 100 ml du filtrat, et porter dans un bêcher de 400 ml.
- Ajouter quelques gouttes (3) de phénolphthaléine à 2 %.
- Titrer le reste d'acide chlorhydrique par la soude (1N).
- Le virage à lieu vers le rouge violacé.

Calcule de pourcentage du calcaire total :

$$\text{CaCO}_3\% = (V_t - V_r) \cdot 12,5$$

V_t : volume total d'étalonnage

V_e : volume resté

I-9-2-5 Détermination de matière organique

Le dosage de la matière organique est réalisé à partir de ces constituants qui est le carbone. La méthode de détermination du carbone organique est basée sur l'oxydation à froid de ce dernier, par le bichromate de potassium en milieu acide (méthode de Walkley et black, 1934). Selon les étapes suivantes (Figure:25):

- Mettre 1g de sol dans un erlenmeyer de 30ml.
- Ajouter 10ml de $\text{k}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$,
- Agiter pour disperser le sol, on

Le matériel et méthodes.

- Ajouter 20 ml de H_2SO_4 et on agite pour assurer un mélange intime.
- Laisser reposer pendant 15 à 30 minutes.
- Ajouter 200ml d'eau distillée, 10ml de H_3PO_4 et 1ml d'indicateur (diphénylamine).
- Titrer avec une solution de sulfate ferreux 1N ($FeSO_4$) jusqu'au virage de l'indicateur au vert.
- Un essai à blanc doit être effectué. Le pourcentage de la matière organique est déduit à partir de la formule suivante :

$$MO\% = 4.1725 \times (a - b) / a$$

Où :

a : volume en ml de la solution de $FeSO_4$ ajoutée au blanc.

b : volume en ml de la solution de $FeSO_4$ ajouté au sol.

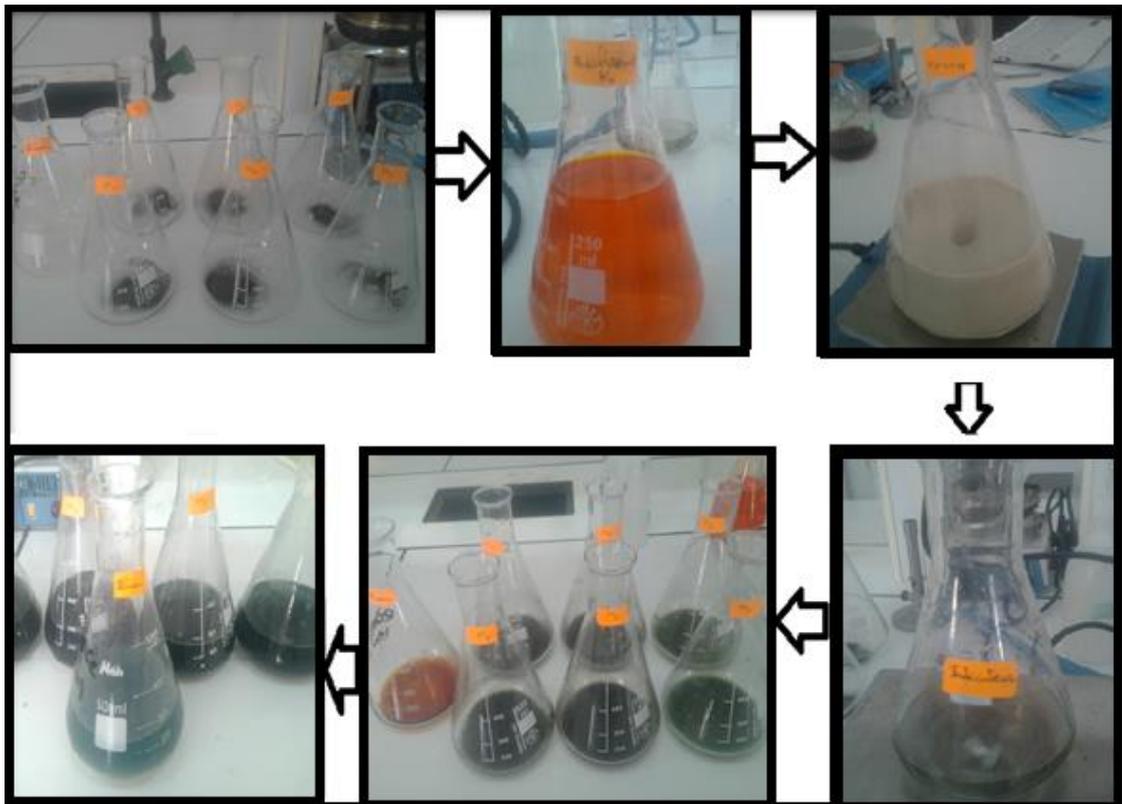


Figure 25: Le dosage de la matière organique.

Résultats et discussion

Résultats et discussions

II-1 Résultats des analyses effectués sur les substrats de culture

II-1-1 Analyse chimique des substrats

Les analyses chimiques des substrats ont été réalisées au niveau de l'institut des sciences et technologies, au laboratoire des biologistes à l'université de Mila.

Tableau 09 : Résultats des analyses chimiques des substrats.

Les éléments	M ₁ (25% grignon d'olive+25%humus forestière+50% terre végétal)	M ₂ (60%grignon d'olive + 40% humus forestière)	M ₃ (50% grignon d'olive+ 25% sable+25%humus forestière)
pH	7.34	7.27	7.94
CE (mmhos/cm)	2.65	5.91	1.36
Calcaire totale(%)	73.75	25	97.5
Matière organique (%)	5.67	27.39	1.87

II-1-1-1 Le potentiel hydrique (pH)

Tableau 10 : Normes d'interprétation du pH de la solution du sol Le clerch (2000) in (Belaidi, 2010).

pH	5 - 6.5	< 3.5	3.5 - 4.2	4.2 - 5	6.5 - 7.5	7.5 - 8.7	> 8.7
Classes	Hyper Acide	Très Acide	Acide	Faiblement acide	Neutre	Basique	Très Basique

En se référant aux tableaux 10 et 09, nous constatons que les deux substrats M₁, M₂ ont des pH voisins et neutres (7.34, 7.27) mais M₃ son pH est Basique.

Résultats et discussions

II-1-1-2 La conductivité électrique

Tableau 11: Classification des sols en fonction de la CE (Baize, 2000).

Classe	CE
Non salé	<2.5
Faiblement salé	2.5-5
Moyennement salé	5-10
Salé	10-15
Fortement salé	15-20
Très fortement salé	20-27.5
Excessivement salé	27.5-40
Hyper salé	>40

Selon l'échelle de Classification de (Baize, 2000), nos résultats montrent que le Milieu (M_1) est faiblement salé, le milieu (M_2) est moyennement salé et le milieu (M_3) est non salé.

II-1-1-3 Le Calcaire total

D'après le programme d'interprétation LANO de Basse Normandie les sols sont classés selon leurs teneurs en calcaire total comme suit :

Tableau 12 : Qualification du sol d'après le taux de CaCO_3 total (LANO, 2015).

Taux de CaCO_3 total	Qualification du sol
$\text{CaCO}_3\text{T} \leq 5\%$	Sol non calcaire
$5 < \text{CaCO}_3\text{T} \leq 12,5\%$	Sol faiblement calcaire
$12,5 < \text{CaCO}_3\text{T} \leq 25\%$	Sol modérément calcaire
$25 < \text{CaCO}_3\text{T} \leq 50\%$	Sol fortement calcaire
$\text{CaCO}_3\text{T} > 50\%$ Sol	très fortement calcaire

Résultats et discussions

En comparant la teneur en calcaire total des substrats aux normes de qualification du sol citées ci-dessus, nous pouvons classer les deux substrats M₁ et M₃, dans la classe des sols très fortement calcaire (73.75, 97.5). Cependant M₂ est modérément (soit 25%).

II-1-1-4 La matière organique

Tableau 13 : Normes d'interprétation de la matière organique selon (Schaffer, 1975).

Taux de matière organique (%)	Terre
< 1	Très pauvre
1 à 2	Pauvre
2 à 4	Moyenne
> 4	Riche

D'après DUTHIL (1973), la matière organique est considérée comme normale de 1.5 à 2.5%, de ceci et selon les normes ci-dessus, les deux substrats M₁ et M₂ sont les plus riches en matière organique avec des taux de 5.67 % et 27.39 %, cela s'explique par la présence du grignon d'olive et l'humus dans les deux substrats tandis que le substrat M₃ reste pauvre en matière organique avec le taux 1.87 %.

Résultats et discussions

II-1-2- Analyse physique des substrats

Tableau 14 : Résultats des analyses physiques des substrats.

Analyses	M₁= (25% grignon d'olive + 25% humus forestière+ 50 % terre végétal)	M₂ = (60% grignon d'olive+ 40% humus forestière)	M₃= (50% grignon d'olive + 25% sable + 25% humus forestière)
Pourcentage d'humidité (%)	49.29	148.96	130.44
Texture	Argilo-limoneuse	Argileuse	Argileuse
Porosité (%)	22.19	51.98	27.26
La capacité de rétention En eau (%).	20.37	168.81	48.81

II-1-2-1 La porosité totale

La porosité total est élevée dans les deux mélanges M₂ et M₃ elle est de l'ordre de (51.98 %, 27.26%), par contre elle est faible dans le mélange M₁ (22.19 %) , cela s'explique par la présence du grignon d'olive et d'humus ;ces deux éléments dans les deux milieux et surtout M₂ dont les proportion sont très élevées assurent une très grande porosité, c'est-à-dire un volume très important des pores entre les particules du sol et par conséquent une meilleure capacité de rétention en eau et un meilleur développement du système racinaire (Belaidi, 2010).

II-1-2-2 La capacité de rétention en eau

La capacité de rétention en eau, est importante dans les deux substrats M₂ et M₃ et elle est faible dans le substrats M₁ avec des taux de 168.81% pour M₂, 48.81% pour M₃ et

Résultats et discussions

20.37 pour M_1 , grâce à la présence du grignon d'olive et d'humus, qui jouent le rôle d'un rétenteur d'eau et également d'un aérateur.

II-1-2-3 Texture

Selon les résultats du pourcentage d'humidité des trois substrats tester M_1 , M_2 , M_3 et en coordination avec le tableau:15 des normes au-dessous on classe les mélanges comme suite : un texture argilo-limoneuse pour M_1 , une texture argileuse pour M_2 et M_3 .

Tableau 15 : Echelle de la texture et normes de pourcentage de l'humidité (Chaabna, 2012).

Pourcentage d'Humidité (%)	Texture
<12	Sableuse
12-24	Sablo- limoneuse
24-37,5	Limono –sableuse
37,5-45	Limono- argileuse
45-75	Argilo- limoneuse
>75	Argileuse

Résultats et discussions

II-2 Résultats des mesures et observations effectués sur les plants

II-2-1 Le taux de levée

Le comptage des glands germés est débuté dès l'apparition de la première plantule et duré plus de (81) jour (du 23/12/2014 à 15/03/2015).suivant les résultats enregistrés dans le tableau II (annexe) et (figure: 26) nous pouvons dire que le taux de levée le plus satisfaisant concerne la provenance T dans le milieu M_1 avec une valeur de (92,50%) et la provenance B dans le milieu M_2 avec une valeur de (87,50%). Le M_3 reste le plus favorable pour la levée des deux provenances T et B avec une valeur de (97,50%) pour les deux. Cependant les taux de levée les plus faible sont enregistrés chez la provenance B dans les milieux M_1 et M_2 avec une valeur (75%).

Les résultats des milieux de culture : M_1 pour T, M_2 pour B et M_3 pour T et B sont en accord avec ceux de CEMAGREF (1983), qui considère que le taux de germination est satisfaisant à partir de 85%.

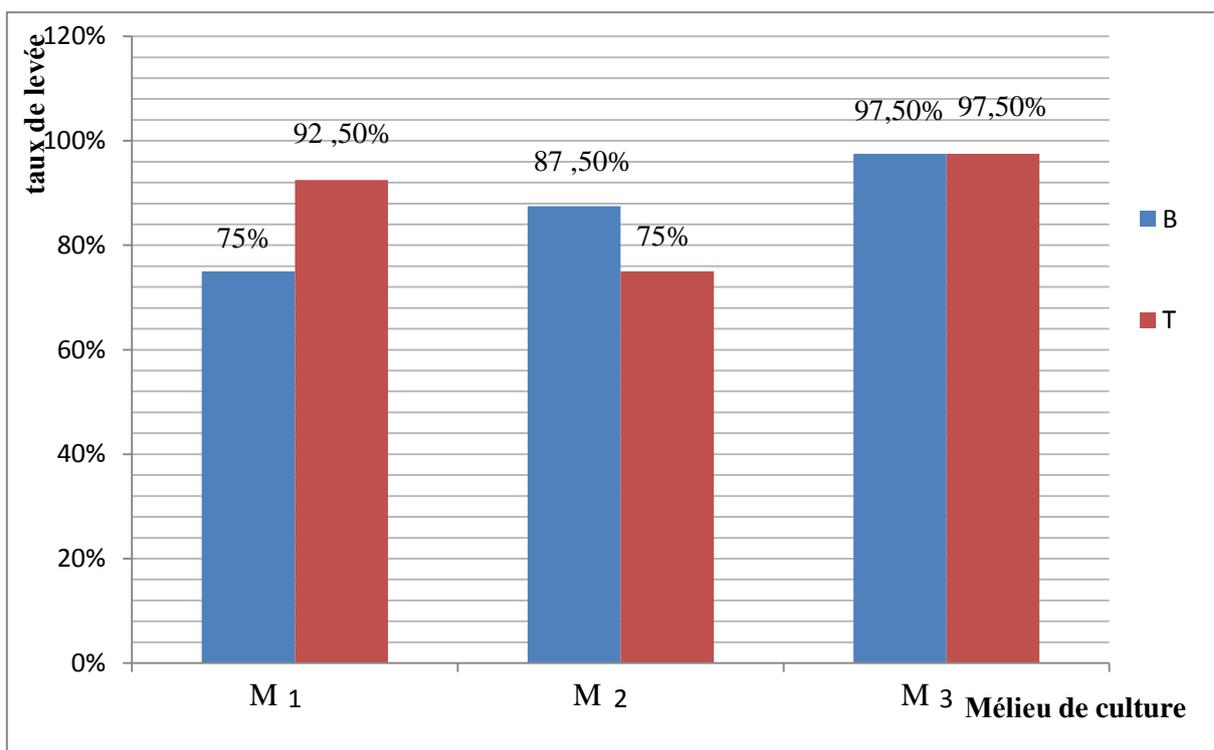


Figure 26 : le taux de levée de chêne liège (*Quercus suber* L.) chez les deux provenances (T et B) cultivées dans les différents substrats (M_1 , M_2 , M_3).

Résultats et discussions

II-2-2 Résultat des paramètres morphologique

II-2-2-1 L'influence des substrats sur les différents paramètres morphologiques

L'analyse de la variance des paramètres morphologique des plantules de chêne liégé (*Quercus suber.L*) à un intervalle de confiance à 95% et le test de Newman et Keuls fait ressortir les résultats synthétisés dans le tableau 16a,b et (figure: 27):

Tableau 16a : Groupes, moyennes et niveau de signification selon l'influence des modalités sur les paramètres morphologiques(HP), (SF), (NF).

Résultats	HP	SF	NF
M2	12,367 B B	9,090 B B	13,833 A A
M1	11,433 B B	7,133 A B A	14,167 A A
M3	8,117 A A	5,952 A A	11,167 A A
Pr > F	0,009	0,056	0,268
Significatif	Oui	Non	Non

Tableau 16b : Groupes, moyennes et niveau de signification selon l'influence des modalités sur les paramètres morphologiques (PSA), (PFR), (PFA), (PSR), (PFA/PRF) et (PSA/PSR).

Résultats	PFA	PFR	PSA	PSR	PFA/PFR	PSA/PSR
M ₂	2,187 B B	10,547 B C	0,848 B B	4,787 B B	0,207 A A	0,182 A A
M ₁	1,752 B B	8,623 B B	0,735 B B	3,203 A A	0,198 A A	0,217 A A
M ₃	1,085 A A	6,042 A A	0,402 A A	2,387 A A	0,185 A A	0,190 A A
Pr > F	0,017	0,003	0,002	0,001	0,748	0,258
Significatif	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non

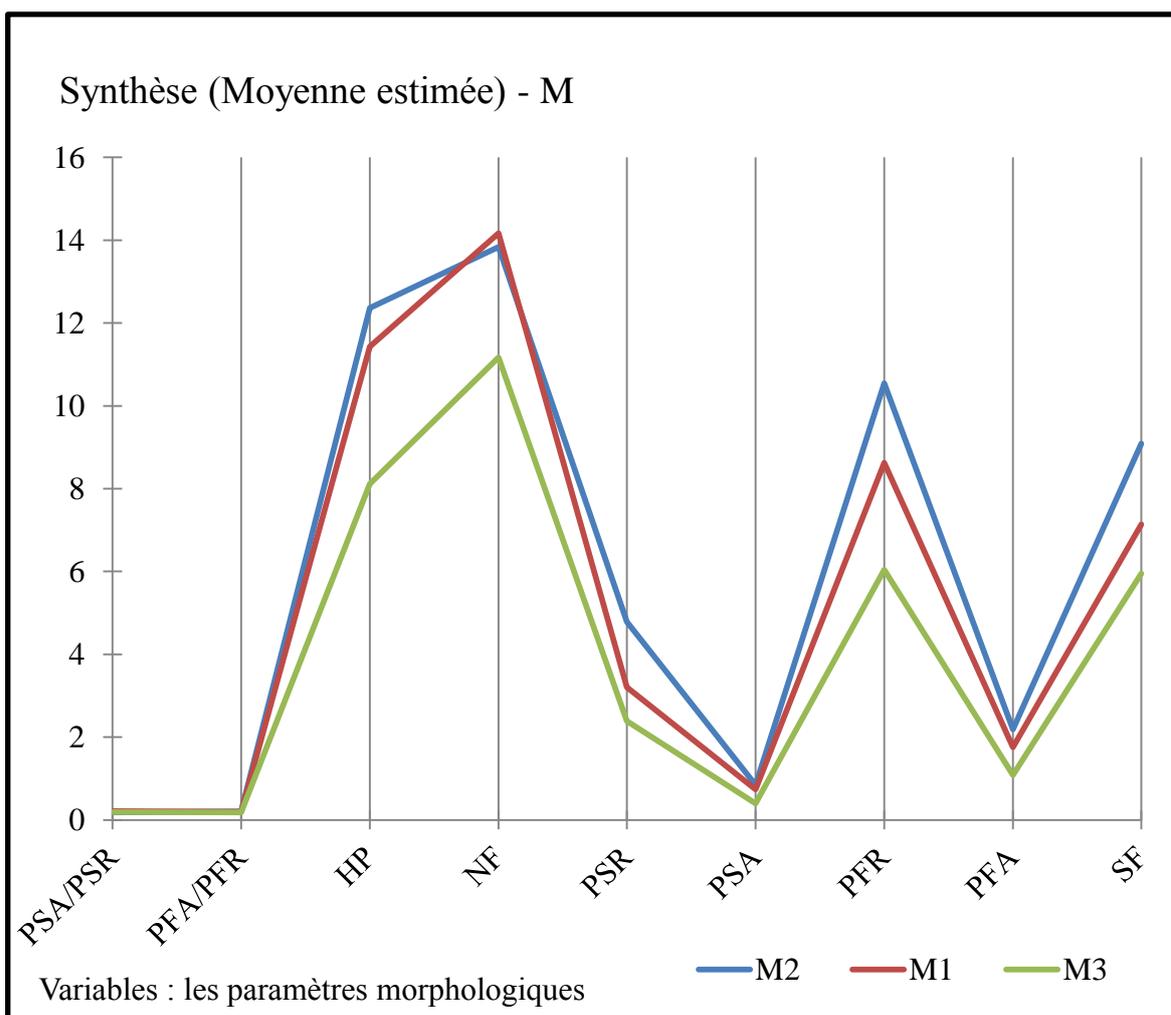


Figure 27 : Influence des modalités sur les paramètres morphologiques.

II-2-2-2 la hauteur de la plante (HP)

Les résultats de l'ANOVA, tableau(16a) , (figure: 27) et tableau III (annexe) indiquent une différence significative pour ce paramètre $P = 0,009$, le test de Newman et Keuls au seuil 0,05 fait ressortir deux groupe homogène différents : un premier groupe AA représenté par M_3 avec une moyenne de 8, 117 cm, suivit par un deuxième groupe BB qui comprend les deux milieux M_1 et M_2 avec des moyennes respectivement 11,433cm et 12,367 cm dont la hauteur maximale est marquée chez le M_2 .

Résultats et discussions

II-2-2-3 La surface foliaire (SF)

Pour la SF, l'ANOVA indique une différence non significatif entre les trois milieux $P = 0,056$ et $P = 0,017$ mais le test de Benfroni au seuil $0,05$ nous à donner trois groupe homogène un groupe AA pour M_3 avec une moyenne minimal de $5,952 \text{ cm}^2$ et deuxième ABC avec une moyenne intermédiaire entre M_3 et M_2 égale à $7,133 \text{ cm}^2$ et enfin un troisième groupe BB qui représente les valeurs maximales pour M_2 avec une moyenne de $9,090 \text{ cm}^2$ le tableau (16a), la (figure:27)et les tableaux (IV) (Annexe).

II-2-2-4 Le nombre de feuille (NF)

Selon les résultats de l'ANOVA obtenu dans les tableaux; le tableau (16a), la (figure:27) et les tableaux(V) (Annexe) la différence entre les trois milieux est non significative.

II-2-2-5 Le pois frais aérien (PFA)

Pour le PFA, les résultats de l'ANOVA le tableau(16b), la (figure:27)et les tableaux(VI) (Annexe) montrent que la différence entre les trois milieux est significative, les tests de Benfroni et Newman et Keuls distinguent deux groupes homogène à $P = 0,017$; un groupe AA avec une valeur minimal de $1,085 \text{ g}$ et un deuxième groupe BB qui comprend M_1 avec une moyenne de $1,752 \text{ g}$ et M_2 avec une moyenne maximal égal à $2,187 \text{ g}$.

II-2-2-6 Le pois frais racinaire (PFR)

Les résultats de l'ANOVA d'après les tableaux(VII) (Annexe) indiquent une différence significative entre les trois milieux au seuil $0,05$.

Le test de Newman et Keuls à $P = 0,003$ fait ressortir trois groupes homogène : un groupe dominant BC avec une moyenne de $10,547 \text{ g}$ et qui représente le M_2 , un deuxième groupe BB, avec une moyenne égal à $8,623 \text{ g}$ pour M_1 et un dernier groupe AA pour M_3 avec des basses moyennes égal à $8,117 \text{ g}$.

Résultats et discussions

II-2-2-7 Le pois sec aérien (PSA)

Pour le PSA l'ANOVA dans le tableau(16b), la (figure:27)et les tableaux (VIII) (Annexe) montre des différences significatives pour les trois milieux au seuil 0,05, les tests de Newman et Keuls et Benfroni à $P = 0,002$ donnent deux groupes homogènes : le premier est le groupe AA pour le M_3 avec une moyenne de 0,402 g et un deuxième groupe BB engendrant le M_1 avec une moyenne de 0,735 g et le M_2 avec des valeurs maximale égales à 0,848 g

II-2-2-8 Le pois sec racinaire (PSR)

Pour ce paramètre les résultats de l'ANOVA dans le tableau (16b), la (figure:27) et les tableaux (IX) (Annexe) montre que la différence entre les trois milieux est significative, le test de Newman et Keuls et Benfroni fais ressortir deux groupes homogènes : le premier AA représente M_3 avec des valeurs minimales égale 2,387 g et M_1 avec des valeurs moyennes égale 3,203 g, le dernier groupe BB représente le M_2 avec des valeurs moyenne maximales égale à 4,787 g.

II-2-2-9 Les rapports PFA/PFR et PSA/PSR

Pour ces deux paramètres l'ANOVA suivants les tableaux(X et XI) (Annexe) montre des différences non significatives entre les trois milieux et le test de Newman et Keuls au seul de 0,05 donne un seul groupe homogène pour les trois milieux concernant les deux paramètres.

Résultats et discussions

II-2-2-2 Influence des deux provenances sur les paramètres morphologiques

On utilisé la même étude statistique pour savoir l'influence des provenances (T et B) sur les paramètres morphologiques des plantes.

Tableau 17a: Influence des deux provenances (T et B) sur les paramètres morphologiques des plantes de chêne liège (*Quercus suber.L.*).

Les paramètres	HP	NF	SF
T	11,089 A A	13,333 A A	7,513 A A
B	10,189 A A	12,778 A A	7,270 A A
Pr > F	0,009	0,268	0,056
Significatif	oui	non	non

Tableau 17b: Influence des deux provenances (T et B) sur les paramètres morphologiques des plantes de chêne liège (*Quercus suber.L.*).

paramètres	PSR	PSA	PFR	PFA	PFA/PFR	PSA/PSR
T	3,524 A A	0,692 A A	8,484 A A	1,713 A A	0,199 A A	0,204 A A
B	3,393 A A	0,631 A A	8,323 A A	1,636 A A	0,194 A A	0,188 A A
Pr > F	0,001	0,002	0,003	0,017	0,748	0,258
Significatif	oui	oui	oui	oui	non	non

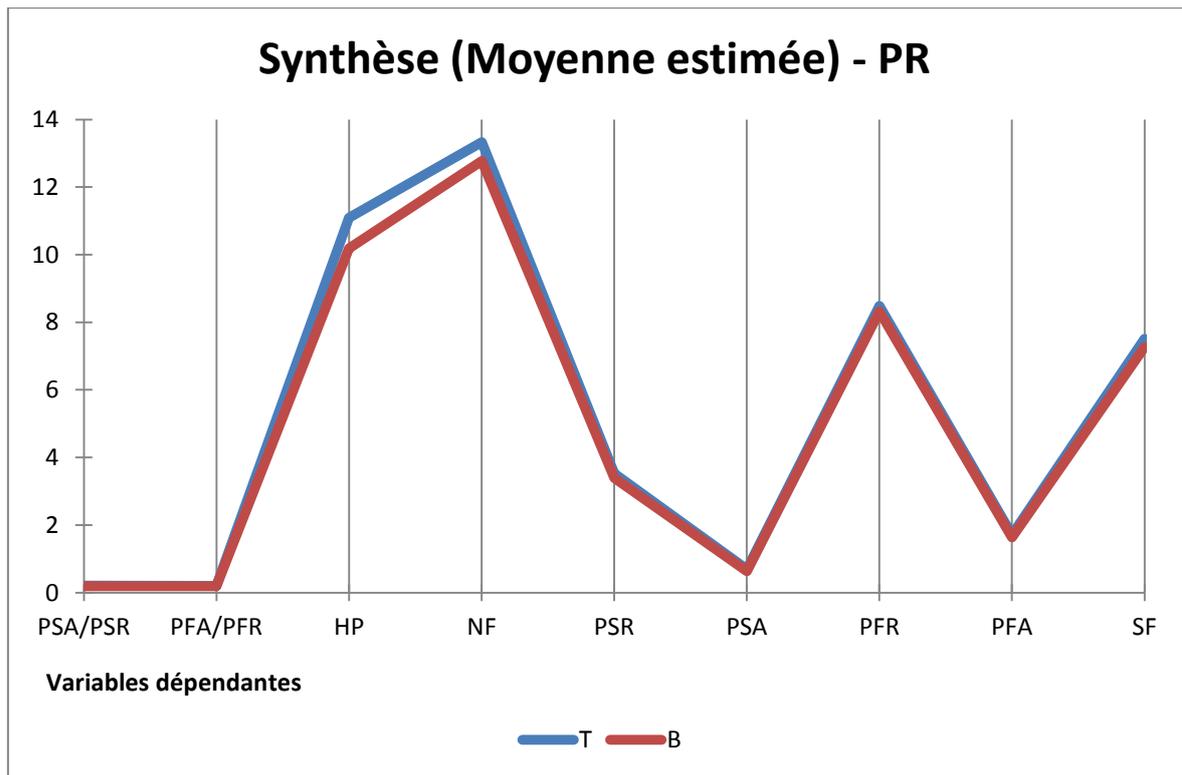


Figure 28 : Influence des deux provenances (T et B) sur les paramètres morphologiques des plantes de chêne liège (*Quercus suber.L.*).

Dans le tableau 17(a et b), (figure:28) l'ANOVA montre qu'il y a une différence significative entre les deux provenances pour les paramètres HP avec $P = 0,009$, PSR avec $P = 0,001$, PSA avec $P = 0,002$, PFR avec $P = 0,003$ et PFA avec $P = 0,017$ mais le test de Newman et Keuls et Benfroni fait ressortir un seul groupe homogène AA pour tous les paramètres ce qui confirme qu'il n'existe plus de différence significative pour tous les paramètres, tableau 17(a et b)

Résultats et discussions

II-2-2-3 Influence d'interaction provenances*modalités (PR*M) sur les paramètres morphologiques des plantes de chêne liégé (*Quercus suber.L*) :

Tableau 18 a: Groupes, moyennes et niveau de signification selon les interactions entre les provenances et les modalités sur les paramètres morphologiques (HP), (NF) et (SF)

paramètres	HP	NF	SF
T*M ₂	12,833 B B	16,000 A A	9,127 A A
B*M ₂	11,900 AB B	11,667 A A	9,053 A A
T*M ₁	12,500 AB B	14,333 A A	6,857 A A
B*M ₁	10,367 AB AB	14,000 A A	7,410 A A
T*M ₃	7,933 A A	9,667 A A	6,557 A A
B*M ₃	8,300 AB A	12,667 A A	5,347 A A
Pr > F	0,009	0,268	0,056
Significatif	Oui	Non	Non

Résultats et discussions

Tableau 19 b: Groupes, moyennes et niveau de signification selon les interactions entre les provenances et les modalités sur les paramètres morphologiques (PSA), (PFR), (PFA), (PSR), (PFA/PRF) et (PSA/PSR).

paramètres	PFA	PFR	PSA	PSR	PSA/PSR	PFA/PFR
T*M₂	2,247 A BF	11,207 C C	0,863 C B	5,383 C C	0,157 A A	0,197 A A
B*M₂	2,127AAB E	9,887 BC BC	0,833 C B	4,190 BC B	0,207 A A	0,217 A A
T*M₁	1,777 A ABD	9,127 ABC BC	0,790 BC B	3,460 ABC B	0,210 A A	0,187 A A
B*M₁	1,727 A AB C	8,120 ABC ABC	0,680 ABC B	2,947 AB A B	0,223 A A	0,210 A A
T*M₃	1,117 A AB	5,120 A A	0,423 AB A	1,730 A A	0,247 A A	0,213 A A
B*M₃	1,053 A A	6,963 AB AB	0,380 A A	3,043 AB A B	0,133 A A	0,157 A A
Pr > F	0,017	0,003	0,002	0,001	0,258	0,748
Significatif	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non

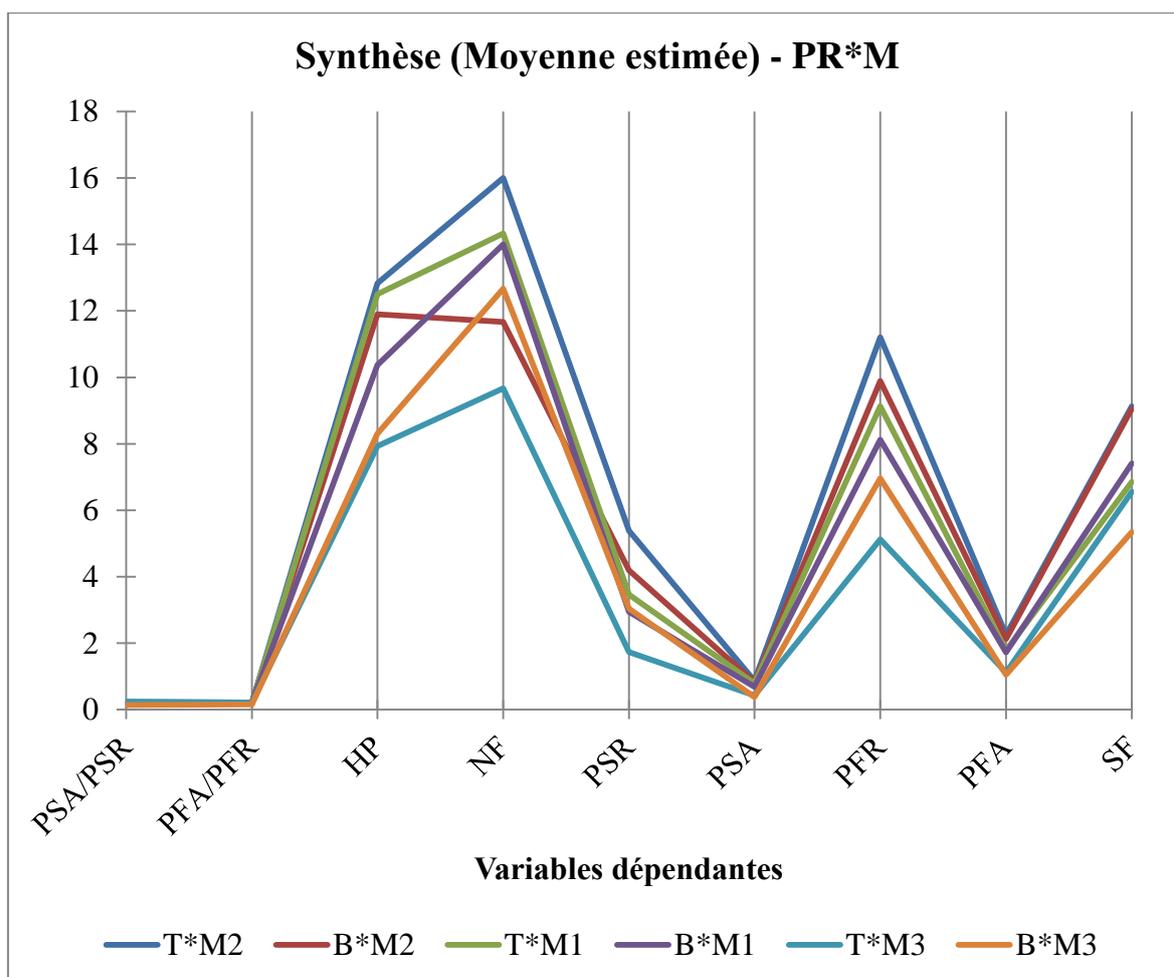


Figure 29 : Groupes, moyennes et niveau de signification selon les interactions entre les provenances et les modalités sur les paramètres morphologiques.

Suivant les résultats enregistrés dans le tableau 19(a et b), et figure (29) , l'ANOVA montre qu'il y a des différences significatives à l'intervalle (95%) concernant les paramètres HP, PFA, PFR, PSA et PSR ; remarque que les meilleures valeurs sont notées chez T*M2 suivi par les autres interactions B*M2, T*M1, B*M1, T*M3 et B*M3 comme le montre les groupes homogènes obtenus par le test de Newman et Keuls et Benfroni dans le tableau 19(a et b) . Pour les paramètres NF, SF, PSA/PSR et PFA/PFR les résultats de l'ANOVA restent non significatifs.

Résultats et discussions

II-3 Discussions des résultats

Les résultats d'analyse physicochimiques des différents milieux sont les suivants:

Pour le pH, les deux milieux M_1 et M_2 représenté des valeurs de pH proche de la neutralité (7,34 pour M_1 et 7,24 pour M_2) ; nos résultats concordent avec ceux de (Metro, 1951 in Fellah, 1979) et selon (Dommergues, 1970) les pH qui varient de 5 à 8 sont souhaitables dans un milieu de culture hors sol, ce sont les valeur optimal pour une bonne activité microbienne, les bactéries responsables de la décomposition de la matière organique fraîche et transformée restent en perpétuelle activité ; selon (Ammari et *al*, 2008) le pH relativement neutre à base d'Acacia combiné à la mauvaise qualité d'eau d'irrigation pourraient affecter négativement la disponibilité des éléments nutritif dans la résosphère des plante.

La mesure de la conductivité à une température fixée, fournit un moyen rapide d'apprécier la salinité des substrats organiques donc la CE peut constituer une indication sur la disponibilité des éléments minéraux dans le milieu de culture. Sachant que la teneur élevée en sels affecte la croissance des végétaux en provoquant des effets néfastes sur les paramètres de croissance.

À cet égard, il faut garder en mémoire que les plantes s'enracinent mieux dans un substrat contenant peu d'éléments minéraux (Comtois et Légaré, 2004). Une valeur élevée représente une grande quantité d'ions en solution, ce qui rend plus difficile d'absorption d'eau et d'éléments nutritifs par la plante.

On comparant les valeurs de nos résultats avec les normes internationaux (Baize, 2000) on constat que M_1 avec une valeur de 2,65 mmhos / cm et M_2 avec 5,91 mmhos / cm sont les meilleures pour une bonne absorption d'eau et d'éléments nutritifs par la plante.

La matière organique (MO) joue plusieurs rôles dans la fertilité du sol: d'une part, elle forme l'humus (création de complexe argilo-humique) et d'autre part elle va se minéraliser. Si le taux de matière organique est très faible (M_3 1,87%), le type de sol est recommandé d'avoir un taux de matières organiques de 5% au minimum. Il est donc nécessaire d'apporter des composts afin d'approcher les 5%. La teneur en MO est un des premiers critères sur lesquels on se base pour juger la compostabilité d'un substrat donné. L'activité microbienne est notable suite à une diminution de la teneur en MO dans le substrat. Elle est considérée par certains auteurs tels que (Larbi, 2006) comme un paramètre de qualité et de maturité des composts (Mustin, 1987).

Résultats et discussions

La comparaison de nos résultats avec ceux de SCHAFFER (1975), nous permet de choisir M₂ comme meilleure milieu de culture concernant ce paramètre, suivi par M₁ avec un taux de 5,67 % et enfin M₃ avec un taux de 1,87 % reste le plus défavorable pour la croissance des plantules.

Pour le calcaire totale les résultats obtenus après comparaison avec les normes citez dans le tableau (12) indiquent que le M₂ est un milieu modérément calcaire par rapport aux deux autres milieux M₁ et M₃.

Les substrats M₂, M₃ sont classés selon le tableau (15) dans la classe des textures argileuse, le M₁ est classé parmi les texture argilo-limoneuse.

Pour la porosité qu'est une notion essentielle pour tout ce qui concerne la réserve en eau, la circulation des fluides (eau et air) et les possibilités d'enracinement (Baize et Jabiol, 1995).

L'analyse des résultats de ces paramètres nous amène à constater que les valeurs de la porosité et la capacité de rétention en eau sont plus élevés dans M₂ avec des valeurs (51, 98%) pour la porosité et (168,81%) pour la CRE en eau suivi par M₃ avec des valeurs de (27, 26%) pour la porosité et (48,81%) pour la CRE, enfin le M₁ par les valeurs (22,19%) pour la porosité et de (20,37%) pour la capacité de rétention en eau.

Les valeurs élevées dans M₂ pour la porosité et la CRE s'explique par les proportions élevées du grignon d'olive et l'humus forestier.

Pour les résultats effectués sur les paramètres morphologiques sont comme suivant :

Pour la levée de semi, le substrat M₃ a une levée importante avec un taux moyen de 97,50 % pour les deux provenances T et B.

Le milieu M₂ favorise mieux la levée de la provenance B, alors que M₁ facilite la levée de T avec un taux (92,50%) ; donc on peut dire que le milieu M₃ (50% grignon d'olive + 25% sable d'oued + 25 % humus forestier) à texture argilo-limoneuse fine est le meilleure pour la levée des deux provenances grâce à la porosité et la CRE élevées qui revient à la présence du grignon d'olive (50%) et le sable (25%) comme éléments aérateurs, plus l'élément rétenteur d'eau qu'est l'humus forestier avec (25%) ce qui augmente l'éclaircissement et la CRE dans le milieu ce qui facilite la levée.

Résultats et discussions

Pour les paramètres morphologique : HP, PFA, PFR, PSA et PSR du point de vue le substrat M₂ (mélange de 60% grignon d'olive et 40% humus forestier) qui possède les meilleures caractéristiques (pH, CE, calcaire total, MO, porosité et CRE) par rapport au M₁ puis M₃, selon nos résultats demeure le meilleur pour l'évolution de paramètres citée précédemment .

De point de vue provenance les résultats obtenus montrent que la provenance T est plus favorisée que la provenance B dans les trois milieux de culture.

A la fin, on se basant sur les résultats discutés précédemment, on peut dire que M₂ est le meilleur milieu pour l'élevage du chêne liège (*Quercus suber* L.) en pépinière et que la provenance de Tassadane (T) est la meilleure de point de vue adaptation au milieu M₂ et même aux autres milieux M₁ et M₃ avec des moyennes réduites pour ces derniers.

Conclusion

CONCLUSION

Conclusion:

Pour la recherche d'un plant sain et fort destiné aux reboisements, notre travail s'intéresse à l'étude de l'interaction de deux provenances locales Tassadane et Bounaadja et avec trois milieux de cultures: M₁ (25% grignon d'olive + 25% humus forestière +50 % terre végétal), M₂ (60% grignon d'olive +40% humus forestière) et M₃ (50% grignon d'olive +25% sable + 25% humus forestière).

Notre expérimentation s'est déroulée dans la pépinière de Sidi Marouane située à la wilaya de Mila, zone climatique de barrage de Beni Haroun. Cette dernière se caractérise par un climat méditerranéen dépend de la précipitation météorologique et la température.

Les analyses physico-chimiques des substrats montrent que le milieu M₃ avec l'élément d'aérateur 25% et un élément rétenteur 50% plus l'humus forestière 25% a permet des taux de levée plus intéressants pour les deux provenances par rapport au M₂ et M₁ car les glands à ce stade pour germés ont besoin beaucoup plus de l'air et de l'eau suffisantes à ce phénomène. Concernant la croissance, les résultats statistiques confirment que le M₂ qui se caractérise par la richesse en MO, avec pH neutre, CE moyenne, taux de calcaire modéré, capacité de rétention et porosité élevé par rapport aux autre milieux M₁ et M₃ est le plus adopté par les deux provenances Tassadane et Bounaadja avec des moyennes plus élevées chez la provenance de Tassadane pour tous les paramètres morphologique étudiés le comportement des provenances vis-à-vis les trois substrats peut être liés à des facteurs propre à chaque provenance (forme, taille, pois des glands.....etc.) ou liés à des facteurs extrêmes (substrat de culture , conditions climatiques pathogènes.....etc.).

Les différences obtenus pour les milieux distincts peuvent être expliqués par les qualités physico-chimique du M₂ qui fournit au plant une bonne alimentation en eau et en sels minéraux (pH presque neutre, teneur importante en MO, bonne porosité, bonne capacité de rétention en eau et sol moins calcaire) sachant que le chêne-liège est une plante calcifuge.

Pour terminer, les résultats de ce modeste travail ne peuvent être confirmés qu'après une continuité de recherche sur une période qui dure quelques années avec l'étude d'autres paramètres morphologique, physiologique et même génétique.

Résumé

Dans le cadre de la recherche d'un plant sain et fort destiné aux reboisement, nous avons étudiée l'interaction de deux provenances locales du chêne liège de Tassadane et Bounaadja avec trois milieux de culture: M₁ (25% grignon d'olive + 25% humus forestière +50 % terre végétal), M₂ (60% grignon d'olive +40% humus forestière) et M₃ (50% grignon d'olive +25% sable + 25% humus forestière), dans la pépinière de Sidi Marouane située à la wilaya de Mila, qui se caractérise par un climat méditerranéen.

Les analyses physico-chimiques des substrats montrent que le milieu M₃ a des taux de levée plus intéressants pour les deux provenances par rapport au M₂ et M₁.

Concernant la croissance morphologique les résultats statistiques des trois milieux de culture montrent que le M₂ est le plus adopté par les deux provenances Tassadane et Bounaadja avec des moyennes plus élevées chez la provenance de Tassadane.

Pour le comportement des provenances vis-à-vis les trois substrats ; il peut être liés à des facteurs propre à chaque provenance ou liés à des facteurs externes.

Les différences constatées entre les milieux distincts peuvent être expliqué par les propriétés physico-chimiques du M₂.

Mots clés: chêne-liège, comparaison, croissance, provenance, substrat, pépinière hors-sol.

Abstract

As part of the search for a healthy and strong plant for reforestation, we studied the interaction of two local provenances of cork oak of Tassadane and Bounaadja with three substrates culture: M₁ (25% olive pomace + 25% forest humus + 50% vegetable soil), M₂ (60% olive pomace + 40% forest humus) and M₃ (50% olive pomace + 25% sand + 25% forest humus), in the nursery of Sidi Marouane located in the wilaya of Mila, which is characterized by a Mediterranean climate.

The physico-chemical analyzes of substrates show that the M₃ more interesting exercise rates for both sources compared to M₂ and M₁.

Regarding the morphological growth statistical results of the three substrates culture show that the M₂ is the most adopted by both Tassadane and Bounaadja sources with higher averages in the provenance of Tassadane.

For the behavior of sources vis-à-vis the three substrates; it may be related to clean factors each from or related to external factors.

The differences noted between the distinct substrates culture can be explained by the properties physicochemical of M₂.

Keywords: cork oak, comparison, growth, origion, substrate, soilless nursery.

ملخص

في إطار البحث عن شجيرات ذات نوعية جيدة موجهة لإعادة التشجير، قومنا بدراسة تفاعل مصدرين محليين من البلوط الفليني (تسدان، بونعجة) مع ثلاثة أوساط زرع مختلفة م1 (تقل زيتون 25% + ذبال الغابي 25% + تراب الأرض 50%) م2 (تقل زيتون 60% + ذبال الغابي 40%) م3 (تقل زيتون 50% + رمل 25% + ذبال الغابي 25%) في مشتل سيدي مروان المتواجدة في ولاية ميلة التي تتميز بمناخ البحر الأبيض المتوسط.

التحليل الفزيائية والكيميائية توضح أن الوسط م3 لديه أفضل معدلات إنبات بالنسبة للمصدرين مقارنة ب م2، م1. فيما يتعلق بالنمو المورفولوجي أظهرت النتائج الإحصائية للأوساط الثلاثة أن م2 هو الأكثر ملائمة للمصدرين تسدان و بونعجة مع معدلات جد مرتفعة بالنسبة لمصدر تسدان.

فيما يخص سلوك المصدرين إزاء الأوساط الثلاثة يمكن ربطه بالعوامل الخاصة بالكل مصدر أو مرتبطة بالعوامل خارجية.

يعود اختلاف النتائج محصل عليها بين مختلف الأوساط إلى خصائص فزيائية والكيميائية التي يتميز بها م2.

الكلمات الدالة: البلوط الفليني، المقارنة، النمو، مصدر، أوساط الزرع، مشتل مرفوعة فوق سطح الأرض

Références
bibliographiques

Reference bibliographique

- 1-ADAM D. (1984).** Cultures légumières sur substrats : Installations et conduite, Publication du Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL), Paris, France. p215.
- 2-ALATOU D. (1994).** Croissance rythmique du chêne-liège et chêne-zeen, Première journée sur les végétaux ligneux (Constantine 14 et 15 novembre 1994).
- 3-AMMARI Y., LAMHAMEDI M.S., AKRIMI N., ZINE EL ABIDINE A. (2003).** Compostage de la biomasse forestière et son utilisation comme substrat de croissance pour la production de plants en pépinières forestières modernes. Revue de l'INAT, vol. XVIII, p. 99-119.
- 4-ANONYME. (2008).** Pépinière de Sidi Marouane Vers la production de 800 000 plants MB Publié dans El Watan le 17 - 08 – 2008.
- 5-ANONYME. (2015).** caractéristique technique : Pépinière hors sols Sidi Marouane. Fiche technique .conservation des forêts Mila.
- 6-ARFANG B. (2011).** Effets du biochar sur les activités Microbiologiques du sol sous forts Intrants azotes (maraichage).thèse de magistère. Université Dakar.
- 7-ARGILLIER C., FALCONNET G., GRUEZ J. (1991).** Production de plants Forestiers : Guide technique des Forestiers méditerranéens Français. Edition CEMAGREF. p32.
- 8-AZZI H. (1997).** Mise au point de quelques substrats de culture à partir de matériaux organiques disponibles dans la région de Sétif pour la production des plants en pépinière. Mémoire d'ingénieur en écologie forestière. Sétif.
- 9-BACHIR S., LAKHAL S. (2007).** Contribution à l'étude physico-chimique des sols des poiriers dans la wilaya de Tlemcen. Mémoire d'ingénieur état en Agronomie. Université Tlemcen.
- 10-BAIZE D., JABIOL B. (1995).** Guide pour la description des sols. Edit.I.N.R.A., Paris, Impri. Louis. Jean.
- 11-BAIZE D. (2000).** Guide des analyses en pédologie, 2ème édition revue et augmentée. Edition I.N.R.A, Paris, France.
- 12-BARIJ N. (2006).** Caractéristiques anatomiques, hydrauliques et mécaniques de *Quercus suber* L. Et *Quercus pubescens* Willd. En climat méditerranéen. Thèse de doctorat. Université bordeaux i.
- 13-BELHOUCINE L. (2013).** Les champignons associés au *Platypus cylindrus* Fab. (Coleoptera, Curculionidae, Platypodinae) dans un jeune peuplement de chêne-liège de la

Reference bibliographique

forêt de M'sila (Oran, Nord-Ouest d'Algérie): Etude particulière de la biologie et l'épidémiologie de l'insecte: these en sciences forestières: Univ, Tlemcen, p5.

14-BELAIDI A. (2010). Etude comparative de trois provenances de chêne liège (*Quercus suber L*) élevées sur différents substrats en pépinière hors-sol de Guerbes (Wilaya de SKIKDA): Gestion durable des écosystèmes forestiers: Magistère en Sciences Agronomiques: Univ, Batna, p3.

15-BENSEGHIR L.A. (1995). Amélioration des techniques de production hors-sol du chêne liège, conteneurs – substrat – nutrition minérale. Master en science forestier. Edition ENGREF Nancy. p 28.

16-BENSID Z. (1996). Etude expérimentale de la dynamique des litières dans deux stations forestières des hautes altitudes aurassiennes Mont de CHELIA. Turnover des retombées biologiques (minéralisation, réorganisation et humification).- Incidences de la nature du couvert forestier sur les microflores tellurique. Thèse de Magistère en pédologie I.N.A. Batna. p 180.

17-BERRICHI M. (2011). Détermination des aptitudes technologiques du bois de *quercus rotundifolia lamk* et possibilités de valorisation: doctorat en foresterie: Univ, Tlemcen, p14.

18-BERTRAND R. (2007). Etude de l'impact du régime d'incendie sur la végétation et le chêne-liège (*Quercus suber*) en Provence siliceuse: mortalité, capacité de régénération et morphologie: Mémoire de fin d'étude: Mastère spécialisé « Forêt, Nature et Société », p16.

19-BILEL R., ALI C. (2005). Conception et mise au point de substrats de culture pour la production de plants de chêne liège (*Quercus suber L.*) à partir de matériaux locaux. Journal Algérien des Régions Arides ; N°04 (Station Régionale de recherche Forestière de Jijel).INRF.

20-BLANC D. (1987). Les culture hors sol.2ème édition. INRA (Paris). p409.

21-BLANC. (1985). Les cultures hors sol .INRA. p 409.

22-BOUKERKER H. (2006). L'influence des substrats de culture sur l'enracinement de plants sous abri ; thèse magister en sciences agronomies .université Batna.

23-BRAUMAN A., FALL S. (1998). Impact des termites humivore et de leur microflore digestive sur la transformation de la matière organique du sol. Scientifique registration n°1710. Symposium n° 9.

24-BRUN J. (2014). La régénération des subéraies varoises, institut de management public et gouvernance territoriale Aix Marseille université.

Reference bibliographique

- 25-CANTAT R., PIAZZETTA R. (2005).** Le levé du liège, Ce qu'il faut savoir sur l'exploitation du chêne-liège, Guide technique et de vulgarisation, Institut méditerranéen du liège, p 7.
- 26-CHAABNA B. (2012).** Etude des facteurs de dépérissement du chêne-liège (*Quercus Suber L.*). État sanitaire des subéraies du Nord-est Algérien: Eco-éthologie: magistères en biologie: Univ, Annaba, p13.
- 27-CHOLLET F. (1997).** La régénération naturelle du Hêtre. ONF -Bulletin techniques N°32.
- 28-CHOUARD P. (1938).** Comment pratiquer les nouvelles cultures dans l'eau. revue horticole n° 110 (26), p 287-296.
- 29-CHOUIAL A. (2011).** Production de plants forestiers en hors-sol cas du chêne liège. Edition INRF, P 4
- 30-CLAUZEL J.M. (1997).** L'analyse physique du substrat, outil méconnu du producteur hors sol. Bordeaux. Laboratoire d'analyses et de conseils agronomiques. Lettre d'information. 1997.
- 31-COMTOIS M., LEGARE M. (2004).** La fertilisation des plantes ligneuses cultivées en contenant. Programme Horti-2002, Direction de l'Innovation Scientifique et Technologique, p 57.
- 32-COIC Y., LESAIN C. (1975).** La nutrition minérale en eau des plantes en horticulture avancée. Document technique de la SCPA N° 23.
- 33-COME P. (1975).** Acquisition de l'aptitude à germer « la germination des semences>> INRA. Ganthier- villars, Paris, p75 –70.
- 34-DEHANE B. (2012).** Incidence de l'état sanitaire des arbres du chêne-liège sur les accroissements annuels et la Qualité du liège de deux subéraies oranaises: M'Sila (W.ORAN) et Zariéffet (W. TLEMEN):Doctorat en foresterie: Univ, Tlemcen, p11.
- 35-DGF. (2003).** Direction générale des forêts.
- 36-DJALO S. (1980).** Ecologie des insectes forestiers. Borde, Paris, p102-116.
- 37-DOMMERGUES Y. (1970).** Contribution à l'étude de la dynamique microbienne des sols en zones semi-aride et zone tropicale sèche. INRA Paris, P 157.
- 38-DOMMERGUES Y., MANGENOT F. (1970).** Ecologie microbienne du sol Édition. Masson Paris. p 789.
- 39-FAO. (1999).** Guide pour une gestion efficace de la nutrition des plantes la division de l'information, ONU pour l'alimentation et l'agriculture. N° 00100 Rome, Italie.

Reference bibliographique

- 40-FELLAH A. (1979).** Problème des mélanges en pépinières forestières, les effets de l'utilisation d'un compost. Mémoire ing. Foresterie, I.N.A d'Alger EL HARACHE. p45.
- 41-FICHESSER B. (1970).** La vie de la forêt. Horizons de la France.
- 42-FRANÇOIS V.J. (2009).** Comparaison de différentes techniques de travail du sol en agriculture biologique : Effet de la structure et de la localisation des résidus sur les microorganismes du sol et leurs activités de minéralisation du carbone et de l'azote. Thèse de doctorat en Agronomie. Université Paris. p 138.
- 43-FREDERIC B. (2008).** Quelques substrats utilisés en botanique. le forum des bonsaï publié sous licence créative Commons 2.
- 45-GADER G.H., ZARROUK M.A. (2006).** Guide pratique de production en hors sol de plants forestiers, pastoraux et ornementaux en Tunisie. Projet : ACDIE4936-K061229. Direction Générale des Forêts. Tunisie et Pampev Internationale Ltée. Canada. p114.
- 46-GERARD D., PAUL R. (2009).** Aide-mémoire de mécanique des sols réédition CGAAER, CEMAGREF, membre de paris ; p19
- 47-GOBAT J.M., ARAGNO M., MATTHEY W. (2010).** « Le sol vivant; base de pédologie-Biologie des sols ». 3^{ème} édition revu et augmentée p150-165.
- 48-HABILA S. (2008).** Etude de l'impact du barrage Beni Haroun sur l'environnement : effets Ecotoxicologiques. Magister en biologie. Université de Jijel.
- 49-HANNAH J. (2006).** Directives pratiques pour les pépinières de recherche : bonnes pratiques de culture en pépinière forestière. Manuel Technique n°3. Edition World Agroforestry Centre (ICRAF).p 30
- 50-HEIM R. (1965).** Champignon d'Europe. Ed. Bondée. Net Cie, Paris, p155-158.
- 51-HOPKIN G.W. (2003).** Physiologie végétale .Université Bruxelles. 2^{ème} édition. p 495.
- 52-JEAN C. (2012).** Etude du sol de la région d'Aigrefeuille-sur-Maine (Loire-Atlantique) à partir de la base de données des analyses de terre BDAT. 27 laboratoires français agréés par le Ministère de l'Agriculture. La base de données des analyses de terre (BDAT) publiée par l'AFES
- 53-JEROME R., RIOU-NIVERT P., PAILLASSA É. (2011).** Principes de base prise en compte du changement climatique. Guide de l'expérimentation forestière. Edition CRPF, INRA, Cemagref, DSF, FCBA, ONF.
- 54-KAREM A. (2005).** Le chêne-liège, programme pour l'Afrique du Nord projet education et conservation de la biodiversité:49.

Reference bibliographique

- 55-KAROUNE S. (2008).** Effets des boues résiduelles sur le développement des semis du chêne-liège (*Quercus Suber L.*): gestion et pathologie des écosystèmes forestiers: magistères en écologie végétale: Univ, Constantine, p53.
- 56-KHIDOUR M., BOUCHENAK M., BENMAKHLOUF N. (2014).** Etude de l'influence des méthodes de culture sur les différents paramètres morphologiques du chêne liège (*Quercus suber L.*) mémoire de master en biotechnologie végétal et amélioration des plantes. Université de Mila. p 24
- 57-KOLLER E. (2004).** Traitement des pollutions industrielles (eau, air, déchet, sol, boues). Edition Paris.p277
- 58-LAMHAMEDI M.S., FECTEAU B., GODIN L., GINGRAS C.H., EL-AINI R., M'SADAK Y., BEN-M'BAREK A. (2014).** Caractérisation physico-hydrigue des substrats de culture à base de méthacompost avicole pour une meilleure valorisation. larhyss journal. n°20, université de Sousse. P 172.
- 59-LARBI M. (2006).** Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse de Doctorat de l'Université de Neuchâtel, p. 15
- 60-LEMAIRE F., MARTIGUS A., RIVIERE L.M., CHARPENTIER S. (1989).** Culture en pots et conteneurs. Principes agronomiques et application. Edition Louis JEAN.
- 61-LE-TACON F. (1978).** La présence de calcaire dans le sol. Influence sur le comportement de l'Epicéa commun (*Picea excelsa Link.*) et du Pin noir d'Autriche (*Pinus Nigra nigérians Host.*). Annales des sciences forestières.
- 62-MATHIEU C. (2003).** Analyse chimique des sols. Paris, p 387.
- MEROUANI H. (1996).** Contribution à l'étude de la régénération naturelle du chêne liège (*Quercus suber L.*) Maturité et germination des glands, Thèse magistères Ecophysiologie, Univ, Tizi-Ouzou, p 122.
- 63-MEZIANE Z., BENHADJA B.L. (2014).** Biodisponibilité du phosphore dans la rhizosphère du grenadier (*Punica granatum L.*) : cas des vergers de la Mitidja (Nord Algérie). 2^{ème} Congrès International de la Biodiversité Végétale : recueil des résumés proceedings. Université de Tizi Ouzou.
- 64-MICHEL J.C. (2009).** Les supports de culture : Bases agronomiques : Critères de qualité. Norme NF U44 551. Charte des supports de culture .INRA.
- 65-MORARD P. (1995).** Les cultures végétales hors sol. Édition Publications Agricoles AGEN. Paris. p. 9-11.

Reference bibliographique

- 66-M'SADAK Y., ELOUAER M.A., DHAHRI M. (2013).** Caractérisation physique des substrats de croissance pour une meilleure adaptation à la filière horticole en Tunisie. Revue « Nature & Technologie ». N° 09. Université de Sousse. Tunisie.
- 67-MUSTIN M. (1987).** Le compost. Gestion de la matière organique. Édition François Dubusc, Paris, p 954.
- 68-MUSY A., SOUTTER M. (1996).** Physique du sol. Presse polytechnique et universitaire Romande. p 335.
- 69-PHILIPPE M. (2002).** Les cultures hors sol : Application aux jardins de ville INRA.
- 70-PIAZZETTA R. (1993).** Le liège, Institut national De recherche et de développement consacré exclusivement au liège et à la subéraie, Institut Méditerranéen du Liège France.
- 71-PREVOST P. (1990).** Les bases de l'agriculture moderne. Edit. Technique et - documentation Lavoisier. p262
- 72-RAMADE F. (1984).** Elément d'écologie, écologie fondamentale. Mc Grawfg-Hill, Paris. p 397.
- 73-REDLICH E.T., VERDUR E. (1975).** Le comportement physique des tourbes en cours de culture PHM. Revu horticole n°160 .p13-20.
- 74-RICHARD P. (1988).** La croissance du chêne liège, Forêt méditerranéenne, p169 – 170.
- 75-ROULA S. (2005).** Caractérisation physique chimique et valorisation des boues résiduelles urbaines pour confection sur substrat de culture en pépinière hors sol .Magistère en science agronomique ; Université de Batna.
- 76-SACCARDY L. (1937).** Notes sur le chêne-liège et le liège en Algérie. De la science.
- 77-SACCARDY L. (1938).** Le Chêne-Liège et le Liège en Algérie. Bulletin N°204-205, p489.
- 78-SAIDI D L.E., BISSONNAIS Y., DUVAL O., DAOUDY., TESSIER D. (2008).** Etude et Gestion des Sols : Estimation et signification de la capacité d'échange cationique des sols salés du Cheliff (Algérie) ; Faculté des Sciences Agronomiques et des Sciences Biologiques, Chlef, Algérie. p 245.
- 79-SERAG M. (1985).** Etude méthodologique de la matière organique cas des sols semi-arides de HODNA. OPU. Alger.
- 80-SOLTNE R. (2000).** Les bases de la production végétale : le sol .22^{ème} édition Science et techniques agricole Maine et Loire France. p457.

Reference bibliographique

81-VAYSSE P., ADAM D. (1984). Cultures légumières sur substrats : Installations et conduite, Publication du Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL), Paris, France, p 215.

82-VEILLON S. (1997). Typologie des peuplements de Chêne-liège des Pyrénées-Orientales, Guide de subériculture des Pyrénées-Orientales, rapport stagiaire FIF-Engref, p4.

83-YOUNSI S. (2006). Diagnostic des essais de reboisement et de régénération du chêne-liège (*Quercus Suber L.*) dans la région de Jijel: écologie végétale: magister en écologie et environnement: Univ, Constantine, p4.

84-ZENAGUI F. (2014). Contribution à l'étude de la variabilité des paramètres caractéristiques du liège de 10 provenances Algériennes: Master écologie, Gestion et conservation de la biodiversité: Univ, Tlemcen, p7.

85-ZERAIA L. (1981). Essai d'interprétation comparative de données écologiques, phénologiques et de production subero-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de Provence cristalline. (France Méridionale) et d'Algérie, Doctorat des sciences, Univ, d'Aix Marseille, Faculté des sciences et techniques; Saint Jérôme, P 367.

86-ZIANI-CHERIF S.M. (2012). Caractérisation sanitaire et sylvicole d'un jeune peuplement artificiel du chêne liège en vue d'une utilisation durable de son liège: Cas de la forêt de M'SILA, Magister en Foresterie, Gestion et Conservation des Ecosystèmes, p10.

Annexes

Annexes

Tableau I : les résultats de taux de levée des deux provenances dans les trois milieux.

Date de la période de levée	du 23/12/2014 à 15/03/2015	
Provenance /Milieu	T	B
M1	92,50%	75%
M2	75%	87,50%
M3	97,50%	97,50%

Tableau II .A :(HP)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
M3 vs M2	-4,250	-4,561	2,779	0,001	Oui
M3 vs M1	-3,317	-3,559	2,779	0,004	Oui
M1 vs M2	-0,933	-1,002	2,779	0,336	Non
Niveau de signification corrigé : 0,017					

Tableau II. B:(HP)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
M3	8,117	A	
M1	11,433		B
M2	12,367		B

Annexes

Tableau II. C:(HP)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
T*M3 vs T*M2	-4,900	-3,718	3,651	0,003	Oui
T*M3 vs T*M1	-4,567	-3,465	3,651	0,005	Non
T*M3 vs B*M2	-3,967	-3,010	3,651	0,011	Non
T*M3 vs B*M1	-2,433	-1,846	3,651	0,090	Non
T*M3 vs B*M3	-0,367	-0,278	3,651	0,786	Non
B*M3 vs T*M2	-4,533	-3,440	3,651	0,005	Non
B*M3 vs T*M1	-4,200	-3,187	3,651	0,008	Non
B*M3 vs B*M2	-3,600	-2,732	3,651	0,018	Non
B*M3 vs B*M1	-2,067	-1,568	3,651	0,143	Non
B*M1 vs T*M2	-2,467	-1,872	3,651	0,086	Non
B*M1 vs T*M1	-2,133	-1,619	3,651	0,131	Non
B*M1 vs B*M2	-1,533	-1,164	3,651	0,267	Non
B*M2 vs T*M2	-0,933	-0,708	3,651	0,492	Non
B*M2 vs T*M1	-0,600	-0,455	3,651	0,657	Non
T*M1 vs T*M2	-0,333	-0,253	3,651	0,805	Non
Niveau de signification corrigé : 0,003					

Tableau III. D:(HP)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
T*M3	7,933	A	
B*M3	8,300	A	B
B*M1	10,367	A	B
B*M2	11,900	A	B
T*M1	12,500	A	B
T*M2	12,833		B

Annexes

Tableau III. A:(SF)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
M3 vs M2	-3,138	-3,671	2,668	0,008	Oui
M3 vs M1	-1,182	-1,382	2,179	0,192	Non
M1 vs M2	-1,957	-2,289	2,179	0,041	Oui

Tableau III. B:(SF)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
M3	5,952	A	
M1	7,133	A	
M2	9,090		B

Tableau III. C:(SF)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
B*M3 vs T*M2	-3,780	-3,127	3,359	0,074	Non
B*M3 vs B*M2	-3,707	-3,066			Non
B*M3 vs B*M1	-2,063	-1,707			Non
B*M3 vs T*M1	-1,510	-1,249			Non
B*M3 vs T*M3	-1,210	-1,001			Non
T*M3 vs T*M2	-2,570	-2,126	3,188	0,271	Non
T*M3 vs B*M2	-2,497	-2,065			Non
T*M3 vs B*M1	-0,853	-0,706			Non
T*M3 vs T*M1	-0,300	-0,248			Non
T*M1 vs T*M2	-2,270	-1,878	2,969	0,287	Non
T*M1 vs B*M2	-2,197	-1,817			Non
T*M1 vs B*M1	-0,553	-0,458			Non
B*M1 vs T*M2	-1,717	-1,420	2,668	0,362	Non
B*M1 vs B*M2	-1,643	-1,359			Non
B*M2 vs T*M2	-0,073	-0,061	2,179	0,953	Non

Annexes

Tableau III. D:(SF)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
B*M3	5,347	A
T*M3	6,557	A
T*M1	6,857	A
B*M1	7,410	A
B*M2	9,053	A
T*M2	9,127	A

Tableau IV. A:(NF)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
M3 vs M1	-3,000	-1,639	2,668	0,268	Non
M3 vs M2	-2,667	-1,457			Non
M2 vs M1	-0,333	-0,182	2,179	0,859	Non

Tableau IV. B:(NF)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
M3	11,167	A
M2	13,833	A
M1	14,167	A

Annexes

Tableau IV. C:(NF)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
T*M3 vs T*M2	-6,333	-2,446	3,359	0,215	Non
T*M3 vs T*M1	-4,667	-1,802			Non
T*M3 vs B*M1	-4,333	-1,674			Non
T*M3 vs B*M3	-3,000	-1,159			Non
T*M3 vs B*M2	-2,000	-0,772			Non
B*M2 vs T*M2	-4,333	-1,674	3,188	0,483	Non
B*M2 vs T*M1	-2,667	-1,030			Non
B*M2 vs B*M1	-2,333	-0,901			Non
B*M2 vs B*M3	-1,000	-0,386			Non
B*M3 vs T*M2	-3,333	-1,287	2,969	0,587	Non
B*M3 vs T*M1	-1,667	-0,644			Non
B*M3 vs B*M1	-1,333	-0,515			Non
B*M1 vs T*M2	-2,000	-0,772	2,668	0,726	Non
B*M1 vs T*M1	-0,333	-0,129			Non
T*M1 vs T*M2	-1,667	-0,644	2,179	0,532	Non

Annexes

Tableau IV. D:(NF)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
T*M3	9,667	A
B*M2	11,667	A
B*M3	12,667	A
B*M1	14,000	A
T*M1	14,333	A
T*M2	16,000	A

Tableau V. A:(PFA)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
M3 vs M2	-1,102	-4,620	2,779	0,001	Oui
M3 vs M1	-0,667	-2,796	2,779	0,016	Oui
M1 vs M2	-0,435	-1,824	2,779	0,093	Non

Niveau de signification corrigé : 0,017

Tableau V. B:(PFA)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
M3	1,085	A	
M1	1,752		B
M2	2,187		B

Annexes

Tableau V. C:(PFA)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
B*M3 vs T*M2	-1,193	-1193333,333	3,359	< 0,0001	Oui
B*M3 vs B*M2	-1,073	-1073333,333	3,188	< 0,0001	Oui
B*M3 vs T*M1	-0,723	-723333,333	2,969	< 0,0001	Oui
B*M3 vs B*M1	-0,673	-673333,333	2,668	< 0,0001	Oui
B*M3 vs T*M3	-0,063	-63333,333	2,179	< 0,0001	Oui
T*M3 vs T*M2	-1,130	-1130000,000	3,188	< 0,0001	Oui
T*M3 vs B*M2	-1,010	-1010000,000	2,969	< 0,0001	Oui
T*M3 vs T*M1	-0,660	-660000,000	2,668	< 0,0001	Oui
T*M3 vs B*M1	-0,610	-610000,000	2,179	< 0,0001	Oui
B*M1 vs T*M2	-0,520	-520000,000	2,969	< 0,0001	Oui
B*M1 vs B*M2	-0,400	-400000,000	2,668	< 0,0001	Oui
B*M1 vs T*M1	-0,050	-50000,000	2,179	< 0,0001	Oui
T*M1 vs T*M2	-0,470	-470000,000	2,668	< 0,0001	Oui
T*M1 vs B*M2	-0,350	-350000,000	2,179	< 0,0001	Oui
B*M2 vs T*M2	-0,120	-120000,000	2,179	< 0,0001	Oui

Tableau V. D:(PFA)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes					
B*M3	1,053	A					
T*M3	1,117	A	B				
B*M1	1,727	A	B	C			
T*M1	1,777	A	B		D		
B*M2	2,127	A	B			E	
T*M2	2,247		B				F

Annexes

Tableau VI. A:(PFR)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
M3 vs M2	-4,505	-5,519	2,668	0,000	Oui
M3 vs M1	-2,582	-3,163	2,179	0,008	Oui
M1 vs M2	-1,923	-2,356	2,179	0,036	Oui

Tableau VI. B:(PFR)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
M3 vs M2	-4,505	-5,519	2,668	0,000	Oui
M3 vs M1	-2,582	-3,163	2,179	0,008	Oui
M1 vs M2	-1,923	-2,356	2,179	0,036	Oui

Tableau VI. C:(PFR)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
T*M3 vs T*M2	-6,087	-5,272	3,359	0,002	Oui
T*M3 vs B*M2	-4,767	-4,129	3,188	0,010	Oui
T*M3 vs T*M1	-4,007	-3,471	2,969	0,021	Oui
T*M3 vs B*M1	-3,000	-2,599	2,668	0,056	Non
T*M3 vs B*M3	-1,843	-1,597			Non
B*M3 vs T*M2	-4,243	-3,676	3,188	0,022	Oui
B*M3 vs B*M2	-2,923	-2,532	2,969	0,105	Non
B*M3 vs T*M1	-2,163	-1,874			Non
B*M3 vs B*M1	-1,157	-1,002			Non
B*M1 vs T*M2	-3,087	-2,674	2,969	0,083	Non
B*M1 vs B*M2	-1,767	-1,530			Non
B*M1 vs T*M1	-1,007	-0,872			Non
T*M1 vs T*M2	-2,080	-1,802	2,668	0,211	Non
T*M1 vs B*M2	-0,760	-0,658			Non
B*M2 vs T*M2	-1,320	-1,143	2,179	0,275	Non

Annexes

Tableau VI. D:(PFR)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes		
T*M3	5,120	A		
B*M3	6,963	A	B	
B*M1	8,120	A	B	C
T*M1	9,127		B	C
B*M2	9,887		B	C
T*M2	11,207			C

Tableau VII. A:(PSA)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
M3 vs M2	-0,447	-5,868	2,668	0,000	Oui
M3 vs M1	-0,333	-4,379	2,179	0,001	Oui
M1 vs M2	-0,113	-1,489	2,179	0,162	Non

Tableau VII. B: (PSA)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
M3	0,402	A	
M1	0,735		B
M2	0,848		B

Annexes

Tableau VII. C: (PSA)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
B*M3 vs T*M2	-0,483	-4,490	3,359	0,007	Oui
B*M3 vs B*M2	-0,453	-4,211	3,188	0,009	Oui
B*M3 vs T*M1	-0,410	-3,809	2,969	0,012	Oui
B*M3 vs B*M1	-0,300	-2,787	2,668	0,041	Oui
B*M3 vs T*M3	-0,043	-0,403	2,179	0,694	Non
T*M3 vs T*M2	-0,440	-4,087	3,188	0,011	Oui
T*M3 vs B*M2	-0,410	-3,809	2,969	0,012	Oui
T*M3 vs T*M1	-0,367	-3,406	2,668	0,013	Oui
T*M3 vs B*M1	-0,257	-2,384	2,179	0,035	Oui
B*M1 vs T*M2	-0,183	-1,703	2,969	0,364	Non
B*M1 vs B*M2	-0,153	-1,424			Non
B*M1 vs T*M1	-0,110	-1,022			Non
T*M1 vs T*M2	-0,073	-0,681	2,668	0,779	Non
T*M1 vs B*M2	-0,043	-0,403			Non
B*M2 vs T*M2	-0,030	-0,279	2,179	0,785	Non

Annexes

Tableau VII. D: (PSA)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
B*M3	0,380	A	
T*M3	0,423	A	
B*M1	0,680		B
T*M1	0,790		B
B*M2	0,833		B
T*M2	0,863		B

Tableau VIII. A: (PSR)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
M3 vs M2	-2,400	-6,199	2,668	0,000	Oui
M3 vs M1	-0,817	-2,109	2,179	0,057	Non
M1 vs M2	-1,583	-4,090	2,179	0,002	Oui

Tableau VIII. B: (PSR)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
M3	2,387	A	
M1	3,203	A	
M2	4,787		B

Annexes

Tableau VIII. C: (PSR)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
T*M3 vs T*M2	-3,653	-6,672	3,359	0,000	Oui
T*M3 vs B*M2	-2,460	-4,493	3,188	0,005	Oui
T*M3 vs T*M1	-1,730	-3,160	2,969	0,036	Oui
T*M3 vs B*M3	-1,313	-2,399	2,668	0,080	Non
T*M3 vs B*M1	-1,217	-2,222			Non
B*M1 vs T*M2	-2,437	-4,450	3,188	0,006	Oui
B*M1 vs B*M2	-1,243	-2,271	2,969	0,160	Non
B*M1 vs T*M1	-0,513	-0,938			Non
B*M1 vs B*M3	-0,097	-0,177			Non
B*M3 vs T*M2	-2,340	-4,274	2,969	0,005	Oui
B*M3 vs B*M2	-1,147	-2,094	2,668	0,133	Non
B*M3 vs T*M1	-0,417	-0,761			Non
T*M1 vs T*M2	-1,923	-3,513	2,668	0,011	Oui
T*M1 vs B*M2	-0,730	-1,333	2,179	0,207	Non
B*M2 vs T*M2	-1,193	-2,179	2,179	0,050	Oui

Tableau VIII. D: (PSR)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes		
T*M3	1,730	A		
B*M1	2,947	A	B	
B*M3	3,043	A	B	
T*M1	3,460		B	
B*M2	4,190		B	
T*M2	5,383			C

Annexes

Tableau IX. A: (PSA/PSR)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
M2 vs M1	-0,035	-1,009	2,668	0,586	Non
M2 vs M3	-0,008	-0,240			Non
M3 vs M1	-0,027	-0,769	2,179	0,457	Non

Tableau IX. B: (PSA/PSR)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
M2	0,182	A
M3	0,190	A
M1	0,217	A

Tableau IX. C: (PSA/PSR)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
B*M3 vs T*M3	-0,113	-2,310	3,359	0,262	Non
B*M3 vs B*M1	-0,090	-1,834			Non
B*M3 vs T*M1	-0,077	-1,563			Non
B*M3 vs B*M2	-0,073	-1,495			Non
B*M3 vs T*M2	-0,023	-0,476			Non
T*M2 vs T*M3	-0,090	-1,834	3,188	0,399	Non
T*M2 vs B*M1	-0,067	-1,359			Non
T*M2 vs T*M1	-0,053	-1,087			Non
T*M2 vs B*M2	-0,050	-1,019			Non
B*M2 vs T*M3	-0,040	-0,815	2,969	0,846	Non
B*M2 vs B*M1	-0,017	-0,340			Non
B*M2 vs T*M1	-0,003	-0,068			Non
T*M1 vs T*M3	-0,037	-0,747	2,668	0,741	Non
T*M1 vs B*M1	-0,013	-0,272			Non
B*M1 vs T*M3	-0,023	-0,476	2,179	0,643	Non

Annexes

Tableau IX. D: (PSA/PSR)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
B*M3	0,133	A
T*M2	0,157	A
B*M2	0,207	A
T*M1	0,210	A
B*M1	0,223	A
T*M3	0,247	A

Tableau X. A: (PFA/PFR)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
M3 vs M2	-0,022	-0,700	2,668	0,768	Non
M3 vs M1	-0,013	-0,430			Non
M1 vs M2	-0,008	-0,269	2,179	0,792	Non

Tableau X. B: (PSA/PSR)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
M3	0,185	A
M1	0,198	A
M2	0,207	A

Annexes

Tableau X. C: (PFA/PFR)

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
B*M3 vs B*M2	-0,060	-1,370	3,359	0,743	Non
B*M3 vs T*M3	-0,057	-1,294			Non
B*M3 vs B*M1	-0,053	-1,218			Non
B*M3 vs T*M2	-0,040	-0,913			Non
B*M3 vs T*M1	-0,030	-0,685			Non
T*M1 vs B*M2	-0,030	-0,685	3,188	0,956	Non
T*M1 vs T*M3	-0,027	-0,609			Non
T*M1 vs B*M1	-0,023	-0,533			Non
T*M1 vs T*M2	-0,010	-0,228			Non
T*M2 vs B*M2	-0,020	-0,457	2,969	0,967	Non
T*M2 vs T*M3	-0,017	-0,381			Non
T*M2 vs B*M1	-0,013	-0,304			Non
B*M1 vs B*M2	-0,007	-0,152	2,668	0,987	Non
B*M1 vs T*M3	-0,003	-0,076			Non
T*M3 vs B*M2	-0,003	-0,076	2,179	0,941	Non

Tableau X. D: (PFA/PFR)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
B*M3	0,157	A
T*M1	0,187	A
T*M2	0,197	A
B*M1	0,210	A
T*M3	0,213	A
B*M2	0,217	A

Résumé

Dans le cadre de la recherche d'un plant sain et fort destiné aux reboisement, nous avons étudiée l'interaction de deux provenances locales du chêne liège de Tassadane et Bounaadja avec trois milieux de culture: M₁ (25% grignon d'olive + 25% humus forestière +50 % terre végétal), M₂ (60% grignon d'olive +40% humus forestière) et M₃ (50% grignon d'olive +25% sable + 25% humus forestière), dans la pépinière de Sidi Marouane située à la wilaya de Mila, qui se caractérise par un climat méditerranéen.

Les analyses physico-chimiques des substrats montrent que le milieu M₃ a des taux de levée plus intéressants pour les deux provenances par rapport au M₂ et M₁.

Concernant la croissance morphologique les résultats statistiques des trois milieux de culture montrent que le M₂ est le plus adopté par les deux provenances Tassadane et Bounaadja avec des moyennes plus élevées chez la provenance de Tassadane.

Pour le comportement des provenances vis-à-vis les trois substrats ; il peut être liés à des facteurs propre à chaque provenance ou liés à des facteurs externes.

Les différences constatées entre les milieux distincts peuvent être expliqué par les propriétés physico-chimiques du M₂.

Mots clés: chêne-liège, comparaison, croissance, provenance, substrat, pépinière hors-sol.

Abstract

As part of the search for a healthy and strong plant for reforestation, we studied the interaction of two local provenances of cork oak of Tassadane and Bounaadja with three substrates culture: M₁ (25% olive pomace + 25% forest humus + 50% vegetable soil), M₂ (60% olive pomace + 40% forest humus) and M₃ (50% olive pomace + 25% sand + 25% forest humus), in the nursery of Sidi Marouane located in the wilaya of Mila, which is characterized by a Mediterranean climate.

The physico-chemical analyzes of substrates show that the M₃ more interesting exercise rates for both sources compared to M₂ and M₁.

Regarding the morphological growth statistical results of the three substrates culture show that the M₂ is the most adopted by both Tassadane and Bounaadja sources with higher averages in the provenance of Tassadane.

For the behavior of sources vis-à-vis the three substrates; it may be related to clean factors each from or related to external factors.

The differences noted between the distinct substrates culture can be explained by the properties physicochemical of M₂.

Keywords: cork oak, comparison, growth, origion, substrate, soilless nursery.

ملخص

في إطار البحث عن شجيرات ذات نوعية جيدة موجهة لإعادة التشجير، قومنا بدراسة تفاعل مصدرين محليين من البلوط الفليني (تسدان، بونعجة) مع ثلاثة أوساط زرع مختلفة م1 (تقل زيتون 25% + ذبال الغابي 25% + تراب الأرض 50%) م2 (تقل زيتون 60% + ذبال الغابي 40%) م3 (تقل زيتون 50% + رمل 25% + ذبال الغابي 25%) في مشتل سيدي مروان المتواجدة في ولاية ميلة التي تتميز بمناخ البحر الأبيض المتوسط.

التحليل الفزيائية والكيميائية توضح أن الوسط م3 لديه أفضل معدلات إنبات بالنسبة للمصدرين مقارنة ب م2، م1. فيما يتعلق بالنمو المورفولوجي أظهرت النتائج الإحصائية للأوساط الثلاثة أن م2 هو الأكثر ملائمة للمصدرين تسدان و بونعجة مع معدلات جد مرتفعة بالنسبة لمصدر تسدان.

فيما يخص سلوك المصدرين إزاء الأوساط الثلاثة يمكن ربطه بالعوامل الخاصة بالكل مصدر أو مرتبطة بالعوامل خارجية.

يعود اختلاف النتائج محصل عليها بين مختلف الأوساط إلى خصائص فزيائية والكيميائية التي يتميز بها م2.

الكلمات الدالة: البلوط الفليني، المقارنة، النمو، مصدر، أوساط الزرع، مشتل مرفوعة فوق سطح الأرض