

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Dr Moulay Tahar- Saida



Faculté des Science Naturel et Vie

Département De Biologie

Mémoire de fin d'étude

Pour l'Obtention d'un Diplôme de Master en Biologie

Option : Biotechnologie végétale

Thème

Comportement variétale du chêne-liège soumis au stress hydrique en culture hors-sol: Etude comparative

Présentée par :

M^{elle}. BENABDALLAH Maroua

Devant le jury composé de :

Président :	M ^r TERRAS. M	Maitre de conférences «A».
Promotrice :	M ^{me} SOUIDI. Z	Maitre de conférences «A».
Examinatrice :	M ^{me} HACHEM. Y	Maitre Assistante «A».

Année Universitaire : 2014-2015



Dédicace

Je dédie ce travail à mes parents pour leurs encouragements et le soutien sans faille qu'ils m'ont toujours apporté, et ce, plus particulièrement dans les moments difficiles.

*A mes beaux frères et mes sœurs. Et mon petit ange **Mohamed Amine**.*

*A tous les membres de ma famille grands et petits "**Benabdallah**".*

*Mes très chères amies **Batoul**, **Zahra**, **Imane**, **Khadidja**, **Mimouna**, et toute la promo de la biotechnologie végétale l'année universitaire*

2014-2015.

*Et tous mes collègues de travail à la circonscription des forêts de Tighennif avec laquelle **Fouzia**, **Houria**, **Faiza**, **Nadjet**, **Amina**, **Fatiha**, **Nour elddine**, **Amir**, **AEK** et **Mohammed**.*

*A toute l'équipe de laboratoire de l'université de Mascara, sans oublier **RGUIG YASAAD. A**.*

Je dédie aussi ce modeste mémoire à tous mes amis qui m'ont aidé de près et de loin à

Liste des abréviations

ABA :	Acide Abscissique
CEC :	La capacité d'échange cationique
C.F.C :	Conservation des forêts de Chlef.
C.F.T :	Circonscription des forêts de Tighennif
Cl⁻ :	Chlore
cm³ :	Centimètre cube
CO₂ :	Dioxyde de carbone
C :	Degré celcius
E :	Est
ha :	Hectare
H⁺ :	Hydrogène
HPAE :	Hiver, Printemps, Automne, Eté
GAs :	Les gibbérellines
K⁺ :	Potassium
LEA :	Late embryogenesis abundant
Log :	Logarithme
Mm :	Millimètre
m :	Mètre
mA :	Milliampère
meq/L :	Milieu équivalents par litre
N :	Nord
Na⁺ :	Sodium
O₂ :	Oxygen
O.N.T.F :	Office national des travaux forestiers
P :	Porosité
PHAE :	Printemps, Hiver, Automne, Eté
pH :	potentiel hydrique
SOD :	Chlore
SDS-PAGE :	Sodium Dodécylsulfate Polyacrylamide Gel Electrophoresis.
T° :	Température
T0 :	Témoin

T1 :	Traitement ayant 04 jours.
T2 :	Traitement suspendu de 07 jours
TCA:	Acide trichloracétique.
TEMED :	Tétraméthyl-éthylène-diamine.
T.F.N :	Triage de la forêt de Nesmoth
T.F.N :	Triage de la forêt de Nesmoth.
TRE :	Teneur relative en eau
Tris :	Tris-hydroxyméthyl-aminométhane.
t/min :	Tour par minute.
µl :	Micro litre
V :	Vecteur vitesse
cm³:	Centimètre cube

Annexe



Annexe I : Résultat des taux de germination.

Tableau n°01: Taux de germination des graines de deux provenances.

La forêt	Le nombre de plantule	Les plantules germées	Le taux de germination (%)
Bissa	150	30	20
Nesmoth	150	20	13.33

1. Le taux de germination

Calculé par la formule donnée par Maziliak, (1982).

$TG\% = \text{Nbre de semences germés} / \text{Nbre total des semences} \times 100\%$.

TG% : taux de germination

Annexe II : Biométrie des glands.

Tableau n°02: La longueur moyenne des glands récoltés sur les deux provenances.

La forêt	glands				cupules	
	diamètre	longueur	poids avec cupule	poids sans cupule	long	diamètre
Bissa	15,20	36,95	7,55	6,41	13,91	17,57
Nesmoth	13,62	35,32	7,03	5,78	12,72	15,55

Annexe



Annexe III : Suivi de la croissance des tiges.

Tableau n°03 : Représente la croissance des tiges de la forêt de Nesmoth.

La date de semis	la date de germination	Dates des mesures	provenances	traitement	nbre de feuilles	Hauteur de tige (cm)
21/12/2014	01/04/2015	26/04/2015	Nesmoth	T1	6	5,5
					8	8
				T2	9	7
					6	6
				T0	6	6,5
					3	1
					8	3,5
					8	6,5
					7	5,5
					8	7
					9	4
					8	6
					3	0,5
					11	7
					5	4
					5	6
		9		8		
		10		11,5		
		T1		7	7	
				9	10	
		T2		10	7,5	
				7	8	
		T0		8	8	
				4	2	
				8	5	
				8	7	
				8	7,5	
				10	10	
				11	5	
				9	7	
				5	1	
				13	8	
8	4,5					
7	7,5					
13	9					
11	13					
T1	8	8				
	19/05/2015					

Annexe



					10	10,5
				T2	11	9
					7	9
				T0	9	9
					6	3
					9	6
					10	8
					9	9,5
					11	12
					12	7
					10	8,5
					6	2
					14	9,5
					11	5
					9	8
					15	12,5
					13	14

Annexe



Tableau n°04 : Représente la croissance des tiges de la forêt de Bissa.

Date de semis	Date de germination	Dates des mesures	Provenances	Traitement	Nbre de feuilles	Hauteur de tige (cm)
18/12/2014	02/04/2015	26/04/2015	Bissa	T0	10	13
					6	7
				T1	11	11
					10	10
				T0	9	8
					5	8
					4	7
					4	7
					10	7
					10	9
					4	3
					8	10
					11	8
					12	9
					7	4,5
					7	4,5
		8			6,5	
		4			4	
		7			8	
		8			9	
		4		4		
		4		4		
		04/05/2015		T1	12	13,5
					8	8,5
				T2	12	12,5
					13	11
				T0	9	8,5
					7	9
					6	9
					6	8
					11	8
					13	10
5	3,5					
9	10					
11	8,5					
12	9,5					
8	5					
8	4,5					

Annexe



					9	7,5	
					5	4,5	
					9	9	
					10	9,5	
					5	4,5	
					7,5	6	
					T1	13	14,5
						9	9
					T2	12	13
						15	12,5
					T0	10	9,5
						8	10
		7	9,5				
		7	8,5				
		12	10				
		14	11				
		6	4				
		9	11				
		12	9				
		14	10				
		10	5,5				
		8	5				
		11	8				
		9	8,5				
		10	9,5				
		11	10,5				
7	5						
9	8,5						
19/05/2015							

Annexe VI: Suivi de l'extraction des protéines.

Tableau n°05 : Le poids de culot de deux provenances.

La forêt	Traitement	Poids des eppendorfs vide (g)	Poids des eppendorfs avec le culot (g)	Le poids de culot (g)
Bissa	T0	0.952	1.024	0.072
	T0	0.943	0.954	0.011
	T1	0.928	0.943	0.015
	T1	0.951	0.988	0.037

Annexe



	T2	0.859	0.944	0.085
	T2	0.953	0.988	0.035
Nesmoth	T0	0.92	0.93	0.01
	T0	0.92	0.934	0.014
	T0	0.92	0.93	0.01
	T0	0.92	0.95	0.03
	T1	0.92	0.93	0.01
	T1	0.93	0.948	0.018
	T1	0.92	0.947	0.027
	T1	0.918	0.928	0.01
	T2	0.92	0.932	0.012
	T2	0.90	0.927	0.027
	T2	0.92	0.931	0.011
	T2	0.91	0.926	0.016
	T2	0.93	0.945	0.015
	T2	0.93	0.945	0.015

Tableau n°06 : Composition de solution de précipitation.

Composé	Quantité
TCA	10 g
<i>B-Mercapto-éthanol</i>	70µl
Acétone	Complété à 100 ml

Tableau n°07 : Composition de solution de rinçage.

Composé	Quantité
<i>B-Mercapto-éthanol</i>	70µl
Acétone	Complété à 100 ml

Annexe



Tableau n°08 : La méthode de préparation de gel de polyacrylamide

- Composition du gel en fonction de %.

Composé	Quantité
Solution de polyacrylamide	x/3 ml
Tompon tris Hcl	2,5 ml
Eau distillée	7,5- x/3 ml
Persulfate d'ammonium	50 ul
TEMED	5 ul

Tableau n°09 : Caractéristique pédologique de deux provenances étudiée.

Forêt	Analyse pédologie				
	texture sol	pH	CE	Calcaire	Matière organique
Nesmoth	sable/limon/argile	8,09	0,09	22,15	3,45
	73,71/19,7/6,35				
Bissa	texture sol	8,15	0,11	17,09	3,2



Annexe V: Quelques photos



(a)



(b)



(c)



(d)

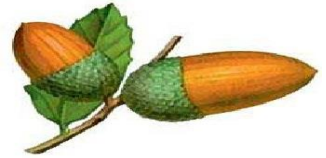


(e)



(f)

Photo n°09 :(a) Effet de pastoral sur le gland, (b) Vue général sur la forêt, (c) La mise en culture de gland, (d) La germination de glande et sortie le radicule, (e) La croissance de glande de chêne-liège, (f) Les deux provenances étudiée. Cliché par Benabdallah, 2014, 2015.

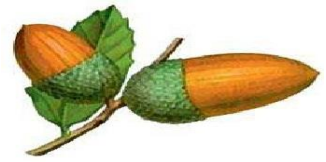


Partie 1

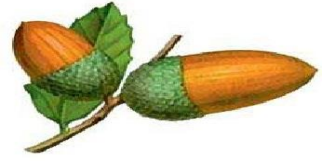
Etude Bibliographique

Chapitre I : monographie du chêne-liège

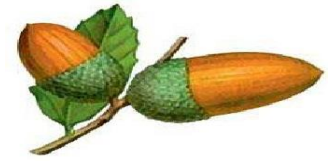
Chapitre II : Culture hors-sol et stress hydrique



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



ANNEXES

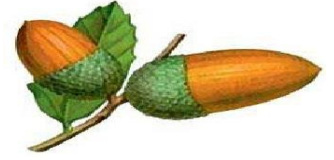


Partie 2

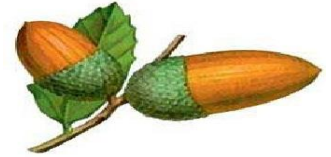
Partie expérimentale

Chapitre I: Matériel et méthodes

Chapitre II : Résultat et discussion



Introduction générale



Conclusion générale



Introduction générale

Les ressources génétiques forestières sont d'un intérêt stratégique sur le plan scientifique, social et économique ainsi que pour la sécurité alimentaire de notre pays. Leur conservation et leur valorisation doivent être accompagnées d'un programme de développement et de les mettre à la disposition de la communauté, car ces ressources génétiques sont menacées par une érosion génétique et les autres facteurs de dégradation.

La subéraie mondiale qui est un bon exemple totalise environ 2,5 millions d'hectares dont les 2/5 sont localisés en Europe et le reste en Afrique du Nord (Pausas et al. 2009). Le chêne-liège (*Quercus suber L*), est une espèce forestière principale en Algérie, tant en raison des superficies occupées que de son importance économique. L'étendue de son aire est estimée à environ 450 000 ha (Boudy, 1955), cependant, il n'en demeure que 229 000 ha, véritablement productives (Chouial et Guettar, 1997).

En Algérie, l'état actuel des subéraies est préoccupant; peuplements arrivés au terme de leur exploitabilité, déficience de la régénération naturelle, faible rendement à l'hectare, diminution progressive des quantités de liège récoltés annuellement de 43 461 quintaux en 1983 à 7 820 quintaux en 2009, (Bouhraoua, 2010), d'où la nécessité absolue de mener des actions de rénovation et de rajeunissement des forêts, dans ce cadre le recours à la plantation s'est avéré nécessaire. Elle demeure cependant soumise à un climat irrégulier et à des perturbations fréquentes qui entraînent une certaine fragilité de ces écosystèmes (Naggar, 1999)

L'eau a un rôle fondamental dans la vie des plantes, dans la mesure où elle conditionne leurs activités physiologiques et métaboliques. Elle est le vecteur des éléments nutritifs de la plante (Riou, 1993). Sa carence peut affecter la croissance, elle est de ce fait, le principal facteur limitant de la production végétale dans les régions arides et semi-arides. Lors de la sécheresse, les échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère sont limités.

La sécheresse se traduit pour la plante par une dégradation du bilan entre la perte d'eau par transpiration et l'absorption d'eau du sol par les racines. L'étude physiologique permet de comprendre comment les plantes répondent au déficit hydrique, et les effets de ces épisodes sur leur production.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude. Nous avons choisi d'étudier le comportement variétal du chêne liège soumis au stress hydrique en culture hors sol et de faire une étude comparative entre deux provenances.



En Algérie le problème de la préparation des substrats se pose toujours dans la plupart de nos pépinières forestières, du fait que nous continuons à utiliser des mélanges traditionnels de qualité physico-chimiques médiocres, caractérisés par la compacité et la densité élevée du substrat, une mauvaise aération et une faible porosité, faible capacité d'échange cationique, faible capacité de rétention en eau, une mauvaise cohésion de la motte et une faible qualité nutritive (Zitouni et *al*, 2002).

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

Les plantations comparatives d'espèces ou de provenances ont pour but de définir par comparaison, quel est dans une région donnée, le matériel végétal susceptible d'assurer la meilleure production des reboisements. Ces essais sont indispensables pour les essences qui ont une vaste aire géographique.

Pour cela, des essais de plantations comparatives sont nécessaires chaque fois que l'on manque d'informations suffisantes, soit sur les exigences d'une essence, ou sur les caractéristiques de la station afin de fixer la meilleure provenance pour le reboisement.

Pour notre étude, nous proposons le plan suivant:

Une première partie bibliographique, pour situer le contexte de notre étude et donner un aperçu sur le chêne liège et l'objet de notre expérimentation. Cette partie contient deux chapitres:

- Généralités sur le chêne-liège.
- Le stress hydrique et la culture hors-sol.

Une deuxième partie expérimentale permet de tester deux provenances de chêne liège quant à leur réponse au stress hydrique. Cette partie est divisée comme suit :

- Matériel et méthodes.
- Résultats et interprétation

Nous terminerons par une conclusion générale.



Remerciements

Je remercie plus particulièrement :

*Mme SOUIDI. Z professeur à l'Université de Mascara et Co-encadreur
Mme MOUMOU. M pour l'encadrement et le suivi de mon travail. Tout le
long de ma formation, et de la confiance qu'elle ma prouve durant cette
période, elle n'a ménagé ni son temps ni ces efforts pour me faciliter la
tâche.*

*Je remercie Mr TERRAS. M professeur à l'Université de Saida
pour avoir bien voulu présider le jury.*

*Je remercie Mme HACHEM. Y professeur à l'Université
de Saida pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Il m'est agréable de lui exprimer ma pleine gratitude à Mr KHANFER.
B qui m'ont aidé dans tout le long de ma formation pour sa simplicité et sa
générosité, preuve de sa qualité humaine.*

*Je remercie pleinement Mr BATIR. A, Mr. MENDES. B, Mr ZENATI.
Y, Mr BELKHDIM. B, BENDOUNENE. F, Mrs MAAZOUZ. F-R,
Mr SOLTANI. M, Mr BOUKHADOUMA. DJ, et tous les personnels
de la circonscription des forêts, qui ont participé à ma formation.*

*Mes remerciements vont également à l'ensemble des enseignants du
département des sciences d'Université de Saida et Université de Mascara
qui ont participé à ma formation. Surtout Mr TERRAS. M.*

*En fin, un grand merci à toutes les personnes qui ont contribué de près
ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

Merci...

Sommaire

Introduction générale	01
-----------------------------	----

Partie I : Etude bibliographique **Chapitre I : Monographie du Chêne-liège**

I. Définition le chêne-liège	04
I.1. Place taxonomique du chêne-liège	04
I.2. Systématique	04
I.3. Répartition du chêne-liège.....	05
I.3.1. Dans le monde	05
I.3.2. En Algérie.....	05
I.4. Principales caractéristiques botaniques du chêne-liège.....	06
I.4.1. Le tronc	06
I.4.2. Les feuilles	06
I.4.3. Les fleurs	06
I.4.4. Les fruits	07
➤ Glands primaires	07
➤ Glands secondaire	07
➤ Glands tardifs	07
I.4.5. Les rameaux	07
I.4.6. L'enracinement	07
I.4.7. La longévité	07
I.4.8. L'écorce	07
I.4.9. Régénération	09
I.4.9.1. Régénération naturelle	09
➤ Régénération par semis naturel	09
➤ Régénération par rejet de souche	09
I.4.9.2. Régénération assistée (semis directes et plantation).....	09

I.5. Ecologie du chêne-liège	09
I.5.1. Altitude.....	10
I.5.2. Climat	10
I.5.3. Les conditions édaphiques.....	11
I.6. Association du chêne-liège et végétation.....	11
I.7. Importance économique du liège.....	11
I.8. Les ennemies.....	12
I.8.1. Les incendies.....	12
I.8.2. Les insectes	12
I.8.3. Les champignons.....	12

Chapitre II : La culture hors-sol et le stress hydrique

II.1. La culture hors sol.....	13
II.1.1. Définition	13
II.1.2. Le substrat de culture.....	13
II.1.3. Avantages de la Culture hors-Sol	13
II.2. Les propriétés des substrats de cultures.....	14
II.2.1. Les propriétés physiques	14
II.2.1.1. La structure.....	14
II.2.1.2. La texture.....	14
II.2.1.3. La porosité	15
II.2.1.4. La disponibilité et rétention en eau	15
II.2.1.5. La teneur en air	15
II.2.1.6. La perméabilité	15
II.2.1.7. Le pouvoir de réhumectation	15
II.2.2. Les propriétés chimiques.....	16
II.2.2.1. Le pH	16
II.2.2.2 Le rapport carbone azote	16
II.2.2.3 La capacité d'échange cationique.....	16
II.2.2.4 La conductivité électrique	16
II.2.2.5. La matière organique.....	17
II.2.2.6. Les éléments nutritifs	17
II.3. Les différents types de substrat de culture	17
II.3.1. Les matériaux organiques.....	17

II.3.1.1. Les tourbes	17
II.3.1.2. Les écorces	18
II.3.1.3. Déchets cellulo-ligneux	18
II.3.1.4. Les matériaux organiques d'origine urbaine.....	18
II.3.2. Les matériaux minéraux	19
II.3.2.1. Les matériaux minéraux naturels.....	19
II.3.2.2. Les matériaux minéraux expansés	19
➤ La vermiculite.....	19
➤ L'argile expansée	19
➤ La perlite	20
II.4. Qualité des plants hors-sol	20
II.4.1. Définition d'un plant de qualité	20
II.4.2 Critères des plants de qualité	20
II.4.2.1. L'âge du plant	20
II.4.2.2. La viabilité du plant.....	20
II.4.2.3. Conformité du système racinaire.....	21
II.4.2.4. Qualité de la partie aérienne.....	21
II.4.2.5. Etat sanitaire.....	21
II.5. Importance de la production hors-sol.....	22
II.6. L'importance de l'eau pour la plante.....	22
II.7. Définition du stress.....	23
II.7.1. Définition et conséquence physiologie du stress hydrique.....	23
II.7.2. Effet du stress hydrique sur les plantes et stratégies d'adaptation.....	24
II.7.2.1. Effets précoces.....	24
II.7.2.2. Effets à moyen terme: L'ajustement osmotique.....	24
II.7.2.3. Effets à plus long terme.....	24
II.7.3. Mécanismes de résistance à la sécheresse.....	25
II.7.4. Protéines et stress hydrique.....	26

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre I: Matériel et méthodes

I. Présentation des zones d'étude.....	29
I.1.Choix des Subérais	29
I.2. Situation géographique	29
I.3. Situation juridique et administrative.....	31
I.4. Délimitation forestière	31
I.5. Equipement forestier.....	32
I.6. Caractéristiques physiques.....	32
I. 6.1. La pente.....	33
I. 6.2. Etude de la végétation	33
I.7. Caractéristique climatiques.....	34
I.7.1. Les facteurs climatiques	35
I.7.1.1. Les facteurs hydriques.....	35
➤ Précipitations.....	35
➤ Régime saisonnier.....	36
I.7.1.2. Les facteurs thermiques.....	36
I.8. Synthèse climatique.....	37
I.8.1. Quotient pluviométrique et Climagramme d'Emberger.....	37
I.8.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson 1953.....	40
I.9. Le matériel végétal.....	41
I.9.1. La mise en culture.....	41
I.9.1.1. Préparation des substrats.....	41
➤ Elément rétenteur d'eau.....	41
➤ Elément aérateur.....	41
I.9.2. La germination des glands.....	41
I.9.3. Paramètres mesurés lors de la croissance.....	42
➤ Hauteur de la tige.....	42
➤ Nombre de feuilles.....	42
I.10. Travail au laboratoire.....	42
I.10.1. Etude biométrique.....	42
I.10.2. Application du stress hydrique.....	43
I.10.3. La séparation électrophorétique.....	44
I.10.3.1. Protocole expérimental.....	44
I.10.4. L'électrophorèse.....	45
I.10.4.1. Protocole expérimental.....	45

➤ Le gel continu 10%	45
➤ Le tampon de cuve.....	46
➤ Le tampon Tris-HCL.....	46
I.10.4.2. L'électrophorèse verticale.....	47
I.10.4.3. La migration.....	47
I.10.4.4. La révélation.....	46

Chapitre II: Résultats et discussions

II.1. Le taux de germination	50
II.2. La biométrie des glands	51
II.3. La croissance des plants	54
II.3.1. Croissance des tiges	54
II.3.2. Nombres des feuilles	55
II.4. L'électrophorèse	57
Conclusion	59
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des photos

Photo n°01 :	Quercus suber L.(a) les glands (b) l'arbre (c) les feuilles (d) le tronc.....	08
Photo n°02 :	Mesure la croissance et développement des plantules.....	41
Photo n°03 :	Etude biométrique de gland de chêne-liège.....	42
Photo n°04 :	La plantule est stressée.....	43
Photo n°05 :	Extraction sur mortier refroidi (a), ajout de solution de précipitation (b)..	44
Photo n°06 :	(a)Enlève le culot, (b) Préparation des tampons.....	45
Photo n°07 :	Appareil d'électrophorèse, dépôt des échantillons pour la séparation.....	46
Photo n°08 :	Migration des protéines.....	47
Photo n°09 :	La révélation de gel.....	48
Photo n°10 :	Le taux de germination de deux provenances.....	49
Photo n°11 :	La biométrie des glands.....	51
Photo n°12:	Représente la croissance des plants de deux provenances.....	53
Photo n°13:	la décoloration de gel.....	55

Liste des figures

Figure n° 01 :	Aire de distribution du chêne-liège.....	05
Figure n° 02 :	Aire naturelle de répartition du chêne liège en Algérie.....	06
Figure n°03:	Diffusion de la vapeur d'eau par les stomates ouverts.....	23
Figure n°04 :	Localisation des zones d'études.....	30
Figure n°05 :	Quotient pluviothermique et climagramme d'EMBERGER des deux zones d'étude.....	39
Figure n° 06 :	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la forêt de Nesmoth (2003-2012).....	40
Figure n° 07 :	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la forêt de Bissa (2003-2012).....	40
Figure n°08 :	Taux de germination des graines de deux provenances.....	50
Figure n°09 :	La longueur moyenne des glands récoltés sur les deux provenances...	52
Figure n°10 :	Hauteur de tige de la plantule issue des glands dans les deux provenances.....	55
Figure n°11 :	Nombre des feuilles de la plantule issue des glands.....	56

Liste des tableaux

Tableau n°01:	Répartition des différents types de texture en fonction des classes de textures.	14
Tableau n°02:	Situation géographique, et topographique des deux (02) stations d'études...	30
Tableau n°03:	Situation juridiques et administrative des deux zones d'études.....	31
Tableau n°04:	délimitation forestière des quatre zones d'études.....	31
Tableau n°05:	Equipement forestier des deux stations d'études.....	32
Tableau n°06:	Présentation des caractéristiques physiques des deux forêts (Nesmoth et Bissa)	32
Tableau n°07:	Répartition des classes de pente de la forêt domaniale de la Nesmoth et Bissa...	33
Tableau n°08:	les différentes formations forestières des deux zones d'études.....	34
Tableau n°09:	Principales caractéristiques de station du réseau météorologique de deux provenances.....	35
Tableau n°10:	Moyenne mensuelles annuelles des précipitations des forêts de Nesmoth.....	36
Tableau n°11:	Le régime saisonnier des précipitations au niveau des deux zones d'études.....	36
Tableau n°12:	Moyenne mensuelles des températures maximales et minimales des forêts Nesmoth et Bissa (2003-2013).....	37
Tableau n°13:	Valeurs du Q2 et étages bioclimatiques des trois zones d'étude.....	38
Tableau n°14:	Caractéristiques physico-chimique du terreau.....	41
Tableau n°15:	Caractères biométriques à mesurés.....	43
Tableau n°16:	Composition de gel continu de 10% pour 10ml.....	46
Tableau n°17:	Composition de Bleu de Bromophénol.....	48



I. Le chêne-liège

Le chêne-liège (*Quercus suber L.*), est une essence forestière remarquable, qui présente une grande valeur économique, grâce à sa particularité physiologique qui le distingue des autres ligneux, à reproduire une nouvelle écorce subéreuse appelée communément : liège et ayant des qualités spécifiques de légèreté, de souplesse, et d'élasticité, d'autant plus que cette espèce est assez rare puisque son aire de répartition se limite au pourtour méditerranéen (Louni, 1994).

I.1. Place taxonomique du chêne-liège

Le chêne-liège (*Quercus suber L.*) est une espèce végétale en latin *Quercus suber*, le mot « suber » signifie liège (Natividade, 1956 ; Amandier, 2002). C'est un arbre circonscrit en Méditerranée Occidentale depuis l'ère tertiaire, ce qui lui donne une soixantaine de millions d'années d'existence, qui comprend 200 à 500 espèces dont 6 existent en Afrique du Nord (El Antry Tazi et al, 2008). Il est décrit pour la première fois par Linnée en 1753 (Natividade, 1956). Il est aussi un descendant de la flore pliocène supérieure (Boudy, 1950 ; Quezel, 2000).

I.2. Systématique

Selon Francllet, 1972, le classement systématique du chêne-liège s'ordonne de la manière suivante :

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylidones
- Ordre : Fagales
- Famille : Fagacées
- Genre : *Quercus*
- Espèce : *Quercus suber. L*
- Synonyme arabe : Belout el fellini



I.3. Répartition du chêne-liège

I.3.1. Dans le monde

Le chêne-liège est une essence endémique du domaine atlantique du bassin méditerranéen, il serait d'environ 2.289.000 hectares (Benabid, 1989), répartie exclusivement sur sept pays : Portugal 650.000, soit 28,5% ; Espagne : 500.000, soit 22% ; Maroc : 350.000, soit 15,3% ; Algérie : 200.000, soit 21% ; Tunisie : 100.000, soit 4,4% ; Italie : 100.000, soit 4,4% ; France : 100.000, soit 4,4%.

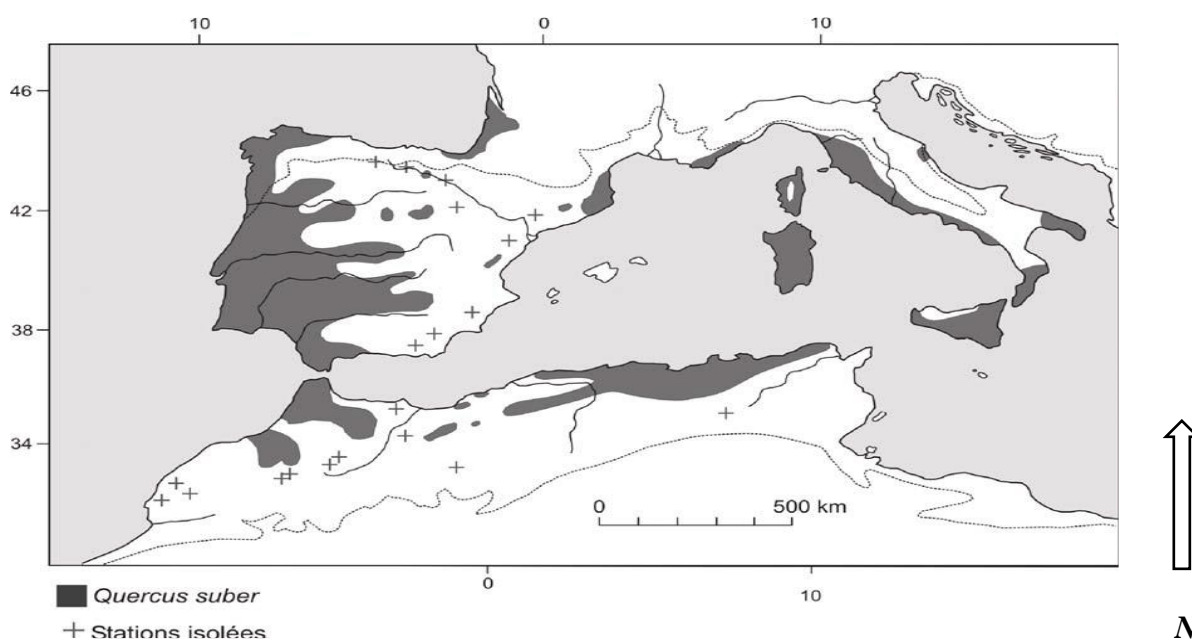


Figure n° 01 : Aire de distribution du chêne-liège (Quézel et Médail, 2003)

I.3.2. 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 480 000 ha, mais ne constitue de véritables subéraies que sur 200 000 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 (Bouhraoua, 2003).

Selon Yessad (2000), les subéraies Algériennes couvrent trois faciès : l'occidental montagnard, l'oriental littoral et l'oriental montagnard.

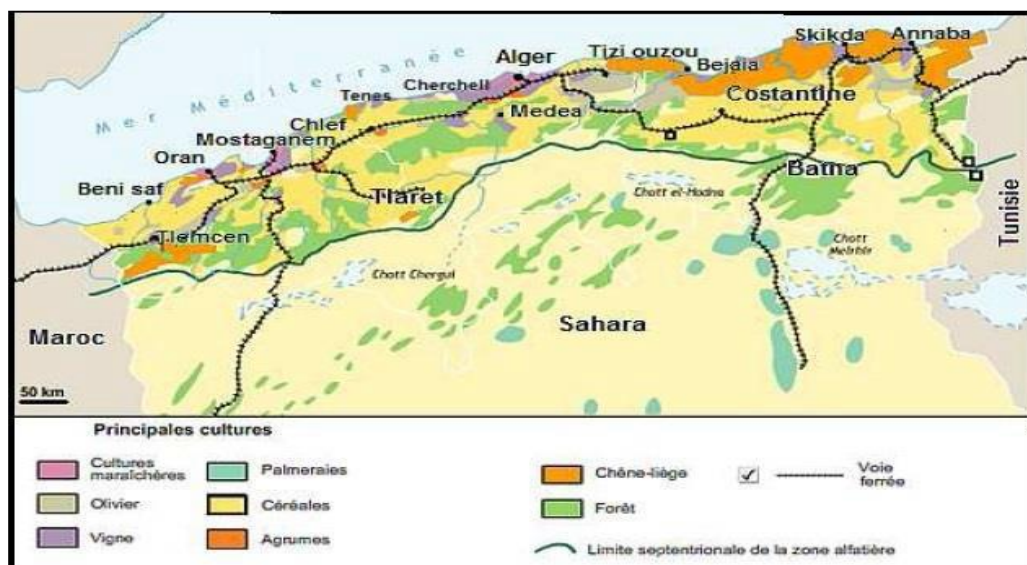


Figure n° 02 : Aire naturelle de répartition du chêne liège en Algérie (Pervillé, 2003)

I.4. Principales caractéristiques botaniques du chêne-liège

Le chêne-liège est un arbre de taille moyenne de 10 à 15 mètres, peut atteindre 20 à 25 m, la cime est irrégulière, s'étalant en longueur, l'arbre présente un couvert léger laissant passer la lumière.

I.4.1. Le tronc

Tronc court, cime large peu dense, à très fortes branches sinueuses ; souvent déformé par les mutilations (Jacomon, 1992).

I.4.2. Les feuilles

Présentent un polymorphisme très marqué, elles sont alternées généralement coriacées, plus ou moins dentées ou pas, ovales assez souvent renflées, vertes foncées et glabre sur leurs parties supérieures, grises blanchâtres et duveteuses sur leurs parties inférieures. D'après Piazzetta (2005), elles sont persistantes dont la durée de vie est de 2 à 3 ans.

I.4.3. Les fleurs

Elle est monoïque et allogame, les fleurs males pendent en chatons à l'extrémité des rameaux de l'année précédente, elles sont longues de 4 à 8 cm (Fraval, 1991).



I.4.4. Les fruits

Glands oblongs enveloppés sur la moitié de leur longueur, par les cupules, sont réunis par deux sur les pédoncules courts et renflés. Ils mûrissent en automne, ce qui donne lieu à trois récoltes distinctes :

- **Glands primaires:** ce sont des glands de l'année précédente, qui mûrissent en septembre-octobre. Ils sont produits en petite quantité mais sont très gros.
- **Glands secondaires:** ils sont produits en grosse quantité de novembre à décembre et leur taille est moyenne.
- **Glands tardifs:** qui tombent fin janvier. (Saccardy, 1937)

I.4.5. Les rameaux

Sont sinueux pubescents les premières années, puis bruns clairs et enfin entièrement subéreux. Elles peuvent s'élargir de 2 à 3 mm par ans, (Seigue, 1985).

I.4.6. L'enracinement

Il est pivotant, mais dans les sols superficiels les racines deviennent plus ou moins traçantes.

I.4.7. La longévité

Il peut vivre jusqu'à 250 à 300 ans, mais les levées successives de liège diminuent fortement cette remarquable longévité à environ 150 à 200 ans (Vignes, 1990).

I.4.8. L'écorce

Le liège est un tissu parenchymateux formé par l'assise subero-phellodermique, il couvre le tronc et les branches. La première levée de liège, appelée démasclage est effectuée lorsque l'arbre atteint 17.5 cm de circonférence à 1.30 m (Veillon, 1998).

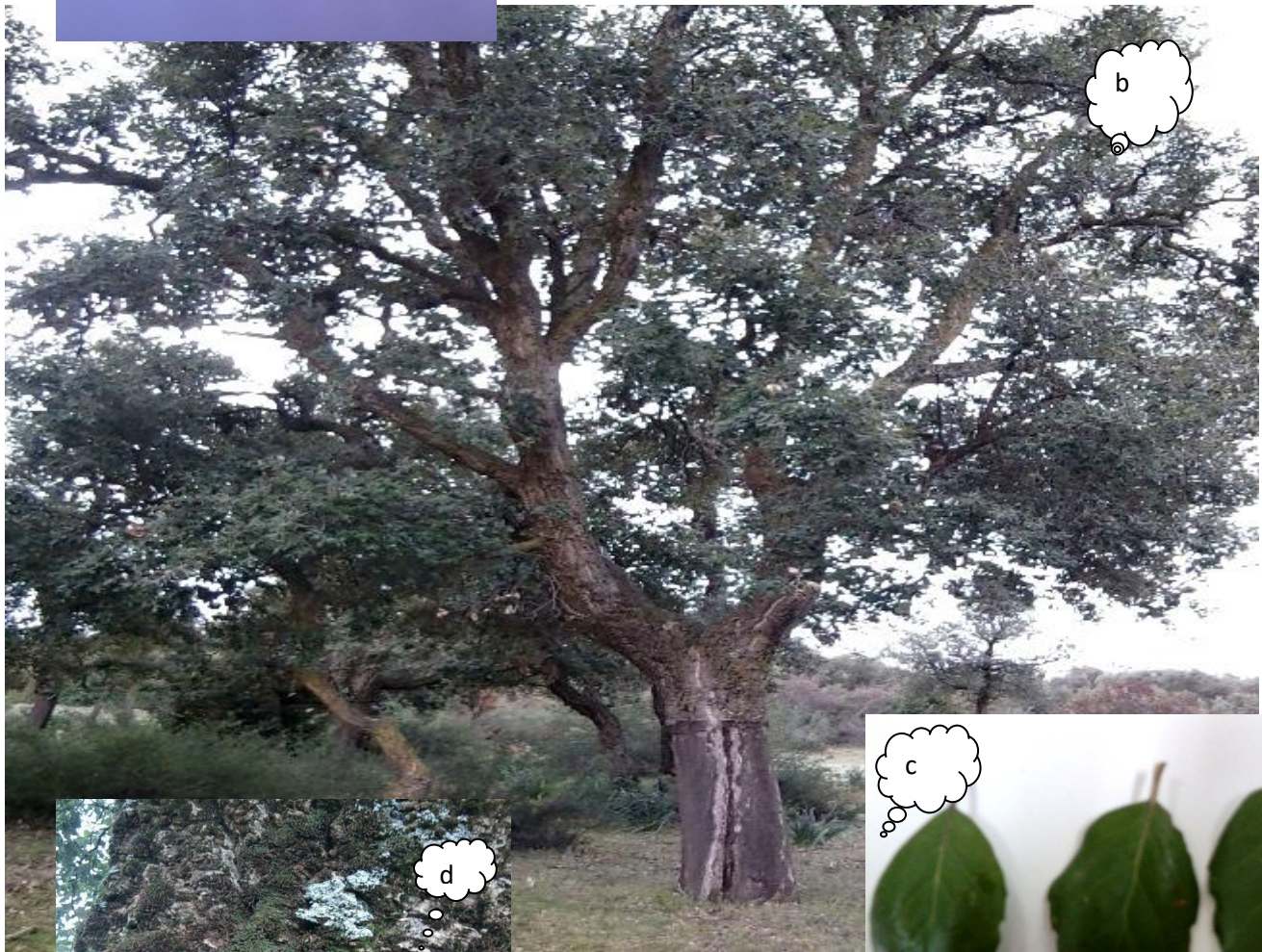


Photo n°01 : *Quercus suber* L. (a) les glands (b) l'arbre (c) les feuilles (d) le tronc. Clichées par Benabdallah., 2014.



I.4.9. Régénération

Il existe trois possibilités de multiplication de l'espèce.

I.4.9.1. Régénération naturelle

➤ Régénération par semis naturel

Partout en Algérie, la régénération par semi-naturel est déficiente en raison du manque de sylviculture. Etant une espèce de lumière, à tous les niveaux de son développement, le jeune semis issu d'un gland supporte mal le couvert végétal et finit par disparaître à l'ombre de ses concurrents (Belabbes, 1996).

➤ Régénération par rejet de souche

Selon Cemagref (1983), les souches peuvent rejeter et donner des rejets vigoureux jusqu'à un âge très avancé (75 à 80 ans), selon les conditions écologiques. Le chêne-liège drageonnerait sur des racines superficielles ayant subi un traumatisme.

D'après Belabbes (1996), le chêne-liège est doté d'une grande faculté de rejeter vigoureusement après recépage mais la méthode est peu utilisée en Algérie en raison du manque d'information sur ses possibilités de production.

I.4.9.2. Régénération assistée (semis directes et plantation)

Le gland de chêne-liège possède suffisamment de réserves pour faire face aux différents aléas climatiques, malheureusement cet avantage va à son contre puisque'il constitue une paroi d'excellence à certains prédateurs tels que le sanglier et les rongeurs.

Les plantations à base de chêne-liège en Algérie comme dans le pourtour méditerranéen font également défaut suite à la non maîtrise des techniques d'élevage de plant en pépinière, le problème majeur auquel les pépiniéristes sont confrontés demeure l'enroulement des racines latérales et la forte croissance du pivot qui provoque le problème de chignon lorsqu'il atteint le fond du sachet, avant même l'apparition de la tigelle dans les pépinières au sol. (Chouial, 2004).

I.5. Ecologie du chêne-liège

Cette essence est étroitement liée aux conditions édaphiques et bioclimatiques du milieu et exigeante en lumière.



I.5.1. Altitude

Le chêne-liège prospère depuis le bord de la mer jusqu'à 1500- 1600 m en général, exceptionnellement 2.000 m dans le Haut Atlas. Il développe des peuplements sylvatiques importants en ambiance bioclimatique sub-humide, humide et per-humide à variantes tempérée, chaude, fraîche et localement froide (Achhal et *al.*, 1980 ; Benabid, 1982). Il apparaît également au semi-aride chaud et tempéré grâce aux compensations écologiques (humidité relative de l'air élevée, précipitations occultes, nappe phréatique proche etc...).

I.5.2. Climat

Le chêne-liège est héliophile, c'est à dire de pleine lumière et exigeant une forte insolation. La cohabitation avec d'autres essences à la cime peu compacte tels que le pin maritime (*Pinus pinaster*) ou le pin parasol (*Pinus pinea*) est possible, mais c'est en peuplement pur voire en lisière des parcelles qu'il se développera le mieux pour avoir de bonnes conditions de végétation. L'arbre a besoin d'une exposition Nord. En altitude, il s'accommode avec des expositions chaudes (Frochot et Levey, 1986, Bouchafra et Fraval, 1991 ; Caritat & *al.*, 1996).

Ecologiquement, l'essence est plastique poussant sur des climats semi arides à humides à partir de niveau de la mer jusqu'à 2000 m, mais avec un optimum de croissance allant à 600 m (Mangenot, 1942 ; Pereira, 2007). Il craint les fortes gelées persistantes mais il a besoin d'une période de sécheresse en été pour prospérer (Veuillon, 1998). En outre le chêne liège est thermophile, et frileux exigeant une température moyenne oscillant entre 13°C et 19°C et que le Minima ne dépasse pas les -9°C (Boudy, 1950 ; Ghouil & *al.*, 2003).

L'humidité est également un facteur limitant. Etant bien xérophile, le chêne liège nécessite une humidité atmosphérique d'au moins 60%, même en saison sèche et d'une pluviométrie allant de 400 à 1200 mm par an voire 1700 mm (Maire, 1926 ; De Beaucorps, 1956 ; Allili, 1983).



I.5.3. Les conditions édaphiques

Le chêne-liège est une essence calcifuge et supporte mal les sols très argileux. Il ne se développe remarquablement que sur des roches dont la désagrégation climatique et géologique donne un sol sableux, tels que les granites et les grès sous toutes leur forme (Sauvage, 1960).

I.6. Association du chêne-liège et végétation

En Algérie le chêne-liège forme généralement des peuplements purs. Il peut être mélangé avec d'autres essences selon l'altitude, l'exposition, le climat et la nature du sol.

En altitude et sur les expositions fraîches des étages bioclimatiques humides et subhumides, ce sont les chênes à feuilles caduques comme le chêne afares (*Quercus afares*) qui dominant et plus rarement le cèdre sur les sols calcaires.

Par contre, sur les expositions chaudes de l'étage semi-aride comme sur les terrains secs à tendance calcaire, le chêne vert et le thuya prennent la place par interpénétration. D'autres essences peuvent se trouver en mélange avec le chêne-liège en proportions variables (Quezel, 2000).

Dans les peuplements de l'étage humide, se développe sur littoral comme à basse altitude, un sous-bois. On y trouve une végétation à caractère hygrophile telles que les lianes (*Smilax aspersa*), le Lierre (*Hedera helix*), la fougère aigle (*Pteridum acuilinum*) et le Laurier rose (*Nerium oleander*), mais aussi le myrte (*Myrtes communis*), la Bruyère arborescente (*Erica arborea*), l'arbousier (*Arbutus unedo*). En altitude, certains de ces végétaux disparaissent pour céder la place au cytise à 3 fleurs (*Cytisus triflorus*). Au Calycotome épineux (*Calicotome spinosa*), à l'aubépine (*Crataegus monogyna*) et à diverses autres plantes.

I.7. Importance économique du liège

En raison de la qualité, de la valeur de son écorce et de son bois, le chêne-liège est de point de vue économique l'essence forestière la plus importante d'Afrique du nord (Boudy, 1952). Ce matériau particulièrement léger, souple, élastique, imperméable et non conducteur pour la chaleur est utilisé depuis l'antiquité pour des fins diverses (Boudy, 1950). D'abord employé dans la navigation et la pêche sous forme de flotteurs pour filets de pêche ou de bouées d'ancre de navires (Dessain, 1992). Il a ensuite été utilisé en industrie pour la fabrication de divers produits et sous-produits tels que l'aggloméré d'isolation et de décoration, les revêtements, les décors auto-adhésifs, la maroquinerie, les granulés et surtout les bouchons, (Battistini, 1938 ; Goumand Peyre, 1992).



I.8. Les ennemies

I.8.1. Les incendies

Le chêne-liège est une espèce la plus résistante au feu. Les arbres exploités résistent encore plus au feu (sauf si le feu vient juste après le démasclage), parce que le liège, un des tissus végétaux le plus isolant, renforce la résistance du chêne-liège vis-à-vis du feu (Varela, 2004).

I.8.2. Les insectes

Les principaux insectes qui attaquent le chêne-liège sont : le grand capricorne (*Cerambyx cerdo L*), qui attaque le bois du tronc et des branches, le bombyx disparate (*Lymantria dispar L*) et la tordeuse verte (*Tortrix viridana*), qui attaquent les feuilles et les bourgeons, le carpocapse des glands (*Cydia fagiglandana*), la fourmi du liège (*Crematogaster scutellaris*), (Djalos, 1980).

I.8.3. Les champignons

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



II.1. La culture hors sol

II.1.1. Définition

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

II.1.2. Le substrat de culture

Le terme de substrat en agriculture s'applique à tout matériau, naturel ou artificiel qui, placé en conteneur, pur ou en mélange, permet l'encrage du système racinaire et joue ainsi vis-à-vis de la plante, le rôle de support.

En tant que support de la plante, tout matériau solide peut éventuellement être utilisé comme substrat dans la mesure où il est compatible avec un développement normal du système racinaire (Blanc, 1985).

II.1.3. Avantages de la Culture hors Sol

Ce procédé présente de nombreux avantages :

- Des rendements très supérieurs
- Le substrat est inerte et reste aéré,
- Le dosage en éléments nutritifs peut être optimisé pour la variété cultivée,
- Le risque de sécheresse est moindre, le substrat retient plus d'eau que le sol (80% de son volume dans le cas de la laine de roche),
- Inversement, aucun risque de noyer les racines. Une fois saturé d'eau, le substrat qui reste perméable, laisse s'écouler le trop plein,
- Les insectes du sol ne s'installent pas dans un substrat inerte,
- Les germes des maladies ne s'implantent pas, ou au pire, se propagent mal dans cet environnement organiquement stérile.
- Moins de travail et d'entretien
- Les substrats sont plus légers, que le sol,



- Les substrats ne contiennent pas de graines ni d'insectes indésirables,
- Les substrats sont plus simples à manipuler que le sol,
- Un « sol » parfaitement propre et optimisé pour recevoir des racines,
- Des contraintes de surface minimales,
- Des arrosages moins fréquents.

II.2. Les propriétés des substrats de cultures

II.2.1. Les propriétés physiques

II.2.1.1. 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 structurale, ce rôle est plus au 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 (Soltner, 2000).

II.2.1.2. La texture

Elle est déterminée par une analyse granulométrique. La texture du sol influe sur la concentration des éléments traces métalliques, elles sont plus élevés dans les argiles, puis dans les limons argileux, les limons et le sable (Webber et Sing, 1991).

Tableau n°01: Répartition des différents types de texture en fonction des classes de textures. (Henin et al, 1969)

Classe de texture	Type de texture
Textures fines	Argilo sableuse, argileuse
Textures moyennes	Limoneuse fine, limoneuse
Textures grossières	Limono sableuse, sablo limoneuse, sableuse



II.2.1.3. La porosité

La porosité totale est le rapport du volume des vides existant dans un volume total donné de matériaux. La porosité totale s'exprime en fraction ou en pourcentage du volume total (Blanc, 1987). Elle peut être calculée à partir des valeurs de la densité réelle et la densité apparente par la formule suivante :

$$P\% = (1 - \text{Densité apparente}) \times 100 / \text{Densité réelle}.$$

II.2.1.4. La disponibilité et rétention en eau

L'alimentation en eau de la plante dépend :

- Des propriétés concernant la plante elle-même: système racinaire et dynamique de son développement, caractéristique physiologique.
- Des conditions météorologiques qui déterminent la densité en eau que représente l'évapotranspiration.
- Des propriétés du substrat : perméabilité aux diverses humidité, disponibilité plus ou moins grande de l'eau, ces caractéristiques déterminent l'offre au niveau des racines (Blanc, 1987)

II.2.1.5. La teneur en air

La teneur en air est complémentaire de la teneur en eau, puisque ces deux fluides se partagent l'espace poral. On a donc la relation :

Porosité totale (% vol) = humidité (%) + teneur en air (% vol). (Argillier et al, 1990).

II.2.1.6. 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 exprimée en cm^3 /heures. Le taux élevé de la matière organique n'implique pas forcément une bonne perméabilité (Redlich et Verdure, 1975).

II.2.1.7. Le pouvoir de réhumectation

Certains substrats, après un déficit hydrique important présentent des difficultés de réhumectation, s'il est trop faible, entraîne une percolation de l'eau et des éléments fertilisants (Temagoult, 2005).



II.2.2. Les propriétés chimiques

II.2.2.1. Le pH

Le pH est le logarithme de l'inverse de la concentration des ions de H⁺ dans une solution.

Le principe consiste à mesurer la force électromotrice d'une solution aqueuse du sol (Rapport eau/sol) est égale à 2.5 à l'aide d'un pH-mètre.

$$\text{pH} = - \log (\text{H}^+) = \log 1/(\text{H}^+)$$

II.2.2.2 Le rapport carbone azote

Ce rapport entre le carbone total et l'azote total, mesuré sur un matériau organique, indique le degré d'évolution de la matière organique et son degré de résistance à la dégradation microbienne.

II.2.2.3 La capacité d'échange cationique

Elle est déterminée comme le degré ou la possibilité d'un substrat de stocker des éléments nutritifs (Duchafour, 1977), ces éléments sont une réserve minérale pour la plante, la CEC s'exprime en milieu équivalents par litre pour les substrats (meq/L).

D'où l'intérêt d'utiliser en culture hors sol un substrat ayant une CEC élevée, qui pourra ainsi mettre à la disposition de la plante les éléments au fur et à mesure de ses besoins notamment, tant que l'on ne connaîtra pas parfaitement les rythmes d'absorption des éléments minéraux (Foucard, 1994).

II.2.2.4 La conductivité électrique

La conductivité des sols influence le potentiel d'oxydoréduction, le pH et l'activité microbienne du sol (Binkley et Vitousek, 1989). Cette mesure est un index du contenu en sels dans le sol (Noon, 1996). Tous les sols qui renferment des sels solubles en quantités anormalement élevées sont qualifiés comme sols salés. Dans un sol, les sels solubles peuvent se trouver sous forme cristallisée (cristaux, efflorescence), c'est le cas des sels peu solubles comme le gypse le plus souvent, il s'agit des sels sous forme dissoute des anions et cations, étant présents dans la solution des sols. Ceux-ci, présentent une composition cationique en équilibre avec le cation échangeable retenue par le complexe absorbant « La capacité du sol à conduire le



courant électrique est en fonction de la concentration en électrolytes de la solution du sol » (Rieu et Chevery, 1976).

II.2.2.5. La matière organique

La teneur en matière organique est nécessaire pour le sol, car elle joue un rôle majeur (Baize et Jabiol, 1995) :

- Dans la formation des agrégats grâce, en particulier, à ses propriétés électrochimiques permettant la création de complexe argilo-humiques.
- Comme réserve en éléments minéraux et particulièrement en azote, ces éléments qui font partie de la structure biochimique de la matière organique sont restitués au sol, sous forme disponible pour les plantes, à une vitesse très variable : c'est la minéralisation.

II.2.2.6. Les éléments nutritifs

Tous les éléments nutritifs nécessaires aux développements des plantes sont absorbés sous formes minérales. Environ 16 éléments sont reconnus indispensables au développement des plantes vertes, ses éléments indispensables, sont subdivisés en deux groupe:

- 1) Les éléments majeurs (macroéléments) forment environ 99% de la matière sèche végétale
- 2) Les oligo-éléments (microéléments) absorbés en quantité infimes représentent 1% de la matière sèche végétale.

II.3. Les différents types de substrat de culture

II.3.1. Les matériaux organiques

II.3.1.1. Les tourbes

La tourbe est un type d'humus formé en anaérobiose permanente ou presque permanente. C'est une couche souvent de plusieurs mètres dont l'humification ne s'effectue que partiellement surtout après un assèchement superficiel des sites humides (Duchafour, 1977). Selon (Blanc, 1987), les données les plus caractéristiques des tourbes sont :

- La densité solide : 1,40 à 1,65 pour les tourbes françaises.
- La porosité totale qui varie de 90- 95 % (tourbe blonde) à 40 % (tourbe noire très décomposées)



- La rétention en eau: 100g de tourbe sèche et peu décomposée absorbent 1000 -1500g d'eau (tourbe à sphaignes), 700 – 800g (tourbe à carieux) et 400 - 500g (tourbe de plaine).

II.3.1.2. Les écorces

L'écorce joue un rôle dans la confection des mélanges binaires, où l'un des constituants joue le rôle de rétenteur d'eau, et d'autre celui de système d'aération. Un compostage bien Conduit (de 8 à 10 mois) permet souvent d'obtenir un produit plus stable, utilisé en mélange avec la tourbe pour ces propriétés d'aération (Moinereau et *al*, 1987). L'utilisation des écorces est très fréquente dans le monde: sapin de Norvège, Sitka, Hêtre, peuplier, Bouleau, eucalyptus, pin et épicéa en France. L'écorce de pin maritime est la plus utilisée, tant pour ces disponibilités que pour ces qualités (Blanc, 1985).

II.3.1.3. Déchets cellulo-ligneux

Selon Moinereau et *al*. (1987), ce terme regroupe un ensemble de sous-produits issus de l'activité sylvicole, agricole ou industrielle, la plus part de ces matériaux doivent être compostés et désinfectés avant l'utilisation. Comme pour les écorces, le compostage a pour effet de stabiliser et d'homogénéiser le produit.

Ces composés se caractérisent par une faible densité apparente et donc une porosité élevée à l'état frais. Ce sont des matériaux très aérés, et de faible rétention en eau. Parmi les déchets cellulo- ligneux, nous pouvons citer par exemple: les sciures compostées, les raisins, paille de céréales, les déchets de liège, cime de pin, broussailles et bois de platane et de peuplier.

II.3.1.4. Les matériaux organiques d'origine urbaine

L'accroissement du volume des compostes d'ordures ménagères a conduit à proposer leur utilisation en pépinière. La durée de compostage est le critère le plus important pour apprécier la qualité du composte urbain. Il doit être au minimum de 4 mois (Anstett, 1979).

Sur le plan chimique le composte présente :

- Un pH alcalin : 7,5 à 8,5.
- Salinité importante.
- Une quantité importante de métaux lourds.



II.3.2. Les matériaux minéraux

II.3.2.1. Les matériaux minéraux naturels

Ce sont des matériaux qui ne subissent aucune dégradation et sont chimiquement neutre. En pépinière les plus utilisés sont: le sable, le gravier, la pouzzolane, les terres et les tufs volcaniques.

- Le sable grossier et le gravier ont une faible capacité tamponne pour l'eau, et leur emploi à l'état pur implique un contrôle rigoureux de l'irrigation. Par contre dans les mélanges, ils n'améliorent en aucune façon l'aération des substrats organiques à forte rétention d'eau, car leur porosité intra granulaire est nulle (Foucard, 1994).
- Les pouzzolanes sont des matériaux d'origine minérale, Leurs aérations sont importantes et c'est à ce titre qu'elles sont souvent utilisées en mélange avec la tourbe (Foucard, 1994). Elle offre aussi pour les cultures hors sol d'un milieu de grande stabilité et durabilité, chimiquement inerte initialement exempt de germes pathogène et ultérieurement facile à désinfecter (Moinreau et *al*, 1987).
- Les terres ont une porosité supérieure à celle des sables, une rétention d'eau est en général plus élevée. Une caractéristique importante des terres est leur stabilité structurale qui conditionne la permanence de leurs structures lorsqu'elles sont fréquemment irriguées (Gras, 1983).
- Les tufs volcaniques sont constitués de cendres volcaniques consolidées et cimentées. Broyés, ces matériaux se comportent comme une terre limono-argileuse à très bonne stabilité structurale (Gras, 1983).

II.3.2.2. Les matériaux minéraux expansés

Ce sont des matériaux naturels qui ont subis un traitement par la chaleur. On distingue les composés suivants :

- **La vermiculite:** matériau d'origine minérale (mica) traité à 1100 °C et expansé (Foucard, 1994). C'est un substrat très actif du point de vue physico-chimique, dont le pH est pratiquement neutre (7 à 7.2). Ce matériau employé à l'état pur convient tout particulièrement à la germination et au bouturage (Moinreau et *al*, 1987).
- **L'argile expansée:** elle est obtenue par granulation et chauffage à 1100°C de nodules d'argile humide. Les granules d'argile expansée peuvent entrer dans la fabrication des mélanges à base de tourbe (Foucard, 1994). Elle présente une porosité grossière et



fermée, d'où une rétention en eau plutôt faible. Très poreux et très durable, ce matériau est intéressant en culture hydroponique à condition de lessiver le produit avant mise en culture (Campredon, 1985).

➤ **La perlite:** il provient du chauffage à 1200°C d'un silicate volcanique. C'est un matériau peu dense, ayant des propriétés hydriques et une aération variable, très friable et peut être incorporée dans les mélanges en pépinière (Campredon, 1985).

II.4. Qualité des plants hors-sol

II.4.1. Définition d'un plant de qualité

D'après Francois (1989), un plant de qualité doit remplir les trois conditions suivantes :

- Avoir une bonne provenance adaptée à la région d'utilisation, lui assurant une vigueur et une forme satisfaisante;
- Assurer une reprise voisine de 100% pour éviter les regarnies, toujours coûteux.
- Permettre une bonne croissance dès la première année pour limiter les entretiens.

II.4.2 Critères des plants de qualité

Pour atteindre les trois objectifs cités si dessus, le reboiseur doit porter une attention particulière aux caractéristiques génétiques, morphologiques et physiologiques des plants avant de les mettre en terre. (Froncois, 1989) a résumé ces caractéristiques dans les points suivants :

II.4.2.1. L'âge du plant

Le taux de reprise des plants et leur rapidité de croissance après plantation dépendent beaucoup de leur capacité de régénérer de nouvelles racines, cette capacité décroît fortement et rapidement avec l'âge. Pour les productions en godet, les plants ne doivent pas excéder une seule saison de végétation.

II.4.2.2. La viabilité du plant

La diminution de la viabilité peut être causée, entre autre, par les conditions suivantes:

- De mauvaises conditions de transport et une durée trop longue de celui-ci ; Un stockage en bottes serrées ou empilées dans un lieu qui n'est pas suffisamment frais et humide.
- Des conditions de terrain asphyxiantes en pépinière.



- Une exposition prolongée des racines au vent et au soleil entraînant une déshydratation des plants.

II.4.2.3. Conformité du système racinaire

Le système racinaire doit être bien conformé, la conduite en pépinière doit rechercher la production d'un système racinaire abondant plutôt qu'une tige de grande dimension en effet, les plants doivent avoir un bon équilibre racines/tiges (la masse des racines doit être au moins égale à celle de la tige). Ils doivent également présenter une bonne architecture du système racinaire sans déformations rédhibitoires. Une culture sur une seule saison de végétation dans un godet d'un volume suffisant (supérieur à 200cm³) avec un substrat suffisamment drainant et aéré, et en appliquant le principe de cernage à l'air, permet de produire un système racinaire avec un minimum de déformation.

II.4.2.4. Qualité de la partie aérienne

De la qualité de la tige dépend la forme ultérieure de l'arbre et donc sa capacité à produire des sujets droits. Elle doit donc respecter les principes suivants :

- La tige doit être bien conformée, les plants présentant des tiges flétries ou en partie noires cassantes ou avec des nécroses ou chancres doivent être refusés.
- Elle doit être droite et unique, une tige flexueuse, une fourche dès la base indique, souvent une mauvaise origine génétique ou un manque de vigueur.
- Elle doit être bien aoûtée et avec un bourgeon terminal en bon état, c'est une garantie sur la croissance ultérieure en particulier, une croissance dans l'axe de la tige sans descente des cimes ou repousses sur de bourgeons auxiliaires qui occasionneraient obligatoirement une crosse.

II.4.2.5. Etat sanitaire

Des plants présentant des indices de maladies sur les aiguilles ou les feuilles, de nécroses sur les tiges ou d'attaques par le gibier ou tout autre symptôme doivent être éliminés.



II.5. Importance de la production hors-sol

- La pépinière ne requiert pas l'occupation de sol fertile ni l'utilisation de grande surfaces.
- Elle ne nécessite pas de grandes quantités d'eau pour irriguer.
- Le contrôle de l'environnement rend la production plus fiable et surtout plus rapide.
- L'isolement des plantules diminue les risques de contamination par certains agents phytopatogènes.
- L'apport d'engrais et de pesticides est facilité, en particulier grâce au mélange possible avec les eaux d'arrosage.
- La désinfection des substrats pour éliminer les mauvaises herbes et les parasites est simplifiée.
- Le temps de production des plants est fortement réduit.
- La saison de plantation peut être étendue, l'expédition des conteneurs et la mise en place des plants sont réalisable toute l'année.
- l'emploi de substrats artificiels (Chevalier, 1985).

II.6. L'importance de l'eau pour la plante

Les besoins de la plante se limitent à l'eau et aux substances minérales du sol, ainsi qu'au CO₂ et O₂ de l'atmosphère. Sa matière fraîche est composée d'environ 70 à 80% d'eau (Heller et al., 1993). L'eau peut être perdue par toutes les surfaces de la plante, cependant les stomates demeurent la principale voie d'émission de la vapeur d'eau (85 à 100%). Les stomates (Figure n°01) sont des ouvertures microscopiques dans l'épiderme des feuilles permettant la transpiration et assurant les échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère.

La transpiration se manifeste par une perte d'eau sous forme de vapeur d'eau entraînant un refroidissement des tissus de la plante. Près de 98% de l'eau absorbée par la plante est perdue par la transpiration. Cette perte est inévitable car les stomates doivent s'ouvrir pour permettre l'entrée du CO₂ et assurer la photosynthèse. De plus, elle entraîne une absorption supplémentaire d'eau et favorise l'absorption et la circulation des éléments minéraux. Les stomates se ferment dès que, pour une cause ou pour une autre (sécheresse de l'air, température excessive, baisse de l'absorption par l'effet du froid, etc.), le déficit hydrique devient trop important. L'eau participe à la qualité et au rendement de la production agricole. L'irrigation vient compenser le manque ou l'insuffisance d'eau lorsque le contexte climatique ne le permet pas. (Heller et al., 1993).

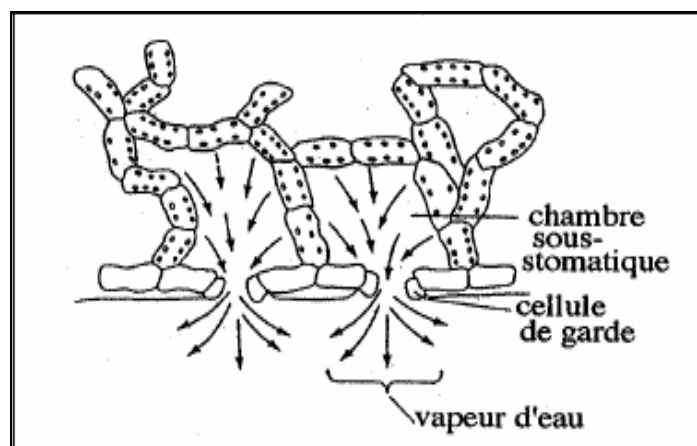


Figure n°03: Diffusion de la vapeur d'eau par les stomates ouverts.

Rioux (2002).

II.7. Définition du stress

Un stress désigne l'action d'un agent agresseur et les réactions qu'il entraîne. C'est une force qui tend à inhiber les systèmes normaux (Jones et al, 1989), ou une condition non optimale causé par un facteur qui tend à altérer l'équilibre des facteurs d'un organisme (Ocrutt et al, 2000). En matière de biologie végétale, les principaux stress peuvent être classés en fonction de la nature de l'agent, en quatre catégories : physiques, chimiques, biotiques et autropogéniques (Ocrutt et al, 2000).

II.7.1. Définition et conséquence physiologie du stress hydrique

Le stress hydrique a été défini comme une baisse de la disponibilité de l'eau, traduisant par une réduction de la croissance de la plante et/ou de sa reproduction par rapport au potentiel du génotype. La contrainte hydrique est le facteur ou l'ensemble de facteurs ayant pour conséquence le stress. D'autres auteurs limitent la définition du stress aux seules conditions correspondant à une hydratation sub-optimale des tissus (Lamaze *et al.*, 1994).

Le manque d'eau peut se manifester aussi bien dans le sol que dans l'atmosphère (Scoric, 1990). Généralement, la sécheresse du sol est lente (Larcher, 1995), mais la diminution de l'humidité de l'air peut parfois être rapide (Yokota *et al.*, 2006). D'un point de vue physique, le stress hydrique résulte d'un abaissement du potentiel hydrique dans l'air et/ou dans le sol en dessous d'une certaine valeur, dépendant du génotype, du phénotype et des caractéristiques du milieu (type de sol, température, vent, etc.) (Lamaze *et al.*, 1994). L'évaporation de l'eau abaisse



le potentiel hydrique et augmente la concentration du sol en sels. La plante perçoit la sécheresse du sol comme une augmentation de la concentration des sels autour de la surface des racines et/ou une augmentation de la pression osmotique des cellules racinaires.

II.7.2. Effet du stress hydrique sur les plantes et stratégies d'adaptation

L'effet du stress dépend de son degré, sa durée, le stade de développement de la plante, le génotype et son interaction avec l'environnement (Yokota *et al.*, 2006).

II.7.2.1. Effets précoces

Les feuilles ferment leurs stomates dès qu'elles sentent une augmentation de la pression de vapeur de l'air (Mott Et Parthurst, 1991); (Assmann *et al.*, 2000). La fermeture des stomates est une des réponses précoces au déficit hydrique, elle se fait en quelques minutes (Assmann *et al.*, 2000), elle a pour but la protection de la plante contre la déshydratation mais cause en même temps une diminution de l'assimilation du carbone ce qui perturbe la photosynthèse (Cechin *et al.*, 2006).

On observe aussi une diminution de la vitesse d'élongation cellulaire, la balance hormonale est fréquemment altérée, et l'activité de nombreuses enzymes est changée, ainsi que l'expression du génome (Lamaze *et al.*, 1994).

II.7.2.2. Effets à moyen terme: L'ajustement osmotique

L'ajustement osmotique a été défini comme un abaissement du potentiel osmotique par l'accumulation de solutés dans les cellules en réponse à un stress salin ou hydrique.

Les solutés accumulés sont très variés et appartiennent à diverses familles biochimiques comme les acides aminés (proline, arginine, citruline, ornithine, etc.), les amides (glutamines et asparagine), les polyamines, les acides organiques (citrates, malates, lactates, etc.), les sucres (saccharose, pinitol, sorbitol, mannitol, glycérol, etc.), les amines quaternaires (glycine-bétaine) et les sels minéraux (K⁺, Na⁺, Cl⁻) (Lamaze *et al.*, 1994).

II.7.2.3. Effets à plus long terme

On observe des modifications morphologiques, anatomiques, physiologiques et développementales de la plante (Lamaze *et al.*, 1994). Elles comprennent principalement une baisse du volume des nouvelles cellules, une réduction de la surface des feuilles et une augmentation de leur épaisseur, un vieillissement prématuré des feuilles matures, une élévation



du rapport racine/feuille en termes de biomasse et, dans le cas d'un stress dépassant la capacité de résistance de la plante, la dessiccation et la mort de celle-ci.

II.7.3. Mécanismes de résistance à la sécheresse

La résistance à la sécheresse est un terme générique qui comprend plusieurs processus. On en distingue classiquement quatre: L'échappement, la restauration, la tolérance à la déshydratation et l'évitement.

Jones (1992) a établi une classification des 'stratégies' d'adaptation des plantes à la sécheresse : (1) la première consiste à 'éviter' le stress hydrique et (2) l'autre à le 'tolérer'. Les mécanismes d'évitement réduisent l'impact d'un stress bien qu'il soit présent dans l'environnement.

La première façon d'éviter la sécheresse est l'esquive. Il permet à la plante de réduire ou d'annuler les effets de la contrainte hydrique par une bonne adaptation de son cycle de culture à la longueur de la saison des pluies. Le développement rapide avec une floraison précoce permet à la plante d'éviter les périodes sèches.

La deuxième façon d'éviter la sécheresse est la capacité de la plante à maintenir un état hydrique satisfaisant. La stratégie de l'évitement est principalement liée, d'une part, à la réduction de la transpiration et, d'autre part, à une optimisation de l'absorption d'eau par les racines.

La tolérance à la sécheresse implique que l'organisme survive à une dessiccation qui n'endommage pas son protoplasme et qu'il conserve la capacité de reprendre une croissance normale lorsque le protoplasme sera réhydraté.

La tolérance est la stratégie qui permet à la plante d'assurer ses fonctions physiologiques malgré une dégradation de son état hydrique. Le maintien de la turgescence lors d'un déficit hydrique permet de retarder la fermeture des stomates, de maintenir le volume chloroplastique et de réduire le flétrissement foliaire. Cette aptitude confère à la plante une meilleure tolérance au déficit hydrique interne. Cette tolérance au déficit hydrique interne permet un fonctionnement prolongé de la photosynthèse. Les produits carbonés peuvent alors être utilisés autant pour l'ajustement osmotique que la croissance racinaire.

L'acclimatation, par ailleurs se rapporte à des modifications physiologiques non héréditaires, qui interviennent au cours de la vie d'un individu. Ces modifications se produisent lors d'une exposition graduée au stress, elles permettent à l'individu de vivre et de se reproduire



dans un environnement stressant. La capacité de s'acclimater est bien sûr un caractère génétique, mais les modifications produites en réponse au stress ne sont pas transmises à la génération suivante. Le processus d'acclimatation à un stress est appelé résistance et les plantes qui se sont acclimatées sont dites résistantes (Hopkins, 2003).

II.7.4. Protéines et stress hydrique

La nature immobile des plantes les a obligés à développer principalement des mécanismes moléculaires (Madhava Rao, 2006). L'analyse des gels d'électrophorèses montre que le stress hydrique inhibe la synthèse de la plupart des protéines (Lamaze *et al*, 1995). Les protéines de stress jouent un rôle dans l'adaptation de la plante, et de ce fait, de nombreux chercheurs abordent la résistance au stress par l'isolement et l'étude de ces molécules. (Lamaze *et al*, 1995). Une partie des protéines induites ont une fonction directe dans l'augmentation de la tolérance au stress (protéines fonctionnelles), d'autres ont une fonction dans la chaîne de transduction (protéines régulatrices) qui aboutiront à la production de protéines fonctionnelles. La plupart des protéines à fonction directe sont des aquaporines, des enzymes catalysant la biosynthèse d'osmolytes (carbohydrates, acides aminés et bétaines), des protéases destinées à l'hydrolyse des protéines endommagées (ubiquitines, thiolprotéases) et des enzymes détoxifiantes (catalases, SOD, ascorbate peroxydase, glutathione-S-transférase, etc. (Schulze *et al.*, 2002). Les dehydrines, LEA ou Rab protéines, forment un groupe remarquable de protéines induites par le stress hydrique et qu'on trouve chez toutes les plantes (Campbell et Close 1997) ; elles n'ont pas de fonctions enzymatiques, mais elles sont très efficaces dans la protection de membrane cellulaire et des protéines par des structures quaternaires (Close, 1996).

Découvertes en 1981, Ces protéines protectrices apparaissent toujours pendant la dessiccation de l'embryon et de l'endosperme lors de la maturation des graines. Elles sont très abondantes dans les embryons des graines tolérantes à la dessiccation et accumulées dans les périodes de déficit hydrique. (Cellier *et al*, 1998).

Elles ne contiennent ni de Cys ni de Trp et de ce fait elles résistent à la dénaturation thermique et à la dénaturation acide. Elles ont un poids moléculaire moyen qui varie entre 15 et 200 kDa (Schulze *et al.*, 2002).

Les dehydrines et les enzymes catalysant la synthèse d'osmolytes compatibles sont d'un grand intérêt dans la transformation des plantes sensibles à la sécheresse. Xu *et al.* 1996,



Ont introduit dans le riz le gène HVA1 provenant de l'orge. Le riz obtenu a été considérablement plus tolérant au stress hydrique et aussi au salin.

L'effet de la sécheresse sur la plante et les changements qu'elle provoque dans l'expression du génome a conduit plusieurs chercheurs à aborder l'étude par analyse du protéome. Les changements du protéome après exposition à un stress peuvent fournir les marqueurs de la tolérance qui sont très utiles pour la sélection. Le protéome reflète l'état actuel de la cellule et c'est la maillat qui relie le transcriptome et le métabolome. L'analyse du protéome a beaucoup évoluées ces dernières années et les exemples de son utilité sont nombreux (Horva et al., 2006 ; Kumar et Bhatla 2006, Vitamvas *et al.*, 2006 ; Rossignol, 2001).

Un des outils d'analyse du protéome le plus souvent utilisé est l'électrophorèse qui est une technique biochimique de séparation fondée sur le fait que des molécules portant des charges électriques migrent à des vitesses différentes lorsqu'elles sont placées dans un champ électrique. L'idée d'utiliser cette caractéristique pour séparer des molécules remonte à la fin du dix-neuvième siècle grâce aux travaux du biochimiste suédois Arne Tiselius (1902-1971).

Il a réussi le premier à séparer par cette technique les protéines contenues dans des liquides biologiques complexes comme le sérum sanguin et le lait. Aujourd'hui, l'électrophorèse est devenue une technique de routine dans les laboratoires où on l'utilise pour séparer les protéines et les acides nucléiques. L'électrophorèse des protéines peut être réalisée sur des supports variés, notamment sur gel de polyacrylamide en présence du sodium dodécyl sulfate (SDS-PAGE). Cette technique décrite pour la première fois par Laemmli en 1970 est utilisée pour séparer les protéines en fonction de leur poids moléculaire.

On fait bouillir un mélange de protéines en présence :

- d'un agent réducteur : le B-mercaptoéthanol qui réduit les ponts disulfures.
- d'un détergent anionique fort : le sodium dodecyl sulfate (SDS) qui enveloppe les chaînes polypeptidiques des protéines de charges négatives. Ces charges se repoussent et déplient les chaînes polypeptidiques.

En conséquence :

- les protéines sont dénaturées : elles ont perdu leur structure tridimensionnelle native.
- les protéines n'ont plus de pont disulfure : elles sont sous une forme monomérique



Chapitre II : Culture hors-sol et le stress hydrique



I. Présentation des zones d'étude

I.1.Choix des Subéraies

L'inventaire forestier national réceptionné en 2008 révèle que le patrimoine subéricole Algérien est de l'ordre de 357 582 ha. Localisé essentiellement dans les régions de l'est, ou son réunie les facteurs favorable au développement du chêne-liège.

Dans l'Ouest Algérien, les suberaie ne sont généralement que des peuplements reliques et isolés localisées dans les étapes bioclimatiques subhumides où intermédiaire entre le semi-aride et le subhumide dont la pluviométrie annuelle moyenne oscille entre 400 et 700 mm.

Les subéraies couvrent dans le temps une superficie globale variant selon les auteurs entre 7 000 ha et 9 000 ha soit, 1.7% environ de la superficie totale (Bouhraoua, 2010).

Parmi les différentes provenances disponibles dans les forêts de subéraie à l'Ouest de l'Algérie, nous avons choisi ces deux provenances puisqu'elles proviennent des milieux écologiques différents : la forêt domaniale de Bissa à Chlef et la forêt domaniale de Nesmoth à Mascara. Les deux provenances diffèrent entre elles par l'aspect général de la plante, choisies pour leurs caractéristiques différentes du point de vue climatique, géologique, pédologique, édaphique, et essentiellement selon la présence des populations polymorphes de chêne-liège.

I. 2. Situation géographique

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

La forêt de Bissa un vrai sanctuaire écologique, située à 45 km au Nord Est de la Wilaya de Chlef, à 10 km et à 26 km du chef-lieu commune de Beni Haoua (figure n°04).

Les situations géographiques des zones d'études sont illustrées dans le tableau n°02 et figure n°04.



Tableau n° 02 : Situation géographique, et topographique des deux (02) stations d'études.

Les caractéristiques	Nesmoth	Bissa
Wilaya	Mascara	Chlef
Coordonnée	Latitude : 35°14' N Longitude 0°22'52"E Altitude : 923	Latitude : 36°26'55,5'' N Longitude : 1°27'46,4''E Altitude : 992 m
Délimitation	Au Nord commune de Nesmoth Au Sud commune d'Aouf A l'est : commune de Zelamta A L'Ouest commune de Sidi Boussaid et Makda.	Au nord par kef Tassalia Au sud kef Derbane A l'Est par les monts d'Ouled Chaib A l'Ouest kef souk et El-halouf
Superficie	6495 ha	1478 ha
Topographie	Monts de Saïda	Littoral



Figure n°04 : Localisation des zones d'études



I.3. Situation juridique et administrative

Les forêts Algériennes ont été définitivement classées dans le domaine de l'état et soumises au régime forestier. Elles appartiennent à des réseaux administratifs différents, le tableau n°03 résume les situations juridiques et administratives des forêts étudiées.

Tableau n°03 : Situation juridiques et administrative des deux zones d'études.

Forêt	Nesmoth	Bissa
Statut juridique	Forêt domaniale	Forêt domaniale
Conservation	Mascara	Chlef
Circonscription	Tighenif	Oued el fodda
District	Aouf – Ghriss	Zeboudja/ Beni Haoua
Triage	Nesmoth	Zeboudja
Référence	C.F.T. (2003)	C.F.C. (2011)

I.4. Délimitation forestière

Nos deux zones d'études sont découpées en plusieurs cantons, en vue de leur aménagement et afin de faciliter leur gestion ainsi que pour assurer leurs pérennités. Le tableau n°04 illustre la délimitation forestière des deux zones étudiées.

Tableau n°04 : délimitation forestière des deux zones d'études.

Forêt	Nombre de Cantons	Superficie Total (ha)	Référence
Nesmoth	19	6495	(T.F.N,2005)
Bissa	7	1487	C.F.C.(2011)

D'après le tableau n°04 la forêt de Nesmoth présente une superficie plus élevée découpée en 19 canton et la forêt de Bissa divisée en 7 canton.



I.5. Equipement forestier

Une forêt proprement dite doit être aménagée et équipée pour des raisons de sécurité, économique et protection de cette dernière. Le tableau suivant résume les équipements forestiers présents dans chaque station d'étude.

Tableau n°05: Equipement forestier des deux stations d'études.

Forêt	Nesmoth	Bissa
Bornage	Aucun	Aucun
Maison forestier	03	01
Poste de vigie	02	02
Tranchée pare-feu	68 ha	50 ha
Pistes	52.2 km	20 km
Référence	(C.F.T, 2003	(Lachani, 2013)

On constate que la forêt de Nesmoth est la mieux équipée que la forêt de Bissa.

I.6. Caractéristiques physiques

Les subéraie de l'Ouest algérien sont caractérisées par des caractères géologiques, pédologiques, orographiques, et hydrographiques différentes. Le tableau suivant expose les principaux caractères physiques des zones étudiées.

Tableau n°06 : Présentation des caractéristiques physiques des deux forêts (Nesmoth et Bissa).

Forêt	Nesmoth	Bissa
Géologie	Formation de calcaire et dolomie dur.	Grés quartzeux
Pédologie	Sablo-limoneux	Calcaire
Orographie	Relief mouvementé et accentué	Relief accidenté
Hydrographie	07 Oueds	Plusieurs sources et 3 Oueds
Altitude	811 m	928 m à 1152m
Référence	C.F.T (2003)	(Lachani, 2013)



I.6.1. La pente

La pente joue un rôle important dans la répartition des réseaux hydrographique et favorise l'action de l'érosion hydrique. Le tableau n°07 met en relief les classes de pente présente dans les différentes zones d'études, et leurs superficies.

Tableau n°07 : Répartition des classes de pente de la forêt domaniale de Nesmoth et Bissa. (O.N.T.F., 1982), (Lachachi, 2013).

Classe de pente	0 à 3 %	4 à 15 %	16 à 30 %	Plus de 30 %
Nesmoth	4 ha	65 ha	28 ha	3 ha
Bissa	2,84 ha	18,33 ha	72 ha	6,66 ha

I.6.2. Etude de la végétation

Les formations forestières différentes d'une zone à une autre, sont conditionnées par les paramètres physiques et climatiques, les différentes formations forestières de nos zones d'études sont citées dans le tableau suivant.

Tableau n°08 : les différentes formations forestières des deux zones d'études.

Forêt	Nesmoth	Bissa
Strate arborescent	Pin d' Alep (<i>Pinus Halpensis</i>) Eucalyptus (<i>Eucalyptus sp</i>) Chêne vert (<i>Quercus ilex</i>) Chêne-liège (<i>Quercus suber</i>) Thuya (<i>Tetraclinis aniculata</i>)	Chêne-liège (<i>Quercus suber</i>) Chêne vert (<i>Quercus ilex</i>) Chêne zéen (<i>Quercus canariensis Willd</i>) l'Olivier sauvage (<i>Olea europea sp.oleaster</i>) et L'arbousier (<i>Arbutus unido</i>).
Strate arbustive	Chêne vert (<i>Quercus ilex</i>) Genévrier oxycédre	La filaire (<i>Phillyrea angustifolia</i>), le Daphné (<i>Daphne gnidium</i>)



	<p>(<i>Juniperus oxycedrus</i>)</p> <p>Calycotome (<i>Calycotome spinosa</i>)</p> <p>Lentisque (<i>Pistacia lentiscus</i>)</p> <p>La phyllaire (<i>Phyllyrea angustifolia</i>)</p> <p>L'olivier (<i>Olea europea</i>)</p>	<p>Lentisque (<i>Pistacia lentiscus</i>), le chêne kermès (<i>Quercus coccifera</i>), Genévrier (<i>Juniperus oxycedrus</i>), Calicotome spinosa (<i>Calycotoma spinosa</i>)</p> <p>(<i>Erica arborea</i> L), Ciste de Montpellier (<i>Cistus monspeliensis</i>)</p>
Strate herbacée	<p>Romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>.L)</p> <p>Dice (<i>Ampelodesma mauritanica</i>. L)</p> <p>Tenacissima</p> <p>Asparagus acutifolius.</p>	<p>L'Inule visqueuse (<i>Dittrichia viscosa</i> L).</p> <p>Le Marrube blanc (<i>Marrubium vulgare</i>)</p> <p>Rhamnus alaternus, Palmier nain (<i>Chamaerops humilis</i>). Le Ciste à feuilles de sauge (<i>Cistus salvifolius</i>), la Lavande stoechade (<i>Lavandula stoechas</i>)</p> <p>L'Asphodèle (<i>Asphodelus microcarpus</i>) ;</p> <p>la Scille maritime (Scilla ou Urginea maritime, la Chèvre feuille des Baléares (<i>Lonicera implexa</i>), le myrte <i>Myrtus communis</i> Ampelodesma mauritanica Rubus ulmifolius Laurier rose (<i>Nerium oleander</i>). Le Romarin ou Romarin officinal (<i>Rosmarinus officinalis</i>), Le genete <i>Genista angustifolia</i> et (<i>Genista tricuspidata</i>). La salsepareille (<i>Smilax aspera</i> L) gouet à capuchin <i>Arisarum vulgare</i></p>
Référence	(C.F.T, 2003)	(Lachani, 2013)

I.7. Caractéristique climatiques

Le climat Algérien est assez instable, il est très variable d'une année à l'autre pour une même station. C'est surtout la pluviosité qui est très irrégulière : hauteur des précipitations variables, date plus ou moins avancée ou reculée du début de la saison sèche et du retour de cette dernière et de la saison pluvieuse (Leutrech, 1981).



Chapitre I : Matériel et méthode

En effet, pour caractériser aux mieux ce climat et son influence sur le chêne-liège, on a employé quelque indice climatique couramment utilisés en bioclimatologie.

I.7.1. Les facteurs climatiques

Choix des données des stations météorologiques :

Les stations de référence retenues au niveau des deux forêts répondent au plus grand nombre de critères représentatifs, à savoir :

- Absence des barrières climatiques ;
- Disponibilité d'un maximum de données climatiques.

Caractéristiques des stations de références :

Tableau n°09 : Principales caractéristiques de station du réseau météorologique de deux provenances.

Station	Forêt	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Situation	Paramètres climatiques
Metmour	Nador	35°36'N	0°18'E	476	Hydraulique	Pluviométrie
	Nesmoth					Température
Chlef	Bissa	36°22'N	1°33'E	143	Ville	Pluviométrie Température

I.7.1.1. Les facteurs hydriques

➤ Précipitations

Le climat de ces deux zones étudiées se caractérise par une répartition irrégulière des précipitations dans le temps et dans l'espace. Les tableaux suivants montrent la répartition moyenne annuelle et mensuelle des pluies des deux forêts



Chapitre I : Matériel et méthode

Tableau n°10 : Moyenne mensuelles annuelles des précipitations des forêts de Nesmoth (2003-2012) et Bissa (2003-2013).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	Ao	S	O	N	D	Total
Nesmoth	61.4	67.0	46.2	59.7	52.5	8.2	2.5	14.3	25.6	52.4	68.7	73.2	531.5mm/an
Bissa	50.8	63.1	34.1	44.9	40.8	5.5	1.2	3.4	14	41.9	121.7	77.2	500 mm/an

Les moyennes mensuelles des pluies varient d'un mois à un autre et d'une zone à l'autre ; ces variations nous ont permis de distinguer que la période pluvieuse de la forêt de Nesmoth, s'étend d'Octobre à Mai et le mois le plus pluvieux est celui de Décembre avec une précipitation. Pour la forêt de Bissa, la période pluvieuse s'étend d'Octobre à Mai avec un optimum de 121,75 mm durant le mois de Novembre.

➤ Régime saisonnier

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

La saison estivale est déterminée à partir des trois mois consécutifs juin, juillet et Août qui ont un minimum pluviométrique. Donc grâce à cette méthode, les régimes saisonniers ont été élaborés. (Zahaf, 2014).

Tableau n°11 : Le régime saisonnier des précipitations au niveau des deux zones d'études.

Période	Forêt	Répartition saisonnière des précipitations				Total annuel	Régime saisonnier
		Hiver	Printemps	Eté	Automne		
2003-2012	Nesmoth	201,8	158,4	25	146,7	531,5	HAPE
2001-2013	Bissa	191.2	119.93	10.1	177.8	500	HAPE

I.7.1.2. Les facteurs thermiques

Parmi les variations thermiques, les moyennes des températures minimales du mois le plus froid « m » et les températures maximales du mois le plus chaud « M » sont considérées comme déterminant et limitant pour la vie végétale.



Chapitre I : Matériel et méthode

Pour la forêt de Nesmoth, le tableau n°12 montrent que la moyenne mensuelle des minimas du mois le plus froid correspond au mois de Janvier, elle est de 3,1°C. Pour la moyenne des maximas du mois le plus chaud correspondent au mois d’Août, elle est de 36,2°C.

De point de vue de la température moyenne, le mois enregistrant la température élevée est 27,7°C et celui enregistrant une température faible est 8,95°C.

Tableau n°12 : Moyenne mensuelles des températures maximales et minimales des forêts Nesmoth et Bissa (2003-2013).

MOIS		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
M(°C)	Nesmoth	11,5	12,1	15,6	18,5	22,5	28,8	32,4	32,9	7,5	23,0	15,7	11,9
	Bissa	9.23	10.11	13.07	16.32	21.24	27.56	32.05	31.76	25.86	21.46	14.2	10
m(°C)	Nesmoth	1,2	1,9	3,8	5,7	9,3	13,1	17,6	17,3	14,0	10,4	5,7	2,7
	Bissa	3.66	3.6	5.88	7.55	11.56	15.68	19.26	19.74	16.24	12.82	7.8	4.91
(M+m)/2 (°C)	Nesmoth	6,3	7,0	9,7	12,1	15,9	20,9	25,0	25,1	20,7	16,7	10,7	7,3
	Bissa	6.44	6.85	9.47	11.93	16.4	21.62	25.65	25.75	21.05	17.14	11	7.45

I.8. Synthèse climatique

I.8.1. Quotient pluviométrique et Climagramme d’Emberger

Il représente de façon synthétique les conditions de vie de la végétation vis-à-vis des paramètres pluviométriques et thermiques. La combinaison des données climatiques fondamentales, température et précipitations permettent de définir les types de climats auxquels sont associés des groupements végétaux ayant tous les mêmes aptitudes écologiques.

Emberger distingue 5 domaines : humide, tempéré, semi-aride, aride, désertique.

Le quotient pluviométrique s’exprime par la formule suivante (Stewart, 1969):

$$Q2 = 3,43 P / M - m$$

P : précipitation moyenne annuelle (mm).



Chapitre I : Matériel et méthode

M : température moyenne du mois le plus chaud.

m : température moyenne du mois le plus froid.

M – m : amplitude thermique annuelle.

Tableau n°13 : Valeurs du Q2 et étages bioclimatiques des trois zones d'étude.

Forêt	Période	P (mm)	M (C°)	m(C°)	Q2	Etage bioclimatique	Variante thermique
Nesmoth	2003-2012	531,5	32,9	1,2	57,73	Semi-aride	Hiver frais
Bissa	2003-2013	500	32.05	3.6	60.28	Subhumide	tempéré

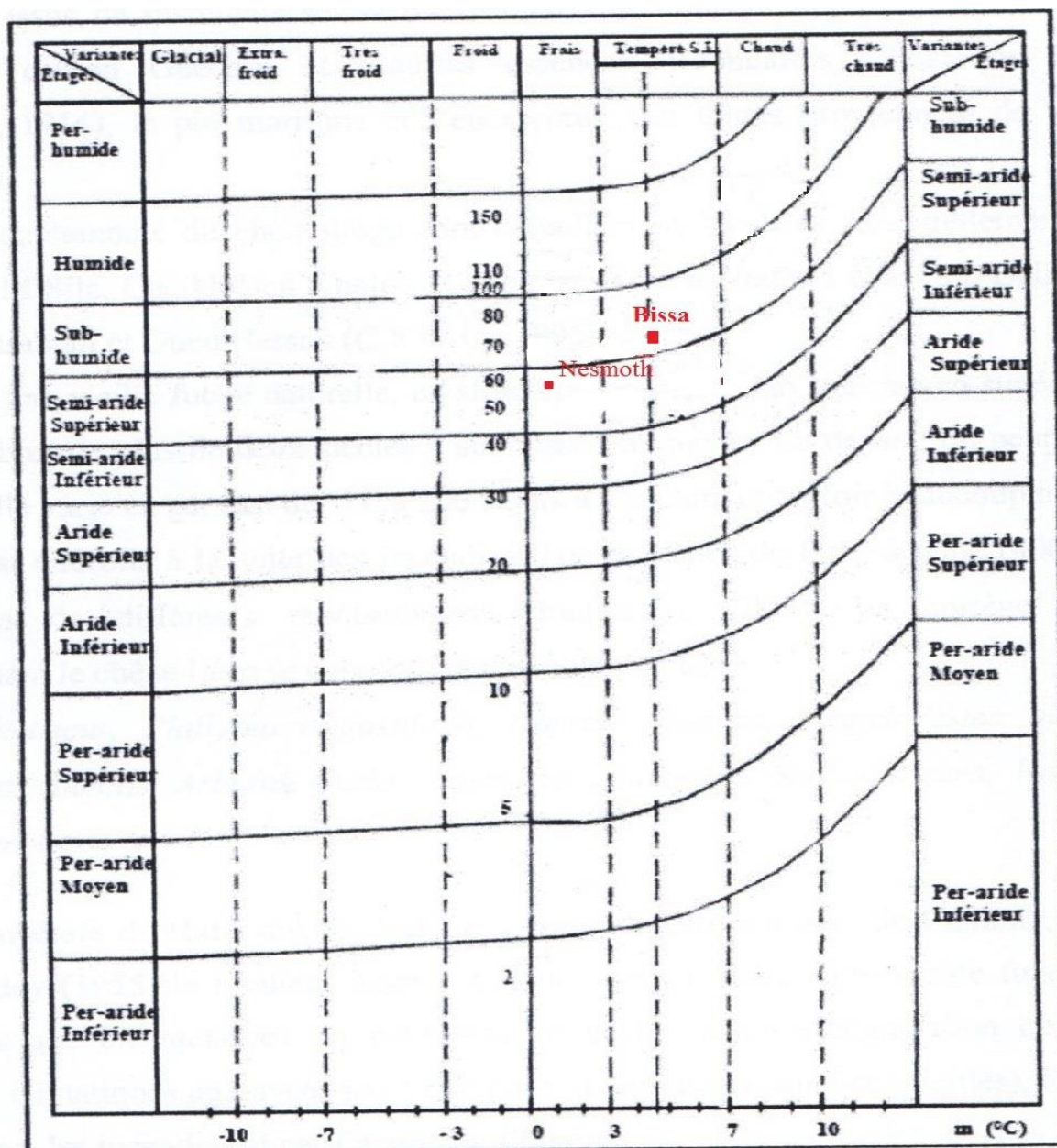


Figure n°05 : Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger des deux zones d'étude.

Sur la base des valeurs moyennes calculées et enregistrées au niveau de diagramme d'Emberger : le premier, c'est le Subhumide : cet étage est représenté par la forêt de Bissa le Q2 est 60,28 et le deuxième, c'est le semi-aride : représenté par la forêt de Nesmoth, Q2 est de 57,73).



I.8.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen 1953

Le diagramme ombrothermique représente les variations mensuelles annuelles des températures et des précipitations pour mettre en évidence les périodes de sécheresse.

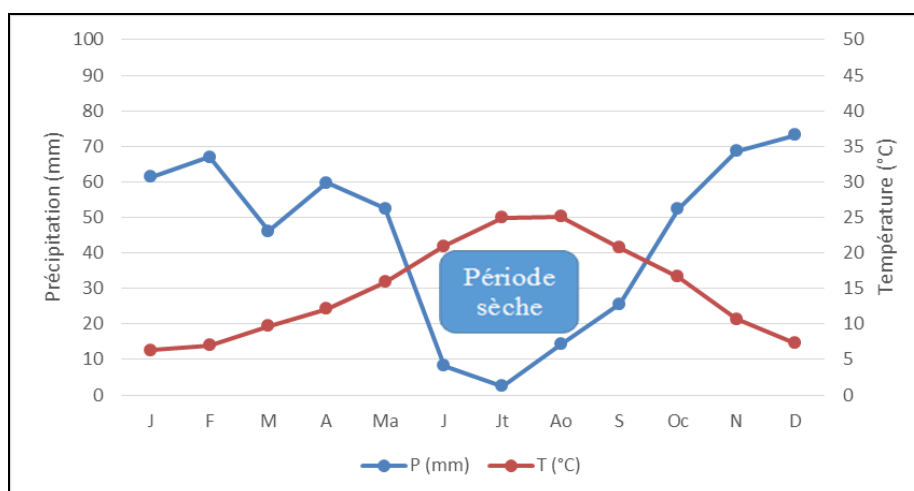


Figure n° 06 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la forêt de Nesmoth (2003-2012).

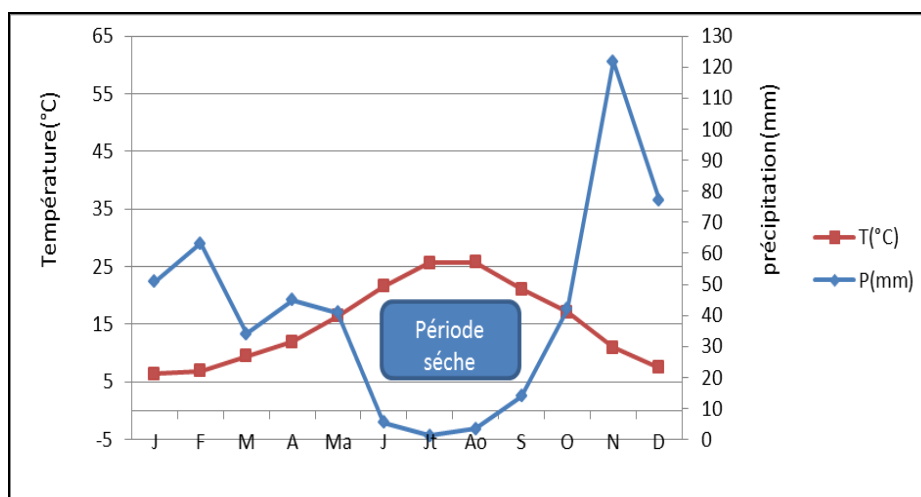


Figure n° 07 : diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la forêt de Bissa (2003-2012).

Il ressort de ces diagrammes que : la forêt de Nesmoth est caractérisée par la période sèche qui s'étend du début de Mars jusqu'au début de Novembre. Tandis que la forêt de Bissa est caractérisée par une saison sèche plus courte (4 mois), comprise entre le mois de Mai et le mois de septembre.



I.9. Le matériel végétal

Cette étude est réalisée sur des semis de chêne liège (*Quercus suber. L*) issues de glands récoltés sur des sujets adultes de deux subéraies distinctes (Nesmoth et Bissa) au mois de Novembre 2014. L'échantillonnage est réalisé aléatoirement selon la productivité des pieds portes graines. Les glands sont sélectionnés selon leurs état physiologique (matures et sains), prétraités par un fongicide (le thirame).

I.9.1. La mise en culture

I.9.1.1. Préparation des substrats

➤ **Elément rétenteur d'eau**

Le terreau : Dans notre expérimentation, On a utilisé le terreau comme rétenteur, c'est une matière organique naturelle provenant de la décomposition de la matière accumulée.

Tableau n°14: Caractéristiques physico-chimique du terreau.

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

➤ **Elément aérateur**

Le sable: Selon les exigences du chêne liège ont a utilisé le sable.

I.9.2. La germination des glands

Les glands ont subi une stratification préalable avant leur semis sur un substrat formé de terreau et de sable à raison de (1/1). Dans des pots de jardinage perforés mesurant 14×16.5×11.4 cm³ soulever sur des tables dans une serre où la T° de l'air est de 18/25°C (nuit/jour). L'irrigation se fait régulièrement avec de l'eau distillée.



I.9.3. Paramètres mesurés lors de la croissance

➤ **Hauteur de la tige**

On a mesuré la hauteur de la tige depuis le ras du sol avec une règle graduée (photos n°2). La mesure est faite une fois par semaine.

➤ **Nombre de feuilles**

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



Photo n°02: Mesure la croissance et développement des plantules. Clichées de Benabdallah., 2015.

I.10. Travail au laboratoire

I.10.1. Etude biométrique

Au laboratoire, les glands prélevés ont fait l'objet de mesures (longueur, diamètre et poids) réalisés respectivement à l'aide d'un pied à coulisse manuel et une balance électronique (photos n° 03).

Le tableau n°15 représente plusieurs critères physiques des glands de chaque provenance.



Tableau n°15: Caractères biométriques à mesurés

Caractères	Paramètres mesurés	Abréviations	Unités
Glands sans cupules	Longueur	LOG	Cm
	Largeur	LAG	Cm
	Poids	PG	G
Cupules	Longueur	LOC	Cm
	Largeur	LAC	Cm
	Poids	PC	G



Photo n° 03 : Etude biométrique de gland de chêne-liège. Cliché par Benabdallah., 2014

I.10.2. Application du stress hydrique

Après la croissance des semis, le traitement du déficit hydrique a été induit (photos n°04), il a été imposé en retenant l'alimentation en eau. Trois régimes hydriques ont été appliqués durant l'expérimentation: traitement témoin (T0) avec une alimentation hydrique non limitant durant tout le cycle; régime hydrique avec interruption d'arrosage au stade végétatif (T1) lors de 04 jours et un régime hydrique (T2) où l'arrosage a été suspendu de 07 jours.



Photo n°04 : La plantule est stressée. Cliché par Benabdallah, 2015

I.10.3. La séparation électrophorétique

I.10.3.1. Protocole expérimental

➤ La méthode d'extraction des protéines et la conservation du culot à -20°C :

1- Des tubes eppendorfs de 1.5 ml vides sont pesés.

2- Les feuilles sont finement broyer à l'aide d'un mortier mis dans de la glace jusqu'à obtention d'une solution aqueuse.

3- on ajoute 10 ml (8+2ml) de solution de précipitation par 0.5 g de poudre dans les tubes eppendorfs, on place l'extrait dans un congélateur à -20°C

4- les extraits sont centrifugés à 14 000 t/min pendant 15 min, pour séparer le culot protéine du surnageant.

5- le surnageant est éliminé, le culot est couvert par 200 μl de solution de rinçage éliminant les résidus de TCA, contenue dans la solution de précipitation. Les tubes sont placés 01 heure à -20°C .

6- Le rinçage est refait jusqu'à obtention d'un culot blanc.

7- les culots sont séchés sous cloche à vide (01 heure)



Chapitre I : Matériel et méthode

8- les tubes sont pesés pour déterminer le poids de chacun des culots secs.

9- et enfin conserver le culot à T° -20°C.



(a)



(b)

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

I.10.4. L'électrophorèse

I.10.4.1. Protocole expérimental

La méthode de préparation de gel de polyacrylamide:

➤ **Le gel continu 10%**

Le gel continu de polyacrylamide 10%, a une épaisseur de 1 mm et il est confectionné à l'aide de 2 plaques de verres de dimension 18x13,5 cm en utilisant des espaceurs, un peigne sert à la réalisation de 12 puis de 5mm de largeur. La composition de gel est résumée dans le tableau suivant :



Tableau n°16: Composition de gel continu de 10% pour 10ml.

Composé	Quantité
Eau distillée	4 ml
Solution de polyacrylamide	3.3 ml
Tri Hcl	2.5 ml
Persulfate d'ammonium	0.1ml
TEMED	50 μ l
SDS	0.1ml

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

➤ **Le tampon de cuve**

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

➤ **Le tampon Tris-HCL**

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



Photo n°06 : (a) Enlève le culot, (b) Préparation des tampons.

Cliché par Benabdallah., 2015.



I.10.4.2. L'électrophorèse verticale

Ce genre de montage est surtout utilisé pour les matrices comme les gels de polyacrylamide. Les échantillons se déplacent généralement à l'intérieur de la matrice. La matrice est sous forme de matériel gélifié, entre deux plaques de verre. Elle est préparée peu avant usage en formant un "sandwich" plaque de verre/gel/plaque de verre. Durant la gélification on aura pris soin de faire des puits où on déposera des échantillons. Chaque extrémité du gel sera mise en contact avec un tampon contenant des électrolytes qui, soumis dans a un potentiel électrique, permettra la propagation d'un courant dans le gel. Ce courant entrainera les molécules constituant l'échantillon. Cette migration permettra la séparation des diverses espèces moléculaires qui migreront à des vitesses différentes. (Kamoun, 1977)

On utilise une «cuve à électrophorèse» essentiellement constituée de deux bacs contenant le tampon et une électrode (photos n°07). Anode et cathode sont reliées à un générateur de courant continu. Les extrémités du support solide trempent dans le tampon (Guastalla, 2003).



Photo n°07: Appareil d'électrophorèse, dépôt des échantillons pour la séparation. Clichées par Benabdallah., 2015.

I.10.4.3. La migration

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



Chapitre I : Matériel et méthode

manipulations, L'opération continue jusqu'à ce que le front de migration atteigne l'extrémité inférieure du gel.

Tableau n°17: Composition de Bleu de Bromophénol .

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

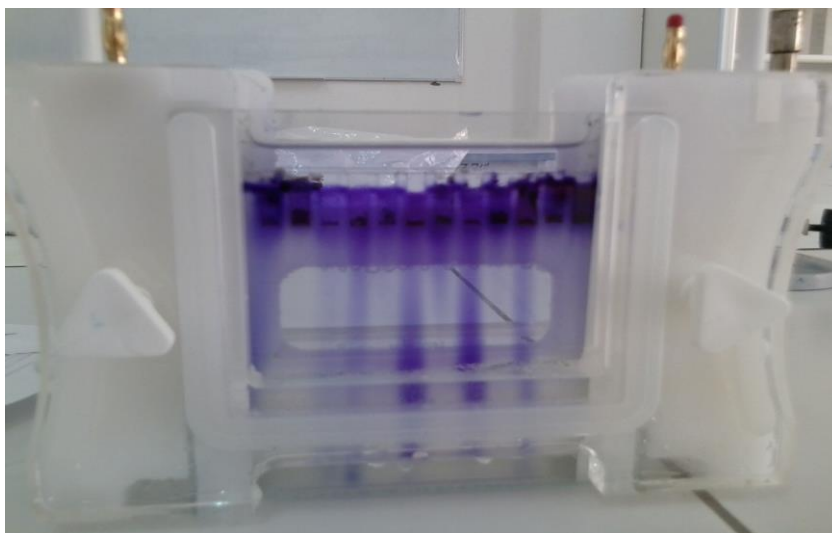


Photo n°08 : Migration des protéines. Cliché par Benabdallah., 2015.

I.10.4.4. La révélation

La révélation in situ de protéines totales est effectuée par incubation du gel dans un mélange réactionnel contenant les culots des protéines des provenances étudiée.

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



Chapitre I : Matériel et méthode

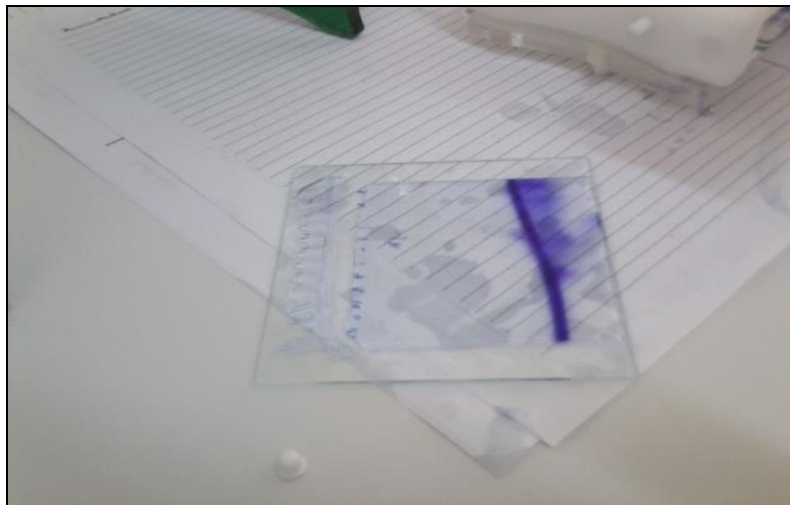


Photo n°9 : La révélation de gel. Clichées par Benabdallah,. 2015.



II.1. Le taux de germination

Le taux de germination a été suivi pour les provenances au niveau de la serre forestière de Mascara (figure n°8). Le nombre total de plantules obtenues permet de calculer le taux de germination. Ce taux sera inscrit, avec sa date de plantation sur le lot de chaque semence.

On remarque que les glands de la forêt de Bissa donnent un taux de germination plus important que la forêt de Nesmoth, 20% et 13.33% respectivement due probablement à l'espèce, ou la modalité de culture (substrat et irrigation).

Nos résultats sont en accord avec, (Mokhtari, 2002) qui a travaillé sur la germination des graines d'arganier, a montré que le pouvoir germinatif des graines varie selon leurs dates de récolte et selon le type d'arbre.

Selon Lafon et al. (1990), la germination dépend de l'eau nécessaire à l'hydratation de la graine et à la reprise des activités métaboliques, les teneurs élevées d'eau sont néfastes à la germination qui devient impossible.

Le traitement à l'eau ordinaire est un moyen efficace pour ramollir les téguments de la graine et pour réduire leur imperméabilité à l'eau (Aduradola et Badru, 2004 ; Rolston, 1978 ; Tran et Cavanagh, 1984).

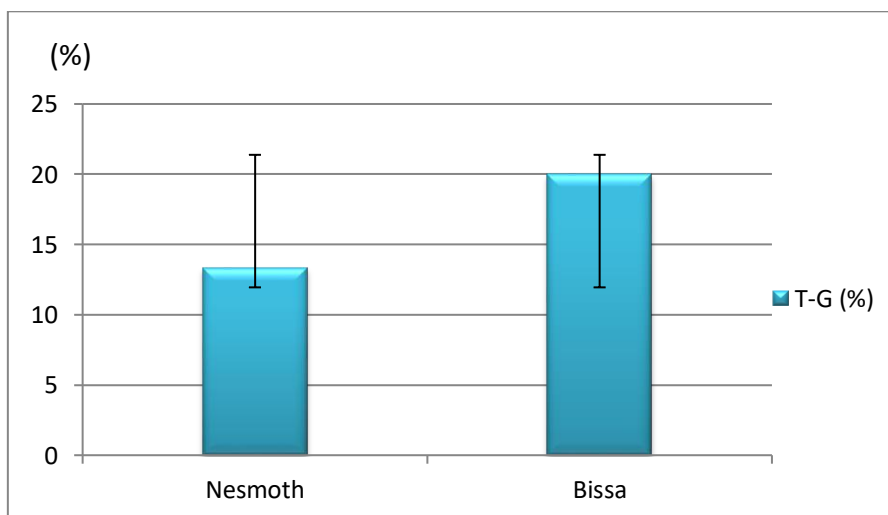


Figure n°08 : Taux de germination des graines de deux provenances.



Photo n°10 : Le taux de germination de deux provenances. Clichées par Benabdallah,. 2015.

II.2. La biométrie des glands

Nous avons mesuré le diamètre, la longueur, le poids avec cupule, le poids sans cupule des glands, la longueur de cupule et le diamètre de cupule. Les glands ont été récoltés dans les deux provenances pendant l'année 2014. On remarque que la longueur moyenne des glands de la forêt de Bissa (36,95cm) sont plus long que ceux de la forêt de Nesmoth (35,32cm) (Figure n°09).

L'analyse statistique montre que la forêt de Bissa présente le plus grand de diamètre moyen qui est de 15,20 cm, cependant les glands de Nesmoth atteignent des minimums de 13,62 cm. Il y a une différence hautement significative de poids moyenne avec et sans cupule des glands de la forêt de Bissa de l'ordre 7,55g et 6,41g avec ceux de la forêt de Nesmoth de 7,03g et 5,77g.

Concernant les résultats de la longueur et le diamètre moyenne de la cupule, la forêt de Bissa a les plus grands dimensions par rapport à la forêt de Nesmoth soit de 16,87 cm, 18,96 cm et 12,71 cm, 15,55 cm respectivement.

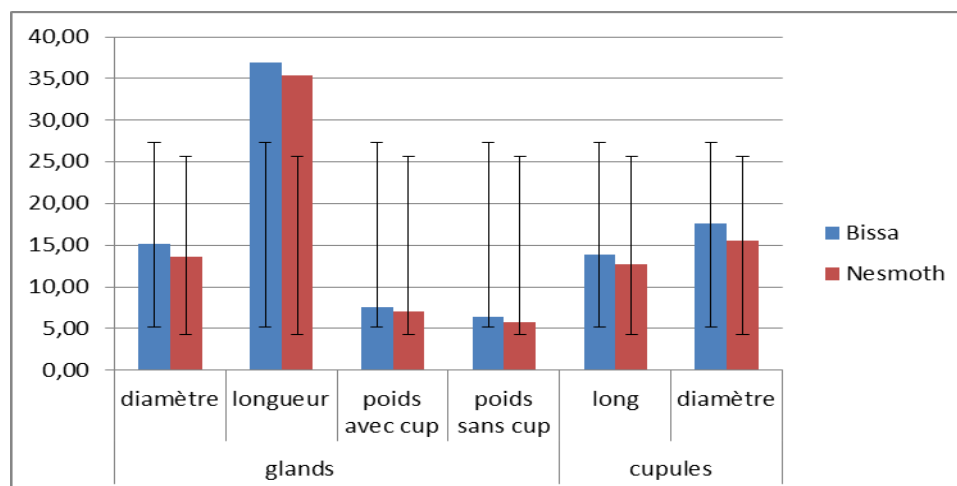


Figure n°09 : La longueur moyenne des glands récoltés sur les deux provenances.

D'après les résultats, nous observons donc qu'il existe des glands de différents calibres : grand, moyen et petit suivant la classification de Merouani et al. (2001).

Le problème de dépérissement dont souffrent actuellement les forêts de chêne-liège dans le pourtour méditerranéen contribue à la régression de l'aire de ces subéraies, ce qui nécessite une régénération de cette essence à partir des glands. Mais plusieurs problèmes sont liés à la germination de ces glands tel que l'irrégularité des glandées et les grandes pertes de glands frais, occasionnés avant leur utilisation (dessèchement), ainsi que la dormance embryonnaire (Merouani et al., 2001). Ainsi donc les glands jouent un rôle important dans la régénération naturelle du chêne-liège qui dépend essentiellement de l'abondance de la glandée et de son état phytosanitaire, mais aussi de la taille (haute valeur énergétique) et de l'état phytosanitaire des glands. (Suzka et al., 1994; Merouani et al., 2001).

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

Le chêne-liège se multiplie de deux façons, l'une naturelle et l'autre artificielle. La multiplication ou la régénération naturelle se fait soit par semis (glands tombés) soit par rejets de souches. La régénération par semis naturels dépend étroitement de plusieurs facteurs : quantité,



Chapitre II : Résultat et discussion

vigueur et faculté de germination des glands d'une part, conditions du milieu physique et action de l'homme, d'autre part (Boudy, 1950; Bouchafra et Fraval, 1991).

Saadi (2013) qui a travaillé sur l'étude de la biométrie des glands sains et attaqués au niveau des subéraies de l'Edough (Séraïdi) montre que c'est les glands sains qui sont les plus grands et les plus lourds pendant les deux années (2010 et 2011). L'attaque des glands se fait généralement sur des glands petits.

Les glands de chêne-liège sont riches en métabolites surtout quand ils ne sont pas attaqués. Le contenu lipidique est très important surtout au niveau de l'amende, ce contenu diminue de huit fois lorsque les glands sont fortement attaqués. A côté d'une richesse en lipides des glands de chêne-liège, les quantités de sucres ne sont pas négligeables surtout vu l'état sanitaire des subéraies du Nord-Est Algérien. L'étude des facteurs de dépérissements du chêne-liège au niveau de l'amende qui semble que l'attaque des glands ne perturbe pas le métabolisme glucidique. De très petites quantités de protéines ont été dosés dans les glands, ces quantités décroissent nettement en fonction de l'attaque des insectes (Adjami et al, 2009).



Photo n°11 : La biométrie des glands. Clichées par Benabdallah, 2015.



II.3. La croissance des plants

II.3.1. Croissance des tiges :

Sur les 300 glands mis en pot, 250 glands n'ont rien donnés (aucune croissance), dans les deux provenances l'apparition des tiges commence dès la première semaine, à la 4^{ème} semaine 33,33% des glands donnent des plantules.

Concernant la croissance des tiges de la forêt de Bissa (figure n° 10), on remarque que les mesures diffèrent entre le stress hydrique appliqué sur les 30 plantules (T0-T1-T2), ils entament leur croissance dès la 3^{ème} semaine. La hauteur moyenne maximale des tiges a été observée pour la plantule T2 (12,5 cm) pendant 3 semaines. A la fin de la phase de la croissance il ne reste plus que 22 plantules vigoureuses (Figure n° 10).

Sur les glands de Nesmoth, on a noté que plus de 20 glands ont germés, ils commencent leur croissance dès la 2^{ème} semaine, après 60 jours. Les plantules de traitement T1 à la 3^{ème} semaine présente une hauteur moyenne maximale de 9 cm (figure n°10).

D'après Saouli, (2009) sur les 15 glands non troués mis en pot, trois glands n'ont rien donnés (aucune croissance), l'apparition des tiges commence dès la deuxième semaine, à la 4^{ème} semaine 66,66% des glands donnent des plantules. Cela démontre que la croissance en hauteur a été affectée par le type de substrat utilisé. En effet, les plants de chêne liège se développent mieux sur le substrat composé de sable et de tourbe. En présence de ce mélange, la longueur de la tige a été significativement importante que celle enregistrée avec les autres substrats testés. La plus faible croissance en hauteur obtenue a été constatée chez les plants élevés sur le mélange sable/fumier.

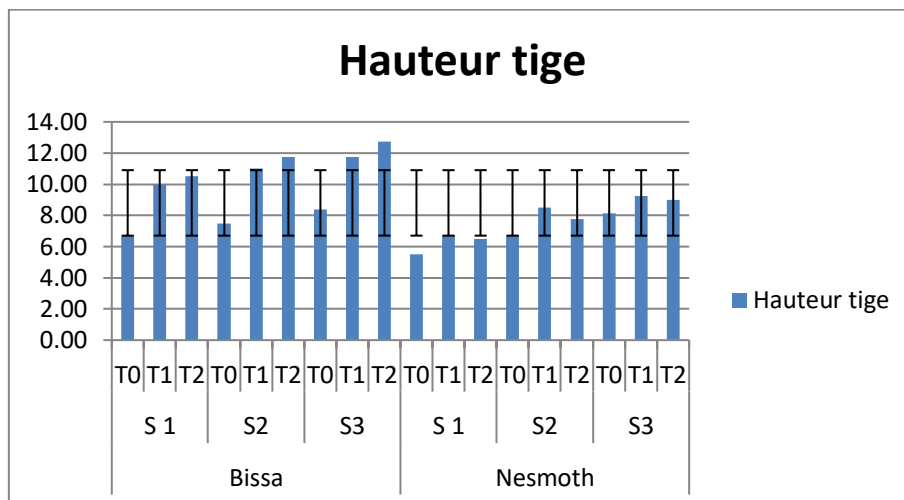


Figure n°10 : Hauteur de tige de la plantule issue des glands dans les deux provenances.



Photo n°12: Représente la croissance des plants de deux provenances. Clichées par Benabdallah, 2015.

II.3.2. Nombres des feuilles

Sur les tiges des semis de la forêt de Bissa, les feuilles commencent à apparaître dès la 2^{ème} semaine après la germination et augmentent durant la phase de croissance, pendant la 3^{ème} semaine on enregistre presque 90% des plantules qui présentent des feuilles. Après 60 jours un nombre moyen de feuilles le plus important est de 13 feuilles a été enregistré pour les semis stressés durant sept jours T2 dès la 3^{ème} semaine. (Figure n°11).



Chapitre II : Résultat et discussion

Pour les semis de la forêt de Nesmoth, le nombre des feuilles commencent à apparaître dès la 3^{ème} semaine. On enregistre environ 70% des plantules qui présentent des feuilles, après 60 jours le nombre moyen de feuilles le plus important de 10 feuilles a été enregistré pour les plantules de T0 de la forêt de Nesmoth.

Saouli, (2009) confirme que le nombre des feuilles sur les tiges des glands sains commence à apparaître dès la 2^{ème} semaine et augmentent durant la phase de croissance, pendant la 4^{ème} semaine on enregistre 53,33% des plantules qui présentent des feuilles, après 105 jours le nombre de feuilles le plus important est 25 feuilles.

L'estimation du nombre de feuilles est un bon indicateur des capacités assimilatrices de la plante et de sa production en biomasse (Fischesser et Dupuis tate, 1996).

Le nombre de ramifications (tiges) nous permet d'avoir une idée sur la qualité du plant, l'importance et l'abondance des ramifications permettent au plants de bien s'alimenter en eau et en sels minéraux.

Le suivi du nombre de feuilles et de tige a été effectuépendant 80 jours après le semis et cela en début, et en milieu, et en fin d'essai (03 dates différentes), et les calculs ont été effectués sur les mêmes plants pour la mesure des hauteurs et des diamètres au collet.

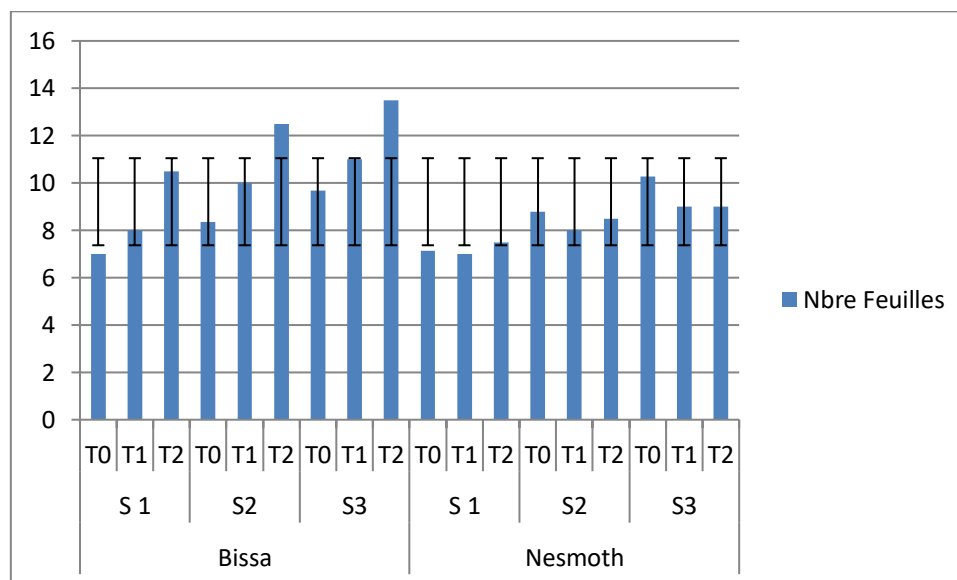


Figure n°11: Nombre des feuilles de la plantule issue des glands.



II.4. L'électrophorèse

L'application de la séparation électrophorétique a pour but d'évaluer l'adaptation et le comportement des plantules de chêne liège vis-à-vis du stress hydrique. Cette expérience après plusieurs répétition et à différentes concentration de gel et plusieurs techniques de révélation n'a pas donné de résultats (photo n°13). Malgré notre bonne volonté et l'assistance des responsables du laboratoire (Université de Mascara) nos résultats sont négatifs pour ce test.

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

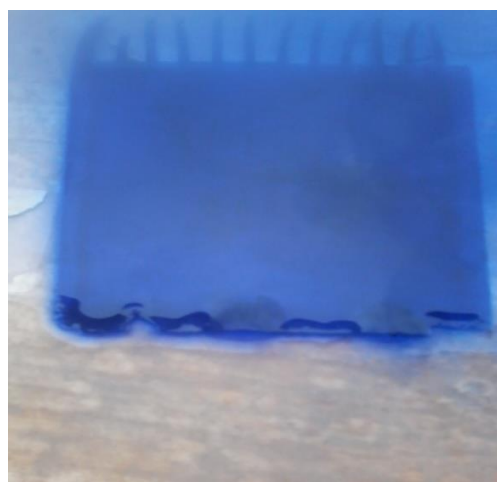
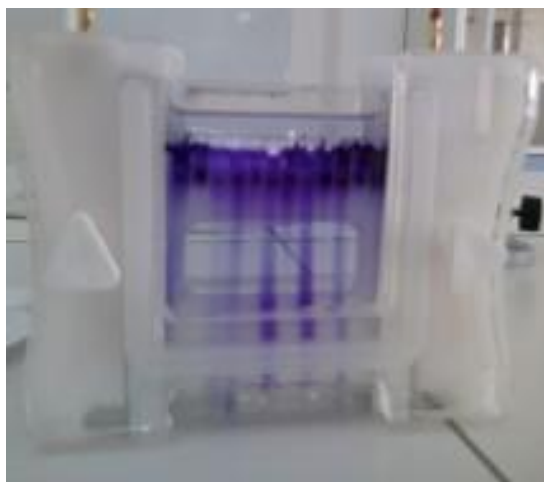


Photo n° 13 : la décoloration de gel. Clichées par Benabdallah,. 2015.

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

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



Conclusion générale et perspectives

Compte tenu de ses caractéristiques botaniques, physiologiques et écologiques d'une part, et de son intérêt économique, la subéraie ne se limite pas à la seule production de liège. En effet, les fruits et le feuillage, qui nourrissent le bétail, et le bois issus de la taille, qui est utilisés pour la production du bois de chauffage ou du charbon, sont une ressource fondamentale pour certaines communautés rurale (Sousa, 2005). Croissant d'autre part, le chêne-liège est incontestablement un arbre d'avenir, notamment dans l'Ouest Algérien.

L'objectif de notre travail était l'étude comparatives de deux provenances, qui est nécessaire pour rechercher les meilleures provenances et l'approfondissement des techniques de régénération des chênes tel que les tests d'efficacité de différents substrats afin d'obtenir un taux élevé de germination et un maximum de plants de qualité.

Afin de déterminer par comparaison, quel est dans une région donné, le matériel végétal susceptible d'assurer la meilleure production pour des reboisements, nous avons dans un premier temps, semer les glandes hors-sol dans les conditions optimales de germination, et effectué différents traitements de stress hydrique sur les deux provenances étudiée.

Les résultats de l'étude ont montré que, les taux de germination des glands demeurent faibles. Les glands de la forêt de Bissa (20%) donnent un taux de germination plus important que la forêt de Nesmoth (13.33%). Mais ceci est due probablement à l'espèce, ou la modalité de culture (substrat et irrigation).

L'analyse statistique de la biométrie des glands montre que la forêt de Bissa présente le plus grand diamètre moyen qui est de 15,20 cm. Cependant les glands de Nesmoth ont atteint des minimums de 13,62 cm. Il y a une différence hautement significative de poids moyens avec et sans cupule des glands de la forêt de Bissa de l'ordre 7,55g et 6,41g avec ceux de la forêt de Nesmoth de 7,03g et 5,77g. Sur les 300 glands mis en pot, 250 glands n'ont rien donnés (aucune croissance), dans les deux provenances l'apparition des tiges commence dès la première semaine, à la 4^{ème} semaine 33,33% des glands donnent des plantules. Concernant la croissance des tiges de la forêt de Bissa, on remarque que les mesures diffèrent entre le stress hydrique appliqué sur les 30 plantules (T0-T1-T2). Sur les glands de Nesmoth, on a noté que plus de 20 glands ont germés, ils commencent leur croissance dès la 2^{ème} semaine. Après 60 jours, les plantules de traitement T1 à la 3^{ème} semaine présente une hauteur moyenne maximale de 9 cm. Sur les tiges des semis de la forêt de Bissa, après 60 jours un nombre moyen de feuilles le plus



important est de 13 feuilles a été enregistré pour les semis stressés durant sept jours T2 dès la 3^{ème} semaine. Pour les semis de la forêt de Nesmoth, après 60 jours le nombre moyen de feuilles le plus important de 10 feuilles a été enregistré pour les plantules de T0 de la forêt de Nesmoth.

Le test réalisé à partir de l'électrophorèse de protéine (6 essais), qui devrait aboutir à la révélation in situ de protéines totales est effectuée par incubation du gel dans un mélange réactionnel contenant les culots des protéines des provenances étudiée.

Cependant, on remarque qu'aucune bande électrophorétiques ne donne de résultat pour les deux provenances. Ceci est peut être due à la température ambiante du laboratoire qui ne s'adapte pas avec le gel

Bien que ces résultats soient encourageants, il est important d'élargir la gamme des essais pour offrir au praticien la possibilité de définir les conditions de traitement et de germination des glands et pallier les irrégularités des glandées.

Devant cette situation assez critique et dans un souci de contribuer à la réussite des prochaines techniques de régénération des chênes, cette étude ouvre la voie à une multitude de perspectives ayant trait à l'approfondissement de l'étude de la germination à travers la quantification de paramètres tels que le temps et la vitesse de germination. Les conditions de stockage et l'étude des traitements des glands mériteraient un intérêt particulier.

D'autres investigations sur le contenu biochimique des glands (les sels minéraux, les vitamines et d'autres produits issus du métabolisme) sont à mener. Il y a lieu aussi de s'intéresser aux grandes quantités de saponines dans les glands afin de tester leur pouvoir insecticide.

Références bibliographiques

- **Aafi, A. 2006.** La Mamora. *Encyclopédie du Maroc*, N°21 : 7199-7200.
- **Achhal A, Akabli O., Barbero M., Benabid A., M'hirit O., Peyre C., Quezel P. Et Rivas-Martinez S., 1980 :** A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières du Maroc. *Ecologiamediterranea*5 : 211-249. Sauvage CH., 1960 : *Recherches Géobotaniques sur les Subéraies Marocaines*. Thèse de Doct. Es-Sciences naturelles. Fac des Sciences de Montpellier. 414 p.
- **Adjami Y, 2009-** Etudes des facteurs de dépérissement dans la subéraie d'El-Kala (Nord-Est Algérien): cas de la subéraie d'El- Mellah. Mémoire d'ingénieur. Université d'Annaba. 50p.
- **Aduradola A.M Et Badru U., 2004.** Aspect of germination in seeds of *afzeliaafricana* Sm and *Terminaliaivorensis* A.Chev. *Annales des Science Agronomique du Benin*, 6(2) :175-184
- **Alain Vitre., 2003** Fondements & Principes du hors-sol. Guide pratique p 1-10
- **Anstett A., (1979)-** Problèmes des terreaux utilisés en culture ornementale et en maraichage. I.N.R.A. Versailles ; 6291-6298 pp.
- **Argillier C, Falconnet G Et Gruez J., (1990) –** Production de plants forestiers. Guide technique du forestier méditerranéen Français. CEMAGREF (Aix en Provence), 32 p France.
- **Assmann S. M. Snyder J. A Et Lee Y. J. (2000)** ABA-deficient (*aba1*) and ABAinsensitive (*abi1-1, abi2-1*) mutants of Arabidopsis have a wild-type stomatal response to humidity. *Plant Cell Environ.* 23: 387-395.
- **Baiez D Et Jabiol. B, 1995-** Guide pour la description des sols. Edit I.N.R.A – France. 358 p.
- **Battistini E., 1938:** Les forêts de chêne-liège de l'Algérie . Imp. Victor Heintz, Alger, 197p.
- **Belabbes D., 1996:** Le chêne-liège. La forêt Algérienne n) 1, février, mars : 26-30.
- **Benabid A. & Fennane M., 1994 :** Connaissances sur la végétation du Maroc : phytogéographie, phytosociologie et séries de végétation. *Lazaroa*14 : 21-97.
- **Benseghir L.A, 2002:** Amélioration des techniques de production hors-sol du chêne-liège: conteneurs-substrats-nutrition minérale. Mémoire de magistère. Université d'Annaba.
- **Binkley.D Et Vitousek.P, 1989 -** Soil nutrient availability. *Plant Physiological Ecology* 5 : 75-96.
- **Blanc D., (1985)-** Les cultures hors sol. I.N.R.A. Ed. Louis. Paris, 409 p.
- **Blanc D., (1987) –** Les cultures hors sol. Deuxième édition INRA (Paris), 409 p.
- **Bonnier G., 1990:** La grande flore. Belin, Paris, 1401 p + Pls.
- **Bouchafra A et Fraval A, 1991:** Présentation du chêne-liège et de la subéraie. In

Villemant C. et Fraval A. : la faune du chêne-liège. Actes Edition, Rabat, 1-26.

- **Boudy P. 1950** : Economie forestière nord-africaine. Tome (1) : Monographie et traitements des essences forestières. Larose, Paris : pp 525.
- **Boudy P., 1950**: Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences. Larose, Paris, 172-180.
- **Boudy P., (1952)** – Guide du forestier en Afrique du Nord Paris, Maison rustique, 509 p.
- **Boudy, P. (1955)** Economie forestière nord-africaine. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie (Tome quatre). Edition larose, Paris, 483p.
- **Bouhraoua R.T. & Villemant C. 2010** : Biologie de *Platypus cylindrus* Fab. (Coleoptera, Platypodidae) dans les galeries du bois de chêne-liège (*Quercus suber* L.) : Cas d'une subéraie littorale nord-ouest d'Algérie. Actes de la CIFE VI, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, Rabat, 2010, N° 47 : pp 57-65.
- **Bouhraoua R T., (2003)**- Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'ouest Algérien : étude particulière des problèmes posés par les insectes, thèse d'état, département de foresterie, faculté des sciences, université de Tlemcen.
- **Campbell S. A Et Close T. J. (1997)** Dehydrins: Genes, proteins and association with phenotypic traits. *New Phytol.* 137 :61-74.
- **Campredon M., (1985)**- Aspect agronomiques de la pépinière forestière en en région Languedoc-Roussillon. Analyse et proportion. ENITAH (ANGERS), 61 p.
- **Cechin I. Rossi S.C. Oliveira V.C Et Fumis T.F. (2006)** Photosynthetic responses and proline content of mature and young leaves of sunflower plants under water deficit. *PHOTOSYNTHETICA* 44 (1): 143-146.
- **Chevalier., (1985)**- La mycorhization contrôlée en pépinière forestière, possibilité d'application aux conteneurs. Rev. For. Fr., 2. 93-106pp.
- **Chouial, A., 2004** : La culture du chêne liège (*Quercus suber* L.) en pépinière hors sol. Bull. Rech. For. Algérie, 7p.
- **Chouial et Guettar. (1997)** : Comportement du chêne liège (*Quercus suber* L.) aux températures extrêmes diplôme de magistère en écologie et environnement Ferhati maria 2007.p3
- **Close T. J. (1996)** Dehydrins : Emergence of a biochemical role of a family of plant dehydration proteins. *Plant Physiol.* 97: 795-803.
- **Deget, p H., 1977** : le bioclimat méditerranéen, Caractère généraux, méthodes de classification. Végétation, 34, 1, p. 1-20.
- **Dessain G., 1992**: historique de l'utilisation de liège. Actes de Colloque (les subéraies

méditerranéennes), Vives 1992 : 10-21.

- **Duchaufour P.H., (1977)** – Pédogenèse et classification pédologique (II) Edition Masson Paris, 477 p.
- **Duchaufour P.H., (1988)** – Abrégé de pédologie Ed Masson Paris, 454 p.
- **Durand, 2009.** Contribution à la cartographie génétique chez les fagacées. Thèse présentée à l'université bordeaux 1 école doctorale des sciences et environnement par Jérôme Durand pour obtenir le grade de Docteur spécialité : écologie évolutive, fonctionnelle et des communautés.
- **El Aanry Tazi S., Abourouh M Et Aafia., 2008:** Etat des connaissances scientifiques sur les subéraies : bilan et perspectives. Ann. Rech. For. Maroc. Tome spécial 39 : 9-18.
- **Fiscchesser& Dupuis Tate., 1996 :** Le guide illustré de l'écologie. Edition de la Matinières. 319p.
- **Foucard J., (1994)** – Filière pépinière de la production et de la plantation Technique et documentations, édition Lavoisier Paris 428 p.
- **Fraval A., 1991:** Contribution à la connaissance des rythmes de floraison du chêne-liège en forêt de Mamora. *Ann. Rech. For. Maroc*, 25 : 102-118.
- **Francllet. R, 1972 :** Cours de sylviculture, 308p.
- **Francois J M., (1989)** – Pour réussir un reboisement, bien savoir choisir les plants. Forêt entreprise n° 59, avril – mai, pp 36-41.
- **Fraval A., 1991-** Contribution à la connaissance des rythmes de floraison du chêne liège en forêt de la Mamora. *Ann. Rech. For. Maroc*, T (25), 102-118.
- **Frochot, H. & Levy G. 1986 :** Facteurs du milieu et optimisation de la croissance initiale en plantation de feuillus. *Rev.For.Fr.* XXXVIII-3 :pp.301-306.
- **Galante, E., Caravaggio, T., Righetti, P. G. (1976).** Bildung of ampholine to transfert RNA. *Biochim Biophys Acta* 442: 309-315.
- **Guastalla J., (2003)** – Electrophorese.2003 Encyclopedia Universalis France S A.
- **Heim R., (1965)-** Champignon d'Europe. Ed. Bondée. Net Cie, Paris ; 155-158 pp.
- **Heller, R., Esnault, R., And Lance, C. 1993,** Physiologie végétale, 1. Nutrition, Paris.
- **Henin S, Gras R, Et Monnier., (1969)** – Le profil cultural, l'état physique du sol et ses Conséquences agronomiques. Masson, Paris 332 p.
- **Hopkins W. G, (2003)** Physiologie végétale. Editions De Boeck Université : 451 -
MADHAVA RAO K.V, (2006) Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. *Springer edition.* pp:1-14.
- **Hurkman , W. J et Tanaka, C. K. (1986).** Solubilization of plant membrane proteins for analysis by

two – dimensional gel electrophoresis. *Plant physiol* 81: 802-806.

- **Jacomon. M, 1992** : Guide de dendrologie, arbre, arbustes, arboresseaux des forêts française, 3Ed., 349p.
- **Jones H. G, (1992)** Plant and Microclimates (Ed): A quantitative approach to environmental plant physiology, *Cambridge University Press*, London. In : (KIANI, 2007).
- **Jones H G et Sutherhand. (1989)** Stomatol
- contrôle of system embelism, plant cell. *Environnement*. P 607-612.
- **Kamoun P., (1977)** – Appareils et methodes en biochimie, FlammmationMedecine Sciences.
- **Khellaf, 2005**. Etude éco physiologique comparative de différents écotypes de chêne-liège<*Quecussuber.L*< cas de la forêt de Hafir à tlemcene et de la forêt d'Akboub à mostaganem. Mem. Inr. Faclt. SNV. Univ. Mascara, 164p.
- **Lachachi, M. 2013**. Réflexion a l'elababoration d'un projet d'aménagement pour le classement de la forêt domaniale de Bissa en réserve naturelle (Wilaya de Chlef). Thèse pour le grade : Conservateur Divisionnaire des forêts. Faculté SNV. Univ de Tiaret 2013, 52p.
- **Lafon JP ; Tharaud ; Prayer C ; Levy G., 1990-** Biologie des plantes cultivées. Tome2. Physiologie du développement, génétique et amélioration. Ed. Lavoisier. Pp : 65-77.
- **Lamaze T. Tusch D. Sarda X. Grignon C. Depigny-This D. Monneveux P Et Belhassen E.** (1994) Résistance de plantes a la sécheresse : mécanismes physiologiques. *Le sélectionneur Français* 45 : 75-85.
- **Larcher W, (1995)** Plant under stress. *In, Physiological Plant Ecology*. Third edition. *Springer*. :321-448.
- **LetreucheBlearouci, N. 1981**. Les reboisements en Algérie et leur perspective d'avenir Tome I et II. Thèse doctorat de la faculté des sciences de Gembloux Belgique.
- **Louni Dj., 1994** – les forêts Algérienne. Forêt méditerranéenne t. xv n° 7, janvier 1994.5p.
- **Maire R. 1926** : Note phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie avec une carte/ Alger. Non paginée
- **Merouani, H., Branco, M., Almeida, M.H. & Pereira. J.S. 2001c**: Management and long-term storage of cork-oak acorns. – In : A practical handbook, Priod, Monteleone&Bellletti, DIVAPRA, University of Turing, Italy: 23 p.
- **Maziliak P., 1982-** Physiologie végétale croissance et développement. Vol. Ed. Herman. 461p.
- **Mokhtari M, Harouni M.C Et Benismail M.C., 2002**. Production rapide de plants d'Arganier aptes à la transplantation .*Bull transfert de la technologie en agriculture*.IAV Hassan II, Agadir, (95) :1-4

- **Moinereau J, Herrmann P, Faurotj C Et Rivier L.M., (1987)-** Les substrats inventaires, caractéristiques ressources in BLACD. Culture hors sol. 2eme édition. INRA. Paris. Louis Jean ; 15-88 pp.
- **Morel Ph., Poncet L., Riviere L.M., 2000.** *Les supports de culture horticoles.* INRA Editions. 87p
- **Mott K. A. EtParkhurstD. F, (1991)**Stomatal responses to humidity in air and helox. *Plant Cell Environ.* 14: 509-515
- **Naggar M, 1999 :** L'aménagement sylvo-pastoral : un outil pour un developpement durable des ressources forestières IOBC/wprs Bull. 22 (3) : 181p.
- **Noon K. F., 1996 –** A model of created wetland primary succession. *Landscape and Urban planning* 34, pp : 97-123.
- **Ocrutt.D.MEtE.T.Nilsen. (2000)** the physiology of plant inder stress New-york, Jon willey and Sons. Inc.
- **O.N.T.F, 1982-** Forêt domaniale de Nesmoth Wilaya de Mascara. Procès-verbal d'aménagement, 81p.
- **Pausas J.G., Pereira J.S. &Aronson J. 2009.**The tree. Pp : 11- 21, In : J. Aronson, J.S. Pereira & J.G. Pausas (eds). *Cork oak woodlands on the edge. Ecology, adaptive management and restoration.* Island Press, Abingdon, Oxfordshire, UK.
- **Pereira, H. 2007:** *Cork Biology, Production and Uses.* Elsevier.Ed.Oxford. UK: pp 329.
- **Perville, G., 2003 :** Atlas de la guerre d'Algérie de la conquête à l'indépendance. Atlas mémoires. Librairie Ravy. 63p.
- **Piazzetta R., 2005:** La levée du liège, Guide technique et de vulgarisation. Institut Méditerranéen du liège. 23p.
- **Quezel P. &MedailF., 2003 :***Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen.* Elsevier, Paris, 592 p.
- **Rouiller M, (1981) -** Techniques d'analyses et de contrôles dans les industries Agroalimentaires Tome 2. Principes des techniques d'analyses. Coordonnateur G. Linden. pp 96-110.Ed Tanksley, S. D. and Orton, T. S.), Elsevier, Amsterdam, 1983, pp. 469–516.
- **Rioux, J.-A. 2002.** Science des plantes, deuxième partie: Physiologie et domestication des plantes. Université Laval, Québec.
- **Rieu M EtChevery C., 1976 –** Mise au point bibliographique sur quelques recherches récentes en matière de sols salés. Cah. O.R.S.T.O.M. Sér. Pédologie. XIV. N°1, 1976. pp : 39-61.
- **Saadi., (2013) :** Les facteurs du dépérissement des subéraies de l'Edough (Séraïdi). Etude des

ravageurs des feuilles et des glands du chêne-liège (*Quercus suber* L.), mémoire de magistère en biologie environnementale, université mohamed cherif messaadia-souk – ahras, p96.

- **Saccardy L., (1937)** – Notes sur le chêne-liège et le liège en Algérie. Bull de la station de rechfor du Nord de l’Afrique, II (3), 271-272.
- **Saouli A, 2009-** Caractérisation des composés chimiques des glands de chêne liège étude de la germination, interaction glands insectes.
- **Schulze E. Beck E Et HohensteinK. M. (2005).**Plant ecology. *Springer* Berlin : 17- 140.
- **Seigue A., 1985:** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes, Techniques agricoles et productions méditerranéennes, Ed. Maisonneuve et Larose et A.C.C.T., Paris, 69-82, 302-305.
- **Shaw M. M. Riederer1, B. M. (2003).** Sample preparation for two-dimensional gel electrophoresis. *Proteomics*, 3: 1408-1417.
- **Soltner D., (2000)** – Les bases de la production végétale T1: le sol.22 éme édition Sciences et techniques agricole Maine et Loire France 457 p.
- **Suszka B., Muller C. & Bonnet- Masimbert M., 1994:** Graine des feuillus forestiers : de la . *INRA Editions*, Paris.
- **Temagout O., (2005)-** Recherche d’un substrat de culture pour la production de plants en pépinière. Thèse Magister. Université de Batna.120 P+annexe.
- **Vallejos C., (1983)** - Enzyme activity staining. In *Isozymes in Plant Genetics and Breeding*
- **Varela M., (2004)-** Le chêne-liège et les incendies de forêts. E.F.N, Portugal (Poste de forêt National).
- **Vignes E., (1990)** – Le traitement des taillis de chêne dans le Var. O.N.F.Arborescence. N°26.pp 21-23.
- **Veillon S., (1998)** – Guide technique de subériculture dans les Pyrénées- orientales. Typologie de peuplement et étude préliminaire. Stage de fin d’étude, FIF- ENGREF, France, 68 p + annexes.
- **Veillon S. 1998 :** Guide de subériculture des Pyrénées Orientales .Typologie de peuplement et étude préliminaire. Stage de fin d’étude. FIF-ENGREF| France. pp 37 +Annexe.
- **Webber MD, SINGH SS., (1991)** – Contamination des sols agricoles. Centre de Recherches de l’est sur les céréales et les oléagineux (CRECO), Canada, chapitre 9.
- **Wiley Liss., Daniel M., Michael D., Stuart J (1966)** – protein methods, pp 155-172
- **YessadS.A., (2000)-** Le chêne-liège et le chêne dans les pays du méditerrané occidental. Edition ASBL foret Wallonne. 190P.
- **Yokota A. Takahara K Et Akashi K. (2006)** Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. *Springer*. pp: 15–39.

- **Zahaf et Benslim., 2014**, Contribution à l'étude de la variabilité stomatique des subéraies de la région Ouest Algérienne, mémoire de Ingénieure d'Etat en EVE, université de Mascara, p53-54.
- **Zeidler M, (2000)** - Electrophoretic analysis of plant isozymes. Acta Univ. Palacki. Olouc.Fac.rer. nat. (2000) Biol. 38, 7–16.
- **Zitouni A, Kahia F, DjellabiA (2002)** – Recherche de substrats de culture à base de matériaux locaux pour la production de plants forestiers en hors-sol.

Résumé :

Notre travail a pour objectif une étude comparative entre deux provenances de chêne-liège de forêt de Bissa Willaya de Chlef et la forêt de Nesmoth de la Wilaya de Mascara.

Après semis sous serre, l'étude des plants de chêne-liège dans des conditions de stress hydrique nous a permis d'identifier quelques indicateurs physiologiques et morphologique qui interviennent dans la sensibilité des plantes pour résister au déficit hydrique. Les plants ont été exposés à différents niveaux de stress hydrique, avec des plantes témoin. La mesure de la taille moyenne des plants, le nombre moyen de feuilles et la durée moyenne de germination varie selon les provenances étudiées. Les résultats obtenus montre que la forêt de Bissa a des critères morphologique plus important que celle de Nesmoth qui ont contribués à l'adaptation des plantes sous stress.

Le taux de germination est faible pour les deux provenances, bien que celui de Bissa est plus important que celui Nesmoth. Les plantules de Nesmoth semblent plus sensible au stress hydrique que celle de Bissa.

Mots clé : chêne-liège, stress hydrique, provenance, germination, adaptation, région ouest algérienne.

Summary

Our work aims at a comparative study between two origins of cork oak forest Bissa Willaya Chlef Nesmoth forest and the Wilaya of Mascara.

After sowing under greenhouse, the study of plants cork in water stress conditions allowed us to identify some physiological and morphological indicators involved in the susceptibility of plants to withstand water deficit. Plants were exposed to different levels of water stress, with control plants. Measuring the average size of the plants, the mean number of leaves and the average duration of germination varies from studied provenances. The results showed that the forest has Bissa most important morphological criteria than Nesmoth which contributed to the adaptation of plants under stress.

The germination rate is low for both origins, although that of Bissa is more important than Nesmoth. The Nesmoth seedings seem more sensitive to water stress than Bissa.

Keywords: cork, water stress, origin, germination, adaptation, Algeria's western region.

المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى مقارنة أصلان من البلوط الفليني بعد غرسهم تحت ظرف بلاستيكي المنحدرين من غابة بيسة لولاية شلف وغابة نسمة لولاية معسكر.

وذلك بدراسة البلوط الفليني تحت ظروف الإجهاد المائي ومحاولة استخلاص بعض المؤشرات الفيزيولوجية، التي تم تعريضها لمستويات مختلفة من الإجهاد المائي، فضلا والمورفولوجية المتدخلة في قابلية النباتات لمقاومة العجز المائي. عن نباتات الشاهد لأجل هذا تم قياس متوسط حجم البذور، متوسط عدد الأوراق ومتوسط طول السيقان يختلف حسب المصادر المدروسة، وهي من بين المعايير التي نفترضها تساهم في تكيف النباتات تحت ظروف الإجهاد اللاحيوي وبينت النتائج نسبة الانتاش منخفضة لكل من الأصلين وأن نسبة بيسة تفوق نسمة. من جهة أخرى أظهرت نتائجنا أن تأثير الإجهاد المائي على شتلات نسمة أكثر حساسية.

الكلمات المفتاحية: بلوط فليني، إجهاد مائي، أصل، إنتاش، تكيف، مناطق الغرب الجزائري.