

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Université Mohammed-Seddik Benyahia - Jijel



Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de l'environnement
et des sciences agronomiques

كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم المحيط و العلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique**

Filière : Sciences Agronomiques

Option : phytopharmacie appliquée

Thème

*Traitement des glands de chêne liège
(Quercus suber L.) par les huiles
essentiels et leurs hydrolats en vue d'une
meilleure conservation*

Membres de Jury

- ❖ **Président** : M^r Roula S.E.
- ❖ **Examineur**: M^r Benamirouche S.
- ❖ **Encadreur** : M^r Sebti M.

Présenté par

* ZEHANI Nadjah

Année universitaire : 2017/2018

Session : Juillet 2018

Numéro d'ordre : .../...



Remerciement

*En premier lieu, je tiens à remercier mon **DIEU** le tout puissant, d'avoir donné la santé, le courage, la volonté et la force pour l'accomplissement de ce travail et le mener à terme.*

*J'adresse mes remerciements tout d'abord à mon encadreur «**Sebti M**», maitre-assistant à l'université de Jijel pour le temps qu'il a consacré à diriger et contrôler ce travail.*

*Je remercie également messieurs «**Roula S.E** et **Benamirouche S**» pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

Enfin, j'adresse mes derniers remerciements à ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Nadjah

Dédicaces

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le respect,
la reconnaissance...*

*Aussi, c'est tout simplement que
Je dédie ce modeste travail :*

*À mes chers parents (**Bachir**) et (**Habiba**) pour leurs sacrifices et
encouragements à mon égard que Dieu leurs accorde une longue vie,
merci pour tout*

À mes chères sœurs

***Lina** que Dieu l'accueille dans son vaste paradis,
Mouna, Nouara, Djalila, Houda et Khawla.*

À mes amies

Manel, Nihed, Narimane et Rania

À toutes mes enseignants

À mes collègues que j'ai rencontrés tout au long de mon cursus

Nadjah



Sommaire

Liste des matières.....	i
Liste des abréviations.....	ix
Liste des figures.....	xi
Liste des tableaux.....	xiv
Introduction.....	1

PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I: Généralités sur le Chêne liège

I. Place taxonomique et systématique du Chêne-liège	3
II. Importance économique du liège.....	3
III. Aire de répartition.....	3
III.1. Aire de répartition mondiale	3
III.2. Aire de répartition en Algérie	4
IV- Principales caractéristiques botaniques et forestières	5
IV.1. Longévité.....	5
IV.2. Appareil végétatif.....	6
IV.2. 1. Système racinaire.....	6
IV.2.2. Le tronc	6
IV.2.3. Ecorce	6
IV.2.4. Bois.....	6
IV.2.5. Rameaux	6
IV.2.6. Feuilles.....	7
IV.3. Appareil reproducteur.....	7
IV.3.1. Fleurs	7
IV.3.2. Bourgeons.....	7
IV.3.3. Fruits.....	7
IV.3.3.1. Anatomie du gland.....	7
IV.3.3.2. Maturité physiologique et morphologique des glands	8
IV.3.3.3. Fragilité du gland	8
IV.3.3.4. Fructification	8
V. Exigences écologiques.....	9

V.1.Exigences climatiques.....	9
V.2.Exigences édaphiques	9
VI. Associations végétales	9
VII. Régénération de Chêne- liège.....	10
VII.1. Différentes forme de régénération.....	10
VII.1.1. Régénération naturelle.....	10
VII.1.2. Régénération artificielle et assistée.....	11
VII.1.3. Régénération par rejets de souches.....	11
VIII. Les ennemies.....	11
VIII.1. Les insectes.....	11
VIII.2. Les champignons.....	11
VIII.3. Les incendies..... ;;	11
VIII.4. Le pâturage.....	11
<i>CHAPITRE II : Récolte et conservation des glands</i>	
I. Récolte des semences.....	12
I.1. Choix de la récolte.....	12
I.2. Méthodes de récolte.....	12
I.2.1. La récolte manuelle.....	12
I.2.2. La récolte à l'aide de filets.....	13
I.2.3. La récolte à l'aide d'un aspirateur (du type "Tonutti").....	14
II. Transport des glands.....	15
III. Traitement des glands avant la conservation.....	15
III.1. Nettoyage.....	15
III.2. Triage par flottation.....	16
III.3. Traitement phytosanitaire.....	16
III.3.1. Traitements fongiques	16
III.3.2. Thermothérapie	17
IV. Méthodes de conservation	18
V. les facteurs de la conservation	18

V.1. Maturité	18
V.2. Teneur en eau	18
V.3. Température de conservation	19
VI. Problèmes posés par la conservation des glands	19
VI.1. Champignons	19
a- Reconnaissance et évolution des dégâts	20
b- Reconnaissance du parasite en forêt	21
c- Cycle biologique	23
VI.2. Insectes	24
VI.3. Germination durant la conservation	25
VI.4. Dessèchement du péricarpe.....	25

CHAPITRE III: Généralités sur les extraits des plantes

I. Définition	26
II. Répartition et localisation	26
III. Composition des huiles essentielles	27
III.1. Composition chimique.....	27
III.1.1. Les terpénoïdes.....	27
III.1.2. Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane	27
III.2. Les propriétés chimiques.....	28
III.3. La notion de chémotype.....	29
III.4. Facteurs de variabilité de la composition des huiles essentielles.....	29
III.4.1. Les facteurs intrinsèques.....	29
III.4.2- Les facteurs extrinsèques.....	29
IV. Caractéristiques et propriétés physiques	30
V. Rôle et utilisation des huiles essentielles.....	30
V.1. Le Rôle.....	30
V.1.1. Rôle chez la plante.....	30
V.1.2. Rôle écologique	31
V.1. 3. Intérêt thérapeutique.....	31
V. 2. Domaines d'utilisation des huiles essentielles.....	32
VI. La toxicité des huiles essentielles.....	32

VII. Activité biologiques des huiles essentielle.....	32
VII.1. Activité Antibactérienne.....	33
VII.2. Activité Antifongiques	33
VII. 3. Effet sur les insectes phytophages.....	34
VII.4. Activité Antivirale.....	34
VII.5. Activité Antiparasitaire.....	34
VII.6. Activité Antioxydantes.....	35
VIII. Les méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	35
VIII.1. L'entraînement à la vapeur d'eau.....	36
VIII.2. La distillation à vapeur	36
VIII.3. L'Hydrodiffusion	36
VIII.4. Les infusions et les décoctions.....	36
VIII.5. La Macération.....	36
IX. Méthodes d'identification des huiles essentielles.....	37
IX.1. La chromatographie en phase gazeuse (CPG)	37
IX.2. Le couplage Chromatographie phase gazeuse/Spectrométrie de masse.....	37
X. Conservation des huiles essentielles.....	37

PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : Présentation générale de la zone d'étude

I. Présentation de la zone d'étude	38
I.1. Situation géographique et administrative de la région d'étude.....	38
I.2. Formations végétales.....	38
I.3. Climatologie.....	39
I.3.1.Température.....	39
I.3.2. Les précipitations.....	40
I.3.3. L'humidité relative	42
I.3.4. Synthèse climatique	43
I.3.4.1. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.....	43
I.3.4.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER	44

CHAPITRE II: les Plantes aromatiques et médicinales sélectionnées

Généralité	45
------------------	----

I. Les plantes médicinales sélectionnées.....	45
I.1. Le genre <i>Satureja</i>	45
I.1.1. Propriétés botaniques et écologiques.....	45
a. L'espèce <i>Calamintha hispidula</i>	45
b. L'espèce <i>Calamintha baborensis</i>	46
I.1.2. Propriétés médicinales	46
I.2. Le genre <i>Lavandula</i>	46
I.2.1. Classification taxonomique	46
I.2.2. Description.....	47
I.2.3. Habitat et Culture.....	47
I.2.4. Principaux constituants.....	47
I.2.5. Parties à utiliser	47
I.2.6. Propriété thérapeutiques et usage.....	47
I.3. Le genre <i>Eucalyptus</i>	48
I.3.1. Origine du nom.....	48
I.3.2. Description Botanique.....	48
I.3.3. Classification taxonomique.....	48
I.3.4. Habitat.....	48
I.3.5. Parties Utilisées.....	48
I.3.6. Utilisation	49
I.4. Le genre <i>Pistacia</i>	49
I.4.1. Description.....	49
I.4.2. Classification taxonomique	49
I.4.3. Habitat et description.....	50
I.4.4. Utilisation Médicinale	50
I.4.5. principaux constituants.....	50
I.4.6. Parties utilisées.....	50
I.4.7. Propriétés thérapeutiques.....	50
I.5. Le genre <i>Myrtus</i>	50

I.5.1. Description.....	50
I.5.2. Classification taxonomique	50
I.5.3. Habitat et description.....	51
I.5.4. Utilisation médicinale.....	51
I.5.5. Principaux constituants.....	51
I.5.6. Parties utilisées.....	51
I.5.7. Propriétés thérapeutiques.....	51

CHAPITRE III : matériels et méthode

I. Matériels.....	52
I.1. Matériel végétal	52
I.1.1.Echantillonnage.....	52
I.1.1.1. Récolte des échantillons.....	52
I.1.1.2. Identification des plantes.....	52
I.1.1.3. Parties utilisées.....	52
I.1.1.4. Séchage et Conservation.....	52
I.2.Matériels de laboratoire.....	54
I.2.1. Les appareilles	54
I.2.2. Appareil de Clevenger.....	54
I.2.3. Appareil de l'analyse chromatographique en phase gazeuse.....	55
II. Méthodes.....	56
II.1. Extraction des huiles essentielles	56
II.2. Traitement des glands de chêne liège	58
II.2.1. Déroulement de l'expérience.....	58
II.2.2. Echantillonnage.....	59
II.2.3. Traitement des glands avant la conservation in vitro.....	60
II.2.3.1. Triage par flottation.....	60
II.2.3.2. Le dessèchement des glands.....	60
II.2.3.3. Triage manuel	60
II.2.3.4. Classement des glands par catégorie.....	62
II.2.3.4. 1 .Le traitement par le distillat.....	62
II.2.3.4. 2 .Le traitement par l'huile essentielle.....	64
II.2.3.5. Paramètres étudiés.....	65

II.2.3.5.1. La germination.....	65
a. Energie ou vitesse de germination (en %).....	65
b. Taux final de germination ou faculté germinative (en%).....	66
II.2.3.5.2. Infestations de champignons (en%).....	66
II.2.3.5.3. Pourriture des glands (en%).....	66
II.2.3.6. Test de germination in vitro par semis.....	66
II.2.3.6.1. Paramètres étudiés.....	67
a. Elongation des radicules.....	67

CHAPITRE IV : Résultats et Discussion

I. Présentation des résultats.....	68
I.1. Analyse qualitative des huiles essentielles.....	68
I.1.1. <i>Satureja hispidula</i>	68
I.1.2. <i>Lavandula stoechas</i>	68
I.1.3. <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	69
I.1.4. <i>Pistacia lentiscus</i>	70
I.1.5. <i>Myrtus communis</i>	71
I.2. Comportement germinatif des glands conservés.....	72
I.2.1. La vitesse germinative des (G.E) traités par le distillat.....	72
I.2.2. Taux de germination final) des (G.E) traités par le distillat et l'HE.....	73
I.3 .Evolution de taux de contamination des différents états des glands traités par le distillat.....	73
I.3.1. Taux de contamination des (G.E) traités par le distillat.....	73
I.3.2. Taux de contamination des (G.E.D) traités par le distillat.....	75
I.3.3. Taux de contamination des (G.E.Ep) traités par le distillat.....	76
I.3.4. Taux de contamination des (G. Ep.D) traités par le distillat.....	77
I.3.5. Taux de contamination final des (G.E) traités par le distillat et l'HE.....	78
I.3.6. Taux de contamination final des (G.E) traités par le distillat.....	79
I.4. Evolution de taux de pourriture des différents états des glands traités par le distillat.....	79

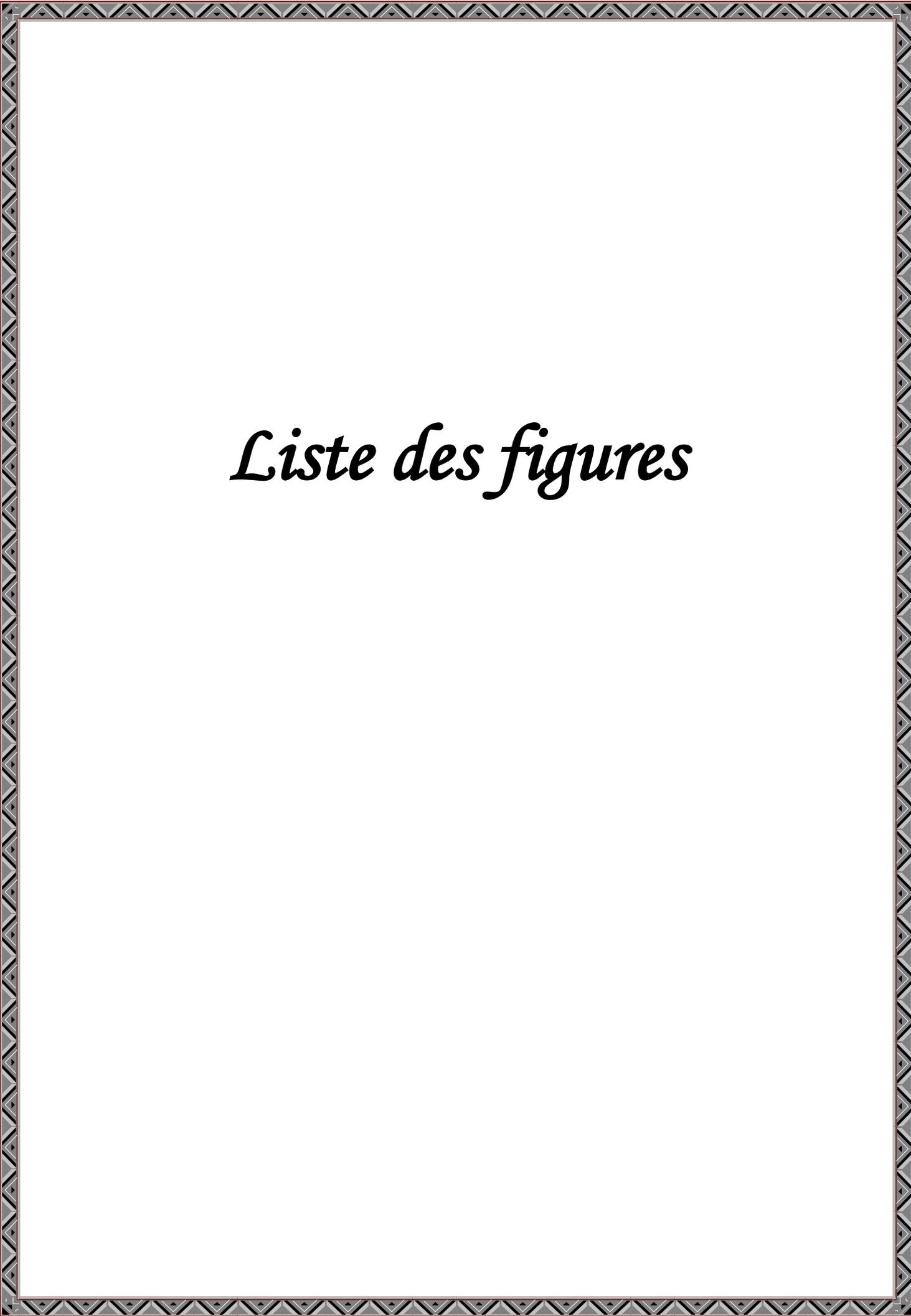
I.4.1. Taux de Pourriture des (G.E) traités par le distillat.....	79
I.4.2. Taux de pourriture des (G.E.D) traités par le distillat.....	80
I.4.3. Taux de pourriture des (G.E.Ep) traités par le distillat.....	81
I.4.4. Taux de pourriture des (G. Ep.D) traités par le distillat.....	82
I.4.5. Taux de pourriture final des (G.E) traités par le distillat et les HE.....	83
I.4.6. Taux final de pourriture des (G.E.Ep) traités par le distillat et l' HE.....	83
I.5. Les semis.....	84
I.5.1. la vitesse d'élongation des racines des traités par distillat et HE.....	84
I.5.2. Taux de germination final des traités par distillat et HE après Semis.....	85
II. Discussion.....	87
Conclusion.....	89
Références.....	90
Annexes	



Liste des abréviations

Abréviation	Nom complet
VF/Kg	valeur fourragère par kilogramme
Fig.	figure
m	mètre
cm	centimètre
km	Kilomètre
mm/an	millimètre par an
m/s	mètre par seconde
µm	micromètre
mm	millimètre
g	gramme
Kg	kilogramme
g/kg	gramme par kilogramme
g mol⁻¹	gramme par mole
g/l	gramme par litre
ml	millilitre
h	heure
ml/kg	millilitre par kilogramme
pH	potentiel Hydrogène
n°	numéro
%	pourcentage
HE	huile essentielle
ex	exemple
°	degré
C°	degré Celsius
K°	degré kelvin
T	Température
P	Précipitation
H	humidité
M	Température maximale moyenne du mois le plus chaud
m	Température minimale moyenne du mois le plus froid
j	jours
max	maximum

DL₅₀	dose létale
AFNOR	Association Française de Normalisation
O.N.M	Office Nationale de Météorologie
I.M.L	Institut Méditerranéen de Liège
D.H	Direction de l'Hydraulique
B.N.E.D.E.R	Bureau National des Etudes de Développement Rural
CL	Chêne liège
CL-AFA	Chêne liège- Chêne afarès
CL-CV	Chêne liège- Chêne vert
CL-CZ	Chêne liège- Chêne zeen
CL-PM	Chêne liège- Pin maritime
CZ-AFA-CL	Chêne zeen - Chêne afarès -Chêne liège
CZ-CL	Chêne zeen - Chêne liège
PM-CL	Pin maritime-Chêne liège
T.R	Temps de Rétention
CPG	chromatographie en phase gazeuse
CPG/SM	Le couplage de la chromatographie en phase gazeuse à la spectrométrie de masse
G.E	Glands Entiers
G.E.D	Glands Entiers et Découpés
G.Ep.D	Glands Epluchés et Découpés
G.E.Ep	Glands Entiers et Epluchés

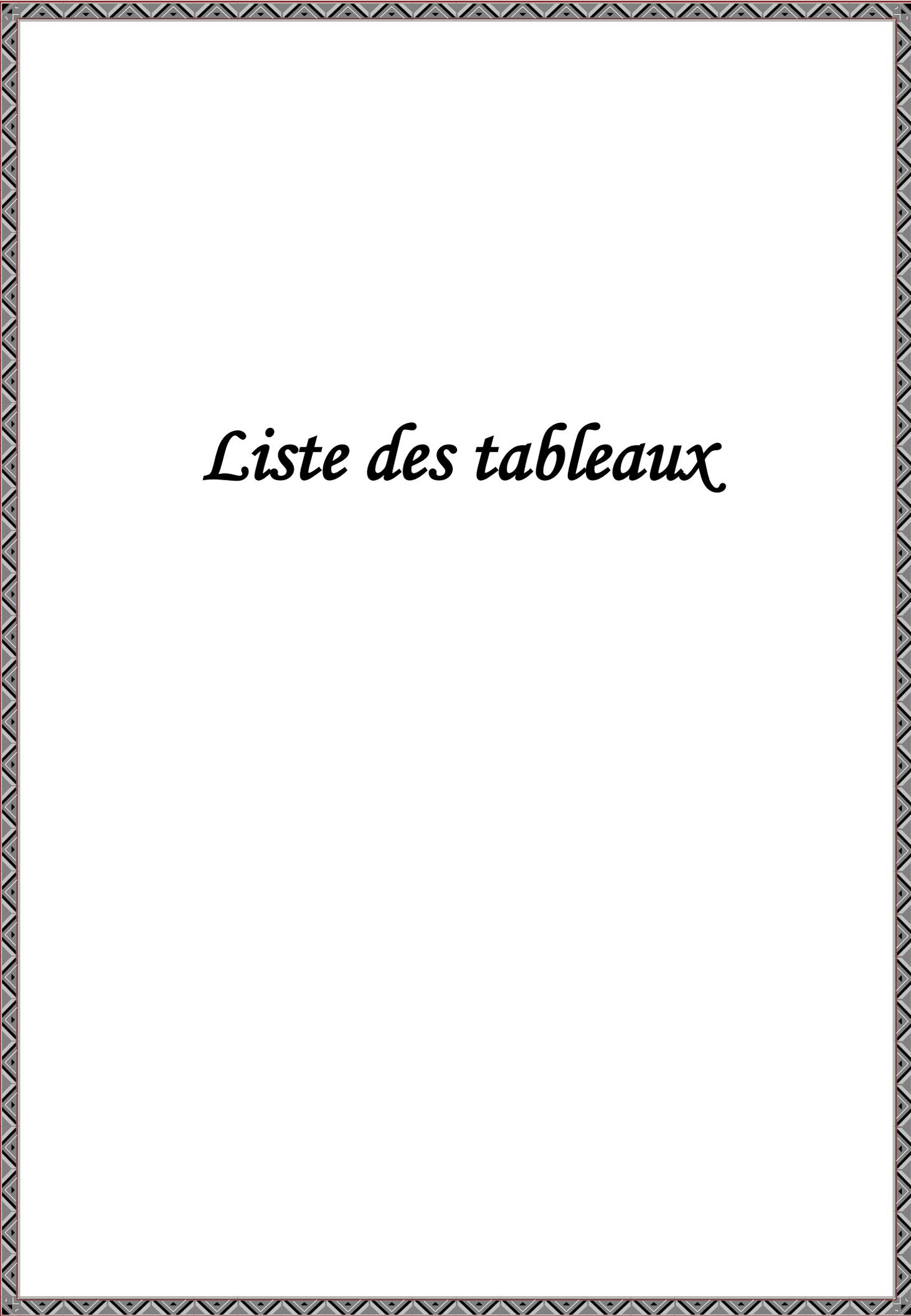


Liste des figures

n° Figure	Titre	Page
1	Aire naturelle de zones de répartition du chêne liège en méditerranée occidentale	4
2	Superficies de chêne liège inventoriées durant deux périodes et par pays	4
3	Aire de répartition du Chêne-liège en Algérie	5
4	Récolte manuelle de glands	13
5	Récolte de glands mécanisée avec un aspirateur "Tonutti"	14
6	Un lot de glands nettoyé et préparé aux traitements fongiques	16
7	lot de glands après l'opération de triage	16
8	Glands traités à l'aide d'une poudre de Thirame	17
9	Lot de glands de chênes préparé pour la conservation en chambre froide	17
10	Glands attaqués par <i>Ciboria</i> "l'enveloppe est éclatée longitudinalement"	21
11	Gland présentant à la surface de nombreuses tâches dues au <i>Ciboria</i>	21
12	L'attaque par le <i>Ciboria</i> est d'abord superficielle puis gagne en profondeur	21
13	Fructification automnale du <i>Ciboria</i> une interprétation les apothécies sont parfois très nombreuses sur un même gland	22
14	Développement de <i>C.batschiana</i> en nature	22
15	Développement de <i>C.batschiana</i> en conservation	23
16	Glands attaqués par l'insecte	24
17	Larve de <i>Balaninus elephas</i>	24
18	Les étapes de l'obtention d'une huile essentielle	35
19	Carte de répartition des peuplements de chêne liège dans la wilaya de Jijel	38
20	Températures moyennes mensuelles observées dans la région de Jijel entre 2006-2016	40
21	Précipitations moyennes mensuelles observées dans la région de Jijel entre 2006-2016	41
22	Moyennes mensuelles de l'humidité dans la région de Jijel entre 2006-2016	42
23	Diagramme Ombrothermique de la wilaya de Jijel entre 2006-2016	43
24	Climagramme d'EMBERGER de station d'étude	44
25	<i>Satureja hispidula</i>	45
26	<i>Satureja baborensis</i>	46
27	<i>Lavandula stoechas</i> L.	47
28	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> L.	48
29	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	49
30	<i>Myrtus communis</i> L.	51
31	<i>Lavandula stoechas</i> sèche	53
32	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> sèche	53

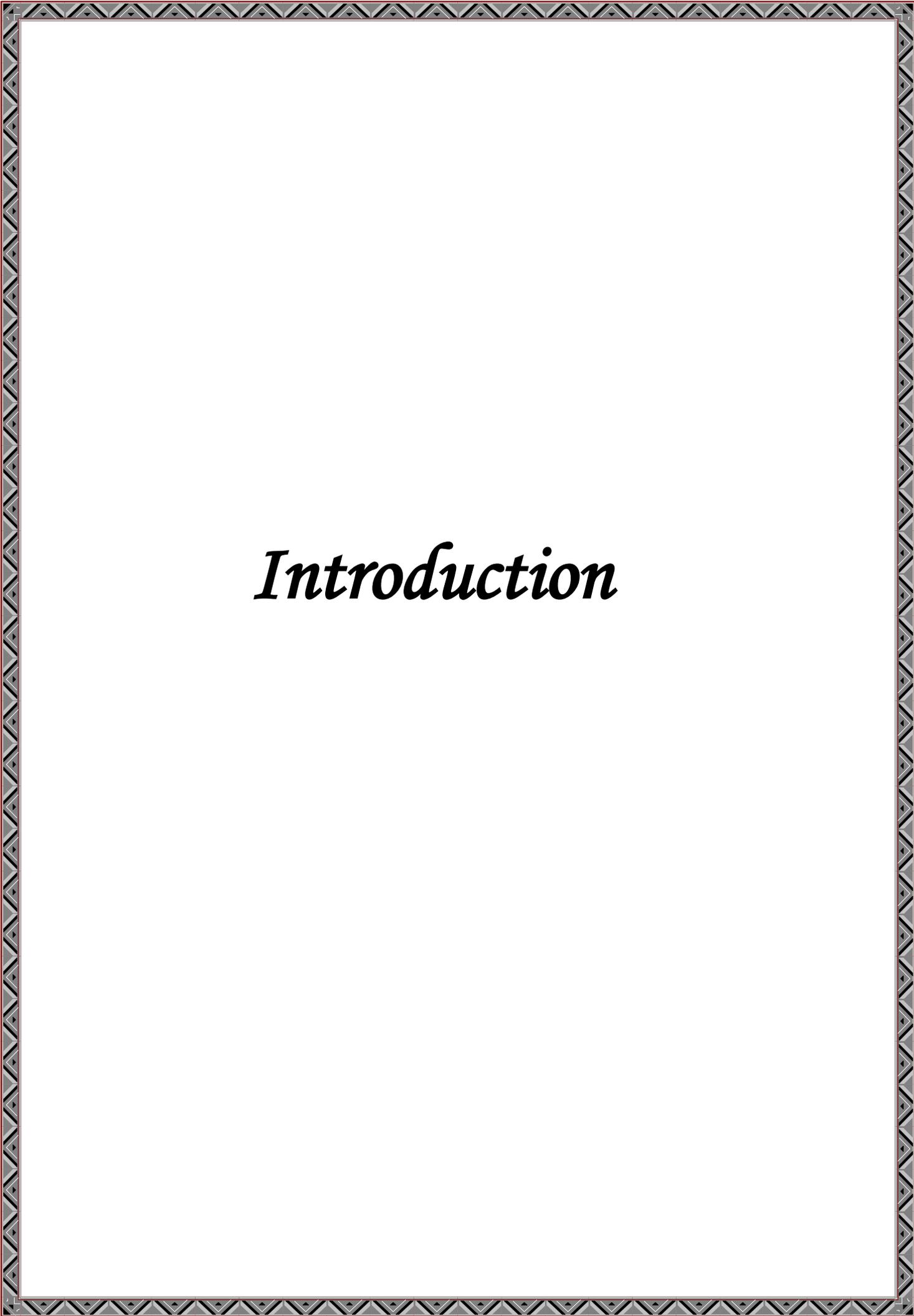
33	<i>Myrtus communis</i>	53
34	<i>Pistacia lentiscus</i>	53
35	<i>Satureja hispidula</i>	53
36	<i>Satureja baborensis</i> sèche	53
37	Dispositif d'extraction de type « Clevenger »	54
38	Chromatographe en phase gazeuse	56
39	La quantité de matière végétale des essences choisies	57
40	distillat des espèces étudiées extraits	58
41	huiles essentielles des essences extraits	58
42	ramassage au sol des glands	59
43	sortie de fût contenant les glands mis en chambre froide	59
44	glands après le bain	60
45	Glands inutilisables	61
46	Glands infestés	61
47	Glands visiblement intacts	62
48	Catégories des glands utilisés dans l'expérimentation	63
49	Traitement des glands par le distillat	64
50	Technique par aérosol	65
51	Traitement des glands par les huiles essentielles	65
52	Semis des glands in vitro	66
53	Mesure de l'élongation de la radicule	67
54	Vitesse de germination (%) des Glands Entiers traités par le distillat	72
55	Taux de germination final (%) des Glands Entiers traités par le distillat et l'HE	73
56	Evolution de taux de contamination (%) des Glands Entiers traités par le distillat	74
57	Evolution de taux de contamination (%) des Glands Entiers Découpés traités par le distillat	75
58	Evolution de taux de contamination (%) des Glands Entiers Epluchés traités par le distillat	76
59	Evolution de taux de contamination (%) des Glands Epluchés Découpés traités par le distillat	77
60	Taux de contamination final (%) des Glands Entiers traités par le distillat et l'HE	78
61	Taux de contamination final (%) des Glands Entiers traités par le distillat	79
62	Taux de Pourriture (%) des Glands Entiers traités par le distillat	79

63	Taux de Pourriture (%) Glands Entiers Découpés traités par le distillat	80
64	Taux de pourriture (%) des Glands Entiers Epluchés traités par le distillat	81
65	Taux de pourriture (%) des Glands Epluchés Découpés traités par le distillat	82
66	Taux de pourriture final (%) des Glands Entiers traités par le distillat et l'HE	83
67	Taux de pourriture final (%) des Glands Entiers Epluchés traités par le distillat et l'HE	83
68	vitesse d'élongation des racicules des Glands Entiers traités par distillat après Semis	84
69	vitesse d'élongation des racicules des Glands Entiers traités par HE après Semis	85
70	Taux de germination final (%) des Glands Entiers traités par distillat	85
71	Taux de germination final des Glands Entiers traités par HE	86



Liste des tableaux

n° tableau	Titre	page
1	Les parties de certaines plantes riches en huiles essentielles	27
2	Moyennes mensuelles des températures	39
3	Répartition moyennes mensuelles des pluies au niveau de la région de Jijel 2006- 2016	41
4	Moyennes mensuelles de l'humidité dans la région de Jijel entre 2006-2016	42
5	Conditions opératoires d'extraction des huiles essentielles des 06 plantes	56
6	Taux des composées majeurs des huiles essentielles <i>de Satureja hispidula</i>	68
7	Taux des composées majeurs des huiles essentielles <i>de Lavandula stoechas</i>	69
8	Taux des composées majeurs des huiles essentielles <i>d'Eucalyptus camaldulensis</i>	69
9	Taux des composées majeurs des huiles essentielles <i>Pistacia lentiscus</i>	70
10	Taux des composées majeurs des huiles essentielles <i>de Myrtus communis</i>	71



Introduction

Introduction

Redondance les productions du chêne-liège représentent un élément important de l'économie forestière cependant, la régénération de cette essence connaît beaucoup de difficultés de nos jours. Le repeuplement des subéraies nécessite des quantités importantes de glands. L'irrégularité des glandées et la maîtrise des dates de semis en pépinière imposent un effort considérable pour assurer la conservation des glands.

Sur les quantités importantes de semences récoltées, une grande partie est perdue ou altérée lors de l'entreposage et de l'utilisation en pépinière. Ces pertes sont dues à des causes multiples telles que le problème de viabilité des graines de *Quercus suber* qui appartiennent à la catégorie des semences " récalcitrantes " (semences qui ne résistent pas à une déshydratation même modérée et qui ne supportent ni une atmosphère confinée ni des températures fortement négatives) (ROBERTS in HONG et ELLIS, 1996).

Les champignons pathogènes jouent un rôle important dans ces pertes. En effet, le problème de la conservation des glands ne peut être dissocié de celui de la lutte et la prévention contre ces champignons (MULLER ET BONNET-MASIMBERT, 1984).

Les études pathologiques sur les glands des chênes datent des années 1950 et ont été entreprises surtout en Europe de l'Est (Pologne, Roumanie, Tchécoslovaquie, ex :URSS). En France, les travaux ont commencé vers 1970 (DELATOUR et MORELET, 1979) et ont concerné principalement les glands des chênes sessile (*Quercus petraea* (M.): Liebl.) et pédonculé (*Quercus robur* L.). Les recherches se poursuivent de nos jours dans le laboratoire d'analyses des graines du Centre National de Recherches Forestières en collaboration avec le laboratoire de Pathologie Forestière. En Afrique du Nord, les travaux relatifs à la conservation des glands de chêne-liège et leurs champignons phytopathogènes sont très peu nombreux. A notre connaissance, un seul travail a été réalisé en Algérie par (NIBOUCHE, 1998).

Suite à ces travaux, de nombreux procédés de lutte ont été recherchés avec des degrés de succès divers, ils peuvent être divisés en deux groupes: les procédés chimiques d'une part et les procédés physiques d'autre part.

C'est dans le contexte de ces préoccupations que s'inscrit le présent travail, qui constitue une première contribution vers une maîtrise de la conservation des glands de chêne liège. Dans cette optique, nous nous sommes proposés de faire un traitement par les extraits (hydrolats et huiles essentielles) des plantes aromatiques et médicinales sur les glands au cours de la conservation et d'évaluer leur qualité physiologique (le taux germinative), taux d'infestation, pertes, etc. selon un calendrier prédéfini qui permettra de vérifier l'efficacité de la technique expérimentée.

Le but de ce travail est de :

- améliorer les connaissances en matière de l'état de santé des glands ;
- maîtriser les techniques de la conservation des glands;
- réduire les pertes en glands au cours du processus de conservation;
- assurer un approvisionnement régulier des pépinières en glands de qualité et en quantité suffisantes;
- contribuer directement à la gestion durable des forêts de chêne liège.

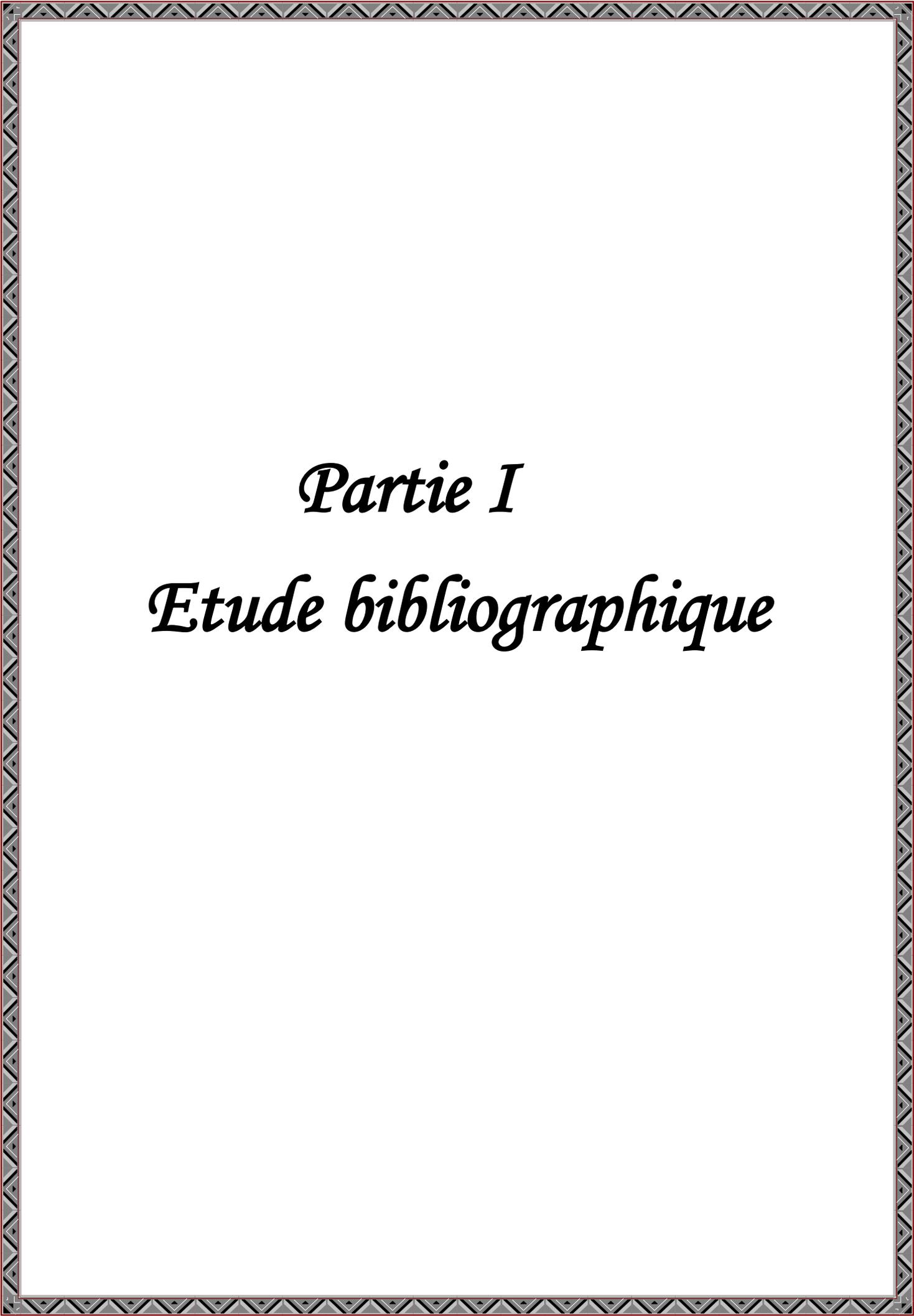
Dans cet objectif, notre travail s'articulera de ce fait, sur deux parties ;

- La première partie représente une synthèse bibliographique.

Cette dernière est divisée en trois chapitres ; le premier chapitre sera consacré à une présentation sur le chêne liège, le deuxième chapitre nous traiterons la récolte et la conservation des glands et les contraintes qui heurtent cette dernière et le troisième chapitre est dédié à l'étude des extraits des plantes.

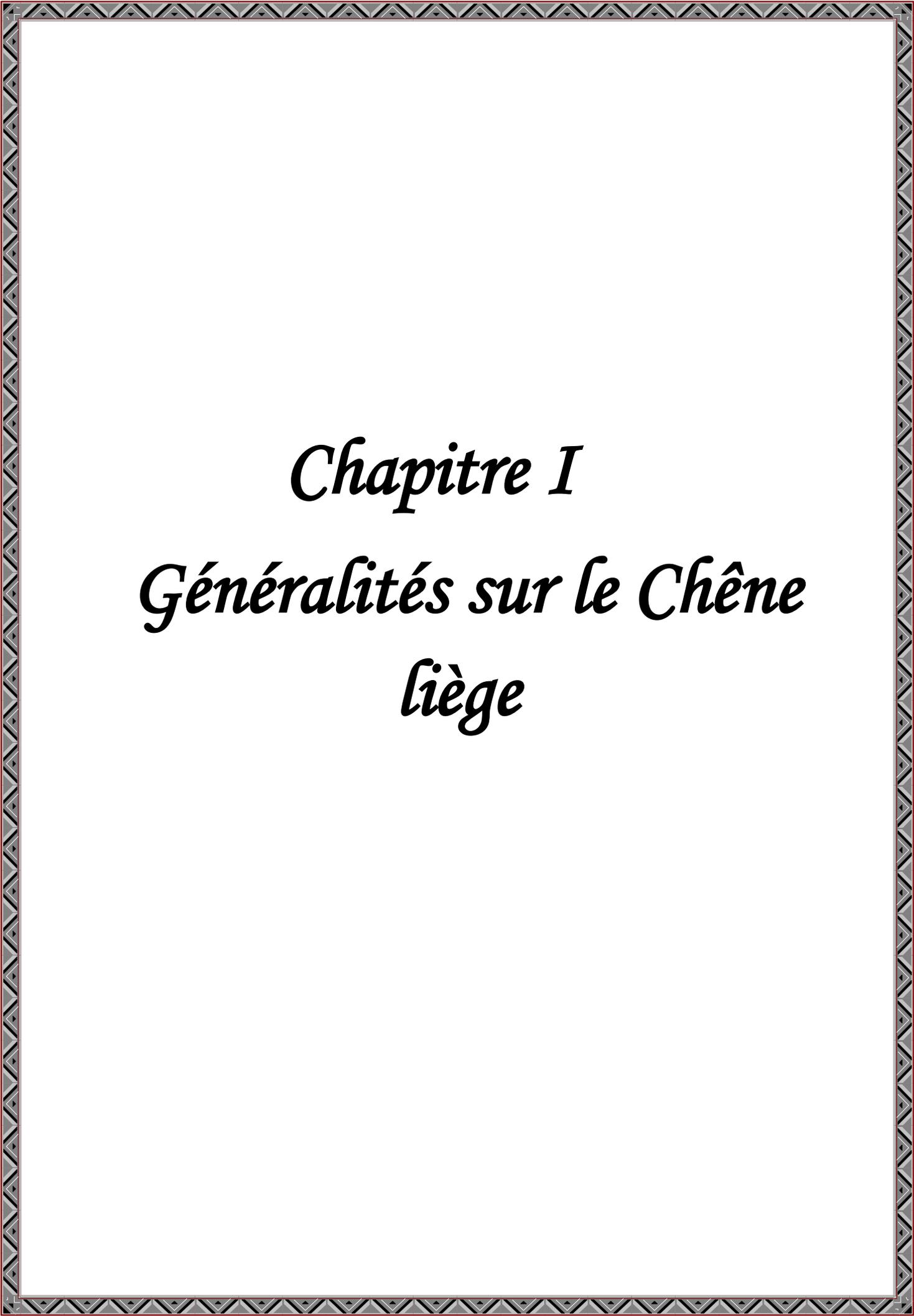
- La seconde partie, scindée en quatre chapitres ; le premier chapitre représente la zone d'étude, le deuxième chapitre portera sur la description des plantes aromatiques et médicinales étudiées et le troisième chapitre est consacré au matériel utilisé et aux méthodes adoptées et le dernier chapitre, réservé aux présentations et discussions des résultats obtenus.

Enfin nous terminons par une conclusion.



Partie I

Etude bibliographique



Chapitre I
Généralités sur le Chêne
liège

I. Place taxonomique et systématique du Chêne-liège

Le Chêne-liège (*Quercus suber* L.) est une espèce typiquement méditerranéenne, endémique de la méditerranée occidentale (ZERAIA, 1981) et (PIAZZETTA, 2005). IL a été décrit pour la première fois par LINEE en 1753 (NATIVIDADE, 1956). Il appartient à :

Règne : *Végétal*

Embranchement : *Spermaphytes*

Sous embranchement : *Angiospermes*

Classe : *Dicotylédones*

Sous classe : *Apétales*

Ordre : *Fagales*

Famille : *Fagacées*

Sous famille : *Quercoïdeae*

Genre : *Quercus*

Espèce: *Suber* L.

Nom vernaculaire : *Ballout el feline*

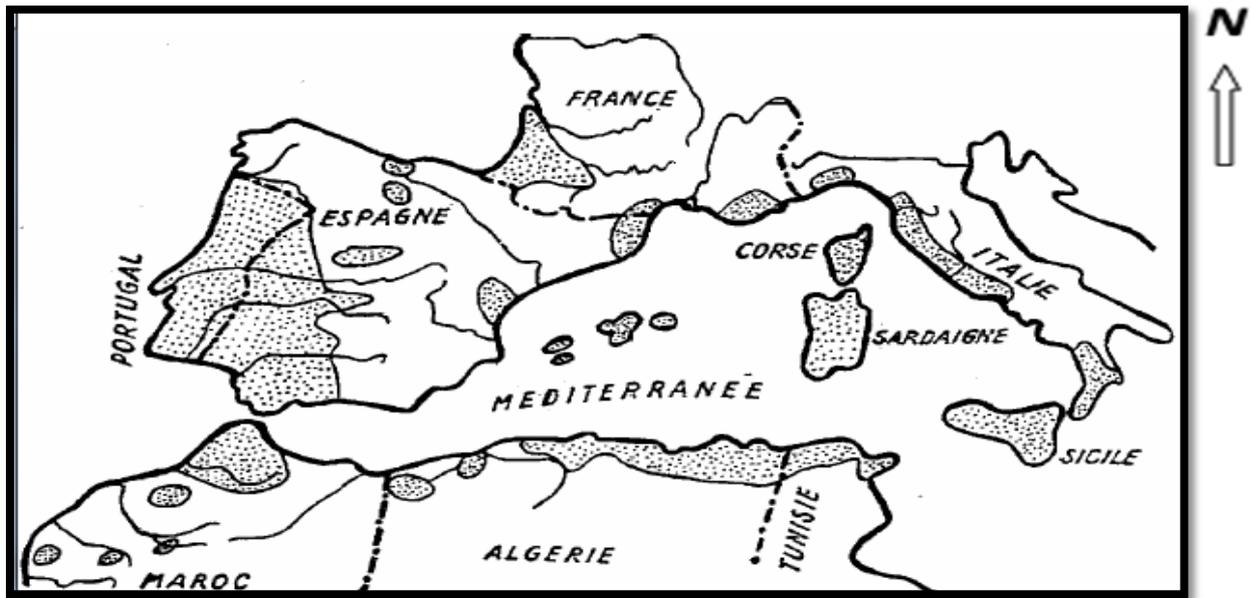
II. Importance économique du liège

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). Son écorce (liège) est une ressource exploitable dans plusieurs domaines. Il contient du tanin utilisé dans l'industrie de tannerie. Son bois sert à la fabrication des traverses de chemin de fer, et de tonneaux et autres usages en menuiserie. Les glands présentent une valeur nutritive intéressante, ils sont appréciés par le bétail, la valeur fourragère est de 0.73 VF/Kg de glands (NATIVIDADE, 1956). Les feuilles, selon cet auteur, peuvent constituer un fumier de bonne valeur fertilisante des plantes médicinales et aromatiques, etc.

III. Aire de répartition

III.1. Aire de répartition mondiale

Le chêne liège est qualifié depuis longtemps comme une espèce méditerranéenne par excellence. Sa présence est limitée par la partie occidentale du bassin méditerranéen et le littoral atlantique (LAMEY, 1893 ; QUEZEL et SANTA, 1962). Il végète exclusivement sur le territoire des sept pays : le Portugal, l'Espagne, la France, l'Italie, l'Algérie, le Maroc et la Tunisie (Fig.01).



Echelle : 1/2000.000

Suberaies

Fig.01 : Aire naturelle de zones de répartition du chêne liège en méditerranée occidentale (YOUNSI, 2006)

Les subéraies couvrent une superficie globale variant selon les auteurs entre 2,2 millions d’hectares (MARGOT, 2006) et 2,5 millions d’hectares (QUELENIS, 2008) (Figure 02).

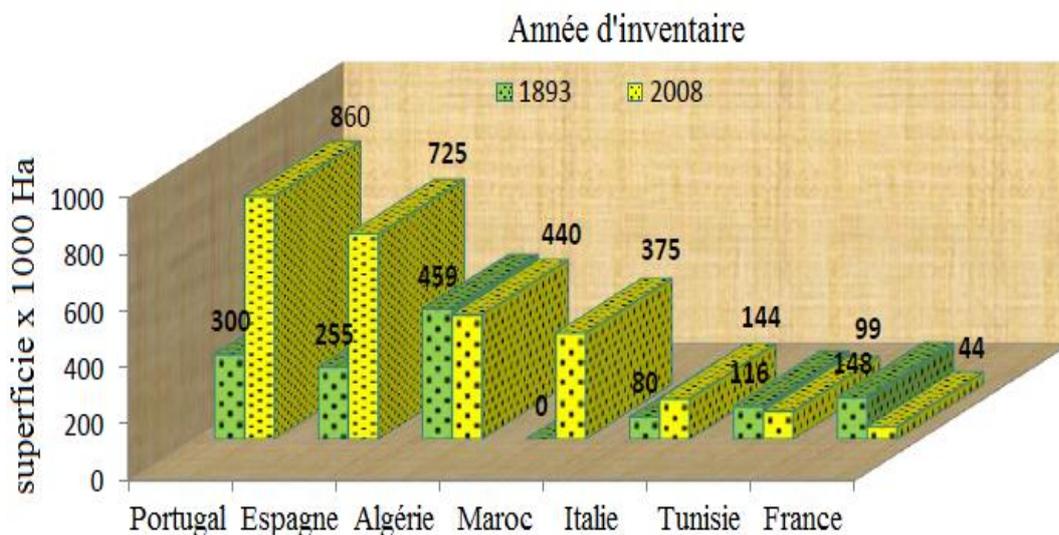


Fig.02 : Superficies de chêne liège inventoriées durant deux périodes et par pays (I.M.L., 2008)

III.2. Aire de répartition en Algérie

En Algérie, le chêne liège occupe des espaces naturels étendus à l’Est mais parfois très fractionnés

Au Centre et à l'Ouest. Il est essentiellement en étage bioclimatique humide et subhumide (BOUDY, 1950) où il prospère depuis le littoral jusqu'aux chaînes telliens, à travers 22 wilaya. (Fig.03).

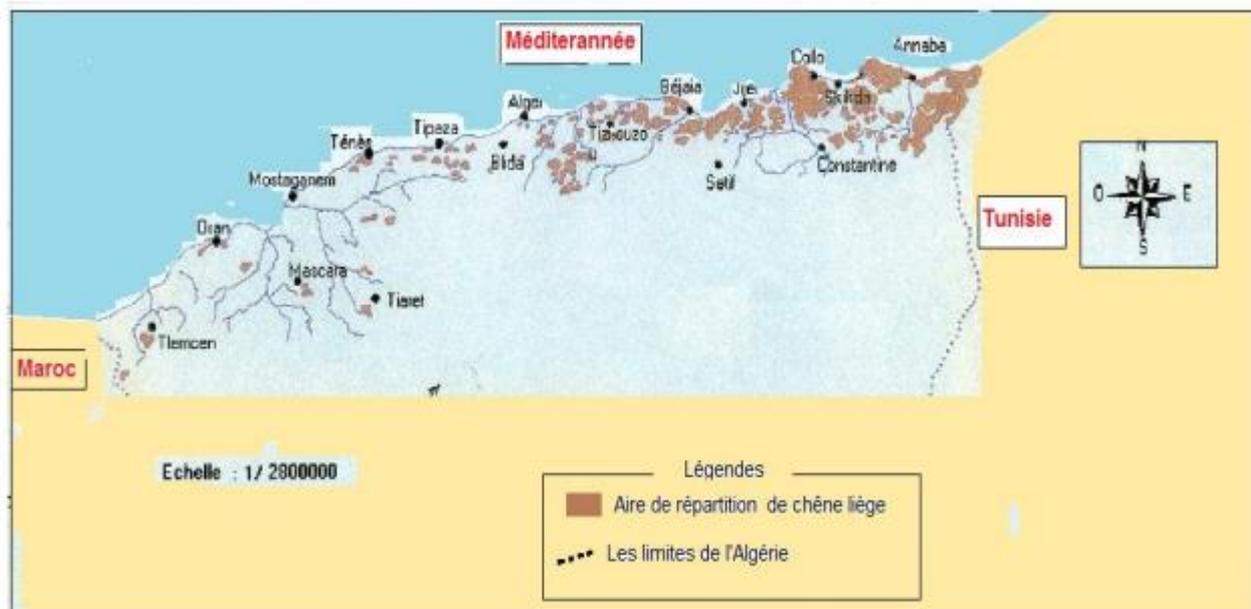


Fig.03: Aire de répartition du Chêne-liège en Algérie (TAIB, 2016).

Il occupe une superficie de 440 000 hectare, mais seulement 52% de la subéraie est considérée productive (LALAOUI, 2000). Les meilleurs peuplements sont localisés dans la région orientale du pays, en occupant une superficie de 392 000 hectares. Ils sont distribués sur les massifs de Skikda, Jijel, Guelma, Annaba et El Taref (MARC, 1916 ; BOUDY, 1955 et ZINE, 1992).

Au centre, le chêne liège couvre une superficie de 41 000 hectare environ répartis dans les conservations de Blida, Médéa, Ain Defla, Tipaza et Chlef (BOUDY, 1955). Toutefois à l'ouest, l'essence ne représente que des îlots très disséminés, dont la superficie ne dépasse guère les 7000 hectares localisés à Mascara (Nesmoth), Oran (M'sila), Tiaret (Tegdempt) et Tlemcen (Hafir et Zariffet), Tissemsilt (BOUDY, 1955).

IV- Principales caractéristiques botaniques et forestières

Le chêne liège est un arbre de taille moyenne, ne dépassant guère les 13 m. Il peut atteindre de 10 à 12 m de hauteur en France et de 15 à 20 m en Afrique du Nord et au Portugal (PALAISANCE, 1977).

IV.1. Longévité

L'arbre peut atteindre jusqu'à 250 voire 300 ans mais les levés successives, les éventuels incendies et les conditions stationnaires, peuvent diminuer fortement cette longévité. En Algérie et en

Maroc les vieux arbres de 220 et 250 ans ne sont pas rares et la longévité moyenne est en général de l'ordre de 150 ans (BOUDY, 1950 ; VIGNES, 1990).

IV.2. Appareil végétatif

IV.2. 1. Système racinaire

NATIVIDADE (1956), souligne que dès le jeune âge, le chêne liège montre des dispositions naturelles à s'enfoncer verticalement et avec vigueur dans le sol. En sol meuble et profond, il présente un enracinement pivotant constitué d'un fort pivot garni de nombreuses racines latérales horizontales ; en sol rocheux, de fortes racines s'insinuent dans les fissures des roches.

Ce système racinaire, en lui permettant d'exploiter les horizons profonds du sol, constitue une bonne adaptation à la sécheresse. Les racines superficielles ont l'aptitude de former des drageons et peuvent être mycorhizes (NATIVIDADE, 1956).

IV.2.2. Le tronc

Est court et le houppier est étalé dans les peuplements denses et sa circonférence atteint en général 70 cm entre 30 et 40 ans selon les conditions de végétation (YESSAD, 2001 ; AMANDIER, 2002).

IV.2.3. Ecorce

L'écorce naturelle est crevassée, d'une épaisseur moyenne de 3 cm, atteignant 5 à 10 cm à 100 ans et même 20 à 22 cm sur les arbres très âgés (BOUDY, 1952). En termes de production, on l'appelle "liège mâle".

Elle représente une bonne protection contre le feu et permet au chêne de reprendre rapidement sa croissance après le passage d'un incendie. Dans le cas des arbres écorcés, le liège mâle est remplacé par le "liège de reproduction" ou "liège femelle", de couleur jaune, rouge puis noire.

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

IV.2.4. Bois

Sur le plan anatomique, le bois de chêne liège est largement maillé avec un aubier épais et un parenchyme très abondant. Ce bois est dur, lourd et compact, difficile à travailler et se fend en séchant comme tous les bois feuillus nord africains (BOUDY, 1952). Toutefois, il peut être utilisé pour les traverses, le charbon de bois et le chauffage (STEWART, 1974).

IV.2.5. Rameaux

Les rameaux de chêne liège sont sinueux pubescents les premières années, puis bruns clairs et enfin entièrement subéreux. Dès qu'ils ont 3 ou 4 ans, les jeunes rameaux, en grossissant, font crevasser leurs écorces, plus les branches sont grosses plus les crevasses sont profondes, elles

peuvent s'élargir de 2 à 3 mm par ans, l'écorce est alors grise claire, elle porte des taches de lichens, parfois de mousses, c'est l'écorce mâle (SEIGUE, 1985).

IV.2.6. Feuilles

Sont plus polymorphes coriaces et arrondies, plus ou moins dentées ; elles sont d'un vert brillant au-dessus et pubescentes sur la face inférieure. Elles sont renouvelées au printemps (AIME, 1976 ; PALAISANCE, 1977).

IV.3. Appareil reproducteur

IV.3.1. Fleurs

Le chêne liège fleurit au mois d'avril et mai : les fleurs sont monoïques, les mâles réunies en chatons et les femelles axillaires et recouvertes d'une cupule formée de bractées très petites et imbriquées (ROUSSET, 1859).

IV.3.2. Bourgeons

Les bourgeons alternes, sont ovales et couvertes de poils (CHAZEL, 2012). Ils ne montrent extérieurement que deux ou trois écailles (HUCHON, 1966).

IV.3.3. Fruits

Le fruit ou le gland du Chêne-liège présente une forme et des dimensions très variables de 2 à 5 cm en longueur et 1 à 2 cm en largeur. La maturation des glands a lieu dans l'année de floraison (BOUDY, 1950 ; NATIVIDADE, 1956 ; et MAIRE, 1926), les glands tombent en octobre et novembre, parfois jusqu'à janvier (PIAZZETTA, 2005).

Selon SACCARDY (1937), la fructification commence dès l'âge de 15 ans, les bonnes glandées se répètent tous les 2 ou 3 ans. Le gland mûrit en automne, ce qui donne lieu à trois récoltes distinctes :

a- 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.

b- glands secondaires: ils sont produits en grosse quantité de novembre à décembre et leur taille est moyenne.

c- glands tardifs: qui tombent fin janvier.

IV.3.3.1. Anatomie du gland

Le gland du chêne-liège présente une forme et des dimensions très variables suivant les arbres. Il est de couleur brune à maturité, avec un pédoncule jusqu'à 4 cm de long. Sa taille varie de 2 à 5 cm en longueur et de 1 à 2 cm en largeur. La cupule est composée d'écailles légèrement arquées ou emmêlées sur la partie supérieure.

Le gland est un fruit sec indéhiscent appelé akène. Il est constitué d'une graine enveloppée par un péricarpe assez coriace, de couleur brune. Le péricarpe est formé de trois couche : vers l'extérieur par un épiderme ou épicarpe, vers l'intérieurs par l'endocarpe et au centre par le mésocarpe. Le hile

constitue la partie basale du gland ; c'est la zone la plus perméable du péricarpe. Le micropyle représente la partie distale. La graine est protégée par un tégument assez mince et nervuré. Elle comprend deux cotylédons qui cachent du côté du micropyle un embryon composé d'une radicule, d'une tigelle et d'une gemmule (BOUCHAOUR-DJABEUR et *al.*, 2011).

IV.3.3.2. Maturité physiologique et morphologique des glands

Généralement, une semence est récoltée lorsqu'elle est bien mure. Elle l'est lorsqu'elle a atteint sa déshydratation naturelle maximale ou lorsqu'elle est libérée par la plante. En fait, il ne s'agit que de sa maturation morphologique, et pour être en mesure de germer elle doit être physiologiquement mure. La maturation morphologique correspond à l'élaboration des éléments constitutifs de la semence. Elle est achevée quand l'embryon atteint son développement maximal. La maturation physiologique, quant à elle, consiste en des modifications physiologiques subtiles, qui ne se manifestent par aucune transformation morphologiques et qui rendent la semence capable de germer quand on lui fournit des conditions convenables (COME, 1975).

IV.3.3.3. Fragilité du gland

Le gland a une activité respiratoire remarquablement élevée. Cette activité est due à la haute teneur en eau des glands (STITI, 1999). Cette teneur élevée en eau rend ces graines sensibles au froid. Cette sensibilité constitue l'obstacle majeur à la conservation à moyen et à long terme. En plus, la germination semble procurer une certaine résistance au froid, dont les mécanismes et les limites ne sont pas encore complètement élucidées (PRENEY et *al.*, 1997).

La proportion des glands qui germent dès la maturation est importante. En effet, les glands de *Quercus suber* sont des graines récalcitrantes et non dormantes (STITI, 1999).

IV.3.3.4. Fructification

Le chêne-liège se caractérise par une certaine alternance dans sa fructification. La périodicité d'une bonne glandée dépend du milieu et se manifeste en moyenne tous les 2 à 3 années en plaine et toutes les 4 années en montagne (STITI, 1999 et NSIBI, 2006).

Cette alternance de la fructification est due à plusieurs facteurs, notamment, la lente accumulation des réserves nécessaires au processus de reproduction soit en raison de la pauvreté et de la sécheresse des terrains sur lesquels les arbres végètent d'habitude, soit par la suite de la haute pression osmotique de la sève qui est en rapport avec le lent déroulement des processus physiologiques et due aussi aux nombreux xérophytes (STITI, 1999). L'irrégularité des glandées pourrait résulter aussi de l'irrégularité de la floraison, elle-même due aux attaques des insectes défoliateurs, aux gaulages, aux mutilations des arbres par des bergers et des conditions climatiques parfois sévères, en particulier, le pollen et les conditions de pollinisation sont souvent apparus comme des causes déterminantes dans les caractères irréguliers de la fructification (NSIBI et *al.*, 2006).

V. Exigences écologiques

V.1. Exigences climatiques

Le chêne-liège a besoin de chaleur, d'humidité et de lumière et évite les sols calcaires. La répartition géographique de l'espèce est définie surtout par ses quatre exigences écologiques qui varient selon les particularités des stations qu'il colonise: exposition (nord/sud), topographie (sommet, fond de vallon), proximité de la mer.

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 et *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 (VIOLLON, 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 et *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). Ces conditions ne se rencontrent que près de littoral en région méditerranéenne, et de 200 à 300 km à l'intérieur de la façade atlantique. Lorsque la pluviosité descende au-dessus de 400 mm/an, l'essence peut régresser et semble sortir de son aire culturale, la raison pour laquelle le chêne liège ne s'étend pas sous le climat sec des hautes plateaux particulièrement en Algérie.

V.2. Exigences édaphiques

Le chêne liège est une espèce calcifuge stricte se plaisant sur tous les substrats siliceux et acides (schistes et grès) et craignant l'hydromorphie. Il s'accommode des sols peu fertiles, superficiels ou lourds, mais recherche plutôt des textures légères (sables), bien aérées et riches en matière organique (VIOLLON, 1998). Il réclame les terrains meubles, profond, pas trop chargés en cailloux, au pH acide ou proche de la neutralité (SEIGUE, 1985).

VI. Associations végétales

Le Chêne-liège est un élément du maquis méditerranéen qui se partage l'espace avec d'autres

essences arboricoles telles que *Quercus ilex*, *Q. faginea*, *Q. Castanea sativa*, etc., et une multitude d'arbustes, comme *Arbutus unedo*, *Juniperus sp.*, *Ulex sp.*, *Cistus sp.*, et d'essences aromatiques, etc. son cortège floristique est le suivant :

a- Strate arborescente: Chêne vert, Chêne zeen, Chêne afares, Pin maritime.

b- Strate arbustive: bruyère arborescente (*Erica arborea*) et à ballet (*Erica scoparia*), arbousier (*Arbutus unedo*), filaires (*phylaria sp.*), lentisque (*Pistascia lentiscus*), neprum (*Rhamus alaternus*), viorne (*Vuburnum timus*), myrte (*Myrtus communis*), Calycotome (*Calycotome spinosa*), la lavande (*Lavandula stoechas*), cistes (*Cistus sp.*) lierre, clématite.

En altitude le myrte, la viorne, le lentisque, la filaire sont remplacés par la cytise à trois fleurs (*Cytisus triflorus*) (BOUDY, 1952).

VII. Régénération de Chêne- liège

BOUDY (1950), signale que la régénération des peuplements du chêne-liège reste difficile dans les pays sud-méditerranéens que les autres pays à cause de la difficulté des conditions stationnelles (climatiques, édaphiques, la faculté de germination des glands, pâturage...etc.).

Dans les conditions écologiques optimales, le Chêne-liège témoigne d'un tempérament robuste, résistant aux dégradations auxquelles il est soumis, continuant à se perpétuer par régénération naturelle par semis et surtout par rejets de souches et artificiellement (cultures des glands en pépinières) à la suite de l'intervention de l'homme ou du feu. Par contre, dans les conditions moins favorables il est menacé d'éviction par d'autres essences à tempérament plus vigoureux notamment: chêne zeen , chêne vert, pin maritime (BELABBES, 1996).

VII.1. Différentes formes de régénération

VII.1.1. Régénération naturelle

La simple protection des Chênes lièges spontanés suffit à assurer le boisement rapide d'énormes étendues (NATIVIDADE, 1956). La production des glands est normalement suffisante pour la régénération (BOUDY, 1952).

La régénération naturelle n'est pas adaptée à toutes les stations et elle peut, dans certains cas, être compromise par divers facteurs (stations difficiles, absence de semenciers des essences recherchées, travaux de préparation mal fait...) (BELABBES, 1996).

VII.1.2. Régénération artificielle et assistée

La régénération artificielle du Chêne-liège ne pose pas de problème majeur si le sol n'est pas trop argileux. Si l'on applique une méthode régulière et bien adaptée la réponse de Chêne-liège est en général très favorable aux interventions sylvicoles (HACHECHENA, 1995) tels que : Le semis direct et la plantation ou régénération par reboisement

VII.1.3. Régénération par rejets de souches

Le Chêne-liège rejette vigoureusement jusqu'à un âge avancé (BOUDY, 1952). La méthode est peu utilisée en Algérie en raison du manque d'informations sur ses possibilités de production, les résultats expérimentés de son traitement en taillis semblent être satisfaisants en comparaison à d'autres chêne méditerranés (BELABBAS, 1996).

VIII. Les ennemies

VIII.1. Les insectes

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

VIII.2. Les champignons

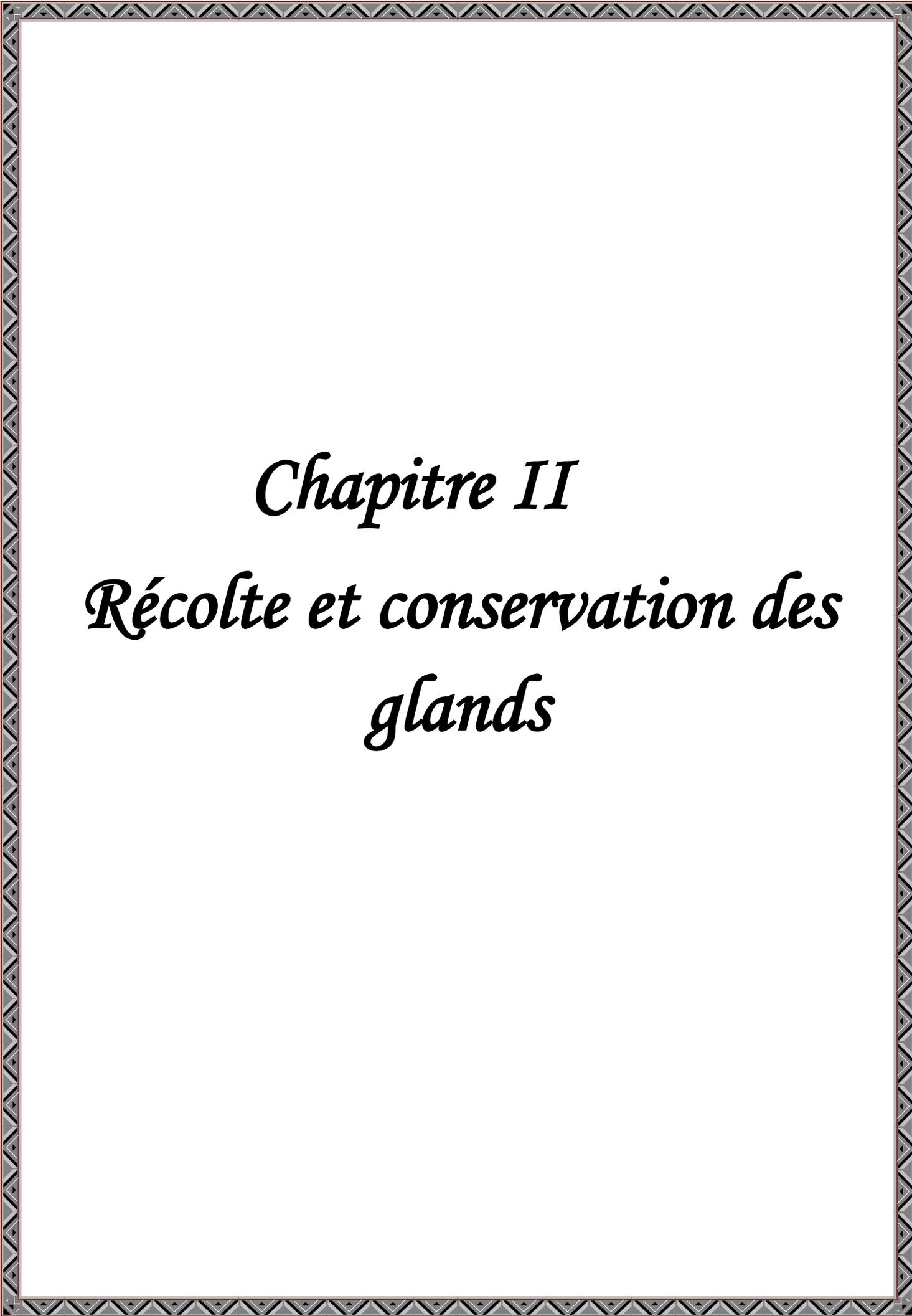
Ils provoquent des dégâts touchent généralement, les feuilles et le bois tels que : la truffe, L'hypoxylon méditerranéenne, *Microsphaera Quercina* où oïdium des chênes *Armillaria* et *Polyporus* (HEIM, 1965).

VIII.3. Les incendies

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

VIII.4. Le pâturage

C'est pour les agents de la circonscription des forêts la cause numéro un de l'échec de la régénération de chêne liège, le cheptel et les rongeurs (attaques du Porc épic et le Sanglier) (MESSAOUDENE, 2000).



Chapitre II
Récolte et conservation des
glands

Les semences doivent être récoltées en premier lieu dans des peuplements semenciers sélectionnés. Elles peuvent aussi provenir de peuplements semenciers identifiés si elles sont destinées à couvrir des besoins régionaux.

I. Récolte des semences

Selon BONFILS et *al.*, (2010), la récolte des glands a lieu entre novembre à janvier selon les régions. Il va de soi que le moment précis dépend essentiellement des conditions climatiques de l'année.

Une bonne planification favorise l'efficacité de la récolte et la modicité des coûts.

I.1. Choix de la récolte

Il existe un grand nombre de méthodes et d'équipement permettant la récolte des semences, et le choix dépend d'un certain nombre de facteurs qui, d'après (ROBBINS et *al.*, 1981) peuvent se résumer comme suit:

- La taille relative et le nombre des unités de dissémination naturelle et des unités qui peuvent être commodément récoltées par l'homme, il est plus indiqué d'attendre la chute naturelle des graines et de les ramasser sur le sol.
- Les caractéristiques des fruits: grosseur, nombre, position et répartition; résistance des pédoncules au secouement, à la traction, à la rupture ou au sectionnement; intervalle entre maturité et la chute.
- Les caractéristiques des arbres: diamètre, forme et longueur du tronc, épaisseur de l'écorce; forme de la cime; grosseur, angle, densité et résistance à la rupture des branches; densité du feuillage et hauteur de la cime.
- Les caractéristiques du peuplement: répartition des arbres et proportion de surface occupée (par exemple arbres isolés, peuplement clair ou dense); densité du sous-étage et de la végétation au niveau du sol).
- Les caractéristiques du site: déclivité, accessibilité.

I.2. Méthodes de récolte

Les méthodes varient d'un pays à l'autre suivant la tradition, la main-d'œuvre, la topographie et la nature des graines à récolter. Trois techniques de récolte sont envisageables:

I.2.1. La récolte manuelle

Cette technique est la plus courante. La récolte se fait soit par :

- Ramassage des graines ou les fruits tombés sur le tapis forestier.
- Récolte sur les cimes des arbres abattus; dans une exploitation, à condition que l'abattage ait lieu à une époque convenable de maturité des graines. (plus rarement).

- Récolte sur les arbres sur pied après escalade (demande habituellement plus de temps). (ROBBINS et *al.*, 1981).

Avantages : seuls les glands sains sont ramassés. Ils sont très propres et ne sont pas mêlés à d'autres matières. Le travail n'exige pas l'engagement de grands moyens techniques (BONFILS et *al.*, 2010).



Fig.04 : Récolte manuelle de glands (FURST, 2010)

I.2.2. La récolte à l'aide de filets

Cette technique est surtout applicable sur les sols plats à légèrement inclinés, dans les peuplements sans trop de sous-bois ni de peuplements accessoires. Les filets sont déposés au sol sous les semenciers. Il vaut la peine ici de choisir les arbres très fructifères car ils permettent d'optimiser le rendement par filet. Chaque filet devrait recueillir les glands de deux semenciers au moins. Cela signifie que pour 20 à 30 arbres, il faudrait au moins dix filets bien répartis dans le peuplement.

Avantages : les glands ne sont pas en contact direct avec le sol et ne sont pas mélangés à la litière ou à de vieux glands. Ils sont donc moins exposés aux maladies cryptogamiques. Cette technique se prête aux récoltes de grandes quantités de glands (Plus de 100 kilogrammes).

Inconvénients : la récolte doit être très soigneusement planifiée. Elle exige aussi une préparation de la surface du sol au-dessous des semenciers (les branches gênantes et autres obstacles doivent être écartés).

Les filets sont installés avant la chute des glands. Lorsque ces derniers sont tombés, les filets devraient être emportés le plus rapidement possible, afin d'éviter l'apport de feuillage et d'autres déchets. S'il pleut souvent pendant la période de récolte, il devient très difficile de séparer les glands des feuilles mouillées.

Les chasseurs n'apprécient guère la présence de ces filets. Dans les peuplements proches des villes, des actes de vandalisme sont également à craindre. Par ailleurs, les filets doivent être contrôlés régulièrement (BONFILS *et al.*, 2010) .

I.2.3. La récolte à l'aide d'un aspirateur (du type "Tonutti")

D'après BONFILS *et al.*, (2010), l'intérêt de l'aspirateur réside dans les grandes quantités de glands qu'il est possible de récolter assez rapidement dans les peuplements accessibles aux tracteurs (par les chemins forestiers ou les layons de débardage). L'appareil aspire les glands, le feuillage et de petites branches. La récolte est placée dans un tambour et un nettoyeur à graines où les semences sont séparées du feuillage et des déchets et sommairement pré nettoyées

Avantages : lors d'une fructification complète, cette technique permet d'obtenir jusqu'à 100 kilogrammes de glands par heure.

Inconvénients : s'il pleut ou que le feuillage est mouillé, l'aspirateur est nettement moins performant. De la litière et des particules d'humus adhèrent aux glands. Le danger d'infection cryptogamique augmente. Après la récolte, les glands doivent être nettoyés et trempés dans un bain d'eau.

- ✓ Les trois techniques de base peuvent au besoin être combinées entre elles: par exemple, les glands tombés sur un filet peuvent être séparés du feuillage et des déchets à l'aide d'un aspirateur Tonutti.



Fig.05 : Récolte de glands mécanisée avec un aspirateur "Tonutti" (FURST, 2010)

Selon HARFOUCHE (2005), lors de l'opération de la récolte, il est important de :

- ❖ Contrôler l'état de maturité des glands (ne récolte que les arbres portant des glands bruns, les autres le seront ultérieurement);
- ❖ Eviter de récolter les arbres dont les glands sont infestés par les insectes (tordeuse des glands et balanins).

Les attaques de tordeuse se traduit par des déformations (torsions) des glands ; les attaques de balanins se reconnaissent par la présence d'un trou sur le gland (glands piqués);

- ❖ Collecter les glands dans des sacs de jute (proscrire l'emploi des sacs en plastique) ; le jute est perméable à l'air et permet d'absorber l'humidité libérée par les glands ; ce n'est pas le cas du plastique (risque élevé d'attaque par les champignons);
- ❖ Identifier chaque lot par deux étiquettes, l'une à l'intérieur et l'autre agrafée à l'extérieur du sac portant des indications de provenances suivantes :

Espèce et qualités, commune, site de récolte, exposition, altitude et date de récolte, ainsi, les noms des agents ayant effectués la récolte.

II. Transport des glands

Il est important de rappeler que la qualité des glands pendant le transport est liée à certaines conditions telles que l'humidité, la température, l'aération et le type de sacs ou récipient où ils sont placés. Afin d'éviter les pertes de qualité, les glands devraient être placés dans des sacs ou récipients hermétique (en toile de jute) et acheminés rapidement vers les locaux d'utilisation.

Pour le transport il est absolument préférable d'utiliser des véhicules frigorifiques pour le transport à longue distance où les sacs d'emballage ne devaient pas être entassés de grandes quantités pendants longue temps (SUSKA et *al.*, 1994).

Pour des transports de courte durée, des sacs de jute ou autre tissu perméable à l'air, fermés par une ficelle, sont suffisants. Le tissu doit être perméable à l'air. Certains auteurs (SUSKA et *al.*, 1994) précisent que les glands fraîchement récoltés respirent d'autant plus intensément qu'elles ont un taux d'humidité élevé et qu'elles se trouvent dans des pièces chaudes et fermées dans le brassage de l'air est faible.

Lors du transport des sacs, il est important de prendre les précautions nécessaires pour que les glands ne se dessèchent pas en route (ne pas exposer les glands au vent, soleil, etc...) (SUSKA et *al.*, 1994).

III. Traitement des glands avant la conservation

Dès leur réception, les glands sont soumis à une série d'opération de traitement, permettant d'augmenter leur qualité;

III.1. Nettoyage

Les glands de chênes, sont étalés dès leur réception sur une bâche et soumis à l'opération de nettoyage, en générale cette opération s'effectue manuellement ;

Cette opération permet d'augmenter considérablement la pureté des glands (CHOUIAL, 2003).

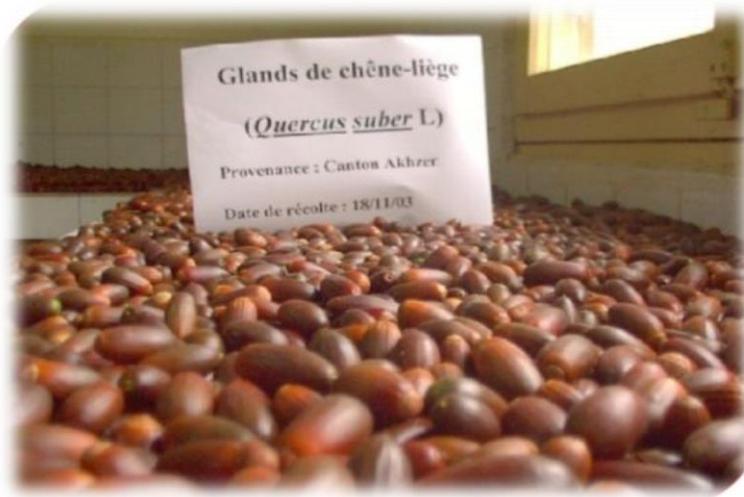


Fig.06 : Un lot de glands nettoyé et préparé aux traitements fongiques (CHOUIAL, 2003).

III.2. Triage par flottation

D'après CHOUIAL (2003), l'opération destinée à évacuer les graines vides et perforées ou parasitées. L'opération se réalise dans un bac rempli d'eau où le volume d'eau devrait être deux fois le volume des glands immergés dans l'eau, les glands légers et malades remontent à la surface tandis que, glands lourds et sains restent au fond du récipient. Après ce bain, les glands doivent être soigneusement ressuillés à température ambiante.



Fig.07 : lot de glands après l'opération de triage (CHOUIAL, 2003).

III.3. Traitement phytosanitaire

III.3.1. Traitements fongiques

Selon CHOUIAL (2003), l'état sanitaire des glands pendant la conservation peut être compromise par des infections fongiques.

En effet à basses humidités, ils se développent des aspergillus xérophytes : *Aspergillus glaucus* et à humidité plus élevée s'installe, un champignon Ascomycète: *Ciboria batschiana*, responsable de la pourriture noire.

Il est recommandé d'utiliser l'association de deux fongicides: Un trempage préalable des glands dans une solution de **bénomyl** à 0.4 g/l, suivi après un léger ressuyage, d'un poudrage avec du **Thirame** à raison de 2g/kg de glands.



Fig.08 : Glands traités à l'aide d'une poudre de Thirame (CHOUIAL, 2003).

III.3.2. Thermothérapie

Ce traitement est spécifique aux glands des chênes en vue d'une conservation à long terme. Il est indispensable pour détruire le *Ciboria batschiana*, champignon redoutable responsable de la pourriture noire des glands.

Il s'agit de tremper (émersion) les glands dans de l'eau chauffée et maintenue à une température 40 à 41° C pendant plus 01 heures (CHOUIAL, 2003).



Fig.09 : Lot de glands de chênes préparé pour la conservation en chambre froide (CHOUIAL, 2003).

L'importance grandissante prise dans notre pays par la régénération artificielle ou l'assistance à la régénération naturelle, rencontre dans le cas du chêne un obstacle majeur qui est l'irrégularité de la fructification dans certaines régions. En France, pour lever concernant cet obstacle, la voie la plus simple est de parvenir à conserver des glands viables pour les utiliser les années à glandée faible ou nulle. Pour atteindre cet objectif, des travaux ont été engagés au Centre national de recherches forestières par la Station d'amélioration des arbres forestiers ; les principales modalités d'une bonne conservation ont pu être alors définies (BONNET-MASIMBERT et MULLER, 1973) mais il est rapidement apparu que l'incidence de certains champignons pouvait dans de nombreux cas anéantir toute possibilité de conservation.

IV-Méthodes de conservation

Plusieurs études JONES(1972) ; BASTIEN(1992) ; MEROUANI et *al.*, (2001), menés sur le genre *Quercus* rapportent que la conservation des glands est difficile à maître, ils n'existent aucun protocole standard pour la conservation à long terme.

En générale, la conservation la plus réussie est le résultat de plusieurs méthodes qui empêchent la déshydratation, la dessiccation, l'expansion des champignons et la germination au cours de la conservation des glands.

En effet, WANG et *al.*, (1994) , montrent que la conservation dans des milieux humides tel que la tourbe, la sciure de bois ou sable a donnée de bons résultats pour les semences de chêne.

Dans les régions tempérés, les différentes études menées sur le genre *Quercus*, on citera les travaux de rapportent que la conservation dans sacs de polyéthylène d'une épaisseur de 4 à 10 millièmes de pouce, fermés hermétique avec une teneur en eau de 30% des glands et une température de -3 à +3 °C a donnée des résultats satisfaisants (WANG et *al.*, 1994).

MEROUANI et *al.*, (2001) rapportent que le choix de sacs ou emballage de conservation a un effet important sur la réussite de la conservation. L'utilisation de sacs à mailles entraîne une forte perte d'eau des glands qui atteignent très rapidement des valeurs létales de déshydratation.

V. les facteurs de la conservation

La réussite de conservation des glands est compromise par un ensemble de paramètres dont les plus importants sont :

V.1. Maturité

MULLER (1986), rapporte que l'immaturation des glands à la récolte influe directement sur la longévité au cours de la conservation.

V.2. Teneur en eau

La teneur en eau est le paramètre le plus difficile à maîtriser durant la conservation des glands ; à une teneur élevé, les glands rentrent très rapidement en germination précoce. Plus cette teneur est forte plus la respiration est intense et la perte de la viabilité des glands est rapides

(WILLAN, 1992). A une forte déshydratation, les glands meurent rapidement. Toutefois, la difficulté de conservation réside dans le maintien la teneur en eau le plus près possible du minimum tolérable.

Plusieurs auteurs s'accordent de dire que, les valeurs optimales de la teneur en eau des glands pour une meilleure conservation peuvent être variées selon les conditions climatiques, les années de récolte, les peuplements semenciers, inter-peuplement et même au niveau d'un même individu "arbre" (LOUIS, 1994 ; MEROUANI et al., 2001).

D'après MEROUANI et al., (2001), la teneur en eau initiale des glands frais de chêne liège à la récolte varie entre 44 à 47% et que cette teneur est variée d'un arbre à l'autre de même peuplement.

Selon les études menées par MESSER (1989) et FERMER(1992) in LOUIS 1994, indiquent que la teneur en eau des glands de chêne rouge variée de 28 à 47% et de 35,4 à 46,5% pris dans cet ordre, et cette variation est extrêmement importante au niveau d'un même individu, elle est de l'ordre de 26 à 56,5%.

Pour le même auteur, en vue d'une conservation, et selon les travaux de SUZCA et TYLKOWSKI (1980), menés sur des glands de chêne rouge préconisent une gamme de teneur en eau allant de 38 à 45%, et cite aussi que FERMER (1992), indique une teneur peu différente et varie entre 37,5 à 41,2%.

Dans ce contexte et d'après les travaux menés par MEROUANI et al., (2001) , sur des glands de chêne liège recommandent des teneurs en eau inférieure à 42% pour réussir la conservation.

V.3. Température de conservation

La température de conservation pour ce type de semence doit être maintenue au-dessus du point de congélation pour ne pas tuer l'embryon et ne doit pas non plus dépasser 2 à 3°C pour ne pas initier le processus de la germination en chambre froide puisque les glands n'ont pas une dormance profonde.

Les travaux de ZAKHARIA et ISONEV(1993) in LOUIS (1994), sur le genre *Quercus* montrent une teneur en eau de 44 à 45% est incapable de supporter une température de -8°C pendant plus de 14 jours, de -10°C plus de 24 heures et de -15°C plus de 8 heures.

VI. Problèmes posés par la conservation des glands

VI.1. Champignons

Parmi les facteurs qui interviennent sur la longévité des glands, la teneur en eau et la température de conservation ont été plus particulièrement étudiés. Vis-à-vis de la teneur en eau, les glands appartiennent à la catégorie des semences « récalcitrantes » (semences qui ne résistent pas à une

déshydratation même modérée et qui ne supportent, ni une atmosphère confinée, ni des températures fortement négatives).

Par ailleurs, la teneur en eau élevée permet le développement de champignon, en particulier *Ciboria batschiana*, responsable de la pourriture noire (DELATOUR et al., 1978 ; DELATOUR et al., 1976).

D'une manière générale, la classification de ce champignon la plus admise est la suivante :

Règne : *Fungi*

Embranchement : *Ascomycota*

Classe : *Ascomycetes*

Ordre : *Helotiales*

Famille : *Sclerotiniaceae*

Espèce : *Ciboria batschiana* (DELATOUR et MORELET, 1979)

a- Reconnaissance et évolution des dégâts

Les glands chez lesquels l'évolution de la maladie est avancée sont facilement reconnaissables c'est le cas de ceux qui auront séjourné en forêt ou en conservation pendant plusieurs mois (Fig.10) : l'enveloppe éclatée longitudinalement laisse apparaître les cotylédons transformés en une masse noire de consistance carbonacée (cotylédons « momifiés »). Lorsque l'on ramasse les glands en forêt dans les semaines qui suivent leur chute, les attaques étant moins avancées, aucun symptôme extérieur n'est généralement visible alors que si l'on décortique les glands, on pourra observer les premières manifestations du champignon à la surface des cotylédons sous forme de taches d'abord jaunâtres dont le centre ensuite se déprime et prend une teinte brune (Fig.11). Ces taches d'abord isolées et mesurant alors 1 à 2 mm de diamètre s'accroissent et se rejoignent peu à peu pour atteindre finalement toute la surface des cotylédons y compris les surfaces plates inter-cotylédonaires. Si l'altération est d'abord superficielle, celle-ci gagne ensuite la profondeur des tissus (Fig.12), les détruisant en totalité. Dans les conditions les plus favorables au parasite, l'envahissement complet des surfaces peut être réalisé en moins d'un mois.



Fig.10 : Glands atteints par *Ciboria*
" l'enveloppe est éclatée longitudinalement"
(DELATOUR et MORELET, 1979)



Fig.11 : Gland présentant à la surface de nombreuses taches dues au *Ciboria*
(DELATOUR et MORELET, 1979)

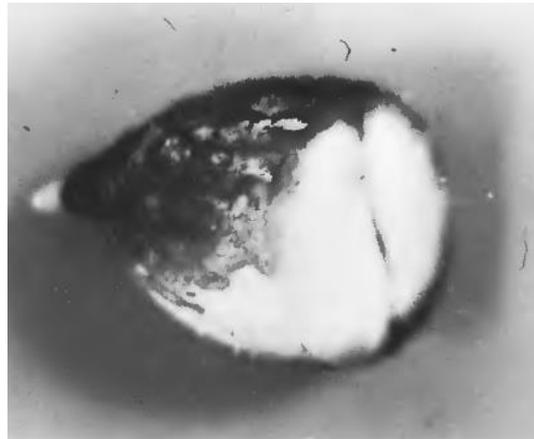


Fig.12 : L'attaque par le *Ciboria* est d'abord superficielle puis gagne en profondeur
(DELATOUR et MORELET, 1979)

b- Reconnaissance du parasite en forêt

Ce champignon persiste plusieurs années (pendant près de 10 ans) dans les glands atteints au sol, sur lesquels il peut fructifier chaque automne (DELATOUR, 1979).

La fructification du *Ciboria* facile à observer, se rencontre en forêt en automne ; elle se développe sur les glands atteints les années précédentes. Il s'agit de très jolies pézizes (apothécies) de couleur brune (fig.13) , elle se présente sous la forme d'un disque concave pouvant atteindre 1 à 2 cm de diamètre, porté par un pédoncule de longueur variable (jusqu'à 3-4 cm). La partie concave de cette fructification est la zone fertile dans laquelle sont élaborées les spores (ascospores) qui sont émises dans l'air de façon active en petits nuages grisâtres visibles à l'œil nu.



Fig.13 : Fructification automnale du *Ciboria* une interprétation les aopthécies sont parfois très nombreuses sur un même gland. (DELATOUR et MORELET, 1979)

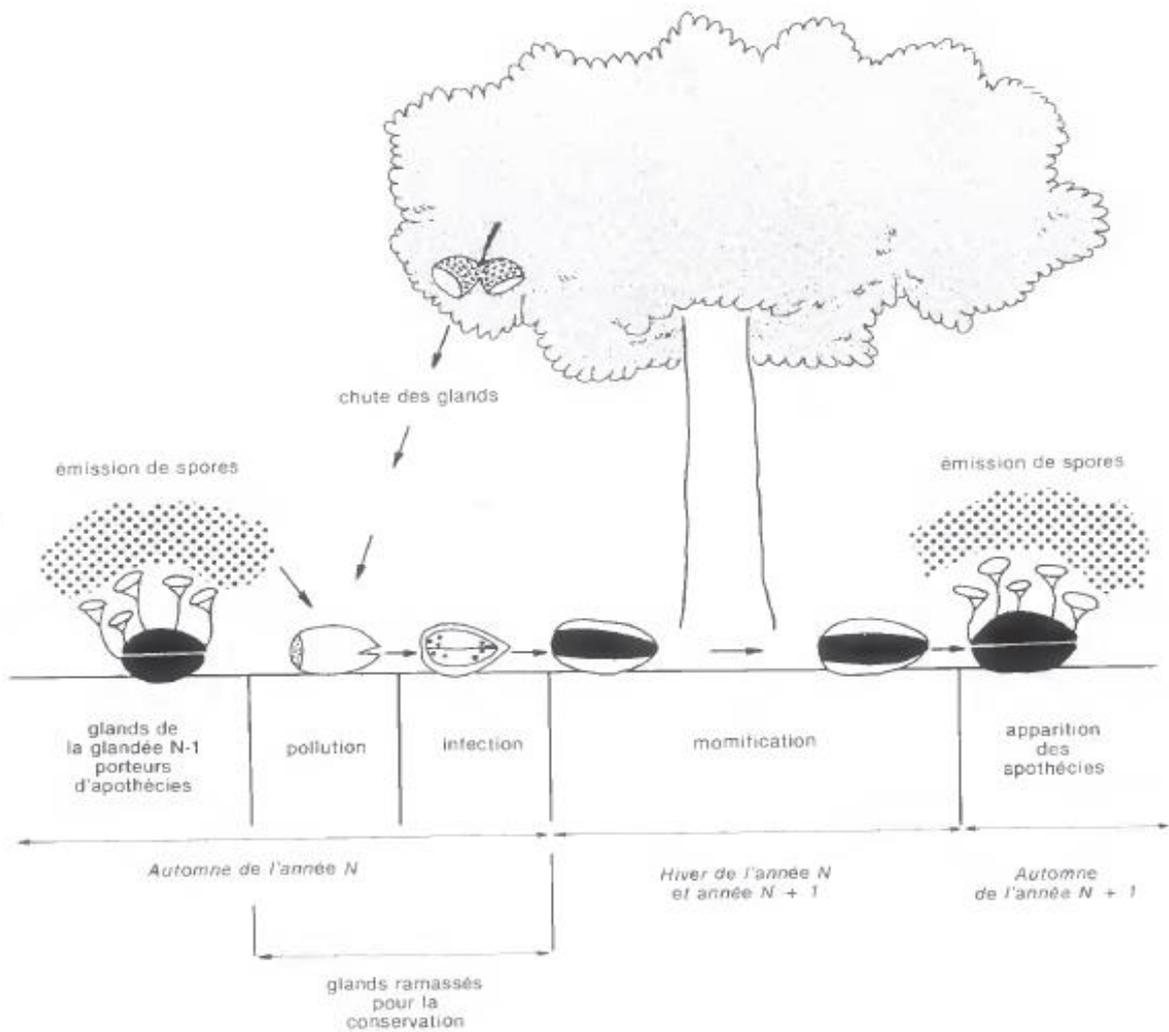


Fig.14 : Développement de *C.batschiana* en nature (DELATOUR et MORELET, 1979)

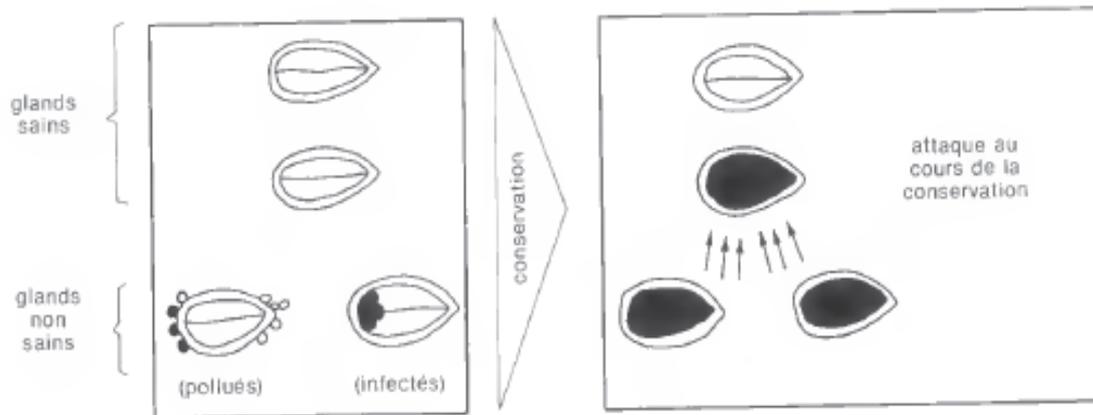


Fig.15 : Développement de *C.batschiana* en conservation (DELATOUR et MORELET, 1979)

c- Cycle biologique

Ces champignons sont des ascospores dont l'émission est effective à l'époque de la glandée qui assurent l'infection des glands.

Ont montré qu'après DELATOUR et *al.*, (1976), qu'après germination des spores, le parasite peut pénétrer à l'intérieur des glands à travers la zone poreuse du hile ou par les ouvertures des téguments : fentes apicales de germination, ouvertures accidentelles

Comme ce parasite peut provoquer une infection sur l'arbre dont les glands peuvent germer avant la chute.

En effet, la majorité des cas de l'infection des glands aura probablement lieu au sol ; à ce niveau non seulement sont produites les spores mais les conditions d'humidité y sont souvent très favorables à leur germination rapide, de telle sorte que dans les quelques jours qui suivent la chute, un grand nombre d'infection peuvent être déjà réussies (DELATOUR et MORELET, 1979).

Lorsque ces glands seront ramassés pour la conservation, ceux-ci se trouveront dans diverses situations par rapport au *Ciboria* :

- ❖ Des glands, déjà atteints, posséderont des taches cotylédonnaire plus ou moins Abondantes ;
- ❖ D'autres n'hébergeront le *Ciboria* que sous forme de spores déposées à l'extérieur de Leurs téguments ;
- ❖ D'autres enfin seront totalement indemnes.

Au cours de la conservation, dans les deux premiers cas, le parasite poursuivra son évolution jusqu'à la destruction complète des glands (momification) ; seuls les glands dans le dernier cas seront susceptibles de demeurer sains ; cependant ils pourront être atteints au cours de la conservation parfois dans une large mesure par le mycélium, qui s'épanouit dans le milieu de conservation (tourbe) à partir des glands infectés (DELATOUR et *al.*, 1978).

VI.2. Insectes

Le charançon "*Curculio elephas* = *Balaninus elephas*"

D'après GACHI et *al.*, (2001), rapportent que ce petit charançon est un ravageur des fructifications, il pond dans les glands, en s'aidant de sa trompe pour percer la cuticule (trou minuscule), et il y dépose un œuf. La larve, de forme allongée, blanchâtre avec une tête jaune et des pattes presque invisibles, s'y développe aux dépens de l'hôte jusqu'à la formation complète de la chrysalide.

Arbres hôtes: Chênes (*Quercus*), en particulier le chêne liège (*Quercus. Suber L.*), le chêne vert (*Quercus. ilex L.*), et le châtaignier (*Castanea sativa*).



Fig.16 : Glands attaqués par l'insecte
(GACHI et *al.*, 2001)



Fig.17 : Larve de *Balaninus elephas*
(GACHI et *al.*, 2001)

Les dégâts de l'insecte sont bien visibles sur les glands, lorsqu'il sort du gland, en laissant un gros trou bien visible, signe de son passage. Le Charançon est particulièrement dévastateur des glandées et donc de la régénération naturelle, la totalité des glands visités ne sont plus viables.

GACHI et *al.*, (2001), mettant les facteurs de risque de cet insecte qui sont : les attaques les plus intenses au cours des années de faible production de fruits. De même, La présence de glands infestés laissés au sol favorise le développement des populations du charançon en facilitant le passage des larves entre les fruits et le sol.

Selon GACHI et *al.*, (2001), Il n'existe pas de traitement à grande échelle, les traitements sont appliqués en pépinière de manière locale sur les glands. Toutefois, une lutte préventive est indiquée, il s'agit de :

- ❖ Ramasser tous les glands tombés sur le sol,
- ❖ Le pâturage par les animaux sous les chênes peut être toléré dans les zones très infestées durant la fructification des chênes afin de réduire le nombre de glands infestés sur le sol,
- ❖ utiliser la thermothérapie en pépinière. Il s'agit de plonger les glands dans de l'eau chaude à 40°C pendant une heure ; les larves sont ainsi tuées tout en permettant une meilleure germination.

VI.3. Germination durant la conservation

La réussite de la conservation des glands consiste à éviter leur germination précoce et à maintenir leur viabilité durant tout le processus de conservation.

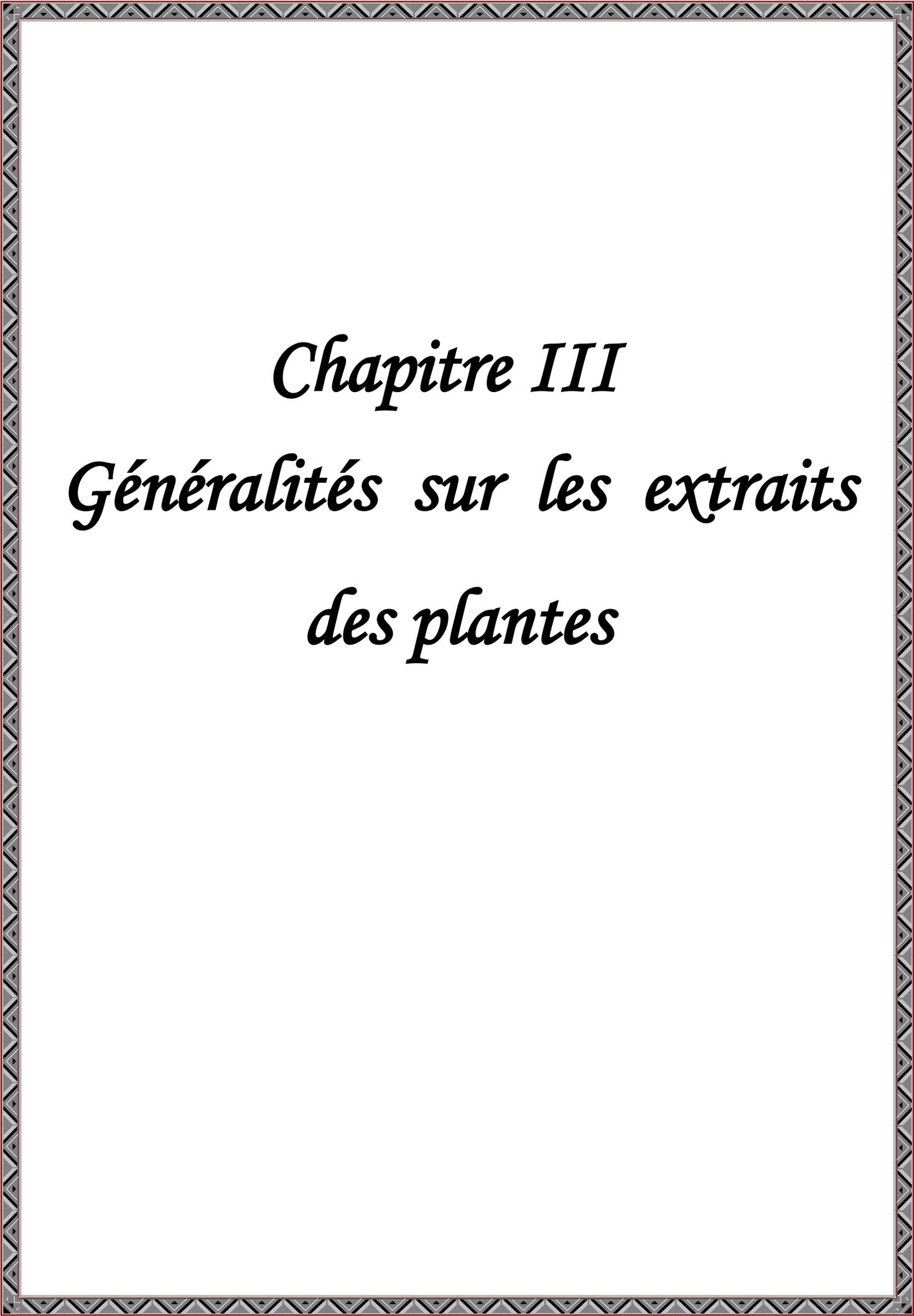
D'après MERCIER et RAINVILLE (1996) et MEROUANI et *al.*, (2001), une partie importante de glands durant leur conservation en chambre froide entrent en germination dite précoce, c'est-à-dire qui ont produit une radicule de quelque longueur.

Les travaux de MEROUANI et *al.*, (2001), montrent que lorsque les glands se réhydratent fortement durant la conservation, ils rentrent très rapidement en germination. Ce qu'expliquent que les phases d'imbibition et d'élongation cellulaire de l'embryon sont déjà accomplies durant les premiers mois de conservation. Cette précoce la germination durant la conservation paraît être liée à l'état hydrique élevé des glands juste avant leur conservation et à l'immaturation morphologique des glands.

MULLER (1986), rapporte que la teneur en eau des graines et leur maturité à la récolte influent sur la longévité des semences en conservation.

VI.4. Dessèchement du péricarpe

Selon WALT (1919) in LAMOND et LEVERT,(1980), une dessiccation trop poussée entraîne directement la mort des glands, ces derniers ne germent plus, même après avoir repris leur teneur en eau initiale.



Chapitre III
Généralités sur les extraits
des plantes

I. Définition

Une huile essentielle (HE) est la fraction odorante volatile extraite des végétaux. C'est le parfum concrétisé de la plante, un véritable concentré. Elle peut être extraite de différentes parties d'un végétal: les feuilles (ex: Eucalyptus), les fleurs (ex: camomille), l'écorce (ex: la cannelle), le bois (ex: le cèdre), le zeste (ex: le citron) et bien d'autre encore: les graines, les baies, les fruits, le bulbe...etc. (FESTY, 2007).

Selon BRUNETON (1993), les huiles essentielles sont « des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation».

La norme AFNOR NF T 75-006 (1987), donne la définition d'une huile essentielle comme un: « produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation à sèche. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques».

Et d'après LUBINIC (2006), les huiles essentielles sont des substances végétales, principalement des terpènes, apparentés à l'éther, aux alcools et aux aldéhydes.

II. Répartition et localisation

On rencontre les huiles essentielles dans divers familles botaniques elles se localisent dans toutes les parties vivantes de la plante et forment dans le cytoplasme de cellules spécialisées (DEGRYSE et *al.*, 2008).

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en générale dans des cellules glandulaires spécialisées. Situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule. Elles sont alors stockées dans des cellules dites cellules à huiles essentielles (Lauraceae), dans des poiles sécréteurs (Lamiaceae), dans des poches sécrétrices (Myrtacée ou Rutaceae), dans des canaux sécréteurs (Apiaciacae ou Astraceae). Elles peuvent être stockées dans divers organes végétaux (tableau 01) : les fleurs (bergamotier, rose, ..), les feuilles (citronnelle, eucalyptus, ...), les racines (vétiver), les rhizomes (curcuma, gingembre, ...), les fruits (anis, badiane, ...), le bois (bois de rose, santal, ...), ou graines (muscade, ...) (OUSSALA et *al.*, 2006) .

Si tous les organes d'une même espèce peuvent renfermer une huile essentielle, la composition de cette dernière peut varier selon sa localisation. De façon générale, les huiles essentielles sont présentées en très petite quantité: 1 à 2% de la matière sèche au maximum (BRUNETON, 1993).

Tableau 01 : Les parties de certaines plantes riches en huiles essentielles.

Partie de plante	Exemple
Feuilles	Romarin. sauge
Feuilles de confères	Sapin. cèdre
Tiges	Citronnelle. lemongrass
Ecorces	Cannelier
Racines	Angelica, vetiver
Rhizomes	Acorus, gingembre
Bulbes	Oignon
Bois	Santal
Fruits	Bleuet. citron
Fleurs	Jasmin. rose
Graines	Aneth

(GARNEAU, 2001)

III. Composition des huiles essentielles

III.1. Composition chimique

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes, contenant de nombreuses espèces chimiques appartenant au domaine de la chimie organique (DEGRYSE et *al.*, 2008).

Elles sont constituées principalement de deux groupes de composés odorants distincts selon la voie métabolique empruntée ou utilisée.

Il s'agit des terpènes (mono et sesquiterpènes), prépondérants dans la plupart des essences, et des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (BRUNETON, 1993).

III.1.1. Les terpénoïdes

Ils représentent le groupe le plus diversifié des métabolites secondaires, végétaux, Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'une unité isoprénique à 5 atomes de carbone (C_5H_8), selon le nombre répétitif de cette unité, les terpénoïdes sont classés en: monoterpénoïdes (C_{10}), sesquiterpénoïdes (C_{15}) et diterpénoïdes (C_{20}).

Dans la composition de la plupart des huiles essentielles les monoterpénoïdes et les Sesquiterpénoïdes forment la majeure partie (KHENAKA, 2011).

III.1.2. Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane

Ils sont moins fréquents par rapport aux terpénoïdes et dont la biogenèse est totalement différente,

Néanmoins, certaines plantes possèdent ces composés avec des proportions significatives. Les phénylpropanoïdes dérivent majoritairement de la phénylalanine.

Ils sont constitués d'une chaîne carbonée liée à un noyau aromatique à six carbones (KHENAKA, 2011).

Il existe aussi des composés d'origines divers ; il s'agit-là de produits résultant de la transformation de molécules non volatiles et qui entrent en faible proportion dans la constitution des HE (BRUNETON, 1999).

D'après PIBIRI (2006), la structure des composés des huiles essentielles est constituée d'un squelette hydrocarboné, constituant une chaîne plus ou moins longue. Sur ce squelette de base est souvent présent un ou plusieurs sites fonctionnels semblables ou différents. La majorité des sites fonctionnels sont des sites oxygénés avec un ou plusieurs atomes d'oxygène, pour quelques groupes fonctionnels azotés ou soufrés.

Selon MAILHEBIAU (1994), cette structure varie en fonction :

- Du nombre d'atomes de carbone qui les constituent: Les monoterpènes, les Sesquiterpènes, et Rarement les diterpènes.
- Du caractère saturé ou insaturé des liaisons.
- De leur agencement : linéaire ou cyclique.
- De la configuration spatiale (forme de chaise, de bateau, de trièdre ...).
- De la nature des groupes fonctionnels à savoir :

Les terpènes (R1-HC=CH-R2), les alcools terpéniques(R-OH), les cétones (R1-CO-R2), les Phénols (C₆H₆-OH), les Alcools terpéniques(R-OH), les Cétones (R1-CO-R2), les Phénols (C₆H₆-OH), les Aldéhydes (R-CHO), les Esters (R1-COO-R2), les Ethers (R1-O-R2).

III.2. Les propriétés chimiques

Les huiles essentielles s'oxydent à la lumière et se résinifient en absorbant de l'oxygène en même temps que leur odeur se modifie, leur point d'ébullition augmente et leur solubilité diminue.

Elles absorbent le chlore, le brome, l'iode avec un dégagement de chaleur. Elles peuvent se combiner à l'eau pour former des hydrates.

La lipophilie des huiles essentielles permet un très bon passage des membranes physiologiques en particulier au niveau de la peau. Une célèbre expérience a montré que l'application d'eucalyptol sur la plante des pieds entraîne quelques instants après une odeur d'eucalyptus au niveau de l'haleine. (DURAFFOURD et LAPRAZ, 2002)

III.3. La notion de chémotype

Une notion capitale en aromathérapie. C'est une forme de classification chimique, biologique et botanique désignant la molécule majoritairement présente dans une huile essentielle. Cette classification dépend des facteurs liés directement aux conditions de vie spécifiques de la plante à savoir le pays, le climat, le sol, l'exposition des végétaux, les facteurs phytosociologiques et la période de récolte qui peuvent influencer la composition de l'huile essentielle. On parle d'une HUILE ESSENTIELLE CHÉMOTYPÉE "H.E.C.T" (ZHIRI et BAUDOUX, 2005)

III.4. Facteurs de variabilité de la composition des huiles essentielles

La composition des huiles essentielles est éminemment variable. Plusieurs facteurs influencent leurs profils photochimiques :

- **Facteurs intrinsèques**, liés à l'espèce, au type de clone, à l'organe concerné, à l'interaction avec l'environnement (type de sol ou climat, ...) et au degré de maturité du végétal concerné, voire au moment de la récolte au cours de la journée ;
- **Facteurs extrinsèques**, en lien avec la méthode d'extraction (BESOMBES, 2008)

III.4.1. Les facteurs intrinsèques

*Les cellules productrices d'huile essentielle pouvant se situer dans différents organes, Il est possible d'obtenir différentes huiles selon les parties sélectionnées d'une même plante.

Des travaux de de recherche ont montré des différences de composition des huiles essentielles en raison d'organes différents (feuilles et fleurs) et de sous espèces différentes. (MAFFEI et SACCO, 1997)

*Le stade végétatif au moment de la récolte est un facteur déterminant pour le rendement et la composition de l'huile essentielle des plantes de *Lavandula* obtenus par Clonage. (FANTINO, 1990)

***Influence de chimiotypes** : les chimiotypes ou la race chimique permet de définir la ou les molécules biologiquement actives présentes dans les huiles essentielles. Associée à la dénomination latine, la précision du chimiotype permet la compréhension précise du mode d'action des HE (LAHLOU, 2004).

III.4.2. Les facteurs extrinsèques

HUANG et *al.* (1995), ont montrés l'influence des méthodes d'extraction sur la composition des huiles essentielles.

Selon FANTINO (1990), le stockage des matières premières avant distillation peut également influencer la composition et le rendement des huiles essentielles.

Ce dernier a noté des pertes considérables d'huile essentielle lors d'un stockage prolongé au congélateur, mais peu d'évolution de la composition.

Par ailleurs et d'après CARETTE (2000), le temps de stockage des huiles essentielles après extraction tend aussi à modifier leur composition. Ce qui fait qu'elles se conservent entre 12 et 18 mois après leur obtention, car, leurs propriétés tendent à décroître avec le temps.

D'autres travaux ont mis en évidence l'influence de l'origine géographique de la matière première. (VERZELEET *al.*, 1988) ; par exemple on parle de HE d'origan, il s'agit-il de l'origan de Grèce (*origanum vulgare L.*), de l'origan d'Espagne (*corydothymus capitatus L.*) ou l'origan de Turquie (*origanum onites L.*) (BRUNETON, 1993).

IV. Caractéristiques et propriétés physiques

Les huiles essentielles forment un groupe très homogène (BERNARD *et al.*, 1988). Ses principales caractéristiques sont:

- * Liquides à température ambiante rarement colorées,
- * Volatiles, ce qui les différencie des huiles « fixes ».

- * Leur point d'ébullition varie de 160 °C à 240 °C.

- * Leur densité est inférieure à celle de l'eau varie de 0,75 à 0,99 (les huiles essentielles de sassafras de girofle ou de cannelle constituent des exceptions).

- * Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée et sont douées d'un pouvoir rotatoire (elles sont soit dextrogyres ou lévogyres).

- * Solubles dans les solvants organiques et sont liposolubles mais peu solubles dans l'eau.

- * Entraînables à la vapeur d'eau, solubles partiellement dans l'eau (on parle d'eau aromatique).

- * Elles sont altérables et très sensibles à l'oxydation (JACQUES ; PALTZ ,1997).

V. Rôle, utilisation des huiles essentielles

V.1. Le Rôle

V.1.1. Rôle chez la plante

Les huiles essentielles ont un large spectre d'activité contre les insectes nuisibles des récoltes et contre les champignons pathogènes. Il est déjà connu que certains composés tels que le thymol et le carvacrol ont des propriétés antifongiques (KOUL *et al.*, 2008). Comme elles peuvent également attirer quelques insectes pour favoriser la dispersion de pollen et des graines, ou repousser autres indésirables (BAKKALI *et al.*, 2008).

De plus, les huiles essentielles sont faiblement toxiques pour les mammifères, une étude recense des valeurs de DL50 de 2-3g/kg pour le rat ce qui est 15000 fois moins toxiques que les pesticides (ISMAN, 2000).

En outre, les HE étant composées d'un complexe de molécules et leur mode d'action portant sur plusieurs cibles, les pathogènes auront plus de difficultés à développer une résistance contre celles-ci.

V.1.2. Rôle écologique

Allélopathie

Regroupe tous les effets directs ou indirects, négatifs ou positifs, exercés par un végétal sur un autre par l'intermédiaire de composés biochimiques libérés dans l'environnement (RICE, 1984). Le composé chimique issu de l'espèce émettrice peut atteindre la plante cible de plusieurs façons (QUEZEL et MÉDAIL, 2003) :

- Par voie aérienne, sous forme de composés volatils ou d'aérosols : ce cas concerne de nombreux végétaux des matorrals méditerranéens (*Lavandula*, *Rosmarinus*, *Thymus*, etc.)

D'après RUMINSKA, (1973) ; l'allélopathie se fait, soit par accrétion gazeuse ou liquide des parties aériennes des plantes (feuilles, fleurs et graines), agissant directement sur les plantes voisines ; soit par l'intermédiaire du sol, grace aux excréments racinaires.

- En étant transporté dans l'eau de pluie, sous forme de pluvio-lessivats très importants dans les écosystèmes forestiers ;

- Par voie souterraine, à partir des pluvio-lessivats entraînés dans le sol ou d'exsudats racinaires qui s'accumulent et peuvent être transformés ;

A partir de la litière, la décomposition des végétaux morts entraînant la percolation des composés chimiques dans le sol, cas étudié chez *Abies alba* (DRAPIER, 1985).

V.1.3. Intérêt thérapeutique

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques, En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, par exemple contre les bactéries endocanaliaires ou au niveau de la microflore vaginale et d'origine fongique contre les dermatophytes, Cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre.

Dans les domaines phytosanitaires et agroalimentaires, les huiles essentielles ou leurs Composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant les denrées alimentaires (EL HAIB ,2011).

V. 2. Domaines d'utilisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles entrent dans la composition de parfums, de cosmétiques (shampoings, gel-douches, crèmes, laits, déodorants corporels), de produits d'entretien (savons, détergents, lessives, assouplissants de textile) et de tout autre produit, comme par exemple insecticides, désodorisants d'ambiance, diffuseurs, bougies. Elles sont aussi utilisées comme arômes pour ajouter aux aliments des odeurs et/ou des saveurs.

Enfin, elles ont certaines propriétés thérapeutiques et des applications en aromathérapie (SCHANENBERG, 2006).

VI. La toxicité des huiles essentielles

Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde) ou phototoxique (huiles de *citrus* contenant des furocoumarines. D'autres huiles essentielles ont un effet neurotoxique (PIOCHON, 2008).

En règle générale, les huiles essentielles ont une toxicité aiguë faible ou très faible par voie orale: une DL₅₀ comprise entre 2 et 5 g/kg pour la majorité des huiles couramment utilisées (anis, eucalyptus, girofle, etc.) ou le plus fréquemment supérieure à 5 g/kg (camomille, citronnelle, lavande, marjolaine, vétiver, etc.); d'autres ont une DL₅₀ inférieure à 1g/kg: l'huile essentielle de boldo (0.13 g/kg); l'essence de moutarde (0.34 g/kg); les essences d'origan et de la sarriette (1.37 g/kg); les huiles essentielles du basilic, de l'estragon et de l'hysope (1.5 ml/kg). Tandis que la toxicité chronique est assez mal connue (BUCKLE, 2003).

VII. Activités biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne (PELLECUER et *al.*, 1980) ou au niveau de la microflore vaginale (VIOLLON, 1993) et d'origine fongique contre les dermatophytes (CHAUMONT et *al.*, 1989). Cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxiques (SIVROPOULOU et *al.*, 1996) qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre.

De nombreuses études ont montré que l'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique, les groupes fonctionnels des composés majoritaires (LAHLOU, 2004) et les effets synergiques entre les composants. Ainsi la nature des structures chimiques qui la constituent, mais aussi leurs proportions jouent un rôle déterminant (PIBIRI, 2006). La description de quelques principales propriétés thérapeutiques observées lors de l'utilisation des huiles essentielles sont :

VII.1. Activité Antibactérienne

Lorsque l'on parle d'activité antimicrobienne, on distingue deux sortes d'effets: une activité létale ou bactéricide et une inhibition de la croissance ou activité bactériostatique. Le plus souvent l'action des huiles essentielles est assimilée à un effet bactériostatique.

Les études sur les mécanismes d'action d'activité antimicrobiennes sont en nombre négligeable. Jusqu'à présent, il n'existe pas d'étude pouvant nous donner une idée claire et précise sur le mode d'action des huiles essentielles. Etant donné la complexité de leur composition chimique, tout laisse à penser que ce mode d'action est assez complexe et difficile à cerner du point de vue moléculaire. Il est très probable que chacun des constituants des HE ait son propre mécanisme d'action.

D'une manière générale, leur action se déroule en trois phases:

- 1- Attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- 2- Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- 3- Destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie (EL KALAMOUNI, 2010)

VII.2. Activité Antifongiques

Les maladies des plantes cultivées provoquées par les champignons sont très nombreuses et souvent très graves. On estime qu'elles peuvent être à l'origine de pertes pouvant aller jusqu'à 40 % des récoltes (VINCENT et CODERRE, 1992). Pour les levures, les huiles essentielles agissent sur la biomasse et la production des pseudomycelium alors qu'elles inhibent la germination des spores, l'élongation du mycélium, la sporulation et la production de toxines chez les moisissures.

Les groupes moléculaires avec les plus puissantes actions antibactériennes sont également des antifongiques efficaces, mais ils doivent être utilisés sur de plus longues périodes. Des études fondamentales ont également montré que les alcools et les lactones sesquiterpéniques ont une activité antifongique (ZHIRI A., 2006). La plupart des composés: aldéhydes et cétones monoterpéniques (géraniol, linalol, menthol, terpinéol, thujanol, myrcénol, citronelal, néral, thujone, camphre, carvone, etc.), des phénylpropénals (cinnamaldéhyde) et des monoterpènes (y-terpinène, pcymène)] sont également de très bons agents antifongiques. Le Thymol, le Carvacrol, et l'Eugénol sont encore ici les composés les plus actifs. Un grand nombre de composés volatils ont été testés contre une large gamme de champignons: *Candida* (*C. albicans*), *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*), *Penicillium chrysogenum* (PIOCHON, 2008)

Des travaux *in vitro* MARIE-FRANC (2002), démontrent l'efficacité antifongique des huiles essentielles : les filaments mycéliens placés dans la réacteur en absence d'huile essentielle

présentent une grande régularité. Les hyphes sont hyalins serrés les uns contre les autres, régulièrement séptés, il ont un diamètre comprise entre 2 à 3 µm. Des échantillons traités par les composés volatils de l'huile essentielle ont été prélevés du réacteur de 48 h en 48 h, les premiers effets n'ont été visibles en microscopie photonique qu'après 6 jours de traitement. A ce stade, il existe une hétérogénéité dans les résultats : certaines hyphes ont le même aspect que les hyphes témoins, alors que d'autres apparaissent plus ou moins gonflés ou boudines, en particulier au niveau des extrémités des hyphes. L'étude de l'ultrastructure des zones tropicales des hyphes montre la présence de nombreuses vésicules dans le cytoplasme. Aussi, le contenu du cytoplasme est fortement altéré. La forme général de la cellule est irrégulière et on constate une extrême pauvreté, voire l'absence des différents systèmes endomembranaire (réticulum endoplasmique, mitochondries), par rapport au témoin. Ces deux organites participant, ainsi à toutes les activités cellulaires (biosynthèse et production de l'énergie). Ces observations sont en accord avec la diminution de la croissance et du métabolisme cellulaire provoqué par les composés volatils de l'huile essentielle.

VII. 3. Effet sur les insectes phytophages

L'activité biologique des huiles essentielles sur les insectes phytophages s'exerce à plusieurs niveaux et limite le renouvellement des générations. Ainsi, il a été constaté que les huiles essentielles se révèlent insecticides ou inhibent le cycle de reproduction (REGNAULT ROGER, 2005).

Les monoterpènes, acycliques ou monocycliques, sont des molécules légères et volatiles. Il existe, dans les sensilles des insectes, des protéines spécialisées qui répondent aux monoterpènes volatils. Ces dernières ne contribuent pas seulement à donner leurs odeurs et leurs arômes aux plantes aromatiques, mais se révèlent également actifs dans le contrôle d'insectes phytophages (ROGER, 2007)

VII.4. Activité Antivirale

Les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques dans les huiles essentielles, ce qui confère à ces dernières la capacité de combattre certaines pathologies virales. Les huiles essentielles arrêtent le développement des virus et facilitent l'élimination du mucus tout en stimulant le système immunitaire (ZHIRI et BAUDOUX, 2005).

VII.5. Activité Antiparasitaire

Comme c'est le cas dans la lutte contre les bactéries, le groupe des phénols possède une action puissante contre les parasites. Les vers oxyures, ascaris et taenias sont sensibles à certaines huiles essentielles comme celle du Thym vulgaire (*Thymus vulgaris*) (CARILLON, 1987)

Les alcools monoterpéniques, certains oxydes (ascaridole dans le Boldo, *Boldea fragrans*) et les cétones ont des activités antiparasitaires (FRANCHOMME et PENOEL, 1990)

VII.6. Activité Antioxydants

Les substances antioxydantes sont utilisées pour protéger les aliments contre les réactions d'oxydation qui constituent les principaux facteurs de dégradation des aliments.

DUPIN et *al.* (1992) ; LARSON(1995), Citons parmi les plantes aromatiques très antioxydantes: le romarin, le thym et l'oignon. Leurs activités antioxydantes et antiradicalaires peuvent freiner la formation dans les aliments de composés cancérigènes, comme la nitrosamine. Les huiles essentielles possèdent des propriétés antioxydantes et antiradicalaires qui améliorent la durée de vie de l'aliment et intéressent aussi le consommateur pour leurs valeurs nutraceutiques et les bien faits sur la santé (CAILLET et LACROIX, 2008).

VIII. Les méthodes d'extraction des huiles essentielles

Les méthodes d'extraction sont adaptées aux propriétés physiques les plus importantes des huiles essentielles ; leur volatilité dans l'air et dans la vapeur d'eau, Leur solubilité dans les solvants organiques.

Les étapes de l'extraction des huiles essentielles d'origines végétales restent identiques quel que soit le type d'extraction utilisé. Il est nécessaire dans un premier temps d'extraire de la matière végétale les molécules aromatiques constituant l'huile essentielle, puis dans un second temps de séparer ces molécules du milieu par distillation comme cela est explicité dans la figure 18 (MARIE ELISABETH, 2005).

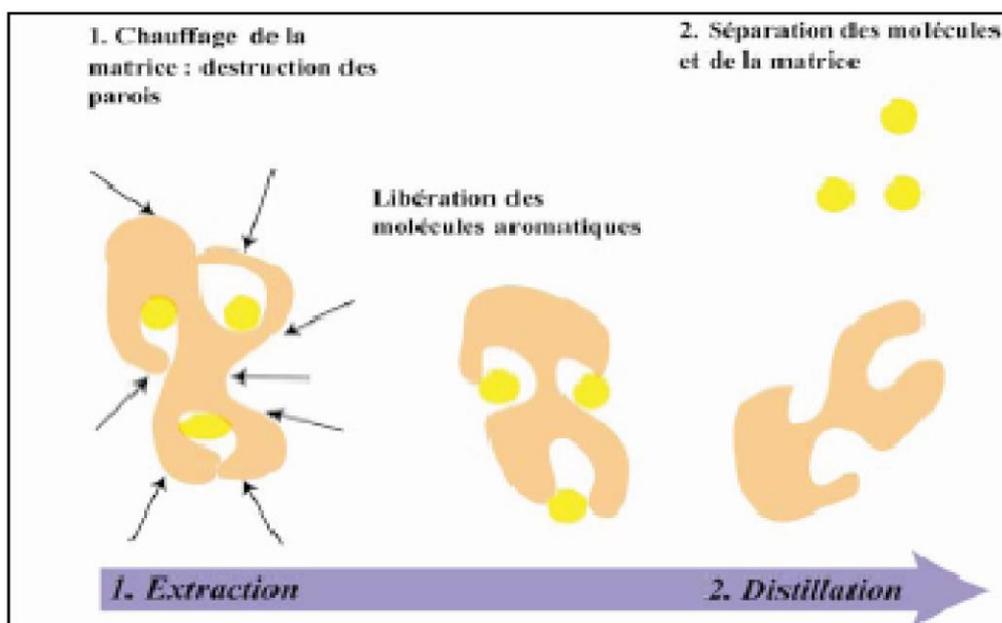


Fig. 18 : Les étapes de l'obtention d'une huile essentielle (MARIE ELISABETH, 2005).

Les principales méthodes d'extraction sont :

VIII.1. L'entraînement à la vapeur d'eau

Les méthodes d'extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau sont basées sur le fait que la plupart des composés volatils contenus dans les végétaux sont entraînaibles par la vapeur d'eau, du fait de leur point d'ébullition relativement bas et de leur caractère hydrophobe. Sous l'action de la vapeur d'eau introduite ou formée dans l'extracteur, l'essence se libère du tissu végétal et entraînée par la vapeur d'eau. Le mélange de vapeurs est condensé sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par décantation (BRUNETON, 1993).

VIII.2. La distillation à vapeur saturée

Dans cette variante, la matière végétale n'est pas en contact avec l'eau. La vapeur d'eau est injectée au travers de la masse végétale disposée sur des plaques perforées. La distillation à vapeur saturée est la méthode la plus utilisée à l'heure actuelle dans l'industrie pour l'obtention des huiles essentielles à partir de plantes aromatiques ou médicinales. En général, elle est pratiquée à la pression atmosphérique ou à son voisinage et à 100°C, température d'ébullition d'eau. Son avantage est que les altérations de l'huile essentielle recueillie sont minimisées (JUSTIN NZEY UMWAMI, 2004).

VIII.3. Hydrodiffusion

L'Hydrodiffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur d'eau. Dans le cas de Hydrodiffusion, le flux de vapeur n'est pas ascendant mais descendant. Cette technique exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Le principe de cette méthode réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange (vapeur d'eau-huile essentielles dispersé dans la matière végétale (MAYER WARNOD, 1984)

VIII.4. Les infusions et les décoctions

L'infusion consiste à verser de l'eau bouillante sur une quantité convenable de plantes dans un récipient dont le couvercle ferme bien, afin d'éviter toute perte d'essence volatile et laisser extraire de quelques minutes d'heure (ISERIN, 2001).

La décoction a des propriétés proches, C'est une technique au cours de laquelle on immerge les plantes dans de l'eau froide, puis on porte l'ensemble à ébullition.

VIII.5. Macération

Il s'agit des méthodes les plus simples à mettre en œuvre pour l'extraction des métabolites secondaires contenus dans une matrice liquide ou solide. Elles sont basées sur l'utilisation de solvants seuls ou en combinaison choisis en fonction de la famille de composés à extraire. Les solvants les plus couramment utilisés sont le pentane, l'hexane, l'oxyde de diéthyle, l'acétate

d'éthyle, le dichlorométhane, le méthanol, l'éthanol et l'eau (VENTURINI, 2012).

IX. Méthodes d'identification des huiles essentielles

La séparation et l'identification des constituants volatils d'un extrait présente bien moins d'alternatives que sa préparation. En effet, la chromatographie en phase gazeuse (CPG) est la méthode de référence dans l'analyse des huiles essentielles et des composés organiques volatiles; elle permet l'analyse de mélanges, qui peuvent être très complexes, de nature et de volatilité très variées (El KALAMOUNI, 2010).

IX.1. La chromatographie en phase gazeuse (CPG)

Est une méthode séparative parmi les plus employées car elle allie rapidité et efficacité de séparation. Elle permet d'analyser des mélanges complexes de gaz ou des composés qui peuvent être volatilisés sans être décomposé (TEISSIER et MADET, 2004).

Elle s'applique à des échantillons gazeux ou susceptibles d'être volatilisés par élévation de la température, aux molécules de bas poids moléculaires ($PM < 500 \text{ g mol}^{-1}$) et aux composés stables avec la température (JACOB, 2010).

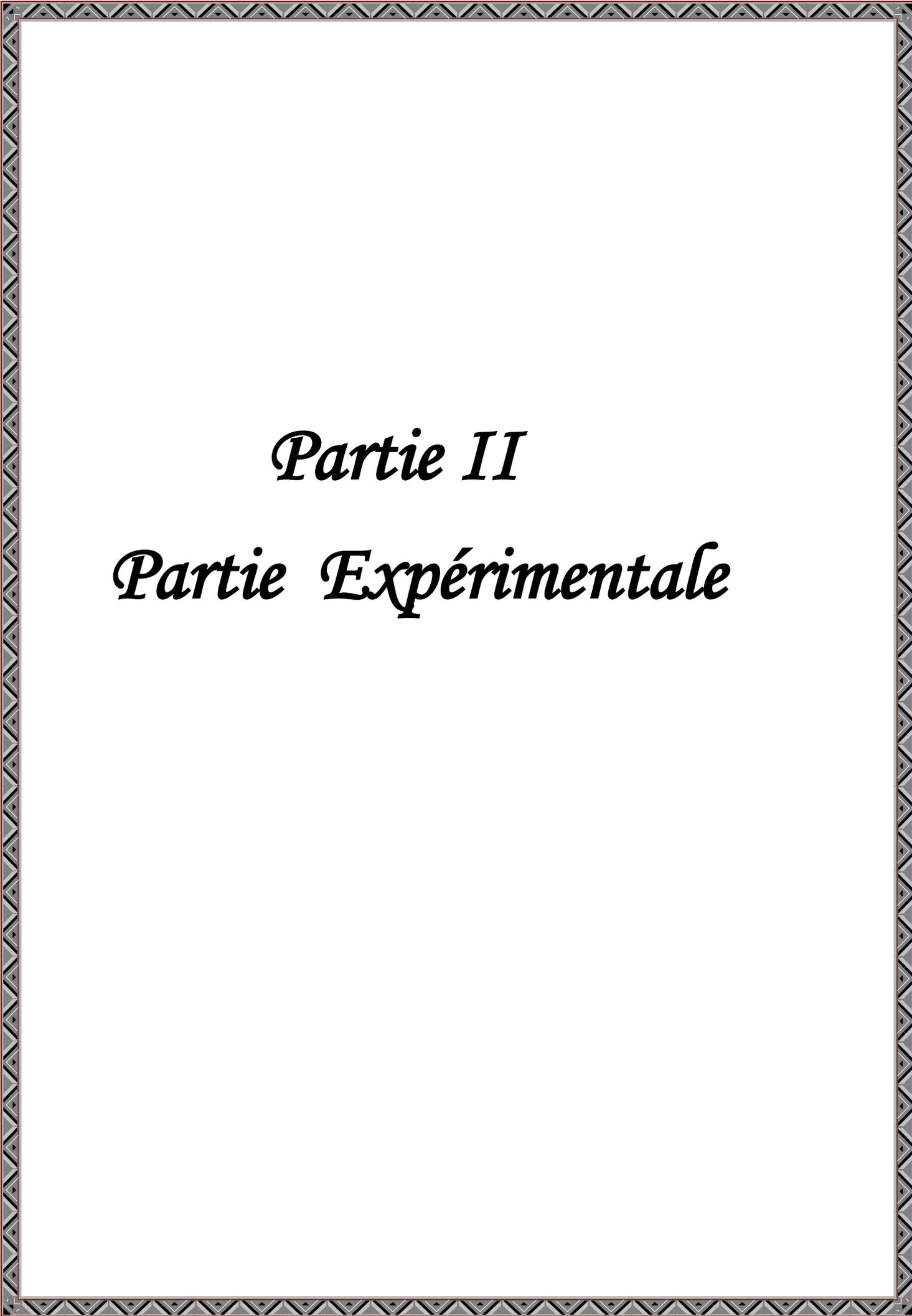
L'échantillon est vaporisé et injecté au sommet de la colonne. L'élution est assurée par un flux de gaz inerte qui sert de phase mobile (FOLCO et *al.*, 1999).

IX.2. Le couplage Chromatographie phase gazeuse/Spectrométrie de masse

Dans le secteur particulier des huiles essentielles, le couplage CPG/SM est, aujourd'hui, la technique de référence. Il s'agit d'un mode d'ionisation plus doux que l'impact électronique dans lequel il est recherché des réactions ions-molécules entre les molécules de l'échantillon en phase gazeuse et les ions d'un plasma obtenus à partir d'un gaz réactant. La réaction plasma/molécule produit des ions positifs ou négatifs qui sont repérés sur des spectres de masse. L'ionisation peut se faire par transfert de proton, réactions d'association ou formation d'adduits, perte ou abstraction d'un hydrure ou échange de charge. La contribution à chacune de ces réactions d'ionisation dépend de la nature de la substance à analyser et du gaz réactant. La faible quantité d'énergie transférée lors de l'ionisation limite les fragmentations et permet ainsi une meilleure différenciation des isomères (MUSSELLI, 2007).

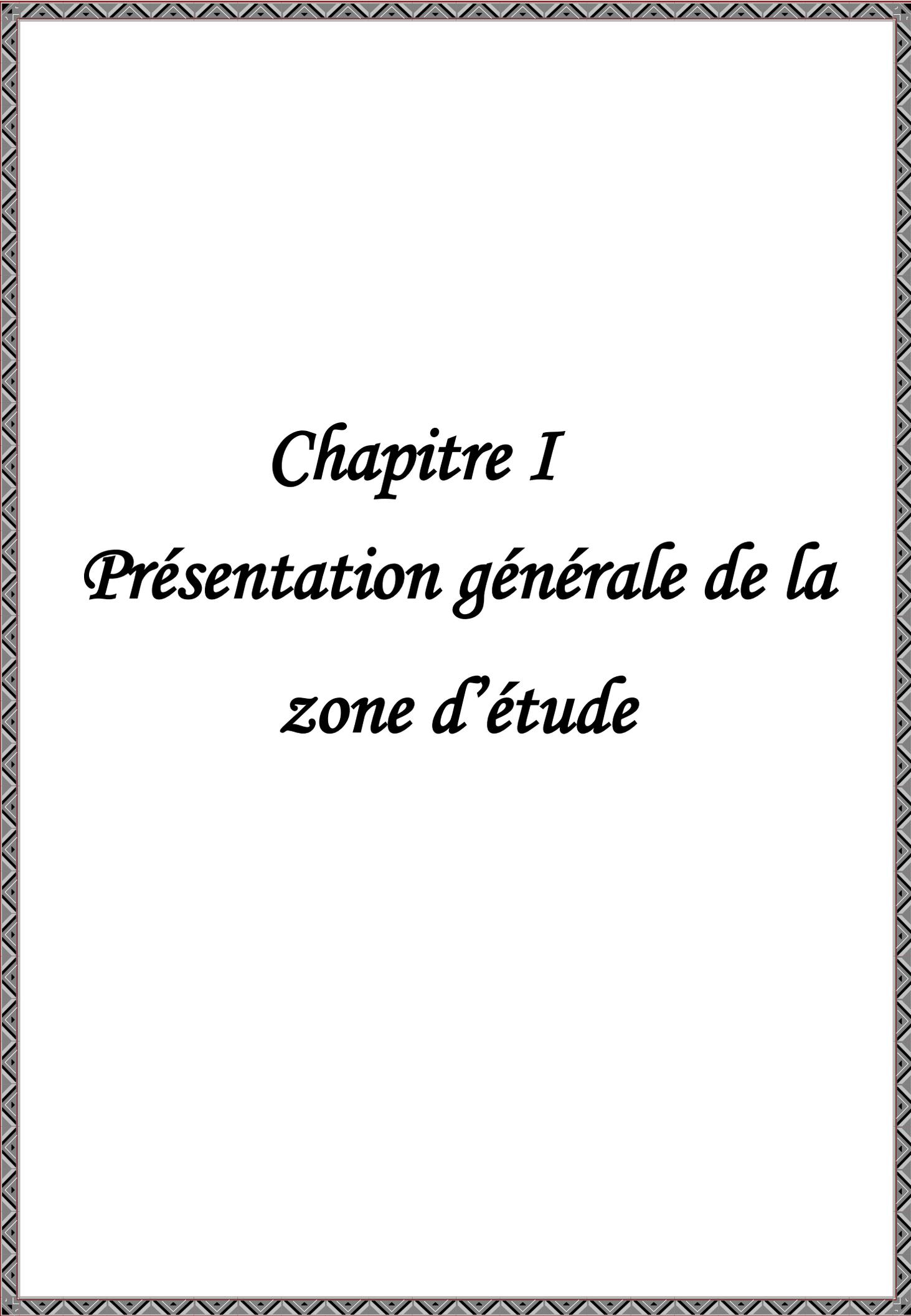
X. Conservation des huiles essentielles

L'huile essentielle brute extraite a été conservée dans des flacons en actinite hermétiquement fermés par des bouchons en caoutchouc et recouverts par du papier aluminium afin de la protéger contre l'effet de la lumière et est ainsi conservée au réfrigérateur à 4 °C jusqu'à son usage pour analyse chromatographique et les tests biologiques (NADIO et *al.*, 2013).



Partie II

Partie Expérimentale



Chapitre I
Présentation générale de la
zone d'étude

I. Présentation de la zone d'étude

I.1. Situation géographique et administrative de la région d'étude

La région de Jijel fait partie du Sahel littoral de l'Algérie ; elle est située au Nord-est

Entre les latitudes 36° 10 et 36° 50 Nord et les longitudes 5° 25 et 6° 30 Est.

Le territoire de la wilaya dont la superficie s'élève à 2396 km² est bordé:

- Au Nord par la méditerranée;
- Au Sud par la wilaya de Mila;
- Au Sud-ouest par la wilaya de Sétif,

La wilaya de Skikda délimite la partie Est, tandis que celle de Bejaia borde la partie Ouest.

Administrativement la wilaya compte 28 communes organisées en 11 Daïra. (ANONYME, 1997).

I.2. Formations végétales

Les peuplements sont composés essentiellement de Chêne-liège (*Quercus suber*) à l'état pur (fig.19), c'est donc l'espèce dominante de la zone étudiée; le maquis est généralement dense, même sous un couvert forestier. En sous-bois, les espèces les plus abondantes sont: *Myrtus communis* L., *Pistachia lentiscus* L. La forêt souffre de plusieurs facteurs de dégradation dont les plus fréquents sont les incendies répétées chaque année et à un degré moindre le pâturage et les délits forestiers (ANONYME, 2013).

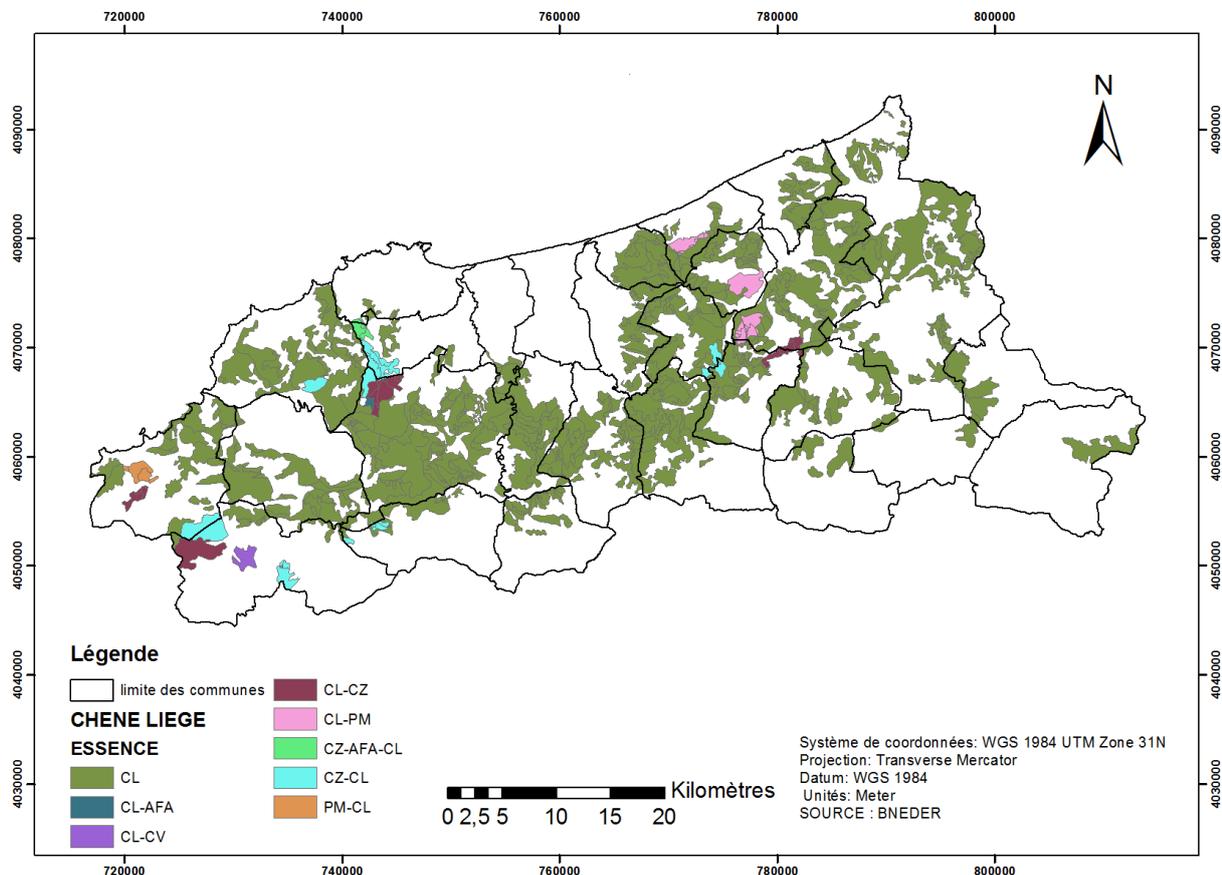


Fig.19 : Carte de répartition des peuplements de chêne liège dans la wilaya de Jijel (BNEDER, 2008)

I.3. Climatologie

Pour les caractéristiques du climat de la région de Jijel, des données climatiques nous ont été fournies par la station météorologique de l'aéroport d'El Achouât, sur une période de 10 ans de 2006 à 2016.

Comme toutes les régions du littoral Est Algérien, la région de Jijel est considérée parmi les régions les plus pluvieuses d'Algérie. Elle est caractérisée par un climat méditerranéen composé de deux saisons distinctes l'une, pluvieuse et froide en hiver, et l'autre chaude et humide en été. L'étude climatique a pour but essentiel d'analyser les deux caractéristiques principales du climat : précipitation et température. Ces deux paramètres permettent de déterminer les périodes de croissance de végétaux.

I.3.1. Température

La température a une grande influence sur le bilan hydrologique du fait qu'elle conditionne l'évaporation et l'évapotranspiration.

Les données de température enregistrées durant une décennie (2006-2016) montrent que les températures minimales sont observées durant l'hiver, particulièrement aux mois de janvier (11°C) et février (12.15°C) (tableau 02). Les températures maximales sont notées durant l'été, aux mois Juillet (26.08) et Août (26.3).

Tableau 02 : Moyennes mensuelles des températures (2006-2016) (O.N.M d'El Achouât, 2018).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Moyenne annuelle
T(°C)	11.0	12.15	13.61	16.6	19.36	22.8	26.08	26.3	24.0	21.26	16.96	13.22	18.61

Source (O. N.M d'El Achouât, 2018).

T : Moyenne mensuelles des températures en °C.

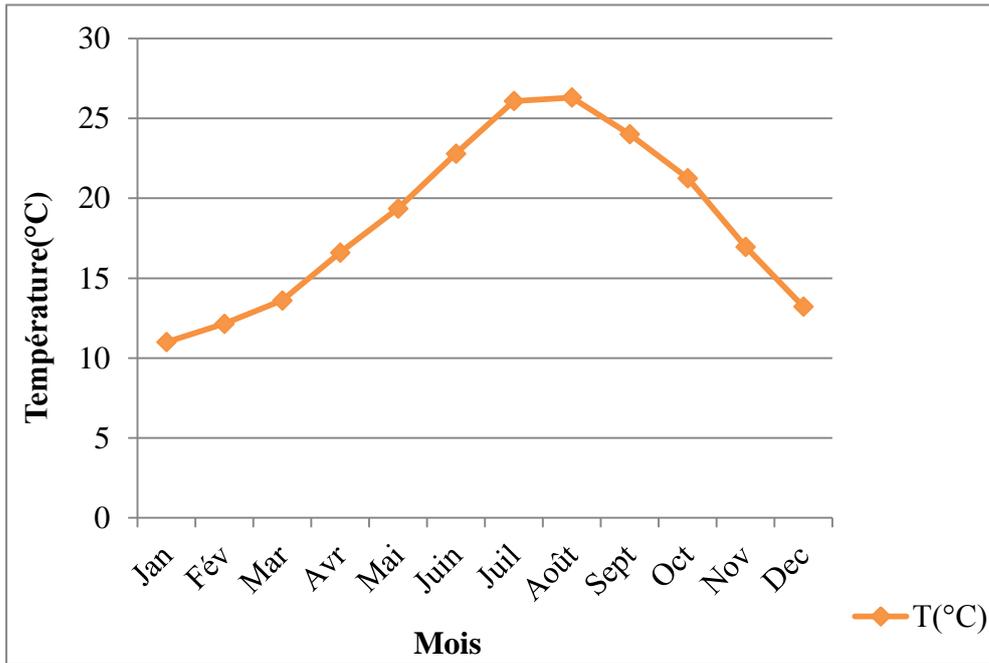


Fig.20: Températures moyennes mensuelles observées dans la région de Jijel entre 2006-2016.

La température mensuelle moyenne est assez élevée en été, le mois d'août est considéré comme le mois le plus chaud avec une moyenne de 26,3 °C. Elle est relativement basse en hiver (tableau 02), elle descend jusqu'à une moyenne de 11,0 °C au mois de Janvier.

I.3.2. Les précipitations

En général, les pluies sont abondantes du mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril. Alors que les mois les plus secs de l'année sont : Juin, Juillet, Août et Septembre.

Le tableau 03 Nous donne les hauteurs moyennes mensuelles des précipitations correspondant à la station météorologique de l'aéroport d'El Achouât sur une période significative de 10 ans (2006-2016).

Tableau 03 : Répartition moyennes mensuelles des pluies au niveau de la région de Jijel (2006-2016).

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Total
P (mm)	148,2	135,3	151,9	130,4	71,18	50,5	18,2	2,0	19,6	68,7	106,8	169,3	1072,08
Saisons	Hiver			Printemps			Eté			Automne			
P (mm)	435,4			252,08			39,8			344,8			

P : Moyenne mensuelles des précipitations en millimètre (source : O. N.M d'El Achouât, 2018).

D'après le tableau ci-dessus, le mois le plus pluvieux correspond à Novembre avec une précipitation mensuelle moyenne de 169.3 mm et le plus sec est le mois de Juillet avec une moyenne mensuelle de 2.0 mm.

Le tableau montre que la pluviométrie annuelle, enregistrée sur la période de 10 ans (2006-2016), est de 1072,08 mm.

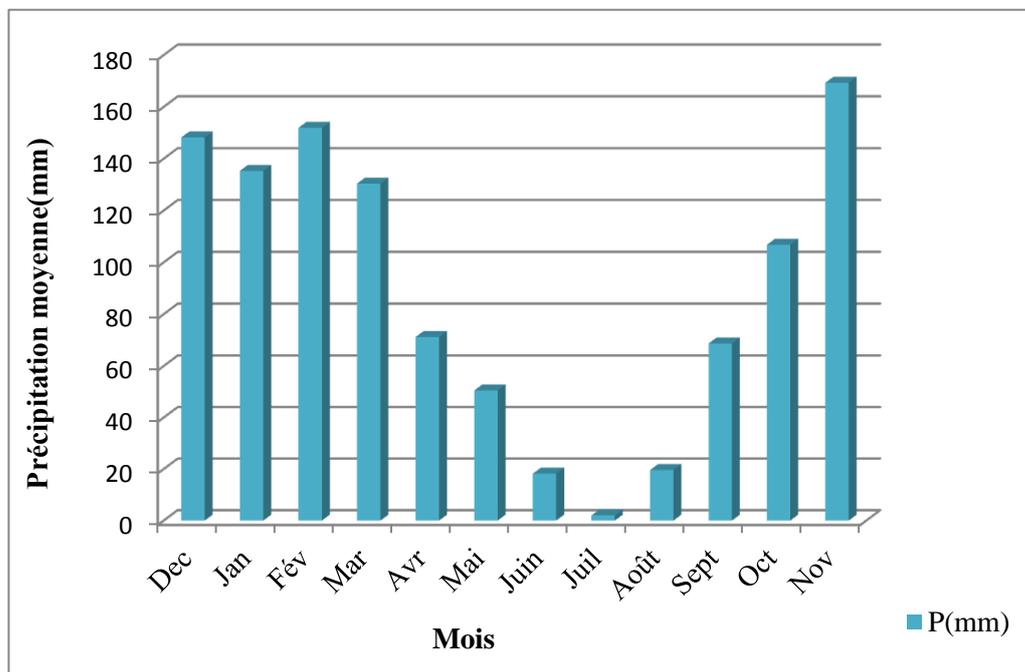


Fig.21:Précipitations moyennes mensuelles observées dans la région de Jijel entre 2006-2016.

Dans cette région la répartition des pluies est irrégulière au cours de l'année, Les saisons pluvieuses sont l'hiver, l'automne et le printemps. Le mois le plus pluvieux est celui de Novembre, qui reçoit 169,3 mm.

La saison sèche est celle de l'été qui reçoit une pluviométrie moins de 39.8 mm, elle s'étale généralement de Juin à Août, où le mois de Juillet est considéré comme le mois le plus sec avec une quantité de pluie ne dépassant pas 2,0 mm

Afin de faire ressortir cette concentration pluviométrique hivernale et ce creux pluviométrique estival, on a recours habituellement à l'analyse du régime saisonnier des précipitations.

L'analyse de ces données montre que pendant la période estivale on enregistre des quantités de pluies mensuelles insignifiantes de l'ordre de 2,0 à 19,6 mm, correspondant à un taux négligeable de 0,18 à 1,82 % du total pluviométrique annuel. Ce qui démontre l'irrégularité et l'agressivité du climat méditerranéen surtout ces 10 dernières années en faisant remarquer le grand écart qui existe entre la période pluvieuse et la période sèche.

I.3.3. L'humidité relative

Il est très important de connaître le taux d'humidité présent dans l'air (quantité de vapeur d'eau). Car ce dernier nous renseigne sur la possibilité de formation de nuages et de précipitations.

Tableau 04 : Moyennes mensuelles de l'humidité dans la région de Jijel entre 2006-2016.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Moyenne annuelle
H(%)	77.3	74.1	73.37	76.79	76.4	73.4	73.5	69.4	66.1	74.1	75.4	76.8	73.88

H : Moyenne mensuelles d'humidité relative en millimètre (source : O. N.M d'El Achouât, 2018).

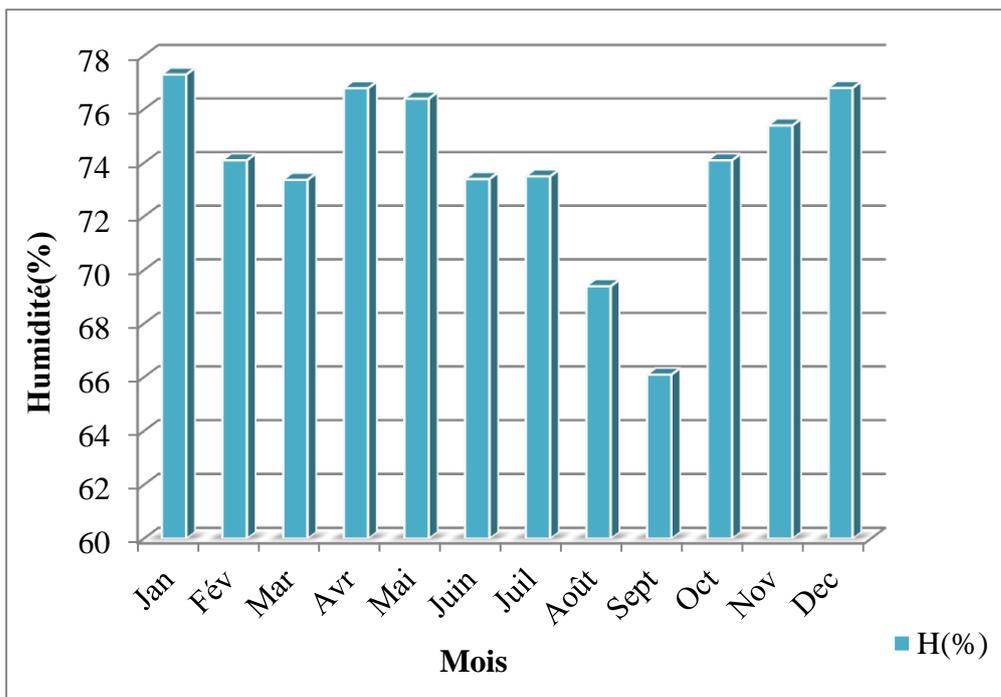


Fig.22 : Moyennes mensuelles de l'humidité dans la région de Jijel entre 2006-2016

Le taux d'humidité dans la région de Jijel est assez élevé avec une moyenne annuelle de 73,88 %, un maximum de 77,3% au mois de Janvier et un minimum de 66,1 % au mois de Septembre (fig. 22). On remarque que le taux d'humidité de tous les mois de l'année est plus au moins homogène donc on n'enregistre pas une grande différence entre une saison et une autre, ce qui ne constitue pas un facteur perturbant du cycle végétatif.

Dans l'atmosphère existe toujours une certaine quantité d'eau et cette humidité relative diminue la consommation d'eau de l'arbre en ralentissant sa transpiration, avec une atmosphère humide, une essence peut se contenter d'une moindre quantité de pluie.

I.3.4. Synthèse climatique

I.3.4.1. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le diagramme Ombrothermique proposé par BAGNOULS et GAUSSEN (1953), permet de calculer la durée de la saison sèche. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et de la température moyenne mensuelle d'où l'échelle de pluviosité est le double de la température ($P=2T$).

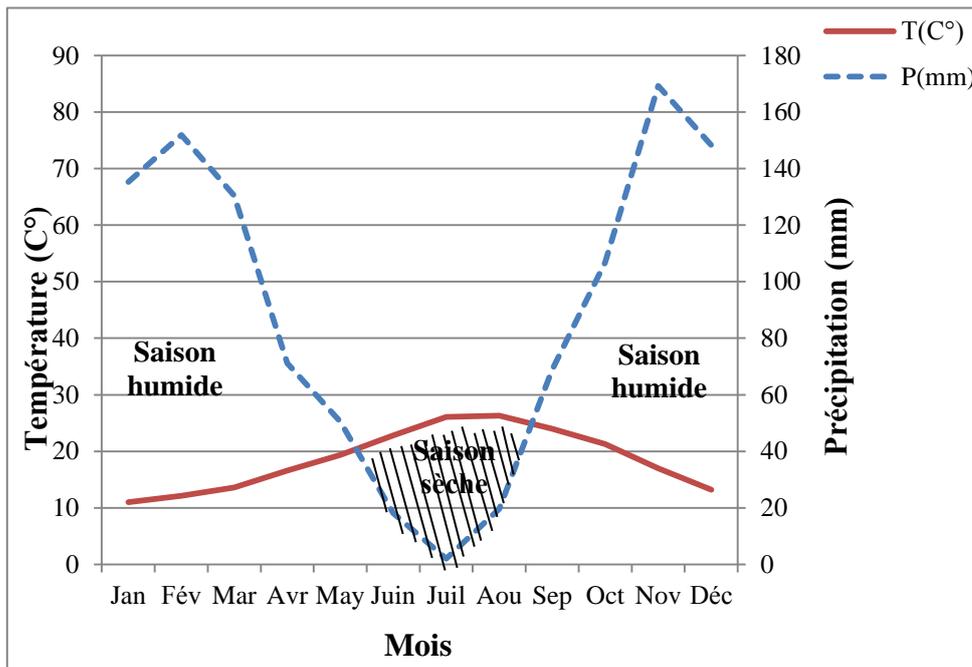


Fig.23: Diagramme Ombrothermique de la wilaya de Jijel entre 2006-2016.

Le diagramme Ombrothermique porte sur les abscisses les mois de l'année et sur les ordonnées à droite les précipitations (P) en millimètres et à gauche les températures moyennes (T) en centigrade.

Ce diagramme (fig.23), vas nous donner avec exactitude la période de sécheresse. A partir du diagramme Ombrothermique on remarque que la période sèche s'étend de la fin-Mai jusqu'à

début de septembre (03mois et demi), qui coïncide avec la saison estivale. Le reste de l'année est considéré comme étant une période humide.

I.3.4.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Pour établir le climatogramme, il faut d'abord calculer le quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q_2) en appliquant la formule d'EMBERGER, $Q_2 = 2000 P/M^2 \cdot m^2$

P : pluviosité moyenne annuelle en millimètre.

M : Température maximale moyenne du mois le plus chaud ($^{\circ}K = ^{\circ}C + 273.2$).

m : Température minimale moyenne du mois le plus froid ($^{\circ}K = ^{\circ}C + 273.2$).

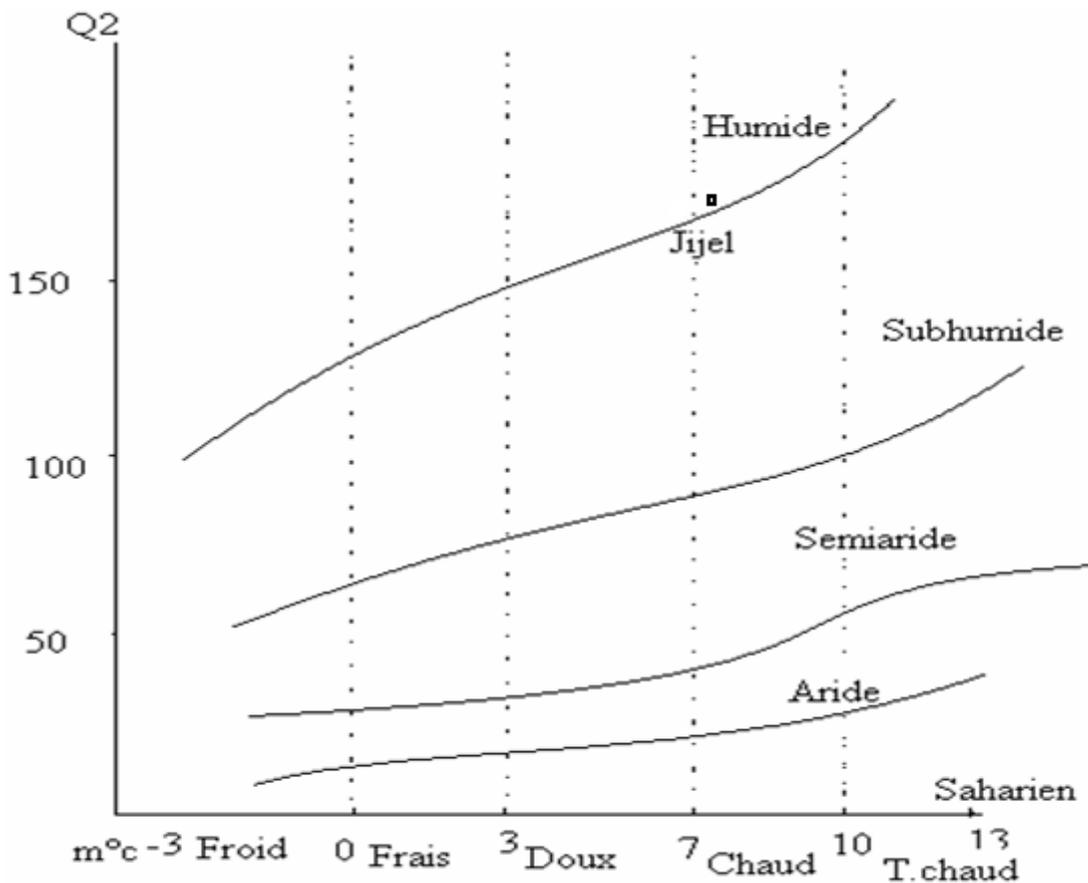
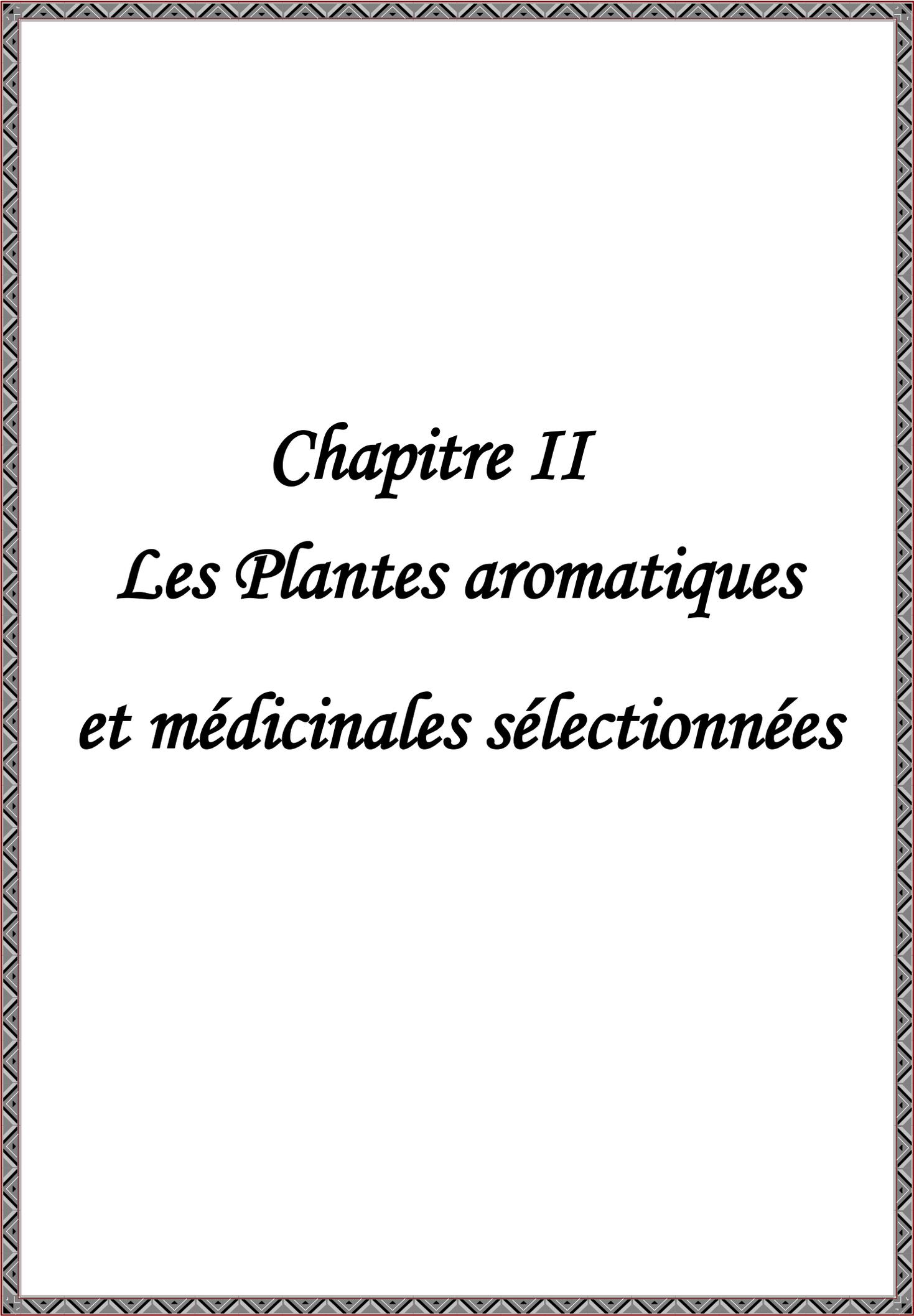


Fig.24 : Climatogramme d'EMBERGER de station d'étude (BOUDJEDJOU, 2010).

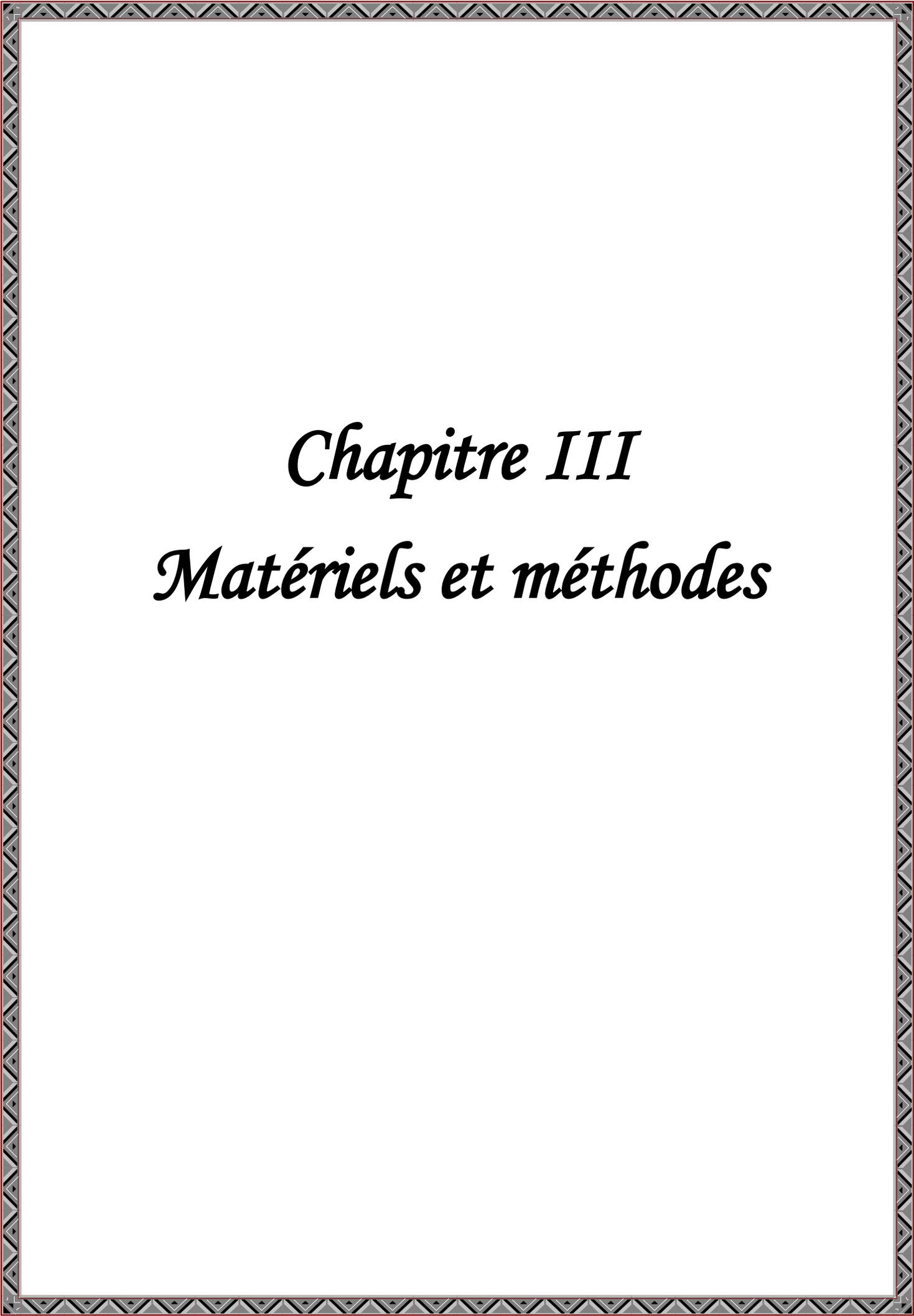
D'après l'analyse du climatogramme (fig. 24), la station d'étude est située dans l'étage bioclimatique humide chaud, qui est caractérisé par une concentration des pluies durant la saison hivernale, et une période sèche de trois mois avec de faibles précipitations et une forte chaleur ce qui augmente la dessiccation des végétaux, favorisant ainsi l'éclosion et la propagation des incendies de forêts.



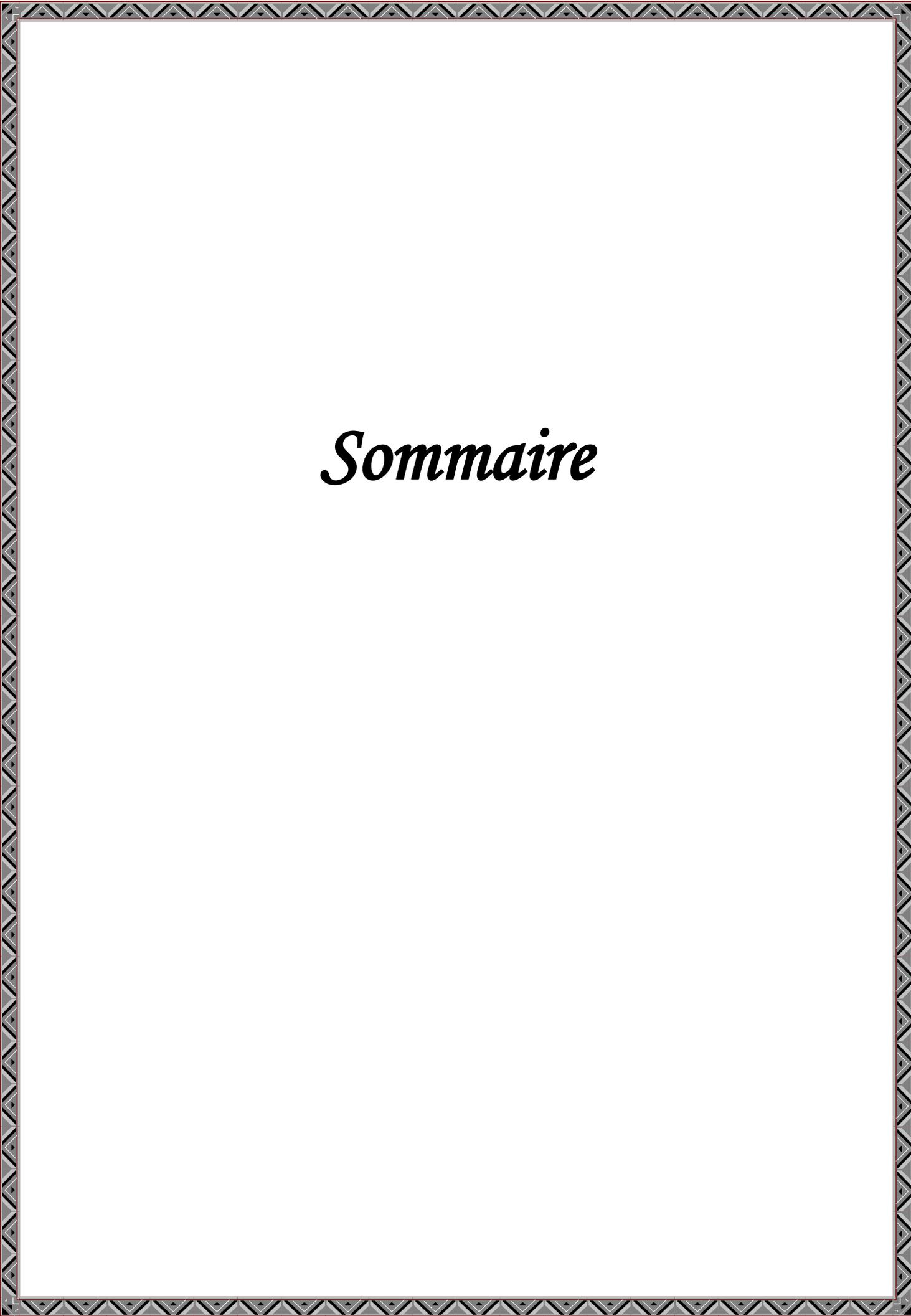
Chapitre II

Les Plantes aromatiques

et médicinales sélectionnées



Chapitre III
Matériels et méthodes



Sommaire

Généralité

Les plantes médicinales peuvent jouer un rôle important dans la prévention et le traitement des maladies, lorsqu'elles sont utilisées avec précaution et à dessein. A cela s'ajoutent les spirituelles, le traitement est naturel et souvent les feuilles et les fleurs ont un parfum « à couper le souffle ».les plantes médicinales sont naturellement pures et celui qui les utilise prendra conscience de son corps d'une façon tout nouvelle (ELCAY, 2007).

La science moderne, en analysant et étudiant les effets thérapeutiques des plantes, n'a pas pour de diminuer cette confiance en la nature, mais elle veut préciser, comparer et classer les diverses propriétés pour grouper les plus efficaces et les faire connaître (SCHAUENBERG et PARIS ,2006).

I. Les plantes médicinales sélectionnées

Les plantes étudiées ont été choisies en fonction de leur emploi très fréquent à la wilaya de Jijel.

I.1. Le genre *Satureja*

Le nom « *Satureja* » vient du mot latin "saturare" = nourrir ou "satura" = pot à fleurs (ornemental). Il existe plusieurs espèces, toutes sont remarquables par leur odeur forte et aromatique, qui rappelle celle de la menthe (VÂRBAN et *al.*, 2009).

I.1.1. Propriétés botaniques et écologiques

a. L'espèce *Calamintha hispidula*

(qui s'appelait *Satureja hispidula*) est une plante annuelle de la famille des Lamiacées (Labiées) courtement hispide. Inflorescences subsessiles à l'aisselle des feuilles. Calice d'abord tubuleux, ensuite bossu à la base à maturité et long de 4 mm. Corolle rosée dépassant peu le calice. La plante est très rare et pousse dans les forêts de chêne-liège, elle est endémique du Nord-Est de l'Algérie, sa répartition géographique s'étend de la Petite Kabylie jusqu'aux frontières tunisiennes.



Fig.25: *Satureja hispidula*.

(QUEZEL et SANTA, 1963 ; DOBIGNARD et CHATELAIN, 2006).

b. L'espèce *Calamintha baborensis*

Feuilles grandes, ovoïdes, 2,5-4 X 2-3,5 cm, fortement crénelées. Calice de 1 cm glabre, sauf sur les dents. Corolle rose pubescente longue de 14-18 mm. Plante ± prostrée – Pousse dès les Forêts humides des montagnes- Rare en petite Kabylie au : Massif des Babors – elle est endémique aux Babors. (QUEZEL et SANTA, 1963 ; DOBIGNARD et CHATELAIN, 2006).



Fig.26 : *Satureja baborensis*

I.1.2. Propriétés médicinales

Les feuilles et les sommités fleuries sont digestives, stimulantes, antiseptiques et antiputrides. Elles seraient aussi vermifuges. D'importantes études scientifiques ont été menées dans les années 1970 et 1980 par une équipe dirigée par le professeur Pellecier, de l'université de Montpellier, pour démontrer l'activité bactéricide et antiparasitaire de l'huile principale de sarriette (*Satureja montana* L.). Les résultats de ces études ont permis de classer l'essence de cette plante aromatique parmi les huiles principales majeures (indice aromatique supérieur à 0, 45).

Références Internet : <<http://www.aromacopa.com/sarriette.php>>

I.2. Le genre *Lavandula*

Le nom lavande dérive du Latin « lavare » qui signifie lavé, ce genre appartenant à la famille des *Labiées* (QUEZEL et SANTA, 1963)

Le genre *Lavandula* se compose d'environ 28 espèces, qui sont dans la plupart d'origine méditerranéenne. *Lavandula* est un sous-arbrisseau à tige et feuille persistantes, jusqu' à 1 mètre de longueur, étroit, vert pâle, peuvent s'étendre du gris bleuâtre profond au vert à brun pale, fleurs de couleurs bleu-violet. D'autres variétés sont à fleurs blanche et rose. L'ensemble de la plante très aromatique comprenant fleurs et feuilles (QUEZEL et SANTA, 1963)

I.2.1. Classification taxonomique

Règne : Plantes

Sous-règne: Plantes vasculaires

Embranchement : spermaphytes

Sous Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous Classe : Dialypétales

Ordre : Lamiales

Famille : *Lamiaceae*

Genre : *Lavandula*

Espèce : *Lavandula stoechas* (QUEZEL et SANTA, 1963)

Nom Local: الخزامى

I.2.2. Description

Plantes vivaces dépassant rarement 1 mètre de haut, au feuillage effilé et argenté, ses fleurs visibles en été et attirent les abeilles. *Lavandula stoechas* semis au printemps quand la terre est bien réchauffée et pauvre en humus, caillouteux et peu humide. Leur multiplication se fait par bouturage à la fin d'été (PIERRIEK, 2009).

Les tiges étroites sont quadrangulaires à feuilles opposées, tendent à être plus vertes que gris (QUEZEL et SANTA, 1963).



Fig.27 : *Lavandula stoechas* L.

I.2.3. Habitat et Culture

Lavandula Stoechas est une plante tendre, qui préfère les endroits ensoleillés et les riches. Elle est largement distribuée dans les îles canari, Islande et à travers tout le tell méditerranéen avec une disjonction vers l'Inde (QUEZEL et SANTA, 1963).

I.2.4. Principaux constituants

Les principaux constituants de l'extrait de *lavandula steochas* sont les Fenchone, camphre, linalol, acétate de linalyle, oxyde de pip éritone, oxyde de pipériténone, pipériténone (ZHIRI et BAUDOUX, 2005).

I.2.5. Parties à utiliser

La partie à utiliser de *lavandula steochas* c'est la sommité fleurie (ZHIRI et BAUDOUX, 2005).

I.2.6. Propriété thérapeutiques et usage

Elle est utilisée en infusions en bains, en produits de beauté, en parfums, dans les armoires (répulsif des mites) et en cuisine. (PIERRIEK, 2009). Cependant, elle utilisée également comme calmante, antidépressive, sédative, cicatrisante, antispasmodique au niveau intestinal, antalgique,

anti-inflammatoires, bactéricides, antiseptique, diurétique, antirhumatismale (MORO BURONZO, 2008).

I.3. Le genre *Eucalyptus*

I.3.1. Origine du nom

Le nom *Eucalyptus* provient du grec « *eu* » (c'est-à-dire « bon ») et *kaliptos* (couvert). Il évoque l'opercule recouvrant étamines et pistil, dont les variations au sein du genre permettent de classer les espèces. Le genre *Eucalyptus* comprend 7 sous-genres et environ 700 espèces. Leur nombre précis évolue au fil des études taxonomiques. Il appartient à la famille des myrtacées qui compte 90 genres et environ 3000 espèces (LACLAU, 2001).

I.3.2. Description Botanique

C'est un grand arbre de 20 à 50 m de hauteur, à écorce caduque. L'écorce des jeunes rameaux est rougeâtre. Les fleurs sont réunies.

I.3.3. Classification taxonomique

Famille: Myrtacées

Genre : *Eucalyptus*

Espèce: *Eucalyptus camaldulensis*

Nom Commun: Eucalyptus

Nom Local: الكاليتوس



Fig.28 : *Eucalyptus camaldulensis* L.

Références Internet : < <http://www.flore.quezel.com/eucalyptus/.html>>

I.3.4. Habitat

L'on trouve dans de nombreuses parties du monde mais qui est originaire d'Australie où il est largement répandu au bord des rivières de l'intérieur du pays.

I.3.5. Parties Utilisées

Les feuilles

I.3.6. Utilisation

L'essence extraite des feuilles (euclyptol) est surtout réputée comme expectorant et béchique (toux, bronchite, asthme, rhume, rhinite). Elle est aussi fébrifuge, tonique (asthénie), astringente, assez antiseptique (vaginite) hémostatique (dysménorrhée) et vermifuge. Cependant est toxique à forte dose. Pour diarrhée. Fe utilisées en fumigation pour chasser les insectes. Eucalyptol : en parfumerie. (MARIAMA, 2008)

I.4. Le genre *Pistacia*

I.4.1. Description

Pistacia lentiscus est un arbrisseau thermophile de 1 à 3 mètres, appartenant à la famille des Anacardiaceae. Il est vivace, ramifié, à petites feuilles elliptiques et coriaces, à fleurs rougeâtres en grappes et à fruits ronds, lumineux et rouges qui noircissent en mûrissant. Originaire du bassin méditerranéen, le lentisque pousse à l'état sauvage dans la garrigue et sur les sols en friche. On le cultive pour sa résine à odeur forte, que l'on récolte, après incision de l'écorce, en été et en automne (BENHAMMOU et al., 2008; GARDELI et al., 2008; LONGO et al., 2007; PALACIO et al., 2005; CASTOLA et al., 1999; DELILI, 2007).



Fig.29 : *Pistacia lentiscus* L.

I.4.2. Classification taxonomique

La classification qu'occupe *Pistacia lentiscus* dans la systématique est la suivante:

Règne : *plantae*

Embranchement : Spermatophytes.

Sous Embranchement : Angiospermes.

Classe : Dicotylédones.

Ordre : Sapindales.

Famille : Anacardiaceae (Pistaciaceae)

Genre : *Pistacia*.

Espèce : *Pistacia lentiscus* L. (BOUKELOUA, 2009)

Nom Local: الضرور

I.4.3. Habitat et description

Arbrisseau très commun dans le Tell Algérien, les lieux boisés, le maquis, il préfère les sols siliceux. (ALLOUM, 2007).

I.4.4. Utilisation Médicinale

Le *Pistacia lentiscus* a une longue tradition dans la médecine folklorique depuis les Grecs anciens. La partie aérienne a été traditionnellement employée comme stimulant, pour ses propriétés diurétiques, et pour traiter l'hypertension, les toux, les gorges endolories, l'eczéma, les maux d'estomac, les pierres de rein et pour soigner la diarrhée (BENHAMMOU et al, 2008; LAROUSSE, 2001; DELILI, 2007). L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est intensivement employée dans l'industrie pharmaceutique (LONGO et al., 2007).

I.4.5. principaux constituants

Essence, tanin, acide mastique et son tronc fournit une résine appelée mastic et employée comme masticatoire (chewing-gum) (ALLOUM, 2007).

I.4.6. Parties utilisées

Feuilles, mastic (résine)

I.4.7. Propriétés thérapeutiques

Astringent, expectorant, cicatrisant, très bon pour les maux d'estomac (ALLOUM, 2007).

I.5. Le genre *Myrtus*

I.5.1. Description

Arbrisseau de 1 à 3 mètres, inerme, aromatique, toujours vert ; feuilles opposées, très rapprochées, subsessiles, ovales-lancéolées aiguës, entières, coriaces, persistantes, glabres et luisantes, sans stipules ; fleurs blanches, axillaires, solitaires, longuement pédonculées, odorantes; calice à tube soudé à l'ovaire, à 5 lobes étalés ; 5 pétales ; et amines nombreuses ; 1 style, à stigmate simple ; ovaire infère ; baie à peine charnue, ovoïde, d'un noir bleuâtre, couronnée par le calice, à graines peu nombreuses (MIMICA-DUKIC, 2010 ; BABA AISSA, 1999).

I.5.2. Classification taxonomique

La classification qu'occupe *Myrtus communis* dans la systématique est la suivante:

Règne: Plantae

Sous-règne : Eucaryotes

Embranchement: Spermaphytes

Sous-embranchement: Angiospermes

Classe: Dicotylédones

Ordre: Myrtales

Famille: Myrtaceae

Genre: Myrtus

Espèce: *Myrtus Communis* L. (QUEZEL ET SANTA, 1963).

Nom vernaculaire : Rayhan, Mersin



Fig.30 : *Myrtus communis* L.

I.5.3. Habitat et description

Cet arbuste commun dans tout le Tell Algérien, et surtout le littoral (ALLOUM, 2007).

I.5.4. Utilisation médicinale

Les feuilles de myrte sont astringentes, toniques et antiseptiques. Une infusion à partir des feuilles sert, en usage externe, à guérir les blessures et les ulcères ou, en usage interne, à soigner les troubles digestifs et urinaires. L'huile essentielle de myrte est antiseptique, expectorante, et utilisée en cas d'affections respiratoires (LAROUSSE, 2001; BELOUED, 2009). Il est traditionnellement employé comme désinfectante et agent hypoglycémique (GARDELI et al., 2008).

I.5.5. Principaux constituants

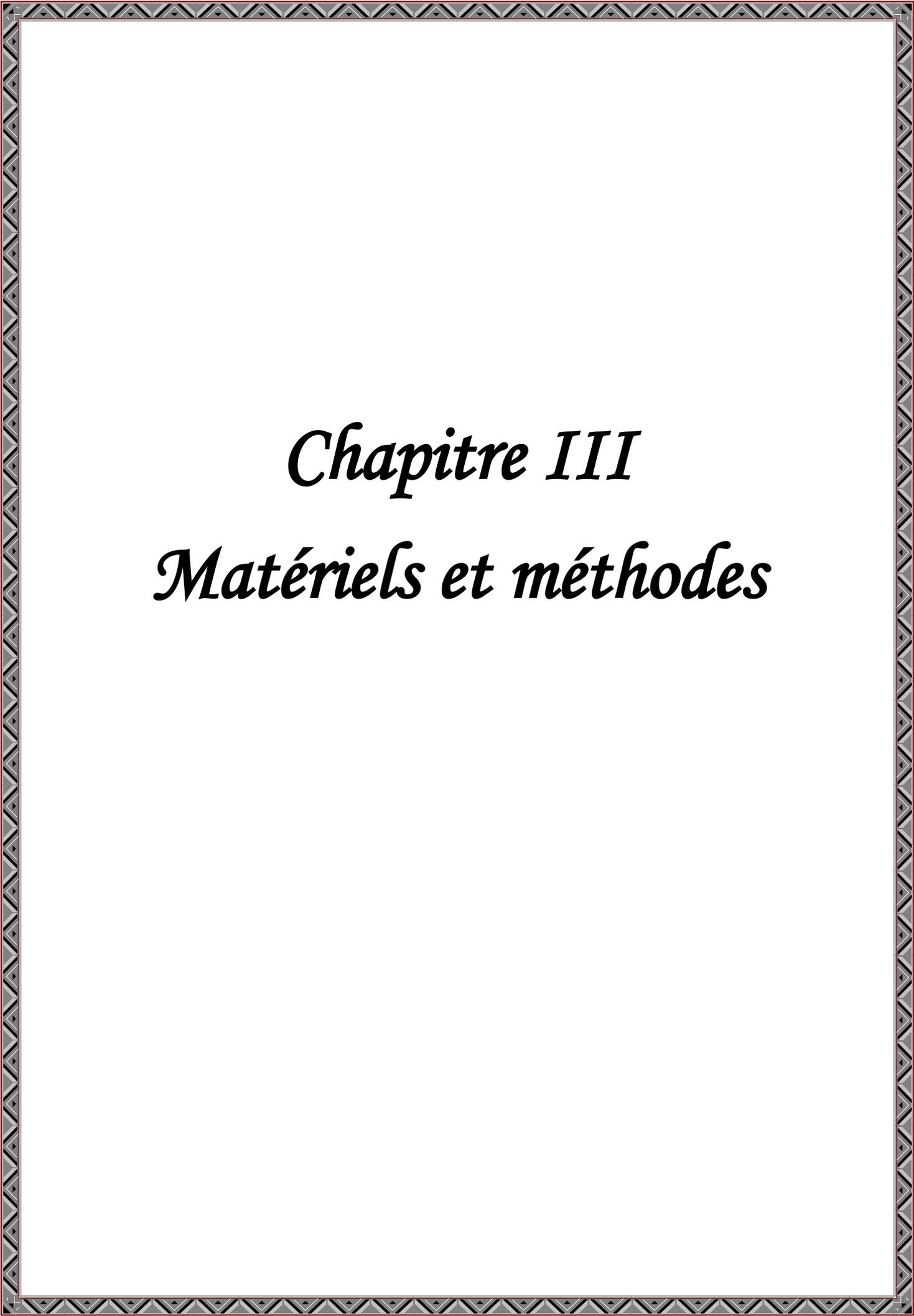
Huile essentielles contenant des composés terpéniques, résine, tanin, myrténol.

I.5.6. Parties utilisées

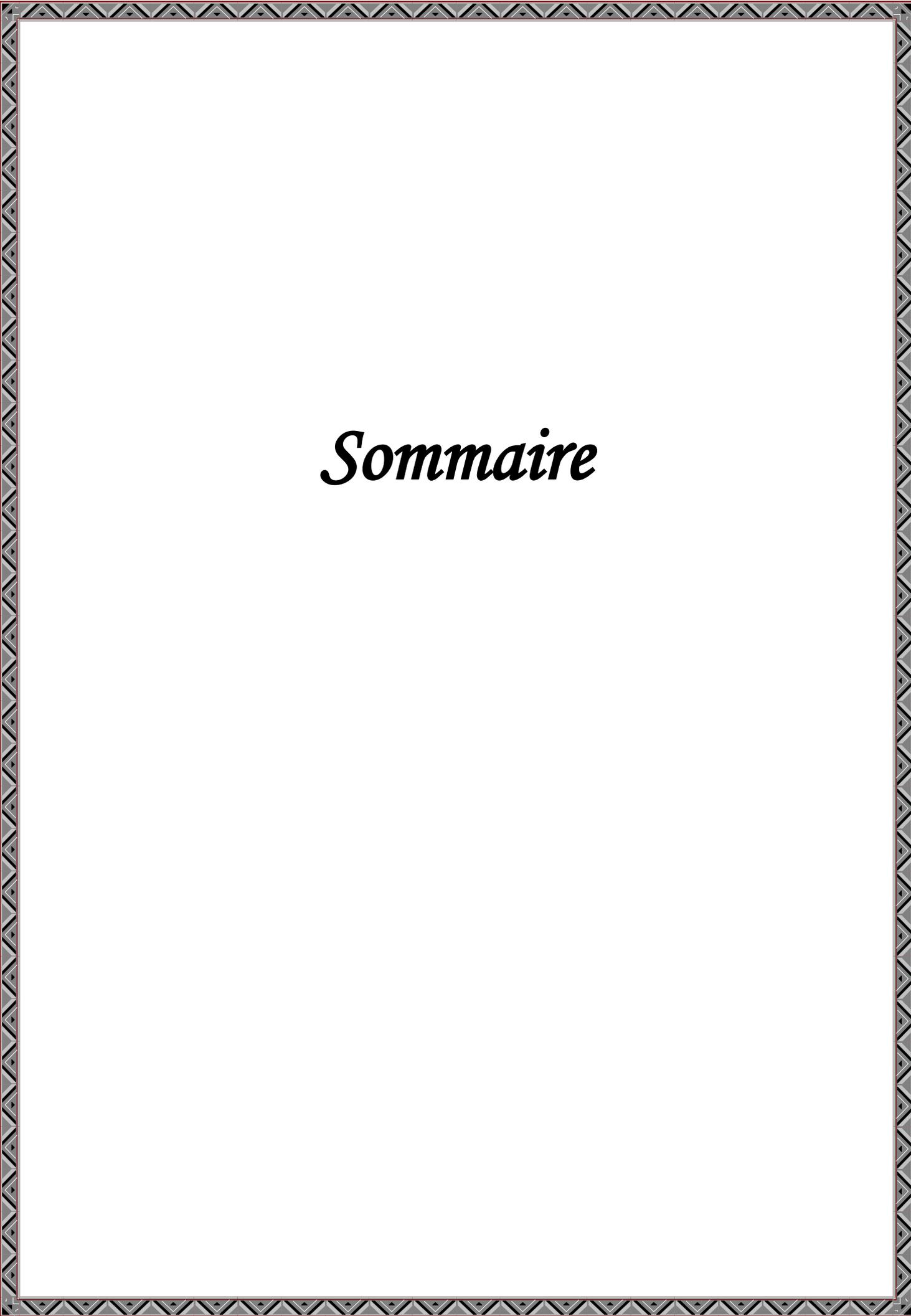
Feuilles, fleurs et baies.

I.5.7. Propriétés thérapeutiques

Tous les parties de myrte (feuille, fleurs, fruit) possèdent des propriétés stomachique, stimulant, et astringentes, les feuilles recommandées également contre les branchites partielle, la sinusite, l'otite (BELOUED ,2009), les catarrhes muco-purulentes des voies respiratoires et urinaires, la tuberculose pulmonaire, la rhinorrhées, la sinusite, les otites, les diarrhées, les prostatites, et les hémorroïdes. Elle est connu également par leur effet hypoglycémique (MIMICA-DUKIC et al, 2010 ; BABA AISSA., 1999).



Chapitre III
Matériels et méthodes



Sommaire

Toutes les analyses ont été effectuées aux laboratoires du département des sciences de l'environnement et sciences agronomiques, à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Jijel.

I. Matériels

I.1. Matériel végétal

Le but de notre travail expérimental est l'étude de l'effet statique et fongicide des HE et des extraits aqueux (hydrolats) des plantes aromatiques spontanés à Jijel, à savoir *Lavandula stoechas*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Satureja hispidula*, *Satureja baborensis*.

I.1.1. Echantillonnage

I.1.1.1. Récolte des échantillons

Les échantillons de six plantes médicinales sont récoltés en pleine floraison le mois d'Avril 2018 dans la région de Jijel ; nous avons fait des récoltes des plantes à partir des sites suivant : Université de Jijel (*Lavandula stoechas*), l'Ouasis de Jijel (*Eucalyptus camaldulensis*), El Milia''Zarzour'' (*Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*), Bordj E'thar (*Satureja hispidula*, *Satureja baborensis*).

I.1.1.2. Identification des plantes

L'identification des plantes a été confirmée au niveau de laboratoire de l'Ecologie de l'Universités de Jijel (QUEZEL et SANTA, 1963).

I.1.1.3. Parties utilisées

Après la récolte, le matériel végétal a été débarrassé de débris et des herbes sauvages.

- Les sommités fleuries *Lavandula stoechas*,
- les feuilles d'*Eucalyptus Camaldulensis*, aussi pour le *Myrtus communis*,
- les rameaux pour le *Pistacia lentiscus*,
- la plantes entières pour *Satureja hispidula* et *Satureja baborensis*

I.1.1.4. Séchage et Conservation

Les sommités fleuries de *Lavandula stoechas*, les feuilles d'*Eucalyptus Camaldulensis* et la sarriette des babores ; sont séchées à l'air libre et à l'abri de la lumière et jusqu'à la stabilisation du poids, et cela pendant environ 10 jours.

Pour *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, et *Satureja hispidula*, leurs matériel végétale utilisés pour l'extraction est frais.



Fig.31 : *Lavandula stoechas* sèche



Fig.32 : *Eucalyptus camaldulensis* sèche



Fig.33 : *Myrtus communis*



Fig.34 : *Pistacia lentiscus*



Fig.35 : *Satureja hispidula*

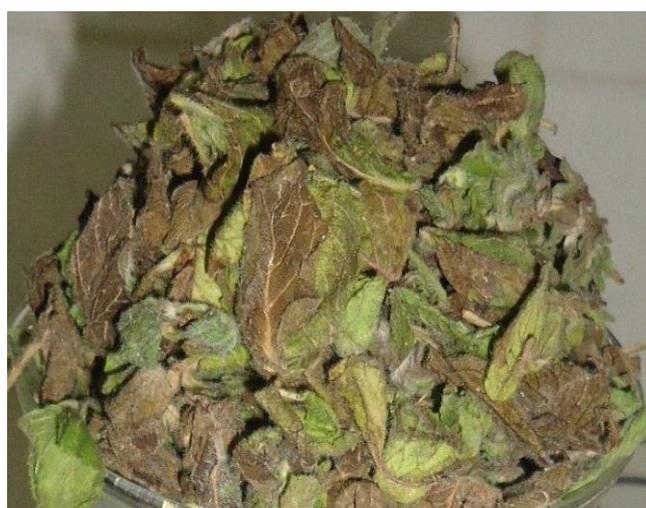


Fig.36 : *Satureja baborensis* sèche

I.2. Matériels de laboratoire

I.2.1. les appareille

On utilise comme appareil ; la balance analytique de précision pour effectuer les pesées nécessaire à l'étude, pied à coulisse pour les mesures d'élongation, aussi de la verrerie comme : les flacons, les tubes, béchers et pipette Pasteur.

I.2.2. Appareil de Clevenger

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydro distillation dans un dispositif d'hydrodistillation montée au laboratoire de type Clevenger, qu'est constitué de:

- Un ballon monocol (capacité deux litre), dans lequel on introduites la matière végétale et l'eau distillée ;
- la colonne, un cylindre en verre placé au-dessus du réacteur qui recueille la phase vapeur ;
- Un réfrigérant dans lequel se condensent les vapeurs;
- Une ampoule à décantier qui permet la séparation entre la phase organique (huile essentielle) et la phase aqueuse (hydrodistillat).

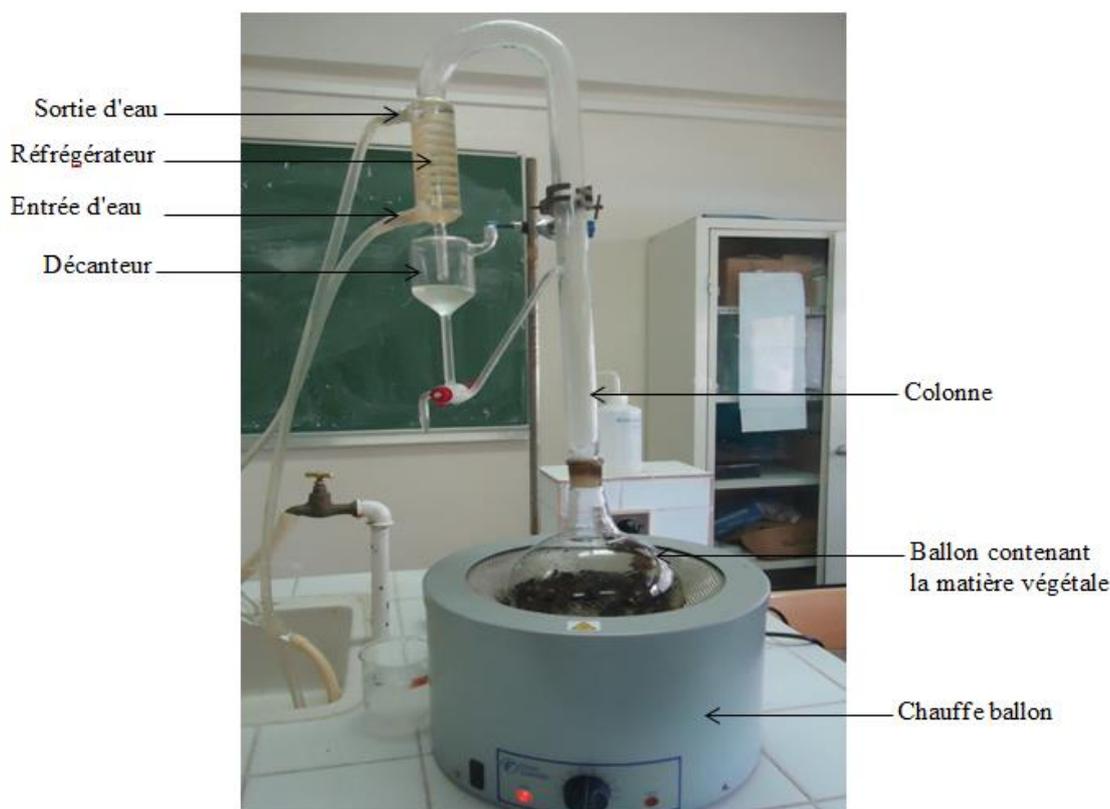


Fig.37: Dispositif d'extraction de type « Clevenger »

Le principe de cette méthode est donc basé sur un entraînement des constituants volatils de l'huile essentielle par la vapeur d'eau. Cette dernière chargée de principes volatils est condensée

dans un réfrigérant pour donner de l'huile essentielle après décantation.

Cette méthode ne peut pas être appliquée dans tous les cas, car :

- certaines substances odorantes sont altérées par la température d'ébullition de l'eau (BENYOUSSEF, 1999).
- certains constituants des essences solubles dans l'eau, ne se retrouveront pas dans l'essence ou tout au moins n'y seront que partiellement représentés (BENYOUSSEF, 1999).

La composition chimique des huiles essentielles dépend largement de l'influence des conditions d'hydrodistillation (durée, température, pH) sur l'essence contenue dans la plante.

I.2.3. Appareil de l'analyse chromatographique en phase gazeuse

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est une technique permettant de séparer les composés d'un mélange, elle s'applique principalement aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition.

La phase mobile est gazeuse, le mélange à analyser est vaporisé à l'entrée de la colonne ; la phase stationnaire dans la colonne peut être solide ou liquide, le mélange est transporté à travers celle-ci à l'aide d'un gaz porteur (He, azote, ou argon) ou gaz vecteur, les différentes molécules du mélange se séparent et sortent de la colonne les unes après les autres après un certain laps de temps dépendant de l'affinité de la phase stationnaire avec ces molécules, à la sortie de la colonne, les composés rencontrent un élément essentiel, le détecteur, il évalue en continu la quantité de chacun des constituants séparés au sein du gaz porteur grâce à la mesure de différentes propriétés physiques du mélange gazeux et envoie un signal électronique vers un enregistreur (HAMEURLAINE, 2009).

L'appareillage

Les analyses CPG ont été menées sur un appareil de marque thermoQuest, cet instrument équipé d'un détecteur à ionisation de flamme et relié à un intégrateur enregistreur de type waters 746 Data module

L'appareil de CPG comporte essentiellement :

- Un dispositif d'injection des échantillons.
- Une colonne de séparation.
- Un détecteur.
- Un enregistreur.
- Gaz vecteur. (BABA-AHMED, 2002).



Fig.38: Chromatographe en phase gazeuse.

II. Méthodes

II.1. Extraction des huiles essentielles

Après avoir apporté les échantillons, nous pesons environ 150g pour chaque espèce (Fig.39), puis découpés (0,5 cm) en petits morceaux pour faciliter l'extraction des huiles.

Les conditions opératoires de l'extraction des huiles essentielles pour chaque plante sont représentées dans le tableau 05.

Tableau 05 : Conditions opératoires d'extraction des huiles essentielles des 06 plantes.

conditions échantillons	Quantité de matière végétale (g)	Volume d'eau (ml)	Température max (°C)	Temps d'hydrodistillation (h)
<i>Myrtus communis</i>	150,00	1500	100	2 :30
<i>Pistacia lentiscus</i>	150,00	1500	100	2 :30
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	150,00	1500	100	2 :30
<i>Satureja hispidula</i>	150,02	1500	100	2 :30
<i>Satureja baborensis</i>	142,09	1500	100	2 :30
<i>Lavandula stoechas</i>	150,00	1500	100	2 :30



Lavandula stoechas



Eucalyptus camaldulensis



Myrtus communis



Pistacia lentiscus



Satureja hispidula



Satureja baborensis

Fig.39 : La quantité de matière végétale des essences choisies

Ce matériel végétal mis en contact avec 1 litre et 500 ml d'eau distillée. Le tout est introduit dans le ballon de 2 litres, qui est placé dans une chauffe ballon.

On alimente ensuite le réfrigérant ayant une entrée et une sortie, par de l'eau de robinet. Une fois le chauffe-ballon mis en marche, et après ébullition de l'eau, entraîne la formation d'une vapeur qui va entraîner les constituants volatiles. Au contact des parois du réfrigérant, les vapeurs chaudes hétérogènes se condensent et chutent goutte à goutte où elles forment un liquide appelé **distillat**. Après un certain temps, la couche d'huiles de couleur jaunâtre flotte à la surface de l'eau.

Le procédé dur de 1 h 30 minutes à 3 heures pour avoir la totalité des huiles essentielles, Le dispositif est enfin arrêté et refroidi.

Le distillat récupéré dans des flacons, est formé de deux phases, une phase aqueuse majoritaire et quelques gouttes formant la phase huileuse claire surnageant qu'on a récupérée par la pipette Pasteur, puis conservée à l'abri de la lumière dans des eppendorfs fermés à 4°C jusqu'à utilisation.

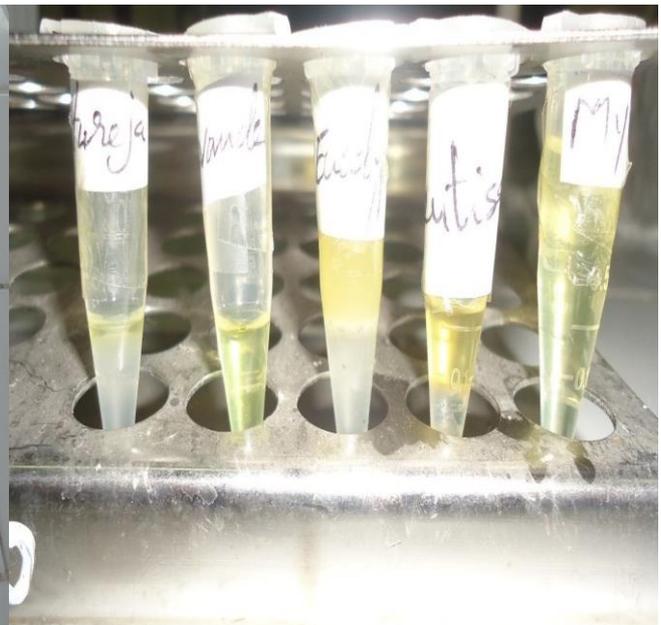


Fig.40 : distillat des espèces étudiées extraits

Fig.41 : huiles essentielles des essences extraits

II.2. Traitement des glands de chêne liège

II.2.1. Déroulement de l'expérience

L'expérimentation a été réalisée dans le laboratoire d'écologie de l'université de Jijel, le travail avait pour objectifs essentiels sur l'étude de l'efficacité du traitement des glands de chêne liège contre l'infestation fongique en conservation, le traitement des glands de chêne liège par les extraits des plantes aromatique.

L'expérience a été réalisée sur des glands mûrs et sains récoltés par le ramassage au sol dans des peuplements portés graines de chêne liège des forêts fournis par la conservation des forêts de la wilaya de Jijel.



Fig.42 : ramassage au sol des glands

II.2.2. Echantillonnage

Dans notre expérimentation nous avons utilisés les glands de chêne liège conservés depuis Décembre 2017 dans la chambre froide de la pépinière de kissir-Jijel ;



Fig.43 : sortie de fût contenant les glands mis en chambre froide

Les glands ont été préalablement récoltés et traités par un insecticide et un fongicide puis conservés

dans des fûts contenant a un mélange d'un insecticide (Aceplan 20 SP) et fongicide à base de Thirame (Rhodiasan), en couches séparées par de la poudre de liège.

II.2.3. Traitement des glands avant la conservation in vitro

Avant de commencer le traitement des glands, le processus nécessite :

II.2.3.1. Triage par flottation

Il concis d'immerge les glands dans un bac rempli d'eau à raison d'un 1/3 de glands et 2/3 d'eau. Les glands qui endommagés ou déformés et ceux qui sont attaqués par des microorganismes devenant plus légers flottent sur l'eau sont éliminés, alors que les sains descendent au fond du récipient.

Ce bain permet d'éliminer la poudre de liège.



Fig.44 : glands après le bain

II.2.3.2. Le ressuage des glands

Après le bain, nous laissons les glands séchés dans un endroit aéré pendant 2 à 3 heures à température ambiante.

II.2.3.3. Triage manuel

Trier visuellement les glands pour éliminer ceux qui paraissent inutilisables :

Pré-germés, infestés (attaqués par les champignons ou les insectes) et déshydratés (péricarpe desséché).



Glands germés en conservation



Glands avec péricarpe desséché

Fig.45: Glands inutilisables



Glands infestés par champignons



Glands attaqués par insectes

Fig.46: Glands infestés

Seuls les glands visiblement intacts ont été pris en compte dans l'expérimentation.



Fig.47: Glands visiblement intacts

II.2.3.4. Classement des glands par catégorie

Un effectif de 330 glands mûrs et sains regroupés en deux classes :

- **la première catégorie** des glands sujettes à un **traitement par le distillat** des différentes plantes utilisées (*Lavandula stoechas*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Calamintha hispidula* et *Calamintha baborensis*).
- **La deuxième catégorie** pour le traitement par **les extraits pure** (HE) des mêmes plantes utilisées.

II.2.3.4. 1 .Le traitement par le distillat

Cette **catégorie** répartit en quatre groupes :

- le premier groupe contient 70 Glands Entiers (G.E) nous gardons son péricarpe ;
- le deuxième groupe contient 70 Glands Entiers et Découpés (G.E.D) un coupe transversale pour garder la radicule;
- le troisième groupe nécessite 70 Glands Entiers et Epluchés (G.E.Ep);
- le quatrième groupe contient 70 Glands Epluchés et Découpés (G.Ep.D) ;

Pour une meilleur compréhension des attaques de glands par les champignons nous avons procédés a l'épluchage et découpes de glands



Glands Entiers



Glands Entiers Découpés



Glands Entiers Epluchés



Glands Epluchés Découpés

Fig.48: Catégories des glands utilisés dans l'expérimentation

Chacun de ces groupes divisés en 7 parties ; 6 parties pour le traitement par le distillat de six plantes et une pour le témoin.

le traitement des glands par le distillat se fait par contact ; les glands sont mis dans des boites en plastique et stérile, chaque boite contient 10 glands, nous versons le distillat d'une même espèce sur 4 boites des glands à différent état cité au-dessus (chaque boite pour les G.E, G.E.D, G.E.Ep, et les G.Ep.D) après quelque minute, le distillat on les récupère le distillat puis on ferme les boites, d'un côté, nous laissons 4 boite sur les différents état des glands comme témoin pour comparer l'effet de l'hydrolat sur les glands conservés.



Fig.49: Traitement des glands par le distillat

II.2.3.4. 2 .Le traitement par l'huile essentielle

La deuxième catégorie contient 50 Glands Entier en gardant leurs péricarpe, chaque 10 glands traités par les cinq Huiles Essentielles des plantes extraites (*Lavandula stoechas*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Calamintha hispidula*), pour *calamintha baborensis* par manque d'huiles essentielles le test par aérosol n'a pas été effectué. Le Témoin reste la même boîte utilisée pour le distillat.

Le traitement par les huiles se fait par aérosol ; On fait des ouvertures sur les tubes eppendorfs puis on les attache le sur le couvercle interne de la boîte l'aide d'une épingle puis on ferme les boîtes pour permettre la diffusion des huiles volatiles tout au long de la durée la durée de conservation.



Fig.50: Technique par aérosol



Fig.51: Traitement des glands par les huiles essentielles

- ❖ Le traitement quel que soit par le distillat ou bien par les extraits des plants a été fait au même temps le 12/05/218 à température ambiante de laboratoire.
- ❖ Les résultats ont été relevés deux fois par semaine (selon un calendrier prédéterminé) durant un mois de conservation à partir 14/05/2018 jusqu'à le 13/06/218.

II.2.3.5. Paramètres étudiés

II.2.3.5.1. La germination

Un gland est considéré comme germé lorsque la radicule perce les enveloppes et manifeste son géotropisme positif (MEROUANI et *al.*, 2001). Chaque fois on fait reprendre les mêmes résultats et on calcule :

a. Energie ou vitesse de germination (en %)

Il existe plusieurs définitions de l'énergie germinative, FORD-ROBERTSON (1971) in WILLAN (1992) : Pourcentage de semences (en nombre) d'un échantillon donné qui germent

par rapport au nombre total des glands pendant une période déterminée (définie comme la période énergétique) (par exemple 7 jours dans des conditions optimales ou strictement définies).

b. Taux final de germination ou faculté germinative (en%)

Qui est le pourcentage total des glands germés par rapport au nombre total des glands à la fin du test (30 jours) (HARFOUCHE, 2005).

II.2.3.5.2. Infestations de champignons (en%)

On calcule le pourcentage des glands (en nombre) infestés par des champignons au développement des champignons pendant une période déterminée. La fin du test, on calcule le taux final contamination.

II.2.3.5.3. Pourriture des glands (en%)

On calcule le pourcentage des glands (en nombre) pourris pendant une période déterminée. Et à la fin du test, on calcule le taux final pourriture.

II.2.3.6. Test de germination in vitro par semis

En vue de comprendre le type d'effet (fongistatique, toxique, inhibiteur, etc.) des huiles essentielles, un mois de traitement après, les échantillons de glands de chaque traitement ont été semés dans des boîtes sur un substrat (papier imbibé d'eau) à température ambiante. On juge que ce milieu peut favoriser la germination des glands.



Fig.52 : Semis des glands in vitro

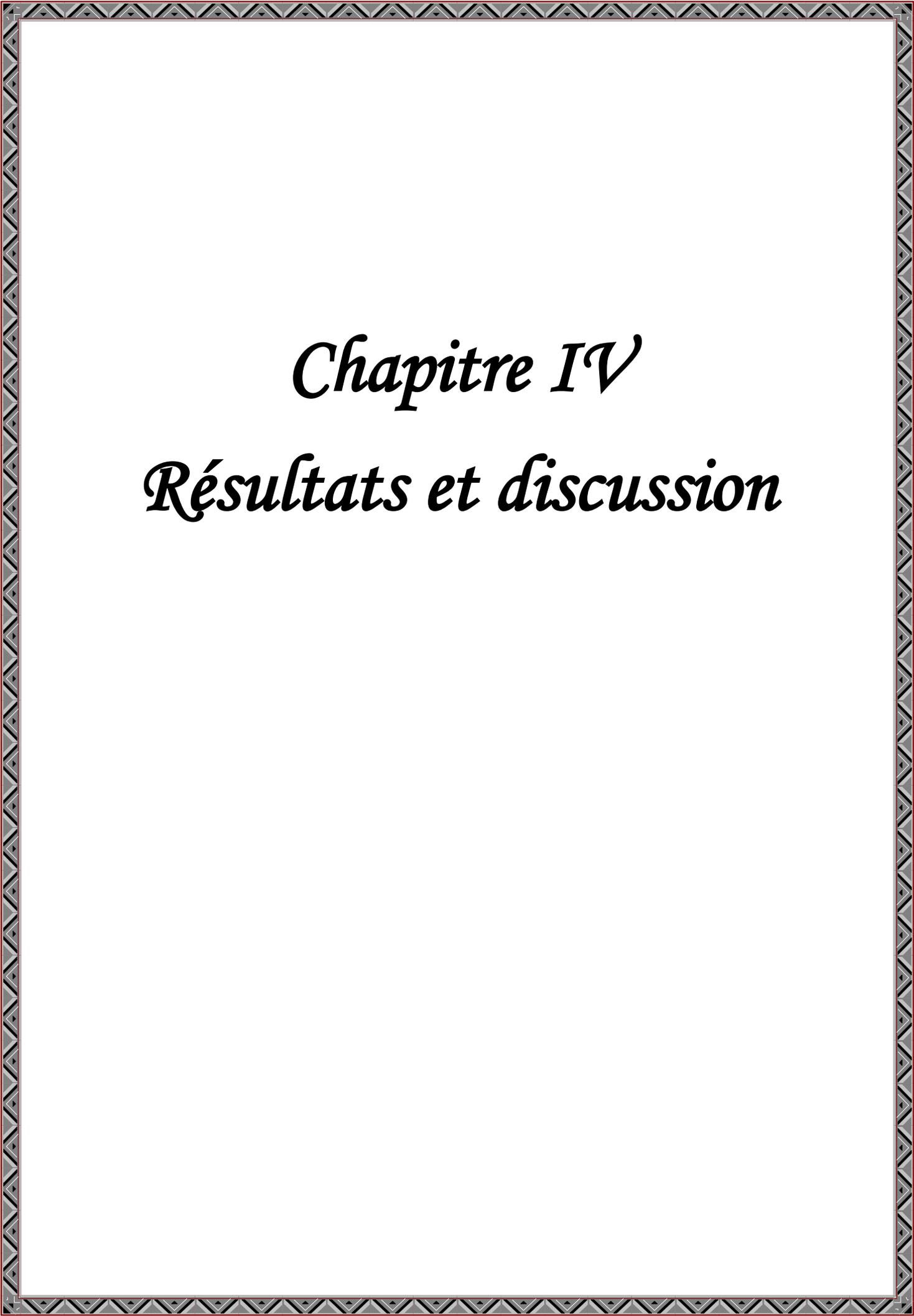
II.2.3.6.1. Paramètres étudiés

a. Elongation des racicules

Pendant 8 jours de semis des glands, on calcule l'élongation des racicules deux fois chaque 4 jours à l'aide d'un pied à coulisse.



Fig.53 : Mesure de l'élongation de la radicule



Chapitre IV

Résultats et discussion

I. Présentation des résultats

I.1. Analyse qualitative des huiles essentielles

Les résultats de la chromatographie des huiles essentielles obtenues par hydrodistillation des cinq espèces étudiées sont représentés sous forme de graphe avec une série de pics, où chaque pic représente un composé chimique bien défini.

I.1.1. *Satureja hispidula*

L'huile essentielle de *Satureja hispidula* est identifiée 09 composés,

Le Tableau ci-dessous montre que l'huile essentielle de *Satureja hispidula* est constituée essentiellement cinq composés majeurs, par ordre décroissement qui suit :

Methyl oleate (54.85%), Pulegone (21.52%), Menthone (12.80%), Hexadecanoic acid, methyl ester (4.19 %) et (3.34%) de Octadecanoic acid, methyl ester.

Tableau 06: Taux des composés majeurs des huiles essentielles de *Satureja hispidula*.

Essences	Numéro de pic	Composés	pourcentage %	T.R
<i>Satureja hispidula</i>	02	Menthone	12.80	16.823
	03	Pulegone	21.52	20.270
	06	Hexadecanoic acid, methyl ester	4.19	43.099
	08	Methyl oleate	47.15	47.298
	09	Methyl oleate	7.70	47.425
	10	Octadecanoic acid, methyl ester	3.34	47.771

I.1.2. *Lavandula stoechas*

L'huile essentielle de *Lavandula stoechas* est identifiée 13 composés,

Le Tableau ci-dessous montre que l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* est constituée essentiellement cinq composés majeurs, par ordre décroissement qui suit :

Methyl oleate (61.86%), Methyl *trans*-Vaccenate (19.03%), Octadecanoic acid, methyl ester (5.56%), Hexadecanoic acid, methyl ester (5.30%) et (3.62%) d'Eucalyptol.

Tableau 07: Taux des composés majeurs des huiles essentielles de *Lavandula stoechas*.

Essences	Numéro de pic	Composés	pourcentage %	T.R
<i>Lavandula stoechas</i>	02	Eucalyptol	3.62	8.694
	10	Hexadecanoic acid, methyl ester	5.30	43.115
	11	Methyl oleate	61.86	47.325
	12	Methyl <i>trans</i> -Vaccenate	19.03	47.440
	13	Octadecanoic acid, methyl ester	5.56	47.788

I.1.3. *Eucalyptus camaldulensis*

Le Chromatogramme d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* est identifiée 13 composés,

Tableau 08: Taux des composés majeurs des huiles essentielles d'*Eucalyptus camaldulensis*

Essences	Numéro de pic	Composés	pourcentage %	T.R
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	05	Terpinene 4-acetate	2.30	16.692
	06	(r)-cryptone	7.96	19.392
	10	Himbaccol	10.08	35.623
	11	Hexadecanoic acid, methyl ester	3.16	43.116
	12	Methyl oleate	51.41	47.316

	13	Methyl oleate	14.08	47.433
	14	Octadecanoic acid, methyl ester	5.61	47.789

Le Tableau au-dessus montre que l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* est constituée essentiellement six composés majeurs, par ordre décroissement qui suit :

Methyl oleate (65.49%), Himbaccol (10.08%), (r)-cryptone (7.96%), Octadecanoic acid, methyl ester (5.61%) et Hexadecanoic acid, methyl ester (3.16) et de 2.30 % pour Terpinene 4-acetate.

I.1.4. *Pistacia lentiscus*

L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est identifiée 77 composés,

Tableau 09: Taux des composés majeurs des huiles essentielles *Pistacia lentiscus*

Essences	Numéro de pic	Composés	pourcentage %	T.R
<i>Pistacia lentiscus</i>	01	.alpha.-Pinene	3.34	4.723
	04	.beta.-Pinene	3.53	6.156
	05	.beta.-Myrcene	23.80	7.033
	08	D-Limonene	2.27	8.018
	10	o-Cymol	3.01	8.694
	18	Vaporthrin	2.34	12.174
	27	Caryophyllene	2.12	20.046
	36	Caryophyllene	4.38	24.841
	37	himachalene	2.90	24.994
	44	himachalene	5.84	28.189
	72	ambrein	5.93	42.921
	74	.alpha.-Springene	2.20	43.624
	75	Geranyl linalool	2.03	43.848

	76	Nerolidol	4.78	44.382
--	----	-----------	------	--------

Le Tableau au-dessus montre que l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est constituée essentiellement 12 composés majeurs, par ordre décroissement qui suit :

.beta.-Myrcene (23.80%), himachalene (8.74%), Caryophyllene (6.5%), ambrein (5.93%),

Nerolidol (4.78%), .beta.-Pinene (3.53%), .alpha.-Pinene (3.34%), o-Cymol (3.01%), (2.34%)

de Vaporthrin D-Limonene (2.27%), .alpha.-Springene (2.20 %) et 2.03 % de Geranyl linalool

I.1.5. *Myrtus communis*

L'huile essentielle de *Myrtus communis* est identifiée 49 composés,

Le Tableau ci-dessous montre que l'huile essentielle de *Myrtus communis* est constituée essentiellement 7 composés majeurs, par ordre décroissement qui suit :

.alpha.-Pinene (34.74%) , Eucalyptol (28.81%), Monoethylhexyl phthalate (11.34%), D-Limonene (4.57%), Nerol acetate (3.63%) , Alpha-terpinyl acetate de (3.50%),et 2.68% pour Le linalol .

Tableau 10: Taux des composés majeurs des huiles essentielles de *Myrtus communis*.

Essences	Numéro de pic	Composés	pourcentage %	T.R
<i>Myrtus communis</i>	02	.alpha.-Pinene	34.74	4.712
	06	D-Limonene	4.57	7.971
	08	Eucalyptol	28.81	8.751
	12	Le linalol	2.68	13.929
	18	Alpha-terpinyl acetate	3.50	18.249
	27	Nerol acetate	3.63	25.621
	49	Monoethylhexyl phthalate	11.34	48.619

I.2. Comportement germinatif des glands conservés

I.2.1. La vitesse germinative (%) des Glands Entiers (G.E) traités par le distillat des essences étudiées au cours la conservation

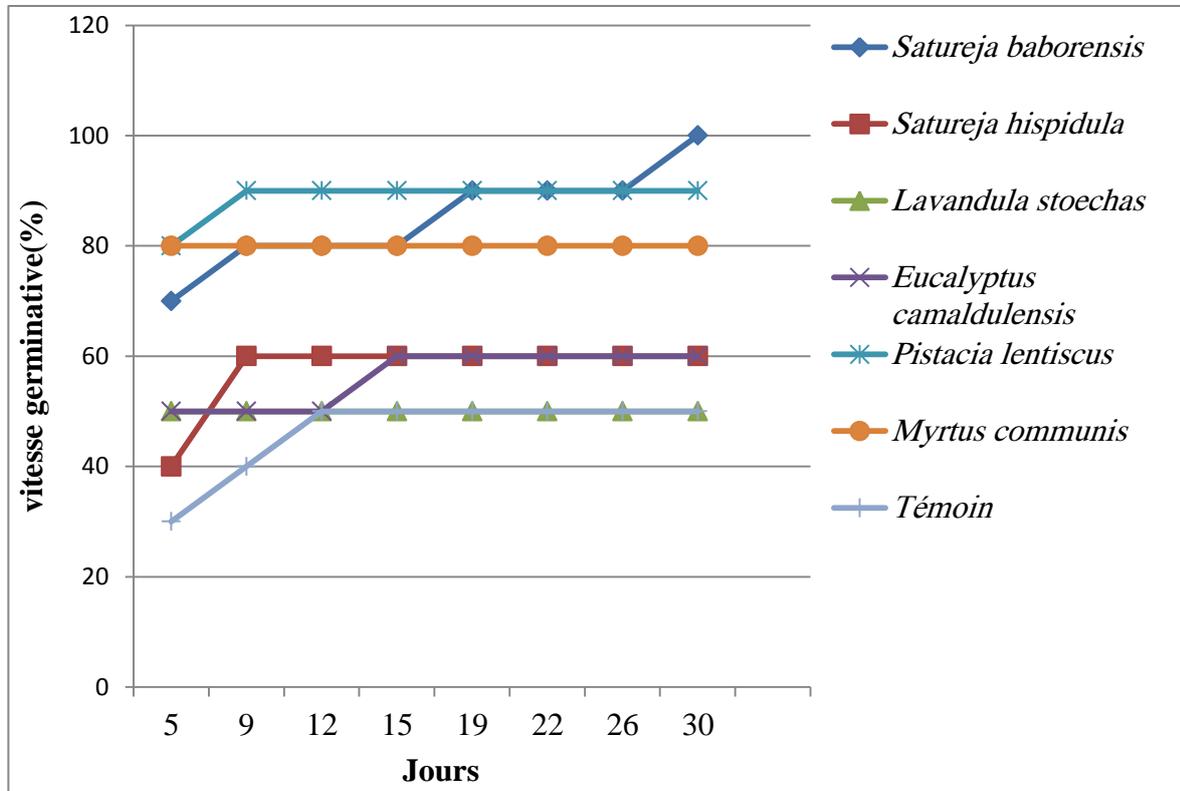


Fig.54 : Vitesse de germination (%) des Glands Entiers traités par le distillat

Les résultats obtenus (Fig.54) montrent que la germination des glands entiers traités par l'hydrolat de *S. baborensis* évolue progressivement et atteint les 100%. Celle du témoin comme *L. stoechas* n'atteint que les 50%, suivi par 60% chez *Satureja hispidula* et *Eucalyptus camaldulensis*.

On note une faible vitesse de germination et une certaine similarité entre tous les autres traitements.

I.2.2. Taux de germination final (%) des Glands Entiers (G.E) traités par le distillat et l'HE des essences étudiées pendant un mois de conservation

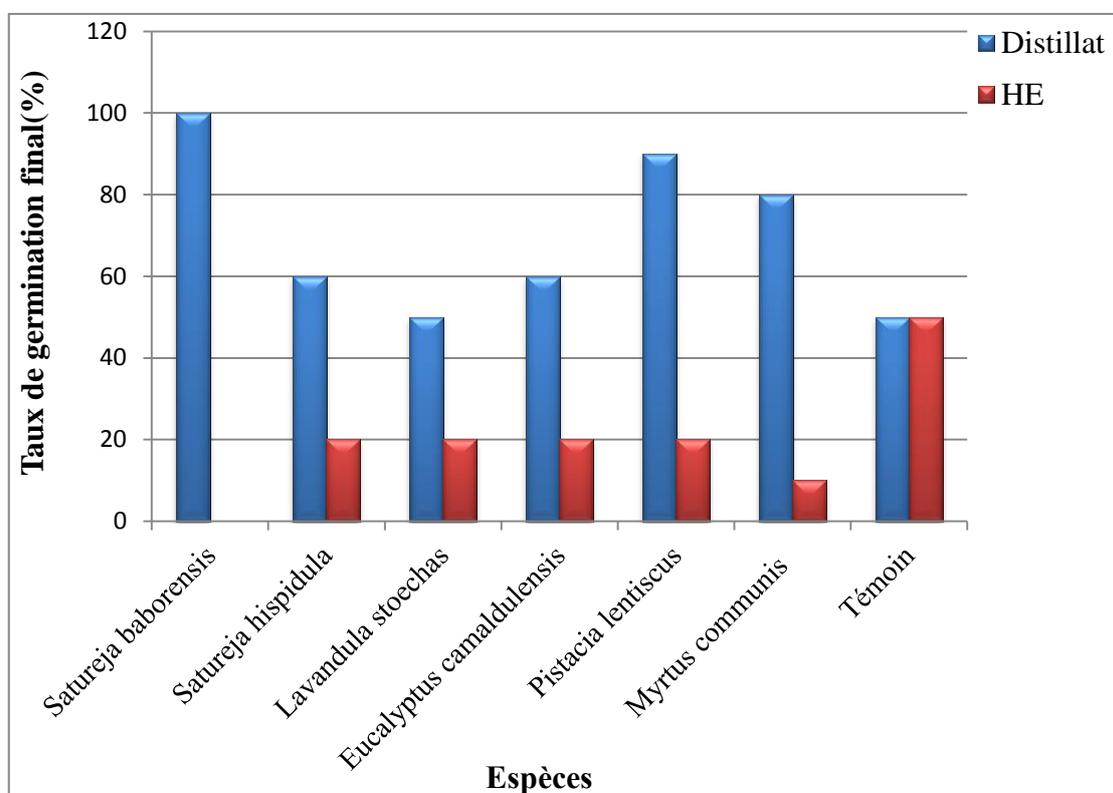


Fig.55 : Taux de germination final (%) des Glands Entiers traités par le distillat et l'HE

Comme illustré sur la figure au-dessus, un effet statique marqué des huiles essentielles sur la germination pour les cinq espèces ; celui de myrte est plus prononcé avec un taux de 10%.

I.3. Evolution de taux de contamination (%) des différents états des glands traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

I.3.1. Taux de contamination (%) des Glands Entiers (G.E) traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

Comme le montre la figure ci-dessous (de tableau 01, annexe 2), et en comparant au témoin, la sarriette hispide montre un effet statique sur le développement des champignons avec un faible taux d'infestation de 10%, suivi de myrte (20%), ensuite de lavande (30%) et l'eucalyptus a (40%). Le pistachier lentisque et la sarriette des Babors semblent avoir un faible effet estimé par un taux d'infestation relativement élevé ; respectivement de 80 et 70 %.

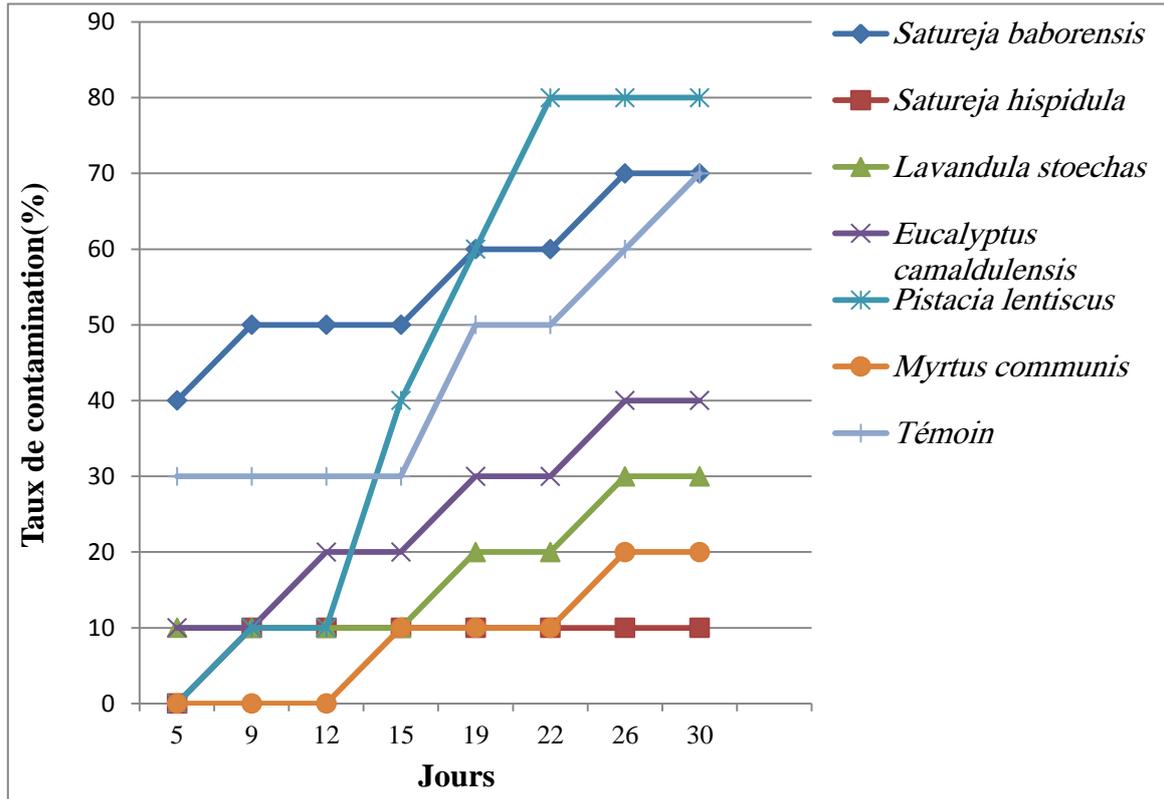


Fig.56 : Evolution de taux de contamination (%) des Glands Entiers traités par le distillat

Bien que les résultats qui suivent ne font pas l'objet essentiel de notre travail, mais ils peuvent nous orienter sur la compréhension de l'infestation et son évolution dans les différentes parties du gland

I.3.2. Taux de contamination (%) des Glands Entiers Découpés (G.E.D) traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

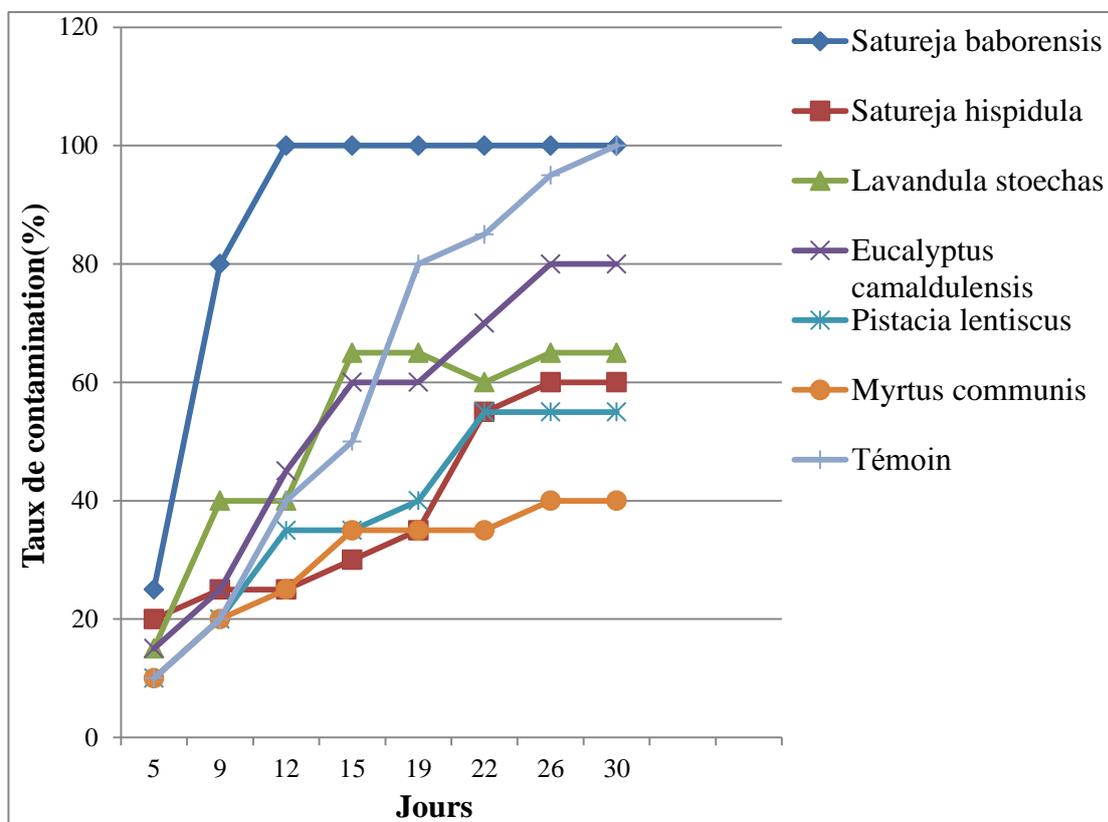


Fig.57 : Evolution de taux de contamination (%) des Glands Entiers Découpés traités par le distillat

Après avoir découpé et traité les glands pour la conservation, les résultats ont montrés une évolution progressive dans les taux de contamination des glands traités par l'hydrolat de la sarriette des Babors est comparable au témoin et atteint les 100%, celui d'Eucalyptus (80%) après une durée de conservation d'un mois, à l'opposé de myrte avec un faible taux de contamination estimé à 40%.

Concernant le lentisque, *S.hispidula*, et *L.stoechas* les taux de contamination sont, respectivement de 55%, 60%, 65% .

I.3.3. Taux de contamination (%) des Glands Entiers Epluchés (G.E.Ep) traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

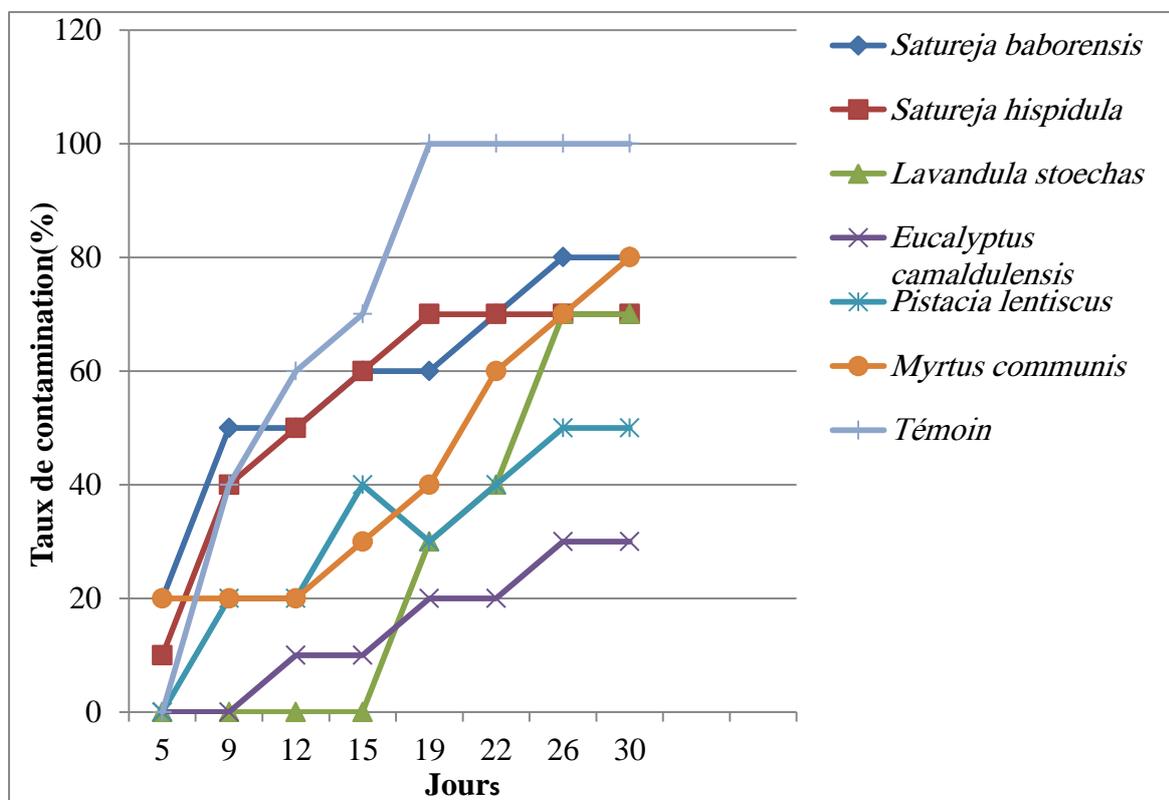


Fig.58 : Evolution de taux de contamination (%) des Glands Entiers Epluchés traités par le distillat

Le test d'épluchage note une augmentation du taux de contamination des glands de témoin que celle des traités par l'hydrolat (du myrte, *S. baborensis*, *S. hispide* et lavande) ayant marqué des taux compris entre 70 à 100 %. D'autre part, on note un effet assez statique d'hydrolat d'eucalyptus et de pistachier lentisque traduit par le faible taux d'infestation de l'ordre de 30 à 50%

I.3.4. Taux de contamination (%) des Glands Epluchés Découpés (G. Ep.D) traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

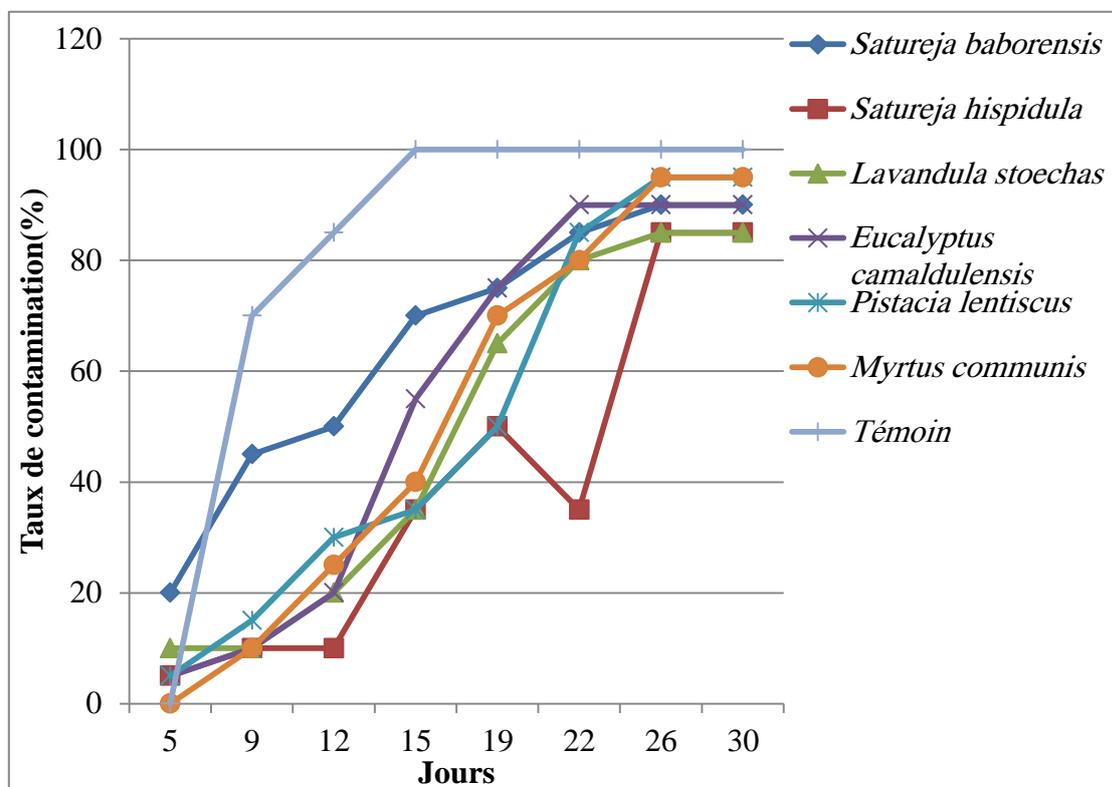


Fig.59 : Evolution de taux de contamination (%) des Glands Epluchés Découpés traités par le distillat

La figure ci-dessus montre une évolution progressive à la perte des glands épluchés découpés due aux attaques des champignons ; le témoin marque la perte totale de 100%, suivie de myrte et le pistachier a un taux très élevé estimé à 95%.

I. 3.5. Taux de contamination final (%) des Glands Entiers (G.E) traités par le distillat et l'HE des essences étudiées pendant un mois de conservation

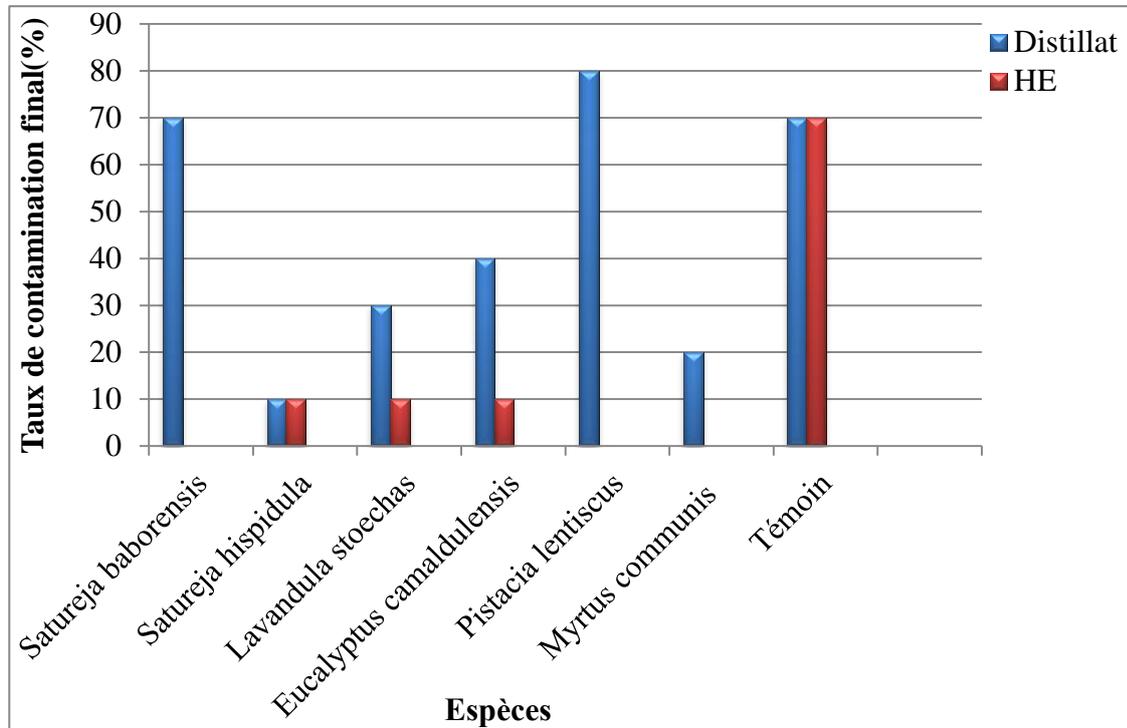


Fig.60 : Taux de contamination final (%) des Glands Entiers traités par le distillat et l'HE

En général, Le traitement par les HE des glands entiers est plus efficace que celui par l'hydrolat. La figure ci-dessus révèle un effet fongistatique des HE de myrte et lentisque bien marqués (0% d'infestation) par rapport au témoin et aux autres HE ayant un certain effet antifongique avec un faible taux de contamination estimé de (10%) .

I.3. 6. Taux de contamination final (%) des Glands Entiers (G.E) traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

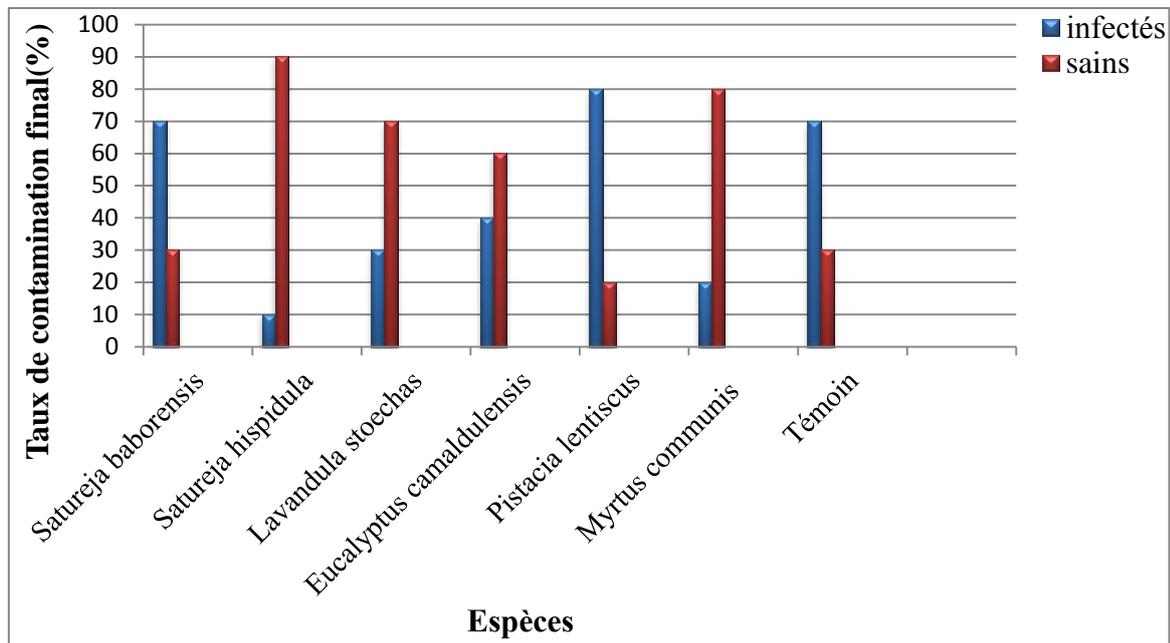


Fig.61 : Taux de contamination final (%) des Glands Entiers traités par le distillat

La figure montre que seul de 10% des glands traités par S.hispide contaminés et 20% pour le myrte ; on enregistre une certaine contamination dans le cas d’eucalyptus (40%).

I.4 .Evolution de taux de pourriture des différents états des glands traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

I.4.1. Taux de Pourriture (%) des Glands Entiers (G.E) traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

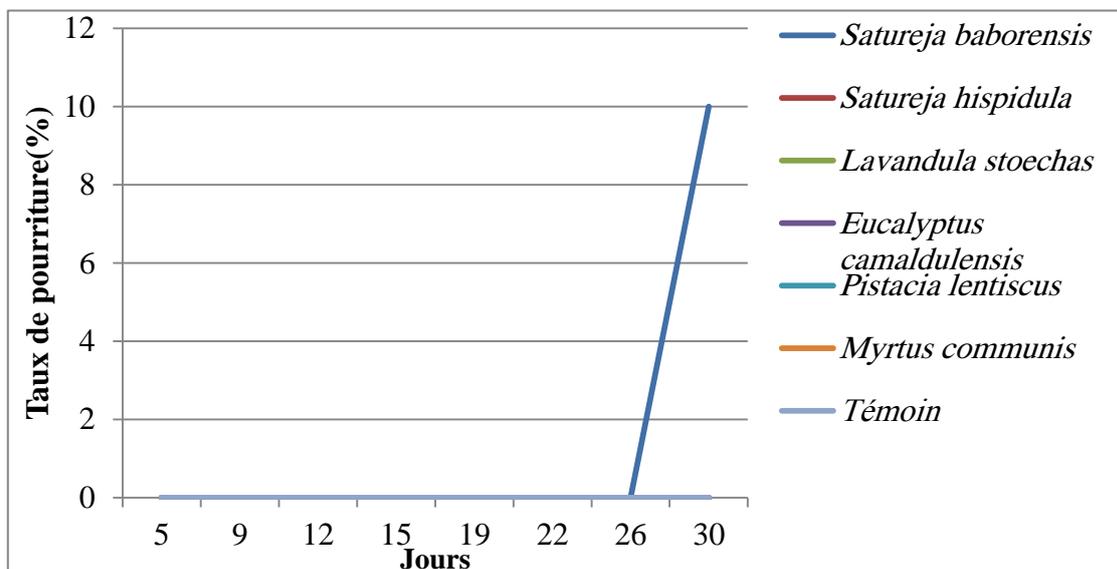


Fig.62 : Taux de Pourriture (%) des Glands Entiers traités par le distillat

Il semble que le traitement par les hydrolats utilisés empêche l'installation de la pourriture, excepter les glands traités par le distillat de la sarriette des Babores (10%).

I.4.2. Taux de pourriture (%) des Glands Entiers Découpés (G.E.D) traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

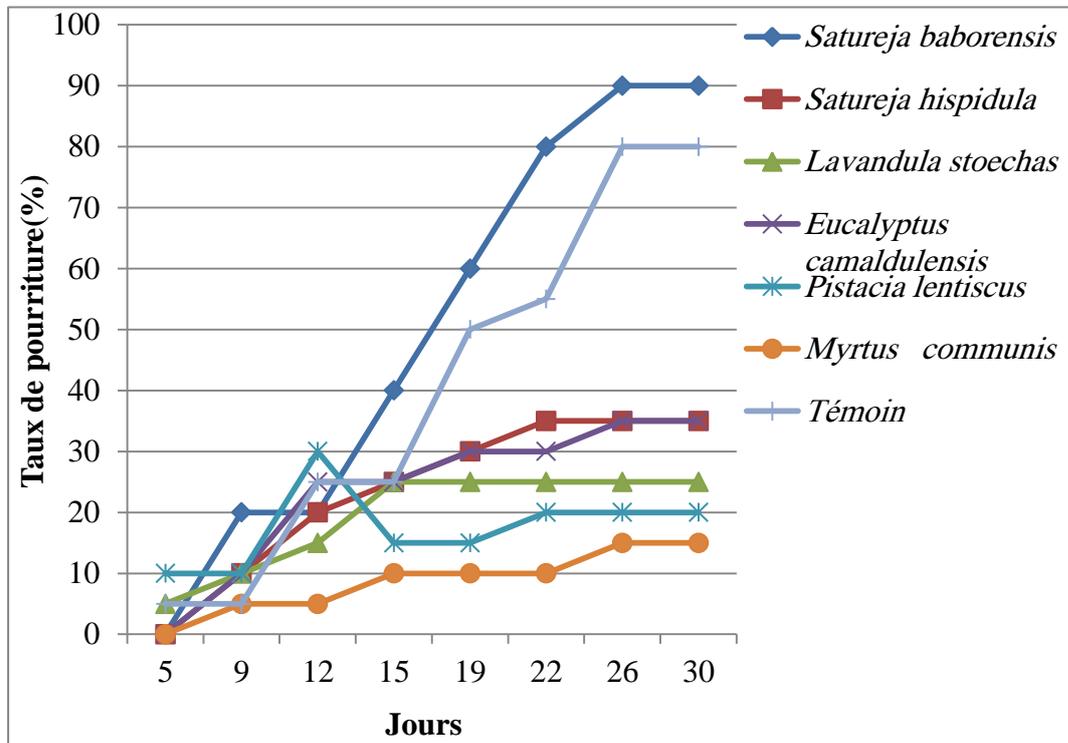


Fig.63 : Taux de Pourriture (%) Glands Entiers Découpés traités par le distillat

On remarque que le taux de pourriture des glands traités par hydrolats de *S.baborensis* est comparable au témoin (90%, 80%) respectivement. Sommairement tous les autres hydrolats ont exercés un effet antibactériene surtout le *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus* et *Lavandula stoechas*

I.4.3. Taux de pourriture (%) des Glands Entiers Epluchés (G.E.Ep) traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

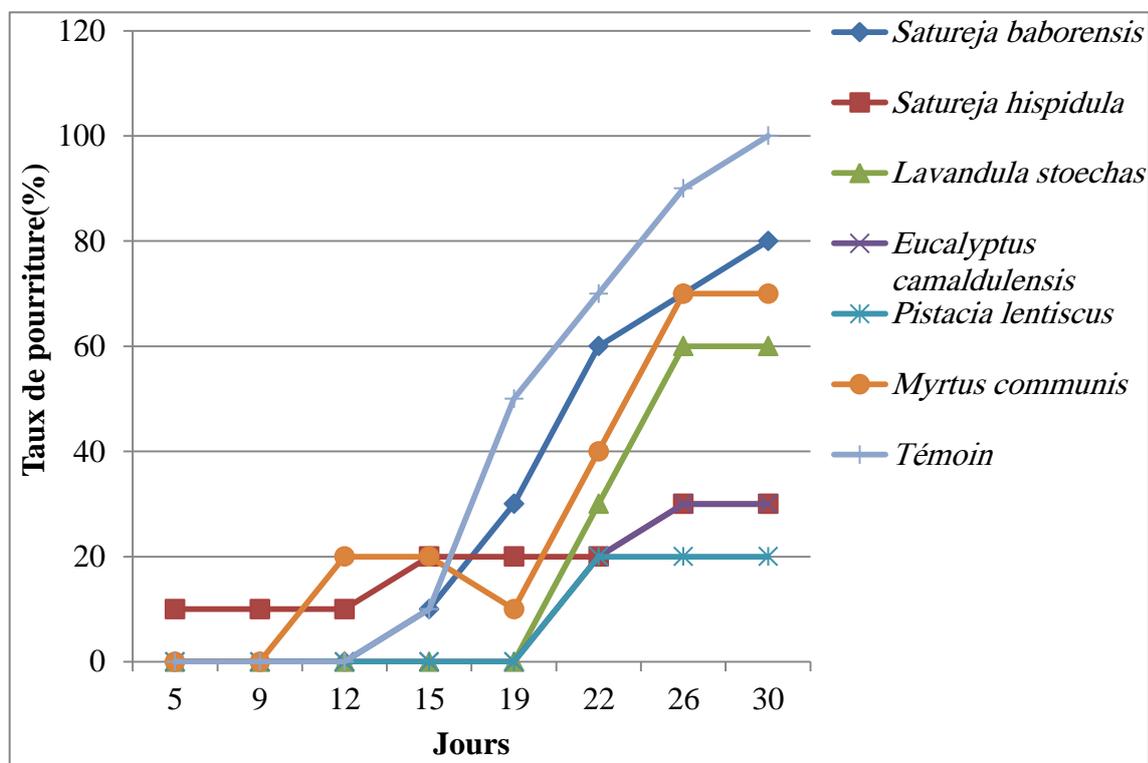


Fig.64 : Taux de pourriture (%) des Glands Entiers Epluchés traités par le distillat

La figure (64) montre que la pourriture attaque les glands à partir du 12^{ème} jour pour le Myrte (20%) et évolue pour atteindre 70% après un mois de conservation, les autres cas y compris de témoin la pourriture commence à s'installer à partir de 2 semaines. L'hydrolat de la lavande, eucalyptus et le P. lentisque semblent perdre leurs effets après 19 jours et atteignent respectivement (60%,30%,20%). La sarriette hispide contrairement à celle des Babores possède un effet antibactérien (seul 20% d'attaque) contre celle des Babores 80% de pourriture, respectivement.

I.4.4. Taux de pourriture (%) des Glands Epluchés Découpés (G. Ep.D) traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

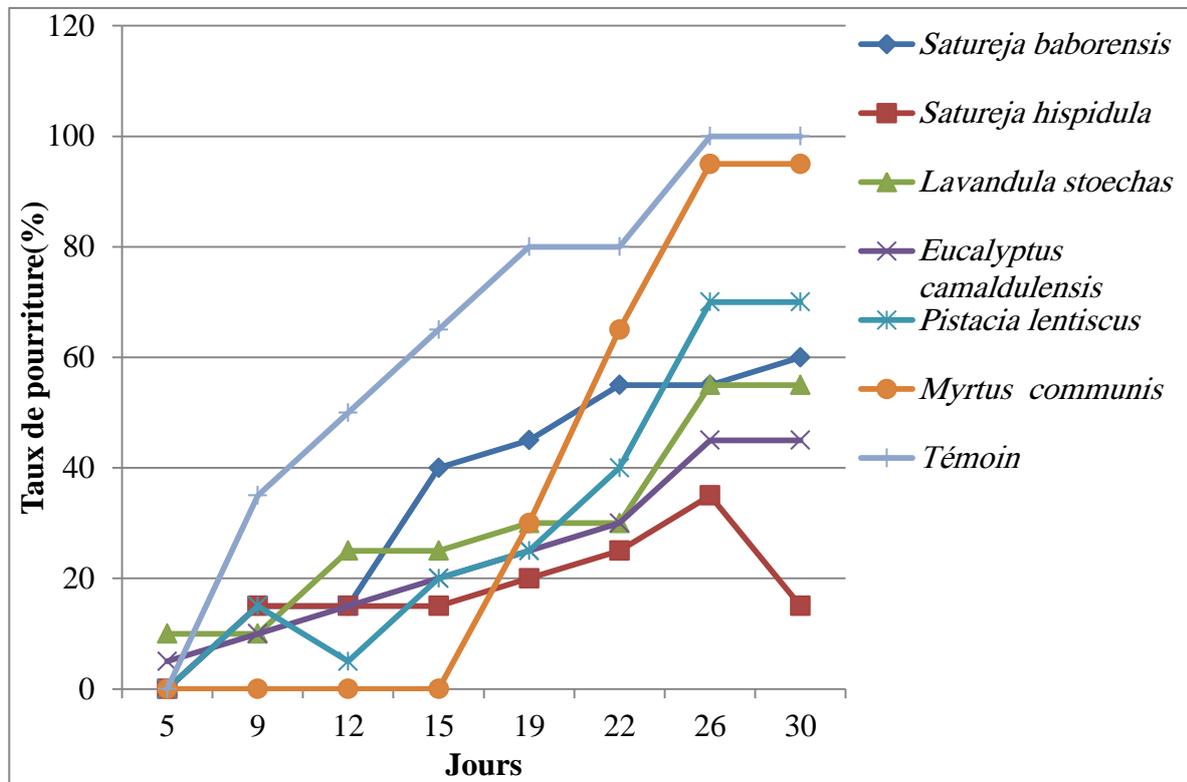


Fig.65 : Taux de pourriture (%) des Glands Epluchés Découpés traités par le distillat

Les glands épluchés et découpés le moins pourris sont ceux traités par *S.hispidula* (35%) et d'*Eucalyptus* (45%), les autres dépassent les 50% ;

I.4.5. Taux de pourriture final (%) des Glands Entiers (G.E) traités par le distillat et les HE des essences étudiées pendant un mois de conservation

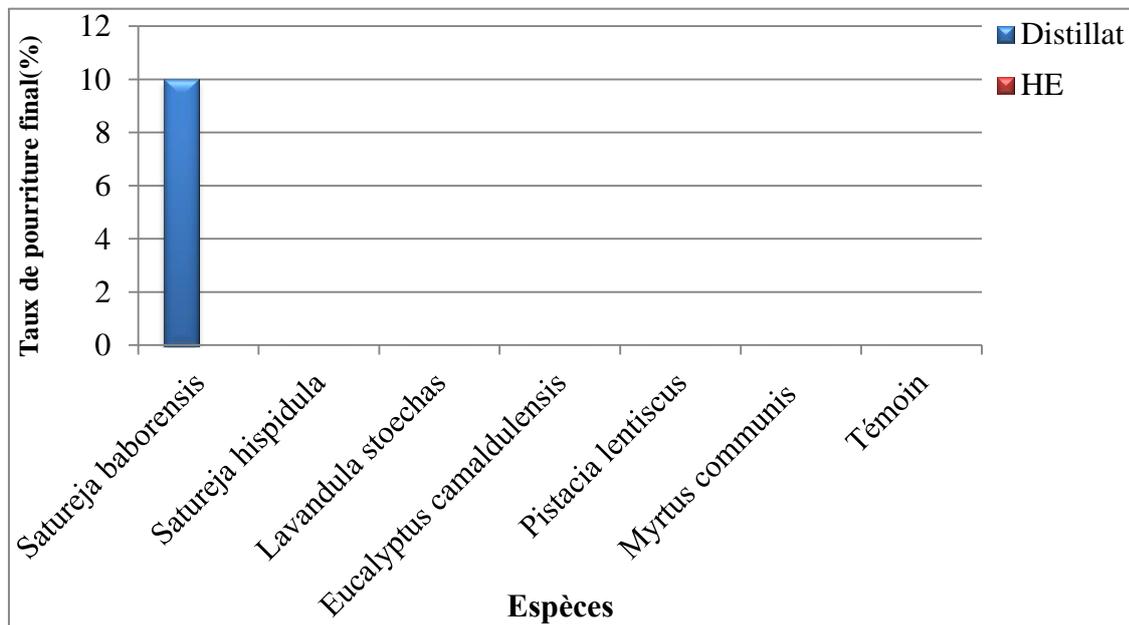


Fig.66 : Taux de pourriture final (%) des Glands Entiers traités par le distillat et l'HE

Il semble que le traitement que ce soit par les hydrolats ou les huiles essentielles utilisés empêche l'installation de la pourriture, excepter les glands traités par le distillat de la sarriette des babores (10%).

I.4.6. Taux final de pourriture (%) des Glands Entiers Epluchées (G.E.Ep) traités par le distillat et l'HE des essences étudiées pendant un mois de conservation

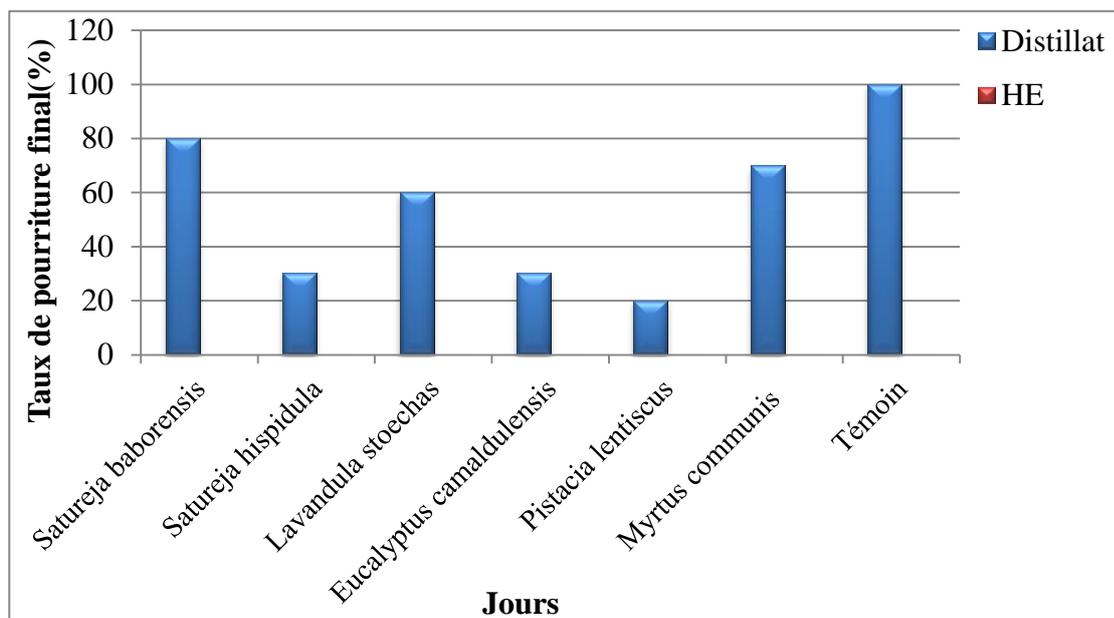


Fig.67 : Taux de pourriture final (%) des Glands Entiers Epluchées traités par le distillat et l'HE

La figure montre que les glands épluchés sont plus atteints de pourriture dans le cas de traitement par hydrolats, contrairement au traitement par les huiles essentielles, on ne marque aucun cas de pourriture.

I.5. Les semis

En vue de tester les glands traités par l'hydrolat et les huiles essentielles des espèces étudiées, nous avons procédé à des semis in vivo pour s'assurer de l'état physiologique des Glands Entiers.

I.5.1. la vitesse d'élongation des racicules (mm) des Glands Entiers traités par distillat et HE

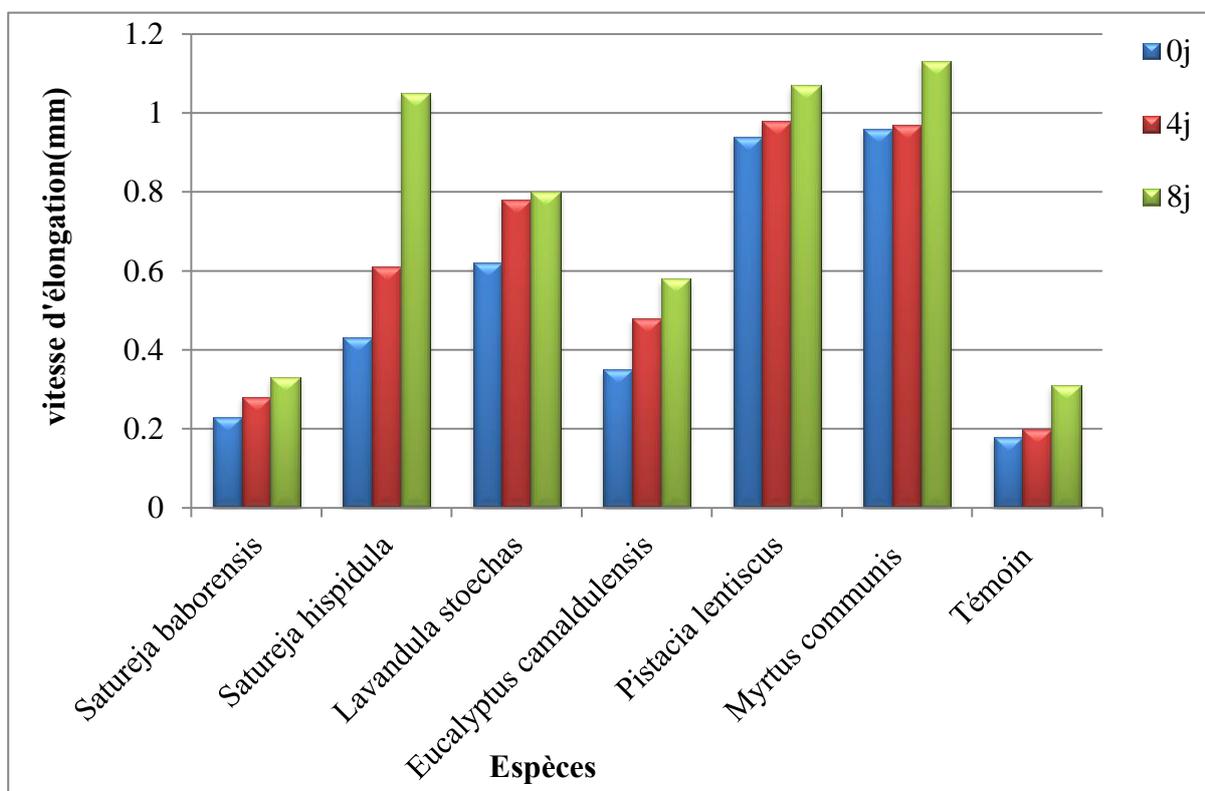


Fig.68 : vitesse d'élongation des racicules des Glands Entiers traités par distillat après Semis

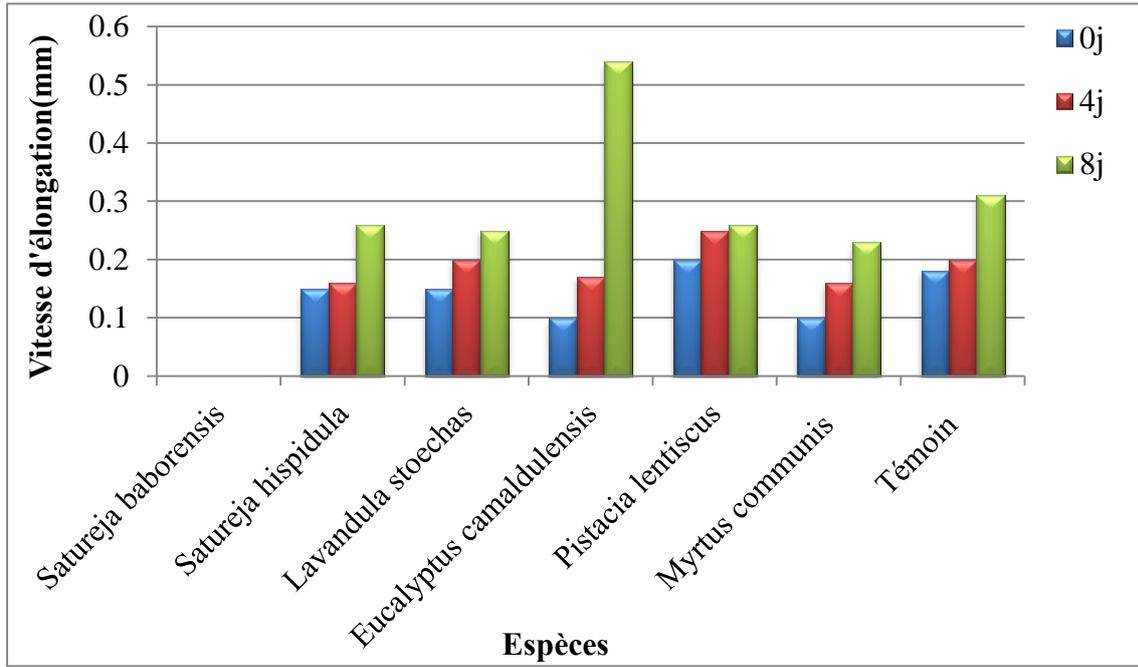


Fig.69 : vitesse d’elongation des racicules des Glands Entiers traités par HE après Semis

Les figures 68 et 69 montrent qu’après une semaine de semis des glands traités par les extraits des 6 espèces étudiées, germent normalement, on note même que certaines huiles et hydrolats favorisent leurs germination, à titre d’exemples l’hydrolat de la sarriette hispide myrte et lentisque. De même l’huile essentielle d’eucalyptus et de Sarriette hispide ou on enregistre une bonne elongation des racicules.

I.5.2. Taux de germination final (%) des Glands Entiers traités par distillat et HE après Semis

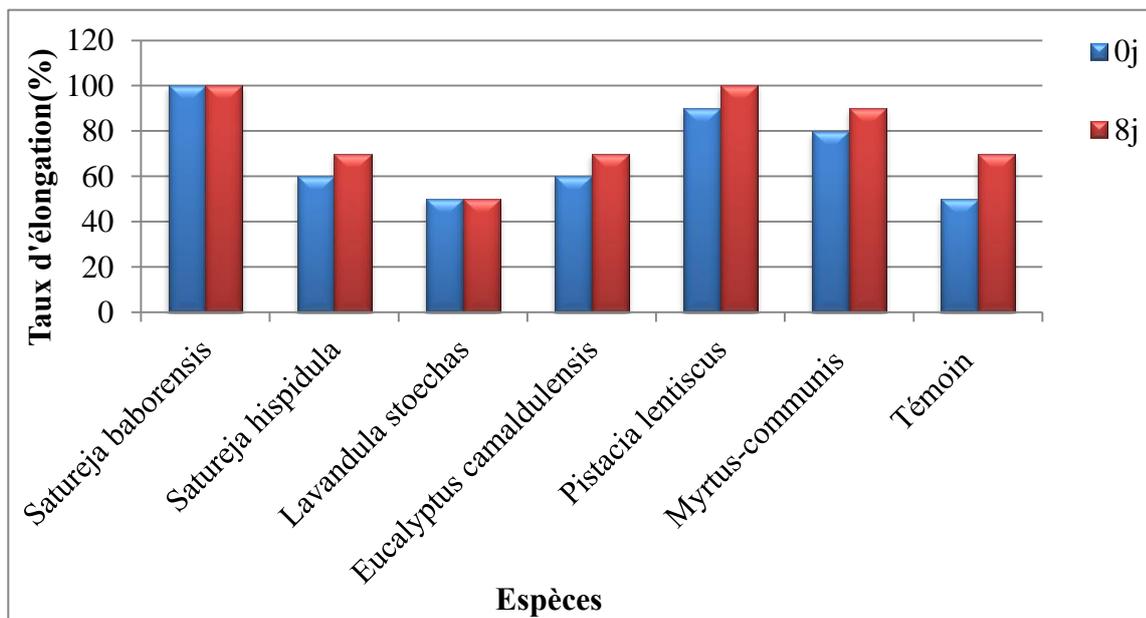


Fig.70 : Taux de germination final (%) des Glands Entiers traités par distillat

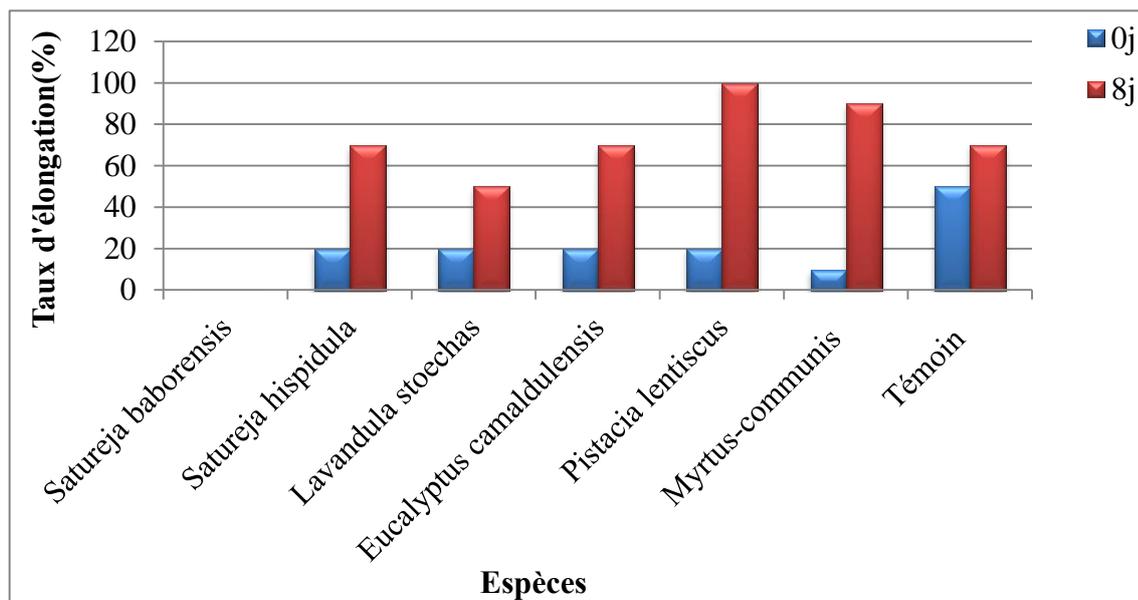


Fig.71 : Taux de germination final des Glands Entiers traités par HE

Les figures ci-dessus montrent que le taux de germination des glands traités par les huiles essentielles (compris de 10 à 20% évolue à 50 jusqu'à 100%) ce qui est plus important que le traitement par l'hydrolat ou le taux de germination évolue de 10% après le semis des glands.

II. Discussion

En sachant que l'hydrolat contient une fraction d'huiles essentielles d'environ 2 %, un effet antifongique a été enregistré d'où des tests antifongiques d'huile essentielle pure, ont été testés en parallèle.

Au préalable une analyse chimique des huiles essentielles réalisées, a montré que les huiles essentielles sont d'une certaine activité dont les molécules responsables sont principalement :

(65.49%), de Methyl oleate chez *Eucalyptus camaldulensis*, (61.86%) de Methyl oleate chez *Lavandula stoechas*, (54.85%) de Methyl oleate chez *Satureja hispidula*, (34.74%).alpha.-Pinene chez *Myrtus communis* et (23.80%).beta.-Myrcene chez *Pistacia lentiscus*. Ces huiles appartiendraient donc aux races chimiques suivantes (chémotypes):

S. hispidula à methyl oleate ; *Lavandula stoecha* à methyl oleate ; *Eucalyptus camaldulensis* à methyl oleate ; *Pistacia lentiscus* à .beta.-Myrcene et *Myrtus communis* à .alpha.-Pinene.

Concernant la germination, globalement les résultats ont révélé un effet statique d'hydrolat sur la germination, surtout dans le cas de *Lavandula stoechas*, *Satureja hispidula* et *l'Eucalyptus camaldulensis* qui semblent désinfecter les glands ce qui favorise éventuellement la germination.

Pour ce qui est des huiles essentielles, de même on note un effet très important sur la germination surtout par rapport à *Myrtus communis* (10%).

Les tests sur l'effet de l'hydrolat des six espèces étudiées ont montré un effet fongistatique sur les glands entiers par ordre d'efficacité l'hydrolat de *Satureja hispidula*, *Myrtus communis*, *Lavandula stoechas* et *Eucalyptus camaldulensis*, qui a empêché le développement des champignons sur les glands durant la conservation, autres effets ont été signalés mais ils sont relativement faible notamment ceux de *Satureja baborensis* et *Pistacia lentiscus*.

Comparativement aux huiles essentielles qui ont démontré une efficacité très marquée dans leurs effets antifongiques pour toutes les espèces étudiées.

Les résultats relatifs aux glands épluchés et découpés ; les attaques et atteintes par la pourriture semblent résister à ces principes actifs (hydrolats et HE), ces amandes entières ou découpées représentent un foyer de germe ce qui explique l'infestation, d'autant plus que les glands sont riches en amidons ils en contiennent jusqu'à 60% (DE HODY, 2016 ; VINHA et al., 2016).

Lors de cette expérimentation, on a remarqué que les glands sains ayant contracté la pourriture présentent éventuellement des ouvertures non visibles à l'œil. Et que le sens de contamination se fait de l'extérieur vers l'intérieur. Un examen judicieux de glands pour s'assurer de son état de santé, devrait donc se faire avant la mise en conservation.

Les huiles essentielles seraient recommandées dans la conservation des glands par voie aérosol (voie gazeuse) d'autant plus que ces derniers inhibent la contamination (effet statique) sans empêcher la germination des glands après leur mise en semis.

Conclusion générale

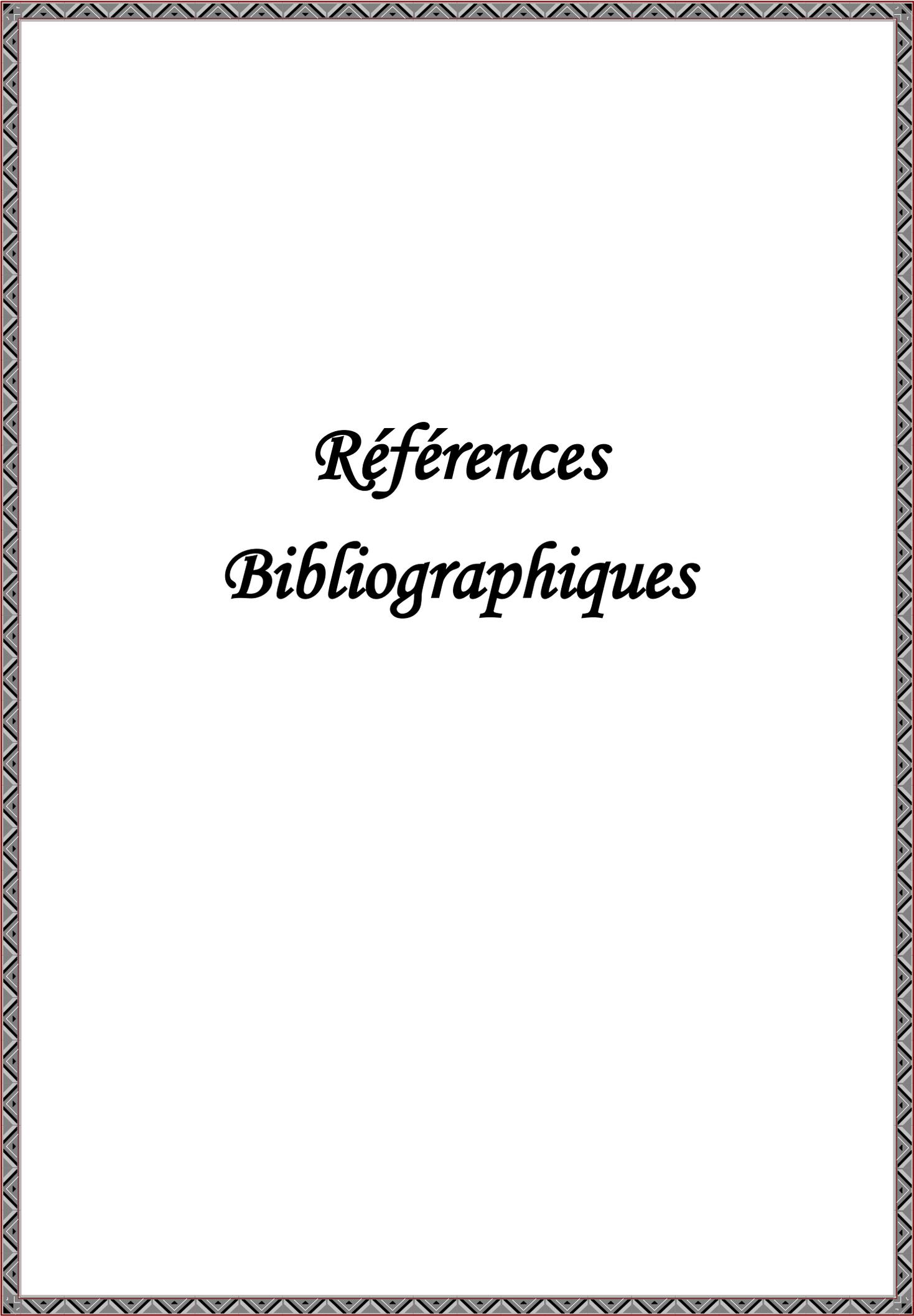
Conclusion générale

A partir des résultats obtenus de cette étude, on peut conclure les points suivants :

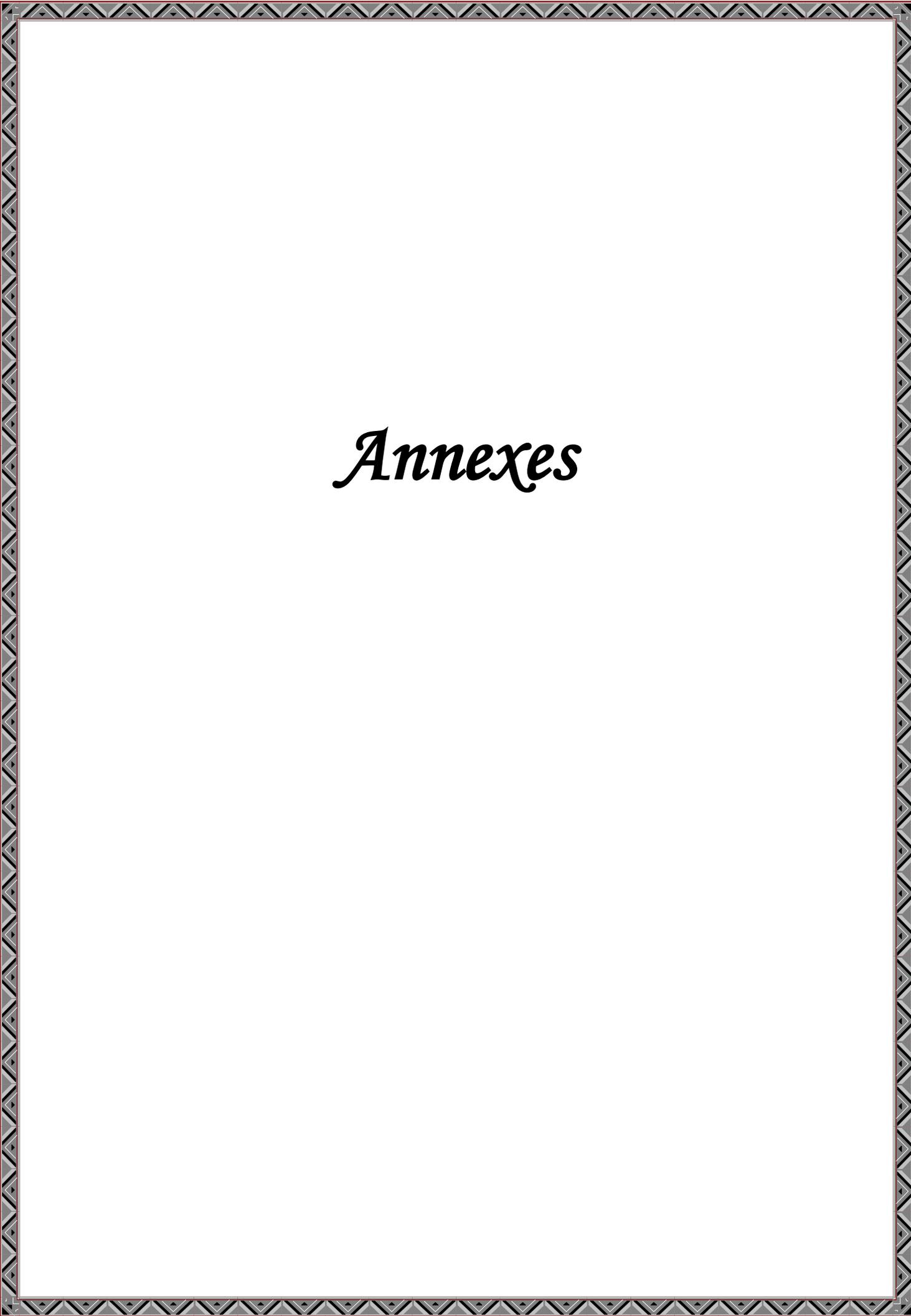
- L'hydrolat de *L.stoechas*, *Satureja hispidula* et l'*Eucalyptus camaldulensis*. possèdent un effet statique sur la germination ;
- L'hydrolat de sarriette des Babors, de pistachier lentisque favorise la germination des glands ;
- L'huile essentielle de *Myrtus communis* et de *Pistacia lentiscus* à un effet fongistatique ;
- La sarriette hispide empêche l'infestation que ce soit par l'hydrolat ou par l'huile essentielle ;
- Les glands ouverts (amandes) sont moins sensible au traitement par l'hydrolat, par rapport au traitement par les huiles essentielles ;
- On enregistre dans tous les cas que le gland, que ce soit découpé ou épluché peut être contaminé ; les glands ouverts ne peuvent être stockés ;
- Les huiles essentielles possèdent un effet antibactérien très efficace ;
- Les huiles essentielles ont plus d'effet statique sur la germination que l'hydrolat ;
- Les résultats des semis des glands traités par les huiles essentielles sont nettement meilleurs que ceux traités par les hydrolats ;
- La conservation est recommandée par un mélange d'huiles essentielles de :
Lavande, S. hispide, Eucalyptus, Myrte et Pistachier lentisque.

Une étude plus approfondie donnerait plus de précision à ce sujet. On recommande alors :

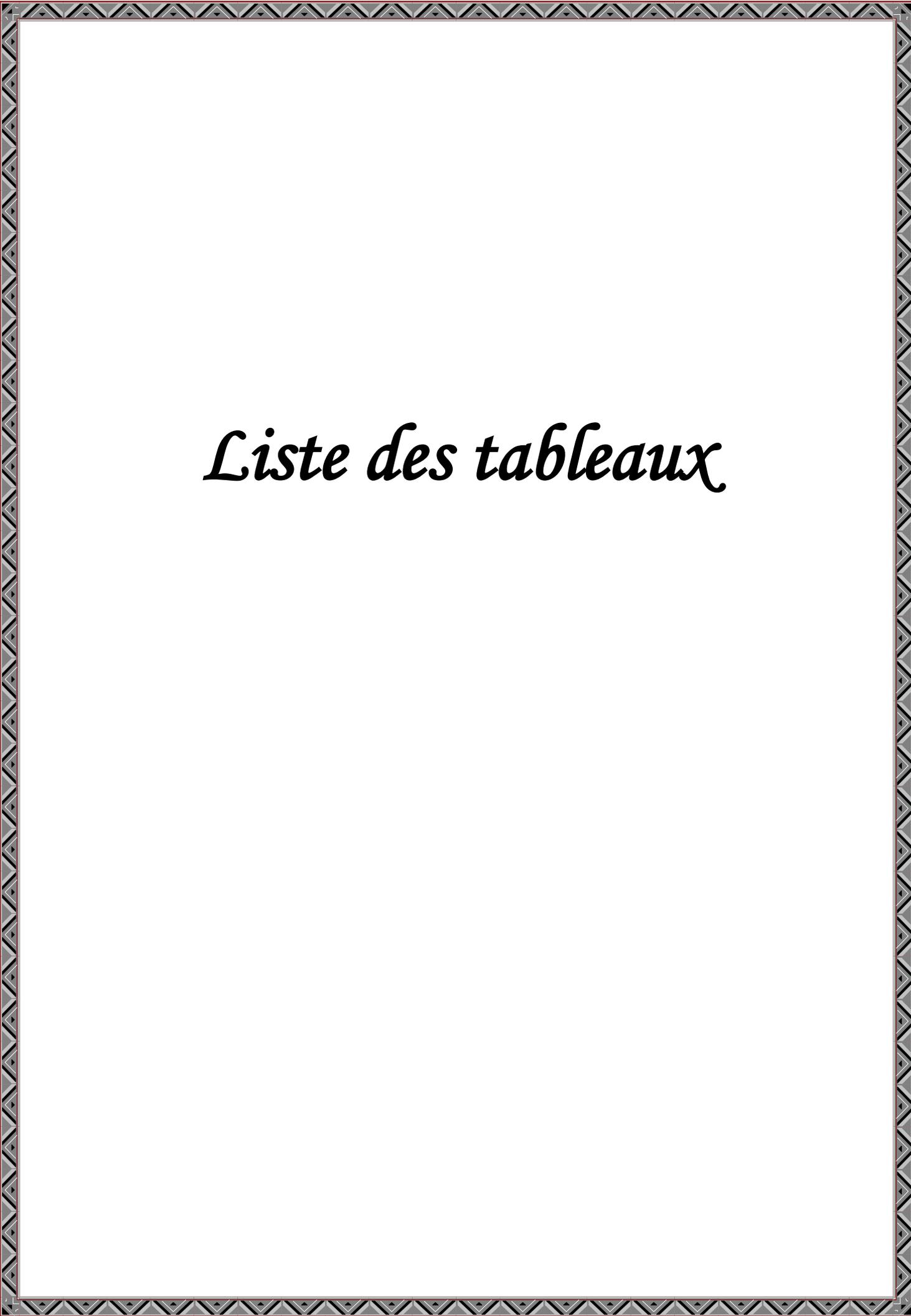
- ✓ Des tests in vivo de l'activité antifongique d'hydrolats ayant des effets antifongiques.
- ✓ Des tests in vivo de l'effet par voie aérosol des huiles essentielles dans les chambres froides.
- ✓ Composer un produit phytopharmaceutique s'inscrivant dans un cadre de développement économique par la valorisation de ces ressources naturelles.



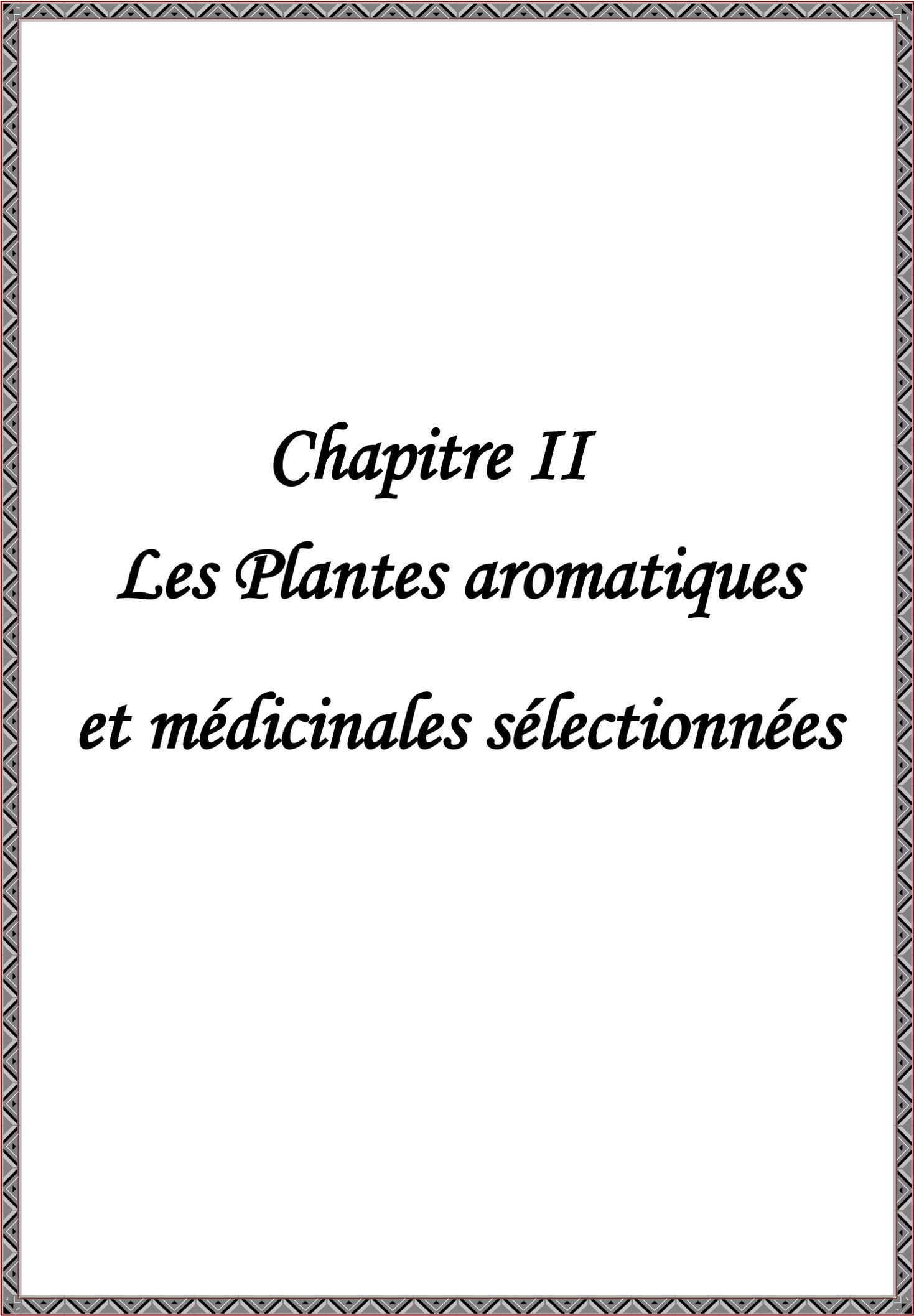
Références
Bibliographiques



Annexes



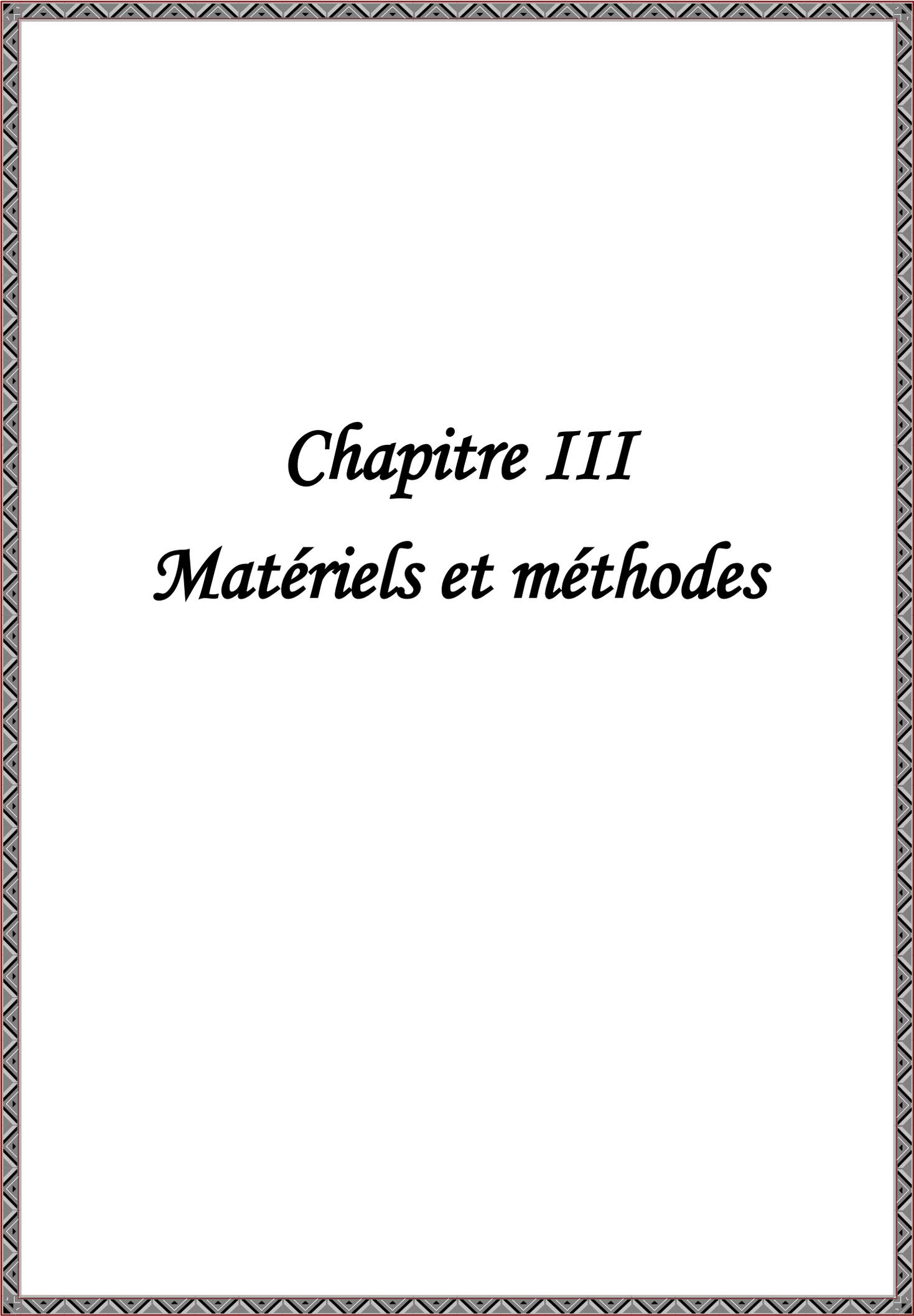
Liste des tableaux



Chapitre II

Les Plantes aromatiques

et médicinales sélectionnées



Chapitre III
Matériels et méthodes



Sommaire

- A -

- AFNOR:** Association Française de Normalisation., (1987). Tour Europe. Cedex 7 - 92080 Paris.
- AIME S.,(1976) .** Contribution à l'étude écologique du chêne-liège. Etude de quelques limites. Thèse Doctorat de spécialité. univ. NICE. France. pp 180.
- ALLILI N.,(1983).** Contribution à l'étude de la régénération du chêne-liège dans la forêt domaniale de Béni-Ghobri. Tizi-Ouzou. Thèse d'ing. INA. El Harrach. pp 53.
- ALLOUM K., (2007).**les plantes médicinales d'Algérie. Edition berti, Alger. pp : 145-148, 167-168.
- AMANDIER L.,(2002).** La subéraie : biodiversité et paysage. [En ligne].In Vivexpo biennale Du liège et de la forêt méditerranéenne. Colloque biodiversité on tpayage. 21 Mai 2002. Vives (Perpignon). pp 5.
- ANONYME.,(1997).** Analyse du milieu agricole dans la wilaya de Jijel. Bureau National Du Développement Rural. 80p.
- ANONYME,(2013) .** Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France par Benoît Bock BDNFF. vol(4).02.
- ANONYME., NON DATE.** Eucalyptus .disponible sur < http://www.flore_Quezel.com/Eucalyptus/.html >.
- ANONYME., NON DATE.** Sarriette. disponible sur < <http://www.aromacopa.com/sarriette.php>>.

-B-

- BABA-AHMED K., (2002).** Extraction et analyse de l'huile essentielle d' *Artemisia herba alba*. Mémoire d'études supérieures. p37.
- BABA AISSA F., (1999).** Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb. Substances végétales d'Afrique d'orient et d'occident. p 181.
- BAGNOULS F. et GAUSSEN M., (1953).** Saison sèche et indice xérothermique. Bull SOC. Hist. Nat. Toulouse 88. 193-239 p.
- BAKKALI F., AVERBECK S., AVERBECK D., et LDAOMAR M., (2008).** Biological effects oils. A review Science Directe. Food and Chemical Toxicology. Vol 46: 446-475.
- BASTIEN Y., (1992) .**Résultats de semis de glands de conservation en pépinière. Rev. For.Fr. XLIV. pp 430-433.
- BELABBAS D.,(1996) .** Le Chêne liège : La forêt Algérienne n°01.Février-Mars 1996 .PP26-30.

BELOUED A., (2009). Plantes médicinales d'Algérie. Office des publications universitaires. ISBN 9961-0-0304- 7, Algérie, 281 p.

BENHAMMOU N., ATIK BEKKARA F., et KADITKOVA PANOVSKA T.,(2008). Antioxydant and antimicrobial activities of the *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. African Journal of Pharmacy and Pharmacology. Vol 2 (2). disponible sur <http://www.academicjournals.org/ajpp>, pp 22-28.

BENYOUSSEF E., 1999 -développement des procédés d'extraction des essences de craindre et nigelle. étude de leur processus et applications. Thèse de Doctorat.

BERNARD T., PERIAU F., BRAVO R., DELMAS M. & GASET A., (1988). Extraction des huiles essentielles : Chimie et Technologie. Information chimie. (298), 179-184p.

BESOMBES C.,(2008).Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo-mécanique d'herbes aromatiques : Applications généralises. Thèse Doctorat. Université de La Rochelle. p 41-45.

B.N.E.D.E.R (Bureau National des Etudes de Développement Rural),.(2008).

BONNET-MASIMBERT M. and MULLER C.,(1973) . La conservation des faines et des glands. Recherches et perspectives. Bulletin technique de l' Office national des forêts. n° 5 .pp 13-19.

BONFILS P., DIETIKER F., FURST E., HORISBERGER D., MEIER S., MONNIN M., SCHNEIDER P., WALTHER H.,(2010). La récolte de semences de chêne. In : Le matériel forestier de reproduction du chêne. 2ème éd. pro Quercus. Office fédéral de l'environnement. OFEV. Berne.7 p.

BOUCHAFRA et FRAVAL.,(1991) . Présentation du chêne liège et de la subéraies .In Viellement et Fraval . 199. la faune du chêne-liège. Actes éditions. Rabat : pp 1-26.

BOUCHAOUR-DJABEUR S., BENABDELI K., BEN JAMAA M.L. STITI B., (2011). Déprédation des glands de chêne liège par les insectes et possibilités de germination et de croissance des semis. Geo-Eco-Trop, 35 : 69 – 80p.

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.

BOUDJEDJOU L.,(2010). Etude de la flore adventice des cultures de la région de Jijel. Thèse Magister. Université de Sétif.

BOUKELOUA A.,(2009).caractérisation botanique et chimique et évaluation pharmacotoxicologique d'une préparation topique à base d'huile de *Pistacia lentiscus L.* Présenté en vue de l'obtention du diplôme de magister en biologie. 3p.

BOUDY P., (1950)- Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences forestières. Fasc. I, tome I. Ed la Rose, Paris, 575 p.

BOUDY P.,(1952) . Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed : librairie agricole. Horticole, forestière et ménagères. Pais. 509 p.

BOUDY P.,(1955). Economie forestière nord-africaine. Tome 4 : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. La rose. Paris. pp 483.

BRUNETON J., (1993). Pharmacognosie- phytochimie. Plantes médicinales.1^{er} Ed. Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. pp: 278-915.

BRUNETON J.,(1999).Pharmacognosie - phytochimie. Plantes médicinales. 3^{ème} Ed. Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. pp 199-388.

BUCKLE J.,(2003). Clinical aromatherapy: essential oils in practice. 2^{ème} Ed, Elsevier science, America, ISBN 443-07236-1, 424 p.

-C-

CAILLET S., LACROIX M., (2008). Les huiles essentielles: leur propriété antimicrobienne et Leurs applications potentielles en industrie alimentaire. INRS. Institut Armand- Frappier, Montréal.18p.

CARETTE A.S.,(2000).La lavande et son huile essentielle. Thèse de doctorat. Université de Toulouse. 100p.

CARILLON A.,(1987). Pour un bon usage des plantes. Phytothérapie. Aromathérapie comprendre et agir: des médecines familiales efficaces au service de votre santé. Edition Vie et Santé. Dammarie les Lys.

CARITAT A., MOLINA M. SE GUTIERRCZ E.,(1996). Annual cork-ring width variability of *Quercus suber L.* in relation to température and précipitation (Extremadura, southwestern .Spain). For. Ecol. Manage 86 : pp 113 120.

CASTOLA V. ;BIGHELLI A et CASANOVA J., (1991). Biochemical Systematics and Ecology, 28, France, disponible sur< isdcasanova@vignola.univ-corse.fr. > .pp 79-88.

CHAUMONT J.P., LEGER D., (1989). Plant Med. Phyto. 23, 124p.

HAZEL M et HAZEL L.,(2012). Découverte naturaliste des garrigues. Ed Quae, Paris. 59 p.

CHOUIAL A.,(2003). Production de plants forestiers en hors-sol cas du chêne-liège. Institut National de la Recherche Forestière (INRF). Arboretum de Bainem BP 37 Cheraga. Alger 5-6p.

COME P.,(1975).Acquisition de l'aptitude à germer « la germination des semences>> INRA. Ganthier- villars, Pari 75 –70p.

-D-

DE BEAUCORPS Ck.,(1956). Le sol. Ses caractères intrinsèques. Ann.Rech. For.Maroc. Tome 4. Fascicule 2 : pp 29-46.

DEGRYSE AC., DELPLA I. et VOINIER M A.,(2008). Atelier santé environnement risque et bénéfices possibles des huiles essentielles. IGS-EHESP. 87 p.

DE HODY,(2016). Le chêne, un concentré de bienfaits en alimentation et santé. Comment utiliser le chêne, en cuisine et pour la santé? disponible sur

< <https://www.lechemindelanature.com/.../article-chene-concentre-de-bienfaits-alimentat...>>

DELATOUR C ; MORELET M et MEN S.,(1976). Le *Ciboria batschiana* chez les glands : voies de pénétration. Évolution en conservation. Communication au Ile colloque. Société française de phytopathologie. Paris. 530p.

DELATOUR C ; MULLER C et BONNET-MASIMBERT M.,(1978).*Ciboria batschiana* et conservation de longue durée des glands. Symposium sur la régénération et le traitement des forêts feuillues de qualité en zone tempérée. IUFRO: Nancy France. pp 193-200.

DELATOUR C ; MORELET M.,(1979). La pourriture noire des glands. Laboratoire de pathologie forestière. Centre National de Recherches Forestières (I .N .R .A). 14. rue Girardet 54042 Nancy Cedex. France. pp 101-115.

DELILI L., (2007). Les plantes médicinales d'Algérie. Berti. Alger. ISBN 9961-69-131-8, 240 p.

D.H. : Direction de l'Hydraulique.,(2014) . Rapport des services de l'Hydraulique .Jijel.

DJALOS., (1980). Ecologie des insectes forestiers. Borde. Paris.102 p.

DOBIGNARD A. ET CHATELAIN S.,(2006) . Index synonymique et bibliographique de la Flore d'Afrique du Nord. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CH).

DRAPIER J., (1985). Les difficultés de régénération naturelle du sapin (*abies alba* mill.) dans les Vosges-étude écologique. Technique et forêt R .F .F . XXXVII - 1-, pp 45-55. Disponible sur

< http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/21785/RFF_1985_1_45.pdf?sequence=1>

DUPIN B., CUQ J.L., MALEVIK M.I., LEYNAUD R.C., BERTHIER A M.,(1992). Alimentation et Nutrition humaine. Ed. ESF. Paris. pp 12-48.

DURAFFOURD C. et LAPRAZ J C.,(2002). Traité de phytothérapie clinique. Ed Maloine. Paris.

-E-

ELCAY., (2007). Lexi guide des plantes médicinales. Paris. p 15.

EL HAIB A.,(2011).valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations. Thèse doctorat de l'université de Toulouse .pp: 4-5.

EL KALAMOUNI CH., (2010). Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Thèse du doctorat. Science des agro-ressources. Université de Toulouse. 263 p.

-F-

FANTINO N.S.,(1990).Etude du polymorphisme au d'une population de lavande (*Lavandula angustifolia Mill.*). Détermination de critères précoces de sélection. Thèse de doctorat.Université de La Rochelle. p :41-45.

FESTY D.,(2007). Ma bible des huiles essentielles. Leduc-s. France. ISBN 978-284899-175-7, 549 p.

FICHESSERB.,(1970).La vie de la forêt. Horizons de la France.

FOLCO L, ANJA H, LAURENT T, ROBERT M, GUILLAUME G ET BENJAMIN D.,(1999). Dossier couplage.

FRANCHOMME P. et PENOEL D., (1990) .L' aromathérapie exactement. encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Ed Jollois. Limoges.

FROCHOT H. et LEVEY G.,(1986) . Facteurs du milieu et optimisation de la croissance initiale en plantation de feuillus. Rev.For.Fr. XXXVIII.3 :pp.301-306.

FURST E.,(2010). La récolte de semences de chêne. In : Le matériel forestier de reproduction du chêne. 2ème éd. pro Quercus. Office fédéral de l'environnement. OFEV. Berne.7 p.

-G -

GACHI M ; KERRIS T et SAÏ K.,(2001). Les insectes ravageurs et les champignons pathogènes des forêts de chêne liège. Atelier sur le chêne liège le 06/10. INRF. Alger. 12p.

GARDELI C .,VASSILIKI P.,ATHANASIOS M., KIBOURIS T.,ET KOMAITIS M.(2008). Essential oil composition of *Pistacia lentiscus L.* and *Myrtus communis L.* : Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts, Food chemistry, 107 (3),1120-1130

GARNEAU F.X.,(2001). Notes du cours Produits naturels. Département des Sciences fondamentales. UQAC. Chicoutimi. Québec. p 17.

GHOUIL H., MONTPIED P., EPRON D., KSONTINI M., HANCHI B. et DREYER E.,

(2003). Thermal optima of photosynthetic functions and thermo-stability of photochemistry in cork oak seedlings. *Tree Physiol.* 23: pp 1031-1039.

-H-

HACHECHENA S., (1995). Contribution à l'étude des techniques de renouvellement de *Quercus suber* dans la forêt domaniale de Bainem. Thèse. Ing. INA. Elharrach. Alger.55, 77p.

HAMEURLAINE S.,(2009). Huiles essentielles contenues dans les plantes *Pituranthosscoparius* et *Rhantheriumadpressum* de la région de Ghardaïa. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Magister. 46p.

HARFOUCHE A.,(2005).guide pratique pour la reconnaissance des arbres et peuplement porte graines. La récolte. Le traitement .La conservation et semis en pépinière des glands de chêne liège. INRF. Alger .56p.

HEIM R., (1965). Champignon d'Europe. Edition. Bondée. Net Cie. Paris .155-158 pp.

HONG T.D. ; ELLIS R.H. (1996): A protocol to determinate seed storage behaviour. IPGRI. Techn. Bull. 1: 38-47.

HUANG H. S., CHANG L. H., JONG T. T., NIEN Y. F. et CHANG C. M. J.,(1995).

Supercriticalcarbon dioxide extraction of turmetic oil from *Curcuma longa Linn.*,and Purification of turmerones. *Separation and Purification Technology.* 47, p:119-125.

HUCHON H ., (1966) . Connaissance de la forêt . Ed La Maison rustique. PP 75.

-I-

ISERIN P.,(2001). Encyclopédie des plantes médicinales.Larousse VUEF. 2^{ème} Ed. Paris. 14,275p.

ISMAN M.B., (2000). Plant essential oils for pest and desease management. *Crop Protection.* Vol.19: 603-608pp.

I.M.L : Institue Méditerranéenne de Liège. (2008).

-J-

JACOB V.,(2010). Chromatographie en Phase Gazeuse CPG. TP Présentation théorique de la chromatographie en phase gazeuse, [http: //www.flavomet.org](http://www.flavomet.org).

JACQUES G. et PALTZ S.A., (1997). Le fascinant pouvoir des huiles essentielles. Fascicule du laboratoire "Jacque Paltz".

JONES I.,(1972). Recommendation for successful storage of tree seed. Tree planters' notes.55:9-20p.

JUSTIN NZEY UMWAMI K.,(2004). Caractérisation des huiles essentielles de trois plantes aromatiques : Hyptis spicigera. Pluchea ovalis et Laggera. DEA. université de Lome-Togo.

-K-

KHENAKA K.,(2011). Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogénèse ruminale chez l'ovin. Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme de Magister En Microbiologie appliquée. pp 21-23.

KOUL O., WALIA S., ET DHALIWAL G.S., (2008). Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. Biopestic. Int. 4, 1, pp 63-84.

-L-

LACLAU J.P.,(2001). Dynamique du fonctionnement minéral d'une plantation d'eucalyptus. Effets du reboisement sur un sol de savane du littoral congolais. Conséquences pour la gestion des plantations industrielles. Thèse de doctorat. Institut national agronomique paris grignon. P: 146.

LAHLOU M.,(2004). Method of study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. Phytotherapy research, n°18. pp 435-448.

LALAOUI M.,(2000). La production de liège brut. Actes ducolloque. Vivexpo. 15-16 Juin 2000.Vivés : pp 55-58.

LAMEY A.,(1893). Chêne liège . sa culture et son exploitation .Levrault et C\ Nancy . pp 186-209.

LAMOND M et LEVERT J.,(1980). Influence des enveloppes séminales sur l'imbibition des glands de chêne pédonculé (*Quercus robur* L.). Laboratoire de phytomorphogénèses n° 45. Au CNRS 4. rue Ledru. 63000 Clermont-Ferrand. France. pp 73-83.

LAROUSSE.,(2001). Encyclopédie des plantes médicinales identification. Préparation. Soins. ISBN: 2- 03-560252-1. Paris. 335 p.

LARSON R A.,(1995). Antioxidant mechanisms of secondary natural products and Antioxidant defense in biology. Ed. AHMD, London, 525p.

LONGO L, SCARDINO NET VASAPOLLO G.,(2007). Identification and quantification of anthocyanins in the berries of *Pistacia lentiscus* L. *Phillyrea latifolia* L. and *Rubia peregrina* L. Innovative Food Science and Emerging Technologies.8.Italie, disponible sur www.elsevier.com/locate/ifset,pp 360-364.

LOUIS J., (1994). Le chêne rouge d'Amérique. INRA, Paris, 564p.

LUBINIC E.,(2006). Manuel pratique d'aromathérapie. Les huiles essentielles et leur utilisation. Vigot, France. ISBN (1 0) 2- 7114-1569-4, 270 p.

-M-

MAFFEI et SACCO.,(1997). Perfumer and flavorist. Flavour and Fragrance Journal.13, p.61.

MAILHEBIAU P.,(1994). La nouvelle aromathérapie : Caractérologie des essences et tempéraments humains. 2e éd. Jakin, 1999. 640 p.

MAIRE R., (1926). Note phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie avec une carte / Alger.

MANGENOT G.,(1942).La race en botanique. Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris. IX° Série. Tome 7 fascicules 1-3. pp 3-11.

MARC H.,(1916) . Notes sur les forêts de P Algérie. Typographie. Adolphe Jourdam : pp 331.

MARIAMA G.,(2008). Eucalyptus camaldulensis.in Convention sur la Diversité Biologique. Disponible sur <[Centre d'Echange d'Informations sur la Biodiversité du Niger](#)>.

MARIE ELISABETH L.,(2005). Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. pp 17 ,23 ,52.

MARIE-FRANC R.,(2002).Les contaminants biologiques des biens culturels. Ed. Muséum. Paris. 410 p.

MARGOT P., (2006) .Du chêne liège au bouchon. Partie 1 Histoire et géographie. Cep divin. pp 8.

MERCIER S et RAINVILLE A.,(1996). Effet de la morphologie du génotype et de la germination précoce des glands de chêne rouge sur la croissance des plants en récipient. Direction de la recherche forestière Ministère des Ressources naturelles du Québec 2700. Rue Einstein SAINTE-FOY (Québec) Canada. p42.

MEROUANI H., BRANCO C et HELENA ALMEIDA M., JOAO S.,(2001). Comportement physiologique des glands de chêne liège (*Quercus suber* L.) durant leur conservation et variabilité inter-individus.

MESSAOUDENE M.,(2000). Réflexion sur la structure des peuplements de Chêne-liège en Algérie. La forêt Algérienne n° 3, 5-9 p.

MEYER WARNOD, B.,(1984). Natural essential oils: extraction processes and applications to some major oils. Perfumer & Flavorist 9, 93-103.

MIMICA-DUKIÉ N., BUGARIN, D., GRBOVI S., MITIÉ-ÉULAFIÉ D., VUKOVIÉ-GACIÉ B., ORÊIÉ D., JOVIN E. ET COULADIS M.,(2010). Essential Oil of *Myrtus communis* L. As a Potential Antioxydantand Antimutagenic Agents, 15: 2759-2770 pp.

MORO BURONZO, A.,(2008). Grande guide des huiles essentielles. HACHA TTE pratique. N° 23.7362.9. 244 p.

MULLER C. ; BONNET-MASIMBERT M. (1984). La conservation des glands: bilan des essais de 1976 à 1982 - INRA/CNRF: 1-13pp.

MULLER C.,(1986).le point sur la conservation des semences forestières et levée de dormance. Station d'amélioration des arbres forestiers. Centre National de Recherches Forestières (I .N .R .A) B.P.35. Champenoux.54280 SEICHAMPS. France. pp 200-404.

MUSSELLI A.,(2007). Analyse des mélanges complexes de volatils issus des végétaux. diplôme d'habilitation à diriger des recherches. Université de Corsica Pascal Paoli (UCPP). 31^{ème} section. pp 32 -85.

-N-

NADIO N.A., KOKA K., POUTOULI W., AKANTETOU P., LABA B., ESSOLAKINA M., & SANDA, K. (2013). Activités insecticides de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng sur les larves de stade II de *Dysdercus voelkeri* Schmidt (Heteroptera: Pyrrhocoridae). Journal de la Société ouest-africaine de chimie, (35).

NATIVIDADE JV., (1956). Subériculture. Edition française de l'ouvrage portugais « Subériculture ». ENEF (Nancy), 303p.

NIBOUCHE F., (1998). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Ecologie et Environnement Stress lumineux et rythmes de croissance chez le Chêne liège (*Quercus suber* L.). Université de Constantine, 62 p

NSIBI R ., SOUAYAH N., KHOUJA L., BOUZID S.,(2006). La régénération naturelle par semis de la suberaie de Tabarka- Ain Draham face aux facteurs écologiques et anthropiques. Geo-Eco-Trop, 30.1 :35-48pp.

-O-

O.N.M : Organisation National de Météorologie **d'El Achouat (Jijel), (2018).** Données météorologiques de la région de Jijel.

OUSSALA M., CAILLET S., SAUCIER L., et LACROIX M., (2006). Antimicrobial activity of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. Meat Science 73: 236-244pp.

-P-

PALACIO S. ; MILLA R et MONTSERRAT-MARTI G., (2005). A phenological hypothesis on the thermophilous distribution of *Pistacia lentiscus* L. Flora.,(200à).Spain, disponible sur www.elsevier.de/flora,pp 527-534.

PALAISANCE G.,(1977) . Le chêne liège. Forêt privé. 118: pp 57-64.

PELLECUER J., JACOB M., B. DE SIMEON, DUSART G., ATTISO M., BARTHEZ M., GOURGAS L., PASCAL B. et TOMEI B.,(1980). Plant. Méd. Phytothér.

PEREIRA H.,(2007). Cork Biology. Production and Uses. Elsevier.Ed.Oxford. UK: pp 329.

PIAZZETTA R., (2005). La levée du liège, guide technique et de vulgarisation. institut méditerranéen du liège. 23p.

PIBIRI M.C.,(2006). Assainissement de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse de doctorat. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. pp 28-52.

PIERRIEK LE JARDANIER.,(2009). Mon jardin aromatique. Édition : De Vecchi SA. Paris.78 p.

PIOCHON M.,(2008). Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne: composition chimique. Activités pharmacologiques et hémi-synthèse [en ligne]. Thèse de doctorat, Université du Québec. 213 p.

PRENEY., BONVICINI ET CONCHE.,(1997). La récolte des glands de chêne pédonculé (*Quercus robur* L) et de chêne sessile (*Quercus petraea* Liebl) à l'office National des forêts .ONF Bultletin technique n°33 office national des forêts service graines et plants Montraincon supt.39300.

-Q-

QUELENIS N.,(2008) .Fiche technique agro-industrie « le liège ».Fiche n°33 : pp 6.

QUEZEL P. et MEDAIL F. Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Institut méditerranéen et de Paléoécologie (Imep, Umr CNRS 6116) Université d'Aix-Marseille III. ELSEVIER. (2003) p.571.

QUEZEL P. et SANTA S.,(1962) . Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1. CNRS. Paris :pp 565.

QUEZEL P. ET SANTA S., (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale. Tome II Edition. CNRS. Paris.

-R-

REGNAULT-ROGER C.,(2005).Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier. paris. 644p.

RICE E.L., (1984).Allelopathy, Academic Press. London.

ROBBINS A.M.J.;IRIMEICU M.I. et CALDERON R.,(1981).Recollection de semillas forestales. pub. Misc. n° 2. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque. Honduras.

ROGER D.,(2007). Les insectes et la forêt? rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier.Ed. Lavoisier. Paris. 445 p.

ROUSSET A., (1859).Culture. exploitation et aménagement du chêne liège en France et en Algérie. Imprimerie et librairie d'agriculture et d'horticulture de Mme V Bouchard-Huzard. Paris. 80 p.

RUMINSKA A., (1973). Rosliny Lecznieze (Les plantes médicinales), P.W.N. Edition Scientifique Nationale. Pologne.

-S-

SACCARDY L., (1937). Notes sur le Chêne-liège et le liège en Algérie. Bull de la station de recherche for du Nord de l'Afrique. II (3), 271-272 pp.

SCHANENBERG P., (2006). Guide des plantes médicinales. Paris. Ed. Delachaux et Nestlé. 369 p.

SCHAUENBERG .P, PARIS .F.,(2006).Guide des plantes médicinales. Analyse.description et utilisation de 400 plantes. Delachaux et niestlé.Paris.360 :8-17pp.

SEIGUE A.,(1985). La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Techniques agricoles et production méditerranéen. Ed. Maisonneuve et la rose et A.C.C.T., Paris : pp 69-82, 302-305.

SIVROPOULOU A., PAPANIKOLAOU E., NIKOLAOU C., KOKKINI S., LANARAS T. et ARSENAKIS M., (1996). J. Agric. Food Chem., 44, 1202.

STEWART P., (1974). Cour de sylviculture: introduction à la forêt et son milieu. Département du Génie Rural. Institut National de la recherche Agronomique (INA). El Harrach. 74p.

STITI B.,(1999). Contribution à la maîtrise des méthodes de conservation des glands de chêne liège. DEA(Master). Univ. El Manar. Fac. Sc., Tunis. 64-70.

SUZCA B et TYLKOWSKI T.,(1980).Storage of acorns of the English oak (*Quercus robur L.*) over 1-5 winters. Arboretum Kórnickie 25: 199-229 p.

SUZCA B ; MULLER C et BONNET_MASIMBERT M.,(1994). Graines des feuillus forestiers de la récolte au semis. Institut national de la recherche agronomique 147.rue de l'université- 75007. Paris. 239 p.

-T-

TAIB N.,(2016).contribution à l'étude de l'infestation des glands et des feuilles du chêne liège dans quelques subéraies de la wilaya de Tlemcen (Algérie). Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master. 05p.

TEISSIER T., MADET N. Licence IUP.,(2004). Chromatographie en phase gazeux cpg.compte-rendu de tp de chromatographie .sial université de Créteil-Paris XII. pp11 .

-U-

-V-

VÂRBAN D.I., DUDA M., VÂRBAN R., MUNTEAN S.,(2009). Research Concerning the Organic Technology for Satureja Hortensis L. Culture. Bulletin UASVM Agriculture. 66(2), 225-229.

VENTURINI N.,(20012).contribution chimique a la definition de la qualite : exemples des spiritueux de myrte (myrtus communis l.) et de cedrat (citrus medica l.) DE CORSE.mémoire Présenté pour l'Obtention du grade de docteur en chimie. universite de corse-pascal paoli, pp : 12.

VEUILLON 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.

VERZELE L., MOUDACHIROU S. et RAMANOELINA G.,(1988). Perfumer and flavorist. flavour and fragrance journal.13, pp 61-67.

VIGNES E.,(1990) . Le traitement du taillis du chêne dans le Var. O.N.F. Arborescence n°26.pp 21-23.

VINHA A. F. ; BARREIRA J. C. ; COSTA A. S. & OLIVEIRA M. B. P., (2016). A new age for Quercus spp. fruits: Review on nutritional and phytochemical composition and related biological activities of acorns. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(6), 947-981p.

VINCENT C. et CODERRE D., (1992). La lutte biologique.Ed.Gaëtan morin, 1^{ère} édition.Canada, 650p.

VIOLLON C., CHAUMONT J.P., LEGER D.,(1993). Plant. Méd. Phytothér., p26, 17.

-W-

WANG B.S.P., CHAREST P.J. et DOWNIE B.,(1994). Conservation ex situ de pollen et de graines, et de cultures in vitro de plantes ligneuses pérennes. Organisation des Nation Unies pour l'alimentation et agriculture. Rome 94p.

WILLAN R.L.,(1992). Guide de manipulation des semences forestières. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome.444p.

-X-

-Y-

YESSAD S. (1998): La subériculture en Algérie. (Sous presse): 24-28pp.

YESSAD S.A.,(2001). Le Chêne-liège et le Liège dans les pays de la Méditerranée occidentale. Edit MRW. pp123.

YOUNSI S., (2006)- Diagnostic des essais de reboisement et de régénération du chêne-liège (*Quercus suber* L.) dans la région de Jijel. Thèse mag, Ecologie et Environnement, Université Mentouri de Constantine. 07p.

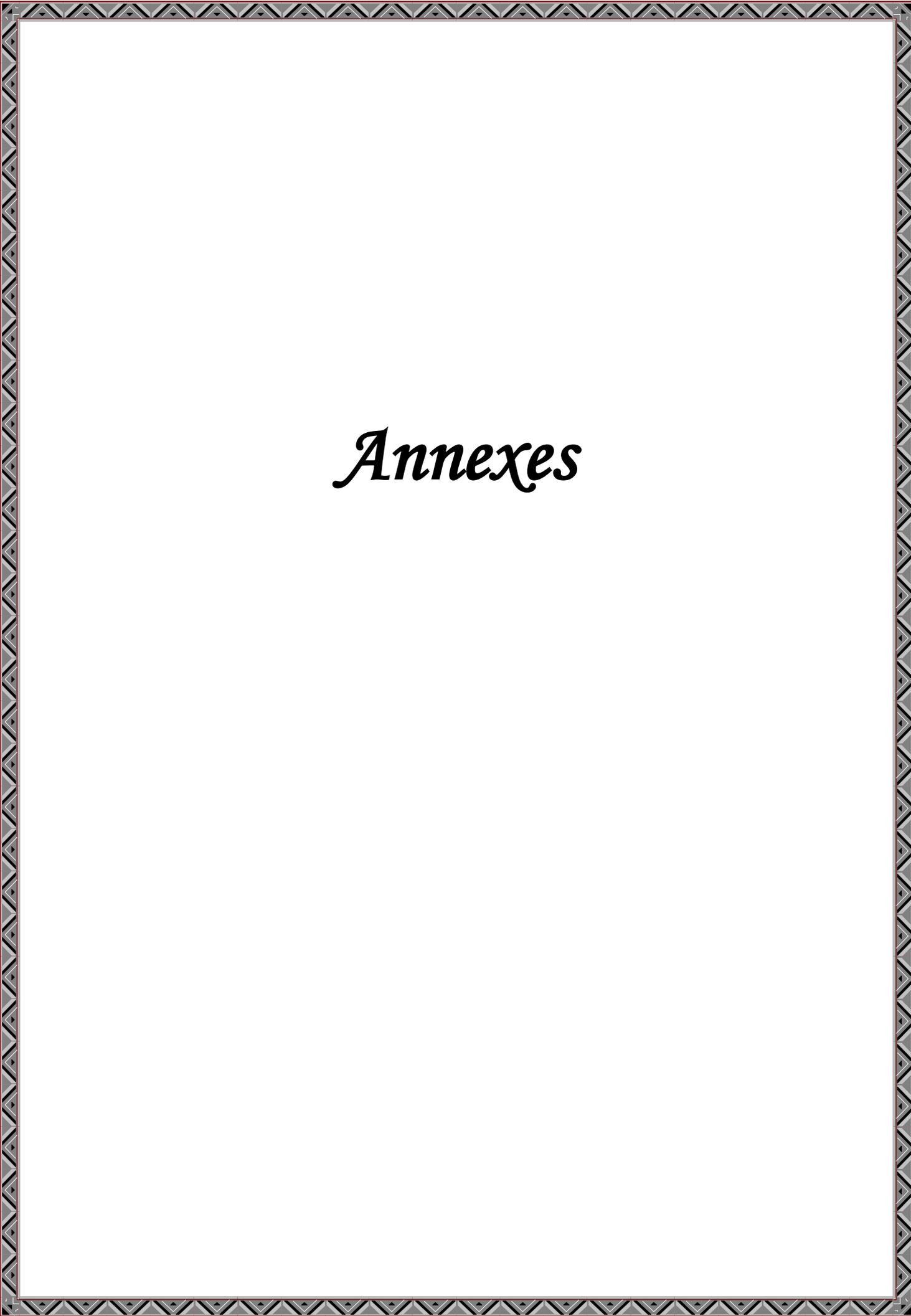
-Z-

ZERAIA L.,(1981). Essai d'interprétation comparative de données écologiques. phénologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de Provence cristalline. (France Méridionale) et d'Algérie. Thèse de Doctorat en sciences. Université. D'Aix Marseille. Faculté des sciences et techniques. Saint Jérôme. 367p.

ZHIRI A. et BAUDOUX D., (2005). Huiles essentielles chémotypées. Aromathérapie Scientifique. Edition : Inspir Developpent, Luxembourg. 84 p.

ZHIRI A., (2006).Science. Nutrition. Prévention et santé. Nutra News. Ed. Fondation pour le libre choix.16p (www.nutranews.org).

ZINE M.,(1992).Situation et perspectives d'avenir du liège en Algérie. Actes du Colloque des Subéraies méditerranéennes". Vives : pp 98-107.



Annexes

Annexe 1

1. La vitesse germinative (%) des Glands Entiers traités par le distillat des essences étudiées au cours la conservation.

Tableau 01: vitesse de germination des Glands Entiers traités par le distillat en %

Durée (Jours) \ Distillat	05	09	12	15	19	22	26	30
<i>Satureja baborensis</i>	70	80	80	80	90	90	90	100
<i>Satureja hispidula</i>	40	60	60	60	60	60	60	60
<i>Lavandula stoechas</i>	50	50	50	50	50	50	50	50
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	50	50	50	60	60	60	60	60
<i>Pistacia lentiscus</i>	80	90	90	90	90	90	90	90
<i>Myrtus communis</i>	80	80	80	80	80	80	80	80
<i>Témoin</i>	30	40	50	50	50	50	50	50

2. La vitesse germinative (%) des Glands Entiers Découpés (G.E.D), Glands Entiers Epluchés (G.E.Ep) et Glands Epluchés et Découpés (G.Ep.D) traités par le distillat des essences étudiées au cours de la conservation

Tableau 02: vitesse de germination des (G.E.D),(G.E.Ep),(G.Ep.D) traités par le distillat en %

Durée (Jours) \ Distillat	05	09	12	15	19	22	26	30	Etat des glands
<i>Satureja baborensis</i>	00	00	00	00	00	00	00	00	G.E.D
<i>Satureja hispidula</i>	40	40	40	40	50	50	50	50	
<i>Lavandula stoechas</i>	50	60	70	70	70	70	70	70	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	70	70	80	80	90	90	90	90	
<i>Pistacia lentiscus</i>	40	70	70	70	70	70	70	70	
<i>Myrtus communis</i>	60	60	60	70	70	70	70	70	
<i>Témoin</i>	00	00	00	00	00	10	10	10	
<i>Satureja baborensis</i>	20	30	30	40	40	40	40	40	G.E.Ep
<i>Satureja hispidula</i>	60	50	60	60	60	60	60	60	
<i>Lavandula stoechas</i>	60	70	80	80	90	90	90	90	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	50	60	60	60	80	90	90	90	
<i>Pistacia lentiscus</i>	30	50	50	80	90	90	90	90	
<i>Myrtus communis</i>	60	70	80	80	80	80	80	80	
<i>Témoin</i>	00	00	00	00	20	20	30	30	
<i>Satureja baborensis</i>	40	40	40	40	50	60	60	60	G.Ep.D
<i>Satureja hispidula</i>	10	70	80	80	90	100	100	100	
<i>Lavandula stoechas</i>	60	70	80	80	80	90	90	90	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	70	90	90	90	90	90	90	90	

<i>Pistacia lentiscus</i>	80	90	90	90	90	90	90	90
<i>Myrtus communis</i>	70	70	70	70	70	70	70	70
<i>Témoin</i>	00	00	00	00	00	00	00	00

3. La vitesse germinative (%) des Glands Entiers traités par les huiles essentielles pure des essences étudiées au cours le mois de conservation

Tableau 03 : vitesse germinative des Glands Entiers traités par les huiles essentielles pure en %

Durée (Jours)	05	09	12	15	19	22	26	30	G.E traités par HE
Distillat									
<i>Satureja baborensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Satureja hispidula</i>	10	10	20	20	20	20	20	20	
<i>Lavandula stoechas</i>	00	10	20	20	20	20	20	20	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	20	20	20	20	20	20	20	20	
<i>Pistacia lentiscus</i>	10	10	20	20	20	20	20	20	
<i>Myrtus communis</i>	00	00	10	10	10	10	10	10	
<i>Témoin</i>	30	40	50	50	50	50	50	50	

4. Taux final de germination (%) des Glands Entiers traités par le distillat et l'HE des essences étudiées pendant un mois de conservation

Tableau 04 : Taux final de germination (%) des Glands Entiers traités par distillat et HE en %

Essences	<i>Satureja baborensis</i>	<i>Satureja hispidula</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Myrtus communis</i>	<i>Témoin</i>
Traitement							
Distillat	100	60	50	60	90	80	50
HE	-	20	20	20	20	10	50

Annexe 2

1. Evolution de taux de contamination (%) des différents états des glands traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

Tableau 01 : Taux d'infestation (%) des Glands Entiers (G.E), Glands Entiers Découpés (G.E.D), Glands Entiers Epluchés (G.E.Ep) et Glands Epluchés et Découpés (G.Ep.D) pendant un mois de conservation.

Durée (Jours) \ Distillat	05	09	12	15	19	22	26	30	Etat des Glands
<i>Satureja baborensis</i>	40	50	50	50	60	60	70	70	G.E
<i>Satureja hispidula</i>	00	10	10	10	10	10	10	10	
<i>Lavandula stoechas</i>	10	10	10	10	20	20	30	30	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	10	10	20	20	30	30	40	40	
<i>Pistacia lentiscus</i>	00	10	10	40	60	80	80	80	
<i>Myrtus communis</i>	00	00	00	10	10	10	20	20	
Témoin	30	30	30	30	50	50	60	70	
<i>Satureja baborensis</i>	25	80	100	100	100	100	100	100	G.E.D
<i>Satureja hispidula</i>	20	25	25	30	35	55	60	60	
<i>Lavandula stoechas</i>	15	40	40	65	65	65	65	65	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	15	25	45	60	60	70	80	80	
<i>Pistacia lentiscus</i>	10	20	35	35	40	55	55	55	
<i>Myrtus communis</i>	10	20	25	35	35	35	40	40	
Témoin	10	20	40	50	80	85	95	100	
<i>Satureja baborensis</i>	20	50	50	60	60	70	80	80	G.E.Ep
<i>Satureja hispidula</i>	10	40	50	60	70	70	70	70	
<i>Lavandula stoechas</i>	00	00	00	00	30	40	70	70	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	00	00	10	10	20	20	30	30	
<i>Pistacia lentiscus</i>	00	20	20	40	30	40	50	50	
<i>Myrtus communis</i>	20	20	20	30	40	60	70	80	
Témoin	00	40	60	70	100	100	100	100	
<i>Satureja baborensis</i>	20	45	50	70	75	85	90	90	G.Ep.D

<i>Satureja hispidula</i>	5	10	10	35	50	55	85	85
<i>Lavandula stoechas</i>	10	10	20	35	65	80	85	85
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	5	10	20	55	75	90	90	90
<i>Pistacia lentiscus</i>	5	15	30	35	50	85	95	95
<i>Myrtus communis</i>	00	10	25	40	70	80	95	95
<i>Témoin</i>	00	70	85	100	100	100	100	100

2. Evolution de taux de contamination (%) des Glands Entiers (G.E) traités par les huiles essentielles pure des essences étudiées au cours le mois de conservation

Tableau 02 : Taux de contamination (%) des Glands Entiers traités par les huiles essentielles pure des essences étudiées au cours le mois de conservation

Durée (Jours)	05	09	12	15	19	22	26	30	G.E traités par HE
<i>Satureja baborensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Satureja hispidula</i>	00	00	10	10	10	10	10	10	
<i>Lavandula stoechas</i>	00	10	10	10	10	10	10	10	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	00	00	10	10	10	10	10	10	
<i>Pistacia lentiscus</i>	00	00	00	00	00	00	00	00	
<i>Myrtus communis</i>	00	00	00	00	00	00	00	00	
<i>Témoin</i>	30	30	30	30	50	50	60	70	

3. Taux final de contamination des Glands Entiers (G.E) traités par le distillat et l'HE des essences étudiées pendant un mois de conservation

Tableau 03 : Taux final de contamination (%) des Glands Entiers (G.E) traités par le distillat et l'HE des essences étudiées pendant un mois de conservation

Essences / Traitement	<i>Satureja baborensis</i>	<i>Satureja hispidula</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Myrtus communis</i>	<i>Témoin</i>
Distillat	70	10	30	40	80	20	70
HE	-	10	10	10	00	00	70

4. Taux de contamination final (%) des Glands Entiers (G.E) traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

Tableau 04 : Taux de contamination final (%) des Glands Entiers traité par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

Essences		<i>Satureja baborensis</i>	<i>Satureja hispidula</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Myrtus communis</i>	Témoin
Traitement								
Distillat	infectées	70	10	30	40	80	20	70
	sains	30	90	70	60	20	80	30

5. Taux de contamination final (%) des Glands Entiers Découpés (G.E.D), Glands Entiers Epluchés (G.E.Ep) et Glands Epluchés et Découpés (G.Ep.D) traité par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation.

Tableau 05 : Taux de contamination final (%) des Glands Entiers Découpés (G.E.D), Glands Entiers Epluchés (G.E.Ep) et Glands Epluchés et Découpés (G.Ep.D) traité par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation.

Essences		<i>Satureja baborensis</i>	<i>Satureja hispidula</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Myrtus communis</i>	Témoin
Traitement								
G.E.D	infectées	100	60	65	80	55	40	100
	sains	00	30	35	20	45	60	00
G.E.Ep	infectées	80	70	70	30	50	80	100
	sains	20	30	30	70	50	20	00
G.Ep.D	infectées	90	85	85	90	95	95	100
	sains	10	15	15	10	5	5	00

6. Taux de contamination final (%) des Glands Entiers traité par les HE des essences étudiées durant un mois de conservation

Tableau 06 : Taux de contamination final (%) des Glands Entiers traité par l'HE

Essences Traitement		<i>Satureja</i> <i>baborensis</i>	<i>Satureja</i> <i>hispidula</i>	<i>Lavandula</i> <i>stoechas</i>	<i>Eucalyptus</i> <i>camaldulensis</i>	<i>Pistacia</i> <i>lentiscus</i>	<i>Myrtus</i> <i>communis</i>	<i>Témoin</i>
		HE	infectées	-	10	10	10	00
	sains	-	90	90	90	100	100	30

Annexe 3

1 .Evolution de taux de pourriture (%) des différents états des glands traités par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

Tableau 01 : Taux de pourriture (%) des Glands Entiers (G.E), Glands Entiers Découpés (G.E.D), Glands Entiers Epluchés (G.E.Ep) et Glands Epluchés et Découpés (G.Ep.D) pendant un mois de conservation.

Durée(Jours) Distillat	05	09	12	15	19	22	26	30	Etat des Glands
<i>Satureja baborensis</i>	00	00	00	00	00	00	00	10	G.E
<i>Satureja hispidula</i>	00	00	00	00	00	00	00	00	
<i>Lavandula stoechas</i>	00	00	00	00	00	00	00	00	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	00	00	00	00	00	00	00	00	
<i>Pistacia lentiscus</i>	00	00	00	00	00	00	00	00	
<i>Myrtus communis</i>	00	00	00	00	00	00	00	00	
Témoin	00	00	00	00	00	00	00	00	
<i>Satureja baborensis</i>	00	20	20	40	60	80	90	90	G.E.D
<i>Satureja hispidula</i>	00	10	20	25	30	35	35	35	
<i>Lavandula stoechas</i>	5	10	15	25	25	25	25	25	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	00	10	25	25	30	30	35	35	
<i>Pistacia lentiscus</i>	10	10	30	15	15	20	20	20	
<i>Myrtus communis</i>	00	5	5	10	10	10	15	15	
Témoin	5	5	25	25	50	55	80	80	
<i>Satureja baborensis</i>	00	00	00	10	30	60	70	80	G.E.Ep
<i>Satureja hispidula</i>	10	10	10	20	20	20	30	30	
<i>Lavandula stoechas</i>	00	00	00	00	00	30	60	60	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	00	00	00	00	00	20	30	30	
<i>Pistacia lentiscus</i>	00	00	00	00	00	20	20	20	
<i>Myrtus communis</i>	00	00	20	20	20	40	70	70	
Témoin	00	00	00	10	50	70	90	100	
<i>Satureja baborensis</i>	00	15	15	40	45	55	55	60	G.Ep.D
<i>Satureja hispidula</i>	00	15	15	15	20	25	35	35	
<i>Lavandula stoechas</i>	10	10	25	25	30	30	55	55	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	5	10	15	20	25	30	45	45	
<i>Pistacia lentiscus</i>	00	00	5	20	25	40	70	70	
<i>Myrtus communis</i>	00	00	00	00	30	65	95	95	
Témoin	00	35	50	65	80	80	100	100	

2. Taux final de pourriture (%) des Glands Entiers traité par le distillat et l'HE des essences étudiées pendant un mois de conservation

Tableau 02: Taux final de pourriture des Glands Entiers traité par le distillat et l'HE

Essences Traitement	<i>Satureja baborensis</i>	<i>Satureja hispidula</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Myrtus communis</i>	Témoin
Distillat	10	00	00	00	00	00	00
HE	-	00	00	00	00	00	00

3. Taux final de pourriture (%) des Glands Entiers traité par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation

Tableau 03 : Taux final de pourriture (%) des Glands Entiers traité par le distillat

Essences Traitement	<i>Satureja baborensis</i>	<i>Satureja hispidula</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Myrtus communis</i>	Témoin
Distillat	10	00	00	00	00	00	00
Pourrus	10	00	00	00	00	00	00
sains	30	90	70	60	20	80	30

4. Evolution de taux de pourriture final (%) des Glands Entiers Découpés (G.E.D), Glands Entiers Epluchés (G.E.Ep) et Glands Epluchés et Découpés (G.Ep.D) traité par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation.

Tableau 04 : Taux de pourriture final (%) des Glands Entiers Découpés (G.E.D), Glands Entiers Epluchés (G.E.Ep) et Glands Epluchés et Découpés (G.Ep.D) traité par le distillat des essences étudiées durant un mois de conservation.

Essences Traitement	<i>Satureja baborensis</i>	<i>Satureja hispidula</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Myrtus communis</i>	Témoin
G.E.D infectées	90	35	25	35	20	15	80
sains	00	40	35	20	45	60	00
G.E.Ep infectées	80	30	60	30	20	70	100
sains	20	30	30	70	50	20	00
G.Ep.D infectées	60	35	55	45	70	95	100
sains	20	15	15	10	5	5	00

5. Taux de pourriture final (%) des Glands Entiers Epluchées traité par le distillat et l'HE des essences étudiées pendant un mois de conservation

Tableau 05 : Taux de pourriture final (%) des Glands Entiers Epluchées traité par le distillat et l'HE

Essences Traitement	<i>Satureja baborensis</i>	<i>Satureja hispidula</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Myrtus communis</i>	Témoin
Distillat	80	30	60	30	20	70	100
H.E	-	-	-	-	-	-	-

Annexe 4

1. La vitesse d'élongation des racines (mm) des Glands Entiers traité par distillat et HE après Semés

Tableau 01: vitesse d'élongation des racines (mm) des Glands Entiers traité par distillat

Durée (Jours) \ Distillat	00	04	08
<i>Satureja baborensis</i>	0.23	0.28	0.33
<i>Satureja hispidula</i>	0.43	0.61	1.05
<i>Lavandula stoechas</i>	0.62	0.78	0.80
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0.35	0.48	0.58
<i>Pistacia lentiscus</i>	0.94	0.98	1.07
<i>Myrtus communis</i>	0.96	0.97	1.13
<i>Témoin</i>	0.18	0.20	0.31

Tableau 02: vitesse d'élongation des racines (mm) des Glands Entiers traité par HE

Durée (Jours) \ Distillat	00	04	08
<i>Satureja baborensis</i>	-	-	-
<i>Satureja hispidula</i>	0.15	0.16	0.26
<i>Lavandula stoechas</i>	0.15	0.20	0.25
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0.10	0.17	0.54
<i>Pistacia lentiscus</i>	0.20	0.25	0.26
<i>Myrtus communis</i>	0.10	0.16	0.23
<i>Témoin</i>	0.18	0.20	0.31

2. Taux de germination (%) des Glands Entiers traités par distillat et HE après Semis

Tableau 03 : Taux de germination (%) des Glands Entiers traités par distillat

Durée (Jours) \ Distillat	00	04	08
<i>Satureja baborensis</i>	100	100	100
<i>Satureja hispidula</i>	60	60	70
<i>Lavandula stoechas</i>	50	50	50

<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	60	60	70
<i>Pistacia lentiscus</i>	90	90	100
<i>Myrtus communis</i>	80	80	90
Témoin	50	60	70

Tableau 04: Taux de germination (%) des Glands Entiers traités par HE

Durée (Jours) \ Distillat	00	04	08
<i>Satureja baborensis</i>	-	-	-
<i>Satureja hispidula</i>	20	30	30
<i>Lavandula stoechas</i>	20	20	20
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	20	40	50
<i>Pistacia lentiscus</i>	20	20	60
<i>Myrtus communis</i>	10	30	30
Témoin	50	60	70

3. Taux de germination final (%) après 8 jours de semés des Glands Entiers traités par distillat et HE

Tableau 05 : Taux de germination final (%) de semés des Glands Entiers traités par distillat

Durée (Jours) \ Distillat	00	08
<i>Satureja baborensis</i>	100	100
<i>Satureja hispidula</i>	60	70
<i>Lavandula stoechas</i>	50	50
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	60	70
<i>Pistacia lentiscus</i>	90	100
<i>Myrtus communis</i>	80	90
Témoin	50	70

Tableau 06 : Taux germination final (%) de semés des Glands Entiers Traités par HE

Durée (Jours) \ Distillat	00	08
<i>Satureja baborensis</i>	-	-
<i>Satureja hispidula</i>	20	70
<i>Lavandula stoechas</i>	20	50
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	20	70
<i>Pistacia lentiscus</i>	20	100
<i>Myrtus communis</i>	10	90
<i>Témoin</i>	50	70



Fig.01 : Résultats obtenues après 5 jours de traitement par hydrolat et HE (le 19/05/2018)



Fig.02 : Résultats obtenues après 9 jours de traitement par hydrolat et HE (le 23/05/2018)



Fig.03 : Résultats obtenues après 12 jours de traitement par hydrolat et HE (le 26/05/2018)



Fig.04 : Résultats obtenues après 15 jours de traitement par hydrolat et HE (le 29/05/2018)



Fig.05 : Résultats obtenues après 19 jours de traitement par hydrolat et HE (le 02/06/2018)



Fig.06 : Résultats obtenues après 22 jours de traitement par hydrolat et HE (le 05/06/2018)

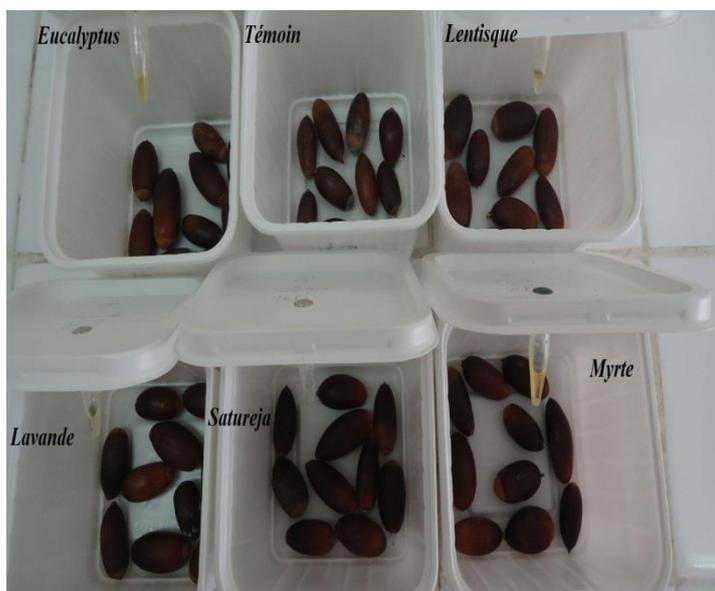
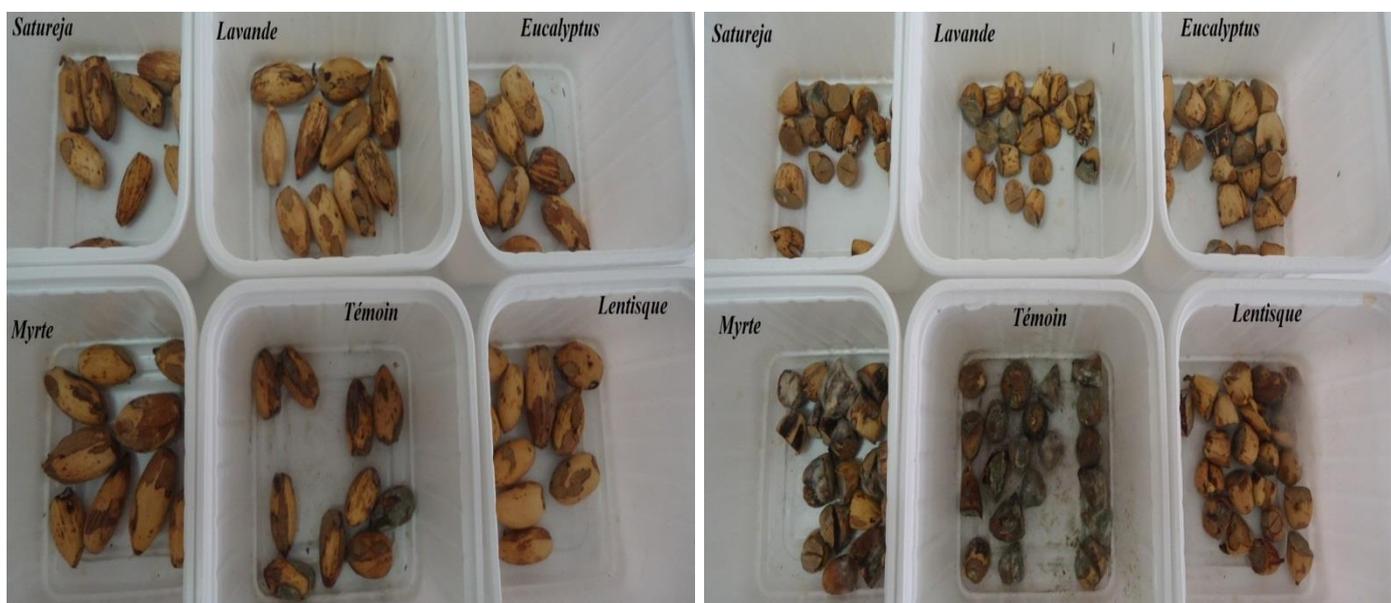


Fig.07 : Résultats obtenues après 26 jours de traitement par hydrolat et HE (le 09/06/2018)





Fig.08 : Résultats obtenues après 30 jours de traitement par hydrolat et HE (le 13/06/2018)

(État de germination, infestation, pourriture et santé) des glands

1. Chromatogrammes des huiles essentielles

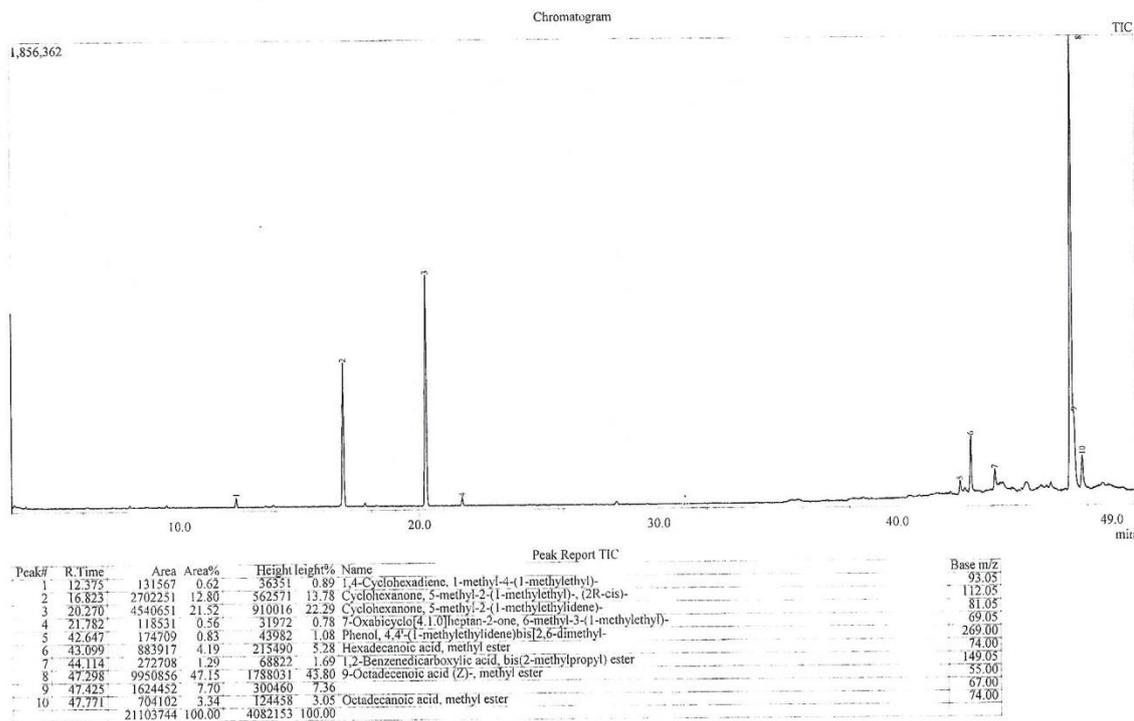


Fig.01 : chromatogramme d'huile essentielle de *Satureja hispidula*

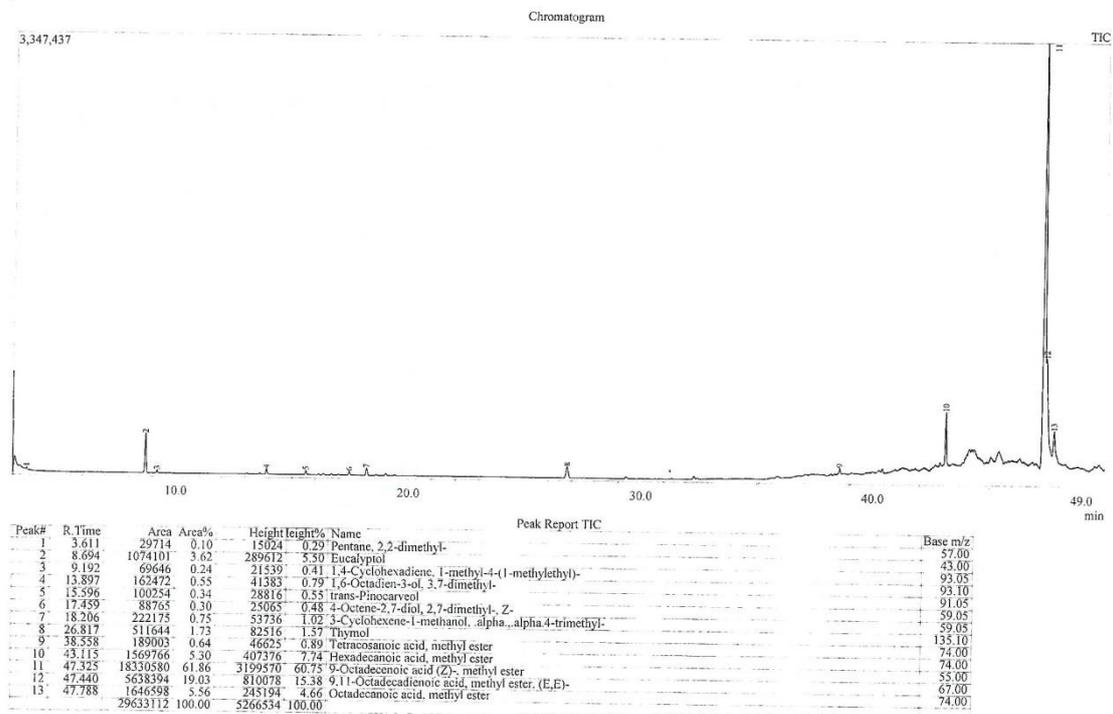


Fig.02 : chromatogramme d'huile essentielle de *Lavandula stoechas*

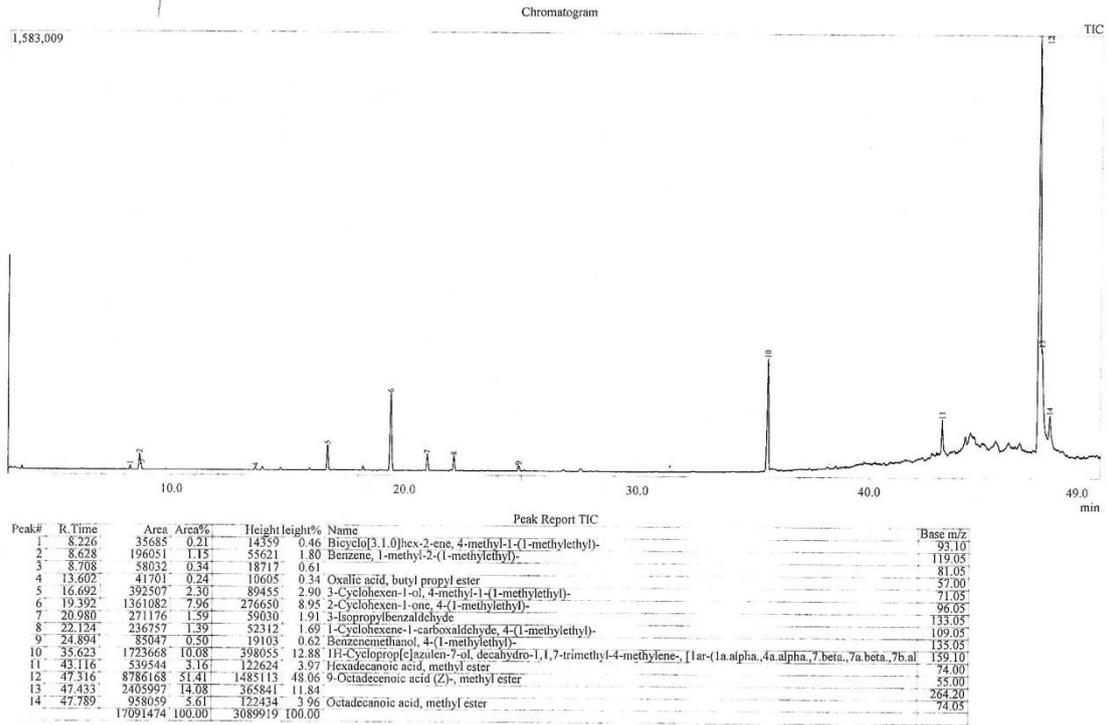
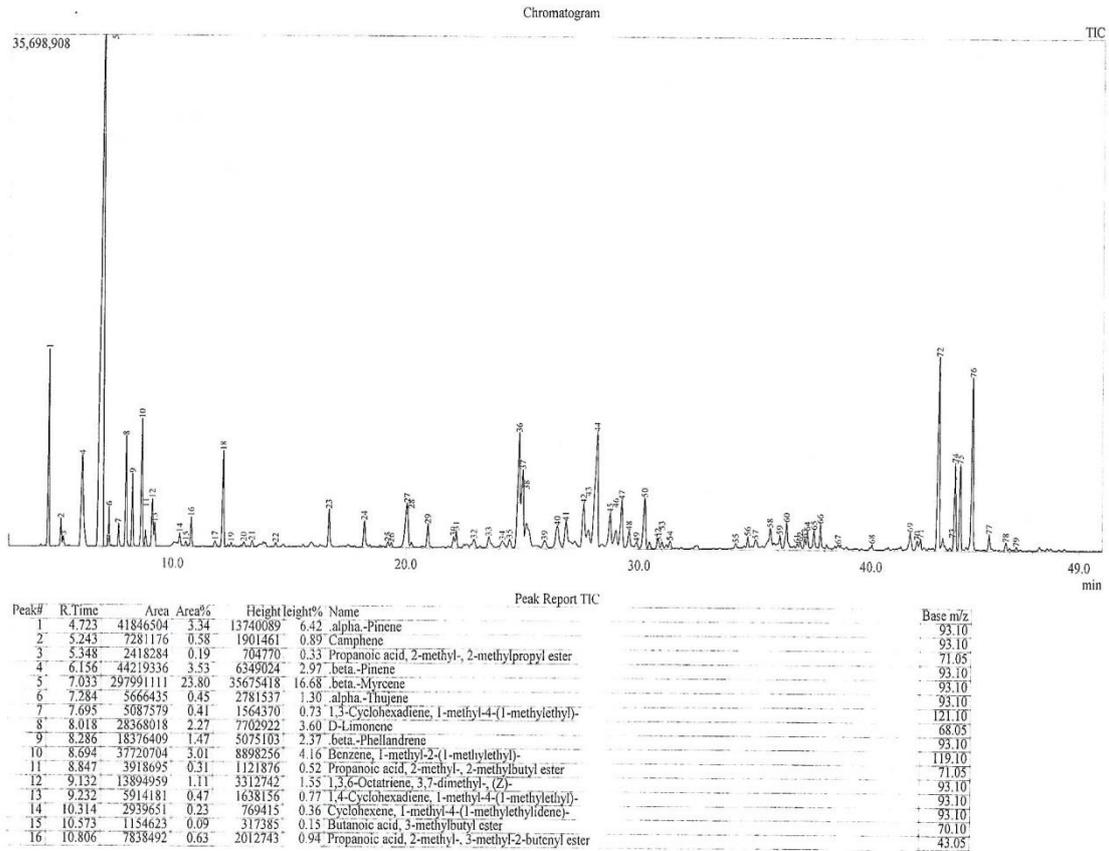


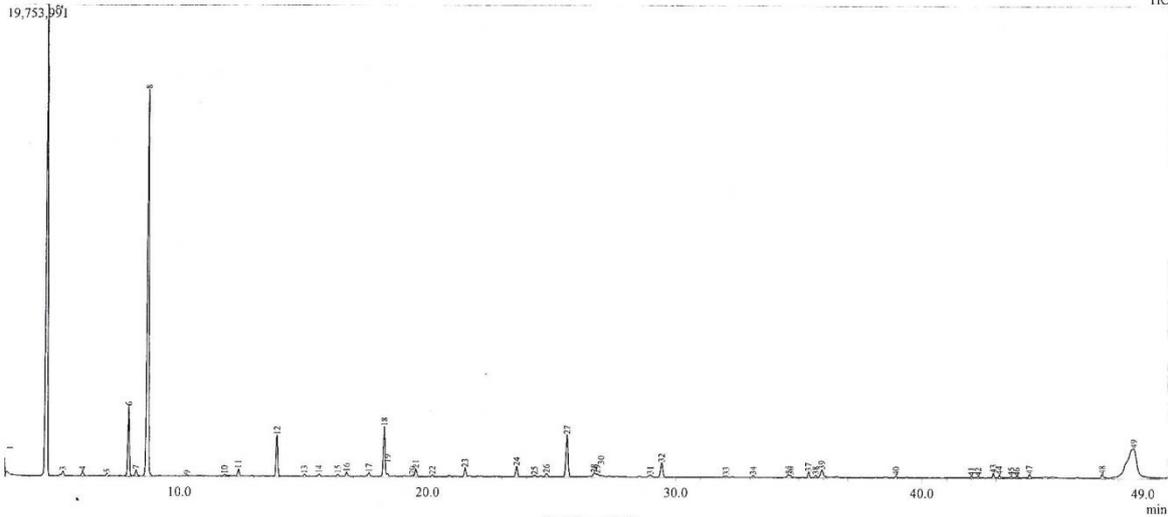
Fig.03 : chromatogramme d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldelensis*



Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	Name	Base m/z
17	11.823	1855260	0.15	385206	0.18	Benzene, 2-ethenyl-1,3-dimethyl-	132.10
18	12.174	29306348	2.34	6676434	3.12	Cyclopropanecarboxylic acid, 3-methylbut-2-enyl ester	69.05
19	12.516	1049733	0.08	286269	0.13	Butanoic acid, 3-methylbutyl ester	70.10
20	13.061	1253358	0.10	289222	0.14	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,3,3-trimethyl-	81.10
21	13.413	1766925	0.14	413719	0.19	2-Nonanone	58.00
22	14.432	924121	0.07	247245	0.12	2,2-Dimethylpropanoic acid, 3-methylbut-2-enyl ester	57.05
23	16.720	12996735	1.04	2619002	1.22	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	71.05
24	18.224	9442893	0.75	1808344	0.85	3-Cyclohexene-1-methanol, α , α , α -4-trimethyl-	59.00
25	19.224	1751064	0.14	353149	0.17	Ionone	192.15
26	19.366	1404351	0.11	303546	0.14	3-Methyl-2-butenic acid, 3-methylbut-2-enyl ester	83.05
27	20.046	26607303	2.12	3014215	1.41	Caryophyllene	93.10
28	20.224	1170758	0.09	262450	0.12	cis-p-Mentha-2,8-dien-1-ol	91.05
29	20.934	7836536	0.63	1586723	0.74	Bornyl acetate	95.10
30	22.035	3465966	0.28	718939	0.34	Copaene	105.10
31	22.152	5284551	0.42	1116170	0.52	2-Undecanone	58.00
32	22.916	2769163	0.22	457690	0.21	α -Caryophyllene	93.10
33	23.550	2940777	0.23	581272	0.27	Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,4.beta.)]-	93.10
34	24.127	2768802	0.22	358277	0.17	Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)-	161.15
35	24.437	3772693	0.30	563522	0.26	Thymol	135.10
36	24.841	54834776	4.38	7975797	3.73	Caryophyllene	133.10
37	24.994	36274887	2.90	5353566	2.50	1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8-hexahydro-3,5,5,9-tetramethyl-, (R)-	119.10
38	25.151	19029629	1.52	1624684	0.76	Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	105.00
39	25.928	4234796	0.34	502791	0.24	Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)-	105.10
40	26.473	14616005	1.17	1480102	0.69	Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-	132.10
41	26.838	11348290	0.91	1584310	0.74	Cyclohexene, 2-ethenyl-1,3,3-trimethyl-	135.10
42	27.601	23383019	1.87	3006181	1.41	Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	135.10
43	27.815	9780330	0.78	1191837	0.56	Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	161.20
44	28.189	73089158	5.84	8011957	3.75	1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8-hexahydro-3,5,5,9-tetramethyl-, (R)-	119.10
45	28.753	17192019	1.37	2309018	1.08	1H-Cyclopenta[1,3]cyclopropano[1,2]benzene, octahydro-7-methyl-3-methylene-4-(1-methylethyl)-, [3aS-(3a.alpha.,3b.alpha.)]-	161.20
46	28.996	9932035	0.79	1153766	0.54	Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)-	105.10
47	29.250	21203558	1.69	3274978	1.53	Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-	132.15
48	29.568	6801745	0.54	1084847	0.51	Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-, (S)-	93.10
49	29.893	1822531	0.15	343615	0.16	Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)-	161.20
50	30.236	22960913	1.83	3481799	1.63	Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	161.20
51	30.441	2388899	0.19	461722	0.22	Naphthalene, 1,2,4a,5,8,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, [1S-(1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)]-	161.20
52	30.813	4082362	0.33	731462	0.34	Cyclohexene, 3-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-6-methylene-, [S-(R*,S*)]-	69.10
53	30.992	2014982	0.16	418318	0.20	n-Decanoic acid	60.00
54	31.328	2316017	0.18	474912	0.22	Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	159.15
55	34.173	1641347	0.13	317765	0.15	Nerolidyl acetate	69.05
56	34.691	3230805	0.26	751350	0.35	1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E)-	69.05
57	35.033	3891979	0.30	320623	0.24	Caryophyllene oxide	43.00
58	35.645	9193896	0.73	1202704	0.56	1H-Cycloprop[1,2]azulen-4-ol, decahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1ar-(1a.alpha.,4.beta.,4a.beta.,7.alpha.,7a.beta.,7b.alpha.)]-	43.00
59	36.064	2562914	0.20	722642	0.34	Cedren-13-ol, 8-	93.05
60	36.353	10817278	0.86	1731120	0.81	Bergamotol, Z, α -trans-	93.10
61	36.803	1251820	0.10	285156	0.13	Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)-	161.15
62	36.934	1990022	0.16	447261	0.21	α -Cadinol	95.10
63	37.132	3081820	0.25	701930	0.33	Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-	161.20
64	37.249	5239937	0.42	1170397	0.55	α -Cadinol	95.10
65	37.531	6367879	0.51	1219016	0.57	1-Naphthalenol, 1,2,3,4,4a,7,8,8a-octahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-, [1R-(1.alpha.,4.beta.,4a.beta.,8a.beta.)]-	161.20
66	37.805	6918847	0.55	1635599	0.76	α -Cadinol	95.10
67	38.569	1068034	0.09	239323	0.11	Octacosane	57.05
68	40.031	921950	0.07	308017	0.14	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	68.05
69	41.674	7064745	0.56	1166486	0.55	(E,E,E)-3,7,11,15-Tetramethylhexadeca-1,3,6,10,14-pentaene	69.10
70	41.976	3042948	0.24	625594	0.29	2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-	43.00
71	42.121	3807516	0.30	757961	0.35	Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-, (S)-	69.10
72	42.921	74269628	5.93	13462702	6.29	2,6,11,15-Tetramethyl-hexadeca-2,6,8,10,14-pentaene	69.10
73	43.075	4481125	0.36	815649	0.38	7,11-Epoxy megastigma-5(6)-en-9-one	136.15
74	43.624	27538094	2.20	6043142	2.83	(E,E,E)-3,7,11,15-Tetramethylhexadeca-1,3,6,10,14-pentaene	69.05
75	43.848	25408015	2.03	5938189	2.78	1,6,10,14-Hexadecatetraen-3-ol, 3,7,11,15-tetramethyl-, (E,E)-	69.05

Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	Name	Base m/z
76	44.382	59888489	4.78	12001952	5.61	2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	69.10
77	45.109	4813227	0.38	1037150	0.48	Eicosane	57.00
78	45.834	2612477	0.21	518373	0.24	7-Isopropyl-1,1,4a-trimethyl-1,2,3,4,4a,9,10,10a-octahydrophenanthrene	255.20
79	46.285	906781	0.07	215398	0.10	n-Hexadecanoic acid	73.00
		1252231018	100.00	213907824	100.00		

Fig.04 : chromatogramme d'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*



Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	Name	Base m/z
1	3.081	1573977	0.55	207092	0.40	1-Gala-1-ido-octose	43.00
2	4.712	99399582	34.74	19716465	38.14	alpha-Pinene	93.10
3	5.344	797873	0.28	198776	0.38	Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester	71.05
4	6.126	895475	0.31	211134	0.41	Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	93.10
5	7.094	431518	0.15	103914	0.20	3-Carene	93.10
6	7.971	13062449	4.57	2905824	5.62	D-Limonene	68.05
7	8.273	1203620	0.42	264141	0.51	Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester	57.05
8	8.751	82445030	28.81	16141839	31.22	Eucalyptol	43.00
9	10.316	169398	0.06	42745	0.08	(+)-4-Carene	93.10
10	11.832	219137	0.08	50152	0.10	Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	132.15
11	12.382	1203387	0.42	290312	0.56	Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methylbutyl ester	70.10
12	13.929	7676094	2.68	1708842	3.31	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	71.05
13	15.035	314453	0.11	74537	0.14	3-Cyclopentene-1-acetaldehyde, 2,2,3-trimethyl-	108.15
14	15.622	413241	0.14	89809	0.17	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene-, [(1S)-(1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)]-	92.10
15	16.375	339922	0.13	83782	0.16	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-ol, 4,6,6-trimethyl-, [(1S)-(1.alpha.,2.beta.,5.alpha.)]-	91.05
16	16.724	716373	0.25	163926	0.32	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	71.05

Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	Name	Base m/z
17	17.633	695949	0.24	139928	0.27	Estragole	148.20
18	18.249	10018206	3.50	2068427	4.00	3-Cyclohexene-1-methanol, alpha, alpha 4-trimethyl-	59.00
19	18.379	434918	0.15	103520	0.20	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-	73.05
20	19.388	204080	0.07	51625	0.10	Benzene(methanol, alpha, alpha 4-trimethyl-	43.00
21	19.531	1409537	0.49	317678	0.61	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	93.10
22	20.196	198761	0.07	53308	0.10	(2R,4R)-p-Mentha-6,8-diene, 2-hydroperoxide	109.10
23	21.512	1720210	0.60	365865	0.71	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-	69.10
24	23.595	2197590	0.77	428716	0.83	3-Cyclohexene-1-methanol, alpha, alpha 4-trimethyl-, acetate	121.15
25	24.317	194253	0.07	48291	0.09	Bicyclo[3.1.1]heptane-2,3-diol, 2,6,6-trimethyl-	108.10
26	24.791	742022	0.26	138440	0.27	Caryophyllene	93.10
27	25.621	1038961	3.63	1756954	3.40	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	69.10
28	26.718	858401	0.30	128930	0.25	3-Isopropoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane	73.05
29	26.835	563891	0.20	93943	0.18	alpha-Caryophyllene	93.10
30	27.000	256075	0.09	35583	0.07	3-Isopropoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane	73.05
31	28.988	550212	0.19	79386	0.15	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,5,5-trimethyl-	43.00
32	29.437	3727122	1.30	596562	1.15	Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)-	178.15
33	32.038	245256	0.09	56050	0.11	2H-Pyran-3-ol, 6-ethyltetrahydro-2,6-trimethyl-	79.05
34	33.136	363014	0.13	94428	0.15	1,2-Dipropylcyclopropane-3-carboxylic acid	139.15
35	34.590	617699	0.22	109133	0.21	3-Isopropoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane	73.05
36	34.675	243421	0.09	67518	0.13		252.20
37	35.403	987230	0.35	234891	0.45	Durohydroquinone	166.15
38	35.690	376303	0.13	89065	0.17	Cycloheptane, 4-methylene-1-methyl-2-(2-methyl-1-propen-1-yl)-1-vinyl-	93.10
39	35.939	2261570	0.79	311050	0.60	Propanoic acid, 2-methyl-, 1-(1,1-dimethylethyl)-2-methyl-1,3-propanediyl ester	71.05
40	38.955	334654	0.12	86720	0.17	3-Isopropoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane	73.05
41	42.000	219162	0.08	63696	0.12	2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-	43.00
42	42.270	193634	0.07	54867	0.11	3-Isopropoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane	73.05
43	42.883	709946	0.25	187943	0.36	1,10,14-Hexadecatetraen-3-ol, 3,7,11,15-tetramethyl-, (E,E)-	69.10
44	43.128	420158	0.15	114089	0.22	Hexadecanoic acid, methyl ester	74.05
45	43.616	259417	0.09	68547	0.13	(E,E,E)-3,7,11,15-Tetramethylhexadeca-1,3,6,10,14-pentaene	69.10
46	43.846	197847	0.07	54931	0.11	2,6,11,15-Tetramethylhexadeca-2,6,8,10,14-pentaene	69.10
47	44.364	557984	0.20	141539	0.27	2,6,10-Dodecatetraen-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	69.10
48	47.325	634366	0.22	138067	0.27	9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)-	55.00
49	48.619	32456716	11.34	1172243	2.28	1,2-Benzene dicarboxylic acid, mono(2-ethylhexyl) ester	149.10
		286122794	100.00	51696223	100.00		

Condition and Method
 CGMS Shimadzu QP2010 de type EI 70ev quadrupole
 colonne OV1701 (25m)
 Bibliotheque : Nist05
 gaz vecteur : He
 volume injecte : 1µl

==== Analytical Line 1 =====

[GC-2010]
 Column Oven Temp. : 60.0 °C
 Injection Temp. : 250.00 °C
 Injection Mode : Split
 Flow Control Mode : Linear Velocity
 Pressure : 25.9 kPa
 Total Flow : 17.3 mL/min
 Column Flow : 0.77 mL/min
 Linear Velocity : 35.0 cm/sec
 Purge Flow : 1.2 mL/min
 Split Ratio : 20.0
 High Pressure Injection : OFF
 Carrier Gas Saver : OFF
 Splitter Hold : OFF
 Oven Temp. Program



Rate	Temperature(°C)	Hold Time(min)
-	60.0	3.00
3.0	120.0	5.00
5.0	200.0	6.00

< Ready Check Heat Unit >

Column Oven	: Yes
SPL1	: Yes
MS	: Yes

< Ready Check Detector(FTD) >

< Ready Check Baseline Drift >

< Ready Check Injection Flow >

SPL1 Carrier	: Yes
SPL1 Purge	: Yes

< Ready Check APC Flow >

< Ready Check Detector APC Flow >

External Wait	:No
Equilibrium Time	:0.0 min

[GC Program]

[GCMS-QP2010]

IonSourceTemp	:200.00 °C
Interface Temp.	:250.00 °C
Solvent Cut Time	:3.00 min
Detector Gain Mode	:Relative
Detector Gain	:0.00 kV
Threshold	:1000

[MS Table]

Group	: 1
Start Time	:3.00min
End Time	:50.00min
ACQ Mode	:Scan
Interval	:0.50sec
Scan Speed	: 666
Start m/z	:40.00
End m/z	:350.00

Sample Inlet Unit :GC

[MS Program]

Use MS Program	:OFF
----------------	------

[Similarity Search Parameters]

File1(Min.SI:0)	:C:\GCMSsolution\Library\NIST05.LIB
File2(Min.SI:0)	:C:\GCMSsolution\Library\NIST05s.LIB
Search Depth	:No PreSearch
Max Hit#	:25
Delete the same Compounds	:OFF
Reverse Search	:OFF
--- Post-search ---	
Option (Match Case)	:OFF

Fig.05 : chromatogramme d'huile essentielle de *Myrtus communis*

Traitement des glands de chêne liège (*Quercus suber* L.) par les huiles essentielles et leurs hydrolats en vue d'une meilleure conservation

Résumé

Ce travail consiste à tester les extraits (hydrolats et huiles essentielles) de plantes aromatiques et médicinales (deux espèces de sarriette ; *Satureja hispidula* Boiss. & Reuter, *Satureja baborensis* (Batt.) Briq., *Lavandula stoechas* L., *Eucalyptus camaldulensis* L., *Pistacia lentiscus* L., *Myrtus communis* L.) sur les glands de chêne liège (*Quercus suber* L.) au cours de leur conservation, en tenant compte de la vitesse et taux de germination ainsi que, les taux de contamination et de pourriture. Ces extraits ont été testés par contact d'hydrolat et par aérosol des huiles essentielles. Les résultats obtenus ont montré, que ce soit hydrolats ou huiles essentielles de presque toutes les espèces, ont un effet inhibiteur sur la germination durant la durée de conservation ; l'hydrolat de *Satureja hispidula* et *Myrtus communis* exercent un effet fongistatique important par rapport aux autres hydrolats. Les huiles essentielles ont un effet plus efficace par aérosol sur la conservation des glands tout en permettant leur germination après semis. Les glands découpés et épluchés malgré leurs traitements ont été atteints de pourriture dans le cas de traitement par les hydrolats, par contre les huiles essentielles empêchent l'évolution de la contamination.

Mots clefs : Plantes aromatiques et médicinales ; glands, chêne liège ; conservation ; germination ; contamination ; pourriture ; hydrolats ; huiles essentielles ; aérosol ; fongistatique.

Abstract

This work consists in testing the extracts (hydrolytes and essential oils) of aromatic and medicinal plants (two kinds of savory ; *Satureja hispidula* Boiss. & Reuter, *Satureja baborensis* (Batt.) Briq., *Lavandula stoechas* L., *Eucalyptus camaldulensis* L., *Pistacia lentiscus* L., *Myrtus communis* L.), on cork oak acorns (*Quercus suber* L.) during their conservation, taking into account the speed and germination rate as well as contamination and decay rates. These extracts were tested by hydrolate contact and by aerosol of essential oils. The results obtained showed that, whether hydrolates or essential oils of almost all species, has an inhibitory effect on germination during the conservation ; l'hydrolate of *Satureja hispidula* et *Myrtus communis* exert a significant fungistatic effect compared to other hydrolats. Essential oils have a more effective effect by aerosol on the conservation of the acorns while allowing their germination after sowing. The acorns cut and peeled despite their treatments have been affected by rotting in the case of treatment with hydrolats, against the essential oils prevent the evolution of contamination.

Keys word: aromatic and medicinal plants; acorns; cork oak; conservation ; germination ; contamination ; decay ; hydrolates ; essential oils; aerosol ; fungistatic.

ملخص

يتكون هذا العمل من اختبار المستخلصات (الهيدرولات والزيوت الأساسية) للنباتات العطرية والطبية (نوعين من الزعتر، الخزامى، الكاليتوس، الضرو و الريحان) على حبات البلوط الفليني (*Quercus suber* L.) خلال حفظها، مع الأخذ بعين الإعتبار معدل السرعة والإنبات وكذلك مستويات الإصابة والتعفن. تم اختبار هذه المستخلصات عن طريق الاتصال للمياه العطرية والغازات العطرية للزيوت الأساسية. النتائج التي تم الحصول عليها أظهرت، سواء كانت مياه عطرية أو زيوت أساسية من جميع الأنواع تقريبا، لهم تأثير كاجح على الإنبات خلال فترة الحفظ؛ الماء العطري ل *Satureja hispidula* و *Myrtus communis* يمارس تأثير كبير مثبت لنمو الفطريات مقارنة مع غيرها من المياه العطرية الأخرى. الزيوت العطرية لها تأثير أكثر فاعلية بالغازات العطرية للحفاظ على البلوط بينما تسمح بإنباته بعد البذر.

قطع البلوط المقشرة على الرغم من معاملاتنا تأثرت بالتعفن في حالة العلاج بالهيدرولات عكس الزيوت الأساسية تمنع تطور التلوث.

الكلمات المفتاحية : النباتات العطرية والطبية ; البلوط; البلوط الفليني; حفظ; إنبات; تلوث; تعفن; مياه عطرية; زيوت أساسية; غازات عطرية; مثبت لنمو الفطريات .