

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

Faculté des sciences agronomiques et vétérinaires

Département d'agronomie

MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité : Biopesticides et Gestion phytosanitaire

EVALUATION DES HUILES ESSENTIELLES DE *Pistacia lentiscus.L* EN VUE DE SA VALORISATION AGRONOMIQUE.

Par

KARIMA CHAOUATI

Devant le jury composé de :

M ^{me} . ALLAL-BENFEKIH.L	Professeur, USD. Blida	Président
M. BADIS.A	Professeur, USD. Blida	Examineur
M. EL HADI.D	Maître de conférences A, USD. Blida	Examineur
M ^{me} . HOUMANI.Z	Professeur, USD. Blida	Promotrice
M ^{me} . MOUMENE	Maître assistant classe A, USD. Blida	Co-promotrice

Blida, Décembre 2012

Résumé

EVALUATION DE L'HUILE ESSENTIELLE DE LENTISQUE (*Pistacia lentiscus* L.) EN VUE DE SA VALORISATION AGRONOMIQUE .

Ce présent travail vise la valorisation de *Pistacia lentiscus* L. sur le plan phytochimique. Les coupes transversales des tiges et des feuilles montrent la présence des canaux sécréteurs, localisés seulement dans des vaisseaux vasculaires à l'intérieur de phloème soutenu par les arcs de sclérenchymes.

La détermination de la matière minérale et la matière azotée totale des parties aériennes ont montré des teneurs variables selon l'organe de la plante (tige ou feuille) et, selon la région de prélèvement d'échantillons.

L'extraction des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L. effectuée par hydrodistillation avec un appareil de type Clevenger, a fourni des rendements variables de 0.15 à 0.22% de matière sèche selon la région.

L'étude de l'activité antifongique de ses huiles essentielles *in vitro* a été basée sur la méthode de contact direct avec leur émulsion dans un solution d'eau-agar à 0,2 %. Le pouvoir antifongique a été modéré et variable à l'égard des dix isolats des genres : *Botrytis*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Cladosporium* et *Penicillium*. Il dépend de la concentration de l'huile essentielle et des isolats fongiques testés.

Mots-clés : *Pistacia lentiscus* L., huile essentielle, activité antifongique, *Botrytis*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Cladosporium* et *Penicillium*.

ABSTRACT

EVALUATION OF ESSENTIAL OIL ABOUT *PISTACIA LENTISCUS* L. FOR HIS AGRONOMIC VALORIZATION.

The present work aim valuing *Pistacia lentiscus* L. on the plan phytochemical . The transverse sections of stem and leaf show of resin duct located only in phloem of the vascular bundles supported by the arcs of sclerenchyma.

On the plan phytochimic, the determination of the mineral and the total nitrogen of the air parts (stem or leaf) showed that the contents are variable according to the parts of plants (stem or leaf), thus, according to the region.

The extraction of essential oils *Pistacia lentiscus* L. were water-distilled to with an apparatus of the Clevenger type, produce a yields of essential oil vary from 0.15% to 0.22% MS by region.

The antifongic activity of essential oils *Pistacia lentiscus* L. tests. *in vitro* on different fungic isolates by using a method of direct contact with the emulsion of oils essential in water of agar solution sterilized to 0,2%, watch that the capacity antifongic was moderated regard to isolates of the genera : *Botrytis*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Cladosporium* and *Penicillium*.. However this activity depends on the concentration of the essential oil and fungal isolates.

Key words: *Pistacia lentiscus* L., oils essential, antifongical activity, *Botrytis*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Cladosporium* et *Penicillium*.

Remerciement

Tout d'abord, je remercie Dieu pour m'avoir donné la force et la volonté pour bien mener ce travail.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à ma promotrice Mme HOUMANI Z. Professeur à l'université Saad Dahleb de Blida de m'avoir dirigée, pour sa confiance, ses remarques et ces précieux conseils et son aide pour la réalisation de ce travail.

Mes sincères remerciements à ma co-promotrice Mme MOUMENE S. chargée de cours à l'université Saad Dahleb de Blida pour ces précieux conseils qui m'ont beaucoup aidé à améliorer la rédaction de ce mémoire et pour tout le temps qu'elle m'a consacré.

Je voudrais également exprimer mes vifs remerciements aux honorables membres du jury qui ont bien voulu juger ce modeste travail :

Mme ALLAL-BENFEKIH L. Professeur pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

Mr El Hadi D. maître de Conférences A de m'avoir bien voulu accepté d'être membre de jury et d'examiné ce travail.

Mr Badis A. maître de Conférences A qui me fait l'honneur d'avoir participer au jury pour examiné ce travail .

Je remercie vivement Monsieur le directeur de l'Institut national de la protection des végétaux de Boufarik d'avoir accepter de m'accueillir au sein de son laboratoire microbiologie pour terminer une bonne partie de ce travail.

Mes sincère remerciements pour tous les techniciens des laboratoires d'Institut Agronomique université de Blida pour leur aide en particulier zakia, pour leur aide.

Je remercie Melle Arbia djanet pour leur aide et gentillesse.

J'exprime ma reconnaissance à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à accomplir ce modeste travail.

J 'exprime mes remerciements aux sympathique équipe du laboratoire de « Plante médicinale» à l'Institut Agronomique université de Blida, en particulièrement Melle Ghanai R. et Melle Chabata N. pour leurs aide et leurs encouragements.

Je remercie de tout mon cœur toutes mes amies et collègues.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents

*Monsieur ET Madame CHAOUATI EL-MAHDI et FATIMA
ZOHRA ;*

*Vous m'avez donné le jour et vous m'avez accompagné dans
mes premiers pas. Aujourd'hui, je suis le fruit de vos efforts et
de toute votre attention. Soyez infiniment remerciés. Sachez
que je vous aime profondément et que je vous suis
reconnaissante. Que le Dieu vous protège.*

*MON époux Monsieur BENTAOUA MOHAMED vous êtes l'une
de mes principales raisons de vivre.*

Mes beaux parents

Mes frères et sœurs

Mes beaux frères et belles sœurs.

Mes grands parents

Tous mes amis d'enfance , du Lycée et graduation

*Toutes mes collègues de PG biopesticide et gestion
phytosanitaire (2009/2010)*

*CHAOUATI-BENTAOUA
KARIMA*

TABLE DES MATIERES

RESUME

ABSTRACT

ملخص

REMERCIEMENT

DEDICACES

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION16

CHAPITRE 1: IDENTIFICATION *DE Pistacia lentiscus .L*

1.1Le *Pistacia lentiscus* L.....19

1.2. Famille des anacardiaceae.....20

1.3. Le genre *Pistacia*20

1.4. Caractérisation botanique de *Pistacia Lentiscus* L. (le lentisque).....20

1.4.1. Caractérisation morphologique.....20

1.4.2. Caractérisation anatomiques.....23

1.5.Répartition géographique de *Pistacia lentiscus* L.(lentisque).....24

1.6.Principaux constituants chimique de *Pistacia lentiscus* L. (lentisque)....24

1.7. Les huiles essentielles <i>Pistacia lentiscus</i> L. (lentisque).....	25
1.8. Propriété thérapeutique et phytosanitaire de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	27
1.8.1. Propriété thérapeutique.....	27
1.8.2. Propriétés phytosanitaire.....	27

CHAPITRE 2 :PROTECTION DES PLANTES

2.1.La lutte culturelle	30
2.1.1. La rotation	30
2.1.2.Le travail de sol.....	31
2.2.La lutte physique	31
2.2.1.La lutte thermique	31
2.2.2. La solarisation.....	32
2.3. La lutte chimique.....	32
2.4. La lutte biologique	33
2.4.1 Stratégies de lutte biologique	33
2.4.1.1.La lutte biologique classique.....	33
2.4.1.2.La lutte biologique par inoculation.....	34
2.4.1.3. La lutte biologique par inondation ou par augmentation.....	34
2.4.1.4.La lutte biologique par conservation.....	34
2.4.2. Les biopesticides.....	35
2.4.2.1. Biopesticides à base d'organismes vivants	35
2.4.2.1.1.Les bactéries	35

2.4.2.1.2. Les virus.....	36
2.4.2.1.3. Les nématodes	36
2.4.2.1.4. Les champignons.....	37
.4.2.1.5 Des ennemis naturels.....	37
2.4.2.2. Biopesticides à base de substance naturelle	38
2.4.2.2.1.Les phéromones	38
2.4.2.2.2.Les composés allélochimiques	38
2.5.les biopesticides a base des huiles essentielles	40
2.5.1.Généralité.....	40
2.5.2.Définition.....	40
2.5.3. Composition chimique	40
2.4.4.Répartition botanique.....	41
2.5.5.Propriétés physico-chimiques des HE	41
2.4.6. Activité insecticide.....	41
2.4.6.1.Effets physiologiques	41
2.4.6.2.Effets sur l'octopamine	42
2.4.6.3.Effets physiques	42
2.4.7.Pouvoir antimicrobienne des huiles essentielles	43

CHAPITRE 3 : LES CHAMPIGNONS FILAMENTEUX.

3.1.Généralité sur les champignons.....	46
3.2.les maladies cryptogamiques	46

3.3. Evolution générale d'une maladie cryptogamique.....	47
3.3.1. L'inoculation.....	47
3.3. 2. La pénétration.....	47
3.3.3. L'infection.....	47
3.3. 4. La dissémination du pathogène.....	48
3.3.5. La conservation du pathogène.....	48
3.4. Les principaux genres des champignons filamenteux.....	48
3.4.1. <i>Botrytis sp.</i>	48
3.4.2. <i>Fusarium sp.</i>	49
3.4.3. <i>Trichoderma sp.</i>	50
3.4.4. <i>Aspergillus sp.</i>	50
3.4.4. <i>Penicillium sp.</i>	51
3.5. Stratégies de protection des plantes contre les maladies cryptogamiques.....	51
3.5.1. Lutte chimique	51
3.5.2. Lutte biologique.....	52
3.5.2.1. Extrait de plantes.....	52
3.5.2.2. Agents microbiens.....	53

CHAPITRE 4 : MATERIEL ET METHODES

4.1. Matériel végétal.....	55
----------------------------	----

4.1.1. Échantillonnage.....	55
4.1.2. Localités de récolte des échantillons.....	56
4.1.2.1. Montagne de Chréa (Beni Ali).....	56
4.1.2.2. Localité de Ouled Slama.....	57
4.1.2.3. Région de Boumerdes (Bord de la mer).....	58
4.2. Caractérisation des échantillons de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	59
4.2.1. Préparation des échantillons.....	59
4.2.2. Détermination de la matière sèche.....	59
4.2.3 Caractérisation botanique de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	60
4.2.3.1. Etude morphologique.....	60
4.2.3.2. Coupes histologiques de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	60
4.2.4. Caractérisation chimique de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	60
4.2.4.1. Détermination de la matière minérale (M M).....	61
4.2.4.2. Détermination de la matière azotée (M AT).....	61
4.2.5. Extractions des huiles essentielles de <i>Pistacia lentiscus</i> L.	61
4.2.6. Etude du pouvoir antifongique <i>in vitro</i>	61
4.2.6.1. Matériel fongique.....	61
3.2.6.2. Milieu de culture.....	62
3.2.6.3. Dispersion des HE.....	62
4.2.6.4. Détermination de l'activité antifongique des huiles essentielle du <i>Pistacia lentiscus</i> .L.....	63
4.3. Traitement des résultats.....	63
4.3.1. Matière sèche.....	63

4.3.2. Rendement des huiles essentielles.....	64
4.3.3 .Le taux d'inhibition de la croissance mycélienne.....	64
4.4. Analyse statistique des résultats.....	65

CHAPITRE 5 : RESULTAT ET DISCUSSION

5.1. Caractérisation botanique de <i>Pistacia lentiscus</i> L.(lentisque).....	66
5.1.1. Caractères morphologiques	66
5.1.2. Observation des tissus.....	68
5.2 .Caractérisation phytochimique de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	72
5.2.1. Détermination de la matière minérale (MM).....	72
5.2.2. Détermination de la matière azotée totale (MAT).....	75
5.3.L'évaluation des rendements en huile essentielle en fonction d'altitude de trois régions.....	78
5.5.Evaluation du pouvoir antifongique des huile essentielles de <i>Pistacia lentiscus</i> L. sur la croissance mycélienne des isolats fongiques	81
5.6.Etude des corrélations des taux d'inhibition de la croissance mycélienne en fonction des doses d'huiles essentielle et des isolats fongiques.....	85
CONCLUSION.....	91
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES.....	93
APPENDICE	

LISTE DES FIGURES

Figure 5.1 : Arbisseaux <i>P. lentiscus</i> L.....	21
Figure 5.3 : Rameaux feuillés portant des panicules des fleurs de <i>P. lentiscus</i> L.....	22
Figure 5.4 : rameaux feuillés portant des panicules des fleurs femelles de <i>P. lentiscus</i> L.....	22
Figure 5.5 : rameaux feuillés portants des fruits de <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	23
Figure 4.1 : Position géographique de trois localités géographiques.....	55
Figure 4.2 : <i>Pistacia. lentiscus</i> à la montagne de Chréa (Beni Ali).....	57
Figure 4.3 : <i>P. lentiscus</i> en bord de route à Ouled Slama.....	58
Figure 4.4 : région du littoral (Boumerdès : Bord de mer).....	59
Figure 5.2 : Feuille composée imparipennée de <i>P. lentiscus</i> L.....	67
Figure 5.2 : Etamines à anthères fermés (Gr x10x 8.2).....	67
Figure 5.3 : Fleur femelle avec un ovaire sphérique (Grx10x8.2).....	67
Figure 5.6 : Coupes transversales d'une tige de <i>P. lentiscus</i> L. (Grx 100).....	69
Figure 5.7 : Coupes transversales d'une foliole de <i>P. lentiscus</i> L. (Grx100).....	69
Figure 5.7 : Coupes transversales d'un pétiole de <i>P. lentiscus</i> (Grx100).....	70
Figure 5.9 : Coupe transversale de tige : Lacune entourée par des cellules.....	70
Figure 5.10 : La variabilité en teneur des éléments minéraux (Na ,P, K ,Ca ,Mg et Cl) des échantillons de la plante <i>Pistacia lentiscus</i> L. pour les trois localités par rapport la matière sèche.....	74

Figure5.11 : Teneurs en matières azotées MAT (%) et teneurs en matières minérales MM (%) des échantillons de plante de <i>P. lentiscus</i> L. pour les trois régions (par rapport la matière sèche).....	77
Figure 5.12 : Variation des teneurs en huiles essentielles de <i>Pistacia lentiscus</i> L. selon la variation en altitude.....	79
Figure5.13 : Pouvoir antifongique des huiles de <i>Pistacia lentiscus</i> .L en modèle GLM selon l'origine de l'huile, leurs dilutions et les isolats fongiques testés.....	82
Figure 4.14 : variabilité de la croissance mycélienne des isolats testés vis à vis des doses de trois huiles essentielles de <i>Pistacia lentiscus</i> .L.....	84
Figure4.15 : variabilité de la croissance mycélienne des isolats résistants aux traitements d'huiles essentielles de <i>Pistacia lentiscus</i> .L testées.....	85
Figure 5.16 : Classification hiérarchique des différentes huiles essentielles de <i>Pistacia lentiscus</i> L. avec leurs différentes dilutions.....	87
Figure 5.17 : Analyse en Composantes Principales (ACP) des dix isolats fongiques des trois huiles essentielles avec leurs dilutions.....	87

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux 4.1 : La source des isolats testés.....	60
Tableau 5.1 : Taux de la matière minérale totale (MM), par rapport la matière sèche, des tiges et des feuilles de <i>P. lentiscus</i> pour les trois localités.....	71
Tableau 5.2 : taux des éléments minéraux dans les tiges (T) et les feuilles (F) de <i>P. lentiscus</i> L. pour les trois localités.....	72
Tableau 5.3 : Les taux de matière azoté totale (MAT) de plants de <i>P. lentiscus</i> L. pour les trois localités, par rapport la matière sèche.....	74
Tableau 5.4 : Rendements en huiles essentielles de <i>Pistacia lentiscus</i> L. récolté au niveau de trois régions.....	78
Tableau 5.7 : Analyse de la variance des taux d'inhibition de la croissance mycélienne différents isolats fongique testés.....	82

INTRODUCTION

Les plantes médicinales ont été utilisées pendant des siècles pour traiter les maladies humaines. Des extraits de plantes étaient déjà connus et utilisés par différentes civilisations (égyptiens, grecs, chinois etc.) en médecine traditionnelle. Récemment, l'acceptation de cette dernière comme forme alternative de la médecine conventionnelles suite à une conscience croissante des effets secondaires négatifs infligés par les drogues modernes [1 ; 2].

Actuellement, l'industrie pharmaceutique s'inspire largement des métabolites secondaires des plantes médicinales. Les huiles essentielles sont des métabolites à forte valeur ajoutée utilisée en industrie pharmaceutique, cosmétique et agroalimentaire [3].

D'autre part, l'activité antifongique des huiles essentielles est le sujet de plusieurs études scientifiques *in vitro* depuis plusieurs années. Cependant, les méthodes utilisées pour évaluer cette activité sont nombreuses et donnent parfois des résultats différents selon les conditions expérimentales adoptées par chaque manipulateur [4].

La flore algérienne est caractérisée par sa diversité florale (Méditerranéenne et Saharienne) estimée à plus 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques [5], explique la richesse de la médecine traditionnelle en plantes médicinales. Dans ce sens, *Pistacia lentiscus*.L (Anacardiaceae) est une plante médicinale largement répandue dans les maquis du bassin méditerranéen. Elle est connue pour ses propriétés thérapeutiques : antiseptique, stimulant, hémostatique expectorant et vulnéraire, antibactérien, antifongique et antioxydant [6; 7; 8].

En Algérie, cette espèce est très connue en médecine traditionnelle. L'huile des fruits de lentisque est souvent utilisée comme un remède d'application locale externe sous forme d'onguent pour soigner les brûlures ou les douleurs dorsales [9 ; 10].

Les huiles essentielles de cette plante présentent des propriétés anti-inflammatoires, sédatives, astringentes et antiseptiques des voies respiratoires et urinaires et comme astringent de l'intestin et contre diarrhée [11].

Avec le système de production agricole intensif, les populations des organismes nuisibles ont tendance à augmenter. Ce qui accentue la gravité des dommages infligés aux cultures. La maîtrise de ces parasites n'est accomplie que par l'intervention phytosanitaire fréquente. Cependant, l'emploi intensif et inconsidéré de ces pesticides synthétisés a provoqué des effets nocifs sur l'environnement par perturbation des équilibres écologiques et éradication des espèces utiles. De même, l'application excessive des fongicides synthétisés favorise le développement des souches résistantes [12].

Face à ces problèmes, la lutte contre les microorganismes phytopathogènes est orientée vers l'utilisation des méthodes de contrôle et de protection plus écologiques. Cette démarche s'inscrit dans le cadre de lutte biologique.

L'utilisation des biopesticides d'origine végétal constitue une réponse satisfaisante aux préoccupations et exigences actuelles de la lutte phytosanitaire [13].

Dans ce sens, de nombreuses recherches ont porté sur l'étude de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles notamment le pouvoir antifongique [14 ; 15].

Parmi les travaux effectués sur les essences de *Pistacia lentiscus*.L., ceux de DURU *et al.* (2003) ont confirmé leurs activités antifongiques sur *Rhizoctonia solani* [12] et d'autres sur *Aspergillus flavus* [13].

Ce présent travail s'intègre dans le contexte plus global de la valorisation des plantes médicinales algériennes en vue de leurs utilisations agronomiques. Dans cette optique et compte tenu des vertus thérapeutiques que présentent les lentisques, nous avons entamé des études botaniques, l'étude phytochimique, l'étude de l'huile essentielle et leur efficacité antifongique.

Notre intérêt a visé une plante assez répandue en Algérie à l'état sauvage, communément utilisée en médecine traditionnelle, en vue de son exploitation de ses principaux constituants et ses huiles en agriculture.

Les objectifs de ce travail sont :

- ✓ La connaissance de l'espèce (botanique, biologie, écologie, composition chimique) ;

- ✓ L'évaluation des rendements en huiles essentielles des plantes en fonction de la localité de récolte;
- ✓ Des tests d'application dans le domaine agronomique, notamment comme bio pesticide (utilisation des huiles essentielles vis-à-vis d'une gamme de champignons phytopathogènes et utiles).

CHAPITRE 1

IDENTIFICATION DE *Pistacia lentiscus* L.

1.1. Le *Pistacia lentiscus* L. :

Le lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) appartient à la famille d'Anacardiaceae. [18]. Il une espèce importante de genre *Pistacia*, cette espèce a une valeur économique importante car elle possède des propriétés médicinales connues depuis longtemps dans la médecine traditionnelle [19].

Cette plante joue un rôle important dans l'écosystème, leur physionomie sous forme d'un arbrisseau très ramifié, ces feuilles persistantes encouragent la biodiversité car il permet la pousse facile d'autres plantes vasculaires aussi il est très favorable au développement de la faune à laquelle il fournit l'abri, la nourriture et le milieu de reproduction [11], comme il présente une bonne capacité de renouvellement après le découpage ou les incendies [20].

Le lentisque est très rustique, résistant à la sécheresse [20] et à la basse température jusqu'à 7° en hiver [21] son système racinaire très traçant assure la protection des sols contre l'érosion [22], comme il peut être utilisé en horticulture ornementale [18].

Selon SEIGUE (1985) Le lentisque est une source de divers produits, qui peut être utilisés, car leur résine qui coule naturellement ou par incision de ces branches et troncs entre dans l'industrie agro-alimentaire évidemment comme agent masticatoire, dans l'industrie photographique et dans les soins dentaires [23], ainsi leur huile essentielle extraite à partir d'hydrodistillation des rameaux feuillés est utilisé en aromathérapie et phytothérapie pour ces propriétés médicinales [08].

Autrefois son huile végétale obtenu par la macération de ses fruits comestibles à l'aide d'une pression était couramment utilisé pour l'alimentation, l'éclairage et rentre aussi dans la confection de savons [24].

Enfin son leur bois qui est très apprécié en ébénisterie grâce à sa robustesse et la finesse de sa structure, est utilisé pour la fabrication des paniers et corbeilles artisanale surtout dans la région de Kolèa en Algérie.

1.2. Famille des anacardiaceae : les anacardiaceae appartiennent à l'ordre des Sapudales, à la sous classe des Rosidae, à la classe de Magnaliopsida, au sous embranchement des magnaliophyta ou Aongiospermes et à l'embranchement Spermaphytes [25 ; 26], cette famille comprend plus de 60 genres et 600 espèces, car les espèces de cette famille sont des arbres, des arbustes, exceptionnellement plante grimpantes) à feuilles composées pennées ou trifoliolés, généralement, alterné [27], leur efflorescence est des panicules porte des fleurs actinomorphes, parfois apétale [18].

KOKWARO (1986) signale non seulement la présence des anacardiaceae en région tropicale mais aussi dans la région méditerranéenne, dans l'est de l'Asie et en Amérique [28].

Cette famille est riche en produits secondaires principalement en tanin et des composés phénoliques [29]. Comme elle est caractérisée par la présence des canaux résinifères schizogénèses [18].

PELL (2004) mentionne également que les espèces de cette famille est bien connu d'abord pour ces fruits et grains en suite pour ses espèces à résine [26].

1.3. Le genre Pistacia :

Le genre Pistacia comporte onze espèces typiques du secteur méditerranéenne [30], car certaines espèces ont une importance économique et culturelle élevée [31] toute les espèces sont dioïque à feuille caduques ou persistantes, alternes, simple ou composée, pennée ou empennée, ces branches portent des grappes auxiliaire de petite fleurs apétales ou nues, les bourgeons floraux se produisent latéralement sur le vieux bois d'une année [31 ; 32] leur fruits est drupe [18].

Selon AL SAGHIR et al (2006) le genre Pistacia est un genre xérophytique remarquable par la présence de beaucoup d'adaptation à l'aridité tandis que la croissance étendu des racines [33].

En Algérie on trouve quatre espèces à savoir : *Pistacia vera*, *Pistacia atlantica*, *Pistacia térébenthus*, *Pistacia lentiscus* L. [30 ; 34].

1.4. Caractérisation botanique de *Pistacia Lentiscus* L. (le lentisque) :

1.4.1. Caractérisation morphologique :

Plusieurs auteurs caractérisent les constituants morphologique de *pistacia lentiscus* L. ils décrivent que leur aspect générale est un arbrisseau dioïque de 1 à

3m de haut, constituée par des rameaux verruqueux à écorce brune rougeâtre, dragonnant, à forte odeur de résine, ces rameaux portant des feuilles persistant composé de six à douze folioles, coriasses, paripennées, étroitement abovales de 2 à 4 cm de longueur et de couleur vert foncé lustré dessus[18 ; 35 ; 36 ; 37] (fig 1.1).

Le lentisque est un dioïque dont les fleurs males et femelle sont sur des arbres séparés. Ils sont des courtes inflorescences regroupées en panicules à l'aisselle des feuilles, leur pollinisation se fait par le vent, les fleurs males sont munies d'un calice de cinq lobes, composé de 3-5 courtes étamines et de gros anthères rouge foncé. Autrement les fleurs femelles sont vert-jaunâtre ayant un calice de 3 à 4 lobes [11; 36 ; 38] (fig 1.2,1.3).

Les fruits sont des drupes charnues, pisiforme, d'environ 4mm de largeur. De couleur rouge au début, ensuite les fruits fertiles se tournent vers le noir foncé à la maturité [11; 36] (fig 1.4).

La multiplication de lentisque, se fait par semis des ces grains fertiles, comme il peut se rejeter des souches [39].



Figure 1.1 : Arbisseaux *P. lentiscus L.*



Figure 1.2 : Rameaux feuillés portant des panicules des fleurs mâles de *P. lentiscus* L.



Figure 1.3 : rameaux feuillés portant des panicules des fleurs femelles de *P. lentiscus* L.



Figure 1.4 : rameaux feuillés portants des fruits de *Pistacia lentiscus* L.

e : Drupes fertiles, **f** : Drupes non fertiles.

1.4.2. Caractérisation anatomiques :

Peu d'études anatomiques étaient réalisées sur *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae). SANTA'ANNA (2006) et autre conclus que les espèces de la famille des anacardiaceae sont caractérisés par la présence des canaux sécréteurs remplis par un gum-résine constitué majoritairement par les huiles essentielles, polysaccharides et certains composé phénoliques des flavonoïdes glucosés [40].

Selon SUIDI et ses collaborateurs (2000), ont constaté que les canaux sécréteurs sont responsables d'extraction de résine, étaient présente dans les tiges, feuilles et racines. Ces canaux ou conduites résineux sont liés à des structures tubulaires et quelque couches des cellules aplatis vers l'extérieur de ces conduites et l'ensemble sont situées seulement dans des vaisseaux vasculaires soutenue par les arcs des fibres de sclérenchymes. Ainsi, ils ont remarqué la présence de cinq conduites résineuses dans les pétioles, par contre ils ont trouvé trois conduites résineuses au niveau de nervures centrales, et l'extrémité de la feuille adjacente des vaisseaux vasculaires dans le mésophile proche de dense parenchyme palissadique. [41].

En plus, ces conduites résineuses sont dispersées dans le phloème séparé les une aux autres dans la tige et racine [41].

AL-SAGHIR (2006) et *al* ont décrit l'anatomie des feuilles de quelques espèces de genre *Pistacia*. Ils indiquent que l'anatomie interne des feuilles des espèces de *pistacia* sont homogène avec quelques différences. Ils notent au niveau des coupes transversale des feuilles de *pistacia lentiscus* L. la présence d'une épaisse cuticule et 1-2 couches de cellules épidermiques sur les deux faces de la feuille suivi par un parenchyme palissadique que sur la face ventrale qui occupe la plus grande partie par rapport au parenchyme lacuneux [33]. D'autres auteurs marquent une présence de grandes vacuoles dans les cellules des tissus palissadiques, ces vacuoles

Contiennent des tanins avec une affinité safranine, et des grands plastides de formes sphériques qui sont pleins d'amidon [42].

Ces conduites résineuses sont entourés par des nombreuses idoblastes crystalée Ils jouent un rôle protecteurs des bourgeons lors de la période de la dormance [41].

1.5. Répartition géographique de *Pistacia lentiscus* L.(lentisque) :

Pistacia lentiscus L.est un arbrisseau originaire du bassin méditerranée [43].il est particulièrement représenté dans les milieu les plus chauds, en Asie mineure, l'Afrique et l'Europe jusqu'aux Iles Canaries [35]. Il pousse à l'état sauvage, il est forte répandu sur les bords de la méditerranée, les plaines continentale et les basses des Montagnes jusqu'aux 1600m [44]. Bien qu'il est une plante typique des régions sèches et arides [06], commune les zone arides, il est coïncidée entre l'étage semi-aride et sub- humide [45].

Pistacia lentiscus L. constitue les maquis en association avec l'oléastre (olivier sauvage), les myrtes et les cistes [06] dans un groupement végétale phytosociologie nommer " l'oleolentisque " ,mais également dans les boisements claires à pins d'Alep ou d'autre formation de garrigues basses de chêne vert [07], sur tous types de soles (argileux ,sableux, silisieux et calcaire[45].

En Algérie, il se trouve sur le long du tell et dans les zones forestière [07].

1.6.Principaux constituants chimique de *Pistacia lentiscus* L. (lentisque) :

Selon beaucoup d'études qui ont été faites pour l'identification les constituants chimiques de la plante marquant leur richesse en tanins, mastic et huile essentielle [06 ; 08 ; 44].

Des analyses chimiques qui ont été réalisées sur le mastic de *Pistacia lentiscus* L. ont montré la présence d'un polymère de Cis-1,4-poly- β -myrcène [46]. Il contient une petite fraction d'environ 2% d'huile essentielle [45] et certains nombres de constituants triterpénoïdes se forment de deux types de squelette : squelette tétracyclique (euphane et dammarane) et squelette pentacyclique (oleanane et lupane) et triterpénoïdes bicycliques et tricycliques [46 ; 47 ; 48 ; 49].

L'étude réalisée par LONG et ses collaborateurs (2007) a permis d'isoler des tanins proanthocyanidiques et galliques à partir des feuilles de *Pistacia lentiscus* L. [50]. Ces derniers révélant la présence des acides galliques et dérivés galloyles et des anthocyanes (delphinidine 3-O-glucosides et cyanidine 3-O-glucoside) et des glycosides de flavonols comme les glucosides de quercétine et de myricétine [51].

L'étude photochimique réalisée sur les baies de *Pistacia lentiscus* L. a permis d'identifier trois anthocyanes (cyanidine 3-O-glucoside, delphinidine 3-O-glucoside et cyanidine 3-O-arabinoside) [50].

1.7. Les huiles essentielles *Pistacia lentiscus* L. (lentisque) :

Les huiles essentielles *Pistacia lentiscus* L. sont extraites à partir de l'hydrodistillation des parties aériennes de la plante [16 ; 52 ; 53], ou bien de leur mastic qui contient environ 2% d'huile essentielle [47 ; 54]. Ces huiles essentielles contiennent principalement des monoterpènes et des monoterpénols et des sesquiterpènes en quantité moyenne et des esters terpéniques en quantité mineure [55].

L'étude de la variation saisonnière des huiles essentielles des parties aériennes *Pistacia lentiscus* L. montre que les monoterpènes constituent les principaux composants dans tout le cycle végétatif de la plante : pinène, limonène, germacrène D, terpinen-4-ol, p-cymène, β -pinène, sabinène, α -terpinène, terpiéole...ect [56].

L'étude réalisée par AMHAMDI et ses collaborateurs (2009) pour l'identification des principes constituants d'huile essentielle des feuilles de *Pistacia lentiscus* récolté de la région Tafoghlte Est du Maroc a montré la dominance de myrcène (39.2%), gurjunène de limonène (7.4%), germacrène (4.3%) [53].

Au Maroc, une étude de l'effet de variation saisonnière sur les huiles essentielles des parties aériennes de *Pistacia lentiscus* L. récolté des différentes régions du Maroc (Mehdia, Olmes et Chaouen). Les résultats indiquent que les meilleurs

rendement en huile essentielle a été obtenue au cours de la période florissants ,les principaux constituants se diffèrent d'une région à une autre dont le pinene (16.5-38.5%) ,myrcine (10.2-11.5%) et limonène(6.8-9.8) dominant le profile chimique des huile essentielle d'Olmes ; tandis que les huile essentielle de Chaouen montrent une dominance du terinen-4-ol (32.7-43.8%) et pinène (7.1-13.5%). Alors que, les huiles essentielles de Mehdiya renferment du terpinen-4-ol (14.5-19.3%) oxyde de caryphyllene (6.5-10.3%) et limonène (6.7-8.1%)[52]. BENYOUSSEF et al (2005) ont identifié les principaux composants des huiles essentielles des feuilles du *Pistacia lentiscus* L.de deux populations Algériennes. Ils ont marqué terpinen-4-ol(17.3-34.7%) , α -terpinéol (10.4-11.0%) et germacrene D (8.4-15.8%)[57].

Les travaux de BARRA et ses collaborateurs (2007) sur les huiles essentielles des feuilles de *Pistacia lentiscus* L. du Sardaigne (Italie) révèlent la présence des constituants majoritaire comme α -pinène (14.8-22.6%) , β -myrcene (1-19.4%) et terpinène -4-ol (14.2-28.3%)[17].

L'étude photochimique de DURU et al (2003) pour déterminée la composition chimique d'huile essentielles des partie aérienne de trois espèce de *Pistacia* (*Pistacia lentiscus*, *Pistacia vera* et *Pistacia térébinthus*) et l'huile essentielle de résine de *Pistacia lentiscus* L. [16].

Le travail de CASTOLA et al (2000) effectué sur 150 échantillons d'huile essentielle des feuilles de *Pistacia lentiscus* L. de Corse, révèle la dominance de myrcene ,limonene ,terpinen-4-ol , α -terpinène [58].

KIVAK et al (2005) ont identifié les principaux composants des huiles essentielles obtenue de différentes parties des trois espèce de *Pistacia* (*Pistacia térébinthus*, *Pistacia vera* , *Pistacia lentiscus*.L *Pistacia lentiscus* var .chia .).Le sabinene (23.2%) ,pinène (19.4%),germacrene D(14.1%),limonène (6.9%), β -phellandrene (6.5 %), terpinene-4-ol(5.7%) et β -caryophyllene (5.7%)sont révélée comme composants principaux dans l'huile essentielle des tiges de *Pistacia lentiscus*.L .Tendis que ,terpinene -4-ol (29.2%) , β -caryophyllene (29.2%) et p-caryophyllene(7.1%) sont les composants majoritaire des huiles essentielles des feuilles de *Pistacia lentiscus* L. Alors que, les principes composants des huiles essentielles des feuilles des *Pistacia lentiscus*.var.chia sont germacrene D (20.1%), le myrcène (13.9%) , β -caryophyllene (10.8%) et l'acétate de terpinyl (4.8%),par contre ,ils ont trouvée que myrcène (27.4%),germacreneD(21.7%),(27.2%) dans l'huile essentielle des tiges de *Pistacia lentiscus*.var.chia[59].

1.8. Propriété thérapeutique et phytosanitaire de Pistacia lentiscus :

1.8.1. Propriété thérapeutique :

Pistacia lentiscus L. est connue depuis l'antiquité pour ses propriétés thérapeutiques [06]. Il présente des propriétés antiseptiques, stimulant, hémostatique expectorant et vulnéraire [08].

La décoction d'écorce des racines séchées est efficace pour guérir les troubles et les inflammations gastro-intestinaux ainsi que dans le traitement de l'ulcère et comme emménagogues [06 ; 37 ; 60]. La résine était utilisée en orient comme mastic pour ses propriétés odoriférantes et antiseptiques pour la protection des dents et de la cavité buccale [39]. Alors qu'en chine elle est très appréciée pour ses qualités astringentes, carminatives et calmantes car elle est employée dans les cas de gonorrhée et spermatorrhée [35].

Selon d'autre, la résine est appliquée comme pansement dentaire sur les ulcère et les furoncles [08].

Beaucoup de travaux révèlent la présence de certains effets de résine .Ce dernier présente des effets analgésique, antibactérien, antifongique, antioxydant, antithérogénique, expectorant, stimulant, diurétique et spasmolyque .Par conséquence , la résine est souvent cité comme un remède efficace pour guérir certaines maladies telle que l'asthme , diarrhée ,infection bactérienne ,ulcère et comme un agent antiseptique du système respiratoire[07].

Les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L. sont connues pour ses différentes vertus thérapeutique , elles présentent des propriétés anti-inflammatoires ,sédatives ,astringents et antiseptique de muqueuse surtout des voies respiratoires .Ainsi, elles sont très utilisées pour fluidifier le catarrhe et pour combattre parfois la mauvaise haleine elles sont employées pour traitait les infections des voies urinaire et comme astringent de l'intestin, contre diarrhée ,les dysenteries et la cavité buccale[11].

1.8.2. Propriétés phytosanitaire :

Il y a eu diverses études sur les activités biologiques de *Pistacia lentiscus* L., surtout après la découverte de leur activité microbienne de ses huiles essentielle [60; 62; 63].

DURU et ses collaborateurs (2003) ont évaluée l'activité antifongique des huiles essentielles des feuilles de trois espèce de Pistacia (*Pistacia vera* , *Pistacia*

térinbinthus Pistacia lentiscus.L) et des fractions (totale ,acide et neutre)de la résine de *Pistacia lentiscus* contre la croissance de trois phytopathogène agricole :*Pythium ultimum* ,*Rhizoctonia solani* et *Fusarium sambuci* .Quelques dose des huiles essentielles des trois espèces de *Pistacia* et de fraction de résine de *Pistacia lentiscus* (totale et neutre) ont empêché de manière significative la croissance du ,*Rhizoctonia solani* .Cependant tous les échantillons n'ont pas montré un effet antifongique contre *Pythium ultimum* et *Fusarium sambuci* ,par contre ils ont augmenté la croissance de cette dernière[16]. Ces auteurs trouvant que les terpinenole et α -terpénol sont les principaux constituants de l'ordre technique d'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* .L [16].

L'activité antifongique des extraits de *Pistacia lentiscus* .L révéler beaucoup plus intéressant que leur activité antibactérienne [62].

Le travail de BARRA et al (2007) a montré l'effet antifongique des huiles essentielle de *Pistacia lentiscus* .L. Ils ont examiné cette huile essentielle sur :*Aspergillus flavus* , ,*Rhizoctonia solani* , *Fusarium oxysporum* et *Pinicillum sp* les résultats indiquent que la croissance de :*Aspergillus flavus* est empêchée totalement . [17]

L'étude d'activité microbienne des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* var.chia sur les bactérie Gramme positive et Gramme négative (*Staphylococcus aureus*, *Lactobacillee plantarum* ,*Pseudomonas sp* et *Samonella enteritidis*).Le taux d'inhibition était plus gronde sur les bactéries Gramme négative[61].

L'activité antifongique d'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*.L avérée due à la haute concentration en α -pinène [64 ; 65]. D'autres auteurs signalent que α -pinène et β -pinène sont bien connue comme produits chimiquement ayant des potentiels antimicrobienne .Cependant, un autre composé le linalol possède aussi une large gamme d'activité antibactérienne et antifongique [65].

BENHAMMOU et al (2009) ont testé l'activité antimicrobienne des extraits de *Pistacia lentiscus* sur huit bactéries, cinq moules et levure. Les résultats ont montré une forte activité antifongique par contre une faible activité antibactérienne [66].

Les huiles essentielles de la résine avérée très efficace contre les microorganismes, tandis que les huiles essentielles des feuilles et des tiges de *Pistacia lentiscus* .L ont montré une activité modérée contre les bactéries [67].

D'autre part il existe également des études sur les effets insecticides de *Pistacia lentiscus* [68; 69 ; 70].

LAMIRI et al (2001) signalent que les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L sont plus efficaces contre les œufs des parasites [69].

Selon MEDIOUNI-BEN DJEMAA et al (2005) ont étudié la possibilité d'utilisée les extraits des plantes comme alternative source de contrôle les ravageurs .Ils ont testé la toxicité des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus*. L par fumigation sur les individus de 1-7 jour de *Tribolium castaneus* et *Lasioderma sericone*. Ils ont trouvé que la mortalité est liée à la concentration, le temps d'exposition et d'espèce de l'insecte, le potentiel de toxicité est plus élevé sur *Lasioderma sericone* que à celle de *Tribolium castaneus* [70].

ASLAN et ses collaborateurs (2006) ont testé la toxicité des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus*. L sur les adultes *Sitophilus granarius* est due à la présence des monoterpènes[71].

BACHROUCH et al (2010) ont cherché la toxicité des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus*. L par fumigation sur *Ectomyelois ceratoniae* et *Ephestia kivehniella* .Ils ont trouvé que le terpin-4-ol (23.32%) β -caryphyllen (22.62%) et α -terpineol (7.12%) sont les composants principaux de cette huile essentielle qui a révélée un potentiel très élevé contre *Ephestia kivehniella* et qu'elle est liée à la concentration, le temps d'exposition et l'espèce d'insecte [72].

CHAPITRE 2

PROTECTION DES PLANTES

L'augmentation de la qualité et la quantité des denrées agricoles ont augmenté l'utilisation intensif des pesticides de synthèse, qui présentent de nombreux inconvénients sur l'environnement parmi lesquels : L'apparition des résistances, comme ils présentent des effets néfastes sur des espèces non ciblées par le fait d'un manque de sélectivité biologique sans oublier le danger provenant des résidus des pesticides qui provoquent des intoxications chimiques sur l'espèce utile. En outre les effets secondaires néfastes des pesticides sont nombreux sur la faune et la flore comme ils peuvent contaminer les nappes phréatiques. [13 ;73].

Les agriculteurs utilisent des moyens performants de lutte contre ces organismes nuisibles, ils ont combinées entre différentes techniques dans le contexte de lutte intégrée (culturale, physique, chimique, biologique, ...etc.[73]

2.1.La lutte culturelle :

La lutte culturelle est l'utilisation des techniques préventives, pour assurer une réduction importante de la dissémination des maladies et de nombre des ravageuses à causes la création des conditions défavorable pour ces ennemis des cultures, telles que la rotation des cultures et le travail de sol [74].

2.1.1. La rotation :

Pour des parcelles cultivées en permanence, la rotation constitue une bonne prévention contre certaines mauvaises herbes, certaines maladies des racines, certains insectes du sol, et certains nématodes [75] Par exemple, les rotations de longue durée de céréales/cultures maraîchères diminuent l'effet des nématodes à galles sur les solanacées, ces nématodes n'attaquant pas les céréales. [76]

Cependant l'utilisation seule la rotation n'est pas suffisante pour éliminer un agent pathogène peu spécifique, capable d'activité saprophytique ou disposant de

structure de conservation (chlamydospores, sclérotés). Donc la rotation ne permet pas de contrôler les espèces polyphages (*Sclerotium rolfsii*, *Pythium hanidermatum*, *Meloidogyne mayaguensis*, *Verticillium*, *Fusarium oxysporum*) [77].

2.1.2. Le travail de sol

Le travail de sol contribue à limiter le développement de maladies dans le sol, par l'enfouissement des débris végétaux qui permet de lutter contre certains agents pathogènes (*Rhizoctonia solani*, *Ventura inaequalis*, *Plasmopara viticola* et *Pseudomonas solanacearum*). Le labour de fin de cycle est une pratique utile là où une population d'insectes, importante pour la réinfestation de la culture suivante, subsiste dans le sol récolté, tels les vers blancs (larves de scarabéides) et vers gris (larves de noctuidés) [78]. En culture d'arachide, un non préparation du sol ou un travail limité à un labour sur 6-8 cm, résulte en une diminution de l'ordre de 50% de la densité de *Striga gesnerioides*, par rapport à un labour normal, sur sol sableux. Certains travaux du sol représentent un risque par la dissémination de l'inoculum le long des lignes de passage des engins agricoles et par la création de porte d'entrée aux parasites (*Clavibacter michiganense*, *Pseudomonas solanacearum*) [79]

2.2. La lutte physique :

L'utilisation de la lutte physique en protection des plantes, regroupe toutes les techniques de lutte dont le mode d'action primaires, ne fait intervenir aucun processus biologique ou biochimique [73]. Plusieurs méthodes sont utilisées car les plus pratiquées sont : la lutte thermique et la solarisation [80].

2.2.1. La lutte thermique :

Elle est effectuée par des traitements thermiques qui provoquent des blessures internes suffisamment sérieuses pour entraîner la mort de l'organisme ciblé [81]. Il réagit par l'augmentation de la température interne des organismes nuisibles de l'ordre de 50 à 100°C ou plus, pendant au moins 0.1 seconde, est suffisante pour provoquer un éclatement des cellules qui est dû à la dilatation thermique du matériel intracellulaire ou encore à une congélation de certaines protéines cellulaires à des températures inférieures à 0°C [82].

Le mode d'intervention des traitements thermiques peuvent utilisée trois différentes technique pour exposer des organismes indésirable à des températures élevées : (soit l'exposition directe aux flammes, soit l'exposition à un rayonnement infra-rouge, ou bien par projection de vapeur [80].

Pour l'exposition au froid, il utilise des systèmes de réfrigération puissant, capable d'abaisser rapidement la température des organismes, il est plus efficace contre les organismes qui possède une teneur en eau élevé [80].

2.2.2. La solarisation :

Elle consiste à élever la température de sol à une valeur supérieur à 40-60°C dans la couche arable (30 cm), pendant une durée de cinq semaines minimum (saison chaude) [83]. La solarisation est un phénomène hydrothermique, qui signifie le transmission de l'énergie du soleil à l'eau du sol à travers un filme en plastique (Poly-éthylène) transparente dont l'eau assure un échauffement du sol important et limite les refroidissements nocturnes [84].

L'utilisation de cette méthode est très efficace contre les champignons phytopathogènes tels : *Rizoctonia*, *Sclerotinia*, *Verticillium* et *Fusarium*, comme elle aurait une relative efficacité contre certains ravageurs du sol tels que les nématodes et elle est utilisée pour la destruction de la plupart des adventices et diminue le nombre de grains germant [85 ; 86].

2.3. La lutte chimique :

Un programme de lutte intégrée peut être le meilleur choix pour réduire l'utilisation des pesticides à des niveaux acceptables. Les pesticides peuvent toujours jouer un rôle important en lutte intégrée, le but est de les utiliser judicieusement. [87].

Un bon programme de lutte chimique est très important mais seulement quand les populations des ennemies de la culture deviennent très importantes, donc les appliquer au bon moment, ainsi par le choix de pesticides pour minimisé le maximum de leurs effets nocifs pour les auxiliaires et par respecter les doses prescrites, les délais d'emploi des produits et l'alternance les familles chimiques pour que leur usage soit maximisé et raisonnée. [87 ; 88].

2.4. La lutte biologique :

La lutte biologique peut se définir comme une méthode de lutte utilisant des organismes vivants (insectes, bactéries, nématodes, ...) ou substance naturelle pour contrôler les populations de nuisibles. Cette méthode de lutte, si elle est bien menée, présente de nombreux avantages tant sur le plan de la santé et de l'économie, que de l'environnement. Elle permet de mener des actions à grande échelle et à long terme avec un faible coût [89]. L'objectif de la lutte biologique est donc à terme de remplacer, en totalité ou en partie, les pesticides chimiques qui représentent actuellement la méthode la plus utilisée en agriculture et en foresterie pour protéger les cultures contre les ennemis [90].

En effet, les résultats de la lutte chimique ne sont pas toujours satisfaisants à cause de l'apparition de souches résistantes, des conséquences sur l'appauvrissement de la biodiversité et de la toxicité des produits utilisés par les hommes [91].

2.2.1 Stratégies de lutte biologique :

La lutte biologique peut se scinder en quatre stratégies de lutte : la classique, l'inoculative, l'inondative et la conservative [92 ; 93 ; 94].

2.4.1.1. La lutte biologique classique :

La lutte biologique classique, ou lutte biologique par acclimatation, est la stratégie la plus ancienne. La lutte biologique classique consiste à aller chercher des antagonistes dans la zone d'origine de ce nouveau ravageur. Il s'agit donc d'introduire une nouvelle espèce dans un environnement afin de contrôler des ravageurs qui sont également exotiques, et précédemment introduits [87]. L'exemple le plus connu de cette stratégie est, l'introduction en 1926 en Australie de la pyrale originaire d'Argentine, *Cactoblastis cactorum*, permet de contrôler efficacement les cactus du genre *Opuntia* [95].

2.4.1.2. La lutte biologique par inoculation :

Cette stratégie se distingue de la première par son caractère temporaire. Elle vise à libérer, en nombre limité, un auxiliaire qui se multipliera et contrôlera le ravageur durant une période prolongée mais non permanente. Bien souvent, il sera nécessaire de répéter l'opération [89].

L'effet de ce type de lutte est donc différé à l'inoculation et repose sur la descendance des individus lâchés. Cette stratégie est utilisée principalement en serre. Par exemple, *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera, Aphelinidae) est inoculé pour combattre la mouche blanche *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera, Aleyrodidae). L'acarien *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot est inoculé, quant à lui, pour combattre un autre acarien, *Tetranychus urticae*. De même, les lâchers de *Aphelinus spp.* (Hymenoptera, Aphelinidae) ou de *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera, Cecidomyiidae) visent à lutter contre les pucerons [96].

2.4.1.3. La lutte biologique par inondation ou par augmentation :

Cette stratégie peut se comparer à l'application d'un produit phytosanitaire classique sauf qu'il s'agit ici d'employer des organismes vivants. Elle vise un contrôle rapide du ravageur par les organismes directement lâchés afin de réduire ses dégâts. De ce fait, le succès de ce type de lutte dépend principalement du lâcher, contrairement à la méthode inoculative. [89]. Les facteurs principaux pour le succès de cette méthode sont d'être capable de produire une grande quantité d'ennemis naturels au même moment et de déterminer le moment optimal où lâcher ces ennemis pour qu'ils soient efficaces contre les ravageurs [94].

2.4.1.4. La lutte biologique par conservation :

La conservation se focalise sur l'aménagement du biotope et sur la modification des pratiques culturales dans le but d'améliorer l'action des ennemis naturels indigènes contre les populations de nuisibles. Cette stratégie se distingue de la lutte culturale qui vise à influencer directement la population de ravageur. [94].

Dans l'optique de la lutte par conservation, des bandes de végétation sauvage peuvent être établies aux abords de la culture (tournières enherbées). Ces bandes

pourront constituer une zone refuge permettant l'hivernation de divers entomophages, ainsi qu'une source de nourriture (pollen, nectar) et d'hôtes ou de proies alternatives [97]. Une autre manière d'agir est l'installation d'une polyculture, à la place d'une monoculture, qui fournit des conditions plus favorables aux ennemis naturels en diminuant leur probabilité d'émigration [98 ; 99] Il a été ainsi observé une augmentation du taux de parasitisme des œufs d'une pyrale dans une polyculture maïs – courge – légumineuse par rapport à une monoculture de courge [100].

2.4.2. Les biopesticides :

Les biopesticides sont tous les produits de protection à base d'organismes vivants ou de substance naturelle utilisés pour contrôler une maladie ou un ravageur. Ils présentent une grande diversité, ils sont utilisés dans les formulations des produits basées généralement sur des micro-organismes (des bactéries, des virus ou des champignons), des nématodes, les ennemis naturels ((parasitoïdes et prédateurs), ou des biopesticides d'origine botanique [101 ; 102].

2.4.2.1. Biopesticides à base d'organismes vivants :

2.4.2.1.1. Les bactéries :

Selon STARNES *et al.*, (1993,) plus d'une centaine de bactéries ont été identifiées comme ayant un potentiel d'utilisation en lutte biologique[103]. Ces bactéries entomopathogènes appartiennent surtout à trois grandes familles qui sont les Bacillaceae, Enterobacteriaceae et Pseudomonaceae [104.] À l'heure actuelle, *Bacillus thuringiensis* Berliner et *B. sphaericus* sont les espèces les plus utilisées en lutte contre les ravageurs. Les bactéries se développent dans l'hôte et le quittent quand celui-ci se désintègre. Nous développerons davantage le cas du *Bacillus thuringiensis* à cause de sa grande utilisation tant en agriculture qu'en foresterie et en milieu aquatique. Certaines souches de *Bacillus thuringiensis* possèdent une spore et une inclusion parasporale composée d'une ou plusieurs toxines protéiques. la *Bacillus thuringiensis* est efficace contre certaines espèces de coléoptères, lépidoptères et diptères [105 ; 106] Cependant il ne serait pas efficace contre les acridiens en raison de l'acidité intestinale [104].

2.4.2.1.2. Les virus :

Les virus entomopathogènes se divisent généralement en deux grands groupes distincts, d'une part, ceux possédant des corps d'inclusion paracrystallin et ceux sans corps d'inclusion. On les regroupe en sept familles. Ce sont, les Baculoviridae, Reoviridae, Poxviridae (à corps d'inclusion); les Iridoviridae, Parvoviridae, Picornoviridae et les Rhabdoviridae (sans corps d'inclusion) [107]. Ces familles renferment la plupart des 650 espèces de virus entomopathogènes connues [108]. Ce sont les Baculoviridae, les Reoviridae et les virus entomopox (poxviridae) qui sont les plus utilisés en lutte biologique, car ils sont bénins pour les vertébrés, les corps d'inclusion ne pouvant se développer que chez les insectes [109].

Les caractéristiques principales des bioinsecticides viraux sont la spécificité, la haute virulence, la rapidité d'action et le niveau raisonnable de persistance dans l'environnement [110]. La rémanence des virus sont cependant affectées par les radiations UV. Par exemple Les polyèdres formés dans le noyau provoquant le polyedrose nucléaire et les baculovirus à corps d'inclusion granulaire sont inactivés après quelques heures d'exposition au rayonnement solaire [111].

2.4.2.1.3. Les nématodes :

Il existe plusieurs espèces de nématodes parasites d'insectes. Pour la plupart d'elles, l'infection se fait à partir d'œufs déposés sur les feuilles des plantes. Les œufs éclosent et les larves regagnent l'homocèle et au quatrième stade quittent l'hôte par perforation des tissus intersegmentaires. Il s'en suit la mort de l'insecte. Certaines espèces de *Steinernatidae* et *Heterorhabditidae* vivent en symbiose avec des bactéries du genre *Xenorhabdus*. Les larves pénètrent l'hôte par les orifices naturels et même par la cuticule ou elles libèrent les bactéries qui tuent rapidement l'hôte. Quoique de bons agents en lutte biologique, l'utilisation des nématodes en zone sèche est limitée par les facteurs abiotiques particulièrement les UV qui sont détritantes pour tous les micro-organismes [112 ; 113 ; 114] et peuvent entraver le processus d'infection de l'hôte [94].

2.4.2.1.4. Les champignons :

Parmi les micro-organismes utilisés en lutte biologique, plus de 700 espèces de microchampignons sont entomopathogènes [103] et jouent un rôle important dans la régulation naturelle des populations d'insectes [115 ; 116]. Ils appartiennent au sous-taxon des Mastigiomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina et Deuteuromycotina. Le plus grand nombre de pathogènes se trouvent dans la classe des Zygomycètes, mais les plus utilisées en lutte biologique proviennent des Deuteromycètes (*Fungi imperfecti*). Les espèces des genres *Beauveria*, *Metharizium*, *Verticillium*, *Erynia*, *Hirsutella*, *Entomophthora* et *Entomophaga* sont les plus utilisées en lutte biologique [116]. Ils ont un intérêt agronomique considérable dans la lutte biologique contre les ravageurs de cultures et sont donc l'objet d'études de plus en plus poussées. La pathogénicité de l'inoculum et la spécificité de l'hôte sont deux paramètres importants dans le choix de l'isolat fongique. Les microchampignons entomopathogènes sont des agents de lutte très intéressants du fait de leur aptitude à infecter l'hôte par ingestion ou par simple contact pendant tous les stades, œuf, larve, adulte sensibles ainsi que les piqueurs- suceurs [117].

2.4.2.1.5 Des ennemis naturels :

Les ennemis naturels regroupent les parasitoïdes et les prédateurs. Les prédateurs tuent leur proie pour satisfaire leurs besoins nutritifs [118]. En lutte biologique, certaines espèces du groupe des acariens et des insectes appartenant à l'ordre des Coléoptères, Dermaptères, Hemiptères, Neuroptères, qui contiennent les familles les plus utilisées sont certaines espèces de Syrphidae, Cecidomyidae, Coccinellidae et Chamaeyiidae [119 ; 120 ; 121 ; 122].

Les parasitoïdes sont caractérisés par un adulte actif ayant de grandes capacités d'orientation et de repérages d'hôtes potentiels. Ils ont des capacités et sont très spécifiques à leurs hôtes, pour compléter leur cycle de vie ils tuent leur hôte [121 ; 122 ; 123]. En lutte biologique, les trois ordres les plus utilisés sont les Hyménoptères (87,3 %), les Diptères (12,5 %) et les Coléoptères (0,2 %) [124 ; 125]. Parmi ceux-ci, *Encarsia formosa*, contre l'aleurode des serres, est sans contredit la plus largement commercialisée avec les trichogrammes [126 ; 127]

2.4.2.2. Biopesticides à base de substance naturelle :

Il s'agit essentiellement de composés sémi chimique qui sont des substances chimiques synthétisées et émises par une plante, ou un animal, dans l'environnement et qui ont une valeur de signal entre les êtres vivants [128]. Ce sont des médiateurs chimiques, c'est-à-dire des molécules qui interviennent dans la communication entre individus de la même espèce (relations intra spécifiques) ou bien entre individus d'espèces différentes (relations interspécifiques). Ces molécules possèdent de nombreuses actions, tant sur le comportement que sur la physiologie des organismes qui les perçoivent. [129].

Selon DICKE et SABELIS (1988), les sémi chimiques sont classés en allélochimiques et phéromones de substance sémi chimique [130].

2.4.2.2.1. Les phéromones :

Les phéromones sont des composés chimiques volatils. Elles sont principalement utilisées dans le but de perturber le comportement de certains insectes (le Carpocapse du pommier par exemple) ou de les attirer dans des pièges. Il existe plusieurs types phéromones, elles diffèrent par les fonctions qu'elles induisent : sexuelles, défonce, phéromones d'agrégation). Les phéromones sont des substances "intraspécifiques"; cela signifie que le message chimique circule entre individus de la même espèce pour déclencher une modification du comportement ou de la physiologie de celui qui le perçoit. Cette définition exclut donc toutes les substances messagères dites "interspécifiques" dont l'action s'exerce entre individus d'espèces différentes, allomones ou kairomones. On regroupe sous le terme d'allomones, les substances bénéfiques pour l'individu qui les émet, telles les sécrétions défensives, les sécrétions odorantes des fleurs qui attirent les insectes pollinisateurs,... Les kairomones sont, elles, bénéfiques pour le récepteur, ce sont par exemple les substances alimentaires attractives, les substances assurant les relations plante-hôte,... [131].

2.4.2.2.2. Les composés allélochimiques :

Les composés allélochimiques sont des composés sémi chimique synthétisés par le métabolite secondaire de la plante, élaboré afin de résister aux agressions d'organisme phytophage [132].

Les molécules des composés secondaires des plantes appartiennent à plusieurs familles chimique différentes telles que les alcaloïdes, les phénols, les flavonoïdes, les terpénoïde et les stéroïde [132] .les plus connues sont :

La nicotine c'est un alcaloïde qui est le principe actif du Tabac très stable et présente une grande toxicité pour le système nerveux des insectes, il agit à la fois comme poison cardiaque et neurotoxine. Sa volatilité en fait un excellent insecticide par inhalation mais stabilisation sous forme de sels, sulfate, oléate ou stéarate, le transforme en un insecticide par ingestion plus actif que l'alcaloïde seule (et ses dérivés)[133 ;134].

La roténone est un principe actif dérivé de flavonoïde extraite des racines de certaines plantes tropicales appartenant à la famille des *Fabaceae* comme *Derris elliptica*, Elle est particulièrement attrayante car elle n'agit pas sur le système nerveux mais sur les mécanisme de la respiration cellulaire, elle inhibe le fonctionnement du métabolisme cellulaire, provoquant une intoxication rapide (substance originaire de Malaisie et des Indes orientales). [134].

Le pyrèthre (et les pyrèthrines) est extrait à partir des fleurs de plantes appartenant à la famille des *Asteraceae* (comme les chrysanthèmes, les pyrèthres). C'est neurotoxique par contact, Il agit en perturbant la conduction nerveuse par ralentissement de la fermeture des canaux Na^+ au cours de la phase de reconstitution du potentiel d'action des neurones. En conséquence l'insecte présente une hyperactivité suivie de convulsion [135].

L'azadirachtine (extraite de la noix du Margousier ou Neem, originaire d'Inde), appartenant à la famille Méliacées leur activité insecticide due principalement à des composés Limonoïdes (azadirachtine). Elle agit comme inhibiteur de croissance sur de nombreux insectes par la perturbation de leurs mues car il interrompe le cycle reproductif de l'insecte [135]. Les substances soufrées sont des acides aminés soufrés non protéine, elle se trouvent dans le genre *Allium*, la plus part activité biologique dues à des substance volatiles dérivées de ces acides aminés , qui ont des propriétés insecticides (effets répulsifs et antiappétantes), nématocide bactéricides (*Pseudomonas solanacearum*), fongicides(empêche la germination d'*Aphanomyces euteiches*, champignon responsable de la pourriture des racine du pois) et herbicide(provoquant l'arrêt de dormance chez le *Gladiolus sp*) .[136].

2.5.les biopesticides a base des huiles essentielles :

2.5.1.Généralité :

Elles sont des métabolites secondaires produit par les plantes comme moyen de défense contre les insectes phytophages et les agents phytopathogènes; L'évaluation scientifique des effets des huiles essentielles des feuilles sèches vis-à-vis des ennemis des cultures a montré qu'elles ont un large spectre d'action contre les insectes, les nématodes, les champignons et les virus [137].

2.5.2.Définition :

Les HE sont des complexes naturels de molécules volatiles et odorantes, synthétisées par les cellules sécrétrices des plantes aromatiques.Celles-ci les conservent dans des poches au niveau de certains organes. Ces produits odorants sont extraits par entraînement à la vapeur d'eau ou par pression (cas des agrumes) [138].

2.5.3. Composition chimique :

Les HE ont une composition assez complexe.On y trouve généralement de nombreux constituants appartenant principalement à deux grandes familles chimiques : les composés terpéniques et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane. Les composés terpéniques sont formés d'unités isopréniques (en C5) et comprennent les monoterpènes en (C10), les sesquiterpènes (C15), les diterpènes (C20) et les triterpènes en (C30). Ils ont la même origine métabolique. Ces terpènes peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. En général, une HE est un mélange d'hydrocarbures et de composés oxygénés dérivés de ces hydrocarbures. Parmi ces composés oxygénés, on peut noter la présence d'alcools, d'esters, d'aldéhydes, de cétones, d'ether-oxydes et de carbures [139].

A l'intérieur d'une même espèce végétale, on observe des variations chimiques (qualitatives et quantitatives) importantes ayant conduit à admettre l'existence de races chimiques (exemple : Thymus à thymol, à geraniol, à carvacrol, à linalol) [140].

2.4.4 Répartition botanique :

Les HE sont largement répartis dans le règne végétal. Certaines familles en sont particulièrement riches : Conifères, Myrtacées, Ombellifères, Labiées, Composées. Elles peuvent se rencontrer dans tous les organes végétaux : sommités fleuries, écorce, racines, rhizomes, fruit, bois,....etc. Dans une même plante, elles peuvent être présentes dans différents organes. La composition des HE peut alors varier d'un organe à l'autre [138].

2.4.5. Propriétés physico-chimiques des HE :

On trouve généralement les HE incolores ou jaune pâle à l'état liquide à température ordinaire.

Toutes les HE sont volatiles, odorantes et inflammables. Leur densité est le plus souvent inférieure à 1. Seules trois HE officinales ont une densité supérieure à celle de l'eau, ce sont les HE de cannelle, de girofle et de saffras.

Elles sont peu solubles dans l'eau, solubles dans les alcools et dans la plupart des solvants organiques. Elles sont altérables et très sensibles à l'oxydation [138].

2.4.6. Activité insecticide :

Plus de 2000 espèces végétales dotées des propriétés insecticides ont été répertoriées. Les huiles essentielles ont été utilisées très tôt dans la lutte contre les insectes [141].

Les mécanismes d'action des huiles essentielles représentent une piste d'avenir et les recherches sur ce sujet sont nombreuses. Aujourd'hui, l'utilisation des huiles essentielles comme insecticide est devenue une piste d'avenir à intérêt scientifique important, il est peu connu chez les insectes [142 ; 143]. Elle agit par plusieurs effets physiques et physiologiques des huiles essentielles [143].

2.4.6.1. Effets physiologiques :

Les huiles essentielles ont des effets anti-appétent, affectant ainsi la croissance, la mue, la fécondité et le développement des insectes et acariens. Des travaux récents montrent que les mono terpènes inhibent la cholinestérase [144].

2.4.6.2.Effets sur l'octopamine :

L'octopamine est un neuromodulateur spécifique des invertébrés : Cette molécule a un effet régulateur sur les battements de coeur, la motricité, la ventilation, le vol et le métabolisme des invertébrés. ISMAN (2000) et ENAN (2000) font le lien entre l'application de l'eugénol, de l'alpha-terpinéol et de l'alcool cinnamique, et le blocage des sites accepteurs de l'octopamine[143; 145]. ENAN (2005) a également démontré un effet sur la Tyramine, autre neurotransmetteur des insectes. [146].

En général, les huiles essentielles sont connues comme des neurotoxiques à effets aigus interférant avec les transmetteurs octopaminergiques des Arthropodes [145].

2.4.6.3.Effets physiques :

ISMAN (2000) confirme que les huiles essentielles agissent directement sur la cuticule des arthropodes à corps mous [143].

De nombreux chercheurs, qui sont à la recherche des insecticides efficaces, peu rémanents, respectueux de la santé humaine et de l'environnement, se sont penchés sur l'utilisation des plantes aromatiques [147]. Les études faites par KOUMAGLO *et al.* (1998) à l'Université du Bénin, ont montré que l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* Camel. avait un effet toxique sur différents stades de développement de *C. maculatus* ainsi que sur la survie des adultes., le taux de mortalité est de 96% après 24h. Ces auteurs ont observé également, une forte diminution de la ponte de la femelle et une inhibition du développement des oeufs frais et des larves. Ils ont conclu que la plante possède des propriétés insecticides intéressantes contre *C. maculatus*[148].

PIERRE (2004) a rapporté aussi que l'huile essentielle isolée d'*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. au Japon a un effet répulsif chez les moustiques. Selon l'auteur, l'huile d'*Acorus camalampus* Var. est également utilisée pour protéger le maïs contre *Prostephanus truncatus* Hom. De plus les vapeurs d'huile essentielle de *Seseli indicum* L. protègent les graines de pois contre les insectes ravageurs. Il a vaporisé 30 ml d'huile de lemongrass ou *Cymbopogon citratus* Stapf et d'*E. camaldulemis* sur 20 charançons placés séparément dans des boîtes de Pétri, il a obtenu 83,86 et 95 % de mortalité chez les charançons. Cinq millilitres de citronnelle

ont provoqué la mortalité de 100% des charançons après 30 minutes de contact, alors qu'il faut 40 ml de *lemongrass* et d'*E. camaldulemis* pour le même résultat. Ces travaux ont montré que les huiles essentielles de ces plantes sont biologiquement actives contre les termites et les charançons par contact direct ou par vaporisation, à l'échelle du laboratoire et sur le terrain (dans le cas des termites) [149].

Selon SCHMUTTERER (1990), plusieurs autres composés, probablement des limoïdes sont aussi capables de causer des mortalités chez les insectes nuisibles [150]. Les terpènes et les phénypropanes, principaux constituant des huiles essentielles, sont aussi responsables pour des activités insecticides [151]. Aujourd'hui, l'utilisation des huiles essentielles comme insecticide est devenue une piste d'avenir à intérêt scientifique important.

2.4.7. Pouvoir antimicrobienne des huiles essentielles :

Les propriétés antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Ces propriétés antimicrobiennes sont dues à la fraction d'huile essentielle contenue dans les plantes. Depuis deux décennies des études ont menés sur le développement de nouvelle application et l'exploitation des propriétés naturelles des huiles essentielles dans le domaine agricole [152 ; 153 ; 154 ; 155 ; 156 ; 157].

AMARTI et al (2010) ont montré l'effet bactéricide et fongicide du thymole qui est le composant principale des huiles essentielles de *Thymus algeiensis*. [153].

DERWICH et d'autre (2010) ont montré l'effet antibactérienne des huiles essentielles extrait de *Mentha rotundifolia*. [154].

KARMEN et al (2003) ont testé 22 composés purs issus des huiles essentielles de certaines plantes médicinales contre *Cariolus versicolor* et *Coniophora puteana* deux champignons de bois d'oeuvre. Les résultats ont montré que le thymol et carvacrol sont les composants les plus actifs contre ces deux champignons [155]. Ainsi, l'étude de l'AJJOURI et al (2008) ont assuré les résultats de KARMEN par leur travail sur l'effet antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicheranus* et *Thymus capitatus* qui ont donné une forte activité antifongique sur ces deux champignons de bois d'oeuvre et que cette activité est due principalement à α -terpinen, thymol et carvole révéler les principaux composants [156].

BOUKHISS et d'autre (2007) ont testé l'activité antibactérienne et antifongique des huiles essentielles de *Tehaclinis articulata*. Ils ont remarqué une faible activité antimicrobienne qui s'explique par son profil chimique qui est pauvre en composés à pouvoir antimicrobienne comme certains alcools monoterpéniques et les phénols [157].

Le travail de SATRANI et al (2007) ont prouvé que les alcools santoline qu'ils sont les composants majoritaires dans les huiles essentielles de *Cladabthus mixtus* en une activité antimicrobienne avec quelle que dose de concen

tration.[158]

L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle est due principalement à leur composition chimique et en particulier à la nature de leur composé majoritaire [159 ; 160]. En plus, les composés minoritaires n'est parfois pas négligeable [161].

CAKIR et d'autre (2004) ont montrées que β -caryphyllène et caryphyllène ont une forte activité antifongique sur *Fusarium* sp.[162]. MAGRATIS et al (1999) rapporte que ces deux composants qui donnent l'effet antifongique des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* [67].

PATTMAIK et d'autre (1997) ont trouvées que les monoterpènes alcools surtout le linalol a une forte activité antibactérienne et antifongique [163].

➤ Mode d'action des huiles essentielles :

D'après certains chercheurs qui ont montré que l'efficacité des huiles essentielles varie selon les constituants majoritaires et que le mode d'action est principalement lié au profil chimique des constituants de chaque huile essentielle, qui est largement diversifié [164 ; 165 ; 166 ; 167].

En effet, il existe peu d'études qui puissent nous donner des explications sur le mécanisme d'action antimicrobienne des huiles essentielles. KURITA et al (1979) pensaient que l'activité inhibitrice de ces composés serait due à leur affinité avec le groupement SH impliqués dans la division cellulaire [168].

FRANCHOMME (1981) suggère que les huiles essentielles hydroxylées créent des perturbation enzymatique qui attaquent les enveloppes protectrices le mésosome et le cytoplasme [159]

BOONCHIRD et FLEGEL (1999) on suggéré que les huiles essentielles auraient des cibles qui dépendent de la composition chimique des huiles essentielles, les phénols ciblé la paroi cellulaire, la membrane cytoplasmique et le cytoplasme, comme il peut dépend de la concentration utilisées : à une concentration élevées, ils produisent une coagulation générale avec la mort des cellules, alors qu'avec des faibles concentrations ils produisent des effets réversibles. [169].

CHAPITRE 3

LES CHAMPIGNONS FILAMENTEUX

3.1. Généralité sur les champignons :

Les champignons sont des microorganismes hétérotrophes sans chlorophylle, ils tirent leur nourriture soit de matière organique morte ; ce sont alors des champignons saprophytes, soit de tissus végétaux vivants pour les parasites. Certains mycètes sont parasites durant une partie de leur cycle de vie et saprophytes durant une autre [170].

Les champignons filamenteux sont des organismes pluricellulaires dont la structure somatique (ou végétative) présente, de rares exceptions, une faible différenciation cellulaire. Cette structure somatique (mycélium ou thalle), est constituée de filaments (ou hyphes) formés d'une double membrane tubulaire. La membrane externe (ou paroi) assure la protection et la rigidité du mycélium. Le mycélium se développe par élongation des filaments % partir de leur extrémité (ou apex), riche en vésicules contenant des hydrolases et des synthétases. Ce mode de développement est appelé croissance apicale. En général, le cytoplasme des champignons filamenteux est multinucléé et renferme un certain nombre d'organites propres pour toute cellule eucaryote comme les mitochondries, le réticulum endoplasmique [171.172].

La reproduction chez les champignons est par voie sexuée ou asexuée [171 ; 172]. La fragmentation de cellules somatiques et la production de conidies (ou conidiospores) sont les deux principaux modes de reproduction asexuée. Les appareils reproducteurs sont issus d'une différenciation d'une partie du Mycélium [173].

3.2. les maladies cryptogamiques :

Une maladie cryptogamique est une maladie causée par un champignon microscopique parasitant une plante. Les différentes formes de maladies cryptogamiques représentent environ 90% des maladies des végétaux. Pour que la maladie d'une plante se développe, trois composantes sont nécessaires : la plante et le

pathogène, qui doivent se mettre en contact et interagir, et les conditions de l'environnement qui favorisent la prolifération du pathogène[174].

3.3.Evolution générale d'une maladie cryptogamique :

Une série d'événements s'opère et conduit au développement de la maladie. Ces événements sont l'inoculation, la pénétration, l'infection, la dissémination du pathogène et la conservation du pathogène [174].

3.3.1. L'inoculation :

L'inoculation se réalise quand un pathogène se met en contact avec une plante. Les propagules du champignon pathogène (spores, sclérotés, fragments mycéliens,...) qui se déposent sur la plante sont appelées inoculum. Un inoculum en conservation provoque une contamination primaire.

3.3. 2. La pénétration :

Le fragment mycélien ou le tube germinatif d'une spore en germination pénètre dans la plante directement, par les ouvertures naturelles (stomates, lenticelles,...) ou par des blessures.

3.3.3. L'infection :

L'infection commence quand le pathogène s'installe dans les cellules ou tissus sensibles de la plante hôte et s'en procure des éléments nutritifs. Ainsi, le pathogène se multiplie de façon à envahir la plante plus ou moins rapidement. Quand l'infection s'installe, les symptômes, qui sont les changements visibles dus à la maladie, apparaissent. La période entre l'inoculation et l'apparition des symptômes est appelée incubation. Nombreuses substances telles que les enzymes, les toxines et autres sont libérées par les pathogènes dans les plantes hôtes. Elles affectent l'intégrité structurale et les processus physiologiques des cellules hôtes. Pour réagir aux pathogènes, les plantes hôtes répondent par divers mécanismes de défense, aboutissant à différents degrés de protection allant de la sensibilité à la résistance[174].

3.3. 4. La dissémination du pathogène :

Les spores du champignon sont activement transportées par le vent. Pour la plupart des cas, les spores sont passivement transportées par différents vecteurs tels que l'eau, l'air, les semences, les animaux, l'homme, etc.

3.3.5. La conservation du pathogène :

Les pathogènes se conservent principalement sous forme de spores, mais aussi sous forme de fragments mycéliens et de sclérotés. Ils se conservent dans le sol, les débris des plantes infectées et dans les semences. Les spores de dissémination, telles que les conidies se conservent quelques semaines tandis que les spores de conservation (chlamydospores, téliospores, ustilospores) peuvent se conserver plusieurs années. Les spores de dissémination sont produites activement par les champignons durant la saison favorable pour propager la maladie tandis que les spores de conservation sont produites par les champignons pour surmonter la saison défavorable [174].

3.4. Les principaux genres des champignons filamenteux :

Les estimations actuelles, proposées par extrapolation, évaluent le nombre effectif de champignons à la surface de la planète, à plus d'un million d'espèces [175].

Sous toutes les latitudes, plusieurs Champignons filamenteux (*Botrytis cinerea*, *Phytophthora* spp, *Pythium* spp, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp., etc) sont connus pour leurs effets dévastateurs sur certaines espèces de plantes, tandis que certaine connue pour son mycoparasitisme (*Trichoderma*, etc.) [176].

3.4.1. *Botrytis* sp:

Botrytis a été reconnu comme un genre qui comprend 22 espèces appartenant à la famille sclerotiniaceae, dont la plupart ont un spectre d'hôtes restreint comme par exemple *Botrytis tulipae* sévissant sur les tulipes, *Botrytis fabae* sur les légumineuses ou *Botrytis squamosa* sur les oignons [177]. Au contraire, *Botrytis cinerea* est ubiquiste et on dénombre de nombreuses espèces de plantes sur lesquelles il peut engendrer des

dégâts sérieux avant et après la récolte ; dont c'est l'espèce la plus importante de ce genre.

Botrytis cinerea est un champignon phytopathogène responsable de la pourriture grise des végétaux, une maladie cryptogamique qui est capable d'infecter un grand nombre de plantes cultivées (tomates, raisins, haricots, fraises, etc.) à n'importe quel stade de leur développement ainsi qu'en période de stockage [178].

Au cours de son cycle biologique, *Botrytis cinerea* peut produire du mycélium, des spores asexuées ou conidies, des spores sexuées ainsi que sous forme de sclérotés et de mycélium dormant dans les débris végétaux. Le mycélium de *Botrytis cinerea* comprend des filaments articulés, grisâtres. Lorsque le mycélium est au stade de fructification, il produit des touffes de conidiophores grisâtres. Parfois, ce mode de multiplication peut disparaître et laisser place à une prolifération mycélienne blanche qui correspond à l'élongation d'hyphes grêles [179].

3.4.2. *Fusarium sp.* :

Les espèces de *Fusarium* appartiennent à la famille des Hypocréaceae. Le genre *Fusarium* est parmi les champignons telluriques les plus agressifs, causant des flétrissements et des pourritures sur de nombreuses espèces végétales cultivées. [180]. De plus, provoquant des maladies appelées fusarioses, dont elle empêche le développement normal de nombreuses plantes (maïs, au piment, à la tomate, à la patate douce, à la pomme de terre et à beaucoup d'arbres fruitiers), Les premiers symptômes de la fusariose sont détectables sous forme de zones rougeâtres à nécrotiques au niveau du système vasculaire des racines lesquels constituent les points d'entrée de l'agent pathogène. Les symptômes externes les plus typiques consistent en un jaunissement des feuilles les plus âgées. Ces jaunissements sont des stades transitoires qui évoluent ensuite en un flétrissement des feuilles avec cassure au niveau de la base du pétiole [181].

Dans le Maghreb, le *Fusarium oxysporum albedinis* (Foa). est responsable du *bayoud*, une maladie qui attaque le palmier dattier, il provoque un dessèchement puis un dépérissement rapide des arbres, ce champignon est un agent vasculaire qui se conserve dans le sol sous forme de chlamydospores et infecte les plantes via les

racines qui pénètrent directement ou par des blessures d'origine mécanique ou biologique (percées des racines secondaires, piqûres de nématodes,...) [182].

Il existe plusieurs espèces recensées de ce champignon dont à savoir *Fusarium oxysporum*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium solani*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium redolens* .

3.4.3. *Trichoderma sp* :

Les champignons du genre *Trichoderma* appartiennent à la famille des Hypocraceae. Ce sont des champignons microscopiques se caractirise par des hyphes septées et des conidiophores t ramifiés, ou peuvent parfois prendre l'aspect de pyramide. Les phialide sont de forme bouteilles renflées à la base , et les conidies sont de couleur verte. Il existe des espèces terrestres et des espèces marines. On en trouve dans les bois en décomposition, les résidus végétaux et dans tous les sols (humus forestiers, terres agricoles). Ils colonisent les racines des plantes herbacées et ligneuses sans aucun dommage. En outre, ce champignon peut pénétrer dans les racines et favoriser le développement, la nutrition et la résistance aux maladies[183]. Ce genre représente un groupe agronomique important car il comprend des champignons agents de biocontrôle dont le mode d'action a fait l'objet de nombreux travaux. Des études récentes font en effet état d'une capacité de ce champignon filamenteux à intervenir selon divers mécanismes : mycoparasitisme, antagonisme (compétition), antibiose (production d'antibiotiques), stimulation racinaire, stimulation de la croissance par solubilisation de minéraux fertilisants, stimulation des défenses naturelles des plantes, etc [183 ;184].

3.4.4. *Aspergillus sp* :

Le genre *Aspergillus* fait partie des *Deuteromycetes* (champignons imparfaits, reproduction asexuelle), ordre des *Hyphomycetes*, famille des *Moniliaceae* qui sont caractérisés par la formation de conidiophores avec des grandes stipes, sa paroi épaisse et le bout de stipe gonflé appelé vésicules. Les vésicules sont souvent sphériques et rugueuses, parfois sont étirées ou gonflées dans quelques cas, elles sont

moins apparentes. Les vésicules portent les métules et les phialides ou uniquement les phialides, tous les deux sont produits simultanément. Deux autres traits de caractère sont utiles pour l'identification de la plupart des espèces d'*Aspergillus*, d'une part les stipes formés d'une cellule courte appelée « footcell » avec un hyphes fertile, d'autre part, les stipes souvent non cloisonnés parmi les espèces d'*Aspergillus* importantes nous avons : *Aspergillus parasiticus* *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus* *Aspergillus niger* *Aspergillus versicolor*[185].

3.4.4. *Penicillium* sp :

Le genre *Penicillium* appartient à la famille des Eurotiaceae, est caractérisé par un mycélium septé et ramifié. La base non ramifiée des conidiophores correspond au stipe. Ces conidiophores septés ou non, peuvent être ramifiés (ou verticillés) jusqu'à trois fois de manière symétrique ou non. Leurs extrémités sont porteuses de plusieurs phialides (cellules conidiogènes). Généralement en forme de quille ou de bouteille. Les phialides groupées en pinceaux (d'où le nom de *Penicillium*), porteuses de conidies arrangées en chaînettes. Les conidies de *Penicillium* sont généralement lisses, rondes ou ovoïdes, presque toujours pigmentées en bleu ou en vert, pouvant virer au jaune. Entre les phialides et les stipes peuvent s'intercaler des éléments intermédiaires qui rendent l'organisation du pinceau plus complexe. [186].

3.5. Stratégies de protection des plantes contre les maladies cryptogamiques :

A l'heure actuelle la lutte contre les maladies cryptogamiques repose principalement sur l'utilisation de produits phytosanitaires. Différentes stratégies de lutte biologique ont aussi été développées et de nombreux travaux sont effectués pour mettre en place [187].

3.5.1. Lutte chimique :

La lutte chimique se définit par l'utilisation de fongicides pour détruire, affaiblir ou réprimer le champignon. Ces fongicides agissent contre les champignons en dissolvant ou détruisant les membranes cellulaires, en inhibant la synthèse de certaines substances des parois cellulaires et en complexant ou inactivant certains coenzymes

essentiels. Ces fongicides peuvent être organiques à savoir des dérivés de composés aromatiques, hétérocycliques, des quinones ou inorganiques comme les composés soufrés, carbonatés et phosphatés. [182].

Dans le cas de *Fusarium*, on peut traiter le sol avec du bromure de méthyle [188]. Une étude préliminaire de lutte chimique contre *Fusarium* spp. sur pomme de terre a montré l'efficacité du thiabendazole, du bénomyl et du méthyl-thiophanate [189]. Les fongicides anti-*Botrytis* utilisés en végétation ont largement évolué depuis le début des années 1970, où les premières matières actives apparues sur le marché français pour lutter contre la pourriture grise furent le folpel, le captafol, l'euparène (dichlofluanide) et le thirame. Des progrès ont été réalisés dans les années 1970 avec la commercialisation des benzimidazoles, des thiophanates, et des dicarboximides à partir de 1976 [190]. Actuellement, les fongicides restent des outils indispensables pour lutter contre *B. cinerea* en pré- et post-récolte et assurer une production suffisante [191]. Actuellement, on observe des résistances à la majorité des familles de fongicides utilisées contre *B. cinerea* [192]. Ces phénomènes de résistance constituent un problème dans la lutte contre *B. cinerea*, justifiant ainsi l'intérêt actuel pour l'étude de méthodes alternatives à la lutte chimique contre ce champignon [191].

Cependant, l'utilisation massive des fongicides chimique a engendré des problèmes très graves sur l'environnement, la faune et la flore. Il est donc grand temps de limiter voir même d'interdire leur application et les remplacer par des usages biologiques[187].

3.5.2.Lutte biologique :

Actuellement, la tendance est orientée vers la lutte biologique selon deux approches :

3.5.2.1.Extrait de plantes :

Le contrôle des bioagresseurs par des extraits végétaux a longtemps été réalisé de manière traditionnelle et donc leur utilisation repose souvent sur des bases empiriques. La meilleure connaissance des mécanismes d'action mis en œuvre par ces produits offre des perspectives nouvelles pour la protection des cultures, en raison de leurs nombreux avantages écologiques. Plusieurs approches se distinguent actuellement : l'utilisation de formulations phytosanitaires spécifiques (biopesticides

d'origine végétale), ou mixtes (association avec des pesticides organiques de synthèses), à des substances d'origine végétale pour lutter contre les maladies des plantes. [193].

En ce qui concerne *B. cinerea*, un extrait de feuilles de la Renouée de Sakhaline (*Reynoutria sachalinensis*, nom commercial Milsana) a été décrit comme un éliciteur de défense de la vigne contre *B. cinerea* [194].

Alors que, pour le *Fusarium oxysporum* résultats *in vitro* montrent que les deux isolats de *F. oxysporum* responsables du jaunissement précoce des feuilles des bananiers sont sensibles à l'extrait des feuilles de *Chromolaena odorata*. Un principe actif fongistatique et fongicide présente dans cet extrait serait responsable de l'effet observé. [195]. d'autre étude similaire montrent l'effet Inhibiteur *in Vitro* et *in Vivo* de l'extrait de Poudre et de l'huile Essentielle de *Xylopiya Aethiopica* sur *Fusarium oxysporum* f. sp Champignon Parasite des Cultures de Tomate. Les concentrations inhibitrices à DL50 et DL90 les plus faibles ont été relevées à 4,31 g L⁻¹ et à 12,44 g L⁻¹ pour la poudre et à 94 ppm et 2761 ppm pour l'huile essentielle. L'extrait brut de poudre naturel et l'huile essentielle de *Xylopiya aethiopica* ont révélé un taux d'inhibition variant de 60 % à 100 % par rapport aux témoins et ce, après 7 jours d'incubation à 27 ± 2 °C [196].

DURUA M.E et al (2003) ont testées l'activité antifongique des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L. contre la croissance de trois champignons pathogènes agricoles : *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani* et *Fusarium sambucinum*, ils ont remarqué que l'huile essentielle de lentisque empêche la croissance de *Rhizoctonia solani* [16]. Cette activité est assurée par les travaux de BARRA A et al (2007) qui ont examiné l'activité antifongique des huiles essentielles de lentisque sur : *Aspergillus flavus*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, ils trouvent que cette huile empêche totalement la croissance mycélienne de *Aspergillus flavus* [17].

3.5.2.2. Agents microbiens :

La lutte biologique par agents microbiens consiste à utiliser des microorganismes antagonistes qui se trouvent normalement dans la nature. Leur mode d'action peut être par parasitisme direct, par concurrence ou effet toxique. Pour accroître l'efficacité de ces

microorganismes, l'homme essaie de les introduire dans les sols en grande quantité ou de stimuler leur croissance. Il est à noter que cette méthode présente l'inconvénient de provoquer un risque de déséquilibre de la composition de la flore microbienne du sol [193].

Les *Streptomyces* sont les candidats les plus potentiels pour l'utilisation en lutte biologique. Environ 60% des antifongiques naturels développés en agriculture ont pour origine des actinomycètes du genre *Streptomyces* [197].

A ce propos, nous pouvons citer la souche de *Streptomyces* sp. US80 qui est la seule bactérie capable de produire trois molécules macrolides simultanément [198]. Ces auteurs, après des études *in vitro*, ont montrée, une absence totale des symptômes sur la plante inoculée par le champignon phytopathogène le *Fusarium oxysporum*, responsable de la pourriture racinaire et du flétrissement de la plante de tomate. puis traitée par une solution de l'extrait sec actif de la culture de la souche de *Streptomyces* sp [198].

D'autre part, des travaux de recherche portant sur *Trichoderma* ont été entamés depuis quelques temps et ils ont permis de démontrer que des souches indigènes de *Trichoderma* avaient un potentiel de lutte intéressant contre les agents pathogènes ; *Rhizoctonia solani*[199], *Botrytis cinerea* [200] , *Fusarium oxysporum* [201], *Verticillium dahliae*, etc...). Il se manifeste par un enroulement des hyphes autour des filaments du champignon pathogène. S'ensuit une lyse grâce à la production d'enzymes, telles que la β -1,3- glucanase et la chitinase [202].

CHAPITRE 4

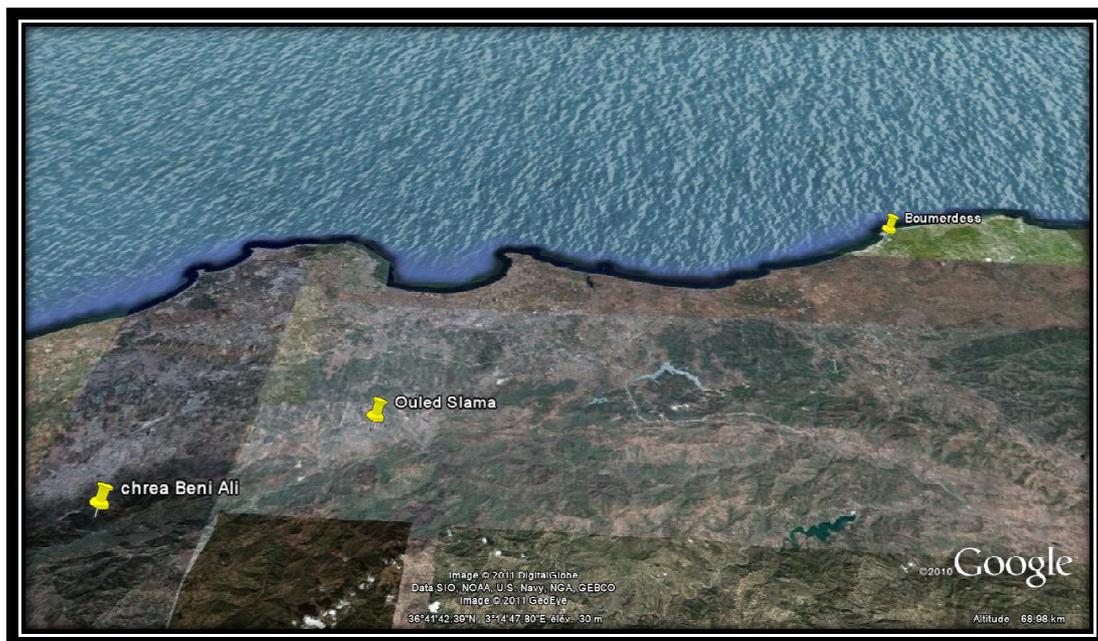
MATERIEL ET METHODES

4.1. Matériel végétal :

4.1.1. Échantillonnage :

Les prélèvements des échantillons ont été faits au printemps aux mois d'avril et mai.

Des tiges feuillées ont été récoltées à partir de trois plants de lentisque répartis au hasard dans trois localités géographiques différentes : Boumerdes, Oued Slama et Ben Ali (Chrèa) (fig 4.1).



Source: (Google earth, 2011)

Figure 4.1 : Position géographique de trois localités géographiques.

4.1.2. Localités de récolte des échantillons

4.1.2.1. Montagne de Chréa (Beni Ali)

La localité de Ben Ali est située au cœur du Parc National de Chréa. Ce dernier s'étale sur la chaîne de l'atlas blidéen et occupe une grande partie centrale de la wilaya de Blida ; il se trouve à environ 50Km au sud-ouest d'Alger. Il se distingue par un relief très accidenté.

Le climat est du type méditerranéen. Il est caractérisé par une précipitation moyenne de 550-650 mm /an allant du mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril, des vents forts et des chutes de neige en hiver [203].

Par sa position géographique et son contexte climatique, la région de Chréa offre une très grande diversité écologique et floristique. Ses formations végétales sont essentiellement représentées par des espèces forestières.

Selon HALIMI (1984), l'étude géologique de cette zone montre des sols riches en gros éléments et très siliceux avec une faible proportion de calcaire, de phosphore et de chlore [204].

Le lieu de récolte des échantillons se trouve à une altitude de 750m. Le lentisque (*Pistacia lentiscus* .L) se trouve entouré par de nombreuses associations ligneuses et herbacées. Leur identification a été faite selon RAMEAU *et al* (2008) [205] : le chêne pédoncule (*Quercus robur*) , chêne vert (*Quercus ilex*), pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et l' olivier sauvage (*Olea europaea* L .var *sylvestris* (Mill)). On trouve aussi quelques plantes grimpantes telles que le liseron de provence (*Convolvulus altaeoides*), le murier sauvage (*Rubus fruticosus*) et le gratteron (*Gaillet gratteron*), ainsi que des herbacées annuelles : Pallensis épineux (*Pallenis spinososa*) et Carotte doré (*Daucus aureus*); des herbacées Poaceae telles que (*Dactylis glomerata* , *Bromus erectus*) (Fig4.2).



Figure 4.2: *Pistacia. lentiscus* à la montagne de Chréa (Beni Ali)

4.1.2.2. Localité de Ouled Slama :

Ouled Slama est située au niveau de la commune de Bougarra et se trouve dans la plaine de la Mitidja centrale : vaste plaine sublittorale, qui couvre une superficie de 1450 km² sur une longueur moyenne de 100 km.

Elle possède un grand potentiel agricole, avec sa terre très fertiles et son relief peu accidenté à faible pente. De part sa situation géographique au pied de l'Atlas Blidéen et sa proximité de la mer, elle bénéficie d'un climat méditerranéen subhumide à deux saisons. Une saison froide et humide située généralement entre Septembre et Mai et une autre saison chaude et sèche qui s'étalonne de juin à août [203].

Selon certaines études sur les paramètres climatiques au niveau des stations de l'Agence National de Recherche Hydraulique. Les températures moyennes annuelles sur une vingtaine d'années oscillent autour de 17°C. Le suivi de la pluviométrie moyenne sur plus de 45 ans (1962-2009), fait ressortir une moyenne de 565 à 625 mm [206]. La nature du sol de la plaine de la Mitidja est argilo-calcaire sans éléments grossiers [204].



Figure 4.3: *P. lentiscus* en bord de route à Ouled Slama

Dans cette localité, nous avons recensé des populations de lentisque (*Pistacia lentiscus* .L) au niveau du bord de la route nationale N°29 à une altitude de 187m. Il forme une haie du champ lissé en jachère avec l'Olivier sauvage (*Olea europaea* L.var *sylvestris* Mill) et les roseaux (*Arundra donax*) et quelque plantes grimpantes telles que le liseron de Provence (*Convolvulus altaeoides*), le gratteron (*Gaillet gratteron*) , ainsi que les herbacées graminées telles que (*Dactylis glomerata*, *Bromus erectus*, *Hordeum murinum* et *Tirisetun flavescens*) et les herbacées annuelles telles que *Dacus aureus*, le chardon marie (*Silybum marianum*) et le pissenlit (*Taraxacum officinal*) (Fig 4.3).

4.1.2.3. Région de Boumerdes (Bord de la mer):

La ville de Boumerdès est située à 35Km de l'Est d'Alger. Elle se trouve au bord de la mer méditerranée, proche des montagnes de Djurdjura. dans l'étage bioclimatique sub-humide .Cette zone côtière reçoit la plupart des précipitations provenant d'une grande masse d'air humide chargée de pluie qui est à l'origine des évaporations des eaux marines. Cette zone est caractérisée par des vents marins prédominants en hiver.

La région littorale à sol sableux, à une altitude de 5 m., le lentisque présente un développement horizontal couvrant les talus sableux. (Fig 4.4).



Figure 4.4: région du littoral (Boumerdès : Bord de mer).

4.2. Caractérisation des échantillons de *Pistacia lentiscus* L. :

4.2.1. Préparation des échantillons :

Après la récolte, les échantillons de plantes sont déposés à plat pour les sécher en les retournant régulièrement pour éviter tout risque de fermentation, puis sont découpés en petits fragments pour l'extraction.

4.2.2. Détermination de la matière sèche :

La matière sèche est déterminée selon la méthode rapportée par LINDEN et LORIENT (1994)[207] qui consiste à la dessiccation à une température de 105°C dans une étuve isotherme, pendant 24 heures pour mesurer la quantité d'eau perdue.

4.2.3 Caractérisation botanique de *Pistacia lentiscus* L.:

4.2.3.1. Etude morphologique :

Cette étude est basée sur la détermination de l'aspect et les constituants morphologiques de la plante *Pistacia lentiscus* L., d'après des observations et des mesures qui ont été faites au niveau du terrain et au laboratoire. Après des observations à l'œil nu et sous la loupe binoculaire, des différents organes de la plante des photos ont été prises pour illustrer les caractères morphologiques de la plante grâce à un appareil numérique.

4.2.3.2. Coupes histologiques de *Pistacia lentiscus* L. :

Cette phase vise la détermination des structures histologiques des organes de la plante pour localiser les structures sécrétrices des huiles essentielles. On se base sur la technique de double coloration des coupes transversales des tiges et feuilles [208 ; 209]. Cette technique consiste à:

- Réaliser des coupes transversales fines au niveau des tiges et des feuilles,
- Placer des coupes dans de l'eau de javel, pendant 20 mn puis, les rincer bien à l'eau,
- Les mettre dans l'acide acétique dilué, pendant 1 minute avant de les rincer,
- Les laisser dans du bleu de méthyle pendant 20 minutes puis les rincer,
- En fin, dans du rouge Congo pour 5 minutes avant les rincer,
- Les mettre entre lame et lamelle pour les observer au microscope photonique afin d'identifier les tissus et prendre des photos.

4.2.4. Caractérisation chimique de *Pistacia lentiscus* L. :

Les analyses chimiques ont été réalisées au niveau des laboratoires du département d'agronomie de l'université de Blida.

4.2.4.1. Détermination de la matière minérale (M M) :

La matière minérale (M. M) est déterminée selon les Norms *AFNOR NFV (03-760)*. [Appendisse A].

Par la suite, on filtre dans une fiole jaugée de 50 ml, on rince le tout à l'eau distillée, on complète jus' à 50ml, pour préparer une solution mère afin d'effectuer les dosages suivantes :

-Le Sodium (Na) et le Potassium (K) par Spectrophotomètre à émission de flamme.

-Le Calcium (Ca) et le Magnésium (Mg) par titrimétrie à l'E.D.T.A

-Le Phosphore (P) par Spectrophotomètre d'absorption atomique.

-Le Chlore (cl) par colorimètre.

4.2.4.2. Détermination de la matière azotée (M AT) :

La matière azotée (MAT) a été déterminée par la méthode de *KJELDAHL (AFNOR NFV 03-050)* [Appendisse B].

4.2.5. Extractions des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L. :

La méthode d'extraction utilisée est l'hydrodistillation par un appareil de type *Clevenger*. Elle consiste à introduire 100 g de matière végétale dans un ballon rempli d'eau distillée. L'ensemble est porté à l'ébullition pendant 3 heures. Ainsi, ces huiles essentielles seront récupérées par décantation et le volume obtenu est estimé en ml [208].

4.2.6. Etude du pouvoir antifongique *in vitro* :

4.2.6.1. Matériel fongique :

Dix isolats fongiques purifiés appartenant à six genres fongiques provenant d'une collection au laboratoire national de diagnostic de la SRPV de Boufarik ont été entretenus par repiquage sur milieu PDA et incubés à 18° pendant 20 jours (tab 4.1).

Tableaux 4.1 : La source des isolats testés.

Genre fongique	Origine
<i>Trichoderma</i>	Sol de la culture de pomme de terre
<i>Penicillium</i> <i>Botrytis</i> <i>Cladosporium</i> <i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus niger</i>	Isolés des tubercules de pomme de terre
<i>Fusarium 1</i> <i>Fusarium 2</i> <i>Fusarium 3</i> <i>Fusarium 4</i>	Isolés des tubercules de pomme de terre (pigmentation du thalle variable)

3.2.6.2. Milieu de culture :

Le milieu de culture utilisé est le P.D.A (Potatoes Dextrose Agar) qui a été préparé au laboratoire à base de pomme de terre et stérilisé à l'autoclave pendant 20 min à 121 °C et refroidi à 45 °C.

3.2.6.3. Dispersion des HE :

Du fait de la non miscibilité des huiles essentielles à l'eau et donc au milieu de culture, leur mise en émulsion a été réalisée grâce à une solution d'agar stérilisée à 0,2 % afin d'obtenir un maximum de contact entre l'huile essentielle et le microorganisme à tester [210]. Des dilutions sont préparées au 1/10^{ème}, 1/50^{ème}, 1/100^{ème}, 1/200^{ème} et 1/400^{ème} dans cette solution eau d'agar

stérilisée afin de déterminer l'activité antifongique à différentes concentrations de cette huile essentielle.

4.2.6.4. Détermination de l'activité antifongique des huiles essentielle du *Pistacia lentiscus*.L :

Dans des tubes à essais stériles contenant chacun 13,5 ml de milieu de culture P.D.A stérilisés à l'autoclave (20 min à 121 °C) et refroidis à 45 °C, on ajoute 1,5 ml de chacune des dilutions de façon à obtenir les concentrations finales de 1/100, 1/500, 1/1.000, 1/2.000 et 1/4.000 (v/v). Puis on agite convenablement les tubes avant de les verser dans des boîtes de Pétri. Des témoins, contenant le milieu de culture et la solution d'agar stérilisée à 0,2 % seule, sont également préparés.

L'ensemencement se fait en surface du milieu solide contenant l'huile essentielle à différentes concentrations, on dépose un disque mycélium de 6mm de diamètre au centre de la boîte. Ce dernier est prélevé à partir de la périphérie d'une culture âgée de 7 jour. Puis on va l'incubée à l'obscurité dans une étuve réglée à 25 °C pendant 7jour. Chaque essai est répété trois fois. Le diamètre de la croissance mycélienne est mesuré et comparé à celui du témoin pour le 3ème jour, le 5ème jour et le 7ème jour.

4.3. Traitement des résultats :

4.3.1. Matière sèche :

La matière sèche est calculée d'après la formule suivante LINDEN et LORIENT (2004) [207] :

$$MS(\%) = \frac{Y}{X} \times 100$$

- **M.S (%)** : pourcentage de matière sèche.

- **Y** : poids de l'échantillon après dessiccation.
- **X** : poids de l'échantillon humide.

4.3.2. Rendement des huiles essentielles :

Les rendements en huiles essentielles sont exprimés par rapport la matière sèche, selon la formule suivante BOUKHATEM *et al.* (2010) [208] :

$$R(\%) = \frac{V}{M} \times 100$$

- **R(%)** : production d'huile essentielle en ml par apport à 100g de matière sèche.
- **V (ml)** : volume obtenue en huile essentielle.
- **M (g)** : poids de matière végétal par rapport à la matière sèche.

4.3.3 Le taux d'inhibition de la croissance mycélienne :

Le taux d'inhibition de la croissance mycélienne d'huile essentielle testée ont été déterminé selon la formule de PANDEY *et al.* (1982)[211] :

$$Pi(\%) = \frac{(DT - Dt)}{DT} \times 100$$

- **Pi** : Taux d'inhibition de la croissance en %.
- **DT** : Diamètre de la croissance mycélienne du champignon témoin (mm).
- **Dt** : Diamètre de la croissance mycélienne du champignon traité (mm).

4.4. Analyse statistique des résultats :

Pour le traitement des données nous avons utilisé le logiciel STATIT CF. ver 4.84-85. Pour l'analyse de la variance afin d'évaluation les rendements en huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. sous l'effet d'interaction entre les deux facteurs : la région et le plant (dans la même région d'un arbuste à un autre). Le test de NEWMAN-KEULS a permis de constituer les groupes de traitement homogènes en se basant sur les plus petites amplitudes significatives (P.P.A.S), les différences ont été considérées significatives à $P < 0.05$.

Afin de vérifier une éventuelle efficacité des différentes dilutions d'huile essentielle vis-à-vis les dix isolats fongiques testées et la comparaison entre les trois localités d'huiles essentielles des analyses ont été faites en utilisant la procédure décrite par le SYSTAT vers. 13 [212].

Nous avons eu recours à une analyse de variance (ANOVA pour *Analysis Of Variance*) pour vérifier la signification de la variable d'intérêt entre toutes les combinaisons des modalités, dans les conditions paramétriques si la distribution de la variable quantitative est normale.

Dans le cas où cette distribution de variable n'est pas normale, nous avons eu recours au modèle linéaire global (G.L.M.).

Les corrélations existantes entre les différentes localités d'huile essentielle et leurs dilutions sur les dix isolats sont mises en évidence par une analyse en composantes principales (ACP) à l'aide du logiciel PAST vers 1.9 [213]. Pour ce type de test, les différents traitements et dix isolats ont des coordinations comprises entre -1 et +1 et appartiennent à un cercle de corrélation. L'interprétation de l'ACP se fait à partir de l'examen du cercle des corrélations et de la position du statut des variables sur les axes factoriels [212].

La classification ascendante hiérarchique (CAH) est réalisée dans le but de détecter les groupes corrélés à partir des mesures de similarité calculées à travers des distances euclidiennes entre les coordonnées des variables quantitatives étudiées avec le logiciel PAST. (Paléontological Statistics, ver. 1.81 [213]).

CONCLUSION GENERALE

Depuis l'antiquité l'homme utilise les composés secondaires des plantes pour leurs propriétés pharmacologiques, au cours de cette dernière année il s'intéresse également à leurs autres activités biologiques [13].

De ce fait, ce présent travail ayant pour objectifs de contribuer à la valorisation du *Pistacia lentiscus*.L , plante médicinale très connue en phytothérapie et très répandue en Algérie afin de l'utiliser en agriculture notamment comme antifongique, a abouti aux résultats suivants :

- L'étude morphologique a montré la distinction entre les pieds mâles et femelle. Les fleurs mâles se regroupent en inflorescence de couleur rouge foncé luisant, montrant cinq grandes étamines. Les fleurs femelles de couleur verte, présentent un grand ovaire sphérique avec un stylet court à trois stigmates.

- L'étude anatomique réalisée sur les feuilles (limbe et pétiole) et tiges a montré la présence de conduits résineux recouverts à l'extérieur par des cellules aplatées. Elles sont sous-jacents des tissus conducteurs au niveau du limbe et sont dispersées dans le phloème au niveau des pétioles et des tiges. Aussi, nous avons mis en évidence au niveau des tiges la présence d'une cuticule avec lenticelles, les cellules du sclérenchyme sont disposées en couronne et forment une gaine, alors qu'au niveau des feuilles, nous avons une cuticule épaisse et une partie très importante de parenchyme palissadique, ces particularités ne sont pas signalées dans la littérature.

- L'analyse chimique réalisée sur les tiges feuillées a révélé la richesse de *Pistacia lentiscus* L. en matières minérales plus précisément en calcium avec des valeurs variant entre 0.24% et 0.64% de M.S, en magnésium (0.72%). Parallèlement, la variation selon la région a été bien marquée, mais elle ne dépendrait pas de la variation d'altitude.

- L'évaluation des rendements en huiles essentielles des parties aériennes a été significative. Elle a montré des taux compris entre 0,15 % \pm 0,04 % et 0,22 % \pm 0,02 % MS. Les rendements sont variables selon l'organe. Ces rendements sont

également soumis à l'influence de la localité de récolte où ils sont plus élevés en montagne (Ben Ali) et en plaine (Ouled slama) que sur le littoral.

- L'évaluation du pouvoir antifongique des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L. sur dix isolats fongiques a été hautement significative selon la concentration de l'huile essentielle et les isolats fongiques testés. Elle a montré une activité fongicide modérée, exprimé par un pourcentage d'inhibition inférieur à 50%, cette sensibilité a été élevée pour les fortes doses, mais inefficace pour les faibles doses, provoquant parfois la stimulation de la croissance mycélienne de certains isolats du genre *Fusarium* sp. Parallèlement, l'efficacité était variable aussi vis-à-vis des isolats fongiques. Les isolats du genre *Fusarium*, *Cladosporium* et *Aspergillus* étaient les plus sensibles par rapport à ceux du genre *Penicillium*, *Botrytis* et *Trichoderma*.

Cette étude constitue donc une plateforme dans la recherche des molécules naturelles en vue de leur utilisation en agriculture et plus précisément en agriculture biologique. Il serait intéressant de tester l'efficacité de cette huile essentielle sur d'autres agents bio agresseurs.

La caractérisation des composants actifs présents dans l'huile essentielle par une analyse chromatographique pour mieux expliquer l'activité antifongique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- **NOSTRO A.,GERMANEE M.P.,D'ANGELO V.,MARINO A., et CANNATELLI M.,2000**-Extraction methodes and bioautogrophy for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. Lettres en microbiologie appliquée.30(5),P379.
- 2- **SHNAUBELT K.,1998**-Advanced aromatherapy.in **MOHAMMEDI Z.,2006**- Etude dupouvoir antimicrobienne et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen, These de Magistaire .Université Abou akre Belkaid Tlemcen.137p.
- 3- **DUBOURG M.; 1992**. Plante médicinale, édition GRÜND, Paris, 223 p.
- 4- **CHAMI F 2005**-Evaluation *in vitro* de l'Action Antifongique des Huiles Essentielles d'Origan et de Girofle et de leurs Composés Majoritaires *in vivo* Application dans la Prophylaxie et le Traitement de la Candidose Vaginale sur des Modèles de Rat et de Souris Immunodéprimés Thèse de Doctorat d'Etat. Université Sidi Mohamed Ben Abdallah Fès Maroc.126p.
- 5- **OZENDA, P., 1977**. Flore du Sahara, Ed. CNRS. PARIS, France, Pp250-259
- 6- **BABA AISSA F. ; 1999**. Encyclopédie des plantes utiles (flore d'Algérie et du Maghreb), Edit Coyright librairie moderne, Algérie, 368p.
- 7- **ISERIN P. ; 2001**. Larousse encyclopédie des plantes médicinales, Paris. 335p.
- 8- **BELFADEL F. Z; 2009**. Huile de fruits de Pistacia lentiscus Caractéristiques physico-chimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Memoire Magister. Universite Mentouri Constantine.136p.
- 9- **BELLAKHDAR, J., 1997**. La pharmacopée marocaine traditionnelle, Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ibis Press, Paris, P. 764.
- 10- **BENSEGUENI, A., 2007**. Les onguents traditionnels dans le traitement des plaies et des brulures. Thèse d'Etat en sciences vétérinaires. Université Mebtouri. Constantine. p. 21-22.
- 11- **PELLETI A .; 1987**. Fleurs et plantes médicinales, Tome I, édit, Delechauxest Niestlé S.A Suisse, 191 p.
- 12- **EI GUILLI M., ACHABANI E., FAHAD K.,2009**-Les biopesticides alternatives à la lutte chimique ?Symposium international « Agriculture

durable en région méditerranéenne (AGDUM) »Rabat,Maroc,14-16 Mai.Pp266-280.

- 13- **REGNAULT ROGER C., PHYLOGENE B. et VINCENT C. ; 2002.** Biopesticide d'origine végétale, Edit Tec et Doc, 337 p.
- 14- **Adebayo C. O et Aderiye B. L. (2010).** Antifungal activity of bacteriocins of lactic acid bacteria from some Nigerian fermented foods. *Research Journal of Microbiology*. 5, Pp1070-1082.
- 15- **Nagendra Prasad M. N., Shankara Bhat S et Sreenivasa M. Y. (2010).** Antifungal activity of essential oils against *Phomopsis azadirachtae*-the causative agent of die-back disease of neem. *Journal of Agricultural Technology*. 6, Pp127-133.
- 16- **DURU M.E., CAKIR A., KORDALI S., ZENGİN H., HARMANDAR M., IZUMI S. et HIRATA T., 2003.** Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three *Pistacia* species. *Fitoterapia*, Vol 74, Pp 170–176.
- 17- **BARRA A., CORONEO V., DESSI S. CABROS P. et ANGIIONI A; 2007.** Characterization of the volatile constituent in the Essential Oil of *Pistacia lentiscus* L. from different origin and its antifungal and antioxidant activite, *J, Agric. Food. Chem*, vol 555, Pp 7093- 7098
- 18- **BOSSARDE R. et CUISSANCE P. ; 1986.** Arbre et arbustes d'ornement de région méditerranée, Edit Additif, 600 p.
- 19- **TSOKOU A. GEORGOPOULOU K. MELLIU E. MAGIATES P. et TSITSA E. ; 2007.** Composition and enantiomeric Analysis of the essential of lthe fruits and leaves of *Pistacia vera* from Grece.*Molecules*.Vol12, Pp1233-1239
- 20- **MULAS M., ABELTINO P. et BRIGAGLIA N. ; 1998.** Evaluation of *Pistacia lentiscus* L. genetic resources to select ecotypes having high efficiency in the colonisation of marginal lands. *Acta Horticulturae*, Vol 457, Pp 279-286.
- 21- **AK B.E., et PARLAKCI H. ; 2009.** *Pistacia lentiscus* in the mediterranean region in turkey. *Acta Hort.* (ISHS) 818 Pp77-82.
- 22- **CORTINA J., GREEN J.J., BADDELEY et WASTON C.A. ; 2008.** Root morphology and water transport of *Pistacia lentiscus* L.seediling under contrasting water supply :Atest of the pipe stem thery .*Experimentale Botany*, Vol62Pp343-350.

- 23- **SEIGUE A. ; 1985.** La Forêt Circumméditerranéenne et ses Problèmes Ed. Maisonneuve and Larose Paris, 502 p.
- 24- **BOUKELOUA A. ; 2009.** Caractérisation botanique et chimique et évaluation pharmaco-toxicologique d'une préparation topique à base d'huile de *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae). Mmoire de Magistéra.Univesité Mentouri-Constantine.82p.
- 25- **GUIGNARD J.L. et DUPONT F ; 2004.**Botanique : Systématique moléculaire, 13^e édition Masson. Paris 284p.
- 26- **PELL S. K.; 2004.** Molecular systematic of the Cashew family (Anacardiaceae) *in*: Amana, E.K., 2007. Les Anacardiaceae du Togo: étude botanique écologique et propriétés antifongiques, Thèse de Doctorat, l'Université de Reims Champagne-Ardenne UFR Pharmacie et de l'université de lomé.82p.
- 27- **ARBONNIER M. ; 2002.** Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. Pont-sur-Yonne (France): CIRAD/MNHN, p. 574.
- 28- **KOKWARO J. O.; 1986.** Anacardiaceae In: Polhill, R. M. (Editor). Flora of Tropical East Africa. Rotterdam (Netherlands) *In* : Amana, E.K., 2007. Les Anacardiaceae du Togo: étude botanique écologique et propriétés antifongiques,Thèse de doctorat, l'Université de Reims Champagne-Ardenne UFR Pharmacie et de l'université de lomé.82p.
- 29- **HALADIK C. M., SIMMEN B. , RAMASIARISOA P. ET HALADIK A. ; 2000.** Rôle des produits secondaires (Tannins et Alcaloïdes) des espèces forestiers de l'EST de Madagascar face au populations animales .*Diverstry and Endémisme in Madagascar* .Pp105-114.
- 30- **BELHADJ, S., 2000.** Les pistacheraies algériennes: Etat actuel et dégradation, Centre Universitaire de Djelfa, Algérie, p 108.
- 31- **ISFENDYAROGLU M ; 2007.** Hermaphrodilism in *Pistacia atlanticas* Desf :Anew report from Ismir / Turkey.*Eg Univ.Ziraat Fak Derg* .Vol44(3).Pp242-244.
- 32- **CRANE J. C. et B. T. IWAKIRI ; 1986.** Pistachio yield and quality as affected by rootstock. *HortScience* 21: 1139–1140.
- 33- **AL-SAGHIR M.G., D.M. PORTER et E.T. NILSEN ; 2006.** Leaf anatomy in *Pistacia* species (Anacardiaceae). *J. Biol. Sci.*, 6: 242-244.
- 34- **QUEZEL P. ET SANTA S. ; 1962.** Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales, Tome I. Ed CNRS, Paris, p 611.

- 35- **CRETE P. ; 1989.** Précis botanique , systématique des angiospermes, 2^{ème} édit , Paris , 247 p.
- 36- **ISMAN M. 1999.** Pesticides based on plant essential oils. *Pesticide Outlook*, Pp 68-72.
- 37- **BOULLARD B. ; 2001.** Plantes médicinales du monde, croyances et réalités, édit Estame, Paris ,636 p.
- 38- **INGRI A. ET SHCONFELDER. P. ; 1988.** Guide de la flore méditerranéenne, édit S. A Fribourg, Suisse, 314 p.
- 39- **BELOT. A. ; 1978.** Dictionnaire des arbres et arbustes de Jardin, Edit Bordas, Paris, 383p.
- 40- **SANT'ANNA-SANTOS, M. THADEO, R. M. S. A. MEIRA et L. ASCENSÃO; 2006.** Anatomia e histoquímica das estruturas secretoras do caule de *Spondias dulcis* Forst. F. (Anacardiaceae)Anatomy and histochemistry of stem secretory structures of *Spondias dulcis* Forst. F. (Anacardiaceae).*Rev. Árvore* vol.30 no.Pp3481-489.
- 41- **SAWIDIS T., DAFNIS S. et WERYZKO-CHMIELEWSKA E.; 2000.** Distribution, development and structure of resin ducts in *Pistacia lentiscus* var. chia. *Flora: Morphologie, Geobotanik, Oekophysiologie*, 195 (1)Pp 83-94.
- 42- **REIG-ARMINANA J., CALATAYUD V., CERVERO´ J., GARCIA-BREIJO F.J., IBARS A. et SANZ M.J. ; 2004.** Effects of ozone on the foliar histology of the mastic plant (*Pistacia lentiscus* L.). *Environmental Pollution*, 132 :Pp 321-331.
- 43- **NESCO I. et SAUVAGE C. ; 1966.** Fichiers des espèces climat,edit *recherch agron Maroc*, 332 p.
- 44- **METRO. P. SAUVAGE ; 1955.** flores des végétaux ligneux de la mamora, Rabat, Maroc, 468p.
- 45- **ALCARAZ B. ; 1979.** Etude de la juniperaie littorale ceranaise (Ouest Algérie), volume I. Edit Ecol médit, 127 p.
- 46- **VAN DE BERG K.J., VAN DE HORST J., BOON J.J. ET SUDMEIJER O.O. ; 1998.** Cis-1,4-poly- β -myrcene; the structure of the polymeric fraction of nastic resin (*Pistacia lentiscus* L.) elucidated. *Tetrahedron Letters*, 39Pp 2645-2648.
- 47- **PAPAGEORGIU V.P., BAKOLA-CHRISTIANOPOULOU M.N.B., APAZIDOU K.K. et PSARROS E.E.; 1997.** Gas chromatographic-mass spectroscopic analysis of the acidic triterpenic fraction of mastic gum. *Journal of chromatography*, 769 (2),Pp263-273.

- 48- **MARNER F.J., FREYER A. et LEX J. ; 1991.** Triterpenoids from gum mastic, the resin of *Pistacia Lentiscus*. *Phytochemistry* 30, Pp3709-3712.
- 49- **BOAR R. B., COUCHMAN L. A., JAQUES A. J. et AND PERKINS M. J.; 1984.** 'Isolation from Pistacia resins of a bicyclic triterpenoid representing an apparent trapped intermediate of squalene 2,3-epoxide cyclization', *Journal of the American Chemical Society* ,106,Pp 2476-2477.
- 50- **LONG L., SCADINO A., VASAPOLLO G. ; 2007.**Identification and quantification of anthocyanine in the berries of *Pistacia lentiscus* L. *Pillyrea latifolia* L.and *Rubia peregrina* L.*Innovative Food Science & Emerging Technologies* .Vol8(3),Pp360-364.
- 51- **ROMANI A., PINELLI P., GALARDI C. et MULINACCI N. ; 2002.** Identification and quantification of galloyl derivatives, flavonoid glycosides and anthocyanins in leaves of *Pistacia lentiscus* L. *Phytochemical Analysis* 13,Pp 79-86.
- 52- **ZRIRA S., ELAMARANI A. et BENJILALI B. ; 2003.** Chemical composition of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L . From Morocco a seasonal variation , *Flavor Fragr. J* vol18, Pp 475-480.
- 53- **AMHAMDI H., AOUINTI F., WATHLET J. et ELBACHIR A., 2009.** chemical composition of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco .*Records of natural products* vol32. Pp 90-95.
- 54- **PERROT E. M. ; 1944.** Matière première usuelle du règne végétale thérapeutique, hygiène , industrie, Tome II , édit Masson et Cie, Paris, 2343p.
- 55- **BAUDOUX D. ; 2003.** L'aromathérapie se soigne par les huiles essentielles.Edi Myris .Pp145-146 *in* : BOUKELOUA A (2009)-Caractérisation botanique et chimique et évaluation pharmaco-toxicologique d'une préparation topique à base d'huile de *Pistacia lentiscus* L.(Anacardiaceae).Mimoiere de Magistéra.Univesité Mentouri-Constantine.82p.
- 56- **GARDELI C., PAPAGEORGIU V., MALLOUCHOS A., THEODOSIS K. et KOMAITIS M.; 2008.** Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: Evaluation of antioxidant capacity of methalonic extracts. *Food Chemistry* 107,Pp 1120-1130.
- 57- **BENYOUSEF E.H., CHERCHARI S., NACER- BEY N., YAHYAOUI. N. , CHAKOU A. et BELLATRECHE M.; 2005.** the essentiel oil of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria .*J. Essen,Oil. Res.* Vol: 17, Pp 642 – 644.
- 58- **CASTOLA V., BIGHELLA A. et CASANOVA J.; 2000.** Intrapecic chemical variability of the essential *Pistacia lentiscus* L. from Corcica, *Biochemical Systematic and Ecology*, Vol28 Pp 79 -88.

- 59- **KIVÇAK B., AKAY S., DEMIRCI. B. et BASOU K. H. C.; 2004** Chemical composition of essential oil from leaves and trigs of *Pistacia lentiscus* L. from Turkey. *Pharm. B iol.* Vol: 42 Pp 360 – 366.
- 60- **OUELMOUHOUB S. ; 2005.** Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier: cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). In BELFADEL F.Z. ; 2009-Huile de fruits de *Pistacia lentiscus* Caractéristiques physico-chimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Memoire Magister. Université Mentouri Constantine.136p.
- 61- **TASSOU C. C. et NYCHAS G. J. E. ; 1995.** Antimicrobial Activity of the Essential Oil of Mastic Gum (*Pistacia Zentiscus* var. Chia) on Gram Positive and Gram Negative Bacteria in Broth and in Model Food System. *International Biodeterioration & Biodegradation* ,Pp 411-420.
- 62- **IAUK L., RAGUSA S., RAPISARDA A., FRANCO S. et NICOLOSI V. M.; 1996.** In vitro antimicrobial activity of *Pistacia lentiscus* L. extracts: Preliminary report. *J. Chemotherapy* 8,Pp 207–209.
- 63- **ALI-SHTAYEH M. S. et ABU GHDEIB S. I.; 1999.** Antifungal activity of plant extracts against dermatophytes. *Mycoses* 42, 11/12, 665–672 in Dogan O, Baslar S, Aydin H, Mert HH (2003). A study of the soil-plant interactions of *Pistacia lentiscus* L. distributed in the western Anatolian part of Turkey. *Acta Bot. Croat.* 62 (2):73–88.
- 64- **BARANOWSKA M. A., MARDAROWICZ M., WIWART M., POBLOCKA L et DYNOWSKA L. ; 2002.** Antifungal Activity of the Essential Oils from Some Species of the Genus *Pinus*. *Naturforsch.* 57,Pp 478-482.
- 65- **IMELOUANE B., ELBACHIRI A., ANKIT M., BENZEID H et KHEDID K.; 2009.** Physico-Chemical Compositions and Antimicrobial Activity of Essential Oil of Eastern Moroccan *Lavandula dentate*. *International Journal of Agriculture & Biology.* 11,Pp 113-118.
- 66- **BENHAMMOU N., ATIK BEKKARA F. et PANOVSKA T. K. ; 2009.** Antioxidant and antimicrobial activities of the *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology.* 2, Pp22-28.
- 67- **MAGIATIS P., MELLIU E., SKALTSOUNIS A. L., CHINOU I. B. et MITAKU S. ;1999.** Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Pistacia lentiscus* var. chia. *Planta Medica*, vol 65,Pp 749–752.
- 68- **TRABOULSI A. F., TAOUBI K., EL-HAJ S., BESSIERE J. M., RAMMAL S. ; 2002.** Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). *Pest Manag. Sci.* Vol 58, Pp 491–495

- 69- **LAMIRI A., LHALOUI S., BENJILALI B., et BERRADA M. ; 2001.** Insecticidal effects of essential oils against Hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say). *Field Crop Research*, Vol 71, Pp 9-15.
- 70- **J. MADIOUNI-BEN JEMAA, O. BACHROUCH, B. MARZOUK et M. ABDERRABBA ; 2010.** Fumigant toxicity of essential oil from *pistacia lentiscus* L. (anacardiaceae) against stored-product insects ishs. *Acta horticulturae* . vol 30 , n° 853, Pp. 397-402.
- 71- **ASLAN I., ÖZBEK H., KORDALI S., CALMASUR Ö. et CAKR A. ; 2006.** Toxicite of oil vapours oblaned from Pistacia Spp .To gramy weevil , *Stiphylus granaries* (L)(Coleoptera : Curculionidae) .*J. Plant.Dis.*1Pp.400-407.
- 72- **BACHROUCH OLFA, MADIOUNI-BEN JEMAA JOUDA et WANESS WISSEM AIDI; 2010.** Composition and insecticidal activity of essential oil from *Pisracia lentiscus* L. against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research Y.* vol. 46, No. 4, Pp242-247.
- 73- **REGNAULT ROGER C., FABRES G. et PHOLAGENE B. ; 2005.** Enjeux phytosanitaire pour l'agriculture et l'environnement, Edit Tec & Doc, Paris, 1013 p.
- 74- **DEGUINE J.P. et FERRON P. ; 2005.** Gestion agroécologique des population d'insectes piqueurs suceurs en culture cotonnière *in* : Regnault-Regere c fabres G. Philogéne B.J.B-Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'enveronnement.EdiLavoisier Tec & Doc.paris Pp 367-384.
- 75- **PIERRARD G. ; 1993.** Les méthodes alternatives à la lutte contre les ennemis des cultures. Communication présentée au séminaire national sur l'impact de l'utilisation des pesticides sur l'environnement et la santé humaine: cas du Niger. Niamey, 21-25 juin 1993.
- 76- **PALTI J. ; 1981.** Cultural praticies and infectious crop diseases,Edit Springer Verlag, Berlin, 243 p.
- 77- **ZADOKS J. ; 1967.** International dispersal of fungi. *Neth. J. Pl. Path.*,Vol : 73 ,Pp 61-80.
- 78- **ALZOUMA I. ; 1987.** Reproduction et développement de *Bruchudius atrolineatus* Pic. (Coleoptera : Bruchidae) aux dépens des cultures de *Vigna unguiculata* L. Walp (Leguminosae papilionacea) dans un agrosystème sahélien au Niger . Thèse de doctorat ès sciences (tome I) de Université de Tours. 167 p.
- 79- **BUYER J. S., ROBERTS D. P. et RUSSEK-COHEN E. ; 2002.** Soil and plant effects on microbial community structure. *Canadian J. Microb.* 48 Pp 955-964.

- 80- **VINCENT C., PANNETON B. et FLEURAT-LESSARD F.; 2000.** La lutte physique en phytoprotection, Edi INRA, Paris, 347 p.
- 81- **LAGUE C., GILL J. et PELOQUIN G. ; 2001.** Thermal control in plant protection in Vincent c .Pannet B. Fleurat-Lessard F..2000.La lutte physique en phytoprotection, Edi INRA, Paris, 347 p.(.Pp35-61).
- 82- **PELLETIER Y. , MCLEOD C.D. et BERNARD G. ; 1995.** Description of sublethal injuries caused to the colorado potato beetle by propane flamer treatment *J. Econ.Entomol.*88.Pp1203-1205.
- 83- **BRAUN M. ; 1987.** Solarization for sanitation possibilites and limitation based on exeperiments in southern germany and sudan, *.gesunde pflanzen (germany.F.R)*39Pp30-309.
- 84- **ASHWORTH J. et GAONA J. ; 1982.** Evaluation of clear polyethylene mulch for controlling verticillium withe in established pistacia nut growes, *Phytopathology.*72.Pp243-246.
- 85- **STAPLETON J.J. et DE VAY J. E. ; 1986.** Soil solarisation : a new approche for management of plant pathogen and pest. *Crop protection* :5 Pp90-189.
- 86- **PATHASARATHY V. A. ; 2008.**-Organic spices ;ed neur india publishing .740p.
- 87- **HALE J. ; 2000.** L'usage des pesticides en lutte intégrée. colloque sur la lutte intégrée en serre produire, fleurir et nourrir avec la lutte biologique et integree en serre. Organisé par le CRAAQ (Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec) , Québec 2 novembre 2000 Pp1-6.
- 88- **RYCKEWAERT P. et FABRE F. ; 2001.** Lutte intégrée en cultures maraîchères. Fiche technique CIRAD-FLHOR , 16 p.
- 89- **HAUTIER L. ; 2003.** Impacts sur l'entomofaune indigène d'une coccinelle exotique utilisée en lutte biologique. Diplôme d'Etudes Spécialisées , Université Libre de Bruxelles.99P.
- 90- **BOIVIN G. ; 2001.** Parasitoïdes et lutte biologique : paradigme ou panacée ? *in* : Hale J. ; 2000 l'usage des pesticides en lutte intégrée. Colloque sur la lutte intégrée en serre produire, fleurir et nourrir avec la lutte biologique et intégrée en serre Organisé par le CRAAQ (Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec) , Québec 2 novembre 2000Pp1-6.
- 91- **JERRAYA A. et AL ROUECHDI K. ; 2005.** La protection phytosanitaire en Afrique du Nord: quelles perspectives ? *In* : Regnault-roger C. Fabres G. Philogène B.J.R: *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et*

l'environnement, Pesticides et biopesticides- OGM . Lavoisier Paris, pp. 475-493.

- 92- **MURDOCH W.W. et BRIGGS C.J. ; 1996.** Theory for biological control: Recent developments .*Ecology*, 77, 2001-2013.
- 93- **EILENBERG J., HAJEK A. et LOMER C. ; 2001.** Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*. 463.Pp 87-400.
- 94- **HANCE T. ; 2001.** Insectes: partenaires efficaces contre ravageurs gourmands. Un nouveau défi en agriculture. *Probio-Reveu*. In Mohannad Ahmad I. ; 2011. Plasticité de la réponse à l'exposition au froid chez *Aphidius ervi* dans le cadre des processus de stockage utilisés en lutte biologique Thèse Docteur de L'Université de Rennes.170p.
- 95- **LOUDA S.M., PEMBERTON R.W., JOHNSON M.T. et FOLLETT P.A. ; 2003.** Non target effects – the achilles' heel of biological control ? retrospective analyse to reduce risk associated with biocontrol introductions. *Annu. Rev. Entomol.* 48, Pp365-396.
- 96- **VAN LENTEREN J.C. et WOETS J. ; 1988.** Biological end integrated pest control in greenhouses. *Annu. Rev. Entomol.* 33, Pp239-269.
- 97- **CHAUBET B. ; 1992.** Diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs : cas des aphidiphages. Le courrier de l'environnement, 18. In : Hautier L. ; 2003 Impacts sur l'entomofaune indigène d'une coccinelle exotique utilisée en lutte biologique. Diplôme d'Etudes Spécialisées ,Université Libre de Bruxelles.99P.
- 98- **RISCH S.J. ; 1983.** Intercropping as cultural pest control: prospects and limitations. *Environmental Management*, 7(1),Pp 9-14.
- 99- **OGOL C.K.P.O., SPENCE J.R. et KEDDIE A. ; 1998.** Natural enemy abundance and activity in a maize-leucaena agroforestry system in Kenya. *Environmental Entomology*, 27(6),Pp 1444-1451.
- 100- **LETOURNEAU D.K. ; 1987.** The enemies hypothesis : tritrophic interactions and vegetational diversity in tropical agroecosystems. *Ecology*. 68 (6), Pp1616-1622.
- 101- **REGNAULT-ROGER C.; 2005.** Molécules allélochimiques et extraits végétaux :Quelles perspectives en phytoprotection ? In Regnault-roger,C FABRES G.Philogène B.J.R: *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement*,. Lavoisier Tec & Doc Paris, Pp. 651-662.
- 102- **PHILOGENE B.J.R., FABRES G. et REGNAULT-ROGER C. ; 2005.** protection des plante des cultures , environnement et développement durable :Enjeux pour le XXI^e sicle In Regnault-roger,C FABRES

G.Philogène B.J.R: *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement*,. Lavoisier Tec & Doc Paris, Pp. 1-14.

- 103- **STARNES R. L., LIU C. L. et P. G. MARONE ; 1993.** History, use and future of microbial insecticides. *Amer. Entomol.* 39: Pp83-91.
- 104- **GREATHEAD D. J., KOOYMAN C., LAUNOIS-LUONG M. H. et POPOV G. B. ; 1994.** Les ennemis naturels des 8°criquets du Sahel. Collection acridologie opérationnelle N CILSS/DFPV, Niamey,. Niger ,12625p.
- 105- **MORRIS O. N. ; 1983.** Microorganisms isolated from forest insects in British Columbia. *J. Entomol. Sci.* BC. 80 ,Pp 29-36.
- 106- **AHMED S. I. et LEATHER S. R. ; 1994.** Suitability and potential of entomopathogenic microorganisms for forest pest management - some points for consideration. *Intern. J. Pest Management* : 40 , Pp287-292.
- 107- **ARATA T. A., ROBERTS D. W., SHADDUCK J. A. et SHOPE, R. E. ; 1978.** Public health considerations for the use of viruses to control vectors of human diseases, in *Viruses and Environment*, Kurstak, E. and Maramorosch , K., Eds., Academic Press, New York, 593p.
- 108- **KHACHATOURIANS G.K. ; 1986.** Production and use of biological pest control agents. *Trends Bio. Tech.* 4 ,Pp120 - 124.
- 109- **PAYNE C. C. ; 1982.** Insect viruses as control agents. *Parasitology* 84, Pp35-77.
- 110- **DENT D. R. ; 1991.** Insect pest management, *J. Econ. Entomol.* 44: Pp372-383.
- 111- **FRANZ, J. M. 1971.** Influence of environment and modern trends in crop management on microbial control. *In*: Burgess, H. D. and Hussey, N. W. (eds), *Microbial control of Insects and Mites*. Academic Press, London, Pp. 44-407.
- 112- **IGNOFFO C.M. et HOSTETTER D. L. ; 1977.** Environmental stability of microbial insecticides. *Misc. Publ. Entomol. Soc. Am.* 10:Pp 1-80.
- 113- **ROBERTS D. W. et CAMPBELL A. S. ; 1977.** Stability of entomopathogenic fungi. *Misc Publ. Entomol Soc. Am.* 10: Pp19-76.
- 114- **GARDNER W. A., SUTTON M. R. et NOBLET R. ; 1977.** Persistence of *Beauveria bassiana*, *Nomuraea necatrix* on soybean foliage. *Environ. Entomol.* 6:Pp 616-618.
- 115- **WRAIGHT R. J. et ROBERTS D. W. ; 1987.** Insect control effort with fungi. *Devel. Industr. Microbiol.* 28 Pp77-87.

- 116- **FERRON P. ; 1978.** Biological control of insects pests by entomogenous fungi. *Ann. Rev. Entomol.* 23 Pp 409-442.
- 117- **CARRUTHERS R. I. et SOPER R. S. ; 1987.** Fungal diseases. In: Fuxa, J. R. and Tanada, Y. (eds), *Epizootiology of Insect Diseases*. Wiley-Interscience, New York, Pp. 357-416.
- 118- **BAKER R.R. ET DUNN P.E. ; 1990.** New direction in biological control: Alternatives for suppressing agricultural pests and diseases. Proceedings of UCLA colloquium held at Frisco in Colorado, January 20 - 27; 1989. Alan, R.L. press New York 837p.
- 119- **AGARWALA K. ET SAHA J. L. ; 1986.** Larval voracity, developpement and relative abundance of predator of *Aphis gossypii* on coton in India. *In* : Ecology of aphidophaga 2, Proceeding of a symposium held at Zvikovské Podhradi, sept. 2 - 8, 1984. Academia Praha, sous la direction de Ivo Hodeck, Pp339-344.
- 120- **BISHOP A. L., ANDERSON J. M. et HALES D.F. ; 1986.** Predator agents for biological control. In plant virus epidemics monitoring, modelling and predicting outbreaks, sous la direction de Georges D. Mclean, Ronald G. Garrett, et William G.R., p.75-94. Australie: Academic press.
- 121- **CLAUSEN P.C. ; 1972.** Entomophagous insects, New York: edition Hafner. 688 p.*In* : Hautier L. ; 2003 Impacts sur l'entomofaune indigène d'une coccinelle exotique utilisée en lutte biologique. Diplôme d'Etudes Spécialisées ,Université Libre de Bruxelles.99P.
- 122- **DEBACH P. ; 1973.** Biological control of insect pests and weeds. London: Chapman et Hall. 884p. *In* : Hautier L. ; 2003 Impacts sur l'entomofaune indigène d'une coccinelle exotique utilisée en lutte biologique. Diplôme d'Etudes Spécialisées ,Université Libre de Bruxelles.99P
- 123- **HUFFAKER M. ; 1976.** Theory and practice of biological control, New York: Academic press. 778p. *In* : Hautier L. ; 2003 Impacts sur l'entomofaune indigène d'une coccinelle exotique utilisée en lutte biologique. Diplôme d'Etudes Spécialisées ,Université Libre de Bruxelles.99P
- 124- **DEBACH P. ; 1979.** Biological control by natural ennemies, New York: Cambridge University Press, 323p. *In* : Hautier L. ; 2003 Impacts sur l'entomofaune indigène d'une coccinelle exotique utilisée en lutte biologique. Diplôme d'Etudes Spécialisées ,Université Libre de Bruxelles.99P.
- 125- **BRADFORD A.H. ; 1994.** Pattern and process in host-parasite interaction. New York: Cambridge University Press. 190p.

- 126- **GUERRIERI E. 1997.** Flight behavior of *Encarsia formosa* in response to plant and host stimuli. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 82 ,Pp129-133.
- 127- **K BOURARACH L., ROHP N., WLITZIY H.A., FARAJ C. et EL HARFI S. ; 2008.** Impact des conditions semi-naturelles sur le potentiel biotique de *Trichogramma bourarachae* Pintureau et Babault (Hym., *Trichogrammatidae*) *Actes Inst. Agron. Veto (Maroc)* 1998, Vol. 18 (1) Pp51-56.
- 128- **LEROY Y. ; 1987.** L'univers odorant de l'animal. *Ed. Boulbee*, Paris – France, 375pp *in : Ittud M (2008) Effets du sémiochimique MHUSA (Mother Hens' Uropygial Secretion Analogue) sur le stress des poulets de chair.Approches zootechnique, physiologique et comportementale.These de doctora.université de toulouse193p.*
- 129- **TOPAL S., KOCACALISKAN I. et ARSLAN O. ; 2006.** Herbicidal potential of catechol as an allelochemical. *Journal of Biosciences*, 61,Pp 69-73.
- 130- **DICKE M. et SABELIS M.W. ; 1988.** Info-chemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds? *Functional Ecology*, 2,Pp 131-139.
- 131- **RIBA G. et SILY C.;1989.** Compattre les ravageurs des cultures, Enjeux et perspective. Edit I.N.R.A,Paris, 230p.
- 132- **SUTY L.;2010.**La lute biologique vers de nouveaux équilibres écologiques.Edit Quae.Educagri.Paris,328p.
- 133- **WEINZEIL R.;1998.** botanicals insecticides, soals and oil *in :Rehcigl JE.,Rehcigl NA,Biological, biotechnological control of insect pest in :Régnault Roger. C , Phylogène. B ; Vincent. C ; 2002- Biopesticide d'origine végétale, Edit Tec et Doc, Pp03-10.*
- 134- **DAJOZ R.;1969.**les *in :Régnault Roger. C , Phylogène. B ; Vincent. C ; 2002- Biopesticide d'origine végétale, Edit Tec et Doc Pp03-10.*
- 135- **PHILOGÈNE B.J.R., REGNAULT-ROGER C. et VINCENT C.;2002.** Produits phytosanitaires insecticides d'origine végétale: promesses d'hier et d'aujourd'hui. *in :Régnault Roger. C , Phylogène. B ; Vincent. C ; 2002- Biopesticide d'origine végétale, Edit Tec et Doc , Pp01-17.*
- 136- **.AUGER J. et THIBOUT E. ; 2002.** Substance soufrées des Allium et des Crucifères et leurs potentialités *in :Régnault Roger. C , Phylogène. B ; Vincent. C ; 2002- Biopesticide d'origine végétale, Edit Tec et Doc, Pp77-96.*
- 137- **QUARLES W. ; 1992.** Botanical Pesticides frome Chenopodium. *The IPM Practitioner* ,14 Pp 1-11.

- 138- **BRUNETON J. ;1999.** Pharmacognosie, photochimie, plantes médicinales. 3eme Edition. Edition technique et documentation. Lavoisier. 1120p.
- 139- **AZEVEDO N.R., CAMPOS I.F., FERREIRA H.D., PRATES T.A., SANTOS S.C., SERAPHIN J.C., PAULA J.R. et FERRI P.H. ;2001.** Chemical variability in the essential oil of *Hyptis suaveolens*. *Phytochemistry* ,57(5) : Pp733-736.
- 140- **COSENTINO S., TUBEROSO C.I., PISANO B., SATTA M., MASCIA V., ARZEDI E. & PALMAS F. ;1999.** In-vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian Thymus essential oils. *Lett Appl Microbiol.* 29(2): Pp103-105.
- 141- **GRAING M. AHMED S ;1998.**Handbook of plantes with pest control properties.john wiley & sons .Neur Yourk *in* :Régnault Roger. C , Phylogène. B ; Vincent. C ; 2002- Biopesticide d'origine végétale, Edit Tec et Doc Pp01-14.
- 142- **BEKELE J. AND HASSANALI A. ,2001 .** Blend effects in the toxicity of the essential oil constituents of *Ocimum kilimandscharicum* and *Ocimum kenyense* (Labiatae) on two post-harvest insect pests. *Phytochemistry*, 57 : 385 – 391
- 143- **ISMAN M.;2000.** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19 Pp 603-608.
- 144- **KEANE S., ET RYAN MF. 1999 .**Purification, characterisation, and inhibition by monoterpenes of acetylcholinesterase from the waxmoth, *Galleria mellonella* (L.). *Insect biochemistry and molecular biology* Vol29(12)Pp 1097-1104.
- 145- **ENAN ; 2000.**Comparative Biochemistry and Physiology Part C *Toxicology&Pharmacology.* Vol130 (3) Nov2001,Pp 325-337.
- 146- **ENAN. ; 2005.** Molecular response of *Drosophila melanogaster* tyramine receptor cascade to plant essential oils. *Insect biochemistry and molecular biology.* Vol35(4) Pp 309-321
- 147- **REGNAULT-ROGER, C., PHILOGENE, B.J.R ET VINCENT, C. 2008.** Biopesticides d'origine végétale, 2^{ème} édition, Lavoisier, Paris. édition, 550p.
- 148- **KOUMAGLO KH., GUILLAUME K., KETOH K et GLITOH LA. ; 1998.** L'huile essentielle de *Cymbopogon Schoenanthus*, un biopesticide efficace contre *Callosobruchus maculatus* F., prédateurs du niébé. *Actes du Colloque* (Ottawa, 26-29 mai 1998),Pp 151-159.

- 149- **PIERRE A. ; 2004.** Huiles essentielles et insectes ravageurs: Tests en labo et sur Terrain. *Acta Bot. Galliea*, 150:Pp 267-274.
- 150- **SCHMUTTERER, H. 1990.** Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annu. Rev. Entomol.*, 35: Pp271-297.
- 151- **GARNEAU F-X.; 2001.** Notes du cours *Produits naturels*. Département des SClences fondamentales, UQAC, Chicoutimi, Québec. 17p.
- 152- **OUSSALAH M., CAILLET S., SALMIÉRI S., SAUCIER L. et LACROIX M. ; 2006-**Antimicrobial effects of alginate based film containing essential oils for preservation of whole beef muscle. *Journal of food Protection*. 69 (10),Pp 2364-2369,
- 153- **EL AJJOURI M., SATRANI B., GHANMI M., AAFI A., FARAH A., RAHOUTI M., AMARTI F ET ABERCHANE M. ;2008.** Activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicherianus* Pomel et *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. & Link contre les champignons de pourriture du bois d'oeuvre. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*.12, Pp345-351.
- 154- **KARMEN V., BOJANA B., VRTACNIK M. AND POHLEVEN F. ;2003.** Effect of the antifungal activity of oxygenated aromatic essential oil compounds on the white-rot *Trametes versicolor* and the brown-rot *Coniophora puteana*. *Int.Biodeterior. Biodegradation*, 51, 51-59.
- 155- **BOURKHISS B., OUHSSINE M., HNACH M.,BOURKHISS M., SATRANI B., FARAH A. ;2007.**Composition chimique et bioactivité de l'huile essentielle des rameaux de *tetraclinis articulata* bull. *soc. Pharm. Bordeaux*, 146, pP75-84.
- 156- **AMARTI F., SATRANI B., GHANMI M., FARAH A., AAFI A., AARAB L., EL AJJOURI M ET CHAOUCH A. 2009.** Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. Et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. du Maroc. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*. 14, Pp141-148.
- 157- **DERWICH E., MANAR A., BENZIANE Z ET BOUKIR A. ;2010.** GC/MS Analysis and *In vitro* Antibacterial Activity of the Essential Oil Isolated from Leaf of *Pistacia lentiscus* Growing in Morocco. *World Applied Sciences Journal*. 8, Pp1267-1276.
- 158- **SATRANI B., GHANMI M., FARAH A., AAFI A., FOUGRACH H., BOURKHISS B., BOUSTA D ET TALBI. ;2007.** Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Cladanthus mixtus*. *Bulletin de la société de pharmacie de Bordeaux*. 146,Pp 85-96.

- 159- - **FRANCHOMME P.**;1981. L'aromatologie à visée anti-infectieuse. *Phytomedecine*. 1:Pp 25-47.
- 160- **LEE K.H., HUANG E.S., PAGANA J.S. AND GEISSMAN T.A.**;1971.Cytotoxicity of sesquiterpenes lactones. *Cancer. Res.* 31: Pp1649-1654.
- 161- **TANTAOUI-ELARAKI A., LATTAOUI N. AND ERRIFI A.**;1993 .Composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Thymus broussonetti*, *T. zygis* and *T. satureioides*. *J. Essent. Oil. Res.* 5:Pp 45-53.
- 162- **CAKIR, A., KORDALI, S., ZENGİN, H., IZUMI, S., & HIRATA, T.**;2004.Composition and antifungal activity of essential oils isolated from *Hypericum hyssopifolium* and *Hypericum heterophyllum*. *Flavor and Fragrance Journal*, 19,Pp 62–68.
- 163- **PATNAIK S., SUBRAMANYAM V.R., BAPAJI M. KOLE C.R. ;** 1997.Antibacterial and antifungal activity of aromatic constituents of essential oils. *Microbios* , 89 (358):Pp39-46.
- 164- **COX S. D., MANN C. M., MARKHAM J. L., BELL H. C., GUSTAFSON J. E., WARMINGTON J. R ET WYLLIE S. G. ;**2000. The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Journal of Applied Microbiology*. 88,Pp170-175.
- 165- **DE BUOCHBERG M.S., ALLEGRINI S., BESSIERE C., ATTISO M., PASSET J. & GRANGER R. ;**1976. Propriétés microbiologiques des huiles essentielles de chimiotypes de *Thymus vulgaris linnaeus*. *Rivista. Italiana. E.P.P.O.S.*, 58:Pp 527-536.
- 166- **HARKENTHAL M., REICHLING J., GEISS H.K. & SALLER R. ;**1999. Comparative study on the in vitro antibacterial activity of Australian tea tree oil, cajuput, oil, niaouli oil, manuka oil, Kanuka oil, and eucalyptus oil. *Pharmazie*, 54(6): Pp460-463.
- 167- **KANDIL O., RADWAN N.M., HASSAN A.B., AMER A.M., EL-BANNA H.A. & AMER W.M. ;**1994. Extracts and fractions of *Thymus Capitatus* exhibit antimicrobial activities. *J Ethnopharmacol.* 44(1):Pp 19-24.
- 168- **KURITA N., MIYAJI M., KURANE R., TAKAHARA Y & ICHIMURA K. ;** 1979.Antifungal activity and molecular orbital energies of aldehyde compounds from oils of higher plants. *Agric. Bil. Chem.* 43 :Pp 2365-2371.
- 169- **BOOCHIRD C & FLEGEL M.W. ;**1982. In vitro antifungal activity of Eugenol and Vanillin against *candida albicans* and *Cryptococcus neoformans*. *Can.J. Microbiol.* 28 :Pp1235-1241.

- 170- **CORBAZ R.; 1993.** Résistance aux fongicides de *Botrytis cinerea* isolé de cultures maraîchères. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* 24: Pp233-236.
- 171- **SMITH J.E., BERRY DR. ;1975.**The Filamentous Fungi. In **DENI S. ; 1996** dégradation de la caféine par *Aspergillus sp.* et *Penicillium sp.* étude physiologique et biochimique.Thèse de Doctorat UNIVERSITE MONTPELLIER II180p.
- 172- **ALEXOPOULOS C.J., MIMS C.W. ;1979** .Introductory mycology. . In **DENI S. ; 1996** dégradation de la caféine par *Aspergillus sp.* et *Penicillium sp.* étude physiologique et biochimique.Thèse de Doctorat UNIVERSITE MONTPELLIER II180p.
- 173- **RAIMBAULT, M. AND ALAZARD, D. ;1980.** Culture method to study fungal growth in solid fermentation. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology* 9:199-209.
- 174- **BOUZID N. ;2002** .Fungal disease development and means of control Main fungal diseases of food legumes in Tunisia. *Collection M, Sciences de l'ingénieur.* 22-30
- 175- **BOUCHET PH., GUIGNARD J.-L. POUCHUS Y.-F., VILLARD J. ;2005.** Les champignons. Mycologie fondamentale et appliquée. Abrégés de Pharmacie, Paris : Masson ,
- 176- **ELAD Y., CHET I., BOYLE P. & HENIS Y. ;1983.**Parasitism of *Trichoderma spp.* on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii*-scanning electron microscopy and fluorescence microscopy. *Phytopathology* 73, 85–88.
- 177- **HENNEBERT, G.L. ;1973.** Botrytis and Botrytis-like genera. *Persoonia*, 7: 183-204 .
- 178- **ACTA. ;1999.**Guide pratique de défense des cultures. Paris : Assoc. Coord.Techn. Agric., 557 p.
- 179-**VIENNOT-BOURGIN G. ;1965.** Contribution à la connaissance des agents pathogènes des organes floraux, des fruits et des semences.ÉditeurInstitut national agronomique, 67 p.
- 180- **BENHAMOU N., REY P., CHERIF M., HOCKENHULL J., TIRILLY Y. ;1997.** Treatment with the mycoparasite *Pythium oligandrum* triggers induction of defence-related reactions in tomato roots when challenged with *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*.*Phytopathology* 87, p. 108–121.

- 181- **BULIT, J.; BOUHOT, D.; LOUVET, J.; TOUTAIN, G. ;1967** .Recherches sur les fusarioses. I. Travaux sur le bayouth fusariose vasculaire du palmier dattier en Afrique du Nord. *Annales des Epiphyties* 18,213-239.
- 182- **EL HADRAMI I., BELLAJ M., IDRISSE A., J'AITI F., JAAFARI S. AND DAAYF F. ;1998**.Biotechnologie végétales et amelioration du palmier dattier (*Phoenix dactilifera L.*), pivot de l'agriculture oasisienne marocaine. *Cahiers Agriculture*. **7 (6)**: 463-468.
- 183- **ELAD, Y., CHET, I. AND HENIS, Y. ;1982**.Degradation of plant pathogenic fungi by *Trichoderma harzianum*. *Canadian J. Microbiol*, 28: 719-725.
- 184- **HARMAN GE. ; 2000**.Myths and dogmas of biocontrol: changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22, *Plant Disease* 84, 377–393 .
- 185- **RAPER K.B., FENNELL D.I. ;1965** . The genus *Aspergillus*. in Denis Sylvain degradation de la cafeine par *aspergillus* sp. et *penicillium* sp. etude physiologique et biochimique these doctorat universite de montpellier ii sciences et techniques du languedoc.181p.
- 186- **PITT J.I. ;1979** .The genus *Penicillium* and its teleomorphic states *Eupenicillium* and *Talaromyces*. .in Denis Sylvain degradation de la cafeine par *aspergillus* sp. et *penicillium* sp. etude physiologique et biochimique these doctorat universite de montpellier ii sciences et techniques du languedoc.181p.
- 187- **AJOUZ, S., BARDIN, M., TROULET, C., RIQUEAU, G., DECOGNET, V., LEYRONAS, C., WALKER, AS., LEROUX, P., AND NICOT, P. C. 2009**. Baseline sensitivity of *Botrytis cinerea* to pyrrolnitrin, an antibiotic produced by several biological agents. *IOBC/wprs bulletin* 49. 51-56. Congrès OILB 2009/09/6-11, Crète, Grèce. (Communication orale).
- 188- **FREDERIX, M.J.J.; DEN BRADER, K. ;1989**.Résultats des essais de désinfection des sols contenant des échantillons de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*. *FAO/PNUD/RAB/88/024*. Ghardaia, Algérie.
- 189- **DAAMI-REMADI M., EL MAHJOUR M. ;1997**. Fusariose de la pomme de terre en Tunisie (IV). Activité de quatre fongicides vis-à-vis des souches locales de *Fusarium*. *Ann. Inst. Natl Rech. Agron. Tunisie* 70, p. 3–19.
- 190- **LEROUX, P. ;2004**. Chemical control of *Botrytis* and its resistance to chemical fungicides. In:Y. ELAD, B. WILLIAMSON, P. TUDZYNSKI, & N. DELEN (Eds.), *Botrytis: Biology, Pathology and Control* (pp. 195-222). The Netherlands: Kluwer Academic Press.

- 191- **LEROUX, P., CHAPELAND, F., DESBROSSES, D., AND GRETT, M. 1999.** Patterns of cross-resistance to fungicides in *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) isolates from french vineyards. *Crop Protection* 18: 687-697.
- 192- **COUDERCHET, M. 2003.** Benefits and problems of fungicide control of *Botrytis cinerea* in vineyards of Champagne. *Vitis* 42: 165-171.
- 193- **SMAOUI S. ;2010.** Purification et Caractérisation de Biomolécules à partir de microorganismes nouvellement isolés et identifiés. These de Doctort Université de Toulouse. 197p.
- 194- **CARLEN, C., FABY, R., KARJALAINEN, R., POMMIER, J.J., AND STEFFEK, R. 2003.** Control of air borne diseases in strawberries with natural and synthetic elicitors. *Acta Horticulturae* 649: 237-240.
- 195- **KRA K.D., DIALLO H.A., KOUADIO Y. ; J.2009.** Activités antifongiques de l'extrait de *Chromolaena odorata* (L.) King & Robins sur deux isolats de *Fusarium oxysporum* (E.F. Sm.) responsables du jaunissement mortel des feuilles des bananiers. *Journal of Applied Biosciences*, 24 : 1488-1496.
- 196- **SORO S. OUATTARAD. ZIRIHI G.N. KANKO C. N'GUESSAN E.K. KONE D. KOUADIO J.Y.2010-** Effet Inhibiteur *in Vitro* et *in Vivo* de l'extrait de Poudre et de l'huile Essentielle de *Xylopiya Aethiopica* (Dunal) A.Rich. (Annonaceae) sur *Fusarium oxysporum* f. sp *Radicis-lycopersici* (Forl), Champignon Parasite des Cultures de Tomate *European Journal of Scientific Research* Vol.39 No.2 (2010), Pp.279-288 .
- 197- **TANAKA Y. AND OMURA S. ;1993 .** Agroactive compounds of microbial origin. *Annu. Rev.Microbiol.* 47: 57-87.
- 198- **FOURATI- BEN FGUIRA L., FOTSO S., BEN AMEUR MEHDI R., MELLOULI L. AND LAATSCH H. ;2005 .**Purification and Structure Elucidation of Antifungal and Antibacterial Activities from a Newly Isolated *Streptomyces* sp. US80 strain. *Research in Microbiology.* 156 (3): 341-347.
- 199- **CAMPOROT P. ; 1985-**Antagonisme in vitro de *Trichoderma* spp. vis-à-vis de *Rhizoctonia solani* Kühn. *Agronomie* ,5 (7)613-620.
- 200- **DE MEYER, G., BIGIRIMANA, J., ELAD, Y., AND HÖFTE, M. 1998.** Induced systemic resistance in *Trichoderma harzianum* T39 biocontrol of *Botrytis cinerea*. *European Journal of PlantPathology* 104: 279-286.
- 201- **HIBAR K., DAAMI-REMADI M., KHIAREDDINE H., EL MAHJOUR M.,2005.**Effet inhibiteur in vitro et in vivo du *Trichoderma harzianum* sur *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicislycopersici* *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2005 9 (3), 163–171.

- 202- **DE LA CRUZ J., PINTOR-TORO J.A., BENITEZ T., LLOBELL A., ROMERO L.C. ;1995.** A novel endo- β -1,3-glucanase, BGN13.1, involved in the mycoparasitism of *Trichoderma harzianum*. - *J. Bacteriol.*,177(23), 6937-6945.
- 203- **BENISTON NT WS. ; 1984 .** Flore d'Algérie .Edi entreprise National du livre .Alger.359p.
- 204- **HALIMI A. ;1984.**L'atlas blidéen ,climat et étages végétaux , edi O.P.U. Alger .515p.
- 205- **RAMEAU J-C., MANSION D., DUME G., GAUBERVILLE C. ; 2008.** Flore floristique française, guide écologique illustre de trois régions de méditerranéenne .edi I.D.F, paris, 2426p.
- 206- **A.N.R.H.2010.**Donnes climatique de la mitidja , statistique 2006-2010 .breau statistique A.N.R.H.BLIDA.
- 207-**LINDEN G., LORIENT D., 1994 :** Biochimie agro-indusrielle. Ed. Masson, Paris. 360 p
- 208- **BOUKHATEM M-N., HAMAIDI M-S., HAKIM Y., SAIDI F., 2010 :** Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). *Nature et technologie*, Blida ; Algérie. 37-38-39p.
- 209- **MADJENE A. ET MADANI F., 2010 :** Contribution à la mise en évidence de L'effet anti-inflammatoire et analgésique de l'huile essentielle des feuilles et du péricarpe du fruit du citron. Thèse d'ingénieur en biotechnologie végétale, université de Blida, Algérie . 39p.
- 210- **REMMAL A., TANTAOUI-ELARAKI A., BOUCHIKHI T., RHAYOUR K., ETTAYEBI M.1993.** Improved method for determination of antimicrobial activity of essential oils in agar medium. - *J. Ess. Oil. Res.*, 5,Pp1179-1184
- 211- **PANDEY D.K, TRIPATHI N.N., TRIPATHI R.D., et DIXIT S.N., 1982 :** Fungitoxic and phytotoxic properties of the essentiel oil of *Caesulia axillaris* Roxb. (Compositae). *Angerwandte Botanik* 56 : 256-257p.
- 212- **HAMMER .., HARPER D.A.T. and RYAN P.D., 2001-** PAST :Palaeontological Statistic software package for education and data

analysis. <http://folk.uio.no/ohammer/past>, Palaeontologica Electronica 4(1):9 p.

- 213- **PHILIPPEAU G., 1986-** Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. I.T.C.F., Paris, 63 p .
- 214- **BOUBAKER A.; KAYOULI C.; BULDGEN A ;2004-**Composition chimique et teneur en composés phénoliques des espèces arbustives du Nord-Ouest de la Tunisie - Cahiers Options Méditerranéennes. V 62. P. 315-317 , Zaragoza (Spain).
- 215- **DOGAN .Y ;BASLAR .S ; AYDIN .H ;MERT .H ;2003-**Study of the soil-plant interactions of *Pistacia lentiscus* L. distributed in the western Anatolian part of Turkey -*Acta Bot. Croat.* V 62 (2),Pp 73–88.
- 216- **CLEMENT, J.M. ;1981.** Larousse agricole. Larousse, Paris, 120 p.
- 217- **HELLER R., ESNAULT R. et LANCE C. ; 2004.** Physiologie végétale: Nutrition. 6^{ème} édition, Ed. Dunod, Paris, 323 p.
- 218- **BURT S., 2004.** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. *International journal of food microbiology* 94: 223-253.

APPENDICE F

LISTE DES ABRIVIATIONS :

% : Pourcentage

A.N.R.H : Agence National des Ressources Hydrauliques.

AFNOR : ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION.

AOAC Association of Official Analytical Chemists

C° : Degré Celsius.

Ca : Calcium.

Cl : chlore.

cm : Centimètre.

D₀ : la première dose « pure » des huiles essentielle

D₁ : la deuxième dose « 1/10^{ème} » des huiles essentielles

D₂ : la troisième dose « 1/500^{ème} » des huiles essentielles.

D₃ : la quatrième dose « 1/1000^{ème} » des huiles essentielles

D₄ : la cinquième dose « 1/2000^{ème} » des huiles essentielles

D₅ : la sixième dose « 1/4000^{ème} » des huiles essentielles

DL : Dose Létale.

DT : Diamètre de la croissance mycélienne du champignon témoin .

Dt : Diamètre de la croissance mycélienne du champignon traité

E.D.T.A :Acide éthylène-diamine tétractique.

g : Gramme.

I : inhibition de la croissance mycelienne du champignon..

K : potassium.

Km : Kilometer.

L : Litre .

m : Mètre.

MAT : La matière l'azote total.

Mg : magnésium.

mg : Milligramme.

ml : Millilitre.

mm : millimètre.

MM : La matière ménérale.

MS : La matière sèche.

Na : sodium.

P : phosphore.

P.D.A : Potatoes Dextrose Agar).

ppm : particule par millièrne

T : témoin.

T° : Température.

APPENDICE A

Determination de la matière minérale (M. M) : *AFNOUR NFV(03-760)*

a- Principe :

Les cendres totales de la matière végétale sont les restes des corps inorganiques obtenus après la calcination jusqu'à obtention d'un poids constant.

Mettre 5 g de matière végétale dans les capsules. Porter au four à moufles pour l'incinérer à une température de $600 \pm 25^\circ\text{C}$ pendant 4 heures. Chauffer progressivement à fin d'obtenir une combustion sans inflammation de la masse. L'incinération doit être poursuivie jusqu'à combustion complète du carbone formé et obtention d'un résidu blanc ou gris clair. Refroidir la capsule au dessiccateur puis peser.

$$X\% = \frac{(P - P_C) \cdot 100}{P_E}$$

P : poids de capsule après calcination.

P_C : poids de capsule vide.

P_E : masse de matière prise

b- Mode opératoire :

Après l'obtention de cendres, on dissout dans 10 ml d'acide nitrique HNO_3 à 20%, le tout est porté à ébullition pendant 20mn sur plaque chauffante.

Par la suite, on filtre dans une fiole jaugée de 50 ml et on rince le tout à l'eau distillée. Après refroidissement, on complète à 50ml avec de l'eau distillée.

Puis on effectue les dosages suivants :

⇒ Sodium (Na^+) et Potassium (K^+) par spectrophotomètre à émission de flamme.

⇒ Chlorure (Cl^-) par dosage colorimétrique selon (*AFNOR 05-116 ; 1973*).

⇒ Calcium (Ca^{++}) et Magnésium (Mg^{++}) par titrimétrie à l'E.D.T.A

⇒ Phosphore (P) par spectrophotométrie (*CHASLOT G., 1978*).

-Dosage de sodium (Na) :

Solution mère à 1000 ppm de Na^+ .

On dissout 2,543g de Na cl dans 1litre d'eau distillé, Etablissement de la gamme étalon :

A partir de la solution mère à 1000 ppm de Na cl on prépare des solutions de 0 à 1.68 ppm.

Après avoir passer la gamme étalon au spectrophotomètre, on passe l'échantillon, puis on note les valeurs correspondantes. En prenant la précaution de revenir après chaque lecture au zéro de la gamme étalon afin de maintenir l'appareil stable.

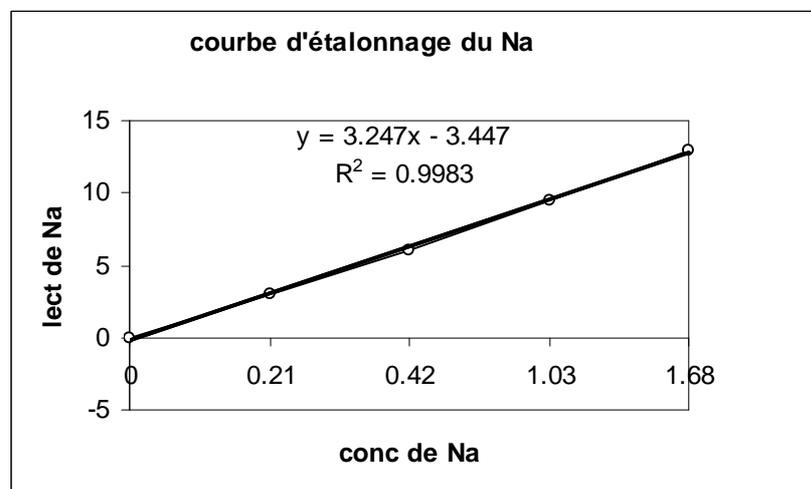
étalons de 0 à 30 ppm de k⁺ dans des fioles 50 ml.

- Etablir la courbe d'étalonnage.

Résultats Gamme étales Na⁺ :

N° de fiole de 50 ml	0	1	2	3	4
[Na ⁺] en ppm	0	0,21	0,42	1,05	1,68
Lecture de Na ⁺	0	3	5	9	13

Courbe d'étalonnage de sodium :



-Dosage de potassium (K⁺) :

Solution mère à 1000 ppm de K⁺

On dissout 3,823 g de KCl dans 1 litre d'eau distillé puis l'établissement de la gamme étalon :

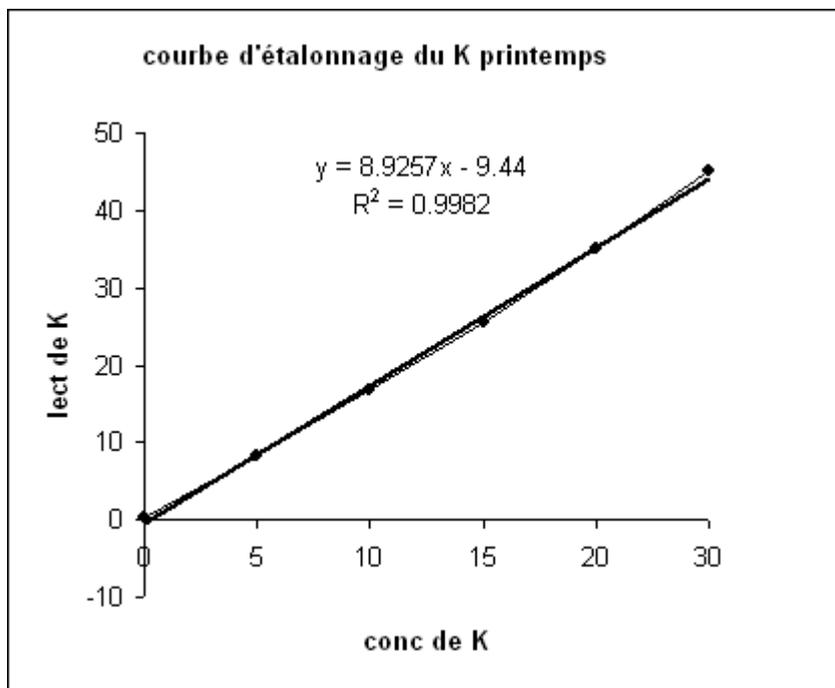
A partir de la solution mère à 1000 ppm de KCl, nous avons préparé des solutions.

- Etablir la courbe d'étalonnage.

Résultats Gamme étales K⁺ :

N°de fiole de 50ml	0	1	2	3	4	5
[K ⁺] en ppm	0	5	10	15	20	30
Lecture de K ⁺	0	7	14	27	35	45

Courbe d'étalonnage de potassium



➤ - **Expression des résultats :**

A partir de la courbe d'étalonnage lecture de la concentration [Na⁺] et [K⁺].
Les teneurs en Na⁺ et K⁺ exprimée en % de matière sèche sont calculés comme suite :

- **Pour Na⁺:**

$$\text{Na (\% de M.S)} = (N \times 10^{-3} \times V/v) \times (P \times \text{M.S} / 100)$$

N : Na⁺ de l'échantillon en méqu/l tirée de la courbe étalon Na⁺.

V : volume total du minéralisât (50ml).

v : volume de dilution (2.5, 5 ou 10ml).

M.S : la matière sèche.

P : prise d'essai en gramme.

-**Pour K⁺ :**

$$\text{K}^+ (\% \text{ de M.S}) = K \times 10^{-3} \times V/v \times (P \times \text{M.S} / 100)$$

K : [K⁺] de l'échantillon de ppm tirée de la courbe étalon de K⁺.

V : volume total du minéralisât (50ml).

v : volume de dilution (2.5, 5 ou 10ml).

M.S : la matière sèche.

P : prise d'essai en gramme.

-**Détermination de la teneur en phosphore :**

a- principe :

L'échantillon minéralisé en solution acide (solution minérale) est traité par le réactif « Nitro-vanadomolybdique », les Ortho phosphates conduisent en présence de ce réactif à la formation d'un complexe jaune intense c'est le phosphore vanadomolybdique.

La densité optique du complexe est relevée à la longueur d'onde de 430nm.

b- Mode opératoire :

-Dans une fiole de 50ml mélanger.

- 5ml de la solution minérale.
- 10ml de réactif Nitro-vanadomolybdique.
- Compléter à 50ml avec HNO₃ 40%.

Préparation de la solution mère à 400ppm de phosphore : - dissoudre 1.77g de KH₂PO₄ dans un litre d'eau distillée.

c- Préparation de la gamme étalon :

A partir de la solution mère du phosphore, on établie les concentrations suivantes : 0.2 – 0.3 – 0.4 – 0.5 – 0.75 – 1.08 et 1.2mg/l.

- A ces concentrations on ajoute 10ml de réactif Nitro-vanadomolybdique et 2ml de HNO₃ concentré et on complète à 50ml d'eau distillée.

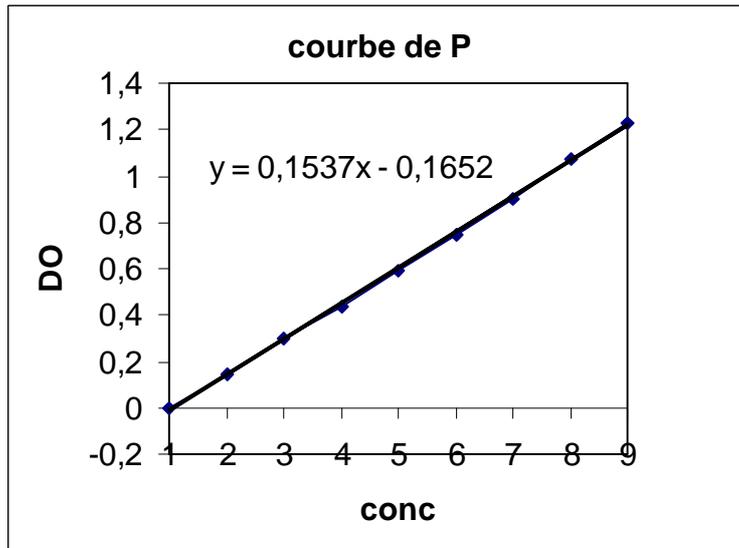
- Mesure la densité optique à la longueur d'onde $\lambda = 430\text{nm}$ dans un spectre d'absorption atomique UV visible.

- Etablir la courbe d'étalonnage.

Résultats Gamme étales du P :

N°= de fiole	0	1	2	3	4	5	6	7	8
[KHSO₄] ml	0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.2	1.3	1.4
Lecture de P	0	0.1106	0.1271	0.1356	0.1453	0.2498	0.2938	0.3433	0.3610

Courbe d'étalonnage de phosphore (P) :



➤ **Expression des résultats :**

$$P \text{ (en \% de M.S)} = (n \times 10^{-6} \times V \times 50 \times / M) \times (100 / 100 - H)$$

Soit :

M : la prise d'essai en gramme.

V : volume de solution minéralisé.

n : la concentration de phosphore en ppm dans la solution photométrie (10ml de solution initiale étendu à 50ml) tirée de la courbe détalonnage de P.

H : la quantité d'eau.

-Dosage de la teneur en chlorure (AFNOR 05-116 1973) :

a- Principe :

Précipitation des chlorure par addition d'un excès de solution de nitrate d'argent et titrage de cet excès avec une solution de thiocyanate de potassium.

b- Réactifs :

-L'eau distillée.

-Nitrobenzène.

-Acide nitrique, solution environ 4 N.

-Nitrate d'argent, solution titrée 0.1000 N.

-Thiocyanate de potassium, solution titrée 0.1 N.

-Sulfate double d'ammonium, et de fer, solution aqueuse saturée (33 g environ pour 100 ml), a la quelle on peut ajouter 1a 2 ml d'acide nitrique.

c- Mode opératoire :

- Prélever ,25 ml de solution pour essai, et les introduire dans un bécher.
- Ajouter a la prise d'essai 100 ml d'eau distillée à 70°C environ et mélanger le contenu de bécher jusqu'à une consistance homogène , porter le contenu du bécher a ébullition et maintenir l'ébullition pendant une minute .
- Laisser refroidir et transvaser quantitativement le contenu du bécher dans une fiole jaugée de 250 ml ,compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.
- Mélanger soigneusement puis laisser reposer 15mn, filtrer alors sur papier filtre à plis et recueillir le filtrat dans un récipient etc.

d- Titrage :

- Prélever à la pipette 20 ml du filtrat et les introduire dans une fiole conique, ajouter 5 ml d'acide nitrique et 1 ml de la solution indicateur.
- Introduire ensuite, à l'aide d'une pipette, 20 ml de la solution nitrate d'argent dans la fiole conique.
- Ajouter 3 ml de nitrobenzène et agiter vigoureusement le contenu de la fiole pour coaguler le précipité.
- Titrer l'excès de nitrate d'argent avec la solution de thiocyanate de potassium jusqu'à obtention d'une couleur brun rouge persistant.

➤ Expression des résultats :

- La teneur en chlorures, exprimée en gramme de chlorure de sodium pour 100 g ou 100 ml de produit est égale à :

$$0.005845 (20 - v_1) \times 250/20 \times 100/v_0 \text{ ou } m_0 = 7.306 (20 - v_1) / v_0 \text{ ou } m_0$$

Où :

m_0 : est la masse, en grammes, de la prise d'essai

v_0 : est le volume, en millilitres, de la prise d'essai

v_1 : est le volume, en millilitres, de la solution de thiocyanate de potassium

0.1N utilisé

- La teneur en chlorure exprimer en % de matière sèche :

La teneur en chlorures en % $MS = 7.306(20 - v_1) / v_1 \times 100 / 100 - H$

H : La quantité de l'eau.

v_0 : est le volume, en millilitres, de la prise d'essai

v_1 : est le volume, en millilitres, de la solution de thiocyanate de potassium 0.1N utilisé

-Dosage de calcium et magnésium :

L'analyse est basée sur la méthode de mesure par complexétrie à l'E.D.T.A

-Détermination de la dureté totale :

a- Principe :

-Les alcalino-terreux présents dans l'eau forment un complexe avec le sel disodique de l'acide ethylene-diaminetetracétique (E.D.T.A) à PH 10. La disparition des dernières traces d'éléments à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique de la dureté totale, le noir eriochrome T.

-Ainsi en milieu tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions Ca et Mg

b- Réactifs :

-Solution d'E.D.T.A 0.02N.

Dissoudre 3.721g de sel disodique de l'acide éthylène-diamine tétracétique (cristallisé $2H_2O$) dans un litre d'eau distillée. 1ml d'E.D.T.A à 0.02N correspond à 0.4008mg de calcium, 1mg de carbonate de calcium et 0.243mg de magnésium.

-Solution tampon.

Mettre dans 400ml d'eau distillée 55ml d'acide chlorhydrique concentré. Ajouter 310ml de 2-aminoéthanol. 100mg d'EDTA magnésien. Compléter à 1 litre par d'eau distillée.

-Solution de noir eriochrome :

- Noir d'eriochrome.
- Triéthanolamine

-Solution de l'eau d'eriochrome :

- Bleu d'eriochrome
- Eau distillée.

-Chlorhydrate d'hydroxylamine.

-Solution d'hydroxyde de sodium N.

-Acide chlorhydrique N.

c- Mode opératoire :

Ajouter à l'échantillon à analyser 3ml d'hydroxyde de sodium puis quelque gouttes de sodium et bleu d'eriochrome. Verser la quantité nécessaire de solution

d'EDTA pour obtenir le virage au violet. Noter cette quantité (V_1). Ajouter 2 à 3ml d'acide chlorhydrique 1N et agiter durant 1 minute jusqu'à parfaite dissolution du précipité magnésien. Verser 5 ml de la solution tampon et 1 goutte de solution de noir d'ériochrome. Bien mélanger. Introduire la quantité de solution d'EDTA nécessaire au virage au bleu (V_2).

➤ **Expression des résultats :**

La teneur en magnésium en M.S est égale à :

$$C' = 1000 \times C \times (V_1 - V) / V_2 \times (P \times M.S / 100).$$

C : concentration en milliéquivalents par litre de la solution d' E.D.T.A.

V₁ : volume en ml de la solution d' E.D.T.A de la dureté totale.

V₂ : volume d'échantillon.

V : volume en ml de la solution d' E.D.T.A de la dureté calcique.

M.S : la matière sèche.

P : prise d'essai en gramme

-Determination de la dureté calcique :

Identique à celui de la méthode complexométrique de la mesure de la dureté totale. Toutefois, comme le dosage se fait à un PH élevée (PH 12 à 13), le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas. Par ailleurs, l'indicateur choisit, le murexide ne se combine qu'avec le calcium pour former un complexe rouge.

a- Réactifs :

- Solution E.D.T.A 0.02N.
- Soude 2N
- Murexide 0.2g.

b- Mode opératoire :

Prélever 5ml d'échantillon à analyser, ajouter 2ml de soude et une pincée de murexide (0.2g). Ajouter la quantité de solution E.D.T.A 0.02N pour avoir un virage au bleu. Soit **V** le nombre de millilitres versés la dureté magnésium est déduite par la différence entre la dureté totale et la dureté calcique.

➤ **Expression des résultats :**

- La dureté calcique exprimée en (mg/l), est égale à :

$$\text{Ca (mg/l)} = V \times 0.4008 \times 1000 / 50$$

$$\text{Ca (méqu/l)} = V \times 0.4008 \times 1000 / [(M/e) \times 50]$$

$$= V \times 0.4008 \text{ (méqu/l)}$$

M : masse molaire Ca (40).

e : charge Ca⁺² (2).

-La teneur en calcium en % de M.S est égale à :

$$\text{Ca (en \% de M.S)} = (V \times 0.4008 \times M/e) \times (5 \times M.S/100)$$

M.S : la matière sèche.

P : prise d'essai en gramme.

APPENDICE B

La méthode KJELDAHL AFNOR (NFV 03-050) :

Le principe de la méthode KJELDAHL est basé sur la minéralisation de la matière organique contenue dans la prise d'essai par l'action de l'acide sulfurique concentré et chaud en présence d'acide sulfurique se retrouve à l'état de sulfate de d'ammonium, un excès de soude neutralise l'acide sulfurique et libère l'ammoniac qui est entériné par distillation dans une solution de l'acide borique.

L'ammoniac contenu dans le distillat est dosé avec de l'acide sulfurique en présence de l'indicateur coloré.

a- Réactifs :

-Acide sulfurique concentré (d= 1.83) ;

-Catalyseur:

- sulfate de potassium pur.....100g.
- sulfate de cuivre.....10g
- sélénium en poudre.....1g.

-Solution d'acide borique à 4%.

-Solution d'acide sulfurique 0.1N.

-Colorant de Tashiro :

- 0.125g de rouge de méthyle ;
- 0.1875g de vert de bromocrésol ;
- 250ml d'éthanol absolu.

5ml de cette solution sont ajoutés à un litre de la solution d'acide borique à 4%.

b- Mode opératoire :

- dans un matras de minéralisation introduire :

- 1g d'échantillon à analyser ;
- 20ml d'H₂SO₄, concentré et 2g de catalyseur ;

-Placer le matras sur une résistance sous une hôte ;

- Laisser minéraliser pendant 4 heures environ, jusqu'au limpidité de la solution ;

- Laisser refroidir pendant 30 minutes ;

- Ajouter 50ml d'eau distillée pour dissoudre complètement les sulfates ;
- Passé l'échantillon à la distillation, l'azote libéré est récupéré dans un Erlen Meyer contenant 50ml de la solution indicatrice.

➤ **Expression des résultats :**

La teneur en azote apportée à la matière telle quelle: = $0.0014 \times V \times 100 / M$.

La teneur en azote rapportée à la matière sèche = $(0.0014 \times V \times 100 / M) \times [100 / (100 - H)]$.

V : Volume en millilitres de la solution d'acide versée à la burette lors du titrage ;

M : Masse en grammes de la prise d'essai ;

H : Teneur en eau exprimée en pourcentage en masse de l'échantillon pour essai.

APPENDICE C

Tab. 3. The results of chemical analysis of the soils of *Pistacia lentiscus*.

Loc.	N %	P %	K %
1	0.070	0.00002	0.025
2	0.266	0.00011	0.072
3	0.334	0.00020	0.068
4	0.117	0.00011	0.046
5	0.051	0.00002	0.039
6	0.119	0.00004	0.072
7	0.042	0.00002	0.034
8	0.612	0.00012	0.074
9	0.245	0.00010	0.025
10	0.090	0.00004	0.039
11	2.114	0.00012	0.050
12	0.119	0.00010	0.032
13	0.084	0.00004	0.010
14	0.049	0.00004	0.020
15	0.273	0.00010	0.025
16	0.056	0.00010	0.021
17	0.133	0.00050	0.039
18	0.336	0.00020	0.072
19	0.329	0.00020	0.039
20	0.321	0.00020	0.030
Max:	2.114	0.00050	0.074
Min:	0.042	0.00002	0.020
Mean:	0.2875	0.00012	0.043
S.D.:	0.4542	0.00011	0.0186
S.E.:	0.1016	0.00002	0.0042

APPENDICE D

Tableau 1. Composition chimique moyenne des arbustes du nord-ouest de la Tunisie (% MS)

Espèces	MM	MAT	NDF	ADF
<i>Arbutus unedo</i>	4,8±0,9	6,8±0,7	36,7±10,5	25,2±7,3
<i>Cistus salvifolia</i>	6,4±1,2	9,4±1,8	34,7±11,8	23,6±5,7
<i>Cytisus trifolius</i>	5,3±0,5	21,0±2	52,3±7,2	31,1±5,3
<i>Erica arborea</i>	2,9±0,4	8,2±2,3	47,4±9,1	35,4±5,9
<i>Genista aspalatoides</i>	2,8±0,7	8,5±1,7	56,5±10,5	41,6±5,7
<i>Myrtus communis</i>	4,3±0,4	7,0±1,2	38,9±6,7	23,9±2,6
<i>Phylleria angustifolia</i>	4,1±0,4	7,0±1	43,3±7,2	33,1±6,2
<i>Pistacia Lentiscus</i>	5,0±0,3	7,8±1	39,4±10,8	30,6±9,2
<i>Quercus uber</i>	3,5±0,6	9,5±2,5	54,1±6,9	37,7±2,9
<i>Quercus coccifera</i>	3,7±0,7	8,1±1,9	54,6±8,6	37,1±4,1
<i>Smilax aspera</i>	5,3±1,3	7,2±1,4	54,1±4,7	37,8±1,9
<i>Viburnum tinus</i>	6,0±0,7	7,0±1,2	38,5±4,8	26,6±2,3
<i>Calycotum villosa</i>	3,8±1,5	19,1±4,5	44,9±8,7	29,4±6,4

APPENDICE E1

Tableau des résultats du test de pouvoir antifongique d'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. récolté dans la région de Beni Ali (Chera) sur les dix isolats fongique.

		BENI ALI (CHREA)						
		Pure	1/10	1/50	1/100	1/200	1/400	Témoin
F A	D (mm)	9,16	19,61	22,05	24,55	28	30,16	27,77
	Pi(%)	67,01	29,38	27,79	11,59	-0,82	-8,6	0
F B	D (mm)	14,33	20,99	32,72	34,55	43,72	52	49,94
	Pi(%)	71,3	57,96	34,48	30,81	15,45	-4,12	0
F C	D (mm)	9,33	13,83	18,66	16,66	25,33	27,66	27,61
	Pi(%)	66,2	49,9	32,24	39,65	8,25	-0,18	0
F clm	D (mm)	13,83	21,05	30,38	36,72	42,88	48,1	57,77
	Pi(%)	76,06	63,35	47,41	36,43	25,57	16,73	0
Cld	D (mm)	6,88	11,16	12,88	14,77	19,88	17,66	19,66
	Pi(%)	65	43,23	34,48	24,87	14,14	10,17	0
Pin	D (mm)	9,21	11,88	13,66	14,38	15,1	15,83	17,61
	Pi(%)	47,7	32,53	22,43	18,34	14,25	10,1	0
	D (mm)	40,83	46,94	50,5	49,88	56,44	59,66	61,16
	Pi(%)	33,24	23,25	17,42	18,44	7,71	2,45	0
Asp V	D (mm)	5	10,33	14,72	16,83	18,21	18,66	20,11
	Pi(%)	75,13	48,63	26,8	16,31	9,44	7,21	0
Asp N	D (mm)	8,16	12,85	17,83	18,77	22,22	23,83	24,11
	Pi(%)	66,71	46,7	26,04	22	7,83	1,16	0
Bot	D (mm)	38,21	43,44	45,66	49,38	53,83	54,44	57
	Pi(%)	32,96	23,78	19,89	13,36	5,56	4,49	0
<i>Fusarium</i> 1(FA), <i>Fusarium</i> 2(FB), <i>Fusarium</i> 3(FC), <i>Fusarium</i> 4(Fclm), <i>Cladosporium</i> (Cld), <i>Penicillium</i> (Pin), <i>Trichoderma</i> (Tri), <i>Aspergillus</i> 1(Asp V), <i>Aspergillus</i> 2(Asp N) et <i>Botrytis</i> (Bot)								

APPENDICE E2

Tableau des résultats du test du pouvoir antifongique d'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. récolté dans la région de Ouled Slama sur les dix isolats fongique.

		OULED SLAMA						
		Pure	1/10	1/50	1/100	1/200	1/400	Témoin
F A	D (mm)	7,55	17,88	22,88	24,6	29,38	31,27	29,27
	Pi(%)	74,2	38,91	21,83	15,95	-0,37	-6,83	0
F B	D (mm)	12	17,11	25,66	45,55	47,99	50,11	48,88
	Pi(%)	75,45	64,99	47,5	6,81	1,82	-2,51	0
F C	D (mm)	13,66	17	20,44	18,22	25,33	29,33	25,72
	Pi(%)	46,88	33,9	20,52	29,16	1,51	-14,03	0
F clm	D (mm)	12,94	28,61	36,77	42,11	49,88	50,16	56,88
	Pi(%)	77,25	49,7	35,35	25,96	12,3	11,81	0
Cld	D (mm)	7,22	11,99	15,21	17,33	20,1	21,21	23,1
	Pi(%)	68,74	48,09	34,15	24,97	12,98	8,18	0
Pin	D (mm)	12,1	14,32	15,33	15,5	16,33	17,55	19,22
	Pi(%)	37,04	25,49	20,23	19,35	15,03	8,68	0
Tri	D (mm)	42,44	51,21	55,05	75,55	61,99	63,21	72,22
	Pi(%)	41,23	29,09	23,77	20,31	14,16	12,47	0
Asp V	D (mm)	5	10,33	14,88	16,77	18,88	20,05	22,49
	Pi(%)	77,76	54,06	33,83	25,43	16,05	10,84	0
Asp N	D (mm)	10,88	15,22	17,66	22,44	25,44	26,33	26,88
	Pi(%)	59,52	43,37	34,3	16,51	5,35	2,04	0
Bot	D (mm)	27,72	36,1	40,38	43,55	44,21	47,73	55,99
	Pi(%)	50,49	35,52	27,87	22,21	21,03	14,75	0

Fusarium 1(FA), *Fusarium*2 (FB), *Fusarium* 3(FC), *Fusarium* 4(Fclm), *Cladosporium* (Cld), *Penicillium* (Pin), *Trichoderma* (Tri), *Aspergillus* 1(Asp V), *Aspergillus* 2(Asp N) et *Botrytis* (Bot)

APPENDICE E3

Tableau des résultats du test du pouvoir antifongique d'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. récolté dans la région de Boumerdes sur les dix isolats fongique

		BOUMERDESS						
		Pure	1/10	1/50	1/100	1/200	1/400	Témoin
F A	D (mm)	8,33	12,61	24,05	30,72	24,22	33,5	30,83
	Pi(%)	72,98	59	21,99	0,35	21,44	-8,66	0
F B	D (mm)	13,66	21,16	36,83	43,66	49,99	53,72	51,33
	Pi(%)	73,38	58,77	28,24	14,94	2,61	-4,65	0
F C	D (mm)	12,33	18,88	28,66	24,66	30,16	31,22	29,33
	Pi(%)	57,96	35,62	2,28	15,92	-2,82	-6,44	0
F clm	D (mm)	16,66	32,77	39,66	40,1	42,55	51,44	60,66
	Pi(%)	72,53	45,97	34,61	33,89	29,85	15,19	0
Cld	D (mm)	5,88	7,55	16,77	19,55	20,77	22,88	24,33
	Pi(%)	75,83	68,96	31,07	19,64	14,63	5,95	0
Pin	D (mm)	10,53	12,55	13,44	14,44	16,22	17,16	18,38
	Pi(%)	42,72	31,71	26,87	21,43	11,75	6,63	0
	D (mm)	39,16	45,38	48,94	53,55	59,77	63,33	68
	Pi(%)	42,41	33,26	28,02	21,25	12,1	6,87	0
Asp V	D (mm)	9,94	16,77	19,88	22,44	23,16	24,33	26,66
	Pi(%)	62,71	37,09	25,43	15,82	13,12	8,73	0
Asp N	D (mm)	5	9,66	16,66	16,44	17,16	17,94	18,16
	Pi(%)	72,46	46,8	11,01	9,47	5,57	1,21	0
Bot	D (mm)	28,21	37,94	42,38	45,05	44,21	47,77	52,1
	Pi(%)	45,85	27,17	18,65	13,53	15,14	8,31	0
<p><i>Fusarium</i> 1(FA), <i>Fusarium</i>2 (FB), <i>Fusarium</i> 3(FC), <i>Fusarium</i> 4(Fclm), <i>Cladosporum</i> (Cld), <i>Penicillium</i> (Pin), <i>Trichoderma</i> (Tri), <i>Aspergillus</i> 1(Asp V), <i>Aspergillus</i> 2(Asp N) et <i>Botrytis</i> (Bot)</p>								