

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Centre Universitaire- Salhi Ahmed - Naâma

Institut des Sciences et de Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Laboratoire de recherche :

Gestion durable des ressources naturelles dans les zones arides et semi-aride



MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER Académique

En Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et physiologie végétale

Présenté Par: AGHAMIR Nor el imane

SEBIHI Selsebil

Thème

Aperçu théorique sur la phytopathologie d'origine fongique de l'olivier *Olea europea* et essai de la lutte biologique par les huiles essentielle de *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*.

Soutenu le: 05/10/2022

Devant le jury :

Président : Dr Merioua Sidi Mohammed

MCB, Centre Universitaire de NAAMA

Examineur : Dr Gordo Belkacem

MAA, Centre Universitaire de NAAMA

Encadreur : Dr KEBDANI Mohammed

MCB, Centre Universitaire de NAAMA

Année universitaire 2021/ 2022

Remerciements

Nous remercions notre créateur Allah, Grand et Miséricordieux, le tout puissant pour le courage qu'il nous a donné pour mener ce travail à terme.

Nos vifs remerciements et profonds respects s'adressent tout d'abord à notre promoteur Dr. Kebdani Mohammed pour avoir accepté nous encadrer, ses aider, ses orienter, ses conseiller et ses encourager tout au long de la réalisation de ce travail.

Nos remerciements s'adressent aussi au Dr. Merioua Sidi Mohammed, d'avoir accepté de présider ce jury. Nous tenions aussi à vous remercier pour les connaissances que vous nos avez prodigué durant nos études universitaires.

On remercie sincèrement Dr. Gordo Belkacem, pour avoir bien accepté d'être membre de jury et d'examiner ce travail, pour votre temps et vos efforts fournis pour rectifier et discuter nos manuscrits.

*Nous tenions également à remercier tous nos enseignants
Nous voudrions remercier Dr. Dardour Abdessamad, Le Directeur d'Institut des Sciences et de Technologie, pour son encouragement.*

Nos remerciements vont aussi Dr. Nourí Taib chef département des sciences de la nature et de la vie

Nous remercions Dr. Mahdad Yacine, pour son aide dans ce travail. Nous tenions aussi à vous remercier pour les connaissances que vous nos avez prodigué durant nos études universitaires.

Nous tenions à remercier sincèrement Dr. Benaanan Yacine, pour sa précieuse collaboration.

Tous les ingénieurs de laboratoire de biochimie et laboratoire de microbiologie spécialement Mme Sabah.

Nous remercions Mme. Zoughmani Leïla, pour son aide dans ce travail.

Nous tenions également à remercier nos camarades de promotion 2022.

Nos remerciements vont aussi:

Aux responsables de la Direction des Services Agricoles et de la Chambre de l'Agriculture de la wilaya de Naâma spécialement Mr. Toumi Mohammed et Mr. Adadi Belaïde.

Aux responsables Conservation des forêts de la wilaya de Naâma spécialement Mr. Hamidi, Mr. Oussama et Mr. Aghamir Mohammed.

Aux responsables de la Direction des ressources en eau de la wilaya de Naâma spécialement Mr. Kebaili Zakaria.

*Aux responsables d'INSFP Naâma spécialement Mlle. Nadia.
Nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

Un grand merci à tous.

Dédicaces

A ALLAH tout puissant, qui m'a inspirée. Qui m'a à guidée dans le bon chemin. Je vous dois ce que je suis.

A Mes très chers parents

Aucune expression ne saurait exprimer toute l'affection et tout l'amour que je vous porte.

Que ce travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulées, de vos prières et le fruit de vos innombrables sacrifices. Que dieu les garde et protégé

*A Mes très chers frères **Aymen, Moussa** et Ma magnifique sœur **Abir** pour leur grand amour et soutien, qui m'ont tant donné de courage pour accomplir cette étude.*

A toute ma famille, source d'espoir et de motivation

*A tous mes amis, tout particulièrement **T. Rokaia, H. Fatima zahra***

B. Nour el Houda** et **A. Leila.

*A **Selsebil**, chère amie avant d'être binôme.*

Nor El Imane

Dédicaces

Avec l'aide de DIEU le tout puissant, nous avons pu achever ce modeste travail que je dédie:

A ceux que j'aime le plus au monde mes très chers parents, pour leurs sacrifices et leurs encouragements durant toute ma vie, je ne saurais jamais comment exprimer mes sentiments pour avoir veillé sur mon éducation, jamais je ne peux les remercier assez de m'avoir donné le meilleur. Que dieu les garde et protégé.

A ma chère sœur Hadjer, mon Cher frère Taki eddine merci pour leur encouragé.

A mon binôme Nor el imane j'ai passé avec vous les moments les plus agréables de ma vie.

Je ne saurai terminer sans citer mes amies: A. Abir, H. Fatima, Z. Leïla et N. Wafaa.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Selsebil

Table de matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des Figure

Liste des tableaux

Abréviations

Glossaire

Introduction générale 1

Partie Bibliographique

Chapitre I : Généralité sur la plante hôte

I-1- Origine géographique 3

I-2- Situation actuelle de l'oléiculture 3

I-2-1- Dans le monde... 3

- Importance du secteur oléicole 4

I-2-2- En Algérie 5

- Les principales variétés en Algérie... 6

I-2-3- Oléiculture dans la wilaya 7

- Répartition d'oléiculture dans la wilaya 8

- Production d'olivier à la wilaya 10

- Variétés existantes dans la wilaya Naâma... 11

I-3- Taxonomie et origine génétique 12

I-4- Caractéristique morphologique 14

I-4-1- Système racinaire 14

I-4-2- Système aérien... 14

- Tronc 15

- Rameaux 16

- Feuilles... 16

- Fleurs... 17

- Fruit et noyaux	18
I-5-Les variétés d'olivier	20
I-5-1- L'olivier à huile	20
I-5-2- L'olivier de table	20
I-5-3- L'olivier mixte...	20
I-5-4- L'olivier de Laperrine	21
I-6- Cycle de développement végétatif...	21
I-7- Les exigences écologiques de la culture d'olivier...	23
I-7-1- Climat...	23
- Température	23
- Pluviométrie...	23
- Humidité...	24
- Altitude...	24
I-7-2- Sol...	24
I-8- Soins culturaux	25
I-8-1- Travail du sol	25
I-8-2- Amendements...	25
I-8-3- Irrigation...	25
I-9- Maladies et les ravageurs de l'olivier	25
I-9-1- Maladies d'origine abiotique...	26
I-9-2- Maladies biotiques...	26
- Bactériennes...	34
- Chancre ou Tuberculose de l'olivier...	34
- Agent pathogène responsable de la tuberculose	34

Chapitre II : Maladies fongiques

II-1- Maladies fongiques	35
II-2- Maladies fongiques des fruits...	35
II-2-1- Anthracnose de l'olivier	35

II-3- Maladies foliaires.....	36
II-3-1- Œil de paon.....	36
II-3-2- Cercosporiose de l'olivier.....	36
II-4- Fusariose de l'olivier.....	37
II-5- L'Etude approfondie de la fumagine et de la verticilliose de l'olivier.....	38
II-5-1- Fumagine de l'olivier.....	38
- Agents pathogènes responsables de la fumagine.....	38
- Classification de l'agent <i>Capnodium</i>	38
- Répartition géographique de la fumagine de l'olivier.....	38
- Symptômes.....	39
- Moyen de lutte.....	39
II-5-2- Verticilliose de l'olivier.....	40
- Agent pathogène responsable de la verticilliose.....	40
- Classification de <i>Verticillium dahliae</i> (Kleb).....	40
- Cycle biologique.....	41
- Répartition géographique de la Verticilliose de l'olivier.....	42
- Symptômes de verticilliose.....	44
- Symptômes pathologiques externes.....	44
Dépérissement rapide.....	44
Dépérissement lent.....	45
- Symptômes pathologiques internes.....	46
- Mode de contrôle.....	46
- Lutte culturale.....	46
- lutte chimique.....	46
- Moyens de lutte naturelle contre la verticilliose.....	47
II-6- Interactions plantes – agents pathogènes.....	47
II-7- Stratégies d'infection des microorganismes pathogènes.....	48
II-7-1- Les stratégies d'attaque.....	50

- La dégradation de la paroi de la cellule végétale	50
II-8-Les traitements phytosanitaires... ..	51
II-9- Lutte biologique... ..	52
II-9-1- Différents moyens de lutte biologique... ..	53
- Lutte bactériologique... ..	53
- Actualité de l'utilisation des huiles essentielles dans la lutte biologique	54
- Plante médicinale et aromatique... ..	54
-Plante fongicide... ..	55
<i>Thymus vulgaris</i>	55
-Systématique de <i>Thymus vulgaris</i>	55
<i>Artemisia judaica</i>	56
-Systématique de l' <i>Artemisia judaica</i>	57
<i>Ammoïdes verticillata</i>	57
-Systématique de l' <i>Ammoïdes verticillata</i>	58
- Métabolite... ..	59
- Métabolites secondaires des plantes... ..	59
Les différents groupes de métabolites secondaires	59
Les composés phénoliques... ..	59
Les flavonoïdes... ..	59
Activité antifongique	60
II-10- Lutte biologique contre les maladies de l'olivier... ..	60

Partie Expérimentale

Chapitre III : Matériel et Méthode

III-1- Matériel biologique	61
III-1-1- Matériels Végétales... ..	61
III-1-2- Matériel fongique	61
- Présentation de la zone d'étude... ..	61
- Localisation géographique	61

- Paysage géographique	62
- Lithologie.....	63
- Pédologie.....	65
- Hydrogéologie.....	65
- Climatologie.....	67
- Les précipitations	68
- Température	69
-Amplitude thermique	70
-Indice de continentalité.....	70
-Indice de sécheresse estivale.....	70
-Indice d'aridité de DE-Martonne.....	71
-Synthèse bioclimatique.....	72
- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	72
- Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger (1955).....	73
III-1-2- Matériel utilisé	75
III-2- Méthodes.....	75
III-2-1- Extraction des huiles essentielles.....	75
- Séchage	75
- Extraction.....	76
- Hydrodistillation.....	76
- Calcul du rendement.....	77
III-2-2- Revivification des souches fongiques.....	77
III-2-3- Essais de lutte biologique contre trois champignons phytopathogènes de l'olivier par des huiles essentielles trois plantes aromatique	77
III-2-4- Préparation de milieu de culture	77
III-2-5- Application du test.....	77

Chapitre IV: Résultat et Discussion Résultats.....	80
IV-1- Propriétés organoleptiques de l'huile essentielle extraite	80
IV-2- Rendement en huile essentielle...	81
IV-3- Résultats de la revivification des souches fongiques...	83
IV-3-1- <i>Aspergillus flavus</i>	83
IV-3-2- <i>Trichoderma sp</i>	83
IV-3-3- <i>Verticillium sp</i>	84
IV-4- Activités biologiques...	84
IV-1-4-1-Activité antifongique des huiles essentielles vis-à-vis des trois champignons...	84
Discussion.....	101
IV-2-1- Rendement en huiles essentielles	101
IV-2-2- Activité biologique	101
Conclusion.....	104

Références bibliographiques

Annexe

Résumé (Arabe)

Résumé

Abstract

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1	Zones de répartition géographique de la culture de l'olivier dans le Bassin Méditerranéen	4
Figure 2	Répartition de l'oléiculture en Algérie par régions	6
Figure 3	Répartition d'oléiculture dans la wilaya Naâma	9
Figure 4	Carte de verger d'oléiculture Sefissifa (Grinnik)	9
Figure 5	Estimations et progression de la production d'olivier à la wilaya de Naâma	10
Figure 6	Distribution naturelle du complexe <i>Olea europaea</i> dans le monde	13
Figure 7	Planche d'illustration d' <i>Olea europaea</i>	15
Figure 8	Tronc d'olivier	16
Figure 9	Feuille de L'olivier	17
Figure 10	Les fleurs d'olivier	17
Figure 11	Schéma d'une fleur d'olivier	18
Figure 12	Coupes schématiques d'un fruit d'olive (drupe)	19
Figure 13	Les fruits d'olivier	19
Figure 14	Distribution de l'olivier de laperrine dans le Sahara	21
Figure 15	Cycle de développement de l'olivier	22
Figure 16	Symptômes de l'Anthracnose sur le fruit de l'olivier	35
Figure 17	Symptôme de l'œil de paon sur les feuilles de l'olivier	36
Figure 18	Symptôme de la cercosporiose sur les feuilles de l'olivier	36
Figure 19	Dépérissement total des oliviers atteints par <i>Fusarium spp</i>	37
Figure 20	Fumagine sur rameau fortement infesté	39
Figure 21	Cycle de développement de la <i>Verticillium. dahliae</i>	42
Figure 22	Répartition géographique de la verticilliose de l'olivier	43

Figure 23	Distribution de la verticilliose d'olivier en Algérie	44
Figure 24	Les feuilles d'olivier au début de l'apoplexie	45
Figure 25	Les olives momifiés et attachés aux branches malades suite au dépérissement lent	45
Figure 26	Les modalités d'entrée des microorganismes pathogènes dans les tissus végétaux	49
Figure 27	Croissance des hyphes fongique lors de l'infection des cellules de l'hôte	50
Figure 28	Aspect morphologie de <i>Thymus vulgaris</i> L	56
Figure 29	Aspect morphologie d' <i>Artemisia judaïca</i> L	57
Figure 30	Aspect morphologie d' <i>Ammoides verticillata</i>	58
Figure 31	Carte de situation géographique de la wilaya de Naâma (Djebel Aïssa)	62
Figure 32	Les trois grands espaces géographiques dans la wilaya de Naâma	63
Figure 33	Carte lithologique de la wilaya de Naâma	64
Figure 34	Carte hydrographique de la Wilaya de Naâma	67
Figure 35	diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausse Station Naâma	73
Figure 36	Climagramme d'Emberger (Daget, 1977) la période (1992-2021)	74
Figure 37	Plante (<i>Artemisia judaica</i>) sèche	75
Figure 38	Montage hydrodistillateur de type Clevenger	76
Figure 39	Protocole de l'application du test	78
Figure 40	Méthode de disque	79
Figure 41	D'incubation des champignons (25°C)	79
Figure 42	Aspects macroscopique et microscopique du genre d' <i>Aspergillus flavus</i>	83
Figure 43	Aspects macroscopique et microscopique du genre de <i>Trichoderma</i> sp	83
Figure 44	Aspects macroscopique et microscopique du genre <i>Verticillium</i> sp	84
Figure 45	Histogramme des Taux d'inhibition de l'huile essentielle <i>Thymus vulgaris</i> contre <i>Aspergillus</i>	89
Figure 46	Histogramme des Taux d'inhibition de l'huile essentielle d' <i>Artemisea judaica</i> contre <i>Tricoderma</i> .	94

Figure 47	Histogramme des Taux d'inhibition de l'huile essentielle d' <i>Ammoides verticilata</i> contre <i>Tricoderma</i> .	94
Figure 48	Histogramme des Taux d'inhibition de l'huile essentielle d' <i>Ammoides verticilata</i> contre <i>Verticillum sp (A3)</i>	100

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1	Répartition régionale du potentiel oléicole en Algérie	5
Tableau 2	Répartition d'oléiculture dans la wilaya Naâma	8
Tableau 3	Production obtenu d'olives	11
Tableau 4	Critères thermiques pour l'olivier	23
Tableau 5	Caractéristiques d'un sol jugé adéquat pour l'oléiculture	24
Tableau 6	Les maladies d'origine abiotiques de l'olivier	26
Tableau 7	Les principaux ravageurs de l'olivier	27
Tableau 8	Les ravageurs occasionnels de l'olivier	29
Tableau 9	Les principaux maladies fongiques de l'olivier	31
Tableau 10	Les principaux maladies bactériennes de l'olivier	33
Tableau 11	Situation des ressources hydriques mobilisées (eaux souterraines et de surface)	66
Tableau 12	Les principales caractéristiques de la station de référence	67
Tableau 13	Répartition moyenne mensuelle des précipitations (mm)	68
Tableau 14	Régime saisonnier des précipitations au niveau de station de Naâma	69
Tableau 15	Valeurs moyenne mensuelles de la température	69
Tableau 16	Indice de continentalité de la zone d'étude durant la période de référence	70
Tableau 17	Indice de sécheresse estivale	71
Tableau 18	Indice de DE-Martonne	72
Tableau 19	Valeur de Q_2 et étages bioclimatiques	74
Tableau 20	Récapitulatif des espèces sources d'huiles essentielles, date et lieux de récolte et parties utilisées	75
Tableau 21	Les différentes concentrations des trois huiles essentielles utilisées	78
Tableau 22	Caractères organoleptiques des huiles essentielles extraites	80

Tableau 23	Les rendements en huiles essentielles des trois plantes (<i>Thymus vulgaris</i> , <i>Artemisia judaica</i> , <i>Ammoides verticillata</i>), par hydrodistillation.	82
Tableau 24	Comparaison entre les rendements (%) en huiles essentielles <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Artemisia judaica</i> et <i>Ammoides verticillata</i> de différentes origines	82
Tableau 25	Pourcentages d'inhibition des huiles essentielles (<i>Thymus vulgaris</i> , <i>Artemisia judaica</i> et <i>Ammoides verticillata</i>) contre <i>Aspergillus flavus</i>	85
Tableau 26	Taux d'inhibition des huiles essentielles (<i>Thymus vulgaris</i> , <i>Artemisia judaica</i> et <i>Ammoides verticillata</i>) au <i>Aspergillus flavus</i>	86
Tableau 27	Pourcentages d'inhibition des huiles essentielles (<i>Artemisia judaica</i> et <i>Ammoides verticillata</i>) contre <i>Trichoderma sp</i>	90
Tableau 28	Taux d'inhibition des huiles essentielles (<i>Artemisia judaica</i> et <i>Ammoides verticillata</i>) au <i>Trichoderma sp</i>	91
Tableau 29	Pourcentages d'inhibition des huiles essentielles (<i>Thymus vulgaris</i> et <i>Ammoides verticillata</i>) contre <i>Verticillium sp</i>	96
Tableau 30	Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>Verticillium sp</i> Suite aux traitements à base des huiles essentielles de <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Artemisia judaica</i> et <i>Ammoides verticillata</i> .	97

Liste des abréviations

%: Pour cent

°C: Degré Celsius

µl: Microlitre

AFIDOL: est une organisation d'opérateurs oléicoles agréée

ANOVA: Analyse de la variance

C: Cortex

[C]: Concentration

CENEAP: Centre national des études et d'analyses pour la planification

COI: Conseil oléicole international

Cm: Centimètre

CMI: Concentration Minimal Inhibitrice

DSA: Direction des services agricoles

FAO: Food and Agricultural Organisation

EHM: Membrane Extrahaustoriale

EHMX: Matrice Extrahaustoriale

En: Endoderme

Ep: Épiderme

g: Gramme

h: Heure

Ha: Hectare

Ha: Haustorium

HE: Huile essentielle

Hy: hyphe

INPV: Institut National de Protection des Végétaux

Kg: kilo gramme

Km: Kilo mètre

Km²: Kilo mètre carrée

m: Mètre

m²: Mètre carrée

MADR: Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

Mb: paires de bases

ml: Millilitre

ONM: Office Nationale de Météorologie

P: Précipitation

PAM: Plantes Aromatiques Médicinales

PDA: Potato Dextrose Agar

PGPR: Plant Growth-Promoting Rhizobacteria

pH: potentiel hydrogène

Pm: Parenchyme pallissadique

PNDA: Plan national de développement agricole

Q2: Coefficient d'Emberger

Qx: Quintal

R: Répétition

Rh: Poils racinaires

S.A.U: Surface Agricole Utile

S.A.T: Surface Agricole Totale

Sm: Parenchyme lacuneux

sp: Espèce

St: Stomate

T: Température

Vasc: tissus vasculaires

Xv: vaisseaux du xylème

Glossaire

- (D'après institute.inra.fr et *Interaction insectes plantes- Edition Quae- Nicolas Sauvion, 2013*).
- **Sophie Pasche, Anne- Laure Maire, Yves Bourguignon, Pascal Martin, Florian Mombrial, Patrice Prunier Mai 2020.**
- **Green Facts sur base de FAO Glossary of biotechnology & genetic engineering.**

Adventice: la définition d'une plante adventice diffère selon la vision agronomique ou biologique du mot:

- Point de vue agronomique: pour l'agriculture, une adventice est une plante non désirée à un endroit ou un temps donnés, qui entre en concurrence avec les cultures. C'est un synonyme de «mauvaise herbe», «plante indésirable» ou «plante à problème». Dans ce contexte, il peut s'agir de plantes sauvages et de repousses de la culture précédente (par exemple du blé dans du colza);
- Point de vue biologique: l'approche de la biologie considère comme «flore adventice» toute plante sauvage ayant une croissance spontanée dans une culture, dont les espèces messicoles, mais les repousses de cultures non comprises.

Agent pathogène: Quelque chose qui provoque directement ou indirectement une maladie. Il peut être physique (chaleur, froid, traumatisme), chimique ou biologique (bactéries phytopathogène, champignons phytopathogène, virus phytopathogène, phytoplasmes...). Dans le cas des agents biologiques on parle d'agents infectieux.

Alternance: phénomène cyclique observé chez de nombreux arbres cultivés ou sauvages d'une alternance synchronisée entre une année de production importante de fruits et une ou des années de faible production. L'alternance est biennale chez les arbres fruitiers (pommiers, poiriers, pruniers par exemple). La gestion de ce phénomène est importante dans la production fruitière.

Amendement: matières organiques ajoutées à un sol, destinées à reconstituer l'humus et à améliorer la structure du sol.

Antifongique: Médicament utilisé dans le traitement des mycoses (infection par des champignons microscopiques).

Biocontrôle: Ensemble de méthodes de protection des végétaux par l'utilisation de mécanismes naturels.

Caractéristiques: en phytosociologie, une espèce est dite caractéristique lorsqu'elle se rencontre principalement, voire uniquement, dans une unité végétale (association, alliance...), et donc plus rarement dans d'autres. L'espèce caractéristique est donc associée à des milieux contraignants sur le plan écologique, qui contribuent à sélectionner un nombre restreint d'espèces. Pour les milieux peu contraignants écologiquement, il est préférable de parler de cortège différentiel.

Champignon: Organisme eucaryote (dont le noyau est séparé du cytoplasme par une membrane), dépourvu de chlorophylle et incapable de photosynthèse, qui se nourrit de substances organiques, dont certaines espèces sont parasites des plantes.

Conidiophore: stipe filament spécialisé portant la spore ou l'organe de reproduction asexuée.

Cryptogame: désigne les végétaux dont les organes sexuels sont peu apparents ou tout à fait cachés (à l'opposé des phanérogames). Sous ce terme sont regroupés les fougères, les bryophytes, les algues et les champignons (dont font partie les lichens). Etymologie: crypto= caché et game = union, mariage, reproduction.

Entomopathogène: Relatif aux organismes (généralement des bactéries, virus, protozoaires ou champignons) causant des maladies aux insectes, souvent comme parasites ou parasitoïdes.

Facteurs abiotiques: Ensemble des facteurs physico-chimiques (précipitations, température, etc.) représentant une partie des facteurs écologiques dans un écosystème (cf. Facteurs biotiques).

Fongique: Relatif aux champignons.

Insecticide: Substance qui tue les insectes.

Métabolisme: C'est l'ensemble de toutes les réactions chimiques s'effectuant dans la cellule vivante. On définit le métabolisme par trois fonctions précises:

- L'extraction et le stockage de l'énergie
- La transformation des molécules exogènes en matériaux précurseurs, à la base de la construction de la cellule
- L'assemblage de ces précurseurs en macromolécules indispensables au fonctionnement de la cellule.

Microsclérote: Sclérote de très petite dimension (1 à 3 mm), mais visible à l'œil nu.

Milieu de culture PDA: Le milieu de culture PDA provient de l'anglais Potato Dextrose Agar. Ce milieu de culture gélosé est produit à base d'infusion de pomme de terre et de dextrose; il contient des antibiotiques. Milieu de culture riche. Favorise la production de mycelium. Utilisé pour conserver plusieurs espèces de champignons dans une collection.

Pesticide: Terme générique pour nommer une substance destinée à empêcher, détruire ou combattre des organismes qui peuvent être nuisibles à une culture.

Phytophage: qui se nourrit de matières végétales; synonyme d'herbivore, souvent employé pour qualifier des insectes.

Photosynthèse: processus qui permet aux végétaux et à certaines bactéries de produire de la matière organique (sucres) à partir de gaz carbonique et d'eau, en exploitant l'énergie lumineuse.

Phytosanitaire: Relatif aux soins et préventions des maladies des organismes végétaux.

Polyphagie: Caractérise les insectes se nourrissant de diverses familles de plantes non apparentées sur le plan taxonomique.

Ravageurs: (des cultures) animal (insecte, nématode, acarien, rongeur, etc.) qui cause des dégâts significatifs aux cultures.

Spore: Cellule ou organe pluricellulaire de reproduction ou de multiplication végétative, engendrant directement un nouvel individu, sans fécondation obligatoire.

Saprophytes: Groupe fonctionnel comprenant les champignons, les bactéries et quelques plantes se nourrissant de la matière.

Surface Agricole Utile: Instrument statistique permettant d'évaluer la surface foncière déclarée par les agriculteurs. Elle comprend les terres arables, les surfaces toujours enherbées (prairies permanentes, alpages), les cultures pérennes et les jardins familiaux des agriculteurs.

Symbiose: association biologique durable et réciproque entre deux ou plusieurs organismes vivants. Un lichen est un exemple de symbiose entre une algue unicellulaire et un champignon: l'algue retire de la relation un apport important en eau et en sels minéraux ainsi qu'un gîte; le champignon retire les sucres nécessaires à sa croissance produits par l'algue grâce à son activité photosynthétique.

*Introduction
générale*

INTRODUCTION

L'olivier, *Olea europaea* L, est une espèce caractéristiques du région méditerranéen, elle a une place importante dans les ressources écologiques et économiques des pays de cette région (**Herder et al., 2015 ; Chenoua, 2010**). On le trouve également en Amérique du Nord et du Sud, en Chine, en Australie, avec un pourcentage ne dépassant pas les 3% de l'olivieraie mondiale (**FAO, 2005**).

L'Algérie, comme les autres pays méditerranéens, est classée à la septième place des producteurs mondiaux et la troisième Africaine après la Tunisie et le Maroc avec 1,7% de production mondiale (**COI, 2020a ; FAOSTAT, 2020**). L'oléiculture en l'Algérie s'étend sur une superficie de 432.961 ha produisant 684.461 tonnes, soit 3,3 % de la production mondiale pour l'année 2017 (**FAO, 2019**).

La production des olives est limitée par plusieurs maladies et ravageurs, conduisant à des pertes de la récolte. Parmi les maladies les plus dangereuses nous citons la verticilliose qui présente ces dernières années une grave menace sérieuse pour l'oléiculture algérienne.

Cette maladie vasculaire est provoquée par un champignon tellurique appelé *Verticillium dahliae* Kleb qui est nuisible pour le système racinaire et la croissance des plantes (**Caballero et al., 1980 ; Jiménez-Díaz, 1985 ; Blanco-Lopez et al., 1984**).

Plusieurs autres espèces fongiques ayant une importance secondaire telles que *Alternaria sp* qui est le responsable de la pourriture des fruits et tache foliaire (**Sanchez Hernandez et al., 1998**).

Le moyen de lutter conventionnels contre ces maladies qui s'appuient sur une utilisation non raisonnée des pesticides peut entraîner la pollution de l'environnement et les eaux souterraines et l'apparition de souches pathogènes résistantes.

Pour pallier ce problème, des stratégies de lutte biologique se sont développées comme alternatives la lutte chimique.

De nombreux travaux ont étudié le pouvoir biocide des plantes, notamment aromatiques, à travers leurs huiles essentielles. Les résultats sont très encourageants, ce qui nous a incité à effectuer quelques essais de lutte dans l'objectif de d'évaluer les indices antifongiques de trois plantes contre trois champignons isolés de l'olivier de la région de Naâma.

En effet, l'objectif principal de ce travail était en premier lieu, de faire une synthèse bibliographique sur les maladies les plus destructives de la culture en question à l'échelle mondiale et nationale, puis de mettre en évidence l'effet antifongique des huiles essentielles des trois plants aromatiques : *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*

INTRODUCTION

contres trois champignons phytopathogènes : *Aspergillus flavus*, *Trichoderma sp* et *Verticillium sp*. Par conséquence, notre travail exposé dans ce mémoire est organisé en trois grandes parties :

La première partie aborde la synthèse bibliographique qui regroupe deux chapitres à savoirs :

Généralité sur l'olivier et les différentes phytopathologies d'origine fongique d'olivier.

La seconde partie définit l'étude expérimentale qui regroupe un ensemble de manipulations qui ont servi essentiellement à l'extraction des huiles essentielles de trois plantes aromatique, et à l'application de différents essais de lutte naturelles contre les champignons cités dans les conditions du laboratoire.

Enfin la troisième partie commence par la présentation des résultats obtenus suite à l'application des tests cités précédemment et se finit par une discussion, une conclusion et des perspectives.

Partie
Bibliographique

Chapitre I :
Généralité sur la
plante hôte

Généralités sur la plante hôte (*Olea europaea*)

I-1-Origine géographique

Solen Fouin et Sarfati (2002) ; Velitzelos et al., (2005) l'origine géographique de l'olivier remonte à 50.000 - 60.000 ans en Syrie, en Asie Mineure, au Proche-Orient. Cependant, Gaussorgues (2009) a rapporté que son ethnique était africaine ravagée de l'Égypte ou de l'Éthiopie. La domestication de l'olivier semble être très tardive, environ 6000 ans BP (Terral et al., 2004 ; Caballero et Del Río, 2008 ; Di Rita et Magri, 2009) au Orient à l'Est méditerranéen (Zohary et Hopf, 2000 ; Lumaret et al., 2004). Par la suite, l'olivier a été allonger vers l'Occident par les deux côtés de la Méditerranée les grandes civilisations telles que les Phéniciens, les Grecs puis les Carthaginois, les Romains et les Arabes (Civantos, 2008 ; Carrión et al., 2010).

Plus tard, la culture de l'olivier a traverse le Bassin méditerranéen (García Verdugo et al., 2010) dans le nouveau Monde Pérou, Chili, Mexique, Argentine, Brésil et États-Unis (Californie) (Civantos, 2008), à l'Inde, au Caucase et au sud de l'Asie (Chine, Malaisie et Maui), elle est également présente en Afrique du Sud, en Australie, au Japon, en Chine et plus récemment en Nouvelle-Calédonie (Rhizoupoulou, 2007 ; Leroy, 2011).

I-2-Situation actuelle de l'oléiculture

I-2-1-Dans le monde

Les oliviers poussent dans toutes les régions du globe, entre 30° et 45° de latitude dans deux hémisphères (Benhayoun et Lazzeri, 2007).

Dans le monde, il existe plus que 6.7 millions de familles des êtres humains qui possèdent oliviers. Selon le COI (2015a), les oliviers couvrent plus de 11 millions d'hectares dans 47 pays. De grands vergers sont répertoriés en Espagne, Italie, Turquie, Tunisie.

Comparé au reste du monde, le bassin méditerranéen reste une zone oléicole en raison de climat favorable en termes température et mesure hydrologiques (**Figure 1**) (**Verdier, 2003**).

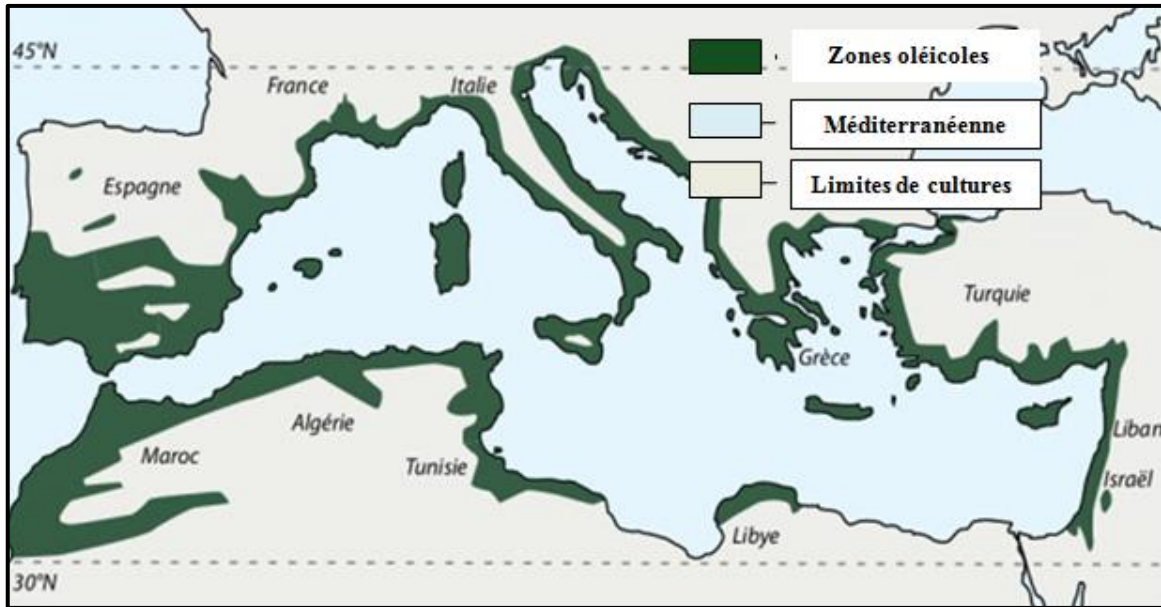


Figure 1 : Zones de répartition géographique de la culture de l'olivier dans le Bassin Méditerranéen (**d'après Lemee et Ramade, 2008**)

❖ Importance du secteur oléicole

De par son importance économique et sociale ainsi que ses aspects environnementaux, l'olivier est actuellement considéré comme un élément majeur de l'économie agricole de certains pays de la région, qui le considère comme un secteur stratégique qu'il convient de sauvegarder (**Mendil, 2009**).

Ces dernières années, la culture de l'olivier dans le monde a connu un développement très important (**COI, 2014**). Il couvre actuellement 10,126 millions d'hectares avec plus de 1,05 milliard d'oliviers, mais le bassin méditerranéen reste sa terre de prédilection, avec près de 95% des oliviers du monde (**COI, 2014**).

La production mondiale d'olivier est principalement concentrée dans les pays méditerranéens, avec 2 300 000 tonnes d'activité oléicole en 2013, les premiers producteurs sont l'Espagne, qui bénéficie d'un climat favorable avec une récolte de plus de 1 500 000 tonnes, suivie de l'Italie avec une production 500 000 tonnes, la Grèce, pour sa part, avec une importante baisse de sa production à 230 000 tonnes en raison de la forte sécheresse de l'été, une production de 180 000 tonnes en Turquie tandis que celle du Maroc est de 120 000 tonnes, la production de la Tunisie

est de 80 000 tonnes (COI, 2014). Pour l'Algérie a produit 62 000 tonnes, cela place l'Algérie à la cinquième place au niveau méditerranéen et nos voisins la Tunisie et le Maroc sont devenus en si peu de temps des concurrents potentiels sur le marché international. Malgré le problème des coûts de production élevés, ils arrivent à place sur le marché mondial environ 70% de leur production nationale (COI, 2014).

I-2-2-En Algérie

En Algérie, l'olivier est une espèce fruitières essentielle (Benderradji *et al.*, 2007; Babouche et Kellouche, 2012), et sa en superficie s'est élargie de plus du 1/3 de surface arboricole fruitières (FAOSTAT, 2013), couvrant 383 443 ha, avec un nombre de 50 369 990 d'oliviers dont 44 664 333 en masse et 5 705 657 sont plantés individuellement. Le nombre d'oliviers en production est de 30 527 175 arbres soit 61% du nombre total d'oliviers (DSASI, 2014).

Tableau 1 : Répartition Régionale du Potentiel oléicole en Algérie (MADR-DSASI, 2014).

Régions	Superficie Occupée	Oliviers en Masse	Oliviers isolés	Total oliviers Complantés	Oliviers en Rapport
	(ha)	(Nombre d'arbres)	(Nombre d'arbres)	(Nombre d'arbres)	(Nombre d'arbres)
Centre	160 515	15 733 710	1 743 624	17 468 334	12 505 153
Est	132 439	15 532 261	1 929 070	17 461 331	9 205 380
Ouest	73 032	9 734 961	1 492 636	11 227 552	7 230 848
Sud	17 457	3 663 446	549 327	4 212 773	1 585 794
Total	383 443	44 664 333	5 705 657	50 369 990	30 527 175

L'oléiculture est concentrée dans trois principales régions : le Centre avec 160 515 hectares (41,86%), l'Est avec 132 439 ha (34,54%) et l'Ouest avec 73 032 ha (19,05%). N'oublions pas que le Sud avec 17 457 (4,55%). 90% des plantations appartiennent du Kabylie qui est le noyau le plus important de notre production oléicole est le pays de l'olivier sauvage (DSASI, 2014) (Larabi et Khanous, 2016) (Figure 2). Il ya deux grandes zones oléicoles secondaires, l'une à Guelma, l'autre à Tlemcen (Abdessemed, 2017).

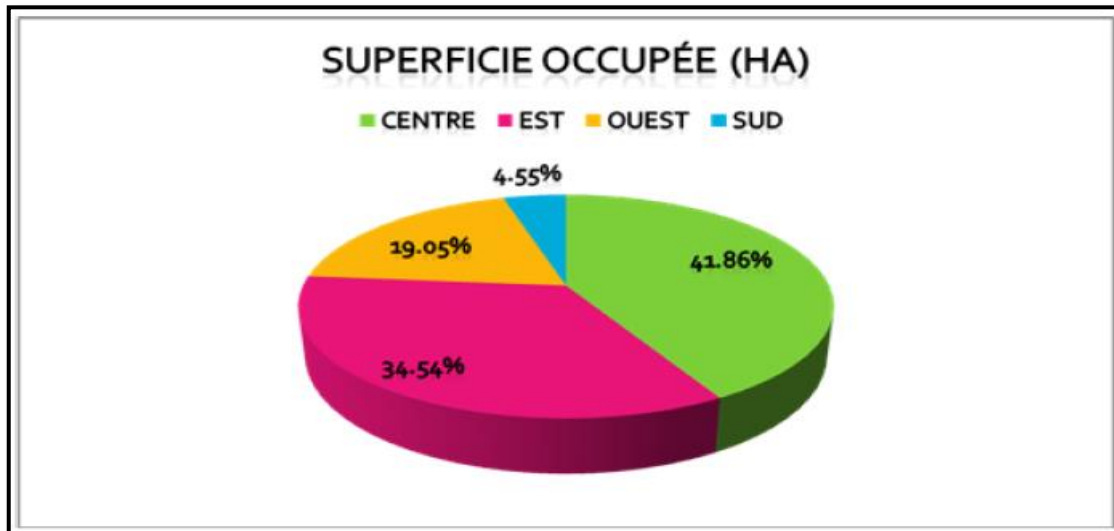


Figure 2 : Répartition de l'oléiculture en Algérie par régions (MADR – DSASI, 2014)

L'oléiculture nationale algérienne représente environ 33 % de la production d'arbres. Le bon climat et les traditions oléicoles ancestrales.

Il joue un rôle important dans le processus de relance économique d'Algérie (Acila, 2018). Elles constituent des avantages compétitifs pour le développement de la filière oléicole et l'autosuffisance en huiles végétales (Sadouk *et al.*, 2018).

❖ Les principales variétés en Algérie

Les oliveraies algériennes comportent une diversité variétale, avec plus ou moins 150 variétés selon les travaux réalisés par (Hauvill 1953). En plus des variétés locales nous avons également introduit des variétés introduites. Seules 36 variétés ont été identifiées sur la base de discriminateurs morphologiques (Mendil et Sebai, 2006).

Selon Boukhari (2014) les principales variétés locales en Algérie sont :

-Chemlal : C'est la variété la plus dominante en Algérie, représentant près de 45% du patrimoine oléicole nationale. Les fruits relativement petits de 2,5g et donne un rendement en huile de l'ordre de 18 à 24%. Elle est variété autostérile par absence de pollen (ONFAA, 2016).

-Ségoise : Elle représente 25% de la surface oléicole du pays. C'est une variété auto-fertile, elle est fruit moyen, pesant 3 à 3,5g. Rendement en huile entre 18 à 20 %. Ségoise est utilisée principalement pour la production d'olives de table en vertes ou en noires.

Généralement, elle est située à l'Ouest du pays allant de Oued Rhiou jusqu'à Tlemcen. C'est une variété à double fins. C'est un bon pollinisateur de Chemlal (Lamani et Ilbert, 2016a).

-Azeradj : Représente 10% des oliviers cultivés en Algérie. Elles sont généralement accompagnées de peuplements de Chemlal dont Azeradj améliore la pollinisation. Elles ont un gros fruit (3 à 5g) et sa teneur en huile est de 24 à 28%, et sont utilisés en la conserverie et même en production d'huile (ONFAA, 2017).

-Limli : C'est une bonne variété à huile (Mendil et Sebai, 2006), représente 8% des oliveries nationales, fruits petits d'un poids de 1 à 2g avec un rendement en huile de 15%. Huile légèrement acide, mûre et très précoce à découvrir dans la région d'Oued Soummam (ONFAA, 2016).

-Rougette de Mitidja : C'est une variété à huile installée à basse altitude dans la plaine de Mitidja et sur le piémont de l'Atlas, à faible altitude.

-Rougette de Guelma et blanquette de Guelma : Elles sont liées dans la région Est du pays (ONFAA, 2016).

-Bouchouk : Variété cultivée surtout dans la basse vallée de l'Oued Soummam, en petite Kabylie. Mais on la trouve également en grande Kabylie en mélange avec Chemlal, et dans l'Est de pays (Constantinois). Le fruit est gros (3-5g) et donnent un rendement moyen en huile de 16 à 20 %, la variété est toutefois utilisée pour la mise en conserve (ONFAA, 2016).

-Blanquette : Très proche de la Chetoui de Tunisie à fruit très gros à noyau pointu, huile fruitée infigeable.

I-2-3- Oléiculture dans la wilaya Naâma

Les surfaces réservées à l'oléiculture ont doublé, ces dernières années, on dispose d'atouts naturels considérables augurant d'un avenir prospère pour cette filière, selon des estimations de la direction des services agricoles (DSA).

Plusieurs facteurs ont encouragé les agriculteurs à investir cette culture notamment l'adaptation des oliviers au climat de la région et sa faible consommation d'eau d'irrigation contrairement aux autres arbres fruitiers nécessitant plus d'entretien et usage de pesticides.

Cette culture est très prisée par les agriculteurs de Naâma, où les surfaces plantées en oliviers ont atteint, à la fin de l'année 2021, quelque 206 700 ha, a-t-on appris des services agricoles.

La wilaya compte actuellement 759285 oliviers plantés. Il est prévu ont doublé selon les prévisions de la DSA.

❖ Répartition d'oléiculture dans la wilaya

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des superficies totales d'oliviers dans la région de Naâma 2021(**Tableau 2**).

On remarque une augmentation de répartition de l'oléiculture dans la wilaya jusqu'à atteindre 206 700 ha, en 2021.

Spatialement, toutes les communes ont connues une augmentation des superficies oléicoles. Cependant c'est la commune d'El Biodh qui a connu la plus grande augmentation des surfaces pour atteindre 38000 ha, puis vient en deuxième position la zone de Sfissifa, avec 33 000 ha. Les communes d'Ain Sefra 32 100 ha, Tiout 23 500 ha et Naâma 23 000 ha et aussi Mecheria 17 200 ha, Asla 15 200 ha, Ain Ben Khelil 12 500 ha, Moghrar 8000 ha, Djenien Bourezg 3075 ha. Et Ben Amar 600 ha et Kasdir 525 ha connues une augmentation progressive mais très faible des superficies d'oliviers durant cette même période.

Tableau 2 : Répartition d'oléiculture dans la wilaya Naâma (DSA 2021).

Communes	Superficie (ha)
Naâma	23 000
Mècherai	17 200
Ain-Sefra	32 100
Tiout	23 500
Sfissifa	33 000
Moghrar	8000
Asla	15 200
Djenien-Bourezg	3000
Ain-Ben-Khelil	12 500
Mekmen-Ben Amar	600
Kasdir	525
El-Biodh	38 000
TOTAL	206 700

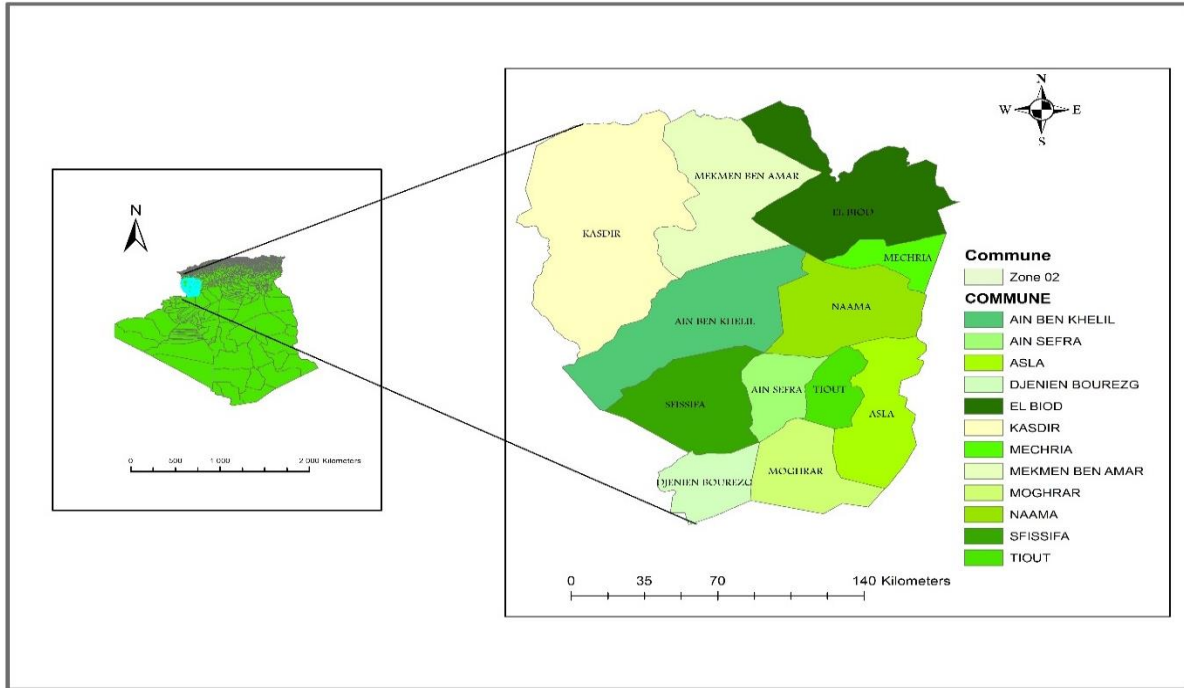


Figure 3 : Répartition d’oléiculture dans la wilaya Naâma

La wilaya dispose de deux grands périmètres d’oléiculture (DSA) :

Le périmètre de Bhalil à (El-Biodh) avec 350 00 ha

Le périmètre de Grinnik à (Sfissifa) avec 140 00 ha (**Figure 4**).



Figure 4 : image de verger d’oléiculture Sefissifa (Grinnik) (Google earth, 2022).

❖ **Production d'olivier dans wilaya**

La courbe ci-dessous présente l'évolution de production d'oliviers dans la région de Naâma en 2015 jusqu'à 2021.

On remarque une augmentation de production allant de 3288 quintaux, en 2015 jusqu'à atteindre 13 637 quintaux, en 2020.

Une diminution remarquable de la production de l'olivier qui est à l'ordre de 101 quintaux a été enregistrée en 2021 par rapport à celle du 2020.

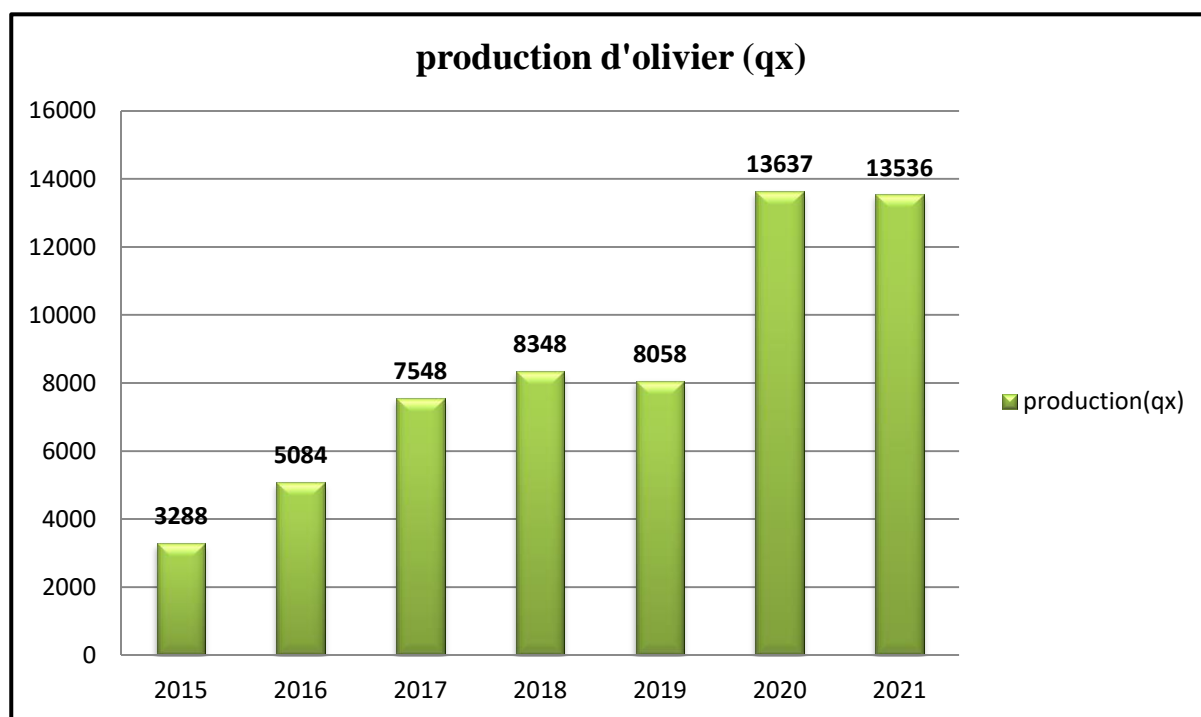


Figure 5 : Estimations et progression de la production d'olivier à la wilaya de Naâma (DSA, 2021).

Au niveau de la DSA, on relève que la production obtenue d'olives totales 15 420 quintaux au janvier 2022 (**Tableau 03**) par rapport à l'année 2021 on relève la production atteint d'olives totales 18 163 quintaux. Alors que le rendement moyen d'olive à l'huile par hectare a atteint dans la wilaya les 14 030 quintaux, avec un rendement moyen de transformation de 11 litres d'huile d'olive par quintal (2022) (**Tableau 03**), ça qui est légèrement inférieur par rapport à celui obtenu en 2021, dont le rendement moyen d'olive à l'huile par hectare a atteint les 15 075 quintaux, avec un rendement moyen de transformation de 12 litres d'huile d'olive par quintal (**DSA 2021**).

Tableau 03 : production obtenu d'olives (DSA 03/01/2022).

Indicateurs		Production obtenue						
		Superficies récoltées (ha)	Quantité d'olives totales (qx)	Olives de table (qx)	Olive à l'huile (qx)	Quantité triturée (qx)	Production l'huile d'olive (hl)	Rendement d'huile (l/q)
Situation arrêtée au 03/01/2022	En masse	813	14 960	1070	13 890	13 890	1528	11
	En isolé	73	460	320	140	140	15	11
	Total	886	15 420	1 390	14 030	14 030	1 543	11

❖ Variétés existantes dans la willaya Naâma

Les olives de variété "Chemlal" représentant 83% de la surface globale productive Le restant des oliviers plantés de variété "Ségoise" représentant 17% et quelque olives de variété " Sefiana" (DSA, 2021).

I-3-Taxonomie et origine génétique

Se cultive dans les climats méditerranéens pour son fruit, genre *Olea* qui inclus 35 espèces (Corderiro *et al.*, 2008). La seule espèce qui supporte des fruits comestibles est l'*Olea europaea* L. (Breton *et al.*, 2006a ; Rubio de Casas *et al.*, 2006).

Selon (Strikis *et al.*, 2010) la systématique moléculaire comme suite :

Règne : Plante

Sous règne : Tracheobionate

Division : Magnoliphytes

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Astéridées

Ordre : Lamiales

Famille : Oléacées

Genre : *Olea*

Espèce : *europaea*

Dans *Olea europaea*, six sous-espèces ont été identifiées, de l'Afrique du Sud à la Chine, à travers les montagnes du Sahara, la Macaronésie et le bassin Méditerranéen (Vargas *et al.*, 2001; Green, 2002 ; Doveri et Baldoni, 2007 ; Besnard *et al.*, 2009). La figure 6 illustre la distribution des formes natives du complexe *O. europaea* (Besnard *et al.*, 2007) dans le monde.

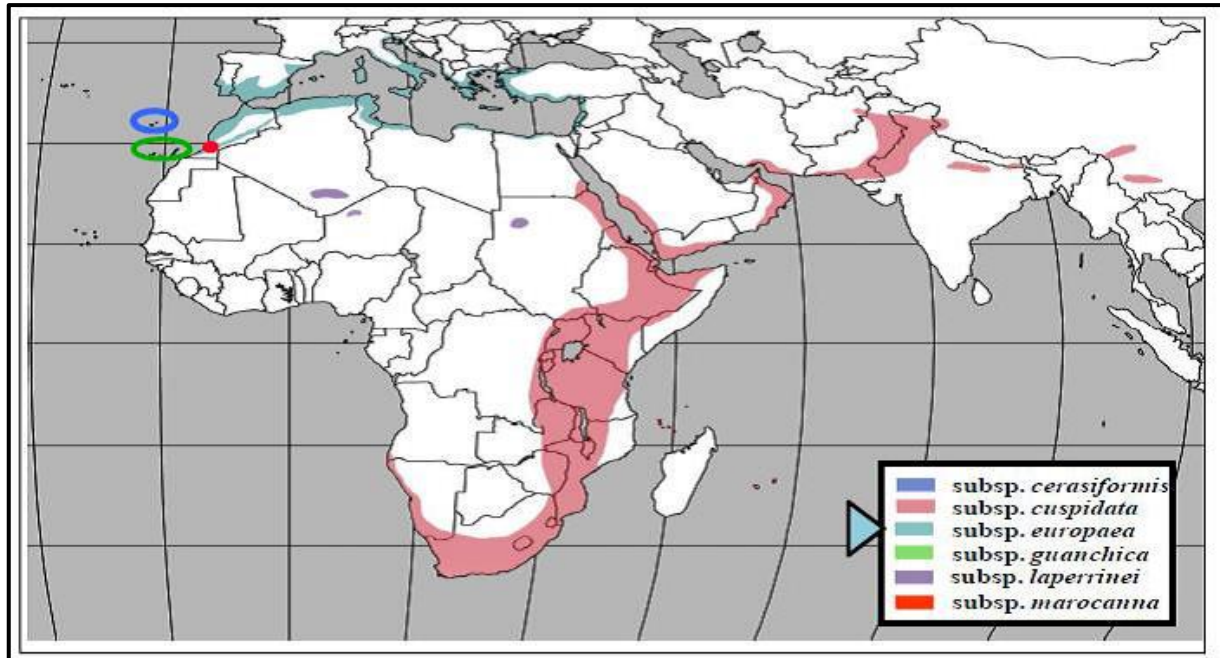


Figure 6 : Distribution naturelle du complexe *Olea europaea* dans le monde (Rubio de Casas *et al.*, 2006).

- 1 Sous-espèce *Europaea* : comprend deux variétés *europaea* (olive cultivé) et *sylvestris* (olive sauvage) : présent dans le bassin Méditerranéen.
- 2 Sous-espèce *Cuspidate* : s'étend du sud-est de l'Asie au sud-ouest de la Chine, et de la péninsule arabique à travers l'Afrique de l'Est et du Sud.
- 3 Sous-espèce *Laperrinei* : uniquement dans la région du Sahara.
- 4 Sous-espèce *Maroccana* : uniquement au Maroc.
- 5 Sous-espèce *Cerasiformis* : uniquement dans l'île de Madère.
- 6 Sous-espèce *Guanchica* : dans les îles Canaries.

L'ensemble des cultivars sont diploïdes ($2n=2x=46$), principalement allogames dont la taille de génome est environ 1.800MB (Loureiro *et al.*, 2007 ; Besnard *et al.*, 2008). D'après Cruz *et al.*, 2016, les oliviers sauvages et cultivées ont 46 chromosomes ($2n$).

I-4- Caractéristique morphologique

Les oliviers sont généralement des arbres vigoureux, avec un tronc le plus souvent raboteux et une tête arrondie et des rameaux étalés et nombreux de dimensions et de forme variables (**Bouregghda, 2017**). Les oliviers peuvent atteindre 15 à 20 mètres de hauteur (**Loussert et Brousse, 1978**).

Peut la devise en deux parties :

I-4-1- Système racinaire

L'olivier présente un système racinaire puissant, il assure sa vitalité, adapte la plante à la profondeur et aux caractéristiques physiques et chimiques du sol. (**Loussert et Brousse, 1978**).

Selon eux dans les sols sablonneux le système racinaire est à tendance pivotant et son développement peut atteindre 6 à 7 m en profondeur.

Dans les sols lourds à texture franche (peu ou non aérés et peu profonds), le système racinaire est à tendance fasciculé. Les racines se développent latéralement (superficiellement), en profondeur peut se situer entre 15 à 150 cm (**Argenson et al., 1999**).

I-4-2- Système aérien

Olea europaea L. est un arbre ayant une hauteur comprise entre 15 et 20 m, à bois dur (**Bruneton, 2009**) et un noyau dur qui donne le mésocarpe est riche en l'huile (**Wright et al., 2007**).

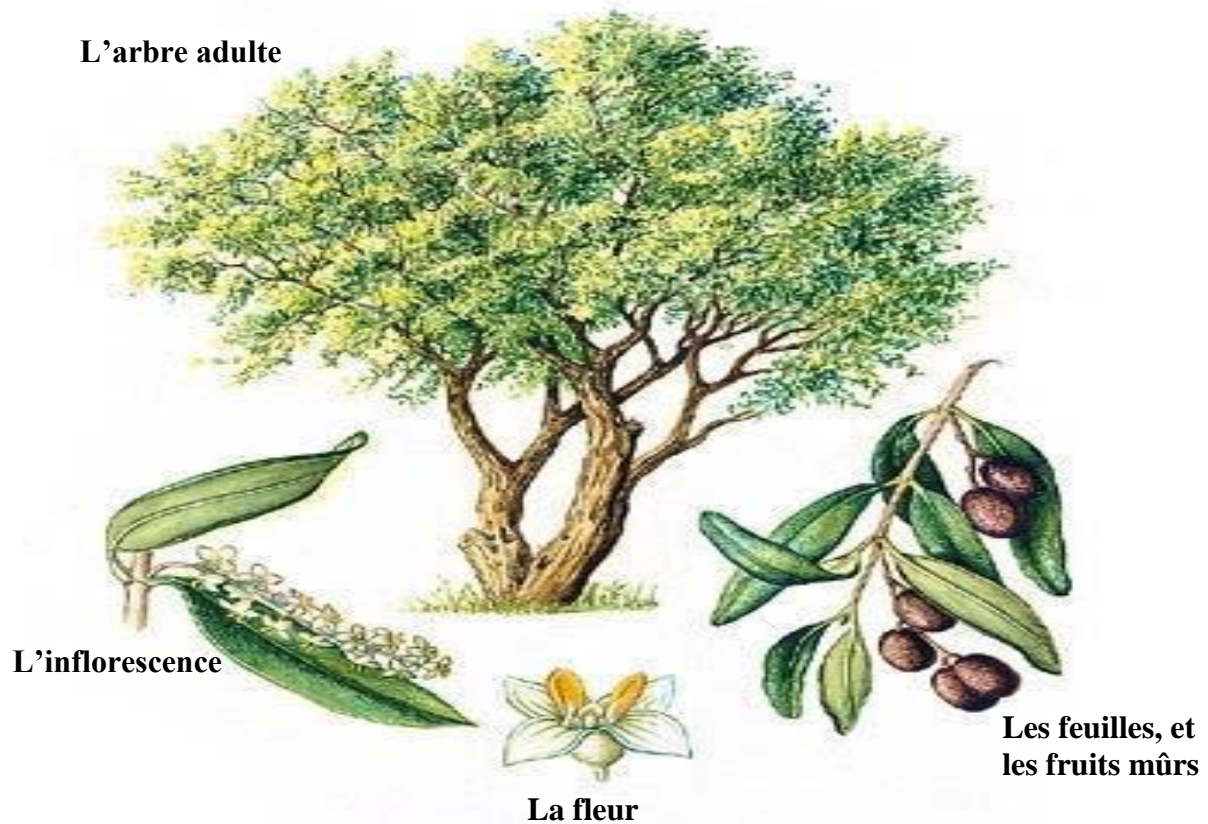


Figure 7 : Planche d'illustration d'*Olea europaea* (Dessin Chantal Beaumont – Archives Larousse) en Ben Amira 2018.

➤ **Tronc**

Il est très dur, compact de couleur gris-verdâtre lisse (Courboulex, 2002), met de branches un peu grosses (Beck et Danks, 1983).

En milieu sec, le tronc développe une épaisse couche de tissu, tandis qu'en milieu humide l'écorce est faible et les tissus sont souvent viables (Lavee, 1997).



Figure 8 : Tronc d'olivier (Ain Sefra, 2022)

➤ **Rameaux**

Ils sont de couleur gris-vert. Il existe trois types de branches : les rameaux à bois, mixtes et fruitières (Hamdadou et Bouchagoura, 2018).

➤ **Feuilles**

Leur durée de vie est de l'ordre de 3 ans. Elles sont simples, complètes avec des pétioles courts et limbe lancéolé (Ruby, 1918 ; Argenson *et al.*, 1999). Leur forme et leur taille très variables suivant les variétés. Elles peuvent être ovales, oblongues, lancéolées et parfois presque linéaires. Les dimensions peuvent varier de 3 à 8 cm de long et de 1 à 1,25 cm de large (Loussert Brousse, 1978).



Figure 9 : Feuille de L'olivier (Ain Sefra, 2022)

➤ **Fleurs**

La fleur d'olivier est petite et ovale, avec des pétales blanc-jaunâtre, très parfumée et extrêmement, très sensibles au froid et au vent.

Elles se répartissent en petites grappes dressées, allant 10 à 40 en moyenne, suivant la variété (Loussert et Brousse, 1978).



Figure 10 : Les fleurs d'olivier (Mecheria, 2022)

Ces fleurs sont tétramères, hermaphrodites (**Henry, 2003**), mais les travaux de **Amirouche, (1977)** montrent que cette caractéristique change, selon les variétés. Parfois sur un même arbre, il y a trois types de fleurs :

- Une fleur complète (monoclines) a des organes normaux (pistils et étamines), qui produisent des fruits et des graines.

- Fleur stérile (déclines) complexe des étamines avec du pollen mais pas de pistils.

- Fleur à étamines normaux et pistils anormaux (stigmates non fonctionnels ou ovaire sans ovules ou avec ovules anormaux).

Seulement 5% des fleurs parfaites peuvent assurer la production d'arbre après pollinisation et fécondation (**Lavee, 1986 ; Martin et al., 1994**).

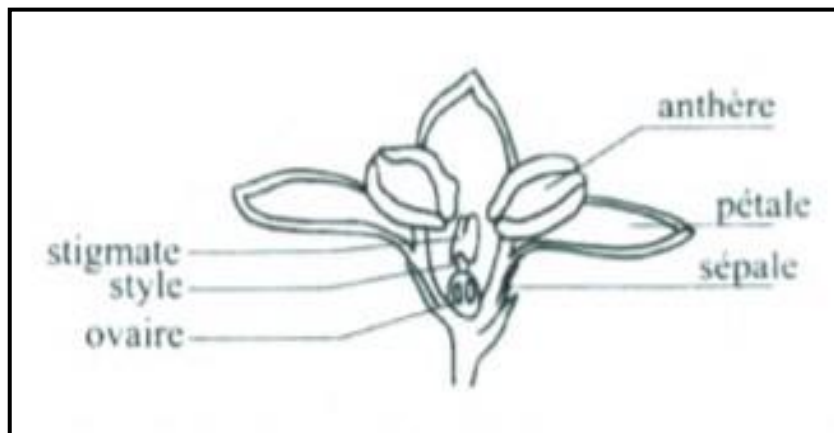


Figure 11 : Schéma d'une fleur d'olivier (**Loussert et Brousse, 1978**).

➤ Fruits et noyaux

Le fruit est une drupe charnu, riche en lipide (**Gigon et Le Jeune, 2010**), et entre 1 et 3 cm de diamètre (**Argenson et al., 1999**).

Selon **Cuneo, 2006** in **Gigon et Le Jeune, 2010**, le fruit d'olivier comprend :

L'épicarpe c'est fin et lisse qui recouvre une matière cireuse (**Loussert et Brousse, 1978**).

Le mésocarpe c'est pulpe du fruit elle constituée de cellule dans lesquelles seront stockées les gouttes de graisses qui formeront l'huile d'olive.

L'**endocarpe** ou noyau est très dur, Il se compose de deux types de cellules l'enveloppe et l'amande (future embryon) (**Barranco *et al.*, 2000**).

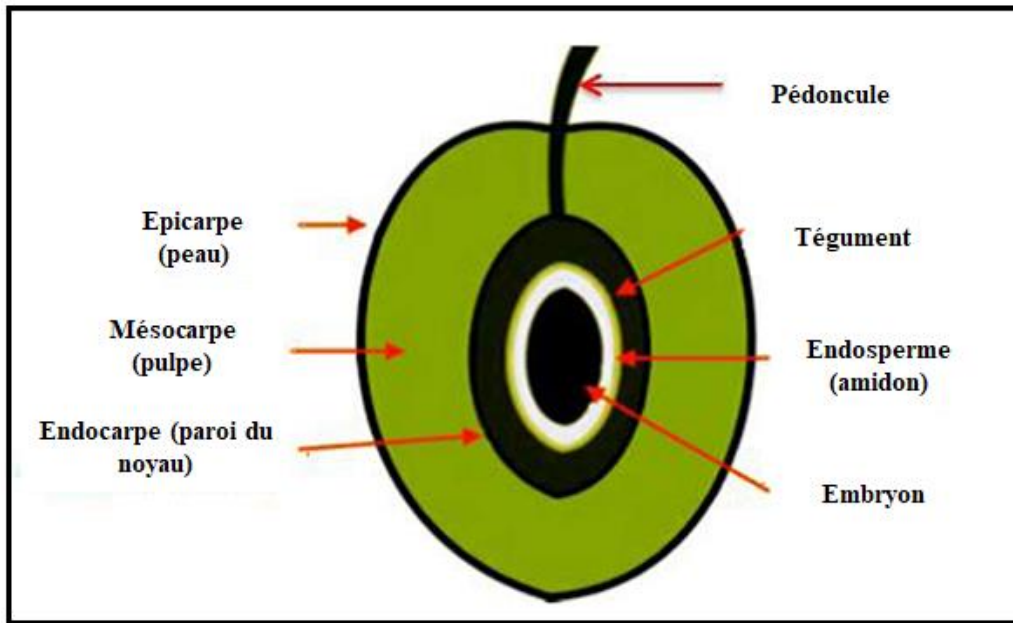


Figure 12 : Coupes schématiques d'un fruit d'olive (drupe) (**Muzzalupo et Micali, 2015**)

A maturation, l'épicarpe passe du vert tendre (olive verte), au violet ou au rouge (olive tournante) et enfin au noir légèrement (olive noire) (**Loussert et Brousse, 1978**).



Figure 13 : les fruits d'olivier (**Naâma, 2022**)

I-5-Les variétés d'olivier

Il existe les différents types d'oliviers en fonction de la destination finale du fruit, soit en trois catégories :

I-5-1-L'olivier à huile

L'huile d'olive est un produit polyvalent, qui est un élément clé du régime « méditerranéen », tel que recommandé par de nombreux régimes. Il joue également rôle crucial dans l'étude de ses propriétés médicinales et cosmétiques. Elle se distingue par une teneur spécifique en acides gras et autre minéraux appartenant au pourcentage des huiles végétales non saponifiable. Ses propriétés physicochimiques et organoleptiques sont décrites dans la norme commerciale du Conseil Oléicole International (COI, 2009). Les propriétés organoleptiques de l'huile d'olive sont principalement influence par La variété (Psyllakiset *et al.*, 1980). Le cultivar a un impact significatif sur la production et la qualité de l'huile (Ouaouich et Chimi, 2007). Chaque variété produira une huile avec un profil sensoriel qui lui est propre (Lebdiri et Berkani, 2015).

I-5-2-L'olivier de table

Le produit est fabriqué à partir des délicieux fruits sains de la variété d'olivier cultivé (*Olea europaea* L.) sélectionnée pour la production (Fortin, 2005) :

- Les olives de table doivent être de calibre moyenne ou gros, soit peser 3 à 5g.
- Le noyau doit être facile à séparer, l'enveloppe doit être mince, élastique et résistante aux chocs et à l'immersion dans l'eau salée.
- Elle doit avoir un minimum de 4% de glucides ainsi qu'une faible teneur en huile pour de faciliter le stockage.

I-5-3-L'olivier de mixte

Elles ont des propriétés qui s'étendent sur deux groupes ; en fonction du moment de sa récolte et de son adaptation à la zone de culture, le fruit soit utilisé pour la table (une fois qu'il atteint une taille suffisante) soit à l'extraction de l'huile (Villa, 2003).

I-5-4-L'olivier de Laperrine

L'olivier de laperrine est une sous espèce de l'olivier domestique dont la distribution écologique se limite actuellement aux massifs du Hoggar et du Tassili n'Ajjer en Algérie, du Djebel Marra au Soudan (Quezel, 1954) et de l'Aïr au Niger (Anthelme *et al.*, 2007) (Figure 14). Dans l'Aïr, pour cause d'altitudes supérieures, sa distribution est meilleure entre 1550 et 1850 m (Anthelme *et al.*, 2007) alors que dans le Hoggar et Djebel Mara, il est très fréquent à 2700 m. La persistance des actions anthropiques et les changements climatiques mettent en jeu la survie à long terme de l'olivier (Baali-Cherif et Besnard, 2005) (Afane, 2007).

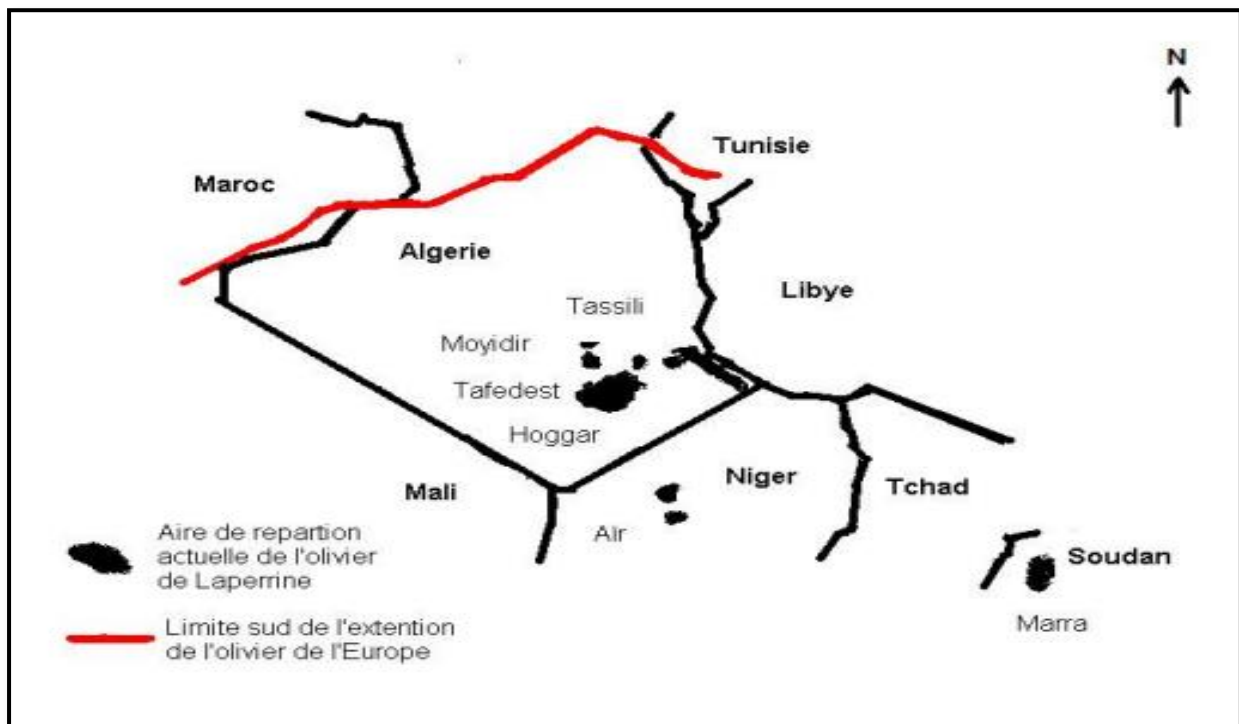


Figure 14 : Distribution de l'olivier de laperrine dans le Sahara (Quezel, 1962).

I-6-Cycle de développement végétatif

Mendil (2012) soutient que le cycle des éléments nutritifs des oliviers est étroitement lié aux conditions climatiques de leur zone d'adaptation, qui se caractérise principalement par un climat méditerranéen (Villemur *et al.*, 1976 ; Pal *et al.*, 1983).

Après une période d'activités végétative lente (repos hivernal) de novembre à février, le réveil printanier (mars-avril) se manifeste par l'émergence de nouveaux bourgeons terminaux et l'éclosion des bourgeons axillaires, ces derniers, bien différenciés, donneront soit du bois (jeunes pousses), soit des fleurs (Sebai *et al.*, 2012).

Avec des températures printanières plus douce et des journées plus longues, l'inflorescence se développe ; la floraison aura lieu en mai-juin (Cortés *et al.*, 2002).

En juillet-août que l'endocarpe durcit (durcissement du noyau). Les fruits gonflent pour atteindre sa taille normale fin septembre-octobre. Suivant les variétés, il mûrit la plus ou moins vite (Sebai *et al.*, 2012).

La récolte commence fin septembre avec des vendages verts pour les variétés précoces, jusqu'en février pour les variétés tardives à huile (ITAF, 2013).

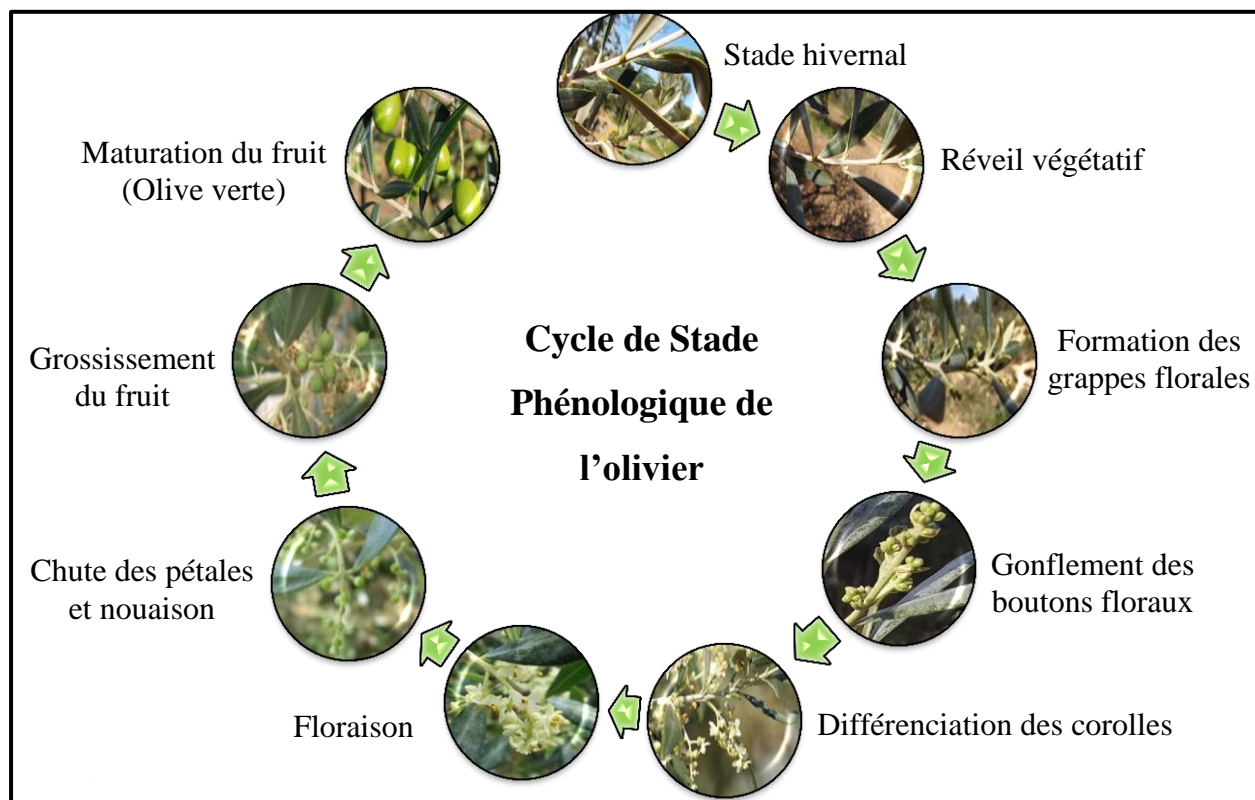


Figure 15 : Cycle de développement de l'olivier (Bousbaa et Hamidat, 2020).

I-7-Les exigences écologiques de la culture d'olivier

I-7-1-Climat

❖ Température

L'olivier supporte des températures de l'ordre de (-8°C) et insensible aux températures élevées (+40°C) lorsque son alimentation en eau est assurée d'une manière régulière et suffisante (Maillard., 1975).

Les critères thermiques pour l'olivier sont indiqués dans le tableau ci-dessous

Tableau 4 : Critères thermiques pour l'olivier (Sebei, 2007).

Stade de développement	Températures (°C)
Repos végétatif hivernal	10 à 12
Réveil printanier	-5 à -7
Zéro végétation	9 à 10
Développement des bourgeons	14 à 15
Inflorescences	18 à 19
Floraison	21 à 22
Fécondation	35 à 38
Arrêt de végétation	40
Risques de brulure	10 à 12

❖ Pluviométrie

Les pluviométries annuelles ne doivent pas être inférieures à 220 mm. En fait, il se contente de faible précipitation, la plus faible de toutes les espèces fruitières.

La période de 15 Juillet au 30 Septembre est une période importante pour le développement des fruits. Si elle est trop sec, les fruits seront écartés prématurément et le rendement fortement réduit. C'est pourquoi, une irrigation est parfois nécessaire pour éviter cet accident (Hannachi *et al.*, 2007).

En effet, les populations spontanées d'olivier se développent souvent dans des zones à pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 450mm et où l'accumulation de l'eau de ruissellement est favorable (**Pansiot et Rebour, 1961**).

❖ **Humidité**

Elle peut être utile dans la mesure où elle n'est pas excessive (+60 %) (**MADRP, 2016**), ainsi que constant car il favorise le développement des maladies et des parasites (mouche d'olive) (**Voyiatzis et al., 1987**).

❖ **Altitude**

L'ITADV (**2004**), indiquant que la plantation d'olivier dépend de l'altitude. Les limites ne doivent pas dépasser sont 700 à 800 m pour les pentes exposés au nord et de 900 à 1000 m pour les pentes exposés au sud.

I-7-2-Sol

L'olivier présent un seul facteur pouvant influencer son développement est la profondeur (**Loussert et brousse, 1978**).

Le sol peut aussi tolérer les sols calcaires jusqu'à pH 8 (**Gargouri et al., 2006**). L'olivier est considéré comme une espèce modérément tolérante au sel (**Maas et Hoffman, 1977 ; Civantos, 1994**).

Tableau 5 : Caractéristiques d'un sol jugé adéquat pour l'oléiculture (**COI, 2007**)

Texture	Sable	20-75 %
	Limon	5-35%
	Argile	5-35%
Structure	Friable	
Capacité de rétention d'eau	30-60%	
Perméabilité	10-100 mm/h	
pH	7-8	
Matière organique	>1%	

Azote	>0.10%
Phosphore disponible (P2 O5)	5-35 ppm
Potassium échangeable (K2O)	50-150 ppm
Calcium échangeable (CaCO3)	1650-5000 ppm

I-8-Soins culturaux

I-8-1-Travail du sol

Cette technique est surtout utilisée en oléiculture, qui consiste à travailler le sol de façon superficielle trois à quatre fois par an (**Maillard, 1975 et Gaouar, 1996**).

Pour le repiquage des oliviers, cette technique est assez complexe, surtout sur les vieux arbres recépés, qui peut réaliser avec un désherbage chimique localisé ou procéder à un binage manuel. Une bande de 3 à 6 m de large doit être laissée en bordure de la parcelle semée par une graminée dans le but de diminuer l'érosion hydrique du sol et la pollution (**Bouvard et al., 2000**).

I-8-2-Amendements

C'est l'engrais le plus couramment incorporé des labours d'avant-hiver et du fumier d'entretien. Cette dernière est ensuite ajoutée tous les deux ans en fonction de la qualité du sol et de la vigueur de la plantation (**Laumonier, 1960**).

I-8-3-Irrigation

L'olivier est exceptionnellement résistante aux stress hydriques, même dans des conditions extrêmes (**Connor, 2005 ; Fernández, 2014**).

Cependant, l'activation de ces mécanismes de défense nécessite une dépense énergétique importante d'une partie de la plante, ce qui peut entraîner une chute de la production et une réduction sensible de la croissance et le développement végétative (**Sofa et al., 2009 ; Zeleke et al., 2012**).

I-9-Maladies et les ravageurs de l'olivier

Les maladies connues de l'olivier sont nuisibles. Placé dans de bonnes conditions de culture, l'olivier a une bonne tolérance et défense contre les insectes, les bactéries et les champignons, principaux vecteurs des maladies qui réduisent considérablement (**Oulebsir, 2014**). Le principal

L'outil de diagnostic d'une phytopathologie c'est la discrimination entre les symptômes des maladies biotiques et ceux des maladies abiotique.

I-9-1- Maladies d'origine abiotique

Il existe un certain nombre de maladies d'origine abiotique chez l'olivier (**Tableau 6**)


Tableau 6 : Les maladies d'origine abiotiques de l'olivier (**Loussert et Brousse, 1978**).

Type d'incidents	Facteurs favorisants	Manifestation des symptômes
Accidents climatiques	-le gel -brûlures par insolation	Chute des feuilles ; nécrose des jeunes écorces, infection parasitaire. Dégâts sur jeunes plantations, sur les tissus du tronc et sur charpentières.
Accidents météorologique	-neiges abondantes -la grêle -les vents violents	Cassure des frondaisons Sur récolte des fruits, cassures et blessures des jeunes écorces, dissémination de la tuberculose. Cassure des charpentières, réduction de la récolte.
Asphyxie racinaire	Terrains trop humides et trop argileux	Jaunissement (chlorose), défoliation, arrêt de la croissance végétative, chute précoce des fruits.
Chloroses alimentaires	Carences en éléments indispensables (azote, calcaire et ions Cl^- et Na^+)	Troubles physiologiques graves du végétal.

I-9-2- Maladies biotiques

L'olivier est confrontée à de nombreux problèmes notamment les attaques causées par des micro-organismes (bactéries, champignons et virus) ainsi que certains les insectes (**Tableaux 7, 8, 9, 10**).

Tableau 7 : Les principaux ravageurs de l'olivier

Désignation de la maladie	Biologie	Dégâts et conséquences	Méthodes de lutte	Références
<p>Mouche de l'olivier (<i>dacus oleae</i> Gmel.)</p> 	<p>Environ 1 génération par mois, de juillet à octobre, la femelle pond dans l'olivier et l'asticot creuse une partie dans la pulpe, en commençant du traitement par la pose pièges, traitement préventif ou curatif selon le pourcentage d'olivier piquée observées.</p>	<p>Des olives véreuses, perte de récolte et de qualité réduite</p>	<p>Seuil d'intervention : 2 mouches capturées/ piège/ jour, traitement local attractif par vol, produits en alternance.</p>	<p>Gemel et Rossi (<i>in</i> Loussert et Brousse, 1978).</p> <p>Gaouar-Benyelles, 1996</p>





<p>Cochenille noire (<i>Saissetia oleae</i> Bern.)</p> 	<p>Une génération par an, se nourrissant de la sève de l'arbre et produit un miellat poisseux, les jeunes larves sont mobiles et de couleur orangée.</p>	<p>Épanouissement par fumagine, diminution de l'olivier.</p>	<p>Seuil d'intervention : 1 cochenille vivante par rameau, applique un insecticide autorisé sur les jeunes larves (juillet-août), lâchers de métaphycus au printemps ou à l'automne, coccinelles et les hyménoptères naturels sont très efficaces pour réduire la population.</p>	<p>Bernard (in Loussert et Brousse, 1978) ; Gaouar-Benyelles, 1996.</p>
<p>Teigne de l'olivier (<i>prays oleae</i> Bern.)</p> 	<p>3 générations par an : chenille de printemps se nourrit des bourgeons, d'été ou carpophage : la chenille pénètre dans le fruit et se nourrit du cœur de l'amandon, d'hiver ou phyllophage : la chenille se développe dans les feuilles.</p>	<p>Chute des bourgeons et des olives, perte de récolte</p>	<p>Seuil d'intervention : 10% de feuilles récoltées au début du printemps, traitement avec <i>Bacillus thuringiensis</i> au stade gonflement des boutons floraux</p>	<p>Gaouar-Benyelles, 1996.</p>

Tableau 8 : Les ravageurs occasionnels de l'olivier.

Désignation de la maladie	Biologie	Dégâts et conséquences	Méthodes de lutte	Références
<p>Neiroun ou Scolyte (<i>Phloeotribus scaraboeides</i> Bern.)</p> 	<p>Oliviers sous stress (gel, repiques, verticillose ...), 2 à 3 générations par an, observé au printemps</p>	<p>Le tronc montre des tas de sciure blanche, mort rapide de l'olivier</p>	<p>Couper et brûler les branches atteintes</p>	<p>Civantos, 1999.</p>
<p>Pyrale du jasmin (<i>Euzophera pinguis</i> H.W.)</p> 	<p>La chenille se nourrit des bourgeons terminaux et récolte les feuilles atteintes par des fils de soies</p>	<p>Attaques des bourgeons terminaux difficulté de reprise sur jeunes vergers</p>	<p>Seuil d'intervention : 10 % de bourgeons atteints, appliquer un insecticide autorisé au printemps</p>	<p>Loussert et Brousse, 1978.</p>




<p>Hylésine de l'olivier (<i>Hylésines oleiperda</i> F.)</p> 	<p>1 à 2 générations par an. L'adulte est présent en mai, la larve se développe dans le rameau créant une dépression de couleur brune dans le bois</p>	<p>Dessèchement des rameaux, affaiblissement de l'arbre et perte de récolte.</p>	<p>Couper et brûler les branches atteintes</p>	<p>Civantos, 1999.</p>
<p>Psylle de l'olivier (<i>Euphyllura olivina</i> Costa.)</p> 	<p>Présence permanente sur les inflorescences, les larves sécrètent un miellat cotonneux blanc</p>	<p>Développement de fumagine</p>	<p>La présence d'insectes auxiliaires naturels suffit à maîtriser les populations</p>	<p>Civantos, 1999.</p>
<p>Otiorrhynque (<i>Otiorrhynchus cribricollis</i> Gyll.)</p> 	<p>Présence permanente, coléoptère se nourrissant des feuilles durant la nuit.</p>	<p>Attaque des feuilles et des bourgeons terminaux, difficulté de reprise sur jeunes vergers</p>	<p>Appliquer une bande de glue sur le tronc</p>	<p>Civantos, 1999.</p>

Tableau 9 : Les principales maladies fongiques de l'olivier.

	Désignation de la maladie	Facture favorisants	Dégâts et conséquences	Méthodes de lutte	Références
	Verticilliose (<i>verticillium dahliae</i> Kleb)	Jeunes vergers de moins de 10 ans avec un précédent cultural. Présence de certains adventices.	Dessèchement rougeâtre des rameaux. Sortie importante de rejets. Perte d'une charpentièrre ou de l'arbre.	-Ne pas planter sur un terrain à risque. -Ne pas travailler le sol et préférer un enherbement de graminées. -Limiter la fertilisation et l'irrigation.	Benchabane, 1990 ; Bellahcene <i>et al.</i>, 2000 Matallah boutiba, 1998 Bellahcene, 2004 ; Bellahcene <i>et al.</i>, 2005a, 2005b.




	<p>Œil de paon (<i>cycloconium oleaginum</i>) Cast.</p>	<p>Températures entre 10 et 25°C associée à des pluies. Présence de variétés sensibles.</p>	<p>Tâches foliaires circulaires s'accroissant depuis le point de pénétration du champignon. Chute massive des feuilles. Affaiblissement des arbres. Perte de récolte.</p>	<p>Tailler l'olivier régulièrement. Maintenir une protection fongicide avant les pluies en automne et au printemps.</p>	<p>Guechi et Girre, 2002.</p>
	<p>Fumagine (<i>capnodium ssp.</i> ; <i>Alternaria ssp.</i>)</p>		<p>Moisissure noire envahissant progressivement les feuilles puis les branches et les fruits (maladie secondaire)</p>	<p>- Pulvériser la bouillie bordelaise après la taille au début du printemps et à l'automne. - Pratiquer une taille sévère pour aérer l'arbre</p>	<p>(ITAFV, 2004)</p>

Tableau 10 : Les principales maladies bactériennes de l'olivier.

	Désignation de la maladie	Facteurs favorisants	Dégâts et conséquences	Méthodes de lutte	Références
	Bactériose (<i>Pseudomonas savastanoi</i> smith.)	Humidité et température supérieure à 18°C. Variétés sensibles. Blessures diverses.	Tumeurs, nodules sur le bois. Eclatement de l'écorce. Baisse de la vigueur et de production.	Désinfection du matériel de taille. Tailler les arbres atteints en dernier. Ne pas gratter le nodule. Pulvérisations cupriques après la taille ou un passage de grêle.	Assawah et Ayat, 1985

❖ Maladies Bactériennes

▪ Chancre ou Tuberculose de l'olivier

La Tuberculose de l'olivier est une maladie bactérienne causée par *Pseudomonas savastanoi*, qui infecte le système de circulation de la sève dans plaie de l'écorce de bois causée par la grêle, le vent, les feuilles mortes, la taille, le greffage (**Boulsse et Bourraoui, 2016**).

La maladie agit sur la croissance des volontaires et elle affecte les organes reproducteurs. L'intensité des dégâts causés est fortement liée au nombre de tumeurs par arbre (**Benjama, 2003**).

▪ Agent pathogène responsable de la tuberculose

L'agent causal est *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* (**Zohary et al., 1975**), est considéré comme le seul agent pathogène responsable de la formation de nodules bactériens (tumeurs) chez les oliviers (*Olea europea* L) (**Smith, 1908; Janse, 1982; Bradbury, 1986; Young et al., 1996**). C'est une bactérie à Gram négatif qui utilise 1 à 4 flagelles polaires pour se déplacer (**Jardak, 2007**).

Concernant les maladies d'origine virale, la plupart des virus, à l'exception du cryptovirus sont associés à des dégâts plus ou moins sévères aux plantes qu'ils parasitent, entraînant par des pertes quantité et/ou qualité de la récolte (**Clara et al., 1997**).

D'année en année, les risques liés à la culture de l'olivier se multiplient. Les alarmismes concernant production d'huile d'olive, mais ils sont toujours sur la expansion de maladies. Il y a aucun doute que des dangers considérables menacent la santé des oliviers. Parmi ceux-ci, on trouve la fumagine et de la verticilliose (**Fatha et Salah, 2020**).

Chapitre II :
Maladies
fongiques

Maladies fongiques

Une diversité des maladies microbiennes attaque les cultures de l'olivier. Nous nous sommes intéressés dans cette aperçu théorique de quelques maladies fongiques de l'olivier et des agents pathogènes impliqués dans les dégâts occasionnés ainsi qu'au moyens de lutte les plus utilisés actuellement.

II-1- Maladies fongiques

Chacune des maladies de l'olivier entraîne une baisse significative des rendements et constitue un risque pour le développement de l'oléiculture. Les maladies fongiques qui nuisent le plus aux oliviers sont la fumagine, l'œil de paon et la verticilliose car elles attaquent à la fois les feuilles et les fruits (Ghezlaoui, 2011).

II-2- Maladies fongiques des fruits

II-2-1- Anthracnose de l'olivier

L'antracnose des olives, causée par le développement du champignon *Colletotrichum gloeosporioides*, est considérée comme la maladie des fruits la plus dommageable (Graniti *et al.*, 1993), elle provoque nécroses au niveau des olives à la maturation (Redjimi et Boushaba, 2021) (Figure 16).



Figure 16 : Symptômes de l'Anthracnose sur le fruit de l'olivier (INRA 2017).

II-3- Maladies foliaires

II-3-1- Œil de paon

C'est la plus courante. Elle est causée par la croissance du champignon *Fusicladium oleagineum* (anciennement *Spilocaea oleagina* ou *Cyclonium oleaginum*) (Abderrahmani, 2020).

Cette maladie se trouve généralement sur la face supérieure des feuilles et elle se caractérise par des taches circulaires dont la taille varie de 2 à 10 mm de diamètre et dont la couleur varie du brun-noirâtre à jaune orangé (Hammoudi et Zidani, 2020) (Figure 17).



Figure 17 : Symptôme de l'œil de paon sur les feuilles de l'olivier (Triki *et al.*, 2008)

II-3-2- Cercosporiose de l'olivier

Elle est provoquée par l'agent pathogène *Cercospora cladosporioides*, entraîne une défoliation sévère, un retard de maturation des fruits et une diminution du rendement en huile (Garcia-Figueres, 1991). Une humidité élevée et des températures modérées favorisent la sévérité des attaques (Trapero et Blanco, 2004). La surface supérieure de la feuille présente d'abord des symptômes sous forme de taches irrégulières chlorotiques, puis elles deviennent sombres et nécrotiques (Figure 18). Il semble qu'il y ait des zones irrégulières et grises sur le bas de la face de la feuille.



Figure 18 : Symptôme de la cercosporiose sur les feuilles de l'olivier (Triki et Rhoua, 2008)

II-4- Fusariose de l'olivier

Selon **Nasraoui (2006)**, cette maladie est provoquée par le champignon *Fusarium spp.*, largement répandu dans les plantes, le sol et les débris végétaux. Elle provoque des pourritures racinaires ainsi que des signes de flétrissement et de dépérissement (**Leslie et Summerell, 2006**). Elle peut attaquer les arbres en pleine production et engendre leur dessèchement partiel ou complet (**Figure 19**) (**Boulila et Mahjoub, 1994**). Les principaux symptômes comprennent la surface interne des feuilles qui s'enroulent vers l'intérieur et prennent une couleur brun, ainsi que le dessèchement des tiges et des branches, ce qui peut entraîner la mort complète des jeunes plants (**Boulila et al., 1993**). Le feuillage printanier des oliviers atteints se transforme en une couleur jaune vif qui se transforme en un jaune doré à l'approche de l'été. Suite à une attaque puissante, les feuilles présentent des signes de nécrose à leurs extrémités, s'enroulent, se dessèchent et chutent (**Agrios, 2005**).



Figure 19 : Dépérissement total des oliviers atteints par *Fusarium spp* (**Cheffi Azzabou, 2019**).

II-5- Etude approfondie de la fumagine et de la verticilliose de l'olivier

II-5-1- Fumagine de l'olivier

Selon **Al-Shebel et al., (2005)**, la fumagine de l'olivier est une maladie cryptogamique provoquée par plusieurs espèces fongiques (*Capnodium meridionale*, *Capnodium oleae*, *Towba spp.*, *Triposporium spp.*, etc.). Elle se développe à des saisons précises et dans certaines température et humidité (printemps et automne) sur du miellat, substrat sécrété par les pucerons et les cochenilles, insectes piqueurs qui sucent la sève de l'olivier. (**Guario et al., 2002**). La maladie se distingue par un revêtement et une poussière noir sur le bois et les feuilles de l'arbre, qui interfère avec l'activité photosynthétique, elle empêche l'arbre de respirer et elle réduit par conséquent la quantité de fruits pouvant être produits. Le nom « la fumagine » est parfois utilisé pour « Cochenille noire » ou « Cochenille tortue » (**Tombesi et al., 2007**).

➤ Agents pathogènes responsables de la fumagine

Le complexe de champignons saprophytes et non pathogènes qui poussent principalement sur le miellat d'olive cochenille noire provoque la fumagine. Les champignons les plus souvent rencontrés sont des genres *Capnodium* et *Limacinula*. Ce groupe de champignons se compose de plusieurs autres espèces. Leurs spores sont dispersées par les insectes, le vent ou la pluie. Le mycélium se développe plus rapidement dans les environnements humides (**AFIDOL, 2016**).

➤ Classification de l'agent *Capnodium*

Règne: Fungi

Phylum: Ascomycota

Ordre: Périsporiales

Famille: Capnodiacees

Genre: *Capnodium*

Espèce: *Olea arnaud*, *Méridionale arnaud*, *Herbarum link*; *Salicinum mont.*
Oleaphilum prill (**Argenson et al., 1999**).

➤ Répartition géographique de la fumagine de l'olivier

Au niveau mondiale la fumagine se trouve presque toutes les régions oléicoles du bassin méditerranéen et aussi en Algérie (**Assawah et Ayat, 1985**, **Benjama 1988**, **Guario et al., 2002**, **Tombesi et al., 2007**), il pousse spontanément en Arabie saoudite (**Al-Shebel et al., 2005**).

➤ **Symptômes**

La fumagine limite la capacité de l'olivier à la photosynthèse et dans les échanges gazeux en récupérant la surface des feuilles.

Dans les cas les plus graves, la présence continue de la fumagine peut entraîner une défoliation (AFIDOL, 2016) (Figure 20).



Figure 20 : Fumagine sur rameau fortement infesté (Ammar, 1986).

➤ **Moyen de lutte**

Rien de spécifique commercialement n'a été approuvé pour lutter contre la fumagine. Les traitements avec des composés cuivriques utilisés pour l'œil de paon ont eu un effet marginalement positif sur la fumagine (AFIDOL, 2016).

La meilleure façon de contrôler la fumagine est de réduire le nombre de cochenilles d'olives noires et de réduire la taille des rameaux recouverts de fumagine. Si un foyer apparaît, la cochenille noire doit être éliminée au plus vite avec un traitement phytosanitaire approprié ou une taille sévère. La fumagine ne s'installera pas de cette façon. Une régulation naturelle de la cochenille noire est favorisée par des mesures favorisant le maintien de populations auxiliaires d'insectes dans l'accotement, ce qui réduit la présence de fumagine (AFIDOL, 2016).

II-5-2- Verticilliose de l'olivier

Verticillium dahliae Kleb, champignon très polyphage, est l'agent étiologique de la maladie cryptogamique dite verticilliose d'olivier (**Klebahn, 1913**), il se conserve longtemps dans le sol sous forme de microsclérotés « jusqu'à 14 ans » (**Jardak, 2007**) qui Au contact de l'écorce, il libère des filaments qui se collent au système vasculaire de l'arbre et perturbent la circulation de sève (**INRA, 2016**).

➤ Agent pathogène responsable de la verticilliose

Nees von Esembek a décrit pour la première fois le genre *Verticillium* en 1816, en se basant sur l'arrangement verticillé de leurs conidiophores. C'est un champignon haploïde et il se reproduit asexuellement par des conidies. La production des microsclérotés (MS) lui permet la survie dans les conditions environnementales défavorables (**Klosterman et al., 2009**).

Verticillium dahliae est considéré comme un envahisseur du sol qui présente à la fois une phase parasitaire extensive sur les tissus vivants de l'hôte et une phase saprofitaire après la mort de la plante (**Powelson et Rowe, 1993**). Les structures de résistance multicellulaires et mélanisées dites microsclérotés. Les hyphes infectieux en les racines se propagent par les blessures, les endroits où émergent les racines latérales et les racines elles-mêmes (**Schnathorst, 1981**). Les hyphes se sont répandus dans toute la racine, colonisant à la fois les cellules épidermiques et le cortex (**Klosterman et al., 2009**). L'agent pathogène produit des conidiophores et des conidies qui peuvent être transportés vers le haut par la sève brute. L'accumulation de conidies entraîne un blocage mécanique du xylème, ce qui réduit la capacité de la plante à alimenter ses parties aériennes en eau (**Eynck et al., 2007**).

Par l'intermédiaire des tissus sénescents des plantes infectées, des microsclérotés sont éventuellement incorporés dans le sol (**Wheeler et Johnson, 2016**) (**Figure 17**). Ces microsclérotés servent d'inoculum à une nouvelle infection, et de nombreuses recherches ont montré que la sévérité de la maladie est proportionnelle à la densité de microsclérotés dans le sol (**Gharbi et al., 2014**).

➤ Classification de *Verticillium dahliae* (Kleb)

Conformément à l'évolution des méthodes analytiques, la taxonomie du genre *Verticillium* a été progressivement révisée dans les travaux de nombreux auteurs (**Fradin et Thomma, 2006** ; **López Escudero et Mercado-Blanco, 2010** ; **Martin-Lapierre, 2011**).

Ces travaux le classe comme suit :

Règne : Fungi

Phylum : Ascomycota

Sub-phylum : Pezizomycotina

Classe : Sordariomycètes

Sous classe : Incertaesedis

Ordre : Phyllachorales

Famille : Plectosphaerellaceae

Genre : *Verticillium*

Espèce : *dahliae*

➤ Cycle biologique

Le cycle biologique de *Verticillium dahliae* comporte deux étapes une étape saprophytique qui comprend une période active et une étape parasitaire qui se déroule à l'intérieur de la plante hôte (**Figure 21**).

Pendant la phase saprophytique, le champignon pérennise sous sa forme de microsclérote plus de 14 ans dans le sol aux dépens les débris végétaux et les matières organiques. C'est ainsi qu'il se propage par le mouvement des sols infectés, des débris végétaux infectés, de l'eau d'irrigation, du matériel agricole, du vent, des insectes telluriques, des prédateurs, des pollinisateurs, etc. (**Chawla et al., 2012**). Il peut supporter des différences thermiques entre -30 °C et 55 °C et peut supporter aussi bien le froid que la chaleur. Le saprophyte se met en marche et commence à agir de manière agressive lorsque les températures et les niveaux d'humidité idéale du sol sont restaurés.

L'étape parasitaire du l'agent pathogène débute par la germination de microsclérotés en réponse aux exsudats racinaires de l'olivier. Elle conduit à une émission d'hyphes qui colonisent le cortex des racines, pénètrent par l'extrémité ou par les cellules épidermiques (**Garber, 1966**), puis se propagent aux vaisseaux du xylème via la sève; primo-infection (**Fradin et Thomma, 2006**). Le parasite se reproduit à l'intérieur des vaisseaux dans lesquels il progresse grâce aux conidies transportées par le flux de sève ascendante jusqu'aux branches aériennes de l'arbre où elles servent de foyers d'infection secondaire (**Garber, 1966**). Les toxines du parasite et l'infection du système vasculaire poussent la plante à produire des dépôts gommeux qui obstruent les vaisseaux conducteurs, empêchant l'eau de les traverser. En conséquence, des symptômes de flétrissement apparaissent sur les parties aériennes atteintes.

A la fin du cycle d'infection, le champignon produit des microsclérotés dans les parties mortes de l'arbre. Cela permet le retour des champignons au sol et la réémergence potentielle d'un cycle infectieux (Fradin et Thomma, 2006).

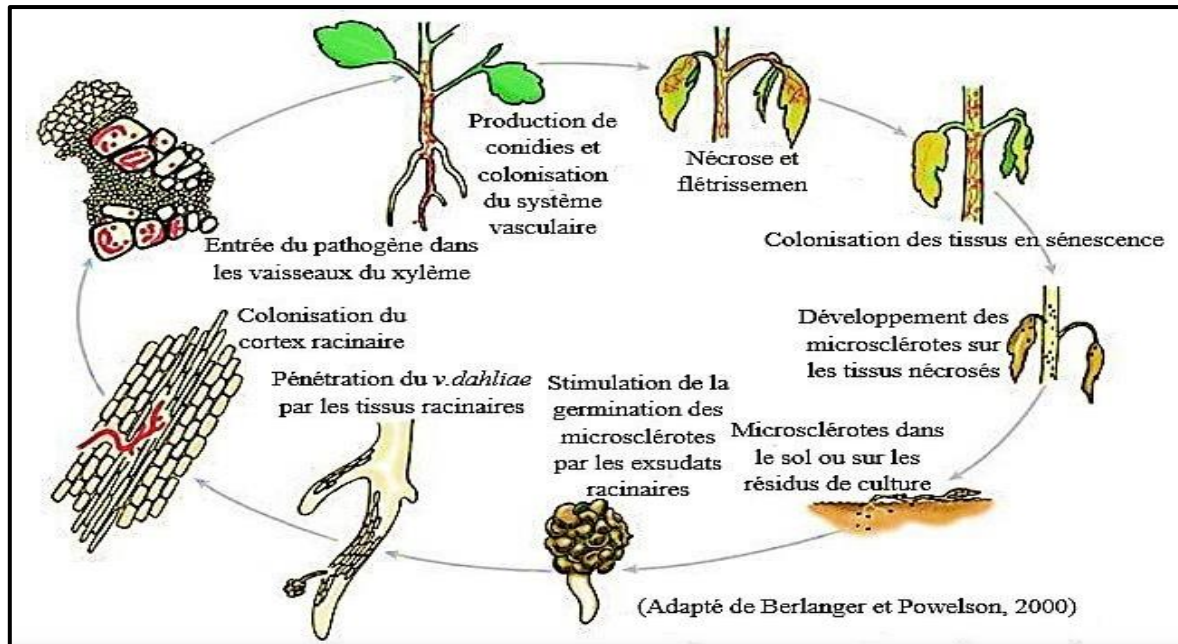


Figure 21: Cycle de développement de la *Verticillium dahliae* (Berlinger et Powelson, 2000)

➤ Répartition géographique de la verticilliose de l'olivier

Cette maladie cryptogamie a été signalée pour la première fois en Italie (Ruggieri, 1946), elle s'est ensuite propagée aux plus grands et les plus importants pays producteurs de l'oléicoles, où elle a causé des pertes considérables (López Escudero et Mercado-Blanco, 2010). Elle est actuellement largement distribuée dans plusieurs pays méditerranéens (Figure 22).

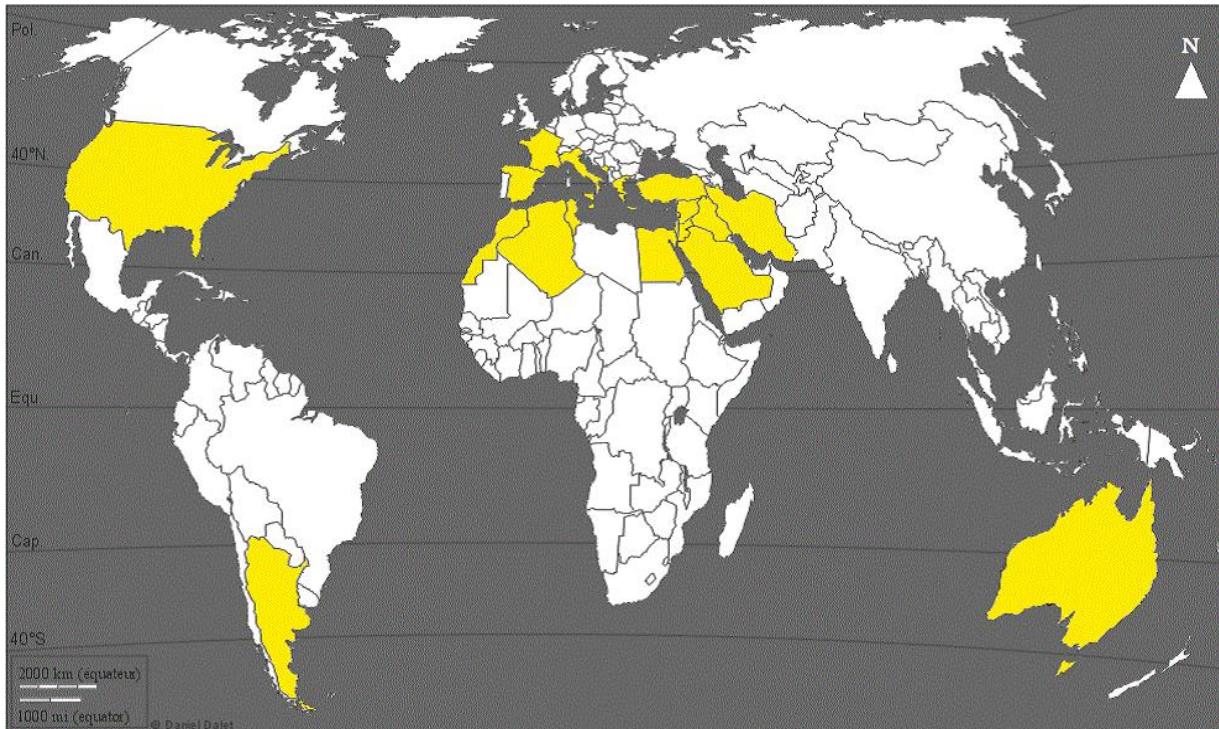


Figure 22 : Répartition géographique de la verticilliose de l'olivier (Tombesi *et al.*, 2007 ; López Escudero et Mercado-Blanco.).

Tous comme dans les vergers de la plupart des pays oléicoles du monde, la maladie progresse de façon continue dans l'Algérie où elle est largement distribuée dans le Nord-ouest, le Nord-centre et le Nord-est de l'Algérie (Figure 23).

La première apparition au début des années 1990 simultanément à Cap Djinet (Boumerdes) et à Sidi Aïch (Bejaia) dans le Nord-Centre algérien (Benchabane, 1990). L'infestation dès lors a été détectée sur quelques oliviers dépéris de la variété Chemlal dont les attaques étaient peu étendues et d'intensité faible (Benchabane, 1990).

Cette maladie a aussi été signalée dans le Nord-centre algérien à Tizi-Ouzou (Tirmitine) (INPV, 2010) et à Médéa (INPV, 2011), au Nord-ouest à Mascara (Sig et Mohammadia), à Tlemcen (Matallah-Boutiba *et al.*, 1996 et 1997 ; Bellahcene *et al.*, 2000 ; Abdelguerfi, 2003), à Mostaganem (Sayada et à El Hamadna) (INPV, 2010), à Sidi Bel Abbes (Sfisef) (Bellahcene *et al.*, 2000) et à Relizane (Yellel et El Djamaa) (INPV, 2010). Par ailleurs sa présence a été détectée dans les oliveraies de l'Est algérien notamment à Ain M'lila (Oum EL Bouagui) (INPV, 2010), à Mila, à Sétif, à Constantine (Hamma Bouziane), à Batna et à Biskra (INPV, 2011).

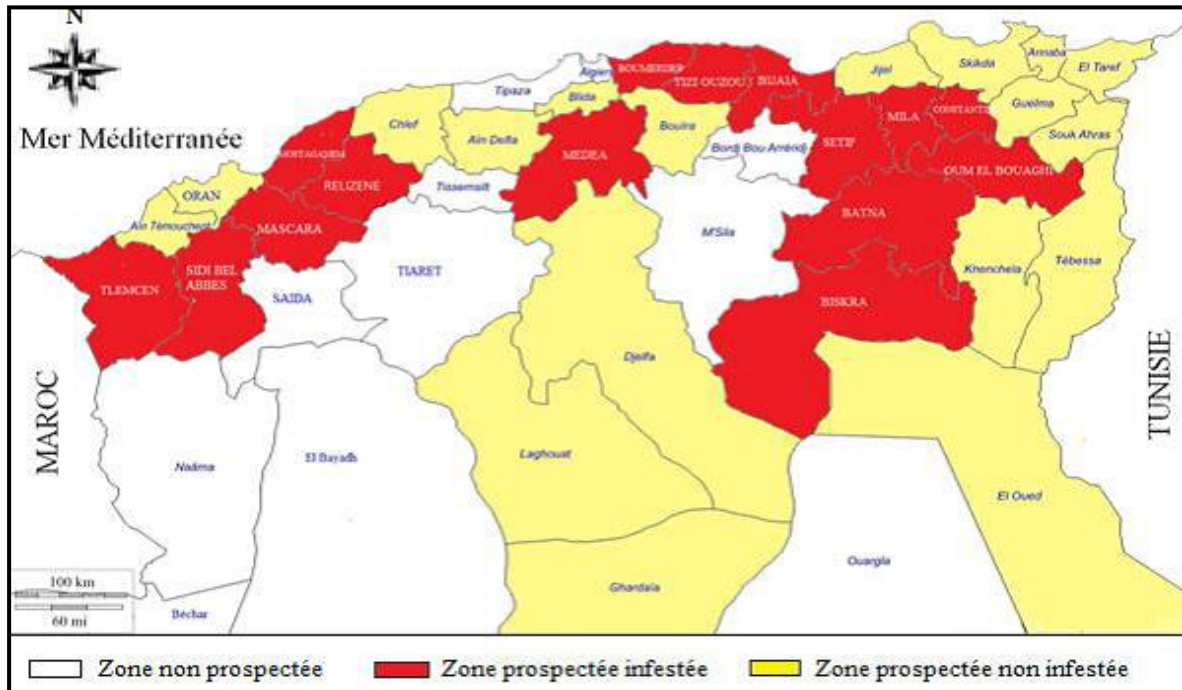


Figure 23 : Distribution de la verticilliose d’olivier en Algérie (Benchaabane, 1990 ; Matallah-Boutiba *et al.*, 1997 ; Bellahcene *et al.*, 2004 ; Benchaabane *et al.*, 2010 ; INPV, 2010 et 2011).

➤ Symptômes de verticilliose

Les symptômes de cette maladie la verticilliose sont dus à des lésions vasculaires avec troubles circulatoires et se manifestent par deux catégories de symptômes à la fois externes et internes:

- **Symptômes pathologiques externes**

- **Dépérissement rapide**

Dépérissement entraîne la mort rapide des rameaux ou l'équarrissage complet des plantes. Il est généralement observé à l'automne et au début du printemps. La maladie se manifeste initialement par une perte de couleur verte aigue des feuilles, qui finissent par brunir et rester attachées aux branches (**Figure 24**). La mort de l'arbre entier est fortement augmentée lorsque l'apoplexie survient chez les jeunes plantes (Blanco-López *et al.*, 1984 ; Rodríguez-Jurado, 2007 ; Jiménez-Daz *et al.*, 2012).



Figure 24 : Les feuilles d’olivier au début de l’apoplexie (Cheffi Azzabou, 2019).

- **Dépérissement lent**

La forme chronique ou le lent déclin, apparaît d'abord au printemps et s'aggrave progressivement jusqu'au début de l'été. On la trouve sur des arbres matures et elle est caractérisée par une nécrose de l'inflorescence et une momification des olives encore en suspension au niveau des branches malades (Jiménez-Daz *et al.*, 2012). (Figure 25)



Figure 25 : les olives momifiés et attachés aux branches malades suite au dépérissement lent (Cheffi Azzabou, 2019).

- **Symptômes pathologiques internes**

Se manifestent par un brunissement du xylème des branches infectées (**Vigouroux, 1975 ; Tombesi *et al.*, 2007**) et de cylindre central de système racinaire (**Triki *et al.*, 2006**). La sévérité des symptômes de cette maladie dépend principalement du le type de sol, la virulence du pathogène, la susceptibilité du cultivar olivier et les conditions environnementales (**Lopez-Escudero *et al.*, 2010 ; Martin-Lapierre, 2011**).

- **Mode de contrôle**

- ✓ **Lutte culturale**

Pour lutter contre la verticilliose de l'olivier, Il est conseillé de : (**Harir *et al.*, 2010**)

- * Équilibrer l'irrigation et la fertilisation.
- * Suppression des parties malades pendant la taille.
- * Evitez les travaux profonds qui risquent d'abîmer les racines.

La solarisation arbre par arbre a été testée avec un certain succès en Grèce (**Tjamos, 1991 et Alahmad, 1993**).

- ✓ **La lutte chimique**

C'est de loin la méthode la plus utilisée en pratique pour gérer la verticilliose (**Yangui *et al.*, 2010 ; Alfano *et al.*, 2011**). Cela se fait en stérilisant le sol avec des fumigants chimiques, principalement du bromure méthylique. Ce liquide hautement volatil et toxique est appliqué au sol à l'aide d'un système d'irrigation ou d'injection, permettant aux vapeurs de pénétrer dans les pores du sol à une concentration suffisamment élevée pour tuer les bactéries, les champignons, les nématodes et même certains insectes (**Fravel et Larkin, 2000**).

L'utilisation de produits chimiques, bien qu'elle est toujours appropriée dans certaines circonstances, a un coût élevé et des effets négatifs sur l'environnement en raison de l'accumulation des résidus et de la contamination des sols et des eaux souterraines. Le nombre de produits chimiques enregistrés pour la désinfection des sols a considérablement diminué ces dernières années en raison des restrictions sévères imposées à leur utilisation, telles que l'interdiction d'utiliser le bromure méthylique en raison de son gaz extrêmement nocif pour la couche d'ozone (**Nannipieri *et al.*, 1990**). Actuellement, aucun traitement chimique n'a fait la preuve de son efficacité contre la verticilliose (**Arslan et Dervis, 2010**).

✓ Moyens de lutte naturelle contre la verticilliose

Dans un cadre de culture d'olivier durable et respectueuse de l'environnement, cette lutte peut fournir de plusieurs méthodes de la lutte alternative au traitement chimique qui génère des souches de *Verticillium dahliae* plus résistantes (Uppal *et al.*, 2008). Cette méthode de lutte utilise divers organismes vivants, appelés organismes auxiliaires, ou leurs produits pour prévenir ou atténuer les dégâts. Le biocontrôle de *V. dahliae* dépend principalement du développement et de la croissance de micro-organismes spécifiques dans la rhizosphère ainsi que de leur capacité à coloniser les tissus végétaux. De nombreuses souches de bactéries et de champignons ont été testées sur *V. dahliae* telles que *Pseudomonas sp.* Et *Bacillus sp.* (Mercado-Blanco *et al.*, 2004 ; Bounoua, 2008 ; Lang *et al.*, 2012), *Streptomyces plicatus*, *Frankia sp.* (Bonjar et Aghighi, 2005), *Serratia plymuthica* (Müller *et al.*, 2007), *Glomus mosseae*, *G. intraradices*, *G. claroideum* (Karajeh et Al-Raddad, 1999 ; Porras-Soriano *et al.*, 2006 ; Kapulnik *et al.*, 2010), *Rhizobium sp* et *Trichoderma virens* (Hanson, 2000), *Penicillium griseofulvum* et *Talaromyces flavus* (Harir, 2010). L'utilisation de ces organismes antagonistes peut aider à réduire la quantité d'inoculum primaire en interférant avec le cycle de l'agent pathogène. Ces antagonistes mettent en jeu des mécanismes complexes, difficiles à contourner par l'agent pathogène, notamment le parasitisme, l'antibiose et la compétition pour les nutriments (Martin Lapierre, 2011).

D'autres études ont montré que l'incorporation de résidus de certaines végétaux, en particulier ceux de crucifères (*Brassica oleracea*, *Raphanus sativus* et *Sinapsis alba*) permettait une diminution significative de la prévalence de la verticilliose dans diverses cultures. Lorsque ces plantes riches en glucosinolates se décomposent, les glucosinolates se transforment en molécules d'isothio et de thiocyanates volatiles et toxiques pour *V. dahliae*. Malheureusement, cette méthode de lutte a dévoilé des difficultés d'application sur le terrain, ce qui a limité son efficacité contre la verticilliose (Sanei *et al.*, 2010).

II-6- Interactions plantes – agents pathogènes

Les êtres vivants établissent des interactions puisqu'ils ne sont pas isolés les uns des autres. De nombreux micro-organismes peuvent donc entrer en contact avec les plantes, et selon les bénéfices obtenus de part et d'autre, ces interactions sont qualifiées de symbiotiques, commensales, saprophytes ou pathogènes (Lepoivre, 2003).

II-7-Stratégies d'infection des microorganismes pathogènes

Les pathogènes hémibiotrophes ont un mode de vie intermédiaire entre celui des biotrophes, qui cherchent à ce que les agents pathogènes pénètrent dans les tissus et les cellules par des stomates ou par des blessures, sur les surfaces abaxiale et adaxiale des feuilles, ou ils pénètrent directement dans l'épiderme foliaire et racinaire (**Faulkner et Robatzek, 2012**). Chacun de ces mécanismes d'invasion permet au microbe d'entrer en contact avec différents types cellulaires. Même lorsqu'une cellule végétale est envahie par un haustorium ou des hyphes, des micro-organismes filamenteux continuent d'exister en dehors de la cellule hôte. Les haustoria sont enveloppés d'une matrice extrahaustoriale (EHM) et la membrane extrahaustoriale dérivées de la membrane plasmique de la cellule hôte. L'EHM forme un continuum avec la membrane plasmique de la cellule végétale, et est proposée comme site privilégié de sécrétion des effecteurs et d'acquisition des nutriments par microbe. Adapté d'après **Faulkner et Robatzek, 2012**.

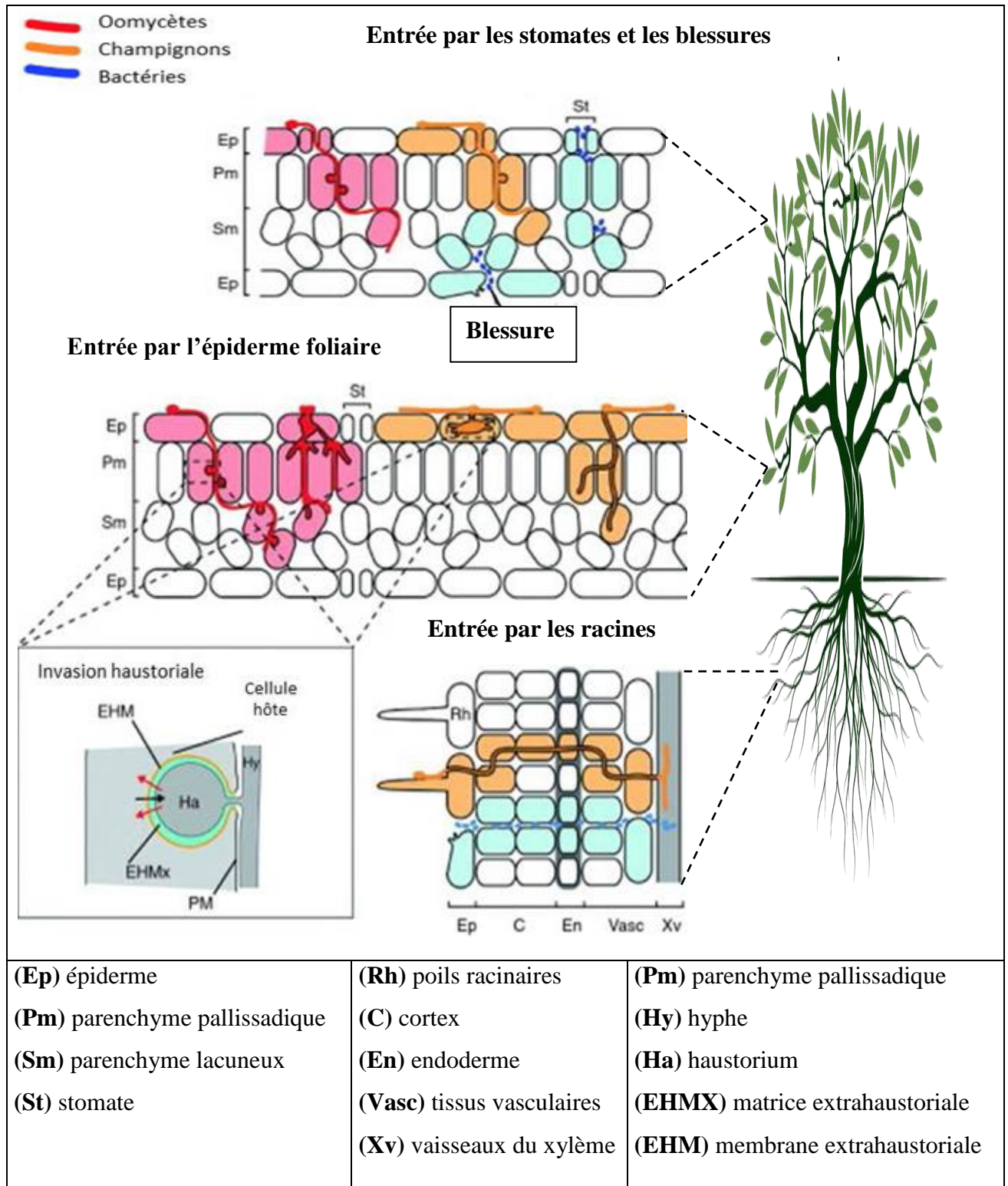


Figure 26 : Les modalités d'entrée des microorganismes pathogènes dans les tissus végétaux (Faulkner et Robatzek, 2012) (Modifié).

II-7-1- Les stratégies d'attaque

- La dégradation de la paroi de la cellule végétale

Certains micro-organismes utilisent des enzymes qui dégradent la paroi pecto-cellulosique pour faciliter la pénétration à travers l'appressorium, l'entrée directe dans la cellule et l'accès au contenu de la cellule (**Figure 26**) (**Faulkner et Robotzek, 2012**). En effet, la stratégie d'infection généralisée des agents pathogènes est la sécrétion des enzymes qui dégradent la paroi (**Lepoivre, 2003**). Ces enzymes de dégradation ont pour substrat les composés de la paroi végétale, notamment la cellulose, l'hémicellulose, les pectines et d'autres polysaccharides pariétaux (**Lagaert et al., 2009**). Un microorganisme pathogène donné produit et sécrète un cocktail enzymatique qui lui est propre et affecte tout ou partie de la paroi et des tissus de la plante (**Aznar, 2014**).

C'est le cas des microorganismes pathogènes nécrotrophes et héli-biotrophes, qui se multiplient dans les cellules mortes et pénètrent directement dans les tissus végétaux (**Figure 27**) (**Aznar, 2014**). Les microorganismes filamenteux, tels que les champignons et les oomycètes, peuvent développer un haustorium à l'intérieur d'une cellule ou développer des hyphes invasifs à l'échelle des tissus une fois à l'intérieur (**Aznar, 2014**).

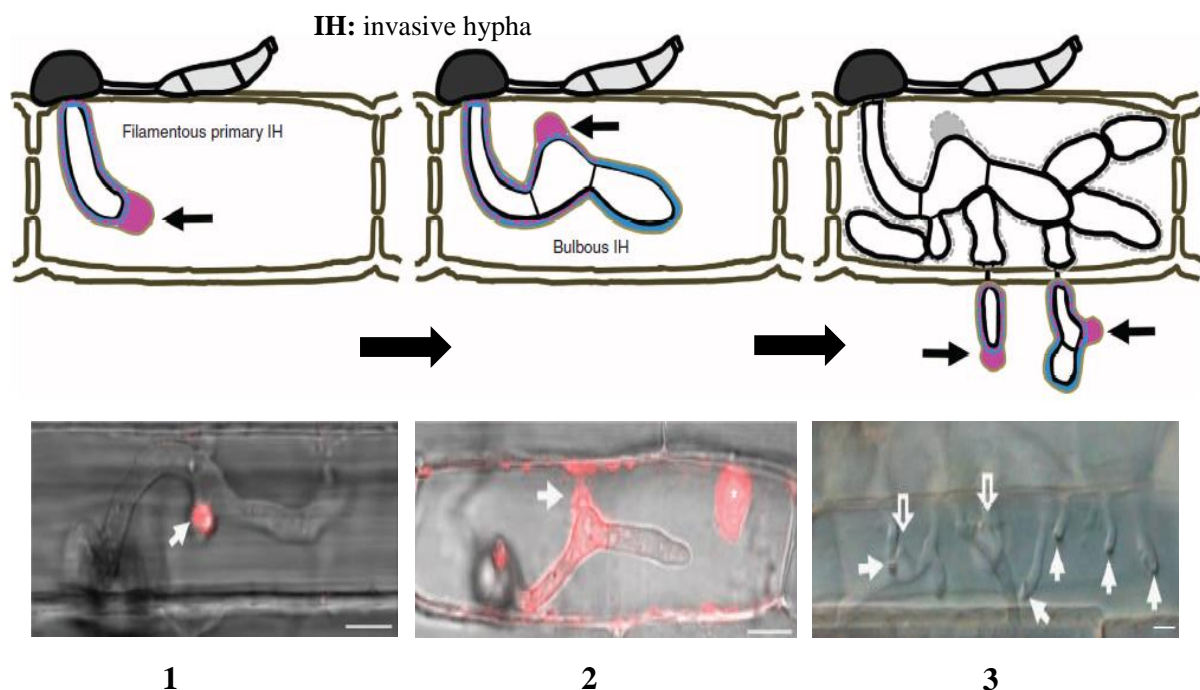


Figure 27 : Croissance des hyphes fongiques lors de l'infection des cellules de l'hôte (**Martha et al., 2013**).

II-8- Les traitements phytosanitaires

L'utilisation de toutes sortes de produits phytosanitaires a considérablement modifié l'agriculture et amélioré la santé de la population mondiale. Depuis le milieu du 20^e siècle, des quantités importantes de produits phytosanitaires ont été rejetées dans l'environnement dans le cadre de la lutte contre les ravageurs de cultures et les vecteurs de maladies (maladies végétatives, animales et humaines) (**Tim Dupin, 2017**).

Les traitements phytosanitaires effectués par les agriculteurs sont destinés à lutter contre le psylle, la teigne, la mouche de l'olivier et le cycloconium, bactériose, œil de paon, fumagine, verticilliose.

D'une manière générale, il existe de nombreuses autres formes de résolution de lutte, mais la lutte chimique prédomine. La lutte chimique implique l'utilisation de pesticides, y compris des insecticides comme le fenthion et le diméthoate (**El Antari, et al., 2002**). De plus, il y a du le bromure méthylique, un liquide hautement toxique avec une concentration suffisante pour tuer les bactéries, les champignons et même certains insectes (**Fravel et Larkin, 2000**).

Ces produits, trop souvent utilisés de manière irrationnelle, ont fini par poser un problème de pollution de la biosphère à court, moyen et long terme car certaines de ces molécules mettront parfois des centaines voire des milliers d'années à disparaître complètement de ces environnements (**Newman et Unger, 2003**).

Ces excès proviennent résultent d'une méconnaissance des menaces environnementaux posés par ces produits, ainsi que d'un manque d'effort et de réflexion dans la mise en place de solutions d'alternatives moins polluantes (**Newman et Unger, 2003**).

Les pesticides, qui sont toxiques pour les organismes ciblés, peuvent involontairement être nocifs pour les organismes non ciblés.

Ces produits phytosanitaires, qui durent généralement pendant de longues périodes (allant de quelques semaines à plusieurs décennies), sont conservés et transportés dans l'environnement à travers divers composants (tels que l'eau, l'air et le sol), ce qui entraîne une pollution à proximité des zones traitées. Ou à des distances importantes des zones traitées (**Newman et Unger, 2003**). Par conséquent, des impacts négatifs et néfastes sur les populations d'organismes vivants (**Carson, 1962**) sont observés dans des environnements traités (ou non), que ce soit par des doses létales ou des doses sublétales qui causent des

troubles chroniques (par exemple, effets tératogènes, mutagènes, cancérigènes, effets reprotoxiques, neurologiques).

L'une des cibles involontaires des pesticides est la race humaine. A doses potentiellement élevées, les premières personnes touchées par les applications des produits de phytosanitaires sont celles qui appliquent ces produits.

Les consommateurs sont de plus en plus préoccupés par les effets à long terme des produits phytosanitaires sur la santé humaine. Bien que la connaissance des impacts à long terme sur la santé humaine soit parfois limitée, plusieurs pesticides ont été identifiés comme ayant des effets connus et évidence (**Inserm, 2013**). Les effets sur la reproduction, les problèmes neurologiques (problèmes comportementaux, maladies neurodégénératives), les problèmes cancérologiques et les problèmes liés aux perturbateurs endocriniens sont également observés. Concernant les questions liées au cancer et les problèmes cancérologiques, le grand nombre de cas de cancer de la prostate en Martinique est particulièrement préoccupant et est désormais catégoriquement imputable à l'utilisation de chlordécone, un insecticide appliqué dans les champs en bananeraie jusqu'en 1993. (**Dieye et al., 2007 ; Slutsky et al., 1999**). Ces quelques exemples n'illustrent pas pleinement les enjeux liés à l'utilisation des produits phytosanitaires, leurs effets sur la santé humaine et leurs effets sur les écosystèmes.

En conséquence, les agriculteurs et les consommateurs recherchent des alternatives moins risquées et plus respectueuses de l'environnement et des écosystèmes. Des efforts sont donc faits pour mettre en place de la lutte biologique afin de proposer aux consommateurs des biens issus de l'agriculture biologique.

II-9- Lutte biologique

L'utilisation de microorganismes entomopathogènes dans la lutte biologique microbienne contre les insectes est une stratégie qui a le potentiel d'être à la fois efficace et sans danger pour la santé humaine et environnementale. Ces microorganismes incluent les champignons et les bactéries entomopathogènes, qui sont par ailleurs les plus fréquemment utilisés pour lutter contre des insectes spécifiques (**Mascarin et Jaronski, 2016**). Par exemple, le champignon *Beauveria bassiana* commercialisé mondialement a déjà remplacé avec succès et a été utilisé efficacement comme alternative aux pesticides chimiques contre un certain nombre d'arthropodes grâce à la facilité de sa culture en laboratoire (**Shrestha et al., 2015 ; Wraight et Ramos, 2005**). Un autre exemple serait la bactérie *Bacillus*, connue pour sa génération

abondante de produits métaboliques secondaires. *Bacillus thuringiensis* (Bt) est l'un des plus courants (Lacey *et al.*, 2015). De nombreuses études ont montré une synergie et un effet additif lors de l'utilisation de Bt avec *B. bassiana* ou *Metarhizium robertsii* (S. P. Wraight & Ramos, 2005, 2017 ; Yaroslavtseva *et al.*, 2017).

L'utilisation de la résistance naturelle des plantes est à la base d'une autre stratégie de la lutte biologique. L'abondance et la diversité des métabolites secondaires sont une source importante de molécules qui doivent faire l'objet d'investissements majeurs dans ce domaine de recherche dès maintenant. Ils sont utilisés à de nombreux fins notamment la médecine et la lutte contre microorganismes (bactéries et champignons) et les insectes de nombreux autres ont démontré les propriétés antifongiques des huiles contre plusieurs moisissures (De Billerbeck *et al.*, 2002 ; koba *et al.*, 2004 ; Oussou *et al.*, 2004 ; Ouraini *et al.*, 2005). Une étude menée par Omidbeygi *et al.*, 2007 a révélé l'efficacité antifongique in vitro des huiles essentielles de thym, de la sarriette et de clou de girofle contre *Aspergillus flavus*.

II-9-1- Différents moyens de lutte biologique

➤ Lutte bactériologique

L'utilisation de bactéries entomopathogènes dans la lutte biologique contre les insectes est un concept très ancien qui a récemment retrouvé un nouveau souffle grâce à son application aux problèmes de santé publique. La principale cause des larvicides de ces bactéries (principalement *Bacillus thuringiensis* et *Bacillus sphaericus*) est due à la synthèse de corps parasporaux constitués de toxines protéiques, dont la diversité et la multiplicité expliquent leur spécificité, leur sélectivité et le grand nombre de cibles potentielles. Les produits commerciaux dérivés de ces deux espèces bactériennes sont utilisés dans les mesures antivectorielles et phytosanitaires. Ils offrent une alternative créative et efficace à l'utilisation de pesticides chimiques.

Les bactéries productrices de toxines *Bacillus thuringiensis* et *B. sphaericus* ciblent spécifiquement les larves d'insectes vecteurs de maladies telles que les moustiques et les simules, en produisant des toxines protéiques regroupés dans des cristaux (AIP/A, 1996).

Selon Kebdani (2017), *Bacillus thuringiensis* est responsables de l'activité entomopathogène contre diverses espèces de ravageurs, entre autres *Ceratitis capitata* qui fait partie de la même famille du ravageur principal de l'olivier (*Bactrocera olea*). Même si le mécanisme d'action exact de ces toxines n'est pas entièrement compris, l'une des étapes

nécessaires pour entraîner la mort des larves est la fixation de la toxine sur un récepteur situé sur les cellules intestinales de l'insecte (AIP/A, 1996).

Utilise des micro-organismes rhizosphériques et endophytes qui peuvent survivre et rivaliser favorablement avec l'agent pathogène fongique. Ils comprennent les rhizobactéries favorisant la croissance des plantes (PGPR) telles que *Bacillus spp.* et *Pseudomonas spp.* Pour que les PGPR contrôlent ou inhibent la croissance de l'agent pathogène fongique, ils utilisent des mécanismes tels que la production d'acide indole acétique, la production de sidérophores, la solubilisation du phosphate, l'induction de la résistance systémique et la production volatile antifongique (Ajillogba et Babalola, 2013). Et aussi la souche *Pseudomonas spp.* a la capacité de réduire la maladie verticilliose de l'olivier, elle est capable d'inhiber la croissance de l'agent pathogène *Verticillium dahliae* efficacement in vitro (Bellahcene, 2004; Matallah-Boutiba 1998).

Actualité de l'utilisation des huiles essentielles dans la lutte biologique

- **Plante médicinale et aromatique**

Depuis l'Antiquité, les plantes ont servi de principale source de médicaments, et toutes les sociétés humaines ont utilisé les plantes de manière routinière non seulement comme source de nutrition et nourriture mais aussi comme forme de traitement des maladies et thérapie contre des affections (Wannes et Marzouk, 2016). En plus des produits métaboliques primaires, les plantes produisent également un grand nombre de produits métaboliques secondaires qui ne sont pas produits lors des processus photosynthétiques mais plutôt à la suite de réactions chimiques ultérieures (Mohammedi *et al.*, 2013). Ces substances peuvent contribuer de manière significative à la prévention de nombreuses maladies en améliorant les fonctions de divers organes humains (Wannes et Marzouk, 2016). Il est également reconnu que les plantes sont une source importante de molécules bioactives avec un large éventail d'activités biologiques, y compris des effets antitumoraux, antiviraux, antibactériens, antioxydants et antifongiques (Pothitirat *et al.*, 2009). En effet, le métabolisme primaire et secondaire des plantes médicinales contribue à leurs effets thérapeutiques, tout comme l'interaction des composés présents (Reguieg, 2011). La flore Algérienne est caractérisée par sa diversité florale : Méditerranéenne, Saharienne et une flore Tropicale, estimée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques. Ces espèces sont pour la plupart spontanées avec un nombre non négligeable d'espèces endémiques (15%) (Benkiki, 2006).

- **Plante fongicide**

Dans le contexte d'une contribution à la valorisation des ressources naturelles. L'une des plus grandes préoccupations scientifiques est l'utilisation de thérapies à base de plantes et la recherche de nouveaux composés à activité biologique. En raison de leur capacité à inhiber à la fois les bactéries et les champignons, ces extraits ont un très large éventail d'applications potentielles (**Saravanan et Valluvaparidasan, 2001 ; Klingauf, 2005**).

Parmi les plantes les plus utilisées dans le domaine de la phytoprotection des cultures fruitières sont *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*. Elles sont connues par de forts indices antifongiques

- ***Thymus vulgaris***

Thymus vulgaris (**Figure 28**) est un arbuste aromatique aux tiges ramifiées de forme quadrangulaire pouvant atteindre une hauteur de 40 cm. Leurs deux feuilles opposées sont petites, ovales, pétiolées, recourbées sur les bords, de couleur vert foncé, et couvertes de poils et de glandes ou trichomes, qui contiennent de l'huile essentielle composée majoritairement de monoterpènes. Leurs fleurs minuscules sont bisexuées, irrégulières, zygomorphes et regroupées en panicules très denses sur les rameaux, ce qui constitue un cas unique chez les lamiacées (**Dellile, 2007**). Leur couleur varie du blanc au violet en passant par le rose (**Bruneton, 1999 ; Morales, 2002**).

- **Systematique *Thymus vulgaris***

La classification botanique de *Thymus vulgaris* est la suivante (**Botanica, 2008**) :

Règne : Plantes

Sous règne : Plantes vasculaires

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Dialypétales

Ordre : Labiales

Famille : Labiacées

Genre : *Thymus*

Espèce : *Thymus vulgaris* L



Figure 28 : Aspect morphologie de *Thymus vulgaris* L. (Abdelli, 2017)

➤ *Artemisia judaica*

Artemisia judaica L. Il est situé dans une steppe relativement ouverte et dépourvue d'arbres. Il mesure environ 50 centimètres de haut, de couleur gris bleuâtre, et c'est un arbrisseau vivace très rameux, formant de grosses touffes très denses.

Les feuilles sont petites, nettement divisées en lobes et recouvertes d'un duvet argenté. Les tiges sont plus ou moins ligneuses. Le feuillage de la plante libère une odeur agréable qui peut être touchée et une sensation amère si goûté (Gast, 1989).

Cette plante a un parfumé vivace et un petit arbuste aux feuilles pubescentes.

- **Systematique** *Artemisia judaica*

D'après **Dupont, (2004)**, la classification taxonomique qu'occupe *Artemisia judaica* L est la suivante :

Règne : Plantes

Embranchement : Spermaphytes ou Phanérogames.

Sous-embranchement : Angiospermes.

Classe : Eudicots.

Sous-classe : Asteridées.

Ordre : Asterales.

Famille : Astéracées.

Genre : *Artemisia*.

Espèce : *Artemisia judaica* L



Figure 29 : Aspect morphologie d'*Artemisia judaica* L (**Benchelah et al., 2004**).

➤ ***Ammoides verticillata***

Ammoides verticillata est une plante très aromatique et odorante. Son arôme (qui se semble au thymol) est assez agréable mais très diffus et intense. Il est également fortement balsamique et persiste même après la dessiccation (**Daïne et Mostefai, 1998**).

Ammoides verticillata (Nounkha) est une plante annuelle qui varie généralement en hauteur d'environ 10 cm à 40 cm, mince et grêle glaucescente (**Hehre et al., 1970**), Sa tige est

dressée, striée et à nombreux rameaux étalés. Ses feuilles pétiolées sont s'arrangées de deux façons, les feuilles inférieures possèdent de 3 à 5 segments très rapprochées, étroit et trifide et les postérieures sont découpées en lanières capillaires paraissant verticillées voire (Merad, 1973). Ses fleurs sont en inflorescences blanches regroupées en petites ombelles et constituées de 8 à 15 rayons capillaires très inégaux.

- **Systematique** *Ammoides verticillata*

Ammoides verticillata est classé selon la clé de détermination botanique, d'après Quezel et Santa (1963) ; Guinochet et ViImorin (1975) comme suit :

Règne : Plantes

Embranchement : Phanérogames

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Dialypétales

Série : Calciflores

Ordre : Ombellales

Famille : Apiacées

Genre : *Ammoides* ou *Ptychotis*

Espèce : *Ammoides verticillata*



Figure 30 : Aspect morphologie d'*Ammoides verticillata* (Daira, 2015).

❖ Métabolite

Ces sont les produits intermédiaires du métabolisme. Ils servent à diverses fonctions, y compris celles liées à l'énergie, à la structure, à la signalisation, à la stimulation et aux effets inhibiteurs sur les enzymes (**Admiraal *et al.*, 2001**). Il existe deux grandes catégories de composés métabolites présents dans les plantes : les métabolites primaires et secondaires.

- Métabolites secondaires des plantes

Ces produits, qui ont souvent des structures chimiques compliquées, sont largement dispersés et très différents selon les espèces. Ils pourraient aider à protéger les plantes contre les herbivores et influencer la façon dont les plantes interagissent avec leur environnement (**Koch *et al.*, 2005 ; Filippou *et al.*, 2007**).

➤ Différents groupes de métabolites secondaires

Classiquement, il existe quatre grandes catégories de métabolites secondaires des végétaux : (**Lautru et Challis, 2004 ; Koch *et al.*, 2005**).

Les composés phénoliques, les saponines, les alcaloïdes, composés azotés et les composés terpéniques.

❖ Composés phénoliques

Les composants phénoliques sont des processus métaboliques secondaires qui ont un cycle aromatique avec des groupes hydroxyles libres ou des groupes qui sont engagés avec des glucides (**Shen, 2003**). Le groupe le plus important de composés phytochimiques trouvés dans les plantes est constitué de composés appelés phénoliques (acides phénoliques et flavonoïdes simples), qui sont des molécules biologiquement actives (**Gao *et al.*, 2010 ; Vogt, 2010**). Ils sont largement utilisés en thérapeutique comme anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants et anti-radicalaires, antimicrobiens (**Chan *et al.*, 2010 ; Chan et Thomas., 2009**).

❖ Flavonoïdes

Ils sont largement distribués dans les tissus végétaux, y compris les feuilles, les grains, la tige et les fleurs. Cette présence est fortement influencée par des facteurs génériques et environnementaux (**Kang *et al.*, 2012**).

propriétés biologiques et thérapeutiques des flavonoïdes comprennent: activité antioxydante, antimicrobienne, activité antifongique et effet anticancéreux (**Floss *et al.*, 2011**).

✓ **Activité antifongique :**

Une étude sur *Dianthus caryophyllus* a montré que les flavonoïdes étaient efficaces contre les souches fongiques par les mécanismes suivants : **(Brakhage, 2013)**.

- Inhibition des enzymes extracellulaires microbiennes.
- La séquestration de substrat nécessaire à la croissance microbienne ou la chélation de métaux comme le fer.
- Inhibition du métabolisme microbien.

II-10- Lutte biologique contre les maladies et les ravageurs de l'olivier

Sur l'ensemble des pays du bassin méditerranéen, la mouche de l'olivier *Bactrocera oleae* est reconnue depuis longtemps comme le ravageur le plus important de l'olivier cultivé **(Tzanakakis, 2006)**. Sans aucun doute, *Bactrocera oleae* est le principal adversaire de l'oléiculteur.

En testant les larvicides des huiles essentielles *Ammoides verticillata* et *Echinops spinosus*, **Amara (2016)** a constaté que l'effet biocide des huiles essentielles sur les larves de *Bactrocera oleae* stade 3 était plus important que l'activité insecticide. L'HE d'*Ammoides verticillata* provoquer une mortalité importante chez les champignons de l'olive, il peut être utilisé comme alternatif l'activité antifongique contre *Trichoderma sp* **Amara (2016)**.

D'après **Mansouri et Oukaci (2019)** le test de l'activité antifongique (associée aux attaques de la mouche d'olive à partir des feuilles et des fruits d'olive malades,) a été réalisé in vitro dans le contexte de lutte biologique entre trois souches de *Bacillus* (deux souches de *Bacillus thuringiensis* et une souche de *Bacillus cereus*) par confrontation directe vis-à-vis des champignons isolés. Selon leurs résultats, le *Bacillus cereus* souche avait la meilleure activité antifongique contre *Alternaria sp.* et *Fusarium oxysporum*. *Bacillus thuringiensis* a des propriétés antifongiques potentielles contre *Aspergillus flavus* et *Fusarium oxysporum*. De plus, *Bacillus thuringiensis* et *Bacillus cereus* ont une activité antifongique contre *Penicillium digitatum*.

Partie
Expérimentale

Chapitre III :
Matériel
et
Méthode

L'ensemble de ce travail a été réalisé en deux laboratoires : laboratoire de biochimie et laboratoire de Microbiologie Appliquée (LMA), au Centre Universitaire Salhi Ahmed de Naâma.

Notre travail expérimental se divise en :

- ✓ L'extraction des huiles essentielles des plantes aromatiques ;
- ✓ L'activité antifongique

III- 1- Matériel biologique

III-1-1-Matériels Végétales

Notre étude a été réalisée sur les feuilles sèches des trois plantes aromatiques *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*.

III-1-2- Matériel fongique

Les souches fongiques qui ont été sujets aux tests d'activités antifongiques des huiles essentielles extraites des plantes citées précédemment, ont été isolées à partir des vergers d'oliviers situés dans deux localités dans la région de Naâma ; Ain ben khelil et Mecheria (Fatha et Salah, 2020).

Notre étude a porté sur 03 souches sauvages de : *Verticillium sp*, *Aspergillus flavus* et *Trichoderma sp*. Isolées par Fatha et Salah en 2020.

Ces souches appartiennent au laboratoire de recherche laboratoire de gestion durable des ressources naturelles en zones arides et semi-arides. Centre Universitaire de Naâma

❖ Présentation de la zone d'étude

➤ Localisation géographique

Naâma, zone frontalière avec le Royaume du Maroc sur plus de 250 km de long, est située au sud-ouest des hautes terres entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Elle est enregistrée sur les coordonnées géographiques : X1 : 000°11'28'' W, X2 : 0001°45'40'' W, Y1 : 34°18'21'' N, Y2 : 32°8'54'' N.

Limites sur la wilaya de Naâma (Figure 31):

- Au Nord par les wilayas de Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès,
- A l'Est par la wilaya d'El bayadh,
- Au Sud se trouve la wilaya de Béchar,
- A l'Ouest se trouve le Maroc.

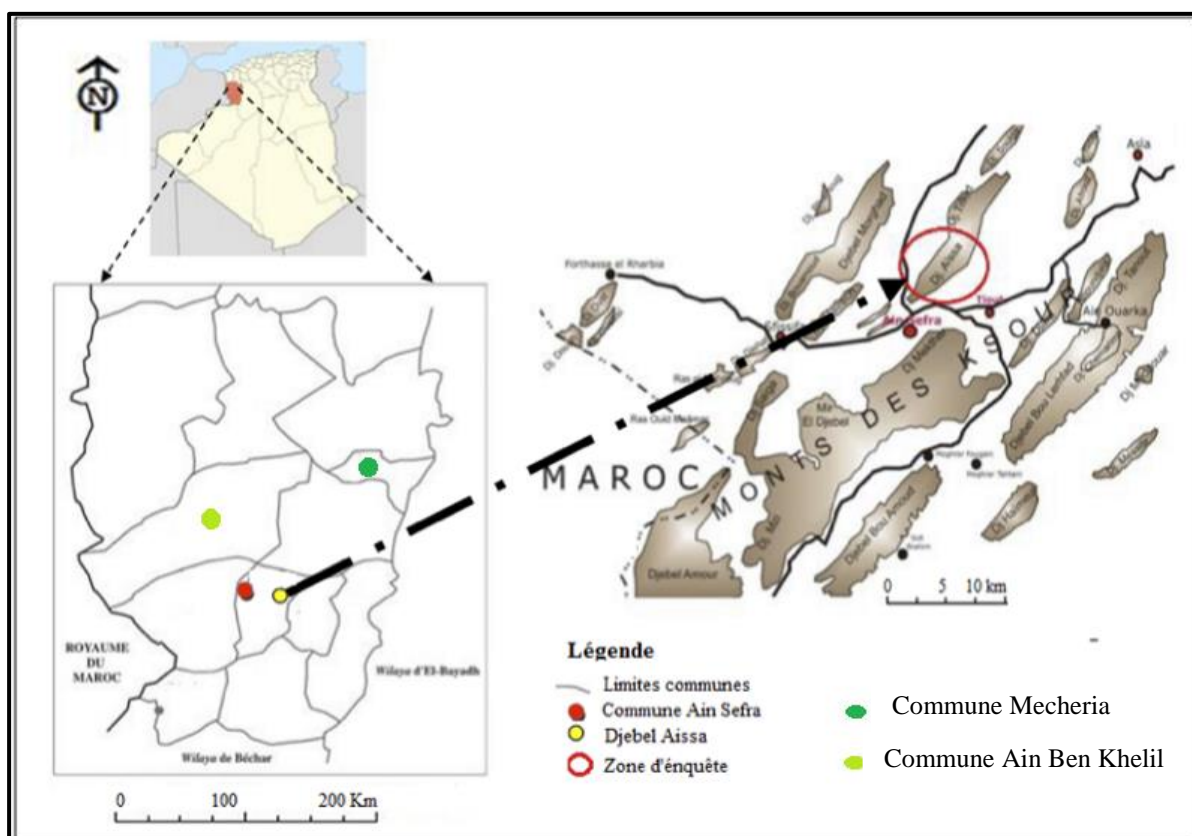


Figure 31 : Carte de situation géographique de la wilaya de Naâma (Djebel Aïssa) (**Hadjadj et al., 2019**) (Modifié)

➤ Paysage géographique

Le territoire de la wilaya de Naâma est caractérisé par trois (3) grands espaces géographiques : **DPSB (Figure 32)**

1. La région Nord steppique plane qui représentant 74% de la superficie totale de la wilaya soit 22 066 Km².
2. La région montagneuse couvrent 12% de la superficie territoriale de la wilaya, soit 3 578 Km², et faisant partie de l'Atlas saharien.
3. La région Sud présaharienne qui s'étend sur les 14% restants de la wilaya soit 4175 Km².

Ces grands ensembles se caractérisent par des activités différenciées :

- Les 3/4 du territoire du Nord font partie du domaine des hautes plaines steppiques appelées improprement "hauts plateaux".
- Cet espace se caractérise par la prédominance de l'activité pastorale.

- Les montagnes des ksour et piémonts Sud de l'Atlas sont caractérisés par une agriculture oasisienne avec la culture locale du palmier dattier.

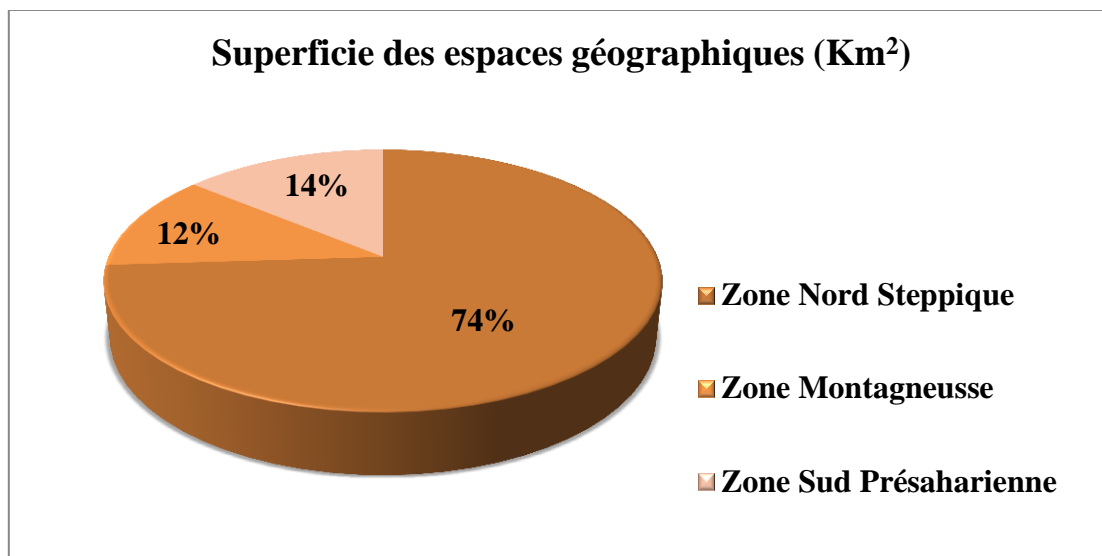


Figure 32 : Les trois grands espaces géographiques dans la wilaya de Naâma

➤ Lithologie

La carte lithologique (**Figure 33**) montre que la répartition spatiale des différentes formations rencontrées est liée aux caractéristiques morphologiques du territoire de la wilaya :

- **Les hautes plaines (Nord de la wilaya)**, sont caractérisées par une croûte calcaire, parsemés par des formations alluvionnaires. Les alluvions sont principalement rencontrées au niveau des dépressions (chotts et dayas).

- **Les monts des Ksour**, recouverts de calcaires dur et dolomies (roches résistantes à l'érosion) avec des croûtes calcaires et alluvions à l'ouest et à des marnes et alluvions à l'Est.

- **La zone présaharienne**, est couverte d'alluvions et marnes.

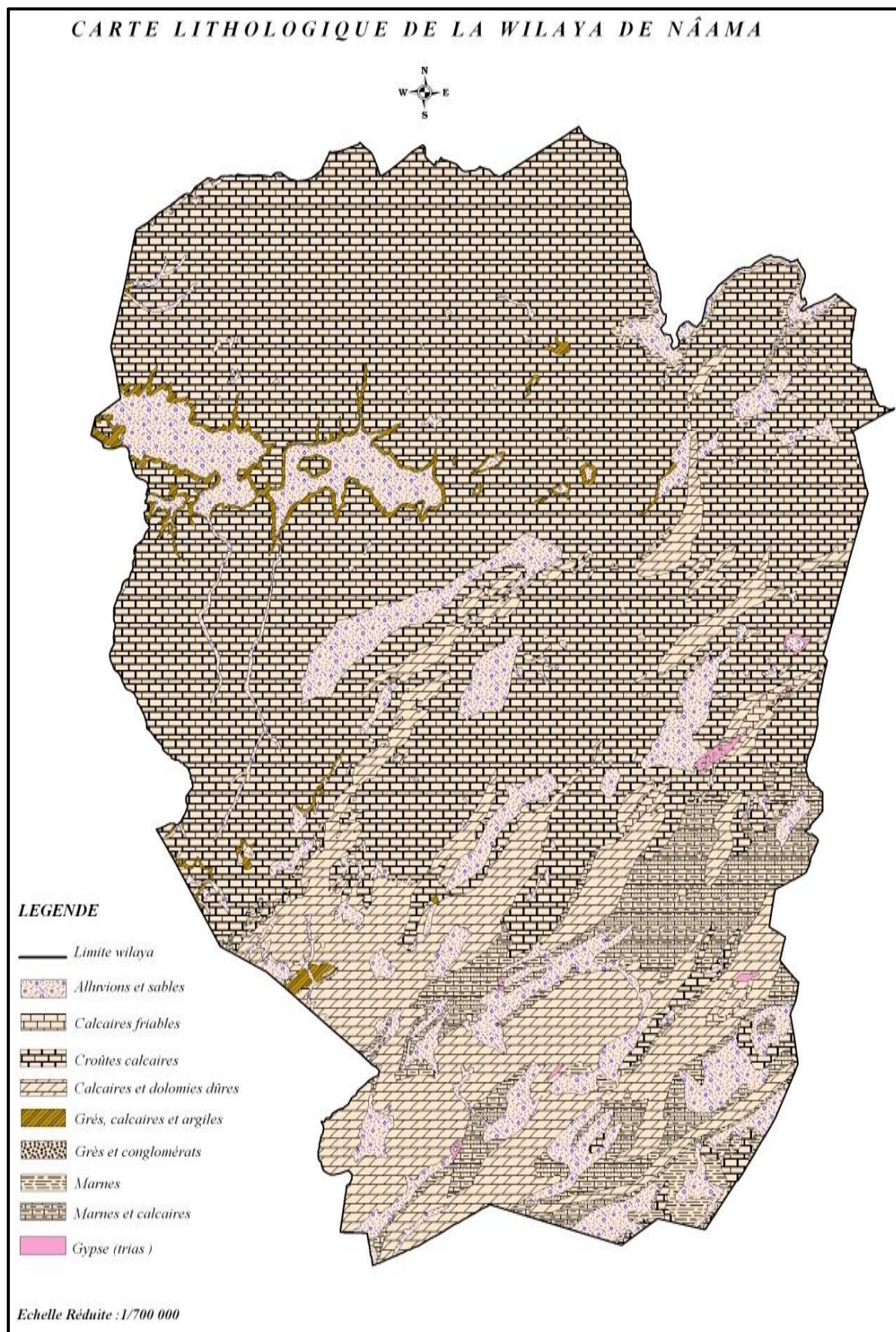


Figure 33 : Carte lithologique de la wilaya de Naâma (CENEAP, 2009).

- Pédologie

D'après les travaux de **Bensaid, 2006**, les sols de la wilaya de Naâma sont classés :

- ✓ Les sols Calcimagnésiques.
- ✓ Les sols minéraux bruts.
- ✓ Les sols peu évolués.
- ✓ Les sols halomophes.

- Hydrogéologie

Les ressources en eau souterraine de la wilaya de Naâma proviennent de plusieurs systèmes aquifères qui sont formés par l'environnement géologique favorable (**Figure 34**). Cependant, en l'absence d'études hydrogéologiques de wilaya, on considère que le potentiel en eaux souterraines relève de deux domaines : (**DRE**)

- Les nappes profondes, principalement exploitées par les forages,
- Les nappes phréatiques, principalement exploitées par les sources.

D'une manière générale, les travaux de l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique (A.N.R.H) font état de quatre principaux aquifères

- La nappe de Chott Chergui, exploitée au profit de quatre wilayas : Naâma, El Bayadh, Saïda et Tiaret.
- La nappe de Chott Gharbi.
- La nappe du synclinal de Naâma.
- La nappe du synclinal de Ain Sefra.

De plus, la profondeur excessive des forages réalisés dans la wilaya, témoigne de la présence de nappes profondes relevant des formations du crétacé (albien).

Le **tableau 11** ci-après présente les ressources mobilisées par le secteur de l'hydraulique.

Néanmoins, il ne tient pas compte de certaines infrastructures réalisées par le Haut-Commissariat de Développement de la Steppe (HCDS) notamment en matière de sources, Djiboubs et retenues collinaires.

Tableau 11 : Situation des ressources hydriques mobilisées (eaux souterraines et de surface)
(DRE, 31/12/2021)

	Nombre	Débit (L/S)	Destination		
			AEP (L/S)	Irrigation +PAST. (L/S)	GGF (L/S)
Forages	1444	5064	1445	3365	254
Puits	920	483	14	458	0

Sources	24	5,8	3,8	2	0
Total	2388	5551,80	1462,80	3824	254
	Nombre	Volume Théorique Hm3	Destination		
			AEP (Hm3)	Irrigation+ PAST.	Autres
Retenue collinaires	3	2,304	0	2,304	/

En effet, les 1444 forages avec un débit global de 5064 l/s en plus des 920 puits d'un débit de 483 l/s nécessitent une exploitation rationnelle compte tenu du nomadisme qui caractérise une tranche de la population de cette wilaya et du degré d'utilisation de cette ressource (DRE, 2021).

Biogéographiquement, la zone d'étude appartient au secteur des hauts plateaux et au secteur de l'atlas saharien selon les subdivisions du (Quezel et Santa., 1962). Il se caractérise par d'été chaude et sèche et d'hivers frais pluvieux.

Dans cette partie les données climatiques utilisées à partir de la station météorologique de Naâma. Ces données ont été fournies par l'O.N.M (Office National de la Météorologie).et se caractérisent comme suit :

Tableau 12 : les principales caractéristiques de la station de référence

Caractéristiques de la Station	Altitude (m)	Latitude	Longitude
Naâma	1166	33° 16' N	00° 18' W

O.N.M

Le choix de cette station et de cette période se justifie par les raisons suivantes :

- La station correspond à la prise en compte de la différences coordonnées géographiques régionales en termes d'altitude.
- Station opérationnelle (disponibilité des données).
- Différence de distribution des pluies durant les années 1992 et les années 2021.
- A notre avis, 29 ans suffisent pour expliquer l'impact climatique sur le couvert végétal.

➤ **Les précipitations**

Les pluviométries sont un facteur écologique essentiel au fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (Ramade, 2009).

La répartition des précipitations moyennes mensuelles sur la période (1992 à 2021), est la suivant :

Tableau 13 : répartition moyenne mensuelle des précipitations (mm)

Station	Précipitations moyennes mensuelle des (mm)												Total
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Naâma (1992-2021)	12,83	12,95	16,92	28,18	17,78	15,58	5,69	18,54	28,5	23,57	29,5	12,37	222,41

(Source : Conservation des forêts Naâma, 2022)

Selon le **tableau 13**, les données de précipitations de la wilaya de Naâma s'étalant de 1992 jusqu'à 2021, on note que le taux de précipitation le plus pluvieux est celui le mois de Novembre avec une moyenne de l'ordre de **29,5 mm** suivi par le mois de Septembre avec une

pluviométrie moyenne de **28,5 mm**. Par contre le mois le plus sec est le mois Juillet avec **5,69 mm**.

Tableau 14 : Régime saisonnier des précipitations au niveau de station de Naâma

Station	Eté	Automne	Hiver	printemps	Régime
Naâma (1992-2021)	38,15	81,57	39,81	62,88	APHE

On note que l'automne reçoit la majeure partie de la pluviosité annuelle soit **81,57 mm** des pluies de l'année et c'est aussi la saison la plus régulièrement pluvieuse. Le printemps reçoit **62,88 mm** des pluies. Mais l'Hiver reçoit **39,81 mm** des pluies. En fin l'été reçoit **38,15 mm** des pluies seulement et il est marqué par une rareté de pluviosité (**Tableau 14**).

Le régime pluviométrique saisonnier de la station de Naâma durant la période (**1992-2021**) est de type **A.P.H.E.**

➤ **Température**

La température est une grandeur physique qui traduit la sensation de chaud et de froid (**Clement., 1981**). C'est le facteur qu'il faut avant tout examiner à travers son action écologique sur les êtres vivants (**Dreux., 1980**).

Les données mensuelles des températures maximales, minimales et moyennes, enregistrées pour la région du Naâma durant la période (1992-2021), sont détaillées dans le tableau suivant :

Tableau 15 : valeurs moyenne mensuelles de la température

Station		J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
Naâma (1992- 2021)	MIN (°C)	1,47	4,8	7,4	9,64	14,25	18,29	21	20,56	15,98	10,35	5,62	3,32
	MAX (°C)	11,46	11,55	15,52	20,43	25,42	31,72	37,31	35,53	29,49	24,55	16,37	11,63
	MOY (°C)	6,46	8,17	11,46	15,03	19,83	25,00	29,16	28,05	22,74	17,45	11	7,48

(Source : **Conservation des forêts Naâma, 2020**)

D'après le **tableau 15**, la température moyenne mensuelle pour la région de Naâma au fil des années (1992-2021) est de 16,82°C. Les valeurs moyennes des températures mensuelles sont estimées dans le tableau, Montrent que le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne de (29.16°C), par contre la température la plus faible est propre à la saison hivernale, à la température de (6,46°C) aux mois de janvier.

A partir de ces mesures quotidiennes on détermine :

-la moyenne des « minima » du mois le plus froid (MIN) ; il s'agit de la température mesurée la plus basse, appelée aussi variance thermique.

-La moyenne des « maxima » du mois le plus chaud (MAX) ; c'est la température la plus élevée mesurée, appelée aussi sous variance thermique. (Mahdad et Selka, 2009).

- le température moyenne mensuelle et annuelle (MOY) $T_M = (T_{MAX} + T_{MIN})/2$.

-Amplitude thermique

L'amplitude thermique est déterminée par la différence entre les valeurs moyennes des maximums extrêmes et les minimums extrêmes. Sa valeur est écologiquement importante à connaître, car elle représente la limite thermique extrême à laquelle chaque année en moyenne les végétaux doivent résister (Djebailis, 1982).

- Indice de continentalité

Classification établie par Debrach (1953) citée par Alcaraz (1982) basée sur la définition du climat en fonction des écarts thermiques « M-m ».

Cette méthode permet de définir les types de climat :

- Climat insulaire : $M - m < 15^{\circ}\text{C}$.
- Climat littoral : $15^{\circ}\text{C} < M - m < 25^{\circ}\text{C}$.
- Climat semi-continentale : $25^{\circ}\text{C} < M - m < 35^{\circ}\text{C}$.
- Climat continentale : $M - m > 35^{\circ}\text{C}$.

Tableau 16 : indice de continentalité de la zone d'étude durant la période de référence

Station	M °C	m °C	(M-m)°C	Type de climat
Naâma 1992-2021	37,31	1,47	35,84	Continentale

Selon la classification de Debrach (1953) et Alcaraz (1982) et le résultat de tableau 16, on constate que la station de Naâma est influencée par un climat continental.

-Indice de sécheresse estivale

Pour définir la limite sud de l'aire soumise à un climat méditerranéen, c'est-à-dire de l'Aire Isoclimatique Méditerranéenne (A.I.M.), on doit donc analyser la sécheresse estivale.

Selon Emberger (1941), l'indice de sécheresse estivale (I.e) qui peut servir à séparer les climats méditerranéens de ceux qui sont océaniques. (I.e) est le rapport entre les valeurs

moyennes des précipitations estivales (**P.E**) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud « **M** » (°c).

Pour le calculer, on utilise la formule suivante :

$$I.e = P.E/M$$

Classe de l'Indice de sécheresse estivale par (**Daget, 1977**)

- Humidité extrême : $SPI > 2$
- Humidité forte : $1 < SPI < 2$
- Humidité modérée : $0 < SPI < 1$
- Sècheresse modérée : $-1 < SPI < 0$
- Sècheresse forte : $-2 < SPI < -1$
- Sècheresse extrême : $SPI < -2$

Tableau 17 : indice de sécheresse estivale

Station	P.E (mm)	M (°c)	I.e
Naâma 1992-2018	39.81	37,31	1.07

Selon la classification de **Daget (1977)**, et le résultat de **tableau 17**, on constate que la station de Naâma est influencée par une humidité forte.

-Indice d'aridité de DE-Martonne

Selon **DE-Martonne (1926)**, l'indice d'aridité est utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse ; il est exprimé par la relation :

$$I = P / (T+10)$$

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : Température moyenne annuelle en (°C).

Classe de l'indice d'aridité De Martonne :

- Climat hyper-aride $I < 5$
- Climat désertique $5 < I < 7,5$
- Climat steppique $7,5 < I < 10$
- Climat semi-aride $10 < I < 20$
- Climat tempéré $20 < I < 30$

Tableau 18 : Indice de DE-Martonne

Station	Indice	Type de climat
Naâma	8,29	Climat steppique

D'après **DE-Martonne** et le **tableau 18**, on constate que la station Naâma est sous l'influence d'un climat steppique.

-Synthèse bioclimatique

Synthèse bioclimatique Les différentes étapes du cycle de croissance des pathogènes lors des épidémies phytopathologiques sont très influencées par les facteurs climatiques. Aussi ils influencent la réceptivité des plantes hôtes ainsi que les interactions hôte-pathogène (**Lepoivre, 2003**). Par conséquent une étude climatique de la région prospectée est indispensable. Les indices les plus importants à étudier sont :

- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.
- Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger.

➤ **Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen**

D'après **Faurie et al., (1980)**, le diagramme ombrothermique (Ombro = pluie, thermo = température). Ce diagramme a été réalisé par **Bagnouls et Gaussen (1953)**, il illustre l'opposition saison sèche/saison humide. Ces auteurs définissent un mois sec par le principe suivant :

$$P \leq 2.T$$

Où : P : précipitation mensuelle (**mm**)

T : température moyenne mensuelle (°C)

Le diagramme d'Euverte consiste à reporter on ordonnées les précipitations en mm (échelle logarithmique) et les températures en °C (échelle linéaire). Et en abscisse on reporte les mois de l'année (**Figure 35**).

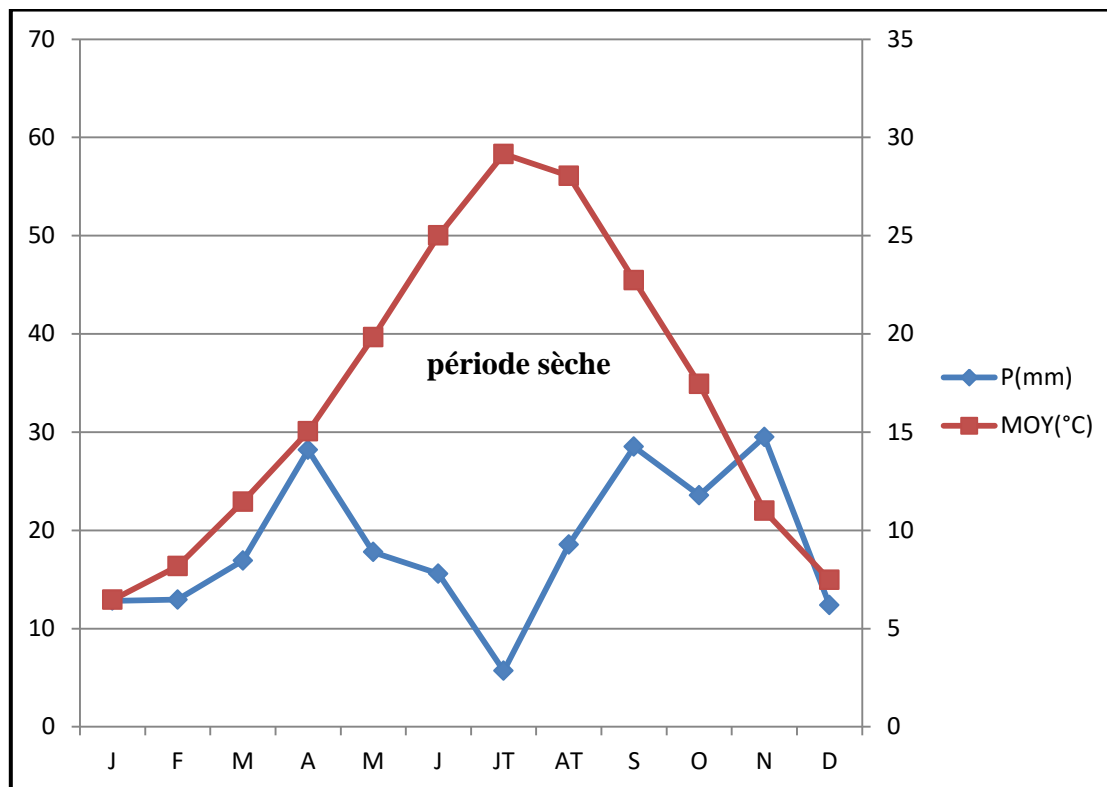


Figure 35 : diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson Station Naâma

Nous remarquons que la courbe thermique se situe au-dessus de celle de des précipitations pendant les mois : Avril, Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre, Octobre indiquant une période sèche. La courbe de précipitations se situe au-dessus de celle des températures de mois Novembre jusqu'au Mars indiquant une période humide.

L'examen du diagramme, ainsi réalisé pour la station de Naâma montre que la période sèche s'étend d'avril jusqu'à octobre.

➤ **Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger (1955)**

Le quotient d'Emberger est calculé par la formule suivante :

$$Q2 = 2000 P / M^2 - m^2$$

Dans laquelle :

Q2 : le quotient pluviométrique,

P : Pluviosité moyenne annuelle en (**mm**),

M : la moyenne des maxima thermiques du mois le plus chaud en en Kelvin (**°k**),

m : la moyenne des maxima thermiques du mois le plus froid en en Kelvin (**°k**).

Tableau 19 : valeur de Q₂ et étages bioclimatiques

Station	Pluie (mm)	M (°c)	m (°c)	Q ₂	Etage bioclimatique
Naâma (1992-2021)	222.41	37,31	1,47	21,20	Aride inférieur à Hiver frais

La valeur de Q₂ de la région de Naâma est égale à 21,20. Ce qui indique que cette région appartient à l'étage bioclimatique Aride à hiver frais. (Figure 36).

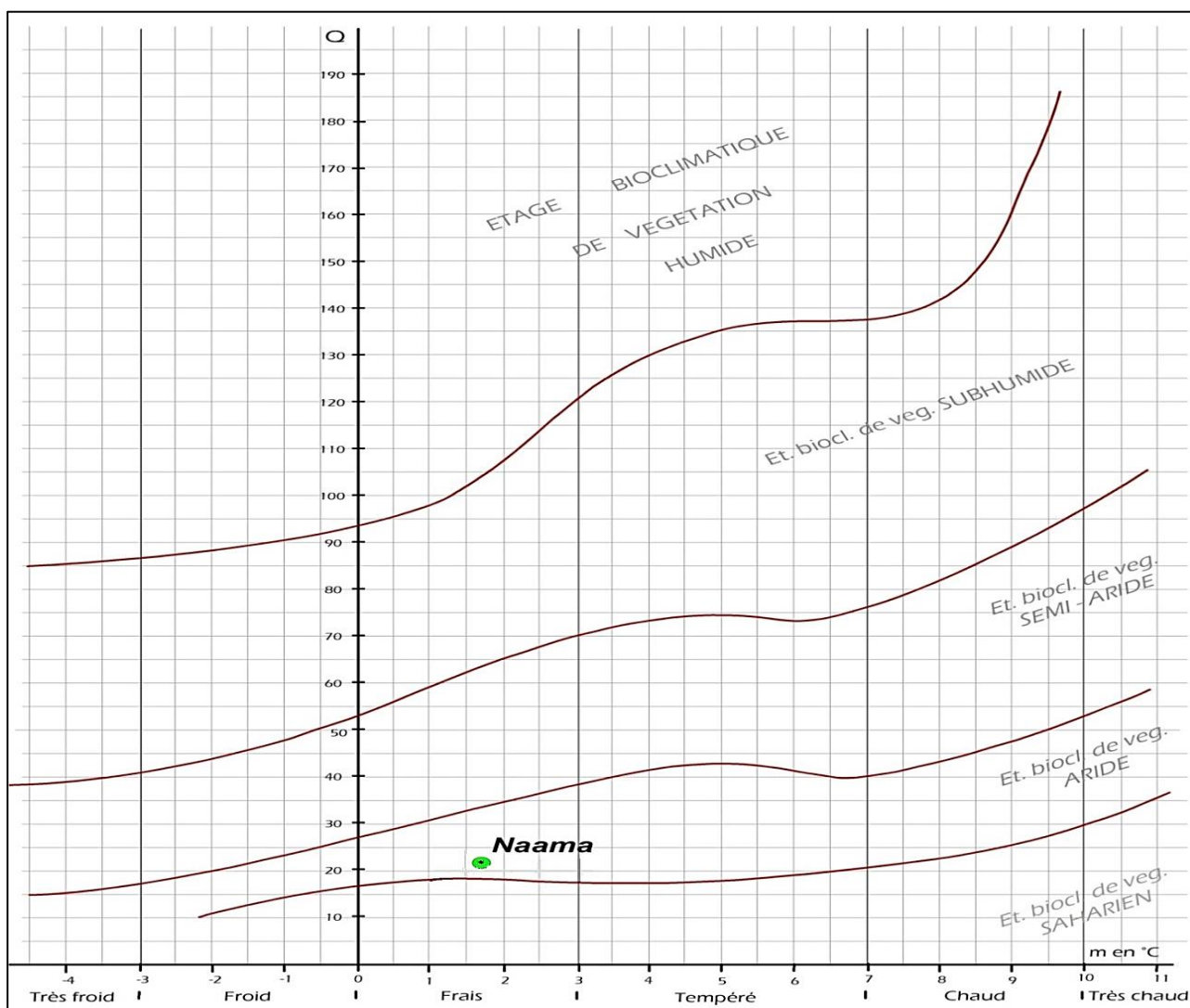


Figure 36 : Climagramme d'Emberger (Daget, 1977) la période (1992-2021).

Ce climagramme nous a permis de localiser notre station : Naâma elle se trouve dans l'étage bioclimat aride à hiver frais.

III-1-2-Matériel utilisé

Tout le matériel utilisé durant notre expérimentation en Verrerie, en Réactifs et en appareillage est présenté dans **annexe 01**.

III-2-Méthodes

III-2-1- Extraction des huiles essentielles

- Séchage

Les parties aériennes des plantes d'*Artemisia judaica* été recueillie en Mars 2022. Sites djebel Aissa wilaya Naâma. Alors que les plantes du *Thymus vulgaris* et d'*Ammoides verticillata* a été recueillie de la région de Terni Wilaya de Tlemcen.

La matière végétale, recueillie, a été séchée à l'air libre, à l'ombre et à une température ambiante jusqu'à la stabilisation de son poids pendant quelque jour.

Tableau 20 : Tableau récapitulatif des espèces sources d'huiles essentielles, date et lieux de récolte et parties utilisées

Plantes utilisées	Lieu et date de récolte	Parties utilisées
<i>Thymus vulgaris</i>	Tlemcen 03/2022	Tige Feuilles
<i>Artemisia judaica</i>	Djebel Aissa (Naâma) 03 /2022	Tige Feuilles
<i>Ammoides verticillata</i>	Tlemcen 03/2022	Tige Feuilles Fleur



Figure 37 : Plante (*Artemisia judaica*) sèche

- Extraction

L'extraction d'huiles essentielles a été réalisée par hydrodistillation pendant 2 h, à 100°C, des parties aériennes séchées de la plante dans un appareil de type Clevenger (**Figure 38**). La vapeur d'eau enrichie de constituants puis décantée à 20°C. Cette opération a été suivie de calculs de rendement effectués selon la norme **AFNOR (1986)**.

➤ hydrodistillation

Le principe de l'hydrodistillation consiste en une immersion directe de le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement découpé) dans un alambic rempli d'eau, suivie d'une ensuite ébullition (**Bruneton, 2009**).

Une hydrodistillation de la partie aérienne est effectuée, où 100g de chaque plante sèche (*Thymus vulgaris*, *Ammoides verticillata* et *Artemisia Judaica*) sont placés dans un ballon, et imprégné d'eau, le tout étant porté à ébullition pendant 2 heures. Les vapeurs d'eau chargées d'huile essentielle, en traversant le réfrigérant, se condensent et chutent dans une ampoule à décanter, l'eau et l'huile se séparent par différence de densité.

Après décantation, les huiles essentielles étaient récupérées et stockées dans des tubes en verre fermé hermétiquement, à l'abri de la lumière et à une température entre 4 et 6°C.

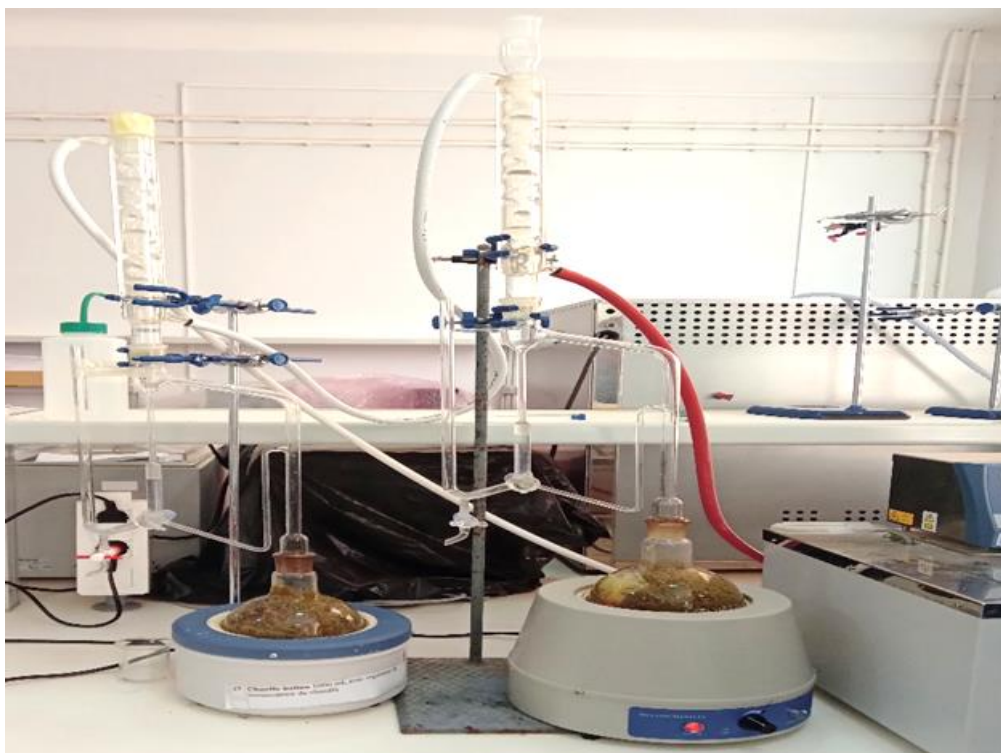


Figure 38 : Montage hydrodistillateur de type Clevenger (**Originale, 2022**).

➤ Calcul du rendement

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse sèche du matériel végétal à traiter (Carré, 1953).

Le rendement, exprimé en pourcentage, est calculé par la formule suivante :

$$Rd = m/m_0 \times 100$$

Avec :

Rd : rendement en HE exprimée en pourcentage

m : masse en gramme de l'HE

m₀ : masse en gramme de la matière végétale sèche.

III-2-2-Revivification des souches fongiques

Un passage successif de nos souches fongiques conservées a été effectué sur milieu PDA (potato extrose agar) afin de les re-vifier, suivi par un examen microscopique afin de confirmer la pureté des souches avant de les utiliser dans les tests d'activités antifongiques.

III-2-3-Essais de lutte biologique contre trois champignons phytopathogènes de l'olivier par des huiles essentielles trois plantes aromatiques

L'évaluation des activités antifongiques des huiles essentielles des 03 plantes a porté sur les trois champignons phytopathogènes de l'olivier *Aspergillus flavus*, *Trichoderma sp* et *Verticillium sp*.

III-2-4-Préparation de milieu de culture

Le milieu de culture utilisé pour réaliser les différentes manipulations effectuées avec les champignons au cours de cette étude est : Le milieu PDA (Potato Dextrose Agar) : Composé pour 01L, l'eau distille de 200 g de pomme de terre et 15 g Agar + saccharose.

III-2-5- Application du test

Vu la non miscibilité des HE à l'eau et par conséquent au milieu de culture, une répartition homogène est réalisée par l'ajout d'une quantité bien déterminée de Tween 20.

La technique consiste à incorporer les huiles essentielles des trois plantes (*Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*) à différentes concentrations au milieu culture dans des boîtes de Pétri.

La solution d'HE (différent concentration on µl/ml) de PAM avec tween, sont ajoutés aseptiquement à des tubes à essai contenant chacun 15 ml de milieu de culture PDA, stérilisés

et maintenu en surfusion à 45°C dans un bain-marie. A l'aide d'un vortex, les tubes renfermant le milieu de culture additionné d'un mélange de (75% d'HE (µl/ml) et 25% de Tween (µl/ml)) sont agités avant d'être coulés dans les boîtes de Pétri.

Les différentes concentrations des trois huiles essentielles utilisées dans cette partie sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 21 : Les différentes concentrations des trois huiles essentielles utilisées

Plante	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Artemisia judaica</i>	<i>Ammoides verticillata</i>
Champignon	Concentration (µl/ml)		
<i>Aspergillus flavus</i>	0,3 et 0,5	0,5	1
<i>Trichoderma sp</i>	0,3	0,5 et 1,5	0,05 et 1
<i>Verticillium sp</i>	0.5	0,5	0.1 et 1

Le protocole de l'application du test se présente comme suit :

Après solidification, un disque mycélien de 6mm de diamètre a été inoculé au centre de la boîte puis incubé à 25°C pendant 7 jours. Chaque test a été répété 03 fois pour le même champignon. Le PDA sans HE a été utilisé comme témoin négatif (témoin avec tween) (Figure 39).

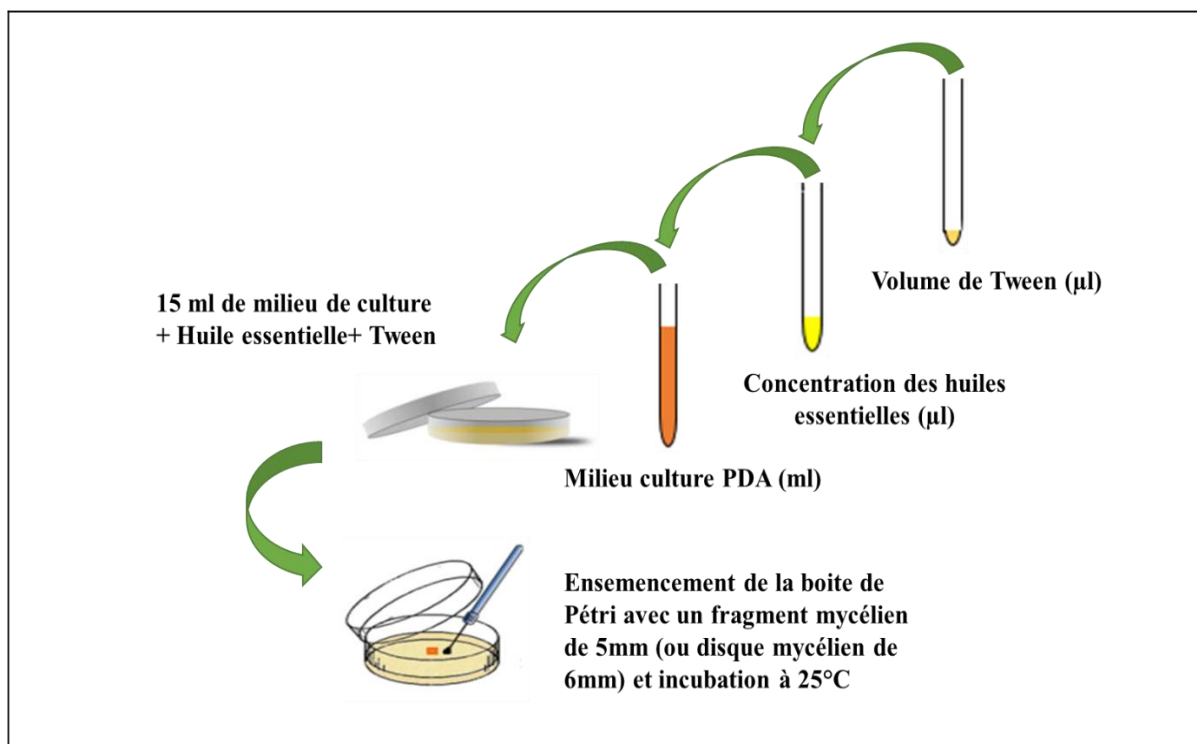


Figure 39 : protocole de l'application du test (Attrassi, 2021) (Modifié)

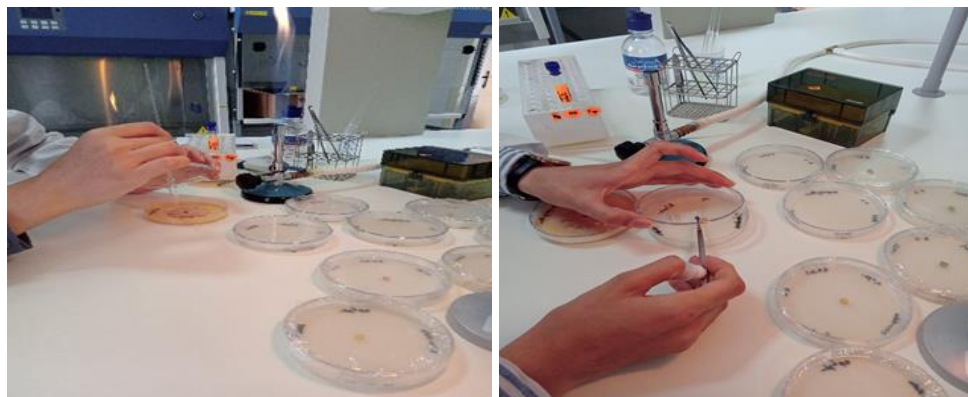


Figure 40 : Méthode de disque



Figure 41 : d'incubation des champignons (25°C)

Après incubation à 25 °C pendant 7 jours en tenant compte de la croissance du témoin, on calcule l'indice antifongique qui est déterminé par la formule suivante (Albuquerque *et al.*, 2006).

$$\text{Indice antifongique} = (D_t - D_{t_s}) / D_t \times 100$$

D_c : le diamètre de la zone de croissance du contrôle ;

D_t : le diamètre de la zone de croissance de l'traité.


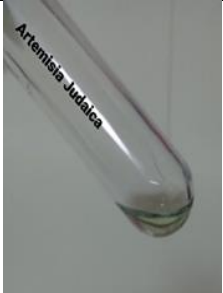
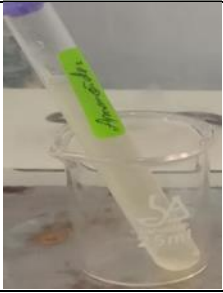
Chapitre IV :
Résultat
et
Discussion

Résultat

IV-1-Propriétés organoleptiques de l'huile essentielle extraite

Propriétés organoleptiques des huiles essentielles de la partie aérienne (*Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*) sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 22 : Caractères organoleptiques des huiles essentielles extraites

Huiles essentielles	Couleur	Aspect	Odeur	Photos
<i>Thymus vulgaris</i>	Brun clair	Liquide mobile	Aromatique, légèrement épicée	
<i>Artemisia judaica</i>	Vert clair	Liquide	Aromatique	
<i>Ammoides verticillata</i>	Jaune clair	Liquide	Aromatique	

Les résultats obtenus durant notre expérimentation montrent que les HE extraits à partir de la partie aérienne des trois plantes ont un aspect liquide, d'une odeur aromatique, légèrement épicée pour la *Thymus vulgaris* et la couleur de ces HE était brun clair (*Thymus vulgaris*), jaune clair (*Ammoides verticillata*) et vert clair (*Artemisia judaica*).

IV-2-Rendement en huile essentielle

Les teneurs en huile essentielle, exprimées en ml du distillat par (100, 120 g) de matière végétale, ont été déterminées juste après extraction. Le rendement en huile essentielle a été exprimé en (%) et il représente la quantité d'huile essentielle extraite de (100, 120 g) de matière végétale séchée.

Pour la plante *Thymus vulgaris* le rendement d'extraction obtenu était de 1,29% (**Tableau 23**), ce qui est largement supérieur à celui obtenu par (**Sidali et al., 2014**) à la wilaya d'Ain Défla (0.64%) et à celui obtenu par (**El Ouali Lalami et al., 2013**) au Maroc dont le rendement était de (0.5%) (**Tableau 24**).

En ce qui concerne l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* elle a été obtenue avec un rendement relativement moyen (1,11%) (**Tableau 23**) par rapport à celui qui a été obtenu la région Weddi tasser Ilizi donne un rendement (1,3%) (**Hellali et al., 2017**), et résultats proches de ceux trouvés en Egypte par **El-Massery et al., 2002** (1,4%), ces rendements sont supérieurs à celui trouvé en Lybie (0,62%) par **Janackovic et al., (2015)** (**Tableau 24**).

L'hydrodistillation des parties aériennes sèches d'*Ammoides verticillata* récoltées de la région de Tlemcen a donné une huile essentielle de couleur jaune clair avec un rendement de 2,21% (**Tableau 23**). Le rendement obtenu est très proche à celui obtenus par **Attou (2017)** pour l'huile issue de Ain Temouchent qui était de 2,58% (**Tableau 24**).

Le **tableau 23** présente les rendements obtenus après l'extraction des huiles essentielles des plantes étudiées.

Tableau 23 : Les rendements en huiles essentielles des trois plantes (*Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica*, *Ammoides verticillata*), par hydrodistillation.

Plantes	Poids végétal (g)	Poids d'H.E (g)	Rendement en H.E %
<i>Thymus vulgaris</i>	120	1.54	1.29
<i>Artemisia judaica</i>	100	1.11	1.11
<i>Ammoides verticillata</i>	200	4.41	2.21

Tableau 24 : comparaison entre les rendements (%) en huiles essentielles *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata* de différentes origines.

Espèce	Origine de la plante	Rendement %	Références
<i>Thymus vulgaris</i>	Au niveau de la région d'Oued El-Chorfa, située de 55 Km à l'Est d'Ain Défla.	0.64	Sidali et al., 2014
	Maroc	0,5	El Ouali Lalami et al., 2012
	Le présent travail	1,29	
<i>Artemisia judaica</i>	La partie aérienne récoltée en région Weddi tasset, Illizi Algérie.	1,3	Hellali et al., 2017
	<i>Artemisia judaica</i> a été collectée sur la côte Nord, en Égypte	1,4	El-Massry et al., 2002
	Lybie.	0,62	Janackovic et al., 2015
	Le présent travail	1,11	
<i>Ammoides verticillata</i>	Ain Temouchent	2.58	Attou 2017
	Le présent travail	2,21	

IV-3- Résultats de la revivification des souches fongiques

IV-3-1-*Aspergillus flavus*

L'aspect macroscopiques des colonies se caractérise par une croissance rapide et une couleur brune claire. Les conidiophores hyalins, rugueux ou fortement rugueux, et assez longue, sont septés et hyalin. La texture est velouté à poudré et le revers de colonie brun rougeâtre plus intense (Figures 42).

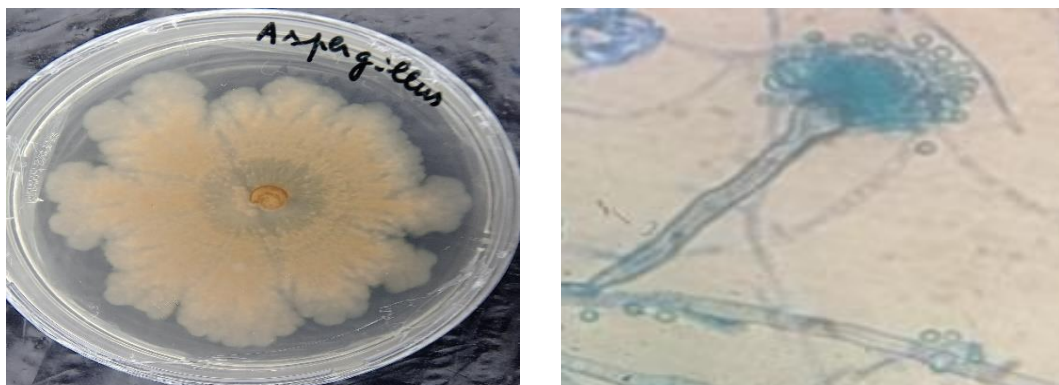


Figure 42 : Aspects macroscopique et microscopique du genre d'*Aspergillus flavus* (G×100).

IV-3-2-*Trichoderma sp*

L'aspect macroscopique des colonies est laineux, à croissance rapide et de couleur verte. Les conidiophores hyalins, en touffe plus ou moins compactes, sont septés, régulièrement et abondamment ramifiés à angle droit par rapport à l'axe principal. Les conidies unicellulaires, rondes ou ellipsoïdales, lisses ou verruqueuses, sont produites en masses mucigineuses formant des gloérules au sommet des phialides. (Figures 43).

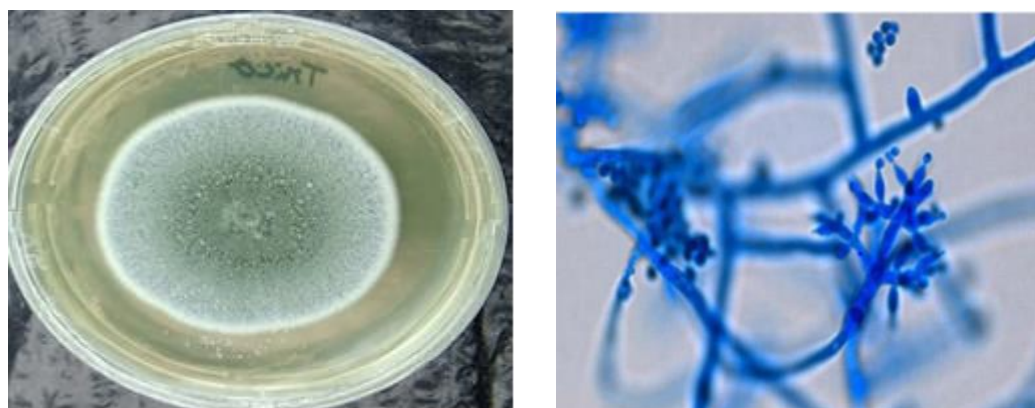


Figure 43 : Aspects macroscopique et microscopique du genre de *Trichoderma sp* (G×100).

IV-3-3- *Verticillium sp*

Les colonies sont d'une couleur blanche, elles poussent rapidement et elles sont plutôt plates qui peuvent être légèrement surélevé au centre. La texture est cotonneuse. (Figures 44).

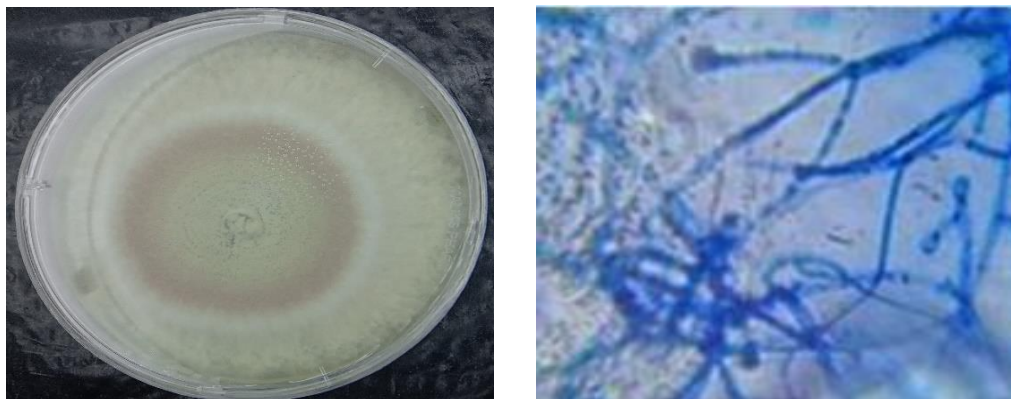


Figure 44 : Aspects macroscopique et microscopique du genre *Verticillium sp* (G×100).

IV-4-Activités biologiques

La gestion intégrée des ennemis de cultures est une méthode décisionnelle qui consiste à avoir recours à toutes les techniques nécessaires pour réduire les populations d'organismes nuisibles, de façon efficace et économique, dans le respect de la santé et de l'environnement.

Au cours des dernières années, l'utilisation des huiles essentielles (HE) dérivées des plantes aromatiques comme fongicides à faible risque.

IV-4-1-Activité antifongique des huiles essentielles vis-à-vis des trois champignons

Les champignons de verticilliose et fumagine ont montré une grande sensibilité aux huiles essentielles des *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*. Les souches fongiques *Verticillium sp*, *Aspergillus flavus* et *Trichoderma sp* ont toutes été inhibées à différents degrés par les différentes concentrations.

➤ Les activités antifongiques des huiles essentielles contre *Aspergillus flavus* :

En général, toutes les HEs utilisées ont exercées des activités antifongiques considérables qui varient d'une huile à l'autre.

Contre *Aspergillus flavus* les HEs les plus actives sont ceux du *Thymus vulgaris* avec suite à l'utilisation de la concentration 0,5µl/ml et d'*Ammoides verticillata* à une concentration de 1µl/ml dont elles ont causé des pourcentages d'inhibition estimés à 100%.

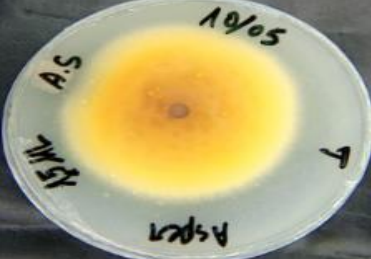



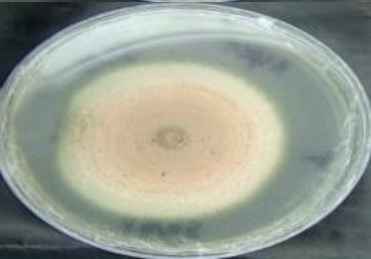
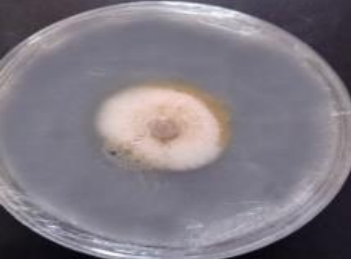


Suivi par l'HE d'*Artemisia judaica* dont elle a induit à une dose de 0.5µl/ml de un pourcentage d'inhibition de 54,12%. (Tableau 25) (Tableau 26) (Figure 45).

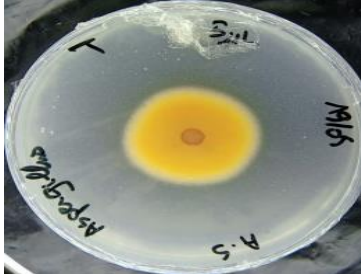






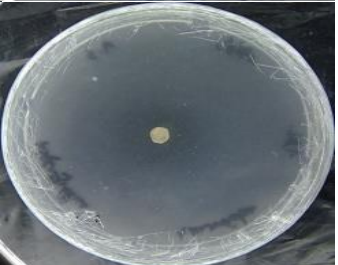
Tableau 25 : Pourcentages d'inhibition des huiles essentielles (*Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*) contre *Aspergillus flavus*.

<i>Aspergillus flavus</i>				
Huile essentielle	<i>Thymus vulgaris</i>		<i>Artemisia judaica</i>	<i>Ammoides verticillata</i>
Concentration ($\mu\text{l/ml}$)	0,3	0,5	0,5	1
Pourcentage d'inhibition (%)	64,91 \pm 0,30	100 \pm 0,00	54,12 \pm 0,22	100 \pm 0,00

Tableau 26 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne d'*Aspergillus flavus* suite aux traitements à base des huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*

HE	[C]	Témoin	R1	R2	R3
<i>Thymus vulgaris</i>	0.3				
	0.5				

HE	[C]	Témoin	R1	R2	R3
<i>Artemisia judaica</i>	0.5				
					

HE	[C]	Témoin	R1	R2	R3
<i>Ammoides verticillata</i>	1	 	 	 	 

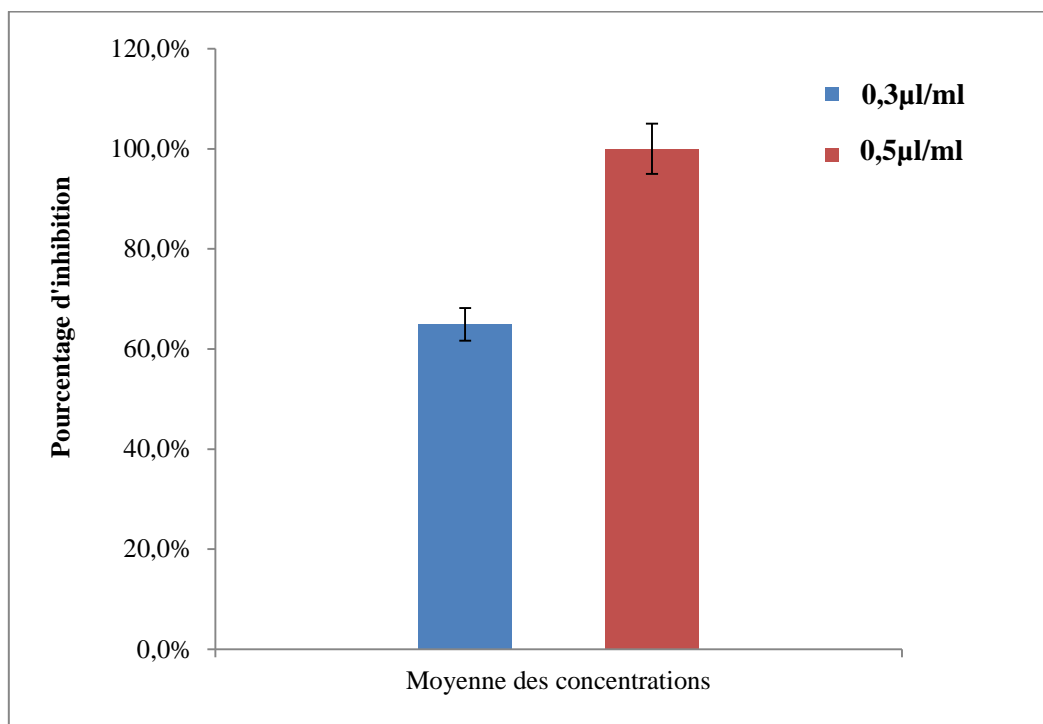


Figure 45 : Histogramme des taux d'inhibition de l'huile essentielle *Thymus vulgaris* contre *Aspergillus flavus*.

❖ Etude statistique

L'analyse de la variance des traitements par les huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, d'*Artemisia judaica* et d'*Ammoides verticillata* sur *Aspergillus flavus* a révélé des p values de 0,116 ; 0,551 et 0,223 respectivement ce qui traduit des différences non significatives pour les trois traitements malgré l'apparition d'énormes zones d'inhibition dans les différentes répétitions effectuées.

- Les activités antifongiques des huiles essentielles contre *Trichoderma sp* :

En présence des huiles essentielles dans le milieu, la croissance est ralentie puis stoppé au bout de quelque jour d'incubation. L'HE d'*Artemisia judaica* à des dose (0,5 et 1,5µl/ml) ait montré des effets inhibiteurs sur la croissance mycélienne, avec le taux d'inhibition 37.12% et 41.09% respectivement.

Concernant le traitement à base de l'HE d'*Ammoides verticillata* à la concentration 0,05µl/ml le taux d'inhibition enregistré était de 37,18%, alors que celui appliqué à une dose de 1µl/ml a complètement inhibé la croissance champignon *Trichoderma sp*.




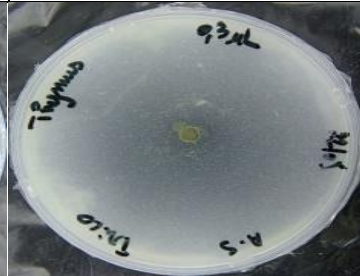




La propriété antifongique des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* à une concentration de 0.3µl/ml était considérable, avec des pourcentages d'inhibition estimés à 89,15%.


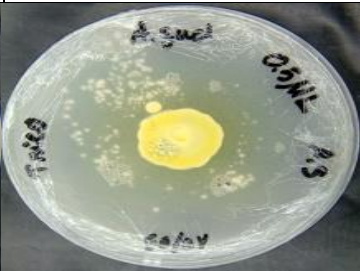





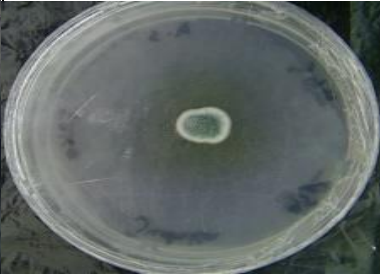



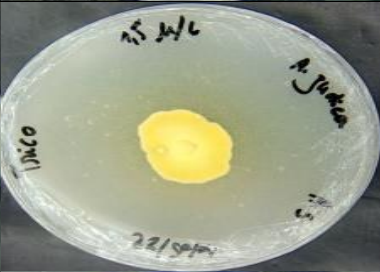


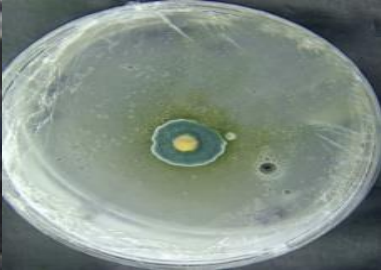

Les résultats de l'effet des huiles essentielles des plantes utilisées sur la croissance mycélienne de *Trichoderma sp* sont présentés dans le **tableau 28**. Alors que les valeurs ainsi que les histogrammes des taux d'inhibition obtenus sont illustrées dans le **tableau 27 et les figures 46 et 47**.

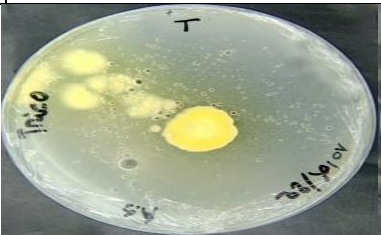
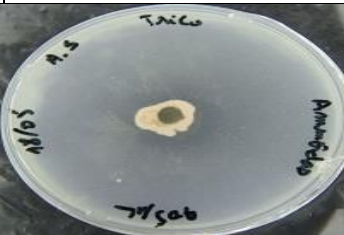


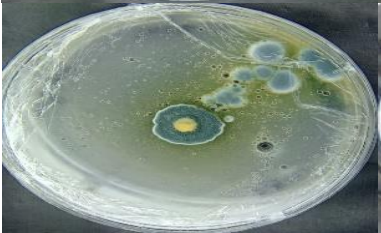











Tableau 27 : Pourcentages d'inhibition des huiles essentielles (*Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*) contre *Trichoderma sp*.

<i>Trichoderma sp</i>				
Huiles essentielles	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Artemisia judaica</i>		<i>Ammoides verticillata</i>
Concentration (µl/ml)	0.3	0,5	1,5	1
Pourcentage d'inhibition (%)	89,15 ±0,11	37,12 ±0,15	41,09 ±0,05	100 ±0,00

Tableau 28 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Trichoderma sp* suite aux traitements à base des huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*.

HE	[C]	Témoin	R1	R2	R3
<i>Thymus vulgaris</i>	0.3				
					

HE	[C]	Témoin	R1	R2	R3
<i>Artemisia judaica</i>	0.5				
					
	1.5				
					

HE	[C]	Témoin	R1	R2	R3
<i>Ammoides verticillata</i>	0.05				
					
<i>Ammoides verticillata</i>	1				
					

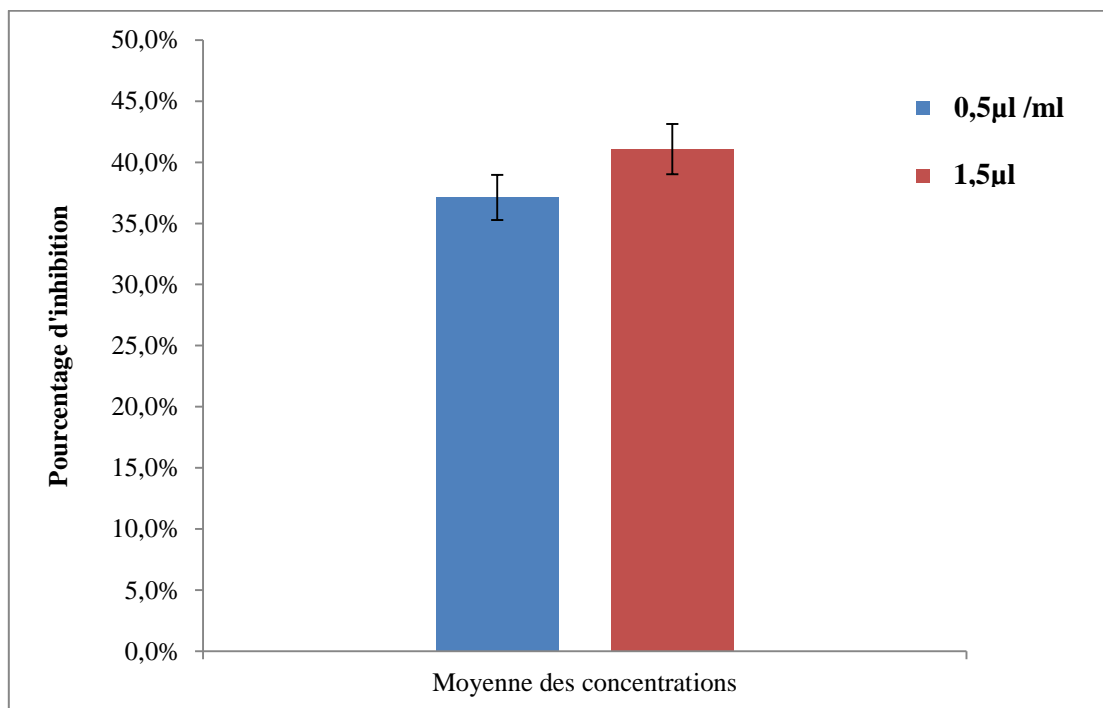


Figure 46 : Histogramme des taux d'inhibition de l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* contre *Trichoderma sp.*

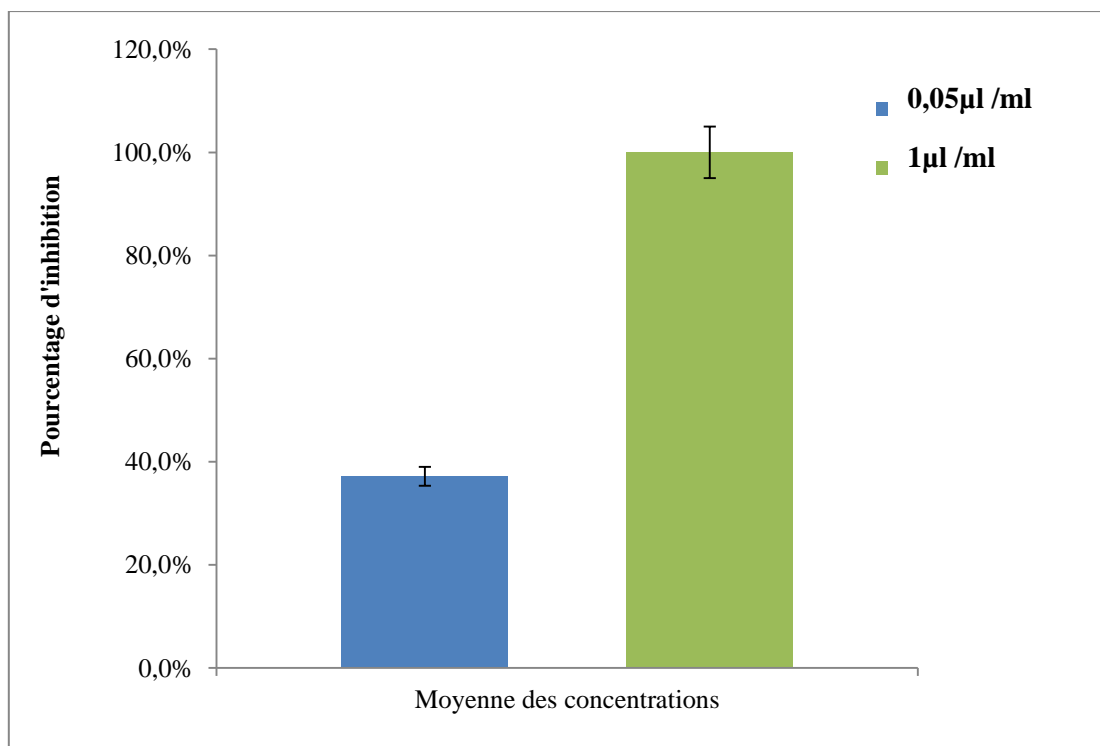


Figure 47 : Histogramme des taux d'inhibition de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* contre *Trichoderma sp.*

❖ Etude statistique

L'analyse de la variance des traitements par les huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, d'*Artemisia judaica* et d'*Ammoides verticillata* sur *Trichoderma sp* a révélé des p values de 0,390 ; 0,697 et 0,058 respectivement ce qui traduit des différences non significatives pour les trois traitement malgré l'apparition d'énormes zones d'inhibition dans les différentes répétitions effectuées.

- Les activités antifongiques des huiles essentielles contre *Verticillium sp* :

Les résultats obtenus présentés dans les figures et le tableau révèlent une grande différence entre les activités antifongiques de l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* et celles des huiles essentielles d'*Ammoides verticillata* et du *Thymus vulgaris* malgré que les deux traitements à base des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et d'*Artemisia judaica* ont été appliqués avec la même concentration 0,5µl/ml.

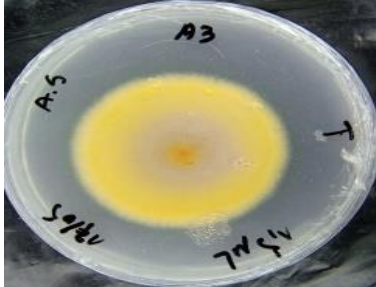





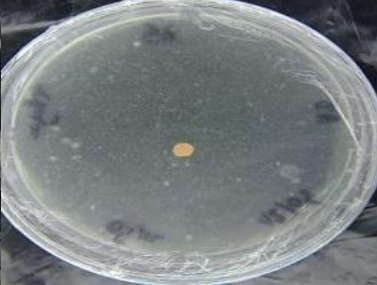

La plus grande croissance mycélienne a été enregistré en présence l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* à la concentration citée. Par conséquent le pourcentage d'inhibition était 13,24 %.

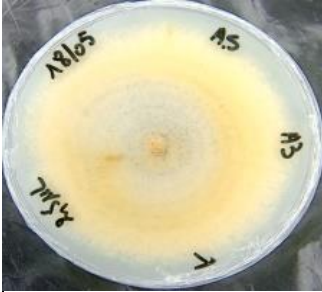

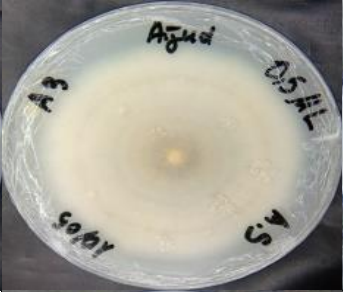

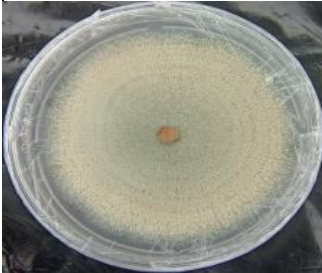
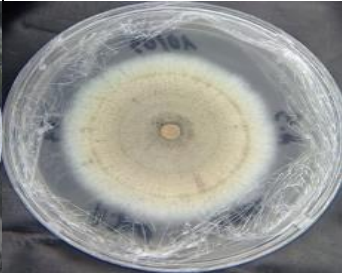
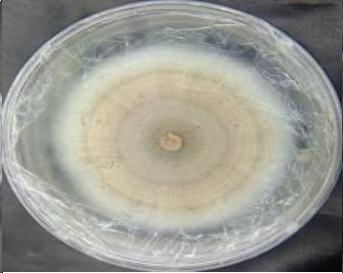
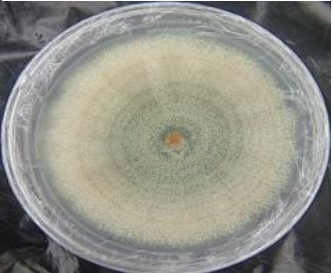
Pour l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* elle a induit dans le présent test un pourcentage d'inhibition de 9,52% avec la concentration 0,1µl/ml. Alors qu'elle a totalement empêché la croissance mycélienne du champignon avec une concentration de 1µl/ml. (Tableau 29) (Tableau 30) (Figure 48).

Tableau 29 : Pourcentages d'inhibition des huiles essentielles (*Thymus vulgaris* et *Ammoides verticillata*) contre *Verticillium sp*.

<i>Verticillium sp</i>			
Huiles essentielles	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Artemisia judaica</i>	<i>Ammoides verticillata</i>
Concentration (µl/ml)	0,5	0,5	1,5
Pourcentage d'inhibition (%)	100 ±0,00	13,24 ±0,06	100 ±0,00

Tableau 30 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Verticillium sp* suite aux traitements à base des huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*.

HE	[C]	Témoin	R1	R2	R3
<i>Thymus vulgaris</i>	0.5				
					

HE	[C]	Témoin	R1	R2	R3
<i>Artemisia judaica</i>	0.5				
					

HE	[C]	Témoin	R1	R2	R3
<i>Ammoides verticillata</i>	0.1				
<i>Ammoides verticillata</i>	1				

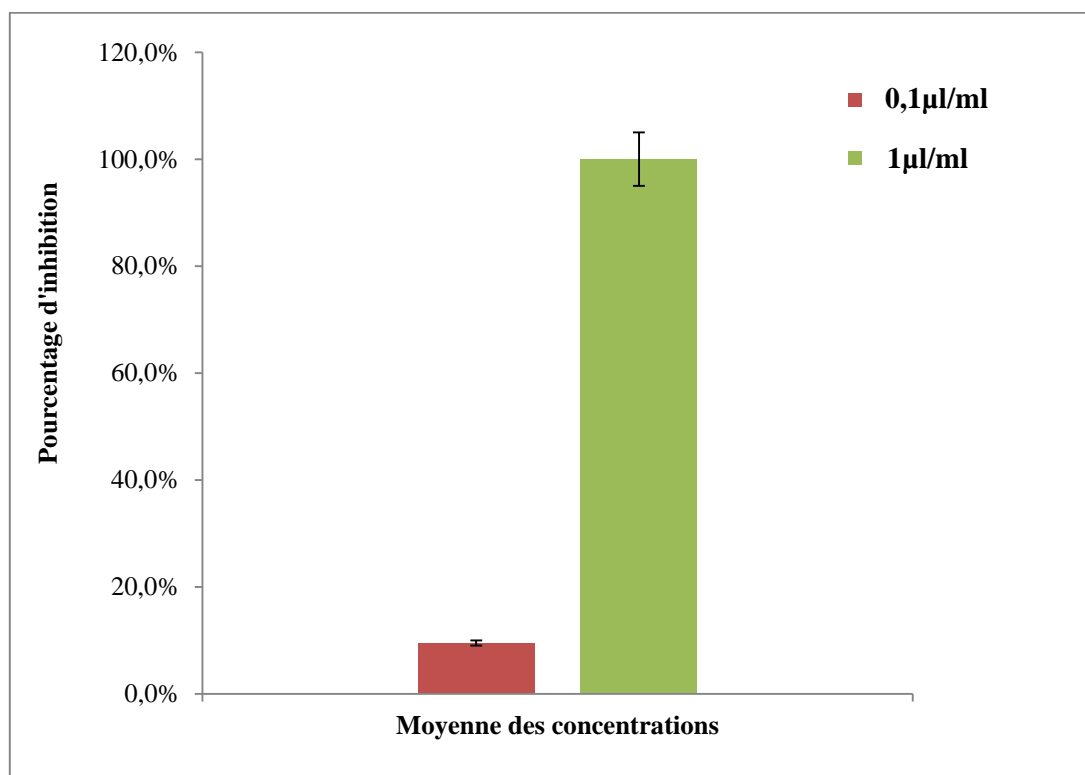


Figure 48 : Histogramme des taux d'inhibition de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* contre *Verticillium sp* (A3).

Les pourcentages d'inhibition sur la croissance mycélienne augmentent avec l'augmentation de la concentration en huile essentielle et cela pour toutes les souches testées.

❖ Etude statistique

L'analyse de la variance des traitements par l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur *Verticillium sp* à une concentration 0,5 µl/ml révéla une probabilité était inférieure à 0.05 ($p = 0,041$) ce qui interprète une différence significative.

Et pour l'analyse statistique des traitements par l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* sur *Verticillium sp* à une concentration 0,5 µl/ml révéla une probabilité était inférieure à 0.05 ($p = 0,033$) ce qui interprète une différence significative.

À la fin d'analyse de la variance des traitements par l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* sur *Verticillium sp* à deux concentrations 0,1 µl/ml et 1 µl/ml nous a montré que la probabilité était inférieure à 0.05 ($p = 0,033$) ce qui traduit une différence significative.

Discussion

IV-2-1-Rendement en huiles essentielles

Cette différence en matière rendement est probablement dû aux facteurs climatiques de la région de récolte qui sont essentiellement :

Les précipitations, la température élevée durant la saison en cours et le d'aridité de la région de Djébel Aissa (il est de type aride).

Selon (**Raveau *et al.*, 2020**) pour une même espèce végétale, le rendement des HE varie fortement sous l'influence de plusieurs paramètres, en fonction des conditions de croissance et de développement de la plante dont elles proviennent, des conditions climatiques aussi explique cette différence de rendement entre les plantes en fonction de l'origine géographique de la plante, des conditions et de la durée de stockage, et de la période de récolte (**Zeragui *et al.*, 2019**).

IV-2-2-Activité biologique

Les maladies des plantes ont un impact négatif sur le bien-être humain en raison des pertes agricoles et économiques. Les champignons sont la cause la plus commune de nombreuses maladies des plantes. L'utilisation de fongicides pour lutter contre les maladies fongiques des plantes est limitée en raison de la possibilité de production de certaines populations d'agents pathogènes résistants aux fongicides. De plus, ces composés chimiques peuvent avoir des effets indésirables sur l'environnement en raison de leur lente biodégradation et de plusieurs effets secondaires graves sur la santé des mammifères associés à des résidus toxiques dans les produits agricoles (**Ghalem, 2016**). Il est donc nécessaire de développer des moyens alternatifs pour la protection des plantes contre ces maladies.

Dans ce travail, nous sommes intéressés, en premier lieu, à la mise en évidence des éventuels effets antifongiques des huiles essentielles de trois plantes qui sont : *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata* contre trois champignons phytopathogènes de l'olivier à savoir : *Aspergillus flavus*, *Verticillium sp*, *Trichoderma sp*.

Les résultats obtenus, ont montré que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* possède un pouvoir inhibiteur important les champignons *Aspergillus flavus* et *Verticillium sp* à une concentration de 0,5 µl/ml et contre le champignon *Trichoderma sp* à une concentration de 0,3 µl/ml.

Dans d'autres travaux réalisés par (Soković *et al.*, 2009 ; Oliveira *et al.*, 2020) l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a montré des activités antifongiques plus efficaces contre *Aspergillus flavus*, avec des concentrations de 0,25 µl/ml et 0,5 µl/ml respectivement, dont ses résultats et aient très proches par rapport à le notre.

Les taux d'inhibition des croissances mycéliennes des trois moisissures traités dans le présent travail avec les différentes concentrations de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* utilisées, ont été relativement considérables, ce qui qualifie cet huile essentielle à être utilisé en tant qu'un agent puissant de lutte naturelle ou dans le cadre d'un programme de lutte intégrée.

Thymus vulgaris c'est une plante qui possède de nombreuses activités biologiques tels que antioxydantes (Dorman *et al.*, 2000 ; Tepe *et al.*, 2005), antibactériennes (Bouhdid *et al.*, 2006 ; Amrouni *et al.*, 2014) et antifongique (Haddef *et al.*, 2004 ; Pinto *et al.*, 2007).

La forte activité antifongique de l'essentielle *Thymus vulgaris* pourraient être liés au pourcentage élevé de composés phénoliques, tels que le carvarol (Zantar *et al.*, 2015) et thymol (Ghasemi Pirbalouti *et al.*, 2013 ; Kowalski et Wawrzykowski, 2009 ; Lisi *et al.*, 2011 ; Rota *et al.*, 2008).

Les huiles essentielles ont la capacité pour pénétrer et perturber la paroi cellulaire fongique et les membranes cytoplasmiques, les perméabiliser et finalement endommager les membranes mitochondriales (Leal *et al.*, 2017 ; Šegvić Klarić *et al.*, 2007).

L'huile essentielle d'*Artemisia judaica* a aussi montré une activité antifongique importante contre des souches testées, notamment contre la souche d'*Aspergillus flavus* contre laquelle le pourcentage d'inhibition a dépassé 50% et cela seulement à une dose 0,5 µl/ml.

Gherib (2009), a rapporté que l'activité de huile essentielle d'*Artemisia judaica* sur l'ensemble des souches testées (*Fusarium oxysporum*, *Aspergillus niger* et *Rhizopus stolonifer*) est considérable sauf sur *Aspergillus flavus* qui se révèle très résistant même à une concentration relativement importante.

Dans une autre étude réalisée par Janacovick *et al.*, 2015 qui a porté sur l'évaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles le même plante, ils ont rapporté que les huiles essentielles présentaient un potentiel antifongique remarquable contre *Aspergillus niger* et *penecillium*, étant donné que l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* ont la plus forte teneur en composés oxygénés.

De même **Halla et al., 2019** ont rapportés que l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* a un effet fongicide contre *candida albicans* sue lequel la CMI était de (1,37mg/ml).

Concernant les tests appliqués à base de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* les pourcentages d'inhibitions enregistrés étaient les plus élevés (100%) et cela contre les trois champignons à une concentration de 1 µl/ml.

Des travaux similaires ont été réalisés par **Amara (2016)**, sur l'activité antifongique de l'HE d'*Ammoides verticillata* contre *Trichoderma sp*, dont elle était représentative avec de pourcentage de 76% à une concentration 0,5 µl/ml suivi par *Aspergillus niger* avec 28% de taux inhibition.

L'action d'huile essentielle *Ammoides verticillata* est due au composé majeur (thymol) présent en concentration élevée (50.1%) (**Bendahou, 2007**).

Ammoides verticillata a un rôle important dans la lutte biologique comme un biocide avec un bon rendement car il requiert une faible dose pour provoquer une mortalité importante chez les champignons de l'olive, il peut être utilisé comme alternatif aux pesticides chimiques qui sont très nocifs pour la biodiversité (**Amara, 2016**).

Les alcaloïdes occupent une place très important parmi les métabolites secondaires d'*Ammoides verticillata*. Ces composées possèdent un large panel de propriétés médicinales. Certains alcaloïdes sont antimicrobiennes (**Omulokoli et al., 1997**).

D'autre étude révèle l'existence des tanins catéchiques dans l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata*. Les tanins exercent une activité antiseptiques, antibactériennes et antifongiques et possèdent une forte activité antioxydante, ce sont des bons pièges à radicaux libres et ils inhibent formation de radicaux superoxydes (**Bediaga, 2011**).

Toutefois, les différences entre les résultats peuvent être expliquées par la composition des huiles essentielles et la nature des champignons.

Sur la base des résultats obtenus nous pouvons conclure que les huiles essentielles de *Ammoides verticillata* et *Thymus vulgaris* ont montrés des efficacités plus importantes par rapport à celui d'*Artemisia judaica*.

La diversité des espèces végétales donne une grande diversité des compositions chimique à différents caractéristique spécifique valorisable en lutte biologique.

Conclusion

CONCLUSION

Conclusion et perspectives

Les problèmes phytosanitaires de l'olivier constituent le facteur principal de la faible productivité de cette culture, elle peut être fortement attaquée par plusieurs maladies cryptogamiques. Notre l'étude porte sur quelques maladies fongique de l'olivier (fumagine et verticilloise) qu'ils ont marqué leur présence dans la région de Naâma.

C'est ce que nous a intéressé pour faire la recherche des alternatives pour réduire l'utilisation des traitements phytosanitaires comme les huiles essentielles qui jouent un rôle important dans la lutte naturel.

L'extraction des huiles nous a permis de montrer que la plante *Ammoides verticillata* est très riche en huile essentielle avec un rendement estimé est de 2,21%, suivi par le rendement de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* 1,29% et le rendement de l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* 1,11%.

Suite à l'étude des activités antifongiques des huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata* contre les champignons *Aspergillus flavus*, *Trichoderma sp* et *Verticillium sp*. Des résultats très encourageants ont été obtenus, traduits par de fortes capacités inhibitrices des agents de lutte naturelles utilisés. Et cela notamment en ce qui concerne l'activité antifongique de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*, les résultats obtenus rapporte une inhibition complète à la concentration de 0.5 µl/ml pour les deux souches fongiques *Aspergillus flavus* et *Verticillium sp*. Pour la souche *Trichoderma sp*, une inhibition à 89,15% est signalée avec la concentration 0.3 µl/ml. Dans cette étude, d'abord l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* avait un effet inhibiteur de 100% sur les trois souches testées et l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* après utilisation d'une concentration de 0,5µl/ml contre les souches d'*Aspergillus flavus* et de *Verticillium sp* avait des effets inhibiteurs de 54,13% et 13,24% respectivement. Et de 41,09% contre *Trichoderma sp* avec une concentration de 1,5µl/ml.

Nous pouvons conclure que les huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, *Ammoides verticillata* et *Artemisia judaica* sont des agents de bio-contrôle efficace qui assurer une protection des plantes contre plusieurs agents pathogènes de l'olivier. Ces moyens de lutte peuvent être proposées aux agriculteurs comme biocides naturels, alternatives aux fongicides dont la nocivité n'est plus à démontrer tant pour la santé que pour l'environnement.

CONCLUSION

En vue de rendre possible l'intégration de ces huiles essentielles dans des stratégies de lutte contre les agressions qui menacent les cultures en agriculture biologique il est aussi intéressant :

- D'étudier l'impact du traitement sur la production des oliviers et la qualité d'huile.
- D'appliquer ces huiles essentielles sur d'autres agents pathogènes de l'olivier et d'autres espèces végétales afin de confirmer et généraliser cet effet bénéfique des huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, *Ammoides verticillata* et *Artemisia judaica*.
- De mettre en évidence de nouvelles formulations biologiques à base des éléments actifs des huiles essentielles possédant des propriétés fongicides capables d'inhibition d'antifongique, afin de renforcer la production agricole.

*Références
Bibliographiques*

A

1. **Abd-Elhady H. K., 2012.**Insecticidal activity and chemical composition of essential oil from *Artemisia judaica* L. against *Callosobruchus maculatus* (F.)(Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Plant Protection Research* 52(3): 347-352.
2. **Abdelli Wafae., 2017.**Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de doctorat 3ème cycle LMD Par Theme Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles. Année 2016-2017.
3. **Abderrahmani S., 2020.** Les ravageurs et les phytopathogènes de l'olivier: Mécanismes biochimiques d'infection Mémoire de fin d'étude Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
4. **Abdessemed S., 2017.** Contribution à la caractérisation et à l'identification des écotypes d'olivier *Olea europaea* L dans la région des Aurès Thèse Doctorat Université de Batna 2.
5. **Albuquerque U.; Monteiro J.; Ramos M. ; Amorim E., 2006.** Medicinal and magic plants from a public market in northeastern Brazil. *J. Ethnopharmacol* doi:10.1016/j.jep.2006.09.010.
6. **Acila S., 2018.**Introduction de l'olivier (*Olea europaea* L.) à Oued Souf : Situation actuelle et perspectives de développement, cas de l'exploitation Daouia Thèse Doctorat Université de Kasdi Merbah – Ouargla.
7. **Admiraal et al., 2001.**"The loading module of rifamycin synthetase is an adenylationthiolation didomain with substrate tolerance for substituted benzoates" *Biochemistry* 40, 6116-6123.
8. **Agrios GN., 2005.** 5th edition, Academic Press, New York, NY, USA. *Plant pathology*, 952.
9. **Aichi Mezghani, M. Ben El Hadj, S. Labidiet, F et Jebar, A., 2008.** Structure du bourgeon végétatif et relation avec le résultat de la croissance chez l'olivier (*Olea europaea* L.) : mise en évidence d'une préformation hivernale et estivale 266p.
10. **Ajilogba CF, Babalola OO., 2013.** Integrated management strategies for tomato Fusarium wilt. *Biocontrol Sci* 18 (13) :117-27. doi : 10.4265/bio.18.117.PMID : 24077535.
11. **Al-Ahmad MA., Mosli M.N., 1993.** Verticillium wilt of olive in Syria. *Bull OEPP/EPPO Bull* 23:521–529.
12. **Alcaraz, L.D., Moreno-Hagelsieb, G., Eguiarte, L.E., Souza, V., Herrera-Estrella, L .et Olmedo, G., 2010.** Understanding the evolutionary relationships and major traits of bacillus through comparative genomics. *BMC Genomics*, N° 11, pp332.

- 13. Alfano G., Lustrato G., Lima G., Vitullo D., Ranalli G., 2011.** Characterization of composted olive mill wastes to predict potential plant disease suppressiveness. *Biol. Control.*, 58:199-207.
- 14. Allouani, Lwiza et Amari., 2017.** Hibet Errahmane. Appréciation de l'infestation d'un verger oléicole par la mouche des olives *Bactrocera oleae* (Diptera Tephritidae) a M'Sila: cas de la région de Dehahna. 2017. Thèse de doctorat. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.
- 15. Al-Shebel S.M., 2005.** Studies on Fungal Olive Diseases in Al-Jouf and Riyadh Regions Kingdom of Saudi Arabia, No. SP-8-46.
- 16. Amara A., 2016.** Activités antiparasitaires et antifongiques des huiles essentielles et hydrolats de *Ammoides verticillata* et *Echinops spinosus* sur les pathogènes de l'olivier *Olea europea*.
- 17. Amirouche M., 1977.** Contribution à la caractérisation des principales variétés d'olivier cultivées en Kabylie, par l'analyse des données biométriques et morphologiques. Thèse de Magistère. *Int. Nat. Agr.*, El-Harrach. 47p.
- 18. Ammar M., 1986.** Les cochenilles de l'olivier et leur impact sur la production oléicole dans la région de Sfax. Cas particulier d'*Aspidiotus nerii* Bouche (Homoptera, Diaspididae). Mémoire de fin d'étude du cycle de spécialisation en oléiculture, I.N.A. T., 94 p.
- 19. Annales de l'Institut Pasteur / Actualités 1996.** Volume 7, issue 4, Page 207-216.
- 20. Argenson, C., Regis, S., Jourdain, J., Vaysse, P., 1999.** L'olivier. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (CTIFL), Paris, France, 204 p
- 21. Arslan M., Dervis S., 2010.** Antifungal activity of essential oils against three vegetative compatibility groups of *Verticillium dahlia*. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 26: 1813–1821.
- 22. Ashraf M. et Bhatti M.K., 1975.** Studies on the essential oils of Pakistani species of the family umbelliferae. Part I. *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague (ajowan) seed, *Pakistan J. Sci. md. Res.* 18, p: 232-235.
- 23. Assawah M. W., Ayat M., 1985.** On certain diseases of olive trees at Oran area. Premières Journées Scientifiques de la Société Algérienne de Microbiologie. Avril, Institut Pasteur, Alger, Algérie, 1-9p.

24. Attou, A., Davenne, D., Benmansour, A., & Lazouni, H. A., 2017. Chemical composition and biological activities of *Ammoides verticillata* essential oil from west Algeria. *Phytothérapie*, 1-7

25. Attrassi Khaled. 2021. Effet des huiles essentielles sur la croissance diamétrale des moisissures responsable de la pourriture des fruits d'agrumes au Maroc. Laboratoire de recherche en Éducation, Environnement & Santé (ÉES), Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation (CRMEF) Rabal-Salé-Kenitra, Maroc. V3N11A.

B

26. Baali-Cherif D. et Besnard, G., 2005. High genetic diversity and clonal growth in relict populations of *Olea europaea* subsp *laperrinei* (Oleaceae) from Hoggar, Algeria. *Ann Bot* 96 :823-830.

27. Babouche N et Kellouche A., 2012. Etude de l'entomofaune de l'oliveraie de la région de Tizi-Ouzou. 6p. Laboratoire d'entomologie. Département de Biologie. Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques. Université de Tizi-Ouzou Algérie.

28. Bagnouls F. et Gaussen H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. Edit. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 88 (3-4). 193-239 pp.

29. Barranco D; Trujillo I et Rallo P., 2000. Are Oblonga and Frantoio olive the same cultivar. *Horticultural Science* 35 :6.

30. Barranco D., Rallo L., 2005. Epocas de Floracido y Maduracion. Chap.5. in variedades de olivo en Espana (Libro II). Junta de Andalucia (MAPA) Ed. Munidi-Prensa / Madrid.

31. Beck J.S., Danks F., 1983. Determinación del umbral de tratamientos para la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmel, Diptera, Tephritidae) en olivar destinado a la producción de aceite. *Bol.Sanid. Vegetal Plagas* Vol. 21 n° 4, 1995. P. 577-588.

32. Belhattab.,2018. Composition chimique et propriétés Antioxydants, Antifongiques et Antiflatoxinogenes d'extraits d'*origanum glandulosum* Desf. et *Marrubium vulgaret* (Famille des Lamiacea) (Doctoral dissertration).

33. Bellahcene M., 2004. La verticilliose de l'olivier : étude épidémiologique et diversité génétique de *Verticillium dahlia* kleb., Agent de la verticilliose. Thèse Doct. D'Etat. Univ. Oran (Algerie). 144pp.

- 34. Bellahcene M., Assigbetse K., Fortas Z., Geiger J.P., Nicole M., Fernandez D., 2005 a.** Genetic diversity of *Verticillium dahliae* isolates from olive trees in Algeria. *Phytopatol. Mediterr.*, 44: 266-274p.
- 35. Bellahcene M., Fortas Z., Fernandez D., Nicole M., 2005 b.** Vegetative compatibility of *Verticillium dahliae* isolated from olive trees (*Olea europaea* L.) in Algeria. *Afric. J. Biotechn.* 49: 963-967p.
- 36. Bellahcene, M., Fortas, Z., Geiger, J., Matallah, A., Henni, D., 2000.** *Olivæ*, 82: 41-43.
- 37. Belouad, A., 1998.** étymologie des noms de plantes du bassin méditerranéen. Ed. OPU, Alger.
- 38. Ben amira Maroua., 2018.** Etude de la relation mycoparasitaire *Trichoderma harzianum* avec *fusarium solani* chez l'Olivier; Caractérisation moléculaires et fonctionnelles des aquaporines chez *Trichoderma harzianum* Thèse Doct. Université de Carthage.
- 39. Benchabane M., 1990.** Observation des cas de verticilliose de l'olivier à cap Djinet et Sidi-Aïch. Rapport de mission. ITAF, Algérie. p 5.
- 40. Benchelah A. C., Bouziane H., & Maka M., 2004.** Fleurs du Sahara, arbres et arbustes, voyage au coeur de leurs usages avec les Touaregs du Tassili. *Phytothérapie* 2(6) : 191-197.
- 41. Benderradji L ; Bouzerzour H ; Ykhlef N ; Djekoun A et Kellou K., 2007.** Réponse à la culture in vitro de trois variétés de l'olivier (*Olea europaea* L.). *Sciences et Technologie C-N°26*, décembre 2007, pp.27-32.
- 42. Benhayoun G. et Lazzeri Y., 2007.** L'olivier en Méditerranée : du symbole à l'économie. Editions L'Harmattan. Paris, - p137. PP1.
- 43. Benjama A., 1988.** Les maladies parasitaires de l'olivier au Maroc. *Olivæ* n° 20.
- 44. Benjama Abdelhadi., 2003.** Méthode d'évaluation rapide du degré d'attaque de l'olivier par la tuberculose causée par *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, en verger au Maroc *Fruits*, vol. 58, p. 213–219. DOI: 10.1051/fruits:2003009.
- 45. Benkiki N., 2006.** Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes: *Rutpmontana*, *Matricaria pubescens* et *Hypericum perforatum*. These de doctorat ;Université El-Hadj-Lakhdar-Batna.198 p.

- 46. Berton C., Besnard G., Bervillé A., 2006a.** Using multiple types of molecular markers to understand olive phylogeography. In: De l'olivier à L « oleastre : Origine et domestication de *Olea europaea* L. dans le Bassin méditerranéen., Cahiers agricultures vol. 15, n°4.
- 47. Besnard G., 2009.** Génétique et évolution des plantes en milieu méditerranéen et tropical. Université de Lille 1. 45p.
- 48. Blanco-López M. A., Jiménez-Díaz R. M., Caballero J. M., 1984.** Symptomatology, incidence and distribution of *Verticillium* wilt of olive trees in Andalucía. *Phytopathol. Mediterr.*, 23:1-8.
- 49. Bonjar G.H.S., Aghighi S., 2005.** Chitinolytic and microsclerostatic activity of Iranian strains of *Streptomyces plicatus* and *Frankia* sp. On olive isolate of *Verticillium dahliae*. *Biotechnology*, 4:108–113.
- 50. Bouhdid S., Idaomar, M. ; Zhiri, A.; Bouhdid, D.; Skali, N. S. ; Abrini, J., 2006.** Thymus essential oils: chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities. *Biochimie, Substances Naturelles et environnement, Congrès International de biochimie, Agadir.*324-327.
- 51. Boukhari.R., 2014.** Contribution à l'analyse génétique et caractérisation de quelques variétés d'olivier et l'influence de l'environnement sur leurs rendements au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou. Mém. Magister. Agro et forêt. Univ de Tlemcen .86p.
- 52. Boulila M, Mahjoub M, Romdhani MS, Ben Othman MN., 1993.** La maladie du pourridié-agaric observée des oliveraies Tunisiennes. *OEPP Bulletin*, 23: 447-448.
- 53. Boulila M, Mahjoub M., 1994.** Inventaire des maladies de l'olivier en Tunisie. *OEPP Bulletin*, 24: 817-823.
- 54. Boulsen Bouthaina Zahra et Bouroui Nour El Houda., 2016.** Etude sur la tuberculose de l'olivier ; isolement et identification présumptifs de quelques isolats bactériens à partir des tumeurs (Mémoire de Master) Université des Frères Mentouri Constantine.
- 55. Bounoua M. D., 2008.** Essais d'utilisation des *Pseudomonas* spp. et *Bacillus* spp. dans le biocontrôle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* sur tomate et *Verticillium dahliae* sur l'olivier. Mémoire de Magister, Univ. D'Oran, Es-Sénia, 93p.
- 56. Boureghda, Walid., 2017.** Identification des prédateurs généralistes (carabidés et araignées) dans un verger d'olivier situé dans la région de Guelma.MLA morpho.

- 57. Bousbaa, C., & Hamidat, F., 2020.** Variation spatio-temporelle des nematodes du sol associes a l'oleiculture de msila (doctoral dissertation, universite mohamed boudiaf-msila).
- 58. Boutkhal, S., 2017.** Isolement, identification et caractérisation physiologique et pathogénique de quelques pathogènes de l'olivier (*Olea europea L.*) (Doctoral dissertation).
- 59. Bouvard F., Garric C., L'helgoualch E., 2000.** Des bandes enherbées dans le vignoble: pourquoi, comment?- Brochure éditée par la chambre d'Agriculture du Vaucluse.
- 60. Brakhage., 2013.** "Regulation of fungal secondary metabolism" Nat. Rev. Microbiol. 11, 21-32.
- 61. Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. Tec. & Doc.Lavoisier 3ème édition, Paris.
- 62. Bruneton J., 2009.** Pharmacognosie Phytochimie : Plantes medicinales. 3ème édition.Ed. Tec et Doc, Paris, 1120p.

C

- 63. Caballero, J.M., Pérez-Hernández, J., Blanco-López, M.A., Jiménez- Díaz, R.M., 1980.** In: Proc 5th Cong Medit Phytopath Union. Patras,p 50.
- 64. Caballero J.M., Del Rio C.,2008.** The olive world germplasm bank of spain.Acta. Hortic., 791:31-38.
- 65. Carrión Y., Ntinou M., Badal E., 2010.***Olea europaea L.* in the North Mediterranean Basin during the Pleniglacial and the Early–Middle Holocene. Quaternary Science Reviews, 29 : 952–968.
- 66. Carson, R., 2002.** Silent spring. Houghton Mifflin Harcourt.
- 67. CENEAP, 2009.** Centre national des études et d'analyses pour la planification 2009.
- 68. Cheffi Azzabou M., 2019.** Contrôle biologique des maladies de dépérissement de l'olivier par la souche OEE1 de *Bacillus velezensis* et étude des mécanismes de bio-contrôle impliqués.
- 69. Chan et Thomas.,2010.** "Recognition of (2S)-aminomalonyl-acyl carrier protein (ACP) and (2R)-hydroxymalonyl-ACP by acyltransferases in Zwittermicin A biosynthesis" Biochemistry 49, 3667-3677.
- 70. Chan et al., 2009.** "Biosynthesis of Polyketide Synthase Extender Units" Nat. Prod. Rep. 26, 90-114.

- 71. Chenoua, A., 2010.** Inventaire de l'entomofaune de l'olivier, étude préliminaire de *Bactrocera oleae* GMEL (Diptera, Tephritidae) et *Saissetia oleae* BERN (Homoptera, Lecanidae), dans la région de Bleda. Mémoire: protection des végétaux (Zoophytatrie). EL Harrach-Alger : ECOLE NATIONAL SUPERIEURE AGRONOMIQUE .57p.
- 72. Civantos L., 1999.** Contrôle des parasites et des maladies de l'olivier. (eds.). Conseil Oleicole International, Madrid, (Espagne). 207p.
- 73. Civantos L., 2008.** La olivicultura en el mundo y en España. In: Barranco D, Fernández-Escobar R, Rallo L (eds) El cultivo del olivo, 6th edn. Junta de Andalucía and Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp. 17–35.
- 74. Civantos L., 1994.** Localización de los mecanismos de tolerancia a la salinidad en olivo (*Olea europea* L.). Université de Cordoue, Espagne, 88 p.
- 75. Clara M.I., Rei F.T., Félix M.R., Leitao F.A., Serrano J.F., Potes M.F., 1997.** Les virus qui affectent *Olea europea* L. et les techniques de diagnostic. *Olivæ*, 66: 56-60.
- 76. Clement J., 1981.** Larousse agricole. Ed. Montparnasse, Paris, 1207P.
- 77. C.O.I., 1998.** L'olivier, l'olive, l'huile. Pp : 1-18.
- 78. C.O.I., 2007.** Techniques de production en oléiculture. Madrid (Espagne), pp. 24-297.
- 79. C.O.I., 2009.** Production de l'huile d'olive. Conseil Oléicole International.
- 80. C.O.I., 2015a.** Étude internationale sur les coûts de production de l'huile d'olive. International Olive Council, Octobre 2015. Madrid ,Spain. : 41p.
- 81. C.O.I., 2020.** Conseil Oléicole International Marché international . Newsletter du conseil oleicoleinternational .2020 a ; 115 :5-18.
- 82. Connor DJ., 2005.** Adaptation of olive (*Olea europaea* L.) to water-limited environments. *Crop and Pasture Science*, 56: 1181-1189.
- 83. Corderiro A.I., Sanchez-Sevilla J.F., Alvarez-Tinaut M.C., Gomez-Jimenez M.C., 2008.** Genetic diversity assessment of *Olea europea* by RAPD markers. *Biologia Plantarum*, 52 (4):642-647p.
- 84. Courboulex M., 2002.** Les olives. Ed. Rustica.- paris, 119p.

85. Cruz F, Julca I, Gómez-Garrido J, Loska D, Marcet-Houben M, Cano E., 2016. Genome sequence of the olive tree, *Olea europaea*. *Gigascience*. 2016; 27: 5-29.

86. Cuneo P., Leishman M.R., 2006. African olive (*Olea europaea* subsp. *cuspidata*) as an environmental weed in eastern Australia. *Cunninghamia*, 9(4): 545-577.

D

87. Daine, E.A. et Moustefai, M, 1998. Contribution à l'étude du pouvoir antimicrobien de *Ammoides verticillata* (Nounkha) de la région de Tlemcen et comparaison avec l'effet antiseptique du thymol et des antibiotiques. Mémoire d'ingénieur d'état, Université Aboubakr belkaid Tlemcene, Département de biologie.

88. Daira N., Maazi M.C. et Chefrour A., 2016. Contribution à l'étude phytochimique d'une plante médicinale (*Ammoides verticillata* (Desf.) Briq.) de l'Est Algérien, *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, Vol. 85, p: 276-290.

89. Debrach J., 1953. Notes sur les climats du Maroc occidental, Maroc méridional: 32-342 ,1122-1134.

90. Dieye M, Veronique-Baudin J, Draganescu C, Azaloux H., 2007. Cancer incidence in Martinique: a model of epidemiological transition. *Eur J Cancer Prev*; 16 : 95-101.

91. De Billerbeck VG, Roques C, Vaniere P, Marquier P. 2002. Activité antibactérienne et antifongique de produits à base d'huile essentielle. *Hygiène* (Revue officielle de la société française d'hygiène hospitalière), 10, 248-251.

92. Dellile I., 2007. «Les plantes médicinales d'Algérie». Ed . Berti , Alger

93. De Martonne E., 1926. Une nouvelle fonction climatologie : l'indice d'aridité. *La météo* : 449-459p.

94. Djebaili s., 1984. Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie O.P.U. Alger. 127.

95. Di Rita F., Magri D., 2009. Holocene drought, deforestation and evergreen vegetation development in the central Mediterranean: a 5500 year record from Lago Alimini Piccolo, Apulia, southeast Italy. *The Holocene* 19 (2) :295-306.

96. Dorman H. J. D. et Deans S. G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. 88,p:308-316.

97. Doveri S et Baldoni L., 2007 Olive. In: Kole C. (ed.). *Genome, mapping and molecular breeding in plants*, Volume 4: Fruits and Nuts. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg pp 253-264.

98. DSASI., 2014 Statistiques Agricoles et des Systemes D'Information (DSASIMADR), 2014. www.FAO.org, consulté le 13/02/2016.

99. Dreux, P., 1980. Précis d'écologie. Paris : Presses universitaires de France. 231p.

100. Dubey N. K., Tiwari T. N., Mandin D., Andriamboavonjy H., Chaumont J. P.(2000). Antifungal properties of Ocimum gratissimum essential oil (ethyl cinnamate chemotype). Fitoterapia, 71(5): 567-569.

101. Dupont F., 2004. Botanique - Systématique Moléculaire. Ed Masson. 110-125.

E

102.El-Massry K. F., El-Ghorab A. H., & Farouk A., 2002. Antioxidant activity and volatile components of Egyptian Artemisia judaica L. Food Chemistry 79(3): 331-336.

103. El Ouali Lalami. A , El-Akhal .F , Ouedrhiri .W , Ouazzani C.F. Guemmouh R. Greche H. 2013. Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain : Thymus vulgaris p212.

104. Emberger L., 1955., Une classification biogéographique des climats. Recueil. Trav.Lab. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier: 3-43.

105. Emberger L., 1942. Un projet de classification des climats de point de vue phytogéographie. Bull. Hist. nat. Toulouse, France, p. 77.

106. Eynck C, Koopmann B, Grunewaldt-Stoecker G, Karlovsky P, Von Tiedemann A., 2007. Differential interactions of Verticillium longisporum and Verticillium dahliae with Brassica napus detected with molecular and histological techniques. European Journal of Plant Pathology, 118: 259–274.

F

107. Fabbri A., Benelli C., 2000. Flower bud induction and differentiation in olive. J. Hort. Sci. Biotech., 75: 131-141.

108. F.A.O., 2019. Food and Agriculture Organisation, séries statistiques.

109. FAOSTAT., 2013. Site web : <http://faostat.fao.org/>.

110. FAOSTAT., 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations Viale delle Terme di Caracalla.2020; 00153 Rome, Italy.

- 111. Faulkner C, Robatzek S., 2012.** Plants and pathogens: putting infection strategies and defence mechanisms on the map. *Curr Opin Plant Biol* 15: 699-707.
- 112. Faurie C., Ferra C. et Medori P., 1980** - *Ecologie*. Ed. Baillière, Paris, 168p.
- 113. Faustino de Andres C., 1965.** Enfermedades y plagas del olives. Pub. Del Ministerio de LAgricultura, Madrid, Spain, 296 p.
- 114. Fernández, J.-E., 2014.** *Environmental and Experimental Botany*, 103: 158-179.
- 115. Filippou et al., 2007.** "Biotechnology of flavonoids and other phenylpropanoid-derived natural products. Part I: Chemical diversity, impacts on plant biology and human health". *Biotechnol. J.* 2, 1214-1234.
- 116. Floss et al., 2011.** "The biosynthesis of 3-amino-5-hydroxybenzoic acid (AHBA), the precursor of mC7N units in ansamycin and mitomycin antibiotics: a review" *J. Antibiotics* 64, 35-44.
- 117. Fortin. F., 1996** L'encyclopédie visuelle des aliments. Canada : Québec Amérique.
- 118. Fouin J., Sarfati C., 2002.** Le guide des huiles d'olive. Editions du Rouergue, 335 p.
- 119. Fradin E. F., Thomma B. P. H. J., 2006.** Physiology and molecular aspects of *Verticillium* wilt diseases caused by *V. dahliae* and *V. albo-atrum*. *Mol. Plant Pathol.*, 7: 71–86.
- 120. Fravel D.R., Larkin R.P., 2000.** Effect of sublethal stresses on microsclerotia of *Verticillium dahliae*. In: Tjamos, E.C., Rowe, R.C., Heale, J.B., Fravel, D.R. (Eds.), *Advances in Verticillium Research and Disease Management*. American Phytopathological Society (APS) Press, St. Paul, MN, USA. 301–306.

G

- 121. Gao et al., 2010.** "Engineered polyketide biosynthesis and biocatalysis in *Escherichia coli*" *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 88, 1233-1242.
- 122. Graniti A., 1993.** Olive scab, Review. *EPPO Bull.*, 23, 377-384.
- 123. Garcia-Figueroles F., 1991.** Repilos del olivo: ataque en fruto. *Phytoma Espana*, 25: 31-36.
- 124. Garcia-Verdugo C., Forrest A.D., Balaguer L., Fay M.C., Vargas P., 2010.** Parallel evolution of insular *Olea europaea* subspecies based on geographical structuring of plastid DNA variation and phenotypic similarity in leaf traits. *Bot. J. Linn. Soc.*, 162 :54-63.

- 125. Gast, M., 1989.** « Armoise », Encyclopédie berbère, 6 : 905-908.
- 126. Gaouar BN., 1996.** Apport de la biologie de la mouche de l'olivier *Bactocera oleae* dans la région de Tlemcen, thèse de doctorat à Tlemcen P : 116.
- 127. Gaouar-Benyelles N., 1996.** Apport de la biologie des populations de la mouche de l'olivier *Bactocera (Dacus) oleae* Gmel (Ditera : Tephritidae) à l'optimisation de son contrôle dans la région de Tlemcen. Thèse de Doctorat. Université de Tlemcen, Algérie, 116 p.
- 128. Gaussorgues R., 2009.** L'olivier et son pollen dans le bassin méditerranéen. Un risque allergique *Revue Française d'Allergologie*,49: S3.
- 129. Gargouri K., Sarbeji M., Barone E., 2006.** Assessment of soil fertility variation in an olive orchard and its influence on olive tree nutrition. Second International Seminar Biotechnology and Quality of Olive Tree Products Around the Mediterranean Basin, 5-10 november. Marsala-Mazara del Vallo. Italy, 8 p.
- 130. Gharbi Y, Triki MA, Trabelsi R, Fendri I, Daayf F, Gdoura R., 2014.** Genetic structure of *Verticillium dahlia* isolates infecting olive trees in Tunisia using AFLP, pathogenicity and PCR markers. *Plant Pathology*, 64,871–879.
- 131. Ghalem B.R.,2016.** Essential Oils as Antimicrobial Agents against Some Important Plant Pathogenic Bacteria and Fungi. In Choudhary D.K. et al. (eds.), *Plant-Microbe Interaction: An Approach to Sustainable Agriculture*. 271-296.
- 132. Gherib M.,2009.** Etude des activités antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles et des flavonoïdes d'*Artemisia herba alba* Asso; *Artemisia judaica* L. ssp. *sahariensis*; *Artemisia campestris* L; *Herniaria mauritanica* Murb et *Warionia saharae* Benth. et Cou (Doctoral dissertation).Thèse de magister, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, p.52.
- 133. Ghezlaoui, M., 2011.** Influence de la variété, Nature du sol et les conditions climatiques sur la qualité des huiles d'olives des variétés Chemlal, Sigoise et d'Oléastre dans la Wilaya de Tlemcen.These.Mag.d'etat.Agronomie.Univ.Tlemcen.205 p.
- 134. Gigon F., Le Jeune R., 2010.** Huile d'olive, *Olea europaea* L. *Phytothérapie*, 8: 129-135,1-2
- 135. Green PS., 2002.** A revision of *Olea* L. (Oleaceae). *Kew Bull.* 57: 91-140.
- 136. Guarino A., Laccone G., La Notte F., Murolo O., Percaro A., 2002.** Le principali avversità parassitarie dell'olivo. *Assessorato Agricoltura, Alimentazione, Foreste, Caccia e Pesca, Riforma Fondiaria*.134 p.

137. Guechi A., Girre L., 2002. Recherche et analyse d'un effet mutagène des extraits de feuilles d'olivier parasitées par le champignon *Cycloconium oleaginum* Cast. Sciences et Technologie, Algerie, 18 :96-100.

138. Guinochet M., et Vilmorin R., 1975. flore de France. Edition. C.N.R.S., Fascicule 2.

H

139. Hadji, DJ., 2015. La lutte contre les maladies et les ravageurs de l'olivier (*Olea europea* L) dans la région de M'chedlaah. Mémoire : Phytoprotection. Bouira: Université Akli Mouhand Oulhadj. 27p.

140. Haddef Y.,2004. composition chimique et activité antifongique des huiles essentielles de *thymus vulgaris* L et *thymus numidicus* (Poiret) de l'Algérie, 5, 12.

141. Hall, B. H., Cothe, E. J., Whattam, M., D., Noble, D., Luck, J. and Cartwright, D., 2004. First report of olive Knot caused by *Pseudomonas savastanoi* P.v. *savastanoi* on olives (*Olea europea*) in Australia. Australasian. Plant. Pathology. 33: 219-228p.

142. Halla N., Boucherit K., Zeragui B., Hellal D.,Bentoumi A., Belouafi L., Boucherit.,Otmani Z., 2019. Essential Oil of *Artemisia judaica* L.(ssp. *Sahariensis*) from Algerian Sahara: Antimicrobial Effects and Mechanisms of Action. Phytothér

143. Hannachi, H., Msallem, M., Ben Elhadj, S., El Gazzah, M., 2007. Comptes rendus biologies, 330 (2): 135-142.

144. Hanson L. E., 2000. Reduction of *Verticillium* Wilt Symptoms in Cotton Following Seed Treatment with *Trichoderma virens*. The Journal of Cotton Science, 4:224-231.

145. Harir M., 2010. Effet antagonistes entre les souches d'Actinomycètes et le *Verticillium dahliae* Kleb., agent de la verticilliose de l'olivier. Mém. Magis. Univ. Oran (Algérie). 77p.

146. Hauville, A., 1953. La répartition des variétés d'olives en Algérie et ses Conséquences pratiques. Bulletin de la société des Agriculteurs d'Algérie, 580.

147. Hehre, W. J., Lathan, W. A., Ditchfield, R., Newton, M. D., & Pople, J. A., 1970. Gaussian 70 (Quantum Chemistry Program Exchange).

148. Hellali N., Bouziane M., Mahammed M. H., 2019. Correlation between chemical compositions and antioxidant activity of essential oils from six aromatic medicinal PLANTS growing in illizi and giardaia (southern Algeria). mesmap5 proceeding book, p.36.

149. Henry S., 2003. L'huile d'olive: son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique. Thèse Doct. D'Etat. Pharmacie. Univ. Henry Poincaré, Nancy 1(France), 10-90.

150. Herder M, Moreno G, Mosquera-Losada MR, Palma JHN, Sidiropoulou A, Santiago Freijanes JJ, Crous-Duran J, Paulo J, Tomé M, Pantera A, Papanastasis V, Mantzanas K, Pachana P, Papadopoulos A, Plieninger T, Burgess PJ., 2015. Current extent and trends of agroforestry in the EU27. Deliverable Report 1.2 for EU FP7 Research Project: AGFORWARD 2nd Edition, 76.

151. Hernández Martíneza ,Carmen Sara ,Hernández Rodrígueza ,Jeroenn VanRie , Baltasa, Escrichea ,Juan,Ferréa.,2013. Insecticidal activity of Vip3Aa, Vip3Ad, Vip3Ae, and Vip3Af from *Bacillus thuringiensis* against lepidopteran corn pests. *Journal of Invertebrate Pathology*. Volume 113, Issue 1, Pages 78-8.

152. Hiemstra JA, Harris D., 1998. A compendium of *Verticillium* wilts in tree species. CPRO: Ponsen and Looijen, Wageningen.

J

153. Idrissi A., Ouazani N., 2006. Apport des descripteurs morphologiques à l'inventaire et à l'identification des variétés d'olivier (*Olea europaea*L), FAO –Biodiversity, 136p.

154. Inserm. Pesticides., 2013. effets sur la santé. Collection Expertise collective. Paris : Inserm, 2013.

155. Institut Européen des substances Végétales (page consultée le 15 /10 /2008) Phytothérapieclinique individualisée pour une médecine des substances végétales <http://www.iesv.org/phythorapie.php>.

156. ITAFV, 2004. La culture de l'olivier. Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne. Ministre de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche, Algérie, 38 p.

J

157. Jadark. T., 2007. Protection phytosanitaire In Techniques de production en oléiculture.

158. Janačković P., Novaković J., Soković M., Vujisić L., Giweli A. A., DajićStevanović Z., Marin P. D., 2015.Composition and antimicrobial activity of essential oils of *Artemisia judaica*, *A. herba-alba* and *A. arborescens* from Libya. *Archives of biological sciences*67(2):455-466.

159. Jiménez-Díaz RM, Cirulli M, Bubici G, Jiménez-Gasco MM, Antoniou PP, Tjamos EC., 2012. Verticillium wilt, a major threat to olive production: Current status and future prospects for its management. *Plant Disease*, 96: 304–329.

160. Johan Ekroos, Ola Olsson, Maj Rundlöf et Frank Wätzold., 2014. « Optimizing agrienvironment schemes for biodiversity, ecosystem services or both? », *Biological Conservation*, vol. 172, p. 65–71.

K

161. Kamoun N.G., Ouazzani N., Trigui A., 2002. Characterizing isozymes of some Tunisian olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *ISHS Acta Horticulturae* 586: IV International Symposium on Olive Growing.

162. Kang et al., 2012 ."Biosynthesis of 3,5-AHBA-derived natural products" *Nat. Prod. Rep.* 29, 243-263.

163. Kapulnik Y., Tsrör L., Zipori I., Hazanovsky M., Wininger S., Dag A., 2010.Effect of AMF application on growth, productivity and susceptibility to Verticillium wilt of olives grown under desert conditions. *Symbiosis*, 52:103-111.

164. Karajeh M., Al-Raddad A., 1999. Effect of VA mycorrhizal fungus (*Glomus mosseae* Gerd & Trappe) on Verticillium dahliae Kleb. of olive. *Dirasat. Agric. Sci.*, 26: 338–341.

165. Kebdani Mohammed., 2017. " Identification des souches locales de *Bacillus thuringiensis* en vue d' une lutte biologique contre *Ceratitis capitata* et autres pathogenes de l' oranger *Citrus sinensis*", Thèse de doctorat en écologie et environnement, sous la direction de Gaouar Nassera, Tlemcen, Laboratoire d'écologie et de gestion des écosystèmes naturels, département d'écologie et d'environnement, université Abou Bakr Belkaid, Imama, 195p.

166. Klebahn H., 1913. Beiträge zur Kenntnis der Fungi Imperfecti I. Eine Verticillium-Krankheit auf Dahliaen. *Mycologisches Zentralblatt* 3: 49–66.

167. Klingauf F., 2005. General status of biological control. *Proceedings of the 1st International Symposium on Biological Control of Bacterial Plant Diseases*. Seeheim/Darmstadt. Germany. 23-26.

168. Klosterman SJ, Atallah ZK, Vallad GE, Subbarao K.V., 2009. Diversity, pathogenicity and management of Verticillium species. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 47:39–62.

169. Koba K, Sanda K, Raynaud C, Nenonene YA, Millet J, Chaumont JP. 2004. Activités antimicrobiennes d'huiles essentielles de trois *Cymbopogon sp.* Africains vis-à-vis de germes pathogènes d'animaux de compagnie. Annales de Médecine Vétérinaire, 148, 202-206.

170. Koch et al.,2005."Charting biologically relevant chemical space: A structural classification of natural products (SCONP)" PNAS 102, 17272–17277.

171. Kowalczyk A., Przychodna M., Sopata S., Bodalska A., Fecka I., 2020. Thymol and Thyme Essential Oil-New Insights into Selected Therapeutic Applications. Molecules, 25(18), 4125.

L

172. Lacey, L. A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D. I., Frutos, R., Brownbridge, M., Goettel, M. S., 2015. Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. Journal of Invertebrate Pathology, 132, 141. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.07.009>.

173. Lacobellis, N., S., 2001. Olive knot. In, « Encyclopaedia of Plant Pathologie ». Vol.2. (Eds Oc Malloy. ID Murroy). 713-715p. (John Wiley and Sons).

174. Lagaert S, Beliën T, Volckaert G., 2009. Plant cell walls: Protecting the barrier from degradation by microbial enzymes. Syst Biol Plant-Pathog Interact Stem Cell Niches Plants Anim 20: 10641073.

175. Lalami, A. E. O., Fouad, E. A., Ouedrhiri, W., Chahdi, F. O., Guemmouh, R., Greche, H., 2013. Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain: *Thymus vulagris* et *Thymus satureioidis*. Les technologies de laboratoire, 8(31).

176. Lamani O, Ilbert H. Spécificités de loléiculture en montagne (région kabyle en Algérie): pratiques culturelles et enjeux de la politique oléicole publique. In: Ater M, Essalouh L, Ilbert H, Moukhli A, Khadari B., 2016. eds. Loléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques. Montpellier : CIHEAM. 2016a ; Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens no 118 : 149159.

177. Lang J., Hu J., Ran W., Xu Y., Shen Q., 2012. Control of cotton Verticillium wilt and fungal diversity of rhizosphere soils by bio-organic fertilizer. Biol. Fertil. Soils, 48:191-203.

- 178. Laumonier R., 1960.** Cultures fruitières Méditerranéennes. Baillière J.B et fils (Eds).Paris,France,pp.182-216.
- 179. Lautru & Challis.,2004 .** "Substrate recognition by nonribosomal peptide synthetase multienzymes" Microbiol. 150, 1629-1636.
- 180. Lavee S., 1986.** Olive. *In* : Handbook of fruit set development. Monselive P.S. (Ed.). CRC press, Boca Raton, FL., pp. 261-276.
- 181. Lavee S., 1997.** Biologie et physiologie de l'olivier. *In* Encyclopédie Mondiale de L'Olivier. COI (Ed.). Madrid, Espagne, pp. 60-110.
- 182. Lebdiri, Dahbia et Berkani, Souhila., 2015.** Contributions à l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive produit au niveau de trois régions de la willaya de Tizi-Ouzou (Ouaguenoun, Makouda, Iboudraren) de campagne oléicole 2014-2015. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri.
- 183. Lepoivre., P.2003.**Phytopathologie.Edi. De Boeck, Bruxelles (Belgique), 427p Alcaraz C., 1982 - La végétation de l'Ouest Algérien. Thèse.Doct. Univ. Perpignan :415p Daget P.H., 1977- Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de classification. Végétation 34,1: 1-20.
- 184. Leroy I., 2011.** L' huile d'olive dans tous ses etats. Thèse. Doct. D'Etat. Univ. Lille 2 (France).143pp.
- 185. Leslie JF, Summerell BA., 2006.** The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell Publishing. USA.
- 186. López-Escudero F. J., Mercado-Blanco J., 2010.** Verticillium wilt of olive: a case study to implement an integrated strategy to control a soil-borne pathogen. Plant Soil, 344: 1-50.
- 187. López-Escudero FJ, Mercado-Blanco J.,2011.** Verticillium wilt of olive: A case study to implement an integrated strategy to control a soil-borne pathogen. Plant and Soil, 344: 1–50.
- 188. Loumon A., Giourga C., 2003.**Olive groves: "The life and the identity of the Mediterranean". Agriculture and Human Values; 20:87-95p.
- 189. Loussert R . et Brousse G ., 1978 .**L'olivier .Ed . Maisonneuve et Larose , Paris .447p.
- 190. Loussert, R., Brousse, G., 1978.** L'olivier: Techniques agricoles et productions méditerranéennes. G.P. Maisonneuve et Larose, Paris, 464 p.

191. Lumaret R., Ouazzani N., Michaud H., Vivier G., Deguilloux M.F., Di Giusto F., 2004. Allozyme variation of oleaster population (wild olive tree) (*Olea europaea* L.) in the Mediterranean Basin. *Heredity*, 92 :343-351.

M

192. Maas E.V., Hoffman G.J., 1977. Crop salt tolerance-current assessment-ASCEJ. *Irrig. Drain. Div.*, 103: 115-134.

193. Mahdad, Y., Selka, N., 2009. Etude préliminaire de quelques paramètres physico-chimique dusol en vue d'élaborer un programme de fertilisation raisonnée, cas de la pomme de terre dans la région d'Hennaya. Thèse. Ing. Agronomie. Univ. Tlemcen. p.4, 14 et 28 CLEMENT J., 1981 - Larousse agricole. Ed. Montparnasse, Paris, 1207P.

194. Maillard R., 1975. L'olivier .Maison des agriculteurs .Ed .Invuflec . Paris, 147 P.

195. Manel Cheffi Azzabou., 2019. Contrôle biologique des maladies de dépérissement de l'olivier par la souche OEE1 de *Bacillus velezensis* et étude des mécanismes de bio-contrôle impliqués (Thèse de Doctorat) Université de Sfax de Tunisie.

196. Mansouri S., Oukaci K., 2019. Identification des champignons phytopathogènes de l'olivier *Olea europaea* associées aux attaques de la mouche d'olivier *Bactrocera oleae* en vue d'une lutte biologique par *Bacillus* dans la région de Bouira (Mémoire de Master) Université de Akli Mohand Oulhadj Bouira.

197. Martha C.Giraldo., Yasin F. Dagdas., Yogesh K. Gupta., Thomas A. Mentlak., Mihwa Yi., Ana Lilia Martinez-Rocha., Hiromasa Saitoh., Ryohei Terauchi., Nicholas J. Talbot., Barbara Valent. 2013. Two distinct secretion systems facilitate tissue invasion by the rice blast fungus *Magnaporthe oryzae*. *Nature communications* 10, 1038/ 2996.

198. Martin G.C., Ferguson L., Polito V.S., 1994. Flowering, pollination, fruiting , alternate bearing and abscission. *In* : Olive production manual. Ferguson L., Steven Sibbett G. and Martin G.C. (Eds.), Univ. California Div. Agr. Natural Resources ; Oakland, CA. Publ., pp. 51-56.

199. Martin-Lapierre A., 2011. Application de composts et de fumigants pour lutter contre la verticilliose (*Verticillium dahliae*) du fraisier. Thèse. Doct. D'Etat. Univ. Laval (Canada). 108p.

- 200. Mascarin, G. M., & Jaronski, S. T., 2016.** The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32 (177), 1-26. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2131-3>.
- 201. Matallah-Boutiba A., 1998.** La verticilliose de l'olivier: Approches cyto-histologique et ultrastructurale des interactions Olivier-*Verticillium dahliae* Kleb. Thèse de magister, université Oran, Algérie. 105pp.
- 202. Mendil M., Sebai A., 2006.** Catalogue Algérien des variétés d'olivier, l'olivier en Algérie: aperçu sur le patrimoine génétique autochtone ; 104.
- 203. Mendil M., 2012.** La culture de l'olivier .Ed . Institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne(ITAF), Birtouta, Alger.37p.
- 204. Merad R., 1973.** Contribution à l'étude qualitative de l'huile essentielle d'*Ammodendron verticillata* (Nounkha) de la région de Tlemcen et de son pouvoir antimicrobien. Mémoire d'ingénieur, Institut de Biologie. Université de Tlemcen.
- 205. Mercado-Blanco J., Rodríguez-Jurado D., Hervás A., Jiménez-Díaz R. M., 2004.** Suppression of *Verticillium* wilt in olive planting stocks by root-associated fluorescent *Pseudomonas* spp. *Biol. Control*, 30: 474-486.
- 206. Ministère de l'Agriculture du Développement Rural et de la Pêche., 2016.** Mission de prospection pédologique à travers les vergers nouvellement créés et les terres potentielles à la mise en place de l'oléiculture. Rapport d'analyse. Bouira .12p.
- 207. Mohammedi K, Patente TA, Bellili-Muñoz N, Driss F, Monteiro MB, Roussel R, Pavin EJ, Seta N, Fumeron F, Azevedo MJ, Canani LH, et al ., 2013.** Catalase activity, allelic variations in the catalase gene and risk of kidney complications in patients with type 1 diabetes. *Diabetologia* 56:2733-2742.
- 208. Morales, R., 2002.** The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In :*Thyme : the genus Thymus*. Ed. Taylor & Francis, London. pp.1-43.
- 209. Müller H., Tejedor-Gonzalez E., Mercado-Blanco J., Rodríguez-Jurado D., Jiménez-Díaz R.M., Berg G., 2007.** Effect of the biological control strain *Serratia plymuthica* HRO C48 on *Verticillium* wilt of olive trees cv. Arbequina. *Bulletin OILB/SROP.*, 30:173–177.
- 210. Muzzalupo, I., Micali, S., 2015.** *Agricultural and Food Biotechnology of Olea europaea and Stone Fruits*. Bentham Science Publishers, 485 p.

N

- 211. Nannipieri P., Grego S., Ceccanti B., 1990.** Ecological significance of the biological activity in soil. In: Bollag JM, Stotzky G (Eds) Soil biochemistry, vol 6. Marcel Dekker, New York, 293–355.
- 212. Nasraoui B., 2006.** Systématique. In: les champignons parasites des plantes cultivées: biologie, systématique, pathologie, maladies. Centre de publication universitaire, 119-195.
- 213. Newman M.C., Unger M.A., 2003.** Fundamentals of Ecotoxicology. 2nd ed., Academic Press, Boca Raton.

O

- 214. Oliveira R. C., Carvajal-Moreno M., Correa B., Rojo-Callejas F., 2020.** Cellular, physiological and molecular approaches to investigate the antifungal and anti-aflatoxic effects of thyme essential oil on *Aspergillus flavus*. Food chemistry, 315, 126096.
- 215. Omidbeygi M, Barzegar M, Hamidi Z, Naghdibadi H. 2007.** Antifungal activity of thyme, summer savory and clove essential oils against *Aspergillus xavus* in liquid medium and tomato paste. Food Control, 18, 1518-1523.
- 216. ONFAA Observatoire national des filières agricole et agroalimentaire 2017.** La production nationale des olives et huile.
- 217. Ouaouich,A.,Chimi, H., 2007.** Guide du producteur de l’huile d’olive, Préparé dans le cadre du projet de développement au Maroc. ONUDI, Austria, Vienne, 35 p.
- 218. Oulebsir R., 2014.** L'olivier en kabylie entre mythes et réalités .Ed. L’Harmattan, Paris, 186p.
- 219. Ouraini D, Agoumil , Ismaili-Alaoui M, Alaoui K,Cherrah Y, Amrani M, Bellabas MA. 2005.** Etude de l’activité des huiles essentielles de plantes aromatiques à propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermatophytes. *Phytothérapie*, 4, 147-157.

P

- 220. Pansiot F. P., Rebour H., 1961.** Improvements in Olive Cultivation. Rome:FAO.40- 1.
- 221. Philippe, L., 2007.** Les procaryotes phytopathogènes. Chapitre 4 phytopathologies. Ed ; Feeman, New York. 432p.

- 222. Pinto, E., Salgueiro, L. R., Cavaleiro, C., Palmeira, A., Gonçalves, M. J., 2007.** In vitro susceptibility of some species of yeasts and filamentous fungi to essential oils of *Salvia officinalis*. *Industrial Crops and Products*,26(2), 135-141.
- 223. Polese, J., 2015.** L'olivier. Italie : les presses de l'imprimerie papergraf à padoue. 93p.
- 224. Polese, J.M., 2007.**la culture des oliviers édition Artemis pp.16-19.
- 225. Porras-Soriano A., Marcilla-Goldaracena I., Soriano-Martín M. L., Porras Piedra A., 2006.**Development and resistance to *Verticillium dahliae* of olive plantlets inoculated with mycorrhizal fungi during the nursery period. *J. Agric. Sci.* 144:151-157.
- 226. Pothitirat W, Chomnawang MT, Supabphol R and Gritsanapan W., 2009.** Comparison of bioactive compounds content, free radical scavenging and anti-acne inducing bacteria activities of extracts from the mangosteen fruit rind at two stages of maturity. . *Fitoterapia* 80:141-164.
- 227. Powelson ML, Rowe RC., 1993.** Biology and management of early dying of potatoes. *Annual Review of Phytopathology*, 31: 111–126.
- 228. Prescrire., 2007.**Bien utiliser les plantes en situation de soins, numéro spécial,T.27,n°286.
- 229. Psyllakis N, Mikros L, Kiritsakis A., 1980.**caractéristiques qualitative d'huile d'olive et les facteurs qui influent sur ces caractéristiques. Actes du 3éme congr. Inter sur la valeur biologique de l'huile d'olive .553-565 pp.

Q

- 230. Quesada, J.M., Perez-Martinez, I., Ramos, C., Lopez, M.M. & Penyalver, R., 2008.** IS53: an insertion element for molecular typing of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. *Research in Microbiology* 159, 207–15.
- 231. Quezel, P., 1954.**Contribution à l'étude de la flore et de la végétation du Hoggar. Université d'Alger. *In* :Institut des Recherches Sahariennes. 164 p.
- 232. Quezel, P., 1962.** A propos de l'Olivier de Laperrine de l'Adrar Greboun :329_332. *In* : Berliet P. (Ed). Missions Berliet Ténéré-Tchad, AMG, Paris. 377 p.
- 233. Quezel. P., Santa .S ; 1962- 1963**Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris. C.N.R.S.Vol 2. 1170 p.

R

- 234. Ramade, F., 2009.** Eléments d'écologie: Ecologie fondamentale-4e édition. Dunod. 689p.
- 235. Raveau R., Fontaine J., Lounès-Hadj Sahraoui A., 2020.** Essential oils as potential alternative biocontrol products against plant pathogens and weeds: A review. *Foods*, 9(3), 365.
- 236. Reguieg L., 2011.** Using medicinal plants in Algeria. *American journal of food and nutrition*, 1 (3), 126-127.
- 237. Rhizopoulou S., 2007.** *Olea europaea* L. A botanical contribution to culture. *American-Eurasian J. Agric. Et Environ. Sci.*, 2(4) :382-387.
- 238. Rodriguez-Jurado D, Bejarano-Alcazar J., 2007.** Dispersal of *Verticillium dahliae* in irrigation water used in olive orchards in Andalucia, southern Spain. *Boletin de Sanidad Vegetal* 547-562.
- 239. Rubio de Casas R., Besnard G., Schoenswetter P., Blaguer L., Vargas P., 2006.** Extensive gene flow blurs phylogeographic but not phylogenetic signal in *Olea europea* L. *Theoretical and Applied Genetics* 113: 575-583p.
- 240. Ruby J., 1918.** Recherches morphologiques et biologiques sur l'olivier et sur ses variétés cultivées en France. Thèse de doctorat. Faculté des sciences de paris, France. 285 p.
- 241. Ruggieri G., 1946.** Una nuova malattia dell'olivo. *L'Italia Agricola*, 83: 369–372 (in Italian).

S

- 242. Sadouk T ; Rebiha K ; Terki D ., 2018.** Caractérisation physico-chimique et organoleptique des huiles d'olivier vierges de quelques variétés algériennes. Laboratoire de biochimie, département agroalimentaire_ faculté des sciences de la nature et de la vie Université Blida-1- Algérie. 2018 8(1) :706-718.
- 243. Salah A et Fatha H.,2020.** Etude de la phytopathologie d'origine fongique de l'olivier dans la région de Naâma (Mémoire de Master) Centre Universitaire de Salhi Ahmed Naâma.
- 244. Sanei S.J., Razavi SE., Okhovvat S.M., Pahlavani M.H., 2010.** *Verticillium Wilts*. Peik-e-Reihan publication, Gorgan, 652p.-16.
- 245. Sasanelli N., 2009.** Olive nematodes and their control : Integrated Management of fruit crops and forest nematodes A. Ciancio K.G. Mukerji(eds.), Bari (Italy),1-41.

- 246. Saravanan T. et Valluvaparidasan V., 2001.** Fungitoxic Effect of Biocontrol Agents and Plant Extracts on Seed Borne Fungi of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Pakistan Journal of Biological Sciences* (6) : 676-678.
- 247. Schnathorst WC., 1981.** Life cycle and epidemiology of *Verticillium*. In: Mace ME, Bell AA, Beckman CH, eds. *Fungal Wilt Diseases of Plants*. Academic Press: New York, USA, 81–111.
- 248. Sebei A., 2007.** Physiologie de l'olivier et ses besoins. ITAF.
- 249. Sekour Blekasem .,2011-2012.** phytoprotectiondel huile dolive viergo(h.o.v) par ajoute des plante végétales(thym,ail,romarin) .mémoire de magistre .université Mhamedbougara-boumerdes.
- 250. Shen ., 2003.** "Polyketide biosynthesis beyond the type I, II and III polyketide synthase paradigms" *Curr. Opin. Chem. Biol.* 7, 285-295.
- 251. Shrestha, G., Enkegaard, A., & Steenberg, T., 2015.** Laboratory and semi-field evaluation of *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) against the lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri* (Hemiptera Aphididae). *Biological Control*, 85, 3745. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.03.005>.
- 252. Sidali, L., Brada, M., Fauconnier, M. L., & Lognay, G., 2014.** Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* du Nord d'Algérie. *PhytoChem and BioSub Journal*, 8(3).
- 253. Smith, E.F., 1908.** Recent studies on the olive-tubercle organism. U.S. Dept. Agr. Bur. Plant Indust. Bull. No. 131 Part, IV.spot control in California Agriculture, 1995, N° 49, Vol. 5, pp 27-32.
- 254. Sofo, A., Dichio, B., Montanaro, G., Xiloyannis, C., 2009.** *Agric. Water Manage.*, 96 (8): 1201-1206.
- 255. Soković M. D., Vukojević J., Marin P. D., Brkić D. D., Vajs V., Van Griensven L. J., 2009.** Chemical composition of essential oilsof thymus and mentha speciesand their antifungal activities. *Molecules*, 14(1), 238-249.
- 256. Staunton et Weissman., 2001.**"Polyketide biosynthesis: a millennium review" *Nat. Prod. Rep.* 18, 380-416.
- 257. Strikic F., Mavsar D.B., Perica Satovic Z.S.,Cmelik Z., Javornik B., 2010.** **Genetic - variation** within the olive (*Oleauropea* L.) cultivar Oblica detected using amplified fragment length polymorphism (AFLP) markers. *Afr. J. Biotec.*, 9: 2880-2883.

258. Strikis D., Hellal F., Hurtado A., Ruschel J., Flynn K.C., Laskowski C.J., Umlauf M., Kapitein L.C., Lemmon V., Bixby J, Hoogenraad CC, Bradke F., 2011. Study of developpement and classification of differents plants. 34: 19-30p.

259. Spiewak, R., 2001. Pesticides as a cause of occupational skin diseases in farmers. Annals of agricultural and environmental medicine, 8(1), 1-5.

T

260. Tchoumboungang, F., Dongmo, PMJ, Sameza, ML, Mbanjo, EGN, Fotso, GBT, Zollo, PHA et Menut, C., 2009. Activité larvicide sur *Anopheles gambiae* Giles et composition chimique des huiles essentielles extraites de quatre plantes cultivées au Cameroun. Base .

261. Terral J.F., Alonso N., Buxo I., Capdevilla R., Chatti N., Fabre L., Fiorentino G., Marinval P., Pérez Jorda G., Pradat B., Rovira N., Alibert P., 2004. Historical biogeography of olive domestication (*Olea europea* L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archeological material. Journal of Biogeography, 31: 63-77.

262. Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H. A., Daferera, D., Polissiou, M., Sokmen, A. , 2005. Antioxidative activity of the essential oils of *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* and *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans*. Journal of food engineering, 66(4), 447-454.

263. Tjamos E. C., Biris D. A., Paplomatas E. J., 1991. Recovery of olive trees from *Verticillium* wilt after individual application of soil solarisation in established olive orchards. Plant Dis., 75: 557-562.

264. Tombesi A., Tombesi S., Saavedra M.S., Fernández-Escobar R., d'Andria R., Lavini A., Jardak T., 2007. (Eds). Conseil Oléicole Internationale. Techniques de production en oléiculture. Madrid (Espagne), ISBN. 1ère édition, 348p.

265. Triki M.A., Hassaïri A., Mahjoub M., 2006. Premières observations de *Verticillium dahliae* sur olivier en Tunisie. Bull EPPO Bull., 36 (1): 69–71.

U

266. Uppal A.K., El Hadrami A., Adam L.R., Tenuta M., Daayf F., 2008. Biological control of potato *Verticillium* wilt under controlled and field conditions using selected bacterial antagonists and plant extracts. Biol. Control., 44 : 90–100.

V

- 267. Velitzelos E., Velitzelos D., 2005.** Geohistorical evidence on the evolution of plants in the Aegean Sea. In Biodiversity and natural heritage in the Aegean, Eds., Karamanos, A. J. and C.A. Thanos. The Agricultural University of Athens, 133-148.
- 268. Verdier E., 2003.** L'Huile d'olive ., n°26 :14p.
- 269. Vigouroux A., 1975.**Verticillium dahliae, agent d'un dépérissement de l'olivier en France. Ann. Phytopathol., 7: 37-44.
- 270. Villa P., 2003.** La culture de l'olivier. DE.vitthi.95p.
- 271. Voyiatzis D.G et Porlingis F.C., 1987** - Temperature requirements for the germination of olive seeds. J. Hort. Sei. 62(3):405-412.

W

- 272. Wallali, L.D., Skiredj, A., Elattir, H., 2003.** Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA n°105 (MADER/ DERD), Rabat, Maroc: 4 p.
- 273. Wannes WA et Marzouk B ., 2016.** Characterization of myrtle seed (*Myrtus communis* var. *baetica*) as a source of lipids, phenolics, and antioxidant activities. Journal of Food and Drug Analysis 24:316-323.
- 274. Wheeler DL, Johnson DA., 2016.** Verticillium dahliae infects, alters plant biomass, and produces inoculum on rotation crops. Phytopathology, 106: 602-613.
- 275. Wichtl M., Anton R., 2003.** Plantes thérapeutiques- Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique, 2^{ème} édition, Ed. TEC et DOC,2003.
- 276. Wraight, S. P., Ramos, M. E., 2005.** Synergistic interaction between *Beauveria bassiana* and *Bacillus thuringiensis tenebrionis*-based biopesticides applied against field populations of Colorado potato beetle larvae. Journal of Invertebrate Pathology, 90(3), 139-150.
<https://doi.org/10.1016/j.jip.2005.09.005>.

Y

277. Yangui T., Sayadi S., Gargoubi A., Dhouib A., 2010. Fungicidal effect of hydroxytyrosolrich preparations from olive mill wastewater against *Verticillium dahliae*. *Crop Protection* 29:1208-1213.

278. Yaroslavtseva, O. N., Dubovskiy, I. M., Khodyrev, V. P., Duisembekov, B. A., Kryukov, V. Y., Glupov, V., 2017. Immunological mechanisms of synergy between fungus *Metarhizium robertsii* and bacteria *Bacillus thuringiensis* ssp. *morrisoni* on Colorado potato beetle larvae. *Journal of Insect Physiology*, 96, 1420. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2016.10.004>.

279. Young, J.M., Saddler, G.S., Takikawa, Y., De Boer, S.H., Vaqueterin, L., Gardan, L., Gvozdyak, R.I. & Stead De ., 1996. Names of plant pathogenic bacteria. *Review of plant pathology*, 75, 721-763.

Z

280. Zeleke, K., Mailer, R., Eberbach, P., Wünsche, J., 2012. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.*, 40 (4): 241-252.

281. Zeragui B., Hachem, K., Halla N., Kahloula K., 2019. Essential Oil from *Artemisia judaica* L.(ssp. *sahariensis*) Flowers as a Natural Cosmetic Preservative: Chemical Composition, and Antioxidant and Antibacterial Activities. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 22(3): 685-69.

282. Zohary D., Spiegel-Roy P., 1975. Beginnings of fruit growing in the world. *Science*, 187: 319-327.

283. Zohary D., Hopf M., 2000. *Domestication of plants in the Old World*. Third edition, Oxford University Press. New York.

Annexe

Annexe1

Matériels utilisé

Verreries

Ballon

Béchers

Boîtes de pétri

Entonnoir

Eppendorf

Erlenmeyer

Flacons

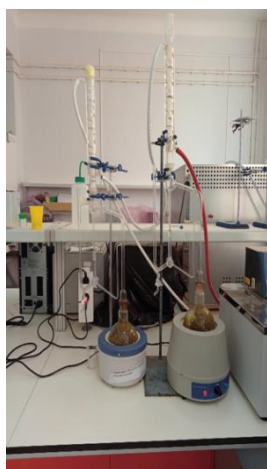
Micro pipette

Pince de laboratoire

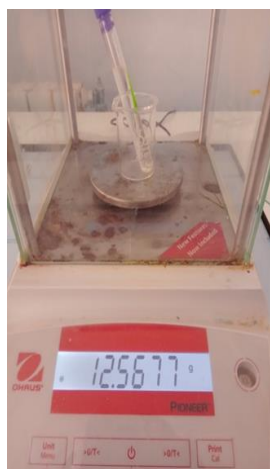
Pipette de pasteur

Tubes à essai

Appareils



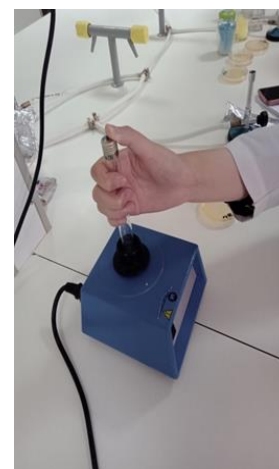
Clevenger



Balance analytique



Etuve d'incubation



Vortex



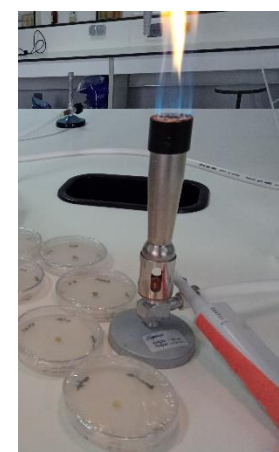
Chauffe ballon



pH mètre



Autoclave



Bec benzène



Bain marie

Réactif et Produits utilisés

Eau de javel

Eau distille

Tween 20



Agar-agar

Annexe 2

Tableau 01 : Pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* contre *Aspergillus flavus*.

ANOVA à un facteur contrôlé : 0,3 µl/ml ; 0,5 µl/ml

Source	DL	Somme des carrés	CM	F	P
Facteur	1	0,1847	0,1847	4,00	0,116
Erreur	4	0,1847	0,0462		
Total	5	0,3693			

S = 0,2149 R carré = 50,00 % R carré (ajust) = 37,50 %

Niveau	N	Moyenne	EcTyp
0,3 µl/ml	3	0,6491	0,3039
0,5 µl/ml	3	1,0000	0,0000

Ecart type regroupé = 0,2149

Tableau 02 : Pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* contre *Aspergillus flavus*.

ANOVA à un facteur contrôlé : 0,5 µl/ml ; 1,5 µl/ml

Source	DL	Somme des carrés	CM	F	P
Facteur	1	0,090	0,090	0,42	0,551
Erreur	4	0,850	0,213		
Total	5	0,940			

S = 0,4610 R carré = 9,55 % R carré (ajust) = 0,00 %

Niveau	N	Moyenne	EcTyp
0,5 µl/ml	3	0,5413	0,2232
1,5 µl/ml	3	0,2966	0,6125

Ecart type regroupé = 0,4610

Tableau 03 : Pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* contre *Aspergillus flavus*.

ANOVA à un facteur contrôlé : 0,05 µl/ml ; 0,1 µl/ml ; 1 µl/ml

Source	DL	Somme des carrés	CM	F	P
Facteur	2	0,734	0,367	1,94	0,223
Erreur	6	1,132	0,189		
Total	8	1,866			

S = 0,4344 R carré = 39,32 % R carré (ajust) = 19,10 %

Niveau	N	Moyenne	EcTyp
0,05 µl/ml	3	0,3295	0,5821
0,1 µl/ml	3	0,4927	0,4766
1 µl/ml	3	1,0000	0,0000

Ecart type regroupé = 0,4344

Tableau 04 : Pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* contre *Trichoderma sp.*

ANOVA à un facteur contrôlé : 0,3 µl/ml ; 0,5 µl/ml

Source	DL	Somme des carrés	CM	F	P
Facteur	1	0,116	0,116	0,93	0,390
Erreur	4	0,500	0,125		
Total	5	0,615			

S = 0,3534 R carré = 18,82 % R carré (ajust) = 0,00 %

Niveau	N	Moyenne	EcTyp
0,3 µl/ml	3	0,8915	0,1171
0,5 µl/ml	3	0,6136	0,4859

Ecart type regroupé = 0,3534

Tableau 05 : Pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* contre *Trichoderma sp.*

ANOVA à un facteur contrôlé : 0,5 µl/ml ; 1,5 µl/ml

Source	DL	Somme des carrés	CM	F	P
Facteur	1	0,0024	0,0024	0,18	0,697
Erreur	4	0,0537	0,0134		
Total	5	0,0560			

S = 0,1158 R carré = 4,21 % R carré (ajust) = 0,00 %

Niveau	N	Moyenne	EcTyp
0,5 µl/ml	3	0,3712	0,1547
1,5 µl/ml	3	0,4109	0,0538

Ecart type regroupé = 0,1158

Tableau 06 : Pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* contre *Trichoderma sp.*

ANOVA à un facteur contrôlé : 0,05 µl/ml ; 0,1 µl/ml ; 1 µl/ml

Source	DL	Somme des carrés	CM	F	P
Facteur	2	0,8259	0,4129	4,74	0,058
Erreur	6	0,5224	0,0871		
Total	8	1,3483			

S = 0,2951 R carré = 61,25 % R carré (ajust) = 48,34 %

Niveau	N	Moyenne	EcTyp
0,05 µl/ml	3	0,3718	0,2937
0,1 µl/ml	3	0,3439	0,4182
1 µl/ml	3	1,0000	0,0000

Ecart type regroupé = 0,2951

Tableau 07 : Pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* contre *Verticillium sp (A3)*.

ANOVA à un facteur contrôlé : 0,3 µl/ml ; 0,5 µl/ml

Source	DL	Somme des carrés	CM	F	P
Facteur	1	0,5738	0,5738	8,82	0,041
Erreur	4	0,2603	0,0651		
Total	5	0,8341			

S = 0,2551 R carré = 68,79 % R carré (ajust) = 60,99 %

Niveau	N	Moyenne	EcTyp
0,3 µl	3	0,3815	0,3608
0,5 µl	3	1,0000	0,0000

Ecart type regroupé = 0,2551

Tableau 08 : Pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle d'*Artemisia judaica* contre *Verticillium sp (A3)*.

ANOVA à un facteur contrôlé : 0,5 µl/ml ; 1,5 µl/ml

Source	DL	Somme des carrés	CM	F	P
Facteur	1	0,07081	0,07081	10,26	0,033
Erreur	4	0,02761	0,00690		
Total	5	0,09842			

S = 0,08308 R carré = 71,95 % R carré (ajust) = 64,93 %

Niveau	N	Moyenne	EcTyp
0,5 µl/ml	3	0,13240	0,06215
1,5 µl/ml	3	-0,08487	0,09971

Ecart type regroupé = 0,08308

Tableau 09 : Pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* contre *Verticillium sp (A3)*.

ANOVA à un facteur contrôlé : 0,05 µl/ml ; 0,1 µl/ml ; 1 µl/ml

Source	DL	Somme des carrés	CM	F	P
Facteur	2	1,2580	0,6290	6,36	0,033
Erreur	6	0,5934	0,0989		
Total	8	1,8514			

S = 0,3145 R carré = 67,95 % R carré (ajust) = 57,26 %

Niveau	N	Moyenne	EcTyp
0,05 µl/ml	3	0,6700	0,5373
0,1 µl/ml	3	0,0952	0,0895
1 µl/ml	3	1,0000	0,0000

Ecart type regroupé = 0,3145

Annexe 3

Tableau : La production de l'olivier dans la région de Naâma les années (2015-2021)

Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Production de l'olivier	3288	5084	7548	8348	8058	13637	13536
La surface de l'olivier	2528	2968	3090	3090	2067	2067	2066

La production de l'olivier dans la région de Naâma (2015-2021) **DAS 2021**

المخلص

شجرة الزيتون هي رمز الحوض البحر الأبيض المتوسط نظرا لأهميتها من الناحية الاقتصادية والبيئية. غالبا ما تكون مسببات الأمراض النباتية مسؤولة عن الأضرار والخسائر الزراعية والاقتصادية الكبيرة في العديد من المحاصيل، وفي هذا السياق ركزنا في هذه الدراسة على أهم الأمراض الفطرية التي تصيب أوراق وثمار الزيتون.

العلاجات الكيميائية على الرغم من أنها ضارة إلا أنها لا تزال مستخدمة على النطاق الواسع، في هذه الأونة تم استخدام الأنواع الطبيعية في مكافحة البيولوجية.

وفي الأخير أظهرت اختبارات النشاط المضاد للفطريات *Aspergillus flavus* و *Trichoderma sp* و *Verticillium sp* نتائج جيدة لزيت الأساسية *Thymus vulgaris* و *Artemisia judaica* و *Ammiodes verticillata*.

أظهرت الزيوت الأساسية من *Thymus vulgaris* و *Ammiodes verticillata* سمية عالية مقارنة بالزيت *Artemisia judaica*.

يظهر الزيت الأساسي *Ammiodes verticillata* تثبيطا كاملا للفطريات الثلاثة *Aspergillus flavus* و *Trichoderma sp* و *Verticillium sp* بجرعة $1\mu\text{l/ml}$.

يقدم الزيت الأساسي *Thymus vulgaris* تثبيطا كاملا للفطرين *Aspergillus flavus* و *Verticillium sp* بجرعة منخفضة $0,5\mu\text{l/ml}$.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أنه أثناء انشاء برنامج مكافحة من المحتمل أن يكون لدينا امكانية استخدام هذه الزيوت الأساسية كمبيدات طبيعية ضد فطريات الزيتون.

الكلمات المفتاحية: شجرة الزيتون، الأمراض الفطرية، مسببات أمراض النبات، مكافحة البيولوجية، مضاد الفطريات، الزيت الأساسي.

Résumé

L'olivier est un arbre qui symbolise le bassin méditerranéen. Vu son importance, tant que sur le plan économique et écologique. Les agents phytopathogènes sont souvent responsables des dégâts et des pertes agronomiques et économiques considérables sur plusieurs cultures. C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés à étudier principes maladies fongique qui s'attaque aux feuilles et les fruits les olives.

Les traitements chimiques, bien que nocifs, mais ils restent largement utilisés. Récemment, des espèces naturel ont été utilisées dans la lutte biologique.

Enfin, les tests de l'activité antifongiques contre les champignons *Aspergillus flavus*, *Tirchoderma sp* et *verticillium sp* ont montré de bons résultats pour les huiles essentielles *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* et *Ammoides verticillata*.

Les huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Ammoides verticillata* présentent une toxicité importante par-rapport l'huile *Artemisia judaica*.

L'huile essentielle d'*Ammoides verticillata* présente une d'inhibition complète pour les trois champignons *Aspergillus flavus*, *Tirchoderma sp* et *Verticillium sp* avec une dose de 1µl/ml.

L'huile essentielle *Thymus vulgaris* présente une d'inhibition complète 100% pour les deux champignons *Aspergillus flavus* et *Verticillium sp* avec une faible dose de 0,5µl/ml.

Les résultats obtenus montrent que lors de la mise en place d'un programme de lutte éventuel nous aurions la possibilité d'utiliser ces huiles comme des bio-fongicides contre les champignons de l'olivier.

Mots clés: L'olivier, Maladies fongique, Agents phytopathogène, Lutte biologique, Antifongiques, L'huile essentielle.

Summary

The Olive is a tree that symbolizes the Mediterranean basin. Given its importance, both economically and ecologically, plant pathogens are often responsible for considerable agronomic and economic damage and losses on several crops. It is in this context that we were interested in studying the principles of fungal diseases that attack the leaves and fruits of olives.

Chemical treatments, although harmful, but they are still widely used. Recently, natural species have been used in biological control.

Finally, tests of antifungal activity against the fungi *Aspergillus flavus*, *Trichoderma sp* and *Verticillium sp* showed good results for the essential oils *Thymus vulgaris*, *Artemisia judaica* and *Ammoides verticillata*. The essential oils of *Thymus vulgaris* and *Ammoides verticillata* show significant toxicity compared to *Artemisia judaica*.

Ammoides verticillata essential oil shows complete inhibition for the three fungi *Aspergillus flavus*, *Trichoderma sp* and *Verticillium sp* with a dose of 1 µl/ml.

Thymus vulgaris essential oil presents a complete inhibition of 100% for the two fungi *Aspergillus flavus* and *Verticillium sp* with a low dose of 0,5 µl/ml. The results obtained show that during the establishment of a possible control program we would have the possibility of using these oils as bio-fungicides against olive fungi.

Key word: Olive; Fungal diseases; Plant pathogens; Fight biology; Antifungals; Essential oil.