

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP. AGRO/2021

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Agronomiques.
Spécialité : Phytopathologie

Présenté par :

MESSAOUDI Hanane & SACI Khoulfia

Thème

**Étude bibliographique sur l'utilisation de quelques plantes
médicinales contre les maladies fongiques des plantes**

Soutenu le : 20 /09/2021

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>M .ABDELLI Amine</i>	<i>MCA.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>M.MENZER Noureddine</i>	<i>MCB.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>
<i>M. BELKACEM Mohamed</i>	<i>MCB.</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promoteur</i>

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciement

Et voila, on y est ...on les prépare dans notre tête avant même d'avoir commencé la rédaction, en se disant : « Tiens, nous mettrons ca, dans nos remerciements », « lui/elle, ne faut pas que nous l'oublions !... »

Mais finalement, quand on y est, on se rend compte que c'est plus difficile que ce l'on croit !!! Surtout qu'on ne peut vraiment pas y échapper (et en a-t-on envie d'ailleurs ??) .Car après toutes ces années, on a forcément plein de monde a remercier !

Alors dans ce cas, c'est parti, voila « NOS REMERCIEMENTS » :

Nous remercierons tous d'abord dieu, le tout puissant de nous avoir illuminé net ouvert les portes de savoir et de raisonnement scientifique ainsi que de nous avoir donné la volonté et le courage d'élaborer ce travail pointu.

Notre promoteur Ms Belkacem Mohamed le temps que vous avez consacré, vos critiques pertinentes et votre esprit de synthèse ont été des éléments déterminants dans la valorisation de ce travail.

Un énorme merci à tous ceux qui nous ont aidé, nous ont conseille, nous ont ouvert leurs portes. Tous le corps technique et enseignants de la faculté, chacun d'entre vous a participe activement au bon déroulement de ce travail et sans vous, certaines études expérimentales n'auraient pu être réalisables.

Nous remercions respectueux aux membres du jury

Ms ABDELLI Amine, Ms MENZER Noureddine D'avoir accepté de juger notre travail. Nous sommes convaincues que votre savoir nous permettra d'avancer encore plus loin dans ce sujet qui nous a passionnés pendant très longtemps.

Hanane et Khoulfia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A la mémoire de l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon père.

A la mémoire d'une femme que j'aurais aimé que soit présente aujourd'hui, avec elle j'ai connue le mal et le bien, les tristesses et la joie, que dieu te garde dans son vaste paradis à toi ma très chère sœur.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; ma belle-mère que j'adore. Que dieu procure bonne santé et longue vie.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à tous mes frères et mes sœurs : Aziz, Meziane, Lyazid, Rachid et sa copine, la joie de notre maison Arezki, fadila, chouchou de la famille Moussa.

Je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides et encouragement. Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude

A toute ma famille grande et petite.

A mes chers amis : Noura, Siham et Sonia.

A mon binôme Khoulfia qu'elle était toujours à mes côtés.

Hanane

Dédicace

Avant tout, je remercie le bon dieu(ALLAH) de m'avoir mis sur le bon chemin pour pouvoir réaliser ce travail.

J'ai le plaisir de dédier ce travail

Mes très chers parents (le meilleur des pères, ma très chère maman)...

Leur présence et leur générosité du cœur m'apportent beaucoup de force pour arriver à mes buts, que cet humble travail leur soit le témoin de mon admiration,

de mon affection et exprime ma tendresse.

Qu'ils trouvent ici la récompense de tout ce qu'ils ont fait pour moi.

A mes sœurs et mes frères et leurs enfants,

Mes remerciements les plus sincères et les plus profonds en reconnaissance de leurs sacrifices, leur soutien et leur encouragement.

A mes amies,

Ce n'est pas votre intervention qui m'aide, mais le fait de savoir que je pourrai toujours compter sur vous un grand merci.

Ma chère Hanane, mon binôme et une amie exceptionnelle et toute sa famille que j'apprécie énormément.

A ma famille et tous ceux qui me sont chers.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit possible, je vous dis merci.

Khoulfia

Sommaire

SOMMAIRE

Introduction	01
Chapitre I-Etude bibliographique sur les plantes médicinales	03
I.1 .Généralités	03
I.2 .Importance des plantes médicinales	03
I.3 .Historique de la phytothérapie	03
I.4 .Déférentes types de la phytothérapie	03
I. 4.1. Aromathérapie	04
I.4.2. Gemmothérapie	05
I. 4.3. Herboristerie	05
I. 4.4. Homéopathie	05
I.4.5. Phytothérapie pharmaceutique	04
I.5. La phytothérapie traditionnelle	05
I.6. Principe de la phytotherapie	06
I.7. Intérêt des plantes médicinales	06
I.8. Composants des plantes médicinales	07
I.8.1. Principaux actifs	07
I.8.1.1. Composés du métabolisme primaire	07
a) Glucides	07
b) Lipides	07
c)Protéines	08
I.8.1.2. Composes du métabolisme secondaire	08
a) Huiles essentielles	08
b) Flavonoïdes	08
c)Alcaloïdes	09
d) Substance amères	09
e) Tanins	09
f) Glycosides	09
g) Résines	09
h) Phénols	09
i) Glucosinolates	10
J) Mucilages	10
I.9. Production des plantes médicinales	10
I. 9.1. Plantes spontanées	10
I.9.2. Plantes cultivées	10
I.10. Utilisation des plantes médicinales	10
I.10.1. Utilisation en médecine	11
I.10.2. Utilisation en agriculture	11
I.10.3. Utilisation en alimentation	11
I.10.4. Utilisation en cosmétique	11
I.11. Grandes familles des plantes médicinales	12
Chapitre II-Etude bibliographique sur les maladies fongiques des cultures	15
II.1.Les cultures cultivées les plus touchées en Algérie	15
II.1.1. Céréales	15
II.1.2. Cultures maraichères	16
II.1.3.L'arboriculture	17
II .1.4. Phoeniculture	19
II.2.Les principales maladies fongiques des plantes	20

II.2.1.Mildiou	20
II.2.2.Oïdium	21
II.2.3.La rouille	22
II.2.4.Anthraxnose	22
II.2.5.L'alternariose	23
II.2.6.Fusariose	24
II.2.7.Pourriture racinaire	24
II .3.Les facteurs favorisant les maladies fongiques	25
II.3.1. Facteurs abiotiques	25
II.3.2 Facteurs biotiques	26
II.4.Les pertes causées par les maladies fongiques	28
Chapitre III- L'utilisation des plantes médicinales contre les maladies fongiques	29
III.L'utilisation des huiles essentielles contre les maladies fongiques	29
III.1. L'utilisation de <i>Citrus</i>	29
III.2. L'utilisation de <i>Lavandula dentata</i>	31
III.3. L'utilisation de <i>Tetraclinis articulata et thymus vulgaris</i>	32
III.4. L'utilisation de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	34
Conclusion	36

Liste des tableaux

	Titre de tableau	Page
1	Les familles des plantes médicinales	12
2	Les principaux agents fongiques spécifiques aux céréales en Algérie	16
3	Les principaux agents fongiques spécifiques des cultures maraichères	17
4	Les principales maladies fongiques des arboricultures	18
5	Les principales maladies fongiques des palmiers dattiers	19

Liste des figures

n°	Titre de figure	Page
1	Squelette de flavonoides	08
2	Photographie de tubercules de pomme de terre atteint par le mildiou cause par <i>phytophthora infestans</i>	21
3	Oïdium sur les feuilles de blé	21
4	Rouille du maïs sur les feuilles	22
5	Symptômes d'antracnose causée par <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> sur feuilles (A), tiges (B) et fruits (D)	23
6	Symptômes d'alternariose sur feuilles(A), tiges(B) et fruits(D) de tomate	23
7	Symptomes de la fusariose	24
8	Symptômes de pourriture des racines sur les pois fourragers causes par les <i>Fusarium spp</i>	25
9	<i>Citrus limon</i> (photo original)	30
10	<i>Lavandula dentata</i> (photo original)	32
11	<i>Tetraclinis articulata et Thymus vulgaris</i> (photographies originales)	34
12	<i>Eucalyptus camaldensis</i> (photo original)	35

ABBREVIATIONS

O M S : Organisation Mondiale de la santé

M A B P : Médicaments à base des plantes

P I P: Performance improvement plan

B A S F: Badische Anilin and Sodafabrik

A P S: Algerie pré-service

FAO: Food and agriculture Organization

HE: Huille essentielle

FORL: *Fusarium oxysporum f.sp. radicum-lycopersici*

CYA: Czapek Yeast Agar

TV: *Thymus vulgaris*

PDA: Potato Dextrose Agar

INTRODUCTION

Introduction

Depuis des milliers d'années, les plantes médicinales ont joué un rôle important dans le monde entier dans le traitement et la prévention d'une variété des maladies (HASSAN *et al.*, 2020). Les plantes médicinales sont les principales sources de médecine traditionnelle pour la population rurale et sont utilisées pour leurs propriétés thérapeutiques parce qu'elles sont connues pour avoir de nombreux éléments essentiels et nutritionnels (AGBO *et al.*, 2020). Ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et ils possèdent un très large éventail d'activités biologiques. Cependant l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études (SANAGO, 2006).

Les plantes médicinales restent toujours d'importance contemporaine en tant que mode de soins de santé primaires pour environ 85% de la population mondiale et comme ressource pour la découverte de médicaments, avec 80% de tous les produits synthétiques qui en découlent (FITZGERALD *et al.*, 2020).

À l'échelle mondiale, environ 60 à 80 % des gens dépendent de la phytothérapie comme pour les besoins en soins de santé primaires (WANJOHI *et al.*, 2020). Le mot phytothérapie se compose étymologiquement de deux racines grecques : "photon" et "therapeia" qui signifient respectivement "plante" et "traitement" (MANSOUR, 2015). D'après l'O.M.S (2000), la phytothérapie est l'ensemble des connaissances, compétences et pratiques qui reposent sur les théories, croyances et expériences propres à une culture et qui sont utilisées pour maintenir les êtres humains en bonne santé ainsi que pour prévenir, diagnostiquer, traiter et guérir des maladies physiques, mentales . Elle est reliée à une expérience pratique et à des observations faites de génération en génération, et transmises de façon orale ou écrite.

À l'instar des autres pays, les maladies dues aux champignons telluriques sont rencontrées en Algérie. D'après la F.A.O. (1999) les maladies phytopathogènes réduisent de 12 à 14% la production agricole mondiale, 70% des dommages étant d'origine fongique (AOUAR, 2012). Les maladies cryptogamiques sont causées par des champignons phytopathogènes qui constituent un groupe d'organismes microscopiques hétérotrophes Ubiquistes, présentant des structures et des caractéristiques biologiques extrêmement diversifiées. (KIRK *et al.* , 2001). Plusieurs genres de champignons telluriques sont capables d'infecter les racines de plantes sauvages et cultivées et de causer des dégâts importants. Il s'agit notamment des genres *Aspergillus*, les *Penicillium* et les *Fusarium*, *Rhizoctonia*,

Alternaria, Pythium, Verticilium... L'ensemble de ces microorganismes provoquent des maladies sur les différents types de cultures maraîchères (AGRIOS, 2005).

Différents champignons alternent les cultures (maraichères, céréales, arboricultures.ect) causant des pertes économiques considérables et des risques pour la santé des consommateurs, en raison des mycotoxines que certains de ces champignons produisent, le contrôle de ces altérations fongiques dans les cultures dépend principalement de l'utilisation de fongicides chimiques, dont l'efficacité a été prouvée. Toutefois, cette utilisation est soumise à restrictions en raison des préoccupations croissantes concernant les risques pour la santé humaine et l'environnement, ainsi que du développement continu des agents pathogènes, la multi résistance fongique pose de grands problèmes au niveau de la protection des plantes. En effet, il ne reste que peu de produits antifongiques efficaces contre certains agents multi résistants. Les scientifiques sont donc à la recherche de nouveaux produits d'origine naturelle, présentant moins de danger pour la santé, palliant aux effets secondaires des plantes médicinales et présentant une activité antifongiques tels que les huiles essentielles(HAJJI et al.,2016).

Le présent travail est une synthèse bibliographique sur les plantes médicinales utilisées contre les maladies fongiques des plantes est composé de trois chapitres, le premier chapitre représente une synthèse bibliographique sur les plantes médicinales et la phytothérapie. Le deuxième chapitre explique les principales maladies fongiques qui touchent les plantes. Le troisième chapitre, regroupe des discussions de différentes études d'activités antifongiques des huiles essentielles des plantes, ce document est finalisé par une conclusion et perspectives.

CHAPITRE I

I.1. Généralités

Depuis l'Antiquité, l'Homme a cherché un moyen de satisfaire sa faim. Il a Trouvé des aliments nutritif dans les plantes, mais aussi des remèdes à ses maux Comme il a appris à différencier les plantes toxiques, cela par des connaissances transmises d'abord oralement, puis ont été décrites et il subsiste des traces de l'emploi de ces plantes comme médicament d'où elles portent le nom de « plantes médicinales » (CHABRIER, 2010).

Les plantes médicinales naturelles présentent une source indéfinie de molécules biopuissantes, elles sont très utilisées par l'homme dans les domaines médicinales, pharmacologiques, cosmétiques et alimentaires (CHAKOUN et MEDJOUDJA, 2014).

Les plantes médicinales sont utilisées pour prévenir, soigner ou soulager divers maux, ce sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses (KHIREDDINE, 2013). Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (SANAGO, 2006), sont utilisées pour leurs propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine. Avec différentes manières ; décoction, macération et infusion, à en utilisant plusieurs de leurs parties utilisées (racine, feuille, fleur) (DUTERTRE, 2011).

A l'échelle internationale, plus de 35 000 espèces de plantes sont employées à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (BOUMEDIYOU et ADDOUN, 2017).

De nos jours, la phytothérapie est définie comme l'utilisation de plantes médicinales à des fins curatives ou préventives, Le mot phytothérapie se compose étymologiquement de deux racines grecques : "photon" et "thérapie" qui signifient respectivement "plante" et "traitement" (MANSOUR, 2015). D'après l'O.M.S, la phytothérapie est l'ensemble des connaissances, compétences et pratiques qui reposent sur les théories, croyances et expériences propres à une culture et qui sont utilisées pour maintenir les êtres humains en bonne santé ainsi que pour prévenir, diagnostiquer, traiter et guérir des maladies physiques, mentales ou le déséquilibre social.

I.2. Importance des plantes médicinales

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour la majorité des populations rurales et urbaines en Afrique et représentent le principal moyen par lequel les individus se soignent. Malgré les progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement (HADJADJ *et al.*, 2019).

L'inventaire réalisé par l'OMS, vers la fin des années 1970 a estimé que le nombre des espèces ayant des propriétés médicinales était de l'ordre de 21 000 espèces dans le monde. En effet environ 65 à 80 % de la population mondiale à recours aux médecines traditionnelles pour satisfaire ses besoins en soins de santé primaire, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne (BOISSIERE, 2018).

I.3. Historique de la phytothérapie

La phytothérapie correspond à l'utilisation des plantes dans le but de traiter ou prévenir les maladies. En utilisant les feuilles, fleurs et sommités fleuries, racines ou plantes entières. Peuvent être utilisées des plantes spontanées ou cultivées mais les conditions réglementaires de culture propre doivent être exigées.

L'utilisation des plantes se fait par ingestion interne ou application externe sous la forme de tisanes, gélules, alcoolats et teintures, d'extraits.

Les plantes comportent un certain nombre de constituants qui se potentialisent et s'harmonisent, constituant le totum de la plante, à l'inverse de l'allo-thérapie qui concentre en quantité importante une seule voire quelques molécules.

Au début du XIXe siècle, on isolait la morphine de l'opium, la strychnine de la noix vomique, la quinine de l'écorce de quinquina. Actuellement, certaines civilisations (chinoise, ayurvédique, arabe, tibétaine, indienne...) sont encore fondées sur ces systèmes thérapeutiques ancestraux, moins onéreux (JEAN *et al.*, 2015).

I.4 .différentes type de la phytothérapie

I.4.1. Aromathérapie

L'aromathérapie définie comme l'utilisation contrôlée d'huiles végétales aromatiques à des fins thérapeutiques ou préventives. Appliquée par diffusion aérienne, inhalation directe et applications topiques (KOO, 2017).pour traiter plusieurs maladies L'inhalation de substances aromatiques volatiles extraites de plantes peut influencer l'humeur et l'état de santé de la personne en induisant des effets psychologiques et physiques (ANTONELLA *et al.*, 2017).

I.4.2. Gemmothérapie

La gemmothérapie, également appelée phytoembryothérapie, est une méthode homéopathique moderne de drainage biothérapeutique utilisant des extraits de divers arbres et arbustes. La matière première que constituent les bourgeons, les pousses émergentes, les graines, les radicules et la sève est prélevée au moment de la germination annuelle de la plante (ANCA, 2019).

I.4.3. Herboristerie

Elle correspond à la méthode de phytothérapie la plus classique et la plus ancienne. L'herboristerie utilise des plantes fraîches ou séchées; elle utilise soit la plante entière, soit une partie de celle-ci (écorce, fruits, fleurs). La préparation est basée sur des méthodes simples, Le plus souvent, il est à base d'eau: décoction, infusion, macération Ces préparations existent aussi sous forme plus moderne de gélule de poudre de plante sèche que le sujet avale. (ZEGHAD, 2009).

I.4.4. Homéopathie

Les plantes sont utilisées de manière prédominante, mais non exclusive; les trois quarts des souches sont d'origine végétale, le reste étant d'origine animale et minérale. (ZEGHAD, 2009).

I.4.5. Phytothérapie pharmaceutique

Produits usagés d'origine végétale obtenus par extraction et dilué dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide. Ils sont présentés sous forme de sirop, de gouttes, de gélules, de lyophilisat (ZEGHAD, 2009).

I.5. Phytothérapie traditionnelle

Elle relève du concept philosophique voire de l'idéologie pour certains, ou trouve sa justification dans l'empirisme pour d'autres, c'est la forme de phytothérapie la plus controversée. Les plantes médicinales représentent depuis des siècles le plus important réservoir thérapeutique. En absence d'outils scientifiques, un ensemble de connaissances s'est constitué par l'observation et par l'expérience. Certaines propriétés des plantes médicinales ont pu être mises en avant dans le cadre d'une démarche globale. En effet, les principes actifs n'ont été isolés qu'au début du XIXème siècle, alors que jusqu'à cette date, les plantes ou

parties de plantes étaient utilisées telles quelles, subissant de moindres transformations (macérations, infusions, alcoolats...). De même, l'observation de l'éventuelle activité d'une plante sur l'organisme ne pouvait être révélée que par la modification de la symptomatologie du patient. De fait, l'approche traditionnelle revêt un caractère « intégral », « global » qui l'éloigne de l'approche médico-scientifique occidentale actuelle qui, elle, tend davantage à la purification, à l'isolement des substances et à l'identification précise des mécanismes d'action pharmacologique sur des récepteurs, des cellules ou des organes. Il n'en demeure pas moins que cette approche offre une échelle d'observation inégalée, tant sur la durée que pour le nombre de sujets (SOPHIA, 2015).

I.6. Principe de la phytothérapie

La phytothérapie est basée sur l'utilisation de plantes médicinales à des fins thérapeutiques. En médecine classique, les fabricants de médicaments extraient le principe actif des plantes pour fabriquer des médicaments.

La logique de traitement est également différente entre la médecine classique et la phytothérapie. La médecine moderne est une alternative, ce qui signifie que les médicaments traditionnels régularisent les fonctions de l'organisme et le dispensent de la nécessité de se guérir.

En phytothérapie, les plantes sont également utilisées comme des médicaments pour réguler les fonctions du corps. Selon les herboristes, la maladie ne survient pas par hasard. C'est le résultat d'un déséquilibre interne du corps qui doit constamment s'adapter à son environnement. La phytothérapie se concentre sur l'analyse des systèmes constitutifs du corps: systèmes neuroendocrinien, hormonal, immunitaire, système de drainage... (DEVOYER, 2012).

I.7. Intérêt des plantes médicinales

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples dans l'industrie, en alimentation, en cosmétologie et en pharmacie. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes des molécules actives nouvelles, ou des matières premières pour la semi synthèse (BAHORUN, 1997).

La raison fondamentale est que les principes actifs végétaux proviennent de processus biotiques répandus dans tout le monde vivant, alors que l'essentiel des médicaments de synthèse sont des xénobiotiques aux effets secondaires très mal maîtrisés (Bruneton, 2009).

Il est d'abord intéressant de remarquer que 30% environ des médicaments prescrits par le médecin sont d'origine naturelle, alors que cette proportion est de 50% pour les médicaments en vente libre (ANTHOULA, 2003).

I.8. Composantes des plantes médicinales

Parmi les composantes des plantes médicinales en distinguer :

I.8.1. Principaux actifs

Les principes actifs d'une plante médicinale sont les composants biochimiques naturellement présents dans une plante, ils lui confèrent son activité thérapeutique.

D'après ZERARI (2016) Le principe actif est une molécule végétale préparée à base d'un extrait et utilisé pour la fabrication des médicaments. Cette molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif, elle est issue de plantes fraîches ou des séchées, Nous pouvons citer comme des parties utilisées: les racines, tige, sommités fleuries, feuilles, fleurs, fruits, ou encore les graines. .mais de manière inégale et ils n'ont pas les mêmes propriétés .tel que l'oranger qui caractérisé par des fleurs sédative, mais son écorce est apéritive (SEBAI et BOUDALI, 2012).

I.8.1.1 .Composés du métabolisme primaire

Selon le concept actuel, le métabolisme primaire se réfère au processus cataboliques nécessaires à la respiration, l'assimilation des nutriments et la croissance (KLUGER *et al.*, 2014), les principaux métabolites primaires sont :

a) Glucides

Les glucides sont des hydrates de carbone, c'est-à-dire des composés organiques carbonylés polyhydroxylés. Ce sont surtout des éléments de soutien ou de réserve énergétique, précurseurs obligatoires des autres métabolites (BRUNETON, 1999).

b) Lipides

Les lipides sont des métabolites primaires solubles dans les solvants organiques non polaires. Ils comportent, les acides organiques, les graisses, les acides gras. Les acides organiques ont un ou plusieurs groupes carboxyle, formant une série d'acides gras homologues qui sont intéressants chez les plantes médicinales comme agent estérifiant du glycérol dans les graisses (huiles fixes). Les graisses s'accumulent principalement dans les organes de stockage d'énergie comme les graines des plantes (SRIDHAR *et al.*, 2016).

c) Protéines

Principalement composés d'acides aminés, et ils jouent un rôle fonctionnel (enzymes) et un rôle dans la structure du végétal. Le rôle diététique des protéines végétales est loin d'être négligeable mais également leur utilisation en pharmacie aussi bien dans le domaine médicale ou industriel (chimique ou agroalimentaire) (BRUNETON, 1999).

8.1.2. Composés du métabolisme secondaire

Les recherches bibliographiques ont montré que toutes les espèces végétales sont riches en métabolites secondaires (EMANUEL *et al.*, 2017), les principaux métabolites secondaires sont :

a) Huiles essentielles

L'huile essentielle est une substance odorante très volatile et de composition complexe, obtenue à partir d'une matière première d'origine végétale, mais nécessite la mise en œuvre d'un procédé pour son obtention. Les composés que l'on retrouve dans l'huile essentielle sont issus du métabolisme de défense des plantes vis-à-vis des ravageurs (JOVANA *et al.*, 2013)

Les huiles essentielles (huiles terpéniques) contiennent une diversité de molécules à fort potentiel antifongique. Ainsi sont homologués l'eugénol, le géraniol, le thymol ou encore l'huile essentielle d'orange douce riche en limonène contre les pourritures grises de certains mildiou et oïdium (CEDRIC *et al.*, 2019).

b) Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont un grand groupe de composés poly phénoliques végétaux de faible poids moléculaire (GEBICKA, 2020). Les flavonoïdes représentent l'une des classes les plus importantes et les mieux étudiées parmi les métabolites secondaires des plantes et plus de 8000 flavonoïdes ont été séparés et identifiés des plantes (Fig. 1) (ALSEEKH *et al.*, 2020).

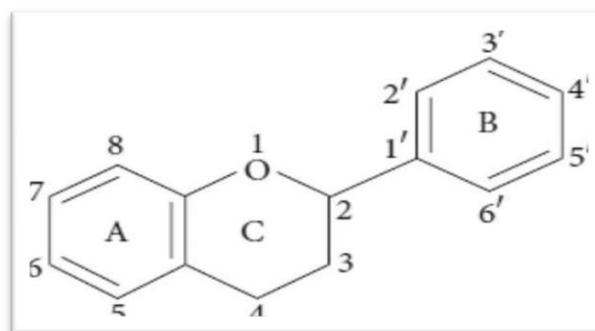


Figure 1. Squelette de flavonoïdes (GEBICKA, 2020).

c) Alcaloïdes

Un alcaloïde est une substance organique azotée d'origine végétale, à caractère alcalin et présentant une structure complexe. Leur atome d'azote est inclus dans un système hétérocyclique. Les alcaloïdes possèdent une activité pharmacologique significative (AICHOUR, 2016).

d) Substance amères

Elles se trouvent dans l'alimentation humaine et dans nombreux végétaux tels que les artichauts, les brocolis .elles jouent un rôle important dans le mécanisme de défense des végétaux face à leurs ravageurs (THOMAS *et al.*, 2020).

e) Tanins

Tanins est un terme provient d'une pratique ancienne qui utilisait des extraits de plantes pour tanner les peaux d'animaux. Nous pouvons distinguer deux catégories: Les tanins condensés, polymères d'unités flavonoïdes reliées par des liaisons fortes de carbone, non hydrolysable mais peuvent être oxydées par les acides forts libérant des anthocyanidines. Les tanins hydrolysables, polymères à base de glucose dont un radical hydroxyle forme une liaison d'ester avec l'acide gallique (LADHAM, 2016).

f) Glycosides

Les glycosides sont des métabolites secondaires produits dans les plantes par diverses voies de biosynthèse et possèdent une variété d'applications pharmacologiques et thérapeutiques. Les glycosides sont constitués à la fois d'une fraction de sucre (glycone) et d'une fraction non sucrée (aglycone). La synthèse des sucres dans les plantes est réalisée par la photosynthèse et la biochimie. Le glycoside a une grande demande dans divers secteurs industriels comme l'alimentation, pharmaceutiques, nutraceutiques et cosmétiques (GUPTA, 2019).

g) Résines

Ils sont des mélanges complexes solubles dans les lipides généralement sont des composés volatils, sont présentes dans les plantes herbacées. les résines végétale sont utilisées come ingrédients de préparations cosmétiques et comme remèdes dans la médecine populaire (MANSOUR *et al.*.,2017).

h) Phénols

Les phénols sont des composés phénoliques dont la structure est faite d'un phényle et d'un ou plusieurs groupements hydroxyles. Ils sont hydrosolubles. La plupart des phénols simples sont des monomères des polyphénols et des acides qui composent certains tissus

végétaux, y compris la lignine et la mélanine. L'hydroquinone, le catéchol, l'orcinol et d'autres phénols se trouvent à des concentrations relativement faibles (BUCKINGHAM *et al.*, 2010).

i) Glucosinolates

Ils sont des métabolismes secondaires dérivés de l'acide aminé tryptophane. Contenus dans les brassicaceae (MALIKA *et al.* 2019). Ils sont hydrophile stables et stockés dans des vacuoles de la plupart des tissus végétaux. Ces composés sont impliqués dans la défense directe ou indirecte des plantes contre certains parasites et contre ravageurs et l'agent pathogène. (MALIKA *et al.*, 2019).

j) Mucilages

Ils sont des substances végétales possédant une composition intéressante au regard de ses propriétés pharmaceutiques. Ils sont composés pour 68% de leur poids sec de fructosane, polymère de fructose, et 5,1% d'acides uroniques (APOLINARIO *et al.*, 2014).

I.9 .Production des plantes médicinales

Elle porte sur deux origines. En premier lieu les plantes spontanées dites "sauvages" ou "de cueillette", puis en second les plantes cultivées.

I.9.1. Plantes spontanées

Beaucoup de plantes médicinales importantes se rencontrent encore à l'état sauvage. Les plantes spontanées représentent encore aujourd'hui un pourcentage notable du marché. Leur répartition dépend du sol et surtout du biotope (humidité, vent, température et l'intensité de la lumière... etc.). Dans certains cas, certaines plantes se développent dans des conditions éloignées de leur habitat naturel (introduite). Dans ce cas leur degré de développement est modifié, ainsi que leur teneur en principes actifs (CHABRIER, 2010).

I.9.2. Plantes cultivée

Pour l'approvisionnement de marché des plantes médicinales et la protection de la biodiversité floristique, le reboisement des plantes médicinales est indispensable. Pour un contrôle plus facile de la qualité, de la sécurité et de la propreté des plantes (BOUACHERINE et BENRABIA, 2017).

I.10 .Utilisation des plantes médicinales

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses plantes qui évoluent dans son environnement, afin de traiter et soigner les infections. Ces plantes présentent des vertus qui sont attribués aux métabolites secondaires. Ces derniers montrent des structures chimiques très différentes et ils possèdent un très large éventail d'activités biologiques. Ces plantes

trouvent une application dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et l'agriculture (CHERIF *et al.*,2015).

I.10.1. Utilisation en médecine

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) définit le **MABP** comme tout médicament étiqueté, dont les substances actives sont exclusivement une ou plusieurs substances végétales ou préparations à base de plantes ou une association d'une ou de plusieurs substances végétales ou préparations à base de plantes (AMEL, 2016).

I.10 .2. Utilisation en agriculture

L'emploi des extraits de plantes comporte des avantages. En effet les plantes constituent une source de substances naturelles qui présente un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes (BONZI, 2007).

Un exemple bien connu est celui du *Neem* ou *Margousier* d'Inde (*Azadirachta indica*), un arbre présent un peu partout en Afrique. Toutes ses parties, mais surtout ses graines, contiennent une substance active (*azadirachtine*) que l'on peut utilisé comme insecticide, et qui est efficace contre un grand nombre d'insectes tels que la *noctuelle* de la tomate (*Helicoverpa armigera*), la teigne des choux (*Plutella xylostella*) (P.I.P, 2011).

I.10 .3. Utilisation en alimentation

Les plantes médicinales sont utilisées en tant que composants de compléments alimentaires, colorants, composés aromatiques et épices... etc (DELAVEAU, 1987).

I.10 .4. Utilisation en cosmétique

À travers les siècles et dans toutes les civilisations, les femmes ont toujours eu recours à des produits cosmétiques pour se rendre plus belles. Toute personne a recours chaque jour à des cosmétiques à base des plantes. (gel douche, savon, shampooing, crème hydratante, crème solaire, déodorant) aux plus sophistiqués (sérum anti-âge, produits de maquillage, masque capillaire, etc. La cosmétologie moderne pour être de pointe dans l'élimination des rides, la repigmentation de la peau, se tourne vers les ingrédients naturels extraits des plantes. (NABEDE *et al .*, 2018).

I.11. Grandes familles des plantes médicinales

Tableau.1 : Les familles des plantes médicinales

Familles	Nom scientifique	Référence
Astéraceae	- <i>Achillea millefolium</i> L. - <i>Arctium lappa</i> L. - <i>Calendula officinalis</i> L.	BACHIR, 2016
Rosaceae	- <i>Alchemillae vulgaris</i> L. - <i>Filipendula ulmaria</i> L. - <i>Rosa canina</i> L. - <i>Rubus fruticosus</i> Linnæus - <i>Rubus idaeus</i> L.	OLIM <i>et al.</i> , 2015
Gentianaceae	- <i>Centaurium erythraea</i> - <i>Gentiana lutea</i> L.	LENA, 2014
Malvaceae	- <i>Althaea officinalis</i> L.	HOJJAT <i>et al.</i> , 2016
Solanaceae	- <i>Atropa belladonna</i> L. - <i>Datura stramonium</i> L. - <i>Hyoscyamus niger</i> L. - <i>Capsicum annuum</i> L.	KUMAR <i>et al.</i> , 2017
Apiaceae (Ombellifère)	- <i>Apium graveolens</i> L. - <i>Carum carvi</i> L. - <i>Foeniculum vulgare</i> L.	ALQETHAMI <i>et al.</i> , 2017
Lamiaceae	- <i>Ocimum basilicum</i> L. - <i>Mentha x piperita</i> L. - <i>Orthosiphon aristatus</i>	VENTURI <i>et al.</i> , 2015

Liliaceae	- <i>Allium sativum L.</i> - <i>Allium ursinum L.</i> - <i>Aloe vera (L.)</i> .	ELGORBAN <i>et al.</i> , 2015
Scrophulariaceae	- <i>Verbasci phlomoides</i> - <i>Digitalis purpurea L.</i>	DILIP <i>et al.</i> , 2014
Cupresaceae	- <i>Juniperus communis L.</i>	OLIM <i>et a.</i> , 2015
Ericaceae	- <i>Erica cinerea L.</i> - <i>Vaccinum myrtillus L.</i> - <i>Vaccinum macrocarpon</i>	BIANCA <i>et al.</i> , 2019
Caryophyllacées	- <i>Saponaria officinalis L.</i>	SATISH <i>et D.S. RAWAT</i> , 2015
Urticacées	- <i>Urtica dioica L</i> ou <i>Urtica urens L.</i>	GENÇAY <i>et al.</i> , 2016
Poaceae	- <i>Cymbopogon citratus</i> - <i>Triticum aestivum L.</i>	HAMINI <i>et al.</i> , 2014
Tiliaceae	- <i>Tiliae platyphyllos</i>	BEHLÜL <i>et al.</i> , 2015
Fagaceae	- <i>Quercus robur</i>	FAKCHICH <i>et ELACHOURI</i> , 2014
Verbenaceae	- <i>Verbena officinalis L.</i> - <i>Vitex agnus castus L.</i>	AI HONG-WEI <i>et al.</i> , 2014
Myrtaceae	- <i>Melaleuca alternifolia</i> - <i>Syzygium aromaticum (L.)</i>	AGUIAR <i>et al.</i> , 2014
Boraginaceae	- <i>Symphytum officinale L.</i>	FAKCHICH <i>et ELACHOURI</i> , 2014
Equisetaceae	- <i>Equisetum arvense L.</i>	VICTOR <i>et al.</i> , 2008
Papaveraceae	- <i>Chelidonium majus L.</i> - <i>Petasites hybridus L.</i>	ÇAGLA <i>et NERIMAN</i> , 2012
Acoraceae	- <i>Acorus calamus L.</i>	NURUL <i>et al.</i> , 2020
Hypericaceae	- <i>Hypericum perforatum L.</i>	GENÇAY <i>et al.</i> , 2016
Linaceae	- <i>Linum usitatissimum L.</i>	BACHIR, 2016

Lauraceae	- <i>Laurus nobilis L.</i>	SHAHIN <i>et al.</i> , 2013
Violaceae	- <i>viola tricolor L.</i>	BEHLÜL <i>et al.</i> , 2015
Araliaceae	- <i>Hedera helix L</i>	BEHLÜL <i>et al.</i> , 2015
Fabacées	- <i>Glycine max (L).</i> - <i>Cuscuta refexa</i>	ADHNAN, 2014
Zingiberaceae	- <i>Curcuma longa L.</i>	NEELAM <i>et al.</i> , 2017
Rhamnaceae	- <i>Zizyphus mauritiana Lam</i>	PRAVEEN, 2021

CHAPITRE II

II.1. Les cultures cultivées les plus touchées par les maladies fongiques en Algérie

II.1.1. Céréales

Le terme céréale est utilisé pour désigner les graminées cultivées pour la production de leur grain, à l'exception du sarrasin qui fait partie de la famille des polygonacées (ZAGHOUANE et, AMRANI 2013).

Les céréales sont des graines alimentaires appartenant à dix espèces végétales, les trois les plus employées actuellement : blé, riz et maïs ; à cela s'ajoute l'orge, avoine (BOUASLA, 2007).Elles constituent un élément fondamental dans les traditions culinaires algériennes (HAMOU *et al.*, 2009).

En Algérie, la céréaliculture constitue la principale spéculation de l'agriculture par son importance dans l'alimentation de la population et l'importance des superficies qu'elle occupe Bien que la céréaliculture couvre 3,5 millions d'hectares, soit 60% des superficies cultivées, le rendement demeure faible et irrégulier (ZAIDI *et al.*, 2018).

Les céréales peuvent être attaquées par de multiples maladies durant leur cycle de développement, et subir des pertes de rendement importantes. Ces maladies peuvent être contrôlées efficacement lorsqu'elles sont détectées précocement. Les symptômes induits sont pour la plupart spécifiques, donc il est important de les reconnaître pour pouvoir identifier les différentes maladies qui peuvent apparaître sur les cultures de céréales ainsi que leurs conditions de développement afin de raisonner une lutte efficace (AOUALI *et* DOUICI, 2013).

Tableau .2 : Principaux agents fongiques spécifiques aux céréales en Algérie (MALLEK ,2017).

Maladies	Agent causal
Les Rouilles	- Agent de la rouille noire ; rouille des tiges : <i>Puccinia graminis</i> . - Agent de la rouille jaune ; rouille des glumes : <i>Puccinia striiformis</i> .
Les Charbons	- Agent du charbon couvert de l'orge : <i>Ustilago hordei</i> .
Les Piétins	- Agent du Piétin-Verse : <i>Cercospora herpotrichoides</i> . - Agent du Piétin-échaudage : <i>Ophiobolus graminis</i> .
L'Oïdium	- Le blanc : <i>Erysiphe graminis</i> .
L'Helminthosporiose	- Agent de l'helminthosporiose du blé, orge et avoine : <i>Helminthosporium tritici repentis</i> .
Le Rhizoctone	- Agent du rhizoctone sur blé, orge et avoine : <i>Rhizoctone solani</i> .
La Rhynchosporiose	- Agent de la Rhynchosporiose sur orge et seigle : <i>Rhynchosporium secalis</i> .

II.1.2. Cultures maraîchères

L'agriculture constitue la base de l'économie. Dans ce secteur, le maraîchage occupe une place importante pour l'alimentation humaine (THOMAS, 2012). Elle est affectée négativement par de nombreux ennemis naturels, essentiellement d'ordres abiotique et biotique (pathologique) tels que bactéries, champignons, mauvaises herbes et insectes, ce qui entraîne une baisse de rendement et une qualité médiocre du produit (GHORRI, 2016).

Le maraichage est un secteur d'activité caractérisé par la production intensive d'espèces légumières destinée essentiellement à la vente en frais. Le terme maraichage tire son origine du mot marais du fait que les premières cultures légumières étaient réalisées en zone de marais, bénéficiant d'un approvisionnement régulier en eau (KANKONDE et TOLLENS, 2001).

Les cultures maraichères sont des plantes annuelles ou pérennes, arbustives ou herbacées entretenues dans un espace agricole délimité et généralement exploité de manière intensive et dont la récolte est vendue en plus ou moins grande qualité (AUSTIER, 1994). En Algérie, la culture maraichère est la 2^{ème} culture après celle des céréales. Elle occupe une superficie de plus de 330.000 ha avec une production estimée à 8,5 millions de tonnes en 2015 (F.A.O, 2015).

Tableau.3 : Les principaux agents fongiques spécifiques des cultures maraichères. (GHELAMALLAH, 2016).

Maladie	L'agent causal
L'antracnose	- <i>Colletotrichum coccodes</i>
L'oïdium	- <i>Leveillula taurica</i>
Verticilliose	- <i>Verticillium albo-atrum</i> - <i>Verticillium dahliae</i>
la fusariose	- <i>Fusarium oxysporum</i>
le mildiou	- <i>Phytophthora infestans</i>
l'alternariose	- <i>Alternaria solani</i>
pourriture du collet	- <i>Phytophthora capsici</i>
la pourriture grise	- <i>Botrytis cinerea</i>

II.1.3. L'arboriculture

L'Arboriculture Fruitière fait partie intégrante de la vie économique et sociale de l'Algérie. Ce grand pays, de par sa position géographique privilégiée et ses diverses conditions pédo-climatiques, a en effet le privilège de mettre en culture plusieurs espèces fruitières et de produire des fruits frais tout au long de l'année. La culture des arbres fruitiers se justifie par la lutte contre l'érosion du sol, la mise en valeur des terres, la création de l'emploi, le développement de l'industrie agro-alimentaire et de l'ébénisterie. La filière arboricole n'arrive pas à répondre à la demande de la population en fruits. L'arboriculture Produire à partir d'un arbre ou arbuste des fruits qui peuvent être consommés en frais, en sec ou transformés.

L'arboriculture est en relation avec différentes sciences : La pédologie, l'hydraulique, la bioclimatologie, la phytotechnie, la zoologie, la botanique et l'économie (GUESSOUM, 2021).

Comme toute activité agricole, la production fruitière revêt une grande importance tant sur le plan social qu'économique. Elle constitue d'abord une source d'approvisionnement en nourriture et ensuite une source de revenus aux populations (KOLA *et al.*, 2012).

L'un des plus importants bienfaits que procurent les arbres à notre environnement est certainement la fonction de purificateur d'air : en produisant l'oxygène que tout être vivant respire, en réduisant les gaz polluants ou encore en captant en partie les fines particules en suspension dans l'air. Certains arbres hébergent et favorisent la biodiversité écologique, Ils aident à lutter contre l'érosion des sols et améliore la qualité de l'eau. Et participe à la régularisation des écarts extrêmes de température, protège contre la chaleur et contre la pluie. Elle peut améliorer les sites arides et perturbés. Les arbres peuvent servir de brise-vent, grâce à l'eau de pluie absorbée par le feuillage et les racines, les arbres stockent l'eau et la restituent sous forme de vapeur d'eau. Elle participe à la fréquence et à l'abondance des précipitations et au maintien d'une certaine humidité dans l'air. Donc, moins d'arbres = moins d'eau disponible et davantage d'érosion des sols (les racines stabilisent les sols). (LISAN, 2014).

Tableau.4 : Les principales maladies fongiques des arboricultures (CHARIF *et* LEBOUKH 2017)

Maladie	L'agent causal
La cloque du pêcher	- <i>Taphrina deformans</i>
L'Oïdium	- <i>podosphaera leucotricha</i>
Mildiou	- <i>Plasmopora viticola</i>
La Rouille	- <i>Gymnosporangium sabinae</i>
Chancre	- <i>Nectria galligena</i>
Tavelur	- <i>venturia inaequalis</i>
Verticilliose	- <i>Verticillium dahliae</i>
Pourridié	- <i>Armillaria mellea</i>
Botrytis	- <i>Botrytis cinereae</i>

II.1.4. Phœniciculture

Le palmier dattier (*Phœnix dactylifera*L.) constitue le pilier des écosystèmes oasiens. Il joue un rôle très important sur le plan écologique, de fait qu'il permet de limiter les dégâts d'ensablement et protège les cultures sous-jacentes, contre le rayonnement solaire intense. Sur le plan socio-économique, la dattée constitue la principale production des régions sahariennes.

L'Algérie occupe la quatrième position parmi les pays producteurs de dattes dans le monde, pour la campagne 2013/2014 ; avec une production de 848 199 tonnes. La production dattière, en quantité et en qualité, est influencée par plusieurs facteurs qui peuvent être liés au climat, au sol, à l'eau d'irrigation et aux pratiques culturales (HADDOU et al. 2016).

La superficie globale des palmiers-dattiers s'élève à 167.663 hectares en 2017, alors que les palmiers productifs sont estimés à 15,7 millions et ceux plantés à 18,53 millions. Le rendement par palmier-dattier est estimé à 67,7 kg. Le rendement de "Deglet Nour" s'élève à 86,3 kg par palmier-dattier, contre une production moyenne de 51,6 kg et 58,2 kg par palmier-dattier respectivement pour la Degla beïda et les dattes sèches, El Ghars et les dattes moelles (A. P. S, 2018).

Le Palmier dattier est une plante monocotylédone à croissance apicale dominante. Le diamètre du tronc de l'arbre demeure généralement stable sous les mêmes conditions à partir de l'âge adulte (SEDRA, 2003). Le jeune stipe est recouvert par les bases rugueuses des pétioles des feuilles tombées et une bourre fibreuse occupe les interstices. Quand le stipe est âgé il est nu, sauf dans la partie terminale. Parfois un bourgeon axillaire d'une palme tombée se développe et donne un « gourmand », ce qui confère l'allure d'une ramification si on le laisse se développer (TONOLLI et GALLOUIN, 2013).

Tableau. 5 : Les principales maladies fongiques des palmiers dattiers (BAHLOULI et TALMAT, 2016).

Maladie	L'agent causal
Pourriture de l'inflorescence	- <i>Mauginiella scaetae</i>
Pourriture du Coeur	- <i>Thielaviopsis paradoxa</i>
Pourriture du bourgeon	- <i>Phytophthora sp.</i>
Bayoud	- <i>Fusarium oxysporum</i>
Diplodia	- <i>Diplodia phenicum</i>
Pourriture des racines	- <i>Omphalia tralucida</i>
Taches brunes	- <i>Mycosphaella tassiana</i> - <i>Cladosporium herbarum</i>

II.2. Principale maladie fongique des plantes.

Les maladies cryptogamiques sont causées par des champignons phytopathogènes qui forment un groupe d'organismes microscopiques hétérotrophes ubiquistes avec des compositions et des caractéristiques biologiques très diverses (KIRK *et al.* , 2001).

Les champignons sont présents partout sur la planète. Les champignons à chapeau, les agents du mildiou et les moisissures du pain sont des exemples bien connus de ces organismes. Les champignons peuvent être utiles, en assurant la décomposition des plantes mortes et le retour des éléments nutritifs dans le sol. Ils peuvent aussi être nuisibles aux végétaux, en causant plusieurs maladies fongiques, c'est-à-dire causées par des champignons, ont un impact économique sur les cultures. Les champignons, contrairement aux végétaux, ne peuvent pas produire leur propre nourriture, et ils doivent obtenir les éléments nutritifs en décomposant d'autres organismes après leur mort ou en vivant en parasites chez des organismes vivants. Les champignons peuvent se propager de plusieurs façons. Les spores hivernantes et les sclérotés peuvent se retrouver dans les cultures. Chez la plupart des espèces de champignons, la production des spores ainsi que leur germination exigent une humidité du sol élevée et/ou une humidité atmosphérique élevée. Les spores peuvent être transportées par le vent ou déplacées avec la terre. Les champignons peuvent survivre dans les débris de culture, dans la terre, sur les tubercules infectés, ou encore chez d'autres espèces-hôtes (ABDELKRIM, 2019).

II.2.1. Mildiou

Le mildiou causé par l'oomycète *Phytophthora infestans* est l'une des principales menaces pour la production de pommes de terre à l'échelle mondiale (MULUGETA *et al.*, 2019).

L'agent pathogène attaque les feuilles et provoque l'apparition de taches jaunes aqueuses de forme irrégulière, qui brunissent (Fig.2), puis attaquent les tiges avec l'apparition de taches brunes. En présence d'humidité et sur la face inférieure, on peut observer l'apparition de pourriture blanche, la maladie peut se développer rapidement, ces taches se rencontrent et provoquent une déshydratation, ce qui entraîne la mort de la plante et la décomposition s'accompagne d'une odeur distinctive (FERNANDEZ, 2014).



Figure 2: Photographie de Tubercule de pomme de terre atteint par le mildiou causé par *Phytophthora infestans* (FERNANDEZ, 2014).

II.2.2. L'oïdium

L'oïdium est l'une des maladies végétales les plus importantes et les plus répandues, causée par des champignons ascomycètes appartenant à l'ordre des *Erysiphales*. Plus de 10 000 espèces végétales sont sensibles aux maladies de l'oïdium. Il s'agit notamment de cultures de base comme le blé et l'orge, et d'importantes cultures horticoles comme la tomate. La vigne et la fraise. Les champignons de maladie de l'oïdium sont des agents pathogènes biotrophes obligatoires qui ont strictement besoin de cellules hôtes vivantes pour compléter leur cycle de vie (YING, 2018).

L'oïdium se caractérise par une croissance fongique de couleur blanche à gris clair et poudreuse sur les feuilles (Fig.3). (ROBINSHA, 2020).



Figure 3: Oïdium sur les feuilles de blé (RUIQI *et al.*, 2016).

II.2.3. La Rouille

La rouille apparaît autour de la culture de 4 mois (janvier-février) sur des petites feuilles et des pustules brun clair-foncé qui ont tendance à s'unir pour former des pustules plus grandes qui peuvent se développer de chaque côté de la feuille, de préférence sur la face inférieure. Peuvent se développer de part et d'autre de la feuille, et couvrent. Toute la surface de la feuille par la suite (Fig.4) Souvent, les pustules apparaissent sur la tige, les pétioles, les gousses et les parties florales. des stades télétoxiques sombres apparaissent dans les pustules de rouille (MOTAGI, *et al.* , 2020).

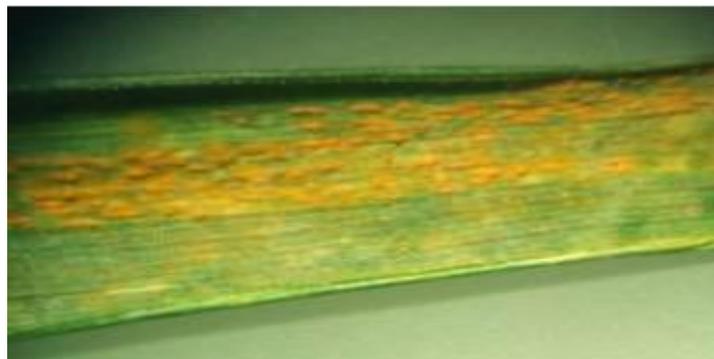


Figure 4: la Rouille jaune (*Puccinia striiformis*). (FERADJI *et* SAADA, 2018)

II.2.4. Anthracnoses

L'anthracnose est l'une des maladies végétales les plus importantes dans le monde et prévalente sur les plantes sauvages et cultivées (VELOSO *et al.*, 2018). De nombreuses espèces de *Colletotrichum* peuvent causer l'anthracnose sur de nombreuses plantes (par exemple, les céréales, les légumes, et les fruits) et attaquent presque toutes les parties d'une plante, en particulier les parties aériennes (SUN *et al.*, 2020).

Les lésions nécrotiques sombres, enfoncées recouvrant la surface des feuilles et des tiges affectent. L'anthracnose est une maladie qui survient avant et après la récolte de nombreuses cultures, notamment la mangue, le papayer et le pommier (Fig. 5) (CUEVA *et* BALENDRES 2018).

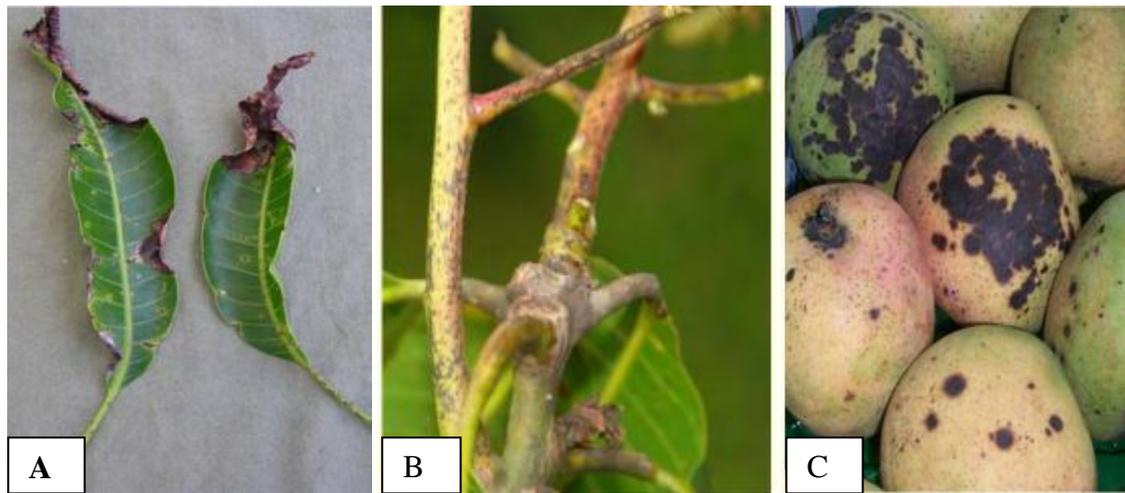


Figure 5. Symptômes d'anthraxose causée par *Colletotrichum gloeosporioides* sur feuilles (A), tiges (B), et fruits (C) (UDDIN *et al.*, 2018)

II.2.5. L'alternariose

L'Alternariose de la tomate est une maladie importante et largement distribuée dans le monde entier causant des pertes économiques de rendement. Cette maladie est provoquée par *Alternaria solani* et *Alternaria alternata* (Fig.6) (MILET, 2017). Les symptômes courants de l'infection par *Alternaria* sont des lésions nécrotiques sur les feuilles, qui sont principalement concentriques et sont souvent entourées de tissu chlorotique jaune (BELOSOKHOV *et al.*, 2017).



Figure 6. Symptômes d'alternariose sur feuilles (A), tiges (B), et fruits (C, D) de tomate (MILET, 2017).

II.2.6. Fusarioses

La fusariose de l'épi est considérée comme l'une des maladies fongiques les plus importantes du blé, les espèces de *Fusarium* les plus importantes induisant la fusariose sont *Fusarium graminearum*, *F. culmorum*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichoides*, *F. equiseti* (ALISAAC *et al.*, 2018) ; Les lésions causées par *Fusarium* apparaissent souvent à la base de la tige, dans la gaine des feuilles, une propagation qui se manifeste par la présence de longues stries brunes à la base de la tige. Le symptôme le plus fréquent est la coloration brun foncé des nœuds inférieurs. Sur les plants plus anciens (Fig.7) (BASF, 2015).



Figure 7: symptôme de la fusariose (KHELIFI, 2014).

II.2.7. Pourriture racinaire

Les pourritures des racines sont des maladies de haute importance qui ont un impact sur un large éventail de cultures dans le monde entier. La pourriture des racines est favorisée par de mauvaises conditions de drainage, une humidité du sol modérée à élevée la monoculture, (KUMARI et KATOCH ,2020). Les symptômes sont plus évidents pendant la période post-floraison sous forme de chlorose des pétioles et des folioles suivie d'une chute au sommet de la plante (Fig. 8). Les feuilles et la tige prennent une couleur pâle, tandis que quelques fois la tige et les feuilles inférieures deviennent brunes (RAM et SINGH, 2018).



Figure 8 : Symptômes de pourriture des racines sur les pois fourragers causés par les *fusarium spp* (GOSSEN, 2016)

II.3. Les facteurs favorisant les maladies fongiques

II.3.1. Facteurs abiotique

Les facteurs climatiques, notamment l'humidité et la température, jouent un rôle majeur dans le développement des fusarium en conditionnant leur germination et leur infection (SIOU, 2013). Selon BERUBE *et al.* (2009), le climat est le facteur le plus déterminant dans le développement des *Fusarium*. Ces auteurs ont identifié la pluie et l'humidité relative de l'air comme deux variables climatiques favorisant l'expansion de la fusariose de l'épi du blé et de l'orge. En effet, la pluie et le vent constituent les moyens de transport des spores produites par *F. graminearum* vers les épis ou les soies (ALVAREZ *et al.*, 2010) et l'infection par ce *Fusarium* se produit pendant la période épiaison-floraison chez les céréales et la sortie des se poursuit tant que les conditions d'humidité le permettent.

La température affecte le développement des *Fusarium*, et constitue de manière générale un paramètre essentiel du développement des champignons phytopathogènes (BERNARD, 2012). Elle affecte fortement la plupart des processus métaboliques des organismes vivants, et affecte presque tous les aspects de leur croissance et de leur développement. Il a été notamment montré qu'elle influence fortement la production de spores chez les *Fusarium* (DOOHAN *et al.*, 2003). Chaque espèce de *Fusarium* a une température et une humidité optimales au quelles l'expression de la maladie est plus importante. Ainsi *F. graminearum* et *F. avenaceum* ont leur optimum à 28-29 °C alors que *F. culmorum* a son optimum à 26,5 °C (ROSSI *et al.*, 2001). Cependant, il est à noter que des individus d'une même espèce mais d'origines géographiques différentes vont également avoir des optima différents en lien avec

le climat de leur région d'origine (Xu et NICHOLSON, 2009). Les facteurs météorologiques tels que la pluie, la rosée, le brouillard, la vitesse du vent, l'ensoleillement, la température et l'humidité relative influencent les différentes étapes du développement du fusarium.

Dans des conditions de température, d'humidité relative et d'ensoleillement favorable, les spores des *Fusarium* peuvent survivre en absence d'hôte (AWAD *et al.*, 2010). Les fluctuations saisonnières de la température et de l'humidité du sol observées sur les populations de *F. culmorum* dans le sol, ont un effet sur la sévérité de la fusariose du blé (BATEMAN *et al.*, 2001). En effet, ces auteurs ont montré qu'à la fin de l'automne et au début de l'hiver, du fait de l'augmentation de l'humidité relative et de la diminution de la température, la densité de *F. culmorum* diminuait dans le sol, et inversement. L'effet de la température est identique sur les densités de spores de *F. oxysporum* f. sp. *lactucae* dans le sol a été reporté, qui se traduit par une sévérité plus élevée de la fusariose de la laitue lorsque la température augmente (SCOTT et Gordon, 2010; FERROCINO *et al.*, 2013). L'étude de l'effet combiné de la température et de l'humidité sur deux souches de *F. graminearum* a montré que la croissance mycélienne atteint son niveau optimum à 25 °C avec une activité de l'eau (i.e. quantité d'eau libre nécessaire au développement des microorganismes) comprise entre 0,950 et 0,995 (RAMIREZ *et al.*, 2006).

II.3.2. Facteurs biotiques

Les activités biologiques et les propriétés physico-chimiques du sol présentent une forte interdépendance (BOUDOUDOU *et al.*, 2009). En effet, les études ont montré que les éléments chimiques favorisent ou inhibent la croissance, la germination et la sporulation des *Fusarium* (NYIRANSENGIYUMVA, 2007) Les sols argileux à forte capacité d'échange cationique et riche en éléments nutritifs favorisent l'installation et le développement des *Fusarium* et les sols à forte teneur en sable et sodium plus de 30% ont une faible charge fongique (BOUDOUDOU *et al.*, 2009). Les sols pauvres en matières organiques ont une faible tolérance au fusarium (Mahdi, 2011). La fertilisation organique augmente la teneur en carbone organique du sol (MOHAMMED, 2006). Ce qui favorise le développement de microorganismes anti-fusarium (ALABOVETTE *et al.*, 2009).

Certains éléments minéraux du sol agissent aussi sur le développement des *Fusarium*. Ainsi, les composés inorganiques du calcium tels que le silicate, l'hydroxyde et l'oxyde de calcium sont très efficaces pour inhiber la croissance fongique, la production des conidies et la germination de *F. oxysporum* et *F. avenaceum* (ATTRASSI et RAHOUTI, 2016). Au contraire, le phosphore favorise le développement de certaines espèces de *Fusarium*. C'est ce qui explique que des flétrissements fusariens importants ont été observés suite à des apports

de composés phosphatés sur la tomate cultivée en pots et au champ, sur le coton et le cantaloup dont les agents responsables sont respectivement *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* et *F. oxysporum* f. sp. *melonis* (DUFFY et DEFAGO, 1999; LAMBERT *et al.*, 2005).

Le potassium empêche également le développement de certains fusarium. Ainsi une réduction moyenne de 36% de la sévérité de la mort subite du soja causé par *F. solani* f. sp. *glycines* a été observée suite à l'application du chlorure de potassium comparativement au traitement témoin (SANOGO et YANG, 2001). De plus, la fumure de potassium a un effet suppressif à long terme sur la fusariose du palmier à huile causée par *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (OLLAGNIER et RENARD, 1976).

Le chlorure de magnésium peut favoriser ou empêcher le développement du fusarium. Ainsi le chlorure de magnésium n'affecte pas la croissance de *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (DUFFY et DEFAGO, 1999), alors qu'il a été observé une augmentation du flétrissement fusarien causé par *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici* chez la tomate et par *F. oxysporum* f. sp. *apii* chez le céleri, suite à l'apport du chlorure de magnésium (LAMBERT *et al.*, 2005).

Les teneurs élevées du sol en oligo-éléments tels que le fer, le zinc et le cuivre ralentissent le développement des *Fusarium*. Ceci se traduit par une diminution des infections que ces champignons engendrent (MARTINEZ *et al.*, 2002), Surtout le zinc qui entraîne une diminution de la croissance fongique et du pouvoir pathogène de *F. culmorum* (DJEBALI *et al.*, 2014). L'équilibre des éléments minéraux dans le sol améliore leur utilisation par les plantes pour leur croissance et leur résistance au *Fusarium* (WOPEREIS *et al.*, 2008). Ainsi, il a été montré que des teneurs élevées en sodium accompagnées de faibles teneurs en calcium et en magnésium diminuent la résistance des bananiers à l'attaque du *F. oxysporum* var. *cubense* (DOMINGUEZ *et al.*, 2003). De plus, en raison du rôle essentiel du magnésium dans la photosynthèse, sa carence se manifeste par une faiblesse générale, ce qui rend la plante sensible aux infections fongiques (MOHAMED, 2006).

Le pH du sol affecte également le développement des *Fusarium*, car la croissance mycélienne et la germination des conidies sont limitées à une certaine gamme pour chaque espèce. Cette gamme de pH peut être large ou restreinte en fonction des espèces. Ainsi *F. graminearum* et *F. culmorum* (BEYER *et al.*, 2004) et *Fusarium oxysporum* f. sp. *glycines* (BALASU *et al.*, 2015) peuvent pousser sur des milieux dont le pH est compris entre 4 et 10 et entre 4 et 7, respectivement. Par ailleurs, les sols dont le pH est compris entre 5 et 7 sont

favorables à la survie et à la germination des chlamydozoospores, ainsi qu'à la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (ORITSEJAFOR, 1986).

Par contre cette gamme de pH est réduite pour d'autres espèces de *Fusarium*. Ainsi, le pH optimal de croissance de *Fusarium moliniforme* est de 6 (SHAHADAT *et al.*, 2015) alors que le pH optimal de croissance et de sporulation de *Fusarium udum* (CHAUDHARY *et al.*, 2018) et *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* (KHILARE et AHMED, 2012) est compris entre 6 et 6,5.

La salinité du sol et de l'air est l'un des facteurs environnementaux qui déterminent la survie, le développement et le degré d'infection par les champignons phytopathogènes (REGRAGUI, 2005). L'action des sels sur les *Fusarium* peut être favorable ou défavorable et varie d'une espèce à l'autre. Ainsi le chlorure d'ammonium réduit la croissance et le développement de *Fusarium solani* var *coeruleum* (MECTEAU *et al.*, 2008). Les sels de calcium inhibent les trois stades du cycle de vie de *F. oxysporum*, responsable de la pourriture du melon en post-récolte (ZEMMOURI *et al.*, 2015). Le NaCl peut inhiber ou favoriser le développement des *Fusarium*. Ainsi il a été constaté que le NaCl réduit le développement de *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* et *Fusarium proliferatum* (REID *et al.*, 2001). Par contre, KEREN (2000) a observé une augmentation significative de la croissance du mycélium après avoir augmenté la concentration de NaCl dans le milieu sur *Fusarium oxysporum* albendinis. Selon DAAMI REMADI *et al.* (2009) le NaCl n'a pas d'effet significatif sur la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* mais une augmentation de l'ovulation a été observée pour des concentrations élevées de NaCl.

II.4. Les pertes causées par les maladies fongiques

Les maladies des plantes causées par des champignons phytopathogènes sont responsables de pertes économiques résultant principalement de la réduction du rendement des cultures, mais aussi de la diminution de la qualité et de la sécurité des produits. Parfois, elles représentent également un risque pour la santé humaine et animale en raison de la contamination des aliments et de l'accumulation de substances toxiques dans l'environnement (PERGOMET *et al.*, 2018).

Les pertes de rendement causées par les pathogènes, les animaux et les mauvaises herbes représentent entre 20 et 40 % de la productivité agricole mondiale. Bien que la majorité des maladies des plantes soient causées par des champignons phytopathogènes, ou par des bactéries, des nématodes et des virus. Les champignons infectent les plantes pendant les stades de développement et après la récolte (SIVANANDHA *et al.*, 2018).

CHAPITRE III

III. L'utilisation des plantes médicinales contre les maladies fongiques

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse qui peut être exploitée dans le domaine phytoterapeutique. La population autochtone utilise cette diversité comme plantes médicinales dans sa thérapie curative. L'intérêt porté par la recherche à ces plantes n'a pas cessé de croître au cours de ces dernières années. Les nouvelles recherches ont soulevé la possibilité d'employer de nouveaux composés naturels qui peuvent agir en tant que biofongicides (CACCIONI *et al.*, 1998). Depuis le début de la lutte antifongique écologique, divers produits à base de plantes ont montré des actions prometteuses, et parmi eux, les huiles essentielles obtenues à partir des feuilles, des écorces, des tiges et des différentes parties des plantes se sont avérées être une aubaine pour lutter efficacement contre divers phytopathogènes. Les huiles essentielles sont des composés organiques volatils odorants, composés d'un large éventail de métabolites secondaires de plantes. Outre leurs activités antibactériennes, insecticides et antimicrobiennes, elles ont un énorme potentiel pour réduire les dommages causés par les phytopathogènes. potentiel énorme pour réduire les dommages dus aux champignons phytopathogènes. Sur environ 3000 huiles essentielles identifiées, seules 300 se sont révélées économiques, et un spectre étroit d'entre elles a été utilisé pour lutter contre les champignons. (SIL *et al.*, 2020). il existe de nombreuses études sur l'activité antifongique des huiles essentielles sur les maladies fongiques. Parmi ces études on peut citer :

III.1.L'utilisation de *Citrus*

➤ En 2017, HAMDANI et ALLEM ont étudié les propriétés antifongiques des huiles essentielles des feuilles de *citrus* vis-à-vis d'*alternaria alternata* et *penicillium sp* in vitro.

Le genre *Citrus* est l'une des plus importantes sous-unités taxonomiques de la famille des Rutaceae. Les fruits produits par les espèces appartenant à ce genre sont appelés "agrumes" dans le langage courant, ou agrumes (MABBERLEY., 2004).

Les huiles essentielles ont été obtenues par hydrodistillation à partir de quatre espèces de *citrus* : *Citrus sinensis* (L.), *Citrus aurantium* (L), *amara*, *Citrus limon* (L) *Burm* et *Citrus reticulata* Blanco,. Les rendements les plus importants ont été enregistrés avec *Citrus limon* L (1.02%) et *Citrus sinensis* (0.96%). Les résultats de l'activité antifongique des huiles essentielles des feuilles de *citrus* montrent un pouvoir inhibiteur des huiles essentielles de *Citrus aurantium*, *Citrus limon* et *Citrus reticulata* sur la croissance mycélienne radiale d'*Alternaria alternata* et *Penicillium sp*. Après l'hydrodistillation des huiles essentielles des espèces de *citrus* ont montré que l'effet d'inhibition de *citrus aurantium* sur *penicillium sp*

est forte, par contre dans le cas *l'alternaria alternata* l'inhibition de ces espèces est plus efficace à partir de la dose (0,6 à 1 mg/ml). Ils montrent également que l'activité antifongique augmente avec la concentration des huiles essentielles testées. Celles-ci peuvent être utilisées comme agents antifongiques potentiels pour lutter contre les maladies fongiques des plantes (HAMDANI et ALLEM., 2017).

➤ D'après BOUGHENDJIOUA (2019), l'huile essentielle extraite à partir des feuilles de *Citrus reticulata* cultivée dans de la région d'Azzaba willaya de Skikda (Algérie), a montré, in vitro, une activité antifongique contre les deux champignons ; *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis* et *Alternaria sp.* testés. par la méthode de contact direct. L'extraction de l'huile essentielle a été réalisée par hydrodistillation les huiles essentielle montre un grand pouvoir inhibiteur de la croissance mycélienne (in vitro). Le Limonène (32,04 %) et le γ -Terpinène (25,52 %) possèdent les pouvoirs inhibiteurs les plus importants. Les résultats obtenus ouvrent la voie à l'utilisation de l'huile essentielle des feuilles de *Citrus reticulata* comme alternative aux fongicides chimiques. Les résultats obtenus indiquent que le rendement d'extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation est de $0,50 \pm 0,2$ %. Nos résultats sont en accord avec ceux de Hamdani (2017), avec un faible rendement de 0,51 % pour *Citrus reticulata* et respectivement 0,96 et 1,02 % pour *Citrus sinensis* et *Citrus limon*.



Figure 9 : *Citrus limon* (Photo originale)

III.2. L'utilisation de *Lavandula dentata*

➤ Selon ABDESSLEM et al., (2020), l'activité in vitro de l'huile essentielle (HE) de *Lavandula dentata* L. sur le *Fusarium oxysporum f.sp. radicis-lycopersici* (FORL), un dangereux champignon phytopathogène, agent causal de la pourriture du collet et des racines de la tomate. Puis, ils ont testés l'activité de l'HE sur ces souches par la méthode du contact direct à différentes concentrations.

Le genre *Lavandula* L. appartient à la famille des Lamiaceae et présent naturellement dans l'Atlantique Nord au Moyen-Orient. Cette famille est généralement caractérisée par des plantes à tiges quadrangulaires avec des feuilles opposées et décussées. Ce sont des plantes herbacées, bisannuelles qui poussent sur des terrains secs et ensoleillés, calcaires (lavande fine et lavande aspic) ou siliceux (lavande stoechas) (HÉRAL et al., 2020).

L'étude in vitro a montré que l'activité antifongique de l'HE de *L. dentata* commençait au taux d'application le plus bas (0,25µL/ml) et augmenté successivement avec l'augmentation de la concentration. De plus, l'augmentation de la concentration de l'HE avait un effet inhibiteur significatif, avec un taux d'inhibition minimum de 49,3±2,2 % et 21,8±4,2 pour les souches IB19501 et IB19502 respectivement à la concentration de 0,25 µL/ml et atteignant 100±0,0 à la concentration de 1 µL/ml pour les deux souches (ABDESSLEM et al., 2020).

➤ D'après DAMMAK et al., (2019), les activités antifongiques de *Salvia officinalis*, *Lavandula dentata* et *Laurus nobilis* et de leur constituant principal, le 1,8-cinéole contre *Aspergillus carbonarius* par deux tests ; un test de contact avec application de différentes concentrations de chaque HE testée ainsi que de 1,8-cinéole (0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 et 0,5%) dans le milieu Czapek Yeast Agar (CYA) et un test de volatilité par application d'une concentration de chaque HE égale à 0,025 % de CYA.

Les analyses statistiques de l'essai volatile ont montré que l'HE de *L. nobilis* a inhibé le taux de croissance beaucoup plus que *L. dentata* et *S. officinalis* avec un pourcentage égal à 47,82, 37,92 et 31,71%, respectivement, et qu'elle a réduit la production d'OTA avec un pourcentage de 88,87 %. Tandis que, dans l'essai de contact, les HE de *L. nobilis* et *L. dentata* ont présenté des activités antifongiques plus élevées que celles de *S. officinalis*. (CMI) d'environ 0,3, 0,3 et 0,5 %, respectivement.



Figure 10 : *Lavandula dentata* (Photo originale)

III.3. L'utilisation de *Tetraclinis articulata* et *Thymus vulgaris*.

➤ D'après HAMDANI et *al.*, (2021), l'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation à partir des feuilles de *Tetraclinis articulata* et *Thymus vulgaris*.

L'espèce *Tetraclinis articulata*, connue sous le nom de thuya de barbarie, est un arbre monoïque qui appartient à l'embranchement des Gymnospermes et à la famille des Cupressacées (HADJADJ et LETREUCH BELAROUCCI, 2017 ; ZAHIR et RAHMANI, 2020), et qui essentiellement limité à la région méditerranéenne méridionale occidentale (HADJADJ et LETREUCH BELAROUCCI, 2017), constitue un élément important dans la végétation forestière nord-africaine.

Le *Thymus vulgaris* (TV) ou "thym" est considéré comme une espèce célèbre du genre "Thymus" (famille des Lamiacées), qui représente l'une des plantes les plus remarquables dans de nombreuses parties du monde, en particulier dans Méditerranée, en Afrique du Nord, en Asie et en Europe. La famille des thymus est bien connue pour ses activités biologiques et naturelles comme un additif alimentaire et son utilisation dans la médecine traditionnelle et les préparations pharmaceutiques (ALMANEA et *al.*, 2019).

Les rendements obtenus en huiles essentielles sont 2,70 % pour *Thymus vulgaris* et 1,10 % pour *Tetraclinis articulata*. L'analyse chimique révèle que les huiles essentielles de *Thymus vulgaris* appartiennent au chémotype *Thymus vulgaris* à carvacrol (48,56 %) et les huiles essentielles de *Tetraclinis articulata* sont de chémotype *Tetraclinis articulata* à camphre (28,03 %). Les résultats de l'activité antifongique des huiles essentielles des feuilles de *Thymus vulgaris* et *Tetraclinis articulata* montrent un fort pouvoir inhibiteur sur la croissance mycélienne radiale d'*Aspergillus flavus*, de *Penicillium digitatum* et de *Fusarium sp.* Ils montrent également que l'activité antifongique augmente avec l'augmentation de la

concentration des huiles essentielles testées. Celles-ci peuvent être utilisées comme agents antifongiques potentiels contre les champignons pathogènes (HAMDANI *et al.*, 2021).

➤ Selon LIU *et al.*, (2009), l'activité antifongique de l'huile de thym contre *Geotrichum citri-aurantii* in vitro et in vivo, qui isolé à partir de fruits de mandarine Satsuma pourris. L'huile de thym a contrôlé efficacement la croissance de *G. citri-aurantii*. La germination des arthroconidies et l'élongation des tubes germinatifs dans le bouillon de potatodextrose ont été fortement inhibées par l'huile de thym. A 600 μ l-1, elle a inhibé la germination d'environ 94% des arthroconidies et la longueur du tube germinatif n'était que de 4.32 ± 0.28 lm. Les résultats de la présente étude indiquent que l'huile de thym inhibe la croissance de *G. citri-aurantii*.

➤ Selon ABI-AYAD *et al.*, (2013), l'activité antifongique de *Tetraclinis articulata* contre trois champignons pathogènes *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium spp*, qui obtenus à partir de la collection de cultures de l'Université de Tlemcen (Laboratoire de Mycologie), elle a été étudiée en utilisant un test de contact in vitro.

Le pourcentage d'inhibition de la croissance a été influencé par le temps d'incubation et la concentration d'huile essentielle. Le mycélium a été considérablement réduite avec l'augmentation de la concentration d'huile essentielle, tandis que leur croissance augmentait avec temps d'incubation pour les *Fusarium spp*. et a diminué avec le temps d'incubation pour *A. niger*. *Aspergillus flavus* a montré le même effet que *A. niger*, sauf au troisième jour d'incubation, où 15 μ l/ml a induit 95 % d'inhibition de la croissance mais a réduit son effet à 56,46 % le jour suivant. *Fusarium spp*. a été le plus inhibé puisque sa croissance a été complètement inhibée par 20 μ l/ml le 6e jour d'incubation et a été réduite à 91 % après 8 jours d'incubation, suivi par *A. flavus* et *A. niger*. À la concentration de 15 μ l/ml, l'huile essentielle semble être active contre la croissance des trois agents pathogènes supérieure à 60 %.

Les résultats des essais d'activité antifongique ont montré que l'huile essentielle de *T. articulata* avait des effets inhibiteurs sur les organismes de la croissance des champignons.



Figure 11 : (A : *Tetraclinis articulata*. B : *Thymus vulgaris*.) (Photographies Originales)

III.4. L'utilisation d'*Eucalyptus camaldulensis*

➤ D'après MEHAN et *al.*, (2014), l'extraction de l'huile essentielle de la plante *Eucalyptus camaldulensis* et l'activité antifongique sur *Fusarium graminearum* et *Fusarium sporotrichioides*. *Eucalyptus camaldulensis* est un arbre du genre *Eucalyptus* largement répandu en Algérie et dans le monde.

Avec différentes concentrations d'huile essentielle extraite de *Eucalyptus*, ils ont observés que la croissance mycélienne est remarquable après 72 h pour le contrôle et les différentes concentrations de huile essentielle d'*Eucalyptus* à savoir 1,25, 2,5, 5 et 10 μ l, en contre à 25 μ l aucune croissance mycélienne de *Fusarium sporotrichioides* n'est observée et ils ont constatés qu'il y a une augmentation de la croissance mycélienne au cours du temps avec l'exception de l'incubation 50 μ l de concentration 20ml de PDA qui ne présente aucune croissance mycélienne. De plus, une diminution de la croissance de la mycélienne *Fusarium graminearum* avec l'augmentation de la concentration d'huile essentielle d'*eucalyptus*.

Les résultats des essais d'activité antifongique ont montré que les huiles essentielles de la plante *Eucalyptus camaldulensis* ont montré une intéressante activité biologique intéressante sur *Fusarium graminearum* et *Fusarium sporotrichioides*. Les études antifongiques ont confirmé l'efficacité des huiles essentielles contre les micro-organismes étudiés.

➤ Selon GAKUUBI et *al.*, (2017), l'activité antifongique de l'huile essentielle (HE) d'*Eucalyptus camaldulensis* contre cinq *Fusarium* spp ; *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *F. verticillioides*, and *F. proliferatum* communément associés au maïs. Dans tous les champignons testés, une inhibition complète de la croissance mycélienne a été observée à une concentration d'huile essentielle de 10 $\mu\text{L}/\text{mL}$, L'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* a présenté une efficacité significativement ($p \leq 0,05$) l'effet d'inhibition le plus élevé et enregistrée sur *F. somlani* et *F. Proliferatum* que sur *F. oxysporum*, *F. verticillioides*, et *F. subglutinans* à une concentration de 1 $\mu\text{L}/\text{mL}$ après trois jours d'incubation, après cinq jours d'incubation l'huile essentielle d'E. camaldulensis a complètement inhibé la croissance mycélienne des cinq isolats de *Fusarium* spp. à une concentration comprise entre 7 et 8 $\mu\text{L}/\text{mL}$.

L'étude confirme donc la nature fongicide de l'huile essentielle d'*E. Camaldulensis* et les utilisations potentielles de cette huile comme alternative aux fongicides chimiques ou comme modèle pour la synthèse de nouveaux fongicides plus efficaces pour la gestion des espèces de *Fusarium* pathogènes des plantes.



Figure 12 : Feuille d'eucalyptus camaldulensis séché (Photo originale).

CONCLUSION

Conclusion

Conclusion :

Depuis le début de la lutte antifongique, divers produits à base de plantes ont montré des résultats prometteurs tels que, les huiles essentielles.

Les huiles essentielles sont des extraits de toutes les parties aromatiques des plantes. Il peut s'agir des fruits, des fleurs, de l'écorce, des feuilles ou même des racines.

D'après notre étude bibliographique sur les plantes médicinales utilisées contre les maladies fongiques, les huiles essentielles sont très utiles et répandues et comme présentent un potentiel important en tant qu'agents antifongiques.

L'activité antifongique est élevée quand :

- La dose d'inhibition est forte.
- Le contact direct entre l'huile essentielle et champignon est le plus utile et plus efficace.
- L'activité antifongique de l'huile essentielle augmente successivement avec l'augmentation de la concentration des huiles essentielles.

On conclut que les plantes médicinales utilisées contre les maladies fongiques sont efficaces sur certaines maladies, mais on ne peut pas dire que chaque plante est utilisée contre une maladie spécifique.

Après notre étude on propose :

- Il sera utile de sortir sur terrain pour bien maîtriser le sujet de la lutte.
- Il faut faire des expériences au laboratoire pour faire l'extraction des huiles essentielles.
- On propose d'appliquer les plantes choisies et efficaces dans notre travail contre d'autres maladies fongiques des plantes, tel que Botrytis, Mildiou, Oïdium.
- Il est utile de concentrer sur les espèces végétales endémiques.

Références

Bibliographiques

- A.P. S, Algérie presse service, juillet 2018 Une production de plus 10 millions de quintaux de dattes en .2017
- ABDELKRIM M. 2019. Sciences de la Nature et de la Vie Master (Protection des végétaux).p.28
- ABI-AYAD, F. Z., ABI-AYAD, M., LAZOUNI, H. A., REBIAHI, S. A. 2013. Evaluation of *Tetraclinis articulata* essential oil from Algeria flora as a potential source of antifungal activity and study of its chemical composition. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*.p. 9-15.
- ADNAN, M., ULLAH, I., TARIQ, A., MURAD, W., AZIZULLAH, A., KHAN, AL., ALI, N.2014. Ethnomedicine use in the war affected region of northwest Pakistan. *Ethnobiol Ethnomed*. p. 1-16.
- AGBO, A. D. D., N'GOUAN, A. J., MONNEHAN, G. A. 2020.elemental contents of some medicinal plants using energy dispersive x-ray fluorescence (edxrf). *journal of medicinal plants research*. p.202-207
- AGRIOS, G. N.2005. "Plant diseases caused by fungi." *Plant pathology*.
- AGUIAR, R. W. D. S., OOTANI, M. A., ASCENCIO, S. D., FERREIRA, T. P., SANTOS, M. M. D., SANTOS, G. R. D. (2014). fumigant antifungal activity of *Corymbia citriodora* and *Cymbopogon nardus* essential oils and citronellal against three fungal species. *the scientific world journal*,
- AHMED M.S.O.MOHAMED E., SAMIR.A.2013. "Antifungal activity of essential oils isolated from Egyptian plants against wood decay fungi." *Journal of wood science* p.499-505.
- AI, H. W., KANG, Y. X., CAO, Y., ZHENG, C. J. (2014). Antifungal properties and chemical analysis of essential oil from *Vitex negundo* seeds. *Journal of Pharmaceutical Research International*, p. 541-548.
- AICHOUR, R., 2016. Effets immuno modulateurs sur les lymphocytes humains et hépatoprotecteur des extraits de *Capparis spinosa*. [en ligne]. Université Ferhat Abbas Sétif 1.p43,44.
- ALABOUVETTE, C., OLIVAIN, Q., MIGHELI, C., STEINBERG, C. 2009. Microbiological control of soil-borne phytopathogenic fungi with special emphasis on wilt-inducing *Fusarium oxysporum*. *New Phytologist*.p.529-544.
- Alisaac, E., Behmann, J., Kuska, M. T., Dehne, H. W., Mahlein, A. K. 2018. Hyperspectral quantification of wheat resistance to *Fusarium* head blight: Comparison of two *Fusarium* species. *European Journal of Plant Pathology*.p. 869-884.

- ALMANEA, ABDULAZIZ, ABD EL-AZIZ, GAMAL S., ET AHMED, MOHAMED MORSI M. 2019. The potential gastrointestinal health benefits of *Thymus vulgaris* essential oil: A review. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 2019, vol. 12, no 04, p.1793-1799
- ALQETHAMI, A., HAWKINS, J.A., TEIXIDOR.T. I. 2017. Medicinal plants used by women in Mecca: urban, Muslim and gendered knowledge. *J. Ethnobiol. Ethnomedicine*.p. 13-62.
- ALSEEKH, S., LEONARDO P. D. S., MARIA B., ALISDAIR R. F., 2020. "The style and substance of plant flavonoid decoration; towards defining both structure and function." *Phytochemistry*.p.23-47.
- ALVAREZ C L., SOMMA S., MORETTI A., FERNANDO PINTO V. 2010. Agressiveness of *Fusarium graminearum* sensu stricto isolates in wheat kernels in Argentina. *Journal of Phytopathology*,p.173- 181.
- ANCA, D.R., 2019. Gemmotherapy Modern Medicine.p.117
- ANTHOULA. 2003. Inventaire des ressources médicinales et aromatiques dans la région de Djerma- Batna par la méthode systématique. Mémoire de Master II en biologie: spécialité en biodiversité et changements globaux Algérie. Batna : Université El Hadj Lakhdar.p.20.
- ANTONELLA, L., VANESSA, L.,EMILIA, L.,MARIA, L.D., EMANUELA., T., ILARIA, S., DOMENICO, T., GIOVANNI, S., Angelo, L.2017. Aromatherapy: composition of the gaseous phase at equilibrium with liquid bergamot essential oil.p.111.
- AOUAR, L, SYLVAIN, L. , AMMAR, O., ABDERRAHMANE, B., CAROLE, B.(2012).Taxonomic identification of rhizospheric actinobacteria isolated from Algerian semi-arid soil exhibiting antagonistic activities against plant fungal pathogens.« *Canadian Journal of plant Pathology* »p.165-176.
- APOLINARIO, A., DE LIMA DAMASCENO, B., DE MACEDO BELTRAO, N., PESSOA, A., CONVERTI, A., ET DA SILVA J. 2014. Inulin-type fructans: A review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology, *Carbohydrate Polymers*, Vol 101.
- ATTRASSI K., RAHOUTI M. 2016. Effet de composés calciques inorganiques sur le développement in vitro de moisissures isolées d'agrumes après la récolte. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*.p.263-275
- AWAD W A., GHAREEB K., BOHM J., ZENTEK J. 2010. Decontamination and detoxification strategies for the *Fusarium* mycotoxin deoxynivalenol in animal feed and the effectiveness of microbial biodegradation. *Food Addit. Contam. Part. A–Chem*.p.510-520.

- BACHIR B., 2016. "Medicinal plants used by traditional healers from South-West Algeria: An ethnobotanical study." *Journal of Intercultural ethnopharmacology* .p.320.
- BACHIR B., 2016. "Medicinal plants used by traditional healers from South-West Algeria: An ethnobotanical study." *Journal of Intercultural ethnopharmacology* .p.320.
- BAHLOULI, H., TALMAT, I. 2016. biologie des interactions plantes- microorganismes analyse du pouvoir pathogène d'une collection de champignons iso. MEMOIRE DE FIN D'ETUDE En vue de l'obtention du diplôme Master 2 SPECIALITE : Biologie Des Interactions Plantes- Microorganismes Analyse du pouvoir pathogène d'une collection de champignons isolés du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L).p.78
- BAHORUN T., 1997. Substances naturelles actives: La flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. *Food and Agricultural Research*, p.83-94.
- BAHORUN, 1997. Substances naturelles actives, la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentiel. *Food and Agricultural Research*, Conseil Mauritius, Amas .p.83- 85
- BALASU AG., CRISTEA S., ZALA CR., OPREA M. 2015. The biological growth parameters of the *Fusarium oxysporum* f. sp. *glycines* fungus. *Romanian Biotechnological Letters*, p.10921- 10928.
- BATEMAN GL ., MURRAY G. 2001. Seasonal variations in populations of *Fusarium* species in wheat-field soil. *Applied Soil Ecology*, p. 117-128.
- BEHLÜL, G., GÜLFIDAN, K., EMIN, U. 2015. Contribution to the traditional uses of medicinal plants of Turgutlu (Manisa–Turkey). *Journal of ethnopharmacology*, p 102-108.
- BEHLÜL, G., GÜLFIDAN, K., EMIN, U. 2015. Contribution to the traditional uses of medicinal plants of Turgutlu (Manisa–Turkey). *Journal of ethnopharmacology*, p 102-108.
- BELOSOKHOV, A.F. BELOV, G.L. CHUDINOVA, E.M. KOKAEVA, L.YU. ELANSKY, S.N. (2017). *Alternaria* spp. and *Colletotrichum coccodes* in potato leaves with early blight symptoms. *PAGV -Special Report*.p. 181-190.
- BENARBA, B. 2016. Medicinal plants used by traditional healers from South-West Algeria: An ethnobotanical study. *Journal of intercultural ethnopharmacology*, p. 320–330.
- BERNARD F. 2012. Le développement des champignons pathogènes foliaires répond à la température, mais à quelle température? Thèse de Doctorat en Agronomie. AgroParisTech, p. 145.
- BEYER M., RODING S., LUDEWIG A., VERREET JA. 2004. Germination and survival of *Fusarium graminearum* macroconidia as affected by environmental factors. *J. Phytopathol.*, p. 92–97.

- BIANCA, E.S., TEFANESCU., KATALIN, S., ANDREI, M., GIANINA, C.2019. Phenolic Compounds from Five Ericaceae Species Leaves and Their Related Bioavailability and Health Benefits.p. 20-46.
- BOISSIERE, M., 2018 .Consommation des plantes médicinales par les patients suivis en cabinet de médecine générale à La Réunion - Expériences, représentations et ressentis des patients dans le cadre de la communication médecin-patient, diplôme d'Etat de docteur en médecine, Université de Bordeaux.p. 94
- BONZI, S., 2007. Efficacité des extraits de quatre plantes dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de sorgho (*sorghum bicolor*(L) moench). Cas particulier *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wilson et *Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenbosch et van Kesteren. Mémoire DEA, phytopathologie, Burkina Faso.
- BOUDOUDOU H., HASSIKOU R., OUAZZANI TOUHAMI A., BADOUC A., DOURIA A. 2009. Paramètres physicochimiques et flore ournal of Plant Pathology, p .755- 768.
- BOUGHENDJIOUA, H .2019. Activité antifongique de l'huile essentielle extraite à partir des feuilles de *Citrus reticulata*.p.54-57
- BOUMEDIYOU, A., ET ADDOUN, S. 2017. Etude ethnobotanique sur l'usage des plantes toxiques, en médecine traditionnelle, dans la ville de Tlemcen (Algérie). Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie. Université Abou Bakr Belkaïd-Tlemcen.p.67.
- BOUACHERINE, R., et BENRABIA,H .2017.biodiversité et valeur des plante médicinale dans la phytotirapie cas de la région de BEN srou (m'sila) mémoire présentépour l'obtention du diplôme de master académique .universte Mohamed boudiaf M4sila.p36
- BRUNETON J. 2009. Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 4e éd : Lavoisier : Paris.p. 1269
- BRUNETON, J. 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3eme édition. Ed Techniques et documentations. Paris.p. 227-310.
- BUCKINGHAM, J., BAGGALEY, K.H., ROBERTS, A.D., SZABO, L.F., 2010. Dictionary of Alkaloids, with CD-ROM. CRC press.
- CACCIONI DRL, GUIZZARDI M, BIONDI DM, ET AL. 1998.Relationship between volatile components of citrus fruit essential oils and antimicrobial action on *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*. Inter J Food Microbiol .p.73–9.
- ÇAGLA, K., NERIMAN, Ö. 2012. wild plants used as medicinal purpose in the south part of izmit (northwest turkey).p.199-218,

- CEDRIC, B., OLIVIER, C., DANIEL, C.2019. intégrée et le biocontrôle : principes et importance dans la gestion des ravageurs et maladies des plantes PR
- CHABRIER, J. Y., 2010. Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Henri Poincaré-Nancy1 (France).p. 165
- CHAKOUN, F., MEDJOUJJA, K. (2014). Etude bibliographique sur la phytochimie de Nitraria. Mémoire, Université Kasdi Merbah, Ouargla.
- CHARIF, L ., LEBOUKH, N. 2017. Arboriculture de la région de M'sila: Etat des lieux et techniques de préservation et d'amélioration. Diss. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila,
- CHERIF, H.S.,CHAOUIA, C ., HAMAIDI, M.S., ROUIBI, A., BOUKHATEM, M.N., BENOUAKLIL, F.,CHABANE, D., FEKNOUS, S., BOULAGHMEN, F., MILIANI, A. ET SAIDI, F. 2015. les sites secreteurs de quelques plantes aromatiques et medicinales d'algerie .université de blida faculte des Sciences de la Nature et de la vie.p38-42.
- Cueva, F. D., Balendres, M.A. (2018). Efficacy of citronella essential oil for the management of chilli anthracnose. *European Journal of Plant Pathology*, p, 461-468.
- DAMMAK, I., HAMDI, Z., EL EUCH, S. K., ZEMNI, H., MLIKI, A., HASSOUNA, M., LASRAM, S. 2019. Evaluation of antifungal and anti-ochratoxigenic activities of *Salvia officinalis*, *Lavandula dentata* and *Laurus nobilis* essential oils and a major monoterpene constituent 1, 8-cineole against *Aspergillus carbonarius*. *Industrial Crops and Products*.p. 85-93.
- DELAVEAU G. 1987. Les plantes dans la thérapeutique moderne, 2ème édition révisée, Ed. Maloine éditeur, P.31.
- DEVOYER J., 2012. Stéphane Korsia-Meffre, rédacteur et coordinateur du Guide des plantes qui soignent (éd. Vidal).
- DJEBALI N., TIYAB N., GARGOURI S., HESSINI K. 2014. Effet d'osmo-amorçage des grains sur la germination, la croissance et la résistance du blé dur à *Fusarium culmorum*. Journée Nationale sur la valorisation des résultats de la Recherche dans le domaine des Grandes Cultures Tunis.
- DOOHAN FM., BRENNAN J., COOKE BM. 2003. Influence of climatic factors on *Fusarium* species pathogenic to cereals. *European Journal of Plant Pathology*.p.755-768
- DUFFY BK, DEFAGO G. 1999. Macro and microelements fertilizers influence the severity of *Fusarium* crown and root rot of tomato in a soilless production system. *Horticultural Science*, p.287- 291.

- DUTERTRE J.M., 2011 - Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse doctorat d'état, Université. Bordeaux 2-Victor Segalen U.F.R des sciences médicales, France.p.33
- ELGORBAN, AM., BAHKALI, AH., EL-METWALLY, MA., ELSHESHTAWI M., ABDEL-WAHAB, MA. 2015. in vitro antifungal activity of some plant essential oils. *int j pharmacol* .p .56–61
- EMMANUEL, M.M., JEAN, P. N., LEA, M. S., GISELE E, L., PHILOMENE C. N. B., JACQUES, Y., SIEGFRIED, D.D.2017. Connaissances et usages traditionnels des plantes médicinales du département du haut Nyong.p. 11229-11245
- FAKCHICH, J., ELACHOURI, M.2014.Ethnobotanical survey of medicinal plants used by people in Oriental Morocco to manage various ailments. *Journal of ethnopharmacology*, .p. 76-87.
- FAO., 2015. Données de la base statistique de l'organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture sur le site : <http://apps.fao.org>.
- FERADJI K ., SAADA I.2018. Diagnostic des maladies cryptogamiques rencontrées chez le blé durant la campagne agricole 2017/2018 dans la région de Bouira. Etude de la mycoflore associée à la semence de blé Soutenu. p.62.
- FERNANDEZ. F. J., CARBU, M., GARRIDO, C., VALLEJO, I., CANTORAL, J. M.2014. Proteomic advances in phytopathogenic fungi. *Current Proteomics*, p. 79-88.
- FERROCINO I., CHITARRA W., PUGLIESE M., GILARDI G., GULLINO ML., GARIBALDI A. 2013. Effect of elevated atmospheric CO2 and temperature on disease severity of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* on lettuce plants. *Applied Soil Ecology*, p. 1-6.
- FITZGERALD, M., HEINRICH, M., BOOKER, A. 2020. Medicinal Plant Analysis: A Historical and Regional Discussion of Emergent Complex Techniques. *Frontiers in pharmacology*.p.1480
- GAKUUBI, M. M., MAINA, A. W., WAGACHA, J. M. (2017). Antifungal activity of essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* dehn. against selected *Fusarium* spp. *International journal of microbiology*,
- GEBICKA, L. 2020. Redox reactions of heme proteins with flavonoids. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 111095.
- GENÇAY, A., NEFIZE, Y.,AYSEGÜL, C.,FERHAT, C.,UGUR, Ç .2016 Ethnobotanical purposes of plants sold by herbalists and folk bazaars in the center of Cappadocica (Nevşehir, Turkey).p 103-108

- GHELAMALLAH, A.2016.Études des pucerons des cultures maraîchères et leurs complexes parasitaires dans la région de Mostaganem (Nord-Ouest Algérien). Université Abou Bekr Belkaid Mostaganem.p.157.
- GORAI, D., JASH, S. K., SINGH, R. K. (2014). Chemical and pharmacological aspects of *Limnophila heterophylla* (Scrophulariaceae): an overview. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, p. 100-102.
- GOSSEN, B. D., CONNER, R. L., CHANG, K. F., PASCHE, J. S., MCLAREN, D. L., HENRIQUEZ, M. A., HWANG, S. F. (2016). Identifying and managing root rot of pulses on the northern great plains. *Plant Disease*.p.1965-1978.
- GUESSOUM, 2021. Arboriculture Fruitière et Viticulture.p.41
- GUPTA, A .S. 2019. Strategic Approaches for the Purification of Glycosides from Natural Sources. In : *Natural Bio-active Compounds*. Springer, Singapore, p. 129-147.
- HADDOU, M., S. BABAHANI, and A. IDDER.2017. "CONDUITE DU PALMIER DATTIER DEGLET NOUR DANS LA REGION D'OUARGLA." *Revue des Bioressources*
- HADJADJ K., LETREUCH BELAROUCI A., 2017 : Synthèse bibliographique sur le thuya de berbérie [*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.]. *Geo-Eco-Trop*. p. 13-27.
- HADJADJ, K ; BENAÏSSA, M ; MAHAMMEDI, M .,OURAGH, A ; RAHMOUE, A.2019. importance des plantes médicinales pour la population rurale du parc national de djebel aïssa (sud ouest algerien) .p.0457-4184
- HAJJI, H.2016. Evaluation in vitro de l'activité antifongique de quatre plantes médicinales marocaines sur cinq champignons phytopathogènes.*Revue Marocaine de Protection des Plantes*, p.10.
- HAMDANI F. Z., ZIRI S., BENALLOU A., DJANI H., BELKACEMI A. 2021. Fort potentiel antifongique des huiles essentielles de *Thymus vulgaris*. *Phytothérapie*.p.190-194.
- HAMDANI F.Z., ALLEM, R.2017. Antifungal properties of leaf essential oils of *Citrus* against *Alternaria alternata* and *Penicillium* sp in vitro. *Phytothérapie*.p. 263-266.
- HAMINI-KADAR, N., HAMDANE, F., BOUTOUTAOU, R., KIHAL, M., HENNI, JE .2014. Antifungal activity of clove (*Syzygium aromaticum* L.) essential oil against phytopathogenic fungi of tomato (*Solanum lycopersicum* L) in Algeria. *J Exp Biol Agric Sci (JEBAS)* p .447–454.
- HASSAN, I.M., SHEHU, A., ZEZI, A.U., MAGAJI, M.G., YA'U, J. 2020. Ethnobotanical survey of medicinal plants commonly used in snakebites in North Western Nigeria. *Journal of Medicinal Plants Research*.p. 468-474.

- HERAL, B., STIERLIN, É., FERNANDEZ, X., & MICHEL, T. 2020. Phytochemicals from the genus *Lavandula*: a review. *Phytochemistry Reviews*.p. 1-21.
- HERAL, B., STIERLIN, É., FERNANDEZ, X., & MICHEL, T. 2020. Phytochemicals from the genus *Lavandula*: a review. *Phytochemistry Reviews*.p. 1-21.
- HOJJAT, R.B., MAJID, A.S., MOHAMMAD, T. M. a review of the medicinal plants effective on headache based on the ethnobotanical documents of iran p37-42.
- JEAN, C. L., JEAN, M.C., VIANNA, C., PIERRE, D., BERNARD, G., JEAN, L.2015. Principes généraux et les commissions nutrition et thérapies complémentaires du CREGG. P.29-35.
- JOVANA, D., KRIE.R, F. ET JACQUES, P., 2013. les biopesticides, complements et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques. biotechnol. agron. soc. environ. p.220-232
- KHELIFI M, 2013 : Etude de déférent aspect de conservation des céréales et mesures de protections pratiquées au niveau de CCLS de Tlemcen. Mémoire fin d'étude. p.2-3.
- KHIREDDINE, H., 2013. Comprimés de poudre de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algérie. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister .Université Mohamed Bougara-boumerdes.p.97
- KIRK, W. W., FELCHER, K. J., DOUCHES, D. S., COOMBS, J., STEIN, J. M., BAKER, K. M., HAMMERSCHMIDT, R. (2001).Effect of host plant resistance and reduced rates and frequencies of fungicide application to control potato late blight. *Plant Disease*, p.1113-1118.
- KLUGER, B, LEHNER, S., OTHERS. 2014. metabolomics and secondary metabolite profiling of filamentous fungi. in: biosynthesis and molecular genetics of fungal secondary metabolites, volume 2. Springer.p.81-101
- KOO, M. 2017.A bibliometric analysis of two decades of aromatherapy research .
- KUMAR G., BAOJUN X.2017. Ethnobotanical studies on folkloric medicinal plants in Nainamalai, Namakkal District, Tamil Nadu, India p.153-168.
- KUMARI, N., KATOCH, S. 2020. Wilt and root rot complex of important pulse crops: their detection and integrated management. In *Management of Fungal Pathogens in Pulses* p. 93-119.
- LADHEM, N., 2016. Contribution à l'étude de l'effet antibactérien et antioxydant de l'extrait aqueux de *Tetraclinis articulata* (Thuya de Berbérie).Mémoire En vue de l'obtention du Diplôme de master. Université Aboubakr Belkaïd–Tlemcen.51p.

- LAMBERT DH., POWELSON M.L., STEVENSON WR. 2005. Nutritional interactions influencing diseases of potato. *American Journal of Potato Research*, p.309- 319.
- LAMBERT DH., POWELSON ML., STEVENSON WR. 2005. Nutritional interactions influencing diseases of potato. *American Journal of Potato Research*, p.309- 319.
- LENA, S., TRUWE 2014 Classification and Evolution of the Family Gentianaceae .p .13-35
- LISAN, B., 2014. Importance des arbres et des forêts, PARIS, France.M'sila. Localisation de la région d'étude (M'sila) : carte d'occupation des sols de la wilaya de M'sila.p.128
- LIU, X., WANG, L. P., LI, Y. C., LI, H. Y., YU, T., ZHENG, X. D. 2009. Antifungal activity of thyme oil against *Geotrichum citri-aurantii* in vitro and in vivo. *Journal of applied microbiology*.p.1450-1456.
- MABBERLEY, D.J. CITRUS (RUTACEAE).2004. A review of recent advances in etymology, systematics and medical applications. *Blumea J. Plant Taxon. Plant Geogr.* p.481–498.
- MAHDI N. 2011. Essai de lutte biologique contre la fusariose vasculaire du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*). Mémoire de magister, science biologique Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
- MAHMOUDI Y., 1992. La thérapeutique par les plantes : Ed Palais du livre Blida.p.128
- MALIKA, O., AMAL, E., MAISARA, M. 2019. Mécanismes de Biosynthèse et de Régulation des Glucosinolates. p313.
- MALIKA, O., MAISARA, M., AMAL, E., JUERGEN, K., OLIVIER C.2019. Biosynthèse des glucosinolates indoliques et rôle écologique de leurs modifications secondaires. 58–80.
- MANSOUR, S., 2015.Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales: *Artemisia absinthium L* , *Artemisia herba alba* Asso et *Hypericum scarboides*- Etude in vivo. Thèse de Doctorat, Univ. Mohamed BOUDIAF, Oran.p. 19.
- MARTINEZ C., MICHAUD M., BELANGER R., TWEDDELL RJ. 2002. Identification of soils suppressive against *Helminthosporium solani*, the causal agent of potato silver scurf. *Soil Biology and Biochemistry*, p.1861- 1868.
- ME, VANASSE A, RIOUX S, BOURGEOIS G, BOURGET N, TREMBLAY G, DION Y. 2009. Effet du glyphosate et du travail du sol sur l'incidence de la fusariose de l'épi chez le blé et l'orge. Journée d'information scientifique – Grandes cultures, CRAAQ, Drummondville

- MEHANI, M., SALHI, N., VALERIA, T., LADJEL, S. 2014. Antifungal effects of essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* plant on *Fusarium graminearum* and *Fusarium sporotrichioides*. *Int J Curr Res*.p.10795-10797.
- MILET, A. 2017. Isolement de microorganismes à partir du sol des régions arides et sélection d'isolats à effet antagoniste sur l'agent de l'Alternariose. Thèse de Doctorat en Biotechnologies, Biologie et Environnement. Université des Frères Mentouri – Constantine. p.31-34.
- MOHAMED L. 2006. Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse de doctorat, Université de Neuchâtel, p.161.
- MOHAMMED A. S., KADAR N. H., DJAAFER M., BAGHDAD A., KIHA M., SANCHEZ J., GARRIDO-CARDENAS, J. A. 2020. In vitro activity of *Lavandula dentata* essential oil against *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in Algeria. *South Asian Journal of Experimental Biology*.p. 249-254.
- MOTAGI, B. N., RAO, M. L., MATHAD, A. (2020). Integrated and Sustainable Management of Fungal Diseases of Chickpea: Current Status and Challenges. In *Management of Fungal Pathogens in Pulses* .p. 73-91.
- MULUGETA, T. ABREHA, K. TEKIE, H. MULATU, B. YESUF, M. ANDREASSON, E. LILJEROTH, E. ALEXANDERSSON, E. (2019). Phosphite protects against potato and tomato late blight in tropical climates and has varying toxicity depending on the *Phytophthora infestans* isolate. *Crop Protection*. p. 139-146.
- NABEDE, K. J. P., ATAKPAMA, W., PEREKI H., BATAWILA, K et AKPAGANA, K. plantes à usage dermato-cosmétique de la région de la kara au togo.) p.1009-1020.
- Neelam, B., Poonam, V., Chandranandani, N. 2017. A review on some traditional medicinal plants. *International Journal of Life-Sciences Scientific Research*. p. 1550-1556.
- NYIRANSENGIYUMVA C. 2007. Effet de différents éléments minéraux sur la croissance et le développement du champignon *Helminthosporium solani*, agent responsable de la gale argentée de la pomme de terre. Mémoire de maîtrise ès Sciences, Biologie Végétale. Université Laval. Ollagnier M, Renard JL. 1976. Influence du potassium sur la résistance du palmier à huile à la Fusariose. *Oléagineux*, p. 203-209.
- O.M.S (ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE). 2000 – Principes méthodologiques généraux pour la recherche et l'évaluation de la médecine traditionnelle
- OKLA, E., ABOTC, H.I. T., OKOU, A., 2012. La culture des fruits et son importance socio-économique dans la plaine du Limite au Togo (Afrique de l'Ouest). *Revue de*

Géographie Tropicale et d'Environnement, n°1. Département de Géographie, Université de Lomé. pp.54-55

- OLIM, K., ABDINIYAZOV, A., Gulnara, J., et PAK, Valeriy, V. Some wild growing plants in traditional foods of Uzbekistan. *Journal of Ethnic Foods*, 2015, vol. 2, no 1, p. 25-28
- OLIM, K., ABDINIYAZOV, A., GULNARA, J., ET PAK, VALERIY, V. Some wild growing plants in traditional foods of Uzbekistan. *Journal of Ethnic Foods*, 2015, vol. 2, no 1, p. 25-28
- OLLAGNIER M, RENARD JL. 1976. Influence du potassium sur la résistance du palmier à huile à la Fusariose. *Oléagineux*, p.203-209.
- OMINGUEZ J, NEGRIN MA, RODRIGUEZ CM. 2003. Evaluating soil sodium indices in soils of volcanic nature conducive or suppressive to Fusarium wilt of banana. *Soil Biology & Biochemistry*, p.565- 575.
- P.I.P., 2013 .Tuta absoluta (Meyrick). Un ravageur invasif des cultures maraîchères pour l'Afrique sub-saharienne. Belgique.p. 12
- PERGOMET, J. L., DI LIBERTO, M. G., DERITA, M. G., BRACCA, A. B., KAUFMAN, T. S. 2018. Activity of the pterophyllins 2 and 4 against postharvest fruit pathogenic fungi. Comparison with a synthetic analog and related intermediates. *Fitoterapia*.p. 98-105.
- PRAVEEN, K. 2021. "Spatial Distribution and Ethno-botanical Aspect of Edible Plant from Foothill Region of Dhauladhar Range, Kangra Valley, North-Western Himalaya, India." *Journal of Biodiversit* .p.12-1.
- Ram, R. M., Singh, H. B. (2018). *Rhizoctonia bataticola*: A serious threat to chickpea production. *International Journal of Chemical Studies*.p.715-723.
- RAMIREZ ML, CHULZE S., MAGAN N. 2006. Temperature and water activity effects on growth and temporal deoxynivalenol production by two Argentinean strains of *Fusarium graminearum* on irradiated wheat grain. *International Journal of Food Microbiology*,p. 291-296.
- ROBINSH, K., SUSHMA, S., RAHU, L K ., PRACHI, S., VIKAS, K, R., PARVEEN, CH., PRITESH, V., IMRAN, S., .DHALIW.H.S.2018. Comparative genome analyses reveal sequence features reflecting distinct modes of host-adaptation between dicot and monocot powdery mildew .p.1-20
- ROSSI V., RAVANETTI A., PATTORI E., GIOSUE S. 2001. Influence of temperature and humidity on the infection of wheat spikes by some some fungi causing Fusarium head blight. *Journal of Plant Pathology*.p.189-198.

- RUIQI, Z.R., SUN, B., CHEN, J., CAO, A., XING, L., FENG, Y., CHEN, P. (2016). Pm55, a developmental-stage and tissue-specific powdery mildew resistance gene introgressed from *Dasypyrum villosum* into common wheat. *Theoretical and Applied Genetics*.p. 1975-1984
- SANAGO R., 2006. Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université (Mali).
- SANOGO S, YANG XB. 2001. Relation of sand content, pH and potassium phosphorus nutrition to the development of sudden death syndrome in soybean. *Canada Journal of Plant Pathology* ,p. 174-180.
- SATISH, C., RAWAT, D. S. (2015). Medicinal plants of the family Caryophyllaceae: a review of ethno-medicinal uses and pharmacological properties. *Integrative Medicine Research*.p.123-131.
- SCOTT JC., GORDON TR., SHAW DV., KOIKE ST. 2010. Effect of temperature on severity of Fusarium wilt of lettuce caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*. *Plant Diseases*, p.13-17
- SEBAI, M., BOUDALI, M. 2012 .la phytothérapie entre la confiance et méfiance, mémoire professionnelle Institut de formation paramédical CHETTIA. Alger.p. 11
- SEDRA, H., 2003. Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc. *Techniques phoénicoles et création d'oasis.in : généralités*. INRA
- SHAHIN, M., MAHIN, J., MANSOREH, V. 2013. Collection and identification of medicinal plants used by the indigenous people of Mobarakeh (Isfahan), southwestern Iran. *Journal of Medicinal Herbs*. p. 23-32
- SIL, A., PRAMANIK, K., SAMANTARAY, P., FIROZ, M., YADAV, V. 2020. Essential oils: A boon towards eco-friendly management of phytopathogenic fungi. *J. Entomol. Zool. Stud*, p.1884-1891.
- SIOU D. 2013. Développement épidémique de la fusariose des épis de blé et conséquences des interactions entre espèces du complexe fusarien. Thèse de Doctorat, Université Paris-Sud 11, p.198.
- SIVANANDHAN, S., GANESAN, P., JACKSON, A., DARVIN, S., PAULRAJ, M. G., IGNACIMUTHU, S .2018. Activity of some medicinal plants against phytopathogenic fungi. *International Journal of Scientific Research in Biological Sciences*, 5, 5.
- SOPHIA J., 2015. La phytothérapie, une discipline entre passé et futur : de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel, thèse, université Bordeaux 2 p .21-22.

- SRIDHAR, V., VINESH, L.S., MANI, M. 2016 .Medicinal Plants. In: Mealybugs and thier Management in Agricultural and Horticultural corps. Springer, p. 535–542.
- SUN, H., TIAN, J., STEINKELLNER, S., LIANG, Y. (2020). Identification and characterization of *Colletotrichum destructivum* causing anthracnose on sunflower. *Archives of microbiology*.p. 202
- THOMAS, D., CHRISTIAN, S., LOÏC, B. 2020. Saveur amère : de la molécule au comportement. NRAE, CNRS, Agro Sup Dijon, Université de Bourgogne-Franche Comté, Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, 21000 Dijon, France.
- TONOLLI N., et GALLOUIN F., 2013. Des fruits et des graines comestibles du monde entier. Ed. Lavoisier.p.727.
- UDDIN, M. N., SHEFAT, S. H. T., AFROZ, M., & MOON, N. (2018). Management of anthracnose disease of mango caused by *Colletotrichum gloeosporioides*: A review. *Acta Scientific Agriculture*.p.169-177.
- VÍCTOR, L., SILVIA, A., ESTHER, C., JOSE M.G.M., RITA Y. C., MARIA, I. C.2008. Screening of Spanish Medicinal Plants for Antioxidant and Antifungal Activities. p. 602-609.
- VENTURI, C.R., DANIELLI, L.J., KLEIN, F., APPEL, MA., MONTANHA, JA., BORDIGNON SAL., ROEHE PM, FUENTEFRIA AM, HENRIQUES AT .2015 Chemical analysis and in vitro antiviral and antifungal activities of essential oils from *Glechon spathulata* and *Glechon marifolia*. *Pharm Biol* p.682–688
- WANJOHI, B. K., SUDOI, V., NJENGA, E. W., & KIPKORE, W. K. 2020. An Ethnobotanical Study of Traditional Knowledge and Uses of Medicinal Wild Plants among the Marakwet Community in Kenya. Evidence-based complementary and alternative medicine .p. 1-8.
- WOPEREIS MCS., TOON DP. , IDINOBA SD., MARIEJO D. 2008.Curriculum d'apprentissage participatif et recherche action (APRA) pour la gestion intégrée de la culture de riz de bas-fonds (GIR) en Afrique subsaharienne. Manuel technique. Le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO).
- Xu X M., Nicholson P., Thomsett M A., Simpson D., Cooke B M., Doohan F M., Brennan J., Monaghan S, Moretti A., Mule G., Hornok L., Beki E., Tatnell J., Ritieni A., Edwards S G 2008. Relationship between the fungal complex causing *Fusarium* head blight of wheat and environmental conditions. *Phytopathology*, p. 763-773.

-
- YING, WU., MA, X., PAN, Z., KALE, S. D., SONG, Y., KING, H., XIAO, S. (2018). Comparative genome analyses reveal sequence features reflecting distinct modes of host-adaptation between dicot and monocot powdery mildew. *BMC genomics*.p.1-20.
 - ZAHIR I., RAHMANI A. 2020. Premier cas clinique d'eczéma de contact causé par *Tetraclinis articulata*. *International Journal of Innovation and Applied Studies* .p.342-346.
 - ZEGHAD, N., 2009. Etude du contenu polyphénolique de 2 plantes médicinales d'intérêt économique et évaluation de leur activité antibactérienne. Thèse de magister université Mentouri Constantine.
 - ZERARI, M., 2016. Etude ethnobotanique de quelques plantes médicinales utilisées dans le nord d'Algérie. Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme master. Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem.p.44.

Résumé :

Cette recherche bibliographique est une revue sur l'utilisation des plantes médicinales contre les maladies cryptogamiques, dans le monde il existe des centaines d'études sur ce sujet, mais nous avons choisi quelques-unes de ses études, pour avoir l'efficacité des huiles essentielles sur l'inhibition de la croissance mycélienne.

D'après notre étude on a trouvé que l'utilisation des plantes médicinales est plus importante dans le domaine agricole.

Mots clés: plantes médicinales, cryptogamique, huiles essentielles, inhibition.

Abstract

This bibliographic research is a review on the use of medicinal plants against cryptogamic diseases, in the world there are hundreds of studies on this subject, but we have chosen some of these studies. To have the effectiveness of essential oils on the inhibition of mycelial growth.

From our study we found that the use of medicinal plants is more important in the agricultural field.

Key words: medicinal plants, cryptogamic, essential oils, inhibition

ملخص:

هذا البحث البيولوجي عبارة عن مراجعة لاستخدام النباتات الطبية ضد الأمراض الفطرية ، يوجد في العالم مئات الدراسات حول هذا الموضوع ، لكننا اخترنا البعض منها ، لفعالية الزيوت العطرية في تثبيط نمو الفطريات. من خلال دراستنا وجدنا أن استخدام النباتات الطبية لها أهمية في الزراعة. **الكلمات المفتاحية:** نباتات طبية ، فطريات ، زيوت عطرية ، تثبيط.